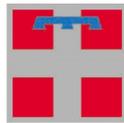




PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



REGIONE  
PIEMONTE



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione illustrativa

---

Regione Piemonte

Comune di Germagnano

---

Regione	Soggetto attuatore	Data
 <p>REGIONE PIEMONTE</p>	 <p>GEOSTUDIO STUDIO TECNICO ASSOCIATO Corso Trapani 39 - 10139 TORINO Tel. 011/4470700 - P.I. 04664840016</p>	<p>Maggio 2020</p>

## SOMMARIO

<b>SOMMARIO</b> .....	<b>1</b>
<b>1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO</b> .....	<b>2</b>
<b>2. INQUADRAMENTO SISMICO DEL TERRITORIO COMUNALE</b> .....	<b>6</b>
<b>3. METODOLOGIA DI LAVORO E DESCRIZIONE DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI</b> .....	<b>18</b>
<u>3.1 CARTA DELLE INDAGINI</u> .....	<u>19</u>
<u>3.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA</u> .....	<u>23</u>
3.2.1 <i>Caratteristiche geologico – strutturali del territorio</i> .....	24
3.2.2 <i>Caratteristiche geomorfologiche</i> .....	25
3.2.3 <i>Descrizione delle unità geologico-litotecniche</i> .....	28
<u>3.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA</u> .....	<u>35</u>
<u>ALLEGATO I: INDAGINI GEOGNOSTICHE</u> .....	<u>39</u>

## **1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO**

La necessità di adeguare la normativa tecnica regionale ai criteri generali a valenza nazionale approvati nella seduta del 13.11.2008 dalla Conferenza delle Regioni e Province Autonome <sup>(1)</sup>, la Regione Piemonte ha individuato in via preliminare gli “Indirizzi e criteri generali per gli studi di Microzonazione Sismica” (di seguito ICMS) con D.G.R. n. 17-2172 del 13 giugno 2011.

La classificazione sismica attualmente vigente individua il Comune di Germagnano in Zona 3, come da DGR n. 65-7656 del 21 Maggio 2014, che riprende quanto già individuato con le precedenti DDGR n. 4-3084 del 12.12.2011 e n. 11-13058 del 19.01.2010; per tale motivo, in ottemperanza al D.D. 9 marzo 2012 n. 504, è stato predisposto il presente studio di Microzonazione Sismica (MS, nel seguito) di livello 1, finalizzato alla prevenzione e valutazione del rischio sismico nello strumento di pianificazione territoriale del Comune di Germagnano.

Il D.D. 9 marzo 2012, n. 504 “*Definizione delle modalità attuative in riferimento alle procedure di gestione e controllo delle attività Urbanistiche ai fini della prevenzione del rischio sismico, approvate con D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011*” definisce le modalità per la predisposizione degli studi finalizzati alla prevenzione del rischio sismico a supporto degli strumenti urbanistici generali e loro varianti generali e strutturali dei Comuni compresi nelle zone sismiche 3S e 3, come individuati negli elenchi di cui ai punti 1.1 e 1.2 della suddetta D.G.R..

Per una miglior comprensione, si specifica che lo studio di MS consiste nella valutazione della pericolosità sismica locale tramite l’individuazione di porzioni del territorio in oggetto caratterizzate da un comportamento sismico omogeneo e di riconoscere, ad una scala sufficientemente grande (generalmente a scala comunale) le condizioni locali che possono modificare le caratteristiche

---

<sup>1</sup> Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.

del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni; nel dettaglio la MS suddivide le zone in:

- Stabili;
- Stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico;
- Suscettibili di instabilità.

Lo studio di MS permette così di avere una base conoscitiva della pericolosità sismica locale del territorio, suddividendolo come detto precedentemente in zone, e consentendo di stabilire i diversi gradi di pericolosità che lo caratterizzano in modo tale da permettere la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico. In particolare, sono stati stabiliti 3 livelli di approfondimento dello studio di MS:

1. Livello 1: consiste in una raccolta dei dati preesistenti che vengono utilizzati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee;
2. Livello 2: utilizzando ulteriori indagini, ove necessarie, si quantifica la risposta sismica delle diverse microzone;
3. Livello 3: vengono effettuati specifici approfondimenti in particolari aree di dettaglio.

La presente relazione, che come accennato precedentemente fa parte dello studio di MS di 1° livello, ha lo scopo di riconoscere all'interno del territorio comunale di Germagnano le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o che possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture esistenti.

In sostanza, lo studio di MS prende in esame la documentazione allegata al P.R.G.C., integrando tutti i dati reperibili sulle indagini geognostiche realizzate nell'area e, sulla base delle caratteristiche geologiche emerse, il risultato viene sintetizzato in una carta del territorio (MOPS) nella quale sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
- le zone in cui sono presenti aree suscettibili all'attivazione di fenomeni di deformazione permanente del territorio, indotti o innescati dal sisma (ad esempio fenomeni di instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

Lo studio di MS di livello 1 rappresenta un livello propedeutico a successivi studi di MS (livello 2 e 3) ed è consistito in una raccolta organica e ragionata di tutti i dati di natura geologica, geomorfologica, geotecnica e geofisica preesistenti e/o acquisiti, al fine di suddividere il territorio comunale in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Oltre alle indagini geognostiche sopracitate sono state condotte delle indagini integrative speditive di tipo geofisico in prossimità del concentrato principale di Germagnano, in particolare n° 1 indagini con metodologia passiva HVSR e n°1 indagine con metodologia attiva MASW per una migliore definizione della profondità del substrato sismico ( $v_s > 800$  m/s) e/o di frequenza di risonanza.

Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “*Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica*” (MOPS) e quindi alla valutazione della pericolosità sismica, con la finalità di guidare le scelte nella pianificazione attuativa, nell’ottica di perseguire ed assicurare la riduzione del rischio sismico, evidenziando le criticità e identificando le aree per le quali sono richiesti studi di approfondimento.

I dati, le metodologie e le elaborazioni che conducono ai risultati riportati nella carta su citata sono illustrati nella presente relazione. In particolare, sono

stati prodotti, in ottemperanza della normativa vigente, i seguenti elaborati cartografici:

- Tav. 1 - Carta delle Indagini (scala 1:10.000);
- Tav. 2 - Carta Geologico-Tecnica (scala 1:10.000);
- Tav. 3 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (scala 1:10.000).

A seguito della progressiva obsolescenza della C.T.R. (aggiornata al 1990 circa), la base cartografica di riferimento ufficiale della Regione Piemonte (art. 10 della L.R. 1/2014) è attualmente quella derivata dalla BDTRE (Banca Dati Territoriale di Riferimento degli Enti), disponibile *on line* sul sito [www.geoportale.piemonte.it](http://www.geoportale.piemonte.it), utilizzata come base cartografica per la redazione di tutte le cartografie allegate al presente studio.

La metodologia adottata per la realizzazione degli elaborati cartografici sopra citati viene descritta nei seguenti capitoli specifici.

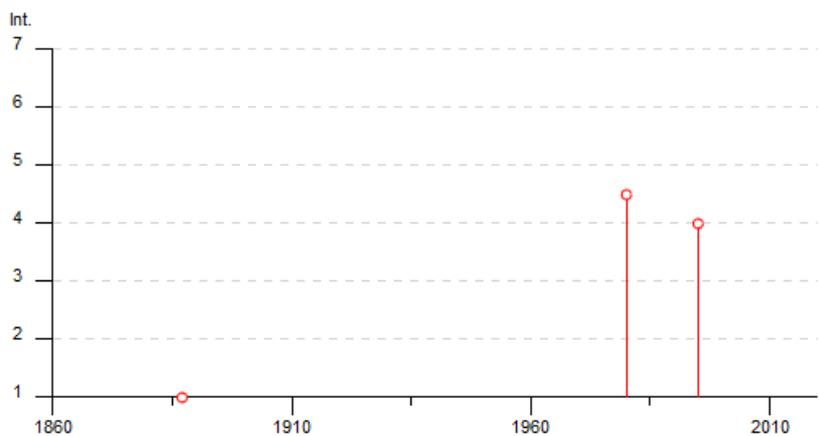
## 2. INQUADRAMENTO SISMICO DEL TERRITORIO COMUNALE

Come descritto nel capitolo precedente, il Comune di Germagnano è classificato ai sensi del D.D. 9 marzo 2012 n. 504, in recepimento della D.G.R. n. 65-7656 del 21 Maggio 2014, in classe sismica 3, in cui ricadono le aree che possono essere soggette a scuotimenti modesti.

Ai fini di definire un inquadramento delle condizioni sismiche che caratterizzano l'area in esame è stato realizzato uno studio della sismicità storica del Comune di Germagnano, realizzato eseguendo una ricerca *online* sul portale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV, [www.ingv.it](http://www.ingv.it)).

Consultando il *Database Macrosismico Italiano* disponibile sul sito dell'INGV è stato possibile verificare che nel Comune di Germagnano, per la finestra temporale che va dall'anno 1000 al 2020, sono stati riportati 3 eventi sismici come mostra il diagramma seguente. ([https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query\\_place/](https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/))

Effetti	In occasione del terremoto del										
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
NF	<a href="#">🔗</a>	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
4-5	<a href="#">🔗</a>	1980	01	05	14	32	2	Torinese	120	6-7	4.82
4	<a href="#">🔗</a>	1995	11	21	04	04	3	Torinese	64	5-6	4.07



Per valutare dunque la sismicità dell'area sono stati considerati i sismi noti, riportati dall'INGV, per 16 comuni limitrofi; si tratta di:

- Lanzo Torinese, Corio, Forno Canavese e Rivara, ubicati nel settore nord-orientale rispetto al Comune di Germagnano;
- Balangero, Mathi, Nole e Ciriè ubicati nel settore orientale rispetto al Comune di Germagnano;
- Fiano e Robassomero, ubicati nel settore sud-orientale rispetto al Comune di Germagnano;
- Viù e Usseglio, ubicati nel settore sud-occidentale rispetto al Comune di Germagnano;
- Pessinetto, Ceres, Cantoira e Ala di Stura, ubicati nel settore nord-occidentale rispetto al Comune di Germagnano.

Per il Comune di Lanzo Torinese, il più prossimo al Comune di Germagnano, sono noti 9 eventi sismici, in minima parte con epicentro in Val di Lanzo. I dati disponibili coprono un intervallo temporale che va dal 1767 al 2005. Sulla base dei dati disponibili, l'intensità maggiore rilevata, secondo la scala MCS, risulta essere 8, e fa riferimento all'evento sismico del 26 maggio 1767, caratterizzato da un epicentro in corrispondenza della Val di Lanzo.

Il Comune di Ciriè, per cui sono disponibili dati relativi a 10 eventi sismici registrati a partire dal 1887, mostra invece un'intensità sismica massima, espressa secondo la scala MCS, pari a 6, relativa sia al sisma verificatosi il 23 febbraio 1887 sia quello del 26 ottobre 1914, con epicentro nel primo caso nella Liguria Occidentale mentre nel secondo a Tavernette.

Vengono ora riportati nel dettaglio le informazioni raccolte sul portale dell'INGV:

<b>LANZO TORINESE</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				8
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
8	26 maggio 1767	Valle di Lanzo	7	5.14 ±0.34
4	05 settembre 1886	Val di Susa	7	5.25 ±0.17
6	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
4	05 marzo 1892	Pont S. Martin	7	4.90 ±0.19
4-5	29 aprile 1905	Alta Savoia	7-8	5.63 ±0.09
3	23 marzo 1960	Vallese	-	5.00 ±0.20
5	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ±0.09
4-5	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ±0.14
4	05 luglio 2005	Valle del Cervo	5	3.90 ±0.17
<b>PESSINETTO</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				3-4
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
3-4	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
3	05 maggio 1892	Pont S. Martin	7	4.90 ±0.19
3	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.90 ±0.14

<b>VIU'</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				<b>5</b>
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
5	05 settembre 1886	Val di Susa	7	5.25 ±0.17
4-5	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
4	29 aprile 1905	Alta Savoia	7-8	5.63 ±0.09
5	11 dicembre 1927	Val di Susa	5	4.97 ±0.31
5	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ±0.09
NF	21 agosto 2000	Monferrato	6	4.86 ±0.09
4	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ±0.14

<b>FIANO</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				<b>5</b>
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
5	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
3	23 marzo 1960	Vallese	-	5.00 ±0.20
5	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ±0.09
4-5	21 novembre 1995	Torinese	5-6	4.46 ±0.15
3	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ±0.14

<b>MATHI</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				<b>5</b>
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
4-5	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
4	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ±0.09
5	21 novembre 1995	Torinese	5-6	4.46 ±0.15
4-5	05 luglio 2005	Valle del Cervo	5	3.90 ±0.17

<b>BALANGERO</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				<b>7</b>
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
7	26 maggio 1767	Valle di Lanzo	7	5.14 ±0.34
4-5	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
4	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ±0.09
3-4	05 luglio 2005	Valle del Cervo	5	3.90 ±0.17

<b>ROBASSOMERO</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				<b>5</b>
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
5	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ±0.09
4-5	21 novembre 1995	Torinese	5-6	4.46 ±0.15
2	21 agosto 2000	Monferrato	6	4.86 ±0.09
3-4	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ±0.14
<b>CIRIE'</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				<b>6</b>
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
6	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
4	29 aprile 1905	Alta Savoia	7-8	5.63 ±0.09
NF	07 dicembre 1913	Novi Ligure	5	4.70 ± 0.20
6	26 ottobre 1914	Tavernette	7	5.41 ± 0.16
4	23 marzo 1960	Vallese	-	5.00 ±0.20
NF	07 aprile 1966	Cuneese	6	4.65 ± 0.27
4	18 giugno 1968	Bard	6	5.08 ± 0.17
5	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ±0.09
4-5	21 novembre 1995	Torinese	5-6	4.46 ±0.15

NF	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ±0.14
----	----------------	-------------	---	------------

<b>NOLE</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				4
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
4	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
3	21 novembre 1995	Torinese	5-6	4.46 ±0.15
3-4	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ±0.14

<b>CORIO</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				5
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
4-5	29 dicembre 1854	Liguria Occidentale – Francia	-	6.73 ± 0.16
5	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
5	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ±0.09
3-4	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ±0.14
4	05 luglio 2005	Valle del Cervo	5	3.90 ±0.17

<b>RIVARA</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				<b>5</b>
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
5	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ± 0.15
3	05 maggio 1892	Pont S. Martin	7	4.90 ± 0.19
5	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ± 0.09
NF	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ± 0.14
NF	05 luglio 2005	Valle del Cervo	5	3.90 ± 0.17

<b>FORNO CANAVESE</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				<b>4-5</b>
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
4-5	23 febbraio 1887	Liguria Occidentale	-	6.97 ± 0.15
4	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ± 0.09
4	21 agosto 2000	Monferrato	6	4.86 ± 0.09
NF	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ± 0.14
3-4	05 luglio 2005	Valle del Cervo	5	3.90 ± 0.17

<b>CERES</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				5-6
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
3-4	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
4	05 maggio 1892	Pont S. Martin	7	4.90 ±0.19
4-5	29 aprile 1905	Alta Savoia	7-8	5.63 ±0.09
5-6	18 giugno 1968	Bard	6	5.08 ± 0.17
3	11 febbraio 1990	Canavese	6	4.71 ±0.09
NF	21 agosto 2000	Monferrato	6	4.86 ±0.09
3-4	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ±0.14

<b>CANTOIRA</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				4
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
3-4	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ±0.15
3	23 marzo 1960	Vallese	-	5.00 ±0.20
3-4	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ±0.14
4	05 luglio 2005	Valle del Cervo	5	3.90 ±0.17

<b>ALA DI STURA</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				<b>5</b>
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
5	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ± 0.15
3	15 maggio 1951	Lodigiano	6-7	5.39 ± 0.14
4	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ± 0.14

<b>USSEGLIO</b>				
<b>Massima intensità macrosismica registrata [MCS]</b>				<b>6</b>
<b>Effetti:</b>	<b>In occasione del terremoto del:</b>			
<b>I [MCS]</b>	<b>Data</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Io</b>	<b>Mw ± Dw</b>
NF	23 febbraio 1887	Liguria occidentale	-	6.97 ± 0.15
4	29 aprile 1905	Alta Savoia	7-8	5.63 ± 0.09
6	26 ottobre 1914	Tavernette	7	5.41 ± 0.16
5	12 giugno 2005	Val di Susa	5	4.09 ± 0.14

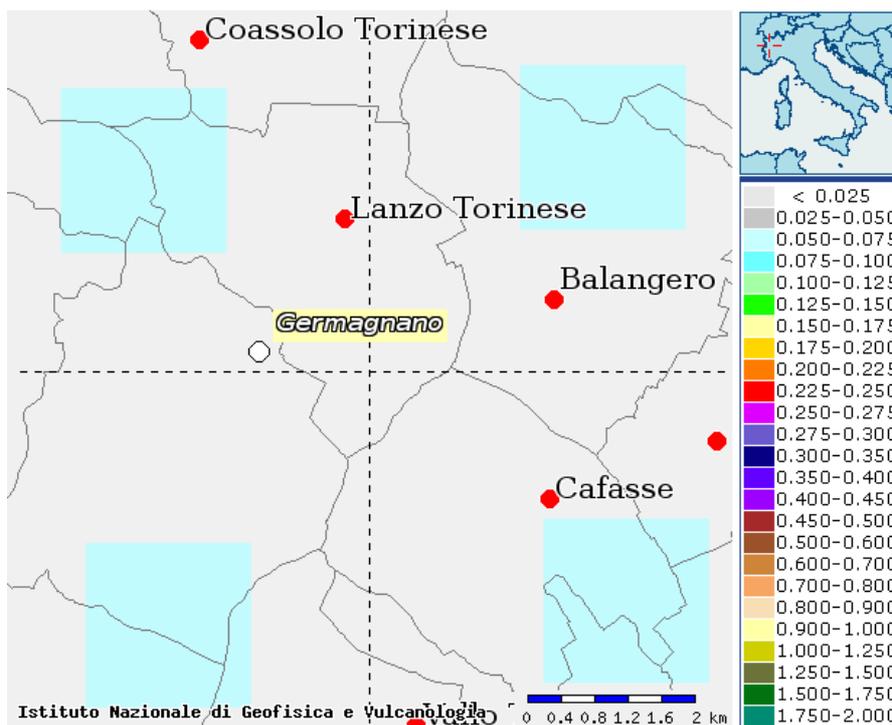
Con la sigla NF si intende un sisma non avvertito nell'area in esame; la sua intensità (I) può essere quindi equiparata a 1, ricorrendo alla scala MCS.

La classificazione sismica del territorio comunale di Germagnano, come detto precedentemente, risulta in zona 3, come da DGR n. 65-7656 del 21 Maggio 2014, che riprende quanto già individuato con le precedenti DDGR n. 4-3084 del 12.12.2011 e n. 11-13058 del 19.01.2010. Approvazione delle

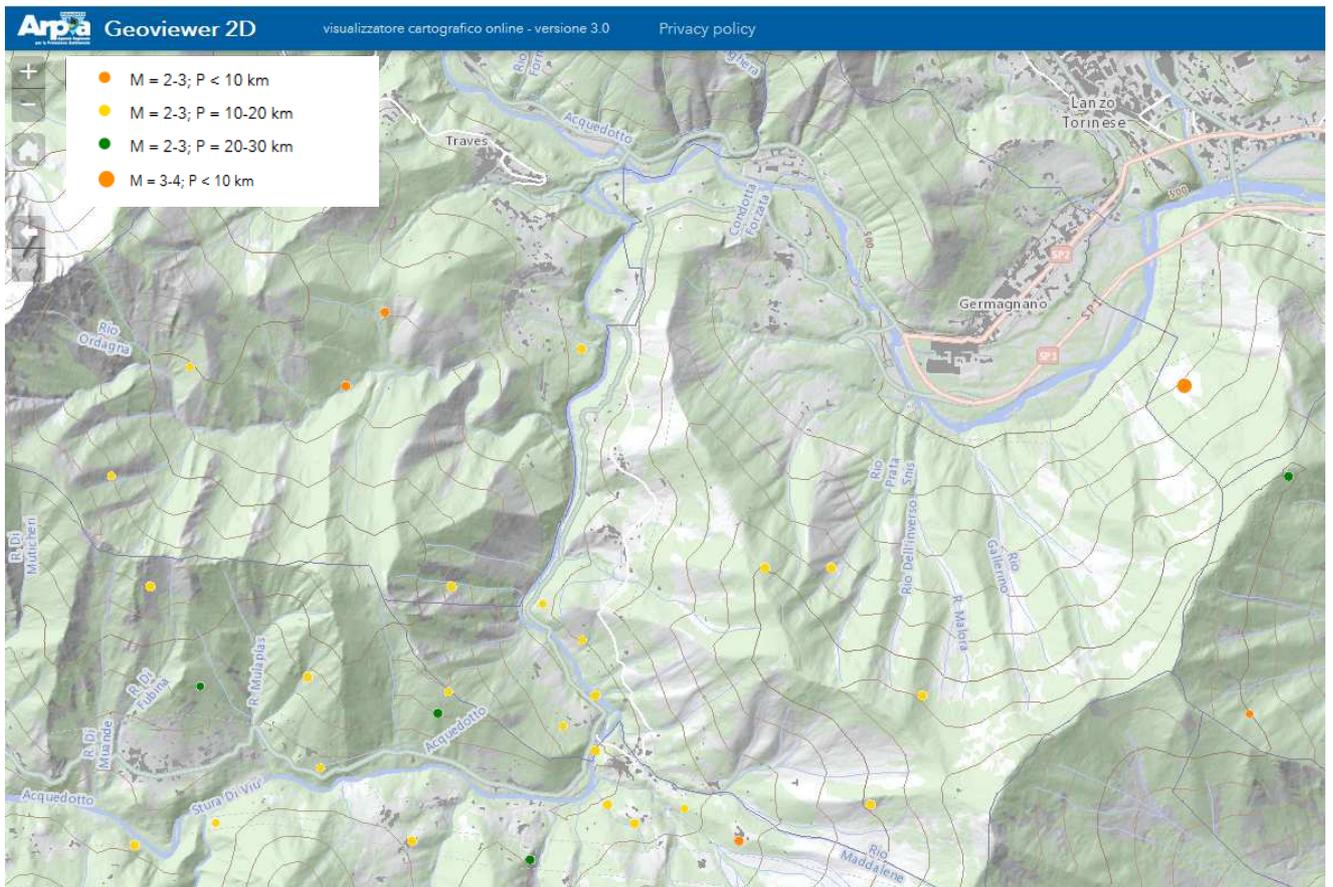
procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese” pubblicata sul B.U.R. n°50 del 15/12/11.

La classificazione della pericolosità sismica, secondo quanto stabilito dall'Ordinanza del P.C.M. n. 3519/2006, viene eseguita sulla base del parametro  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno di 475 anni).

Il valore rappresentativo dell'accelerazione orizzontale di base attesa a scala comunale, a cui si dovrà fare riferimento per l'applicazione di studi di livello 2, è di 0.068 g; per gli studi di livello 3 si dovranno aggiungere ai suddetti valori di accelerazione orizzontale di base attesa a scala comunale altri parametri di indicatori di pericolosità.



Per quanto riguarda la sismicità strumentale dal 1982 ad oggi (visualizzabile dal Database Arpa Piemonte), a ridosso del territorio di Germagnano sono stati registrati numerosi eventi di magnitudo bassa. Come si può osservare dalla figura seguente, la maggior parte degli eventi è caratterizzata da bassa magnitudo e profondità tra i 10-20 km.



### **3. METODOLOGIA DI LAVORO E DESCRIZIONE DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI**

Gli elaborati cartografici allegati sono stati realizzati raccogliendo ed analizzando tutti i dati pregressi esistenti nell'area, derivanti sia da indagini precedentemente eseguite nell'area in esame sia da quelli presenti all'interno delle documentazioni allegate al P.R.G.C.; inoltre, è stata realizzata una campagna di rilevamento geologico e geomorfologico in sito in modo tale da completare le indagini necessarie allo studio di MS.

In particolare, come prima fase di lavoro è stata effettuata una approfondita ricerca dei dati geologici e geotecnici tramite le seguenti attività:

- ricerca presso l'Ufficio tecnico del Comune in oggetto di tutti i dati puntuali relativi ad indagini in situ allegate alle pratiche edilizie sia di interventi diretti che di piani attuativi;
- ricerca nei *data base* di ISPRA ed ARPA Piemonte.

In seguito è stata realizzata una verifica ed integrazione degli elementi geologici attraverso controlli sul terreno, che hanno portato infine alla realizzazione delle carte di seguito descritte.

### 3.1 Carta delle indagini

Nella “Carta delle indagini”, redatta alla scala 1:10.000, è stata riportata l’ubicazione e la tipologia delle prove geognostiche lineari e puntuali, condotte sul territorio del Comune di Germagnano, di cui si sono reperiti i dati; questi sono stati reperiti:

- consultando il portale dell’ARPA Piemonte (<http://webgis.arpa.piemonte.it/flxview/GeoViewerArpa/>);
- dai dati forniti dalla stessa Amministrazione Comunale di Germagnano;
- da dati di indagini realizzate sul territorio in esame dallo scrivente.

Le indagini geognostiche realizzate nel territorio comunale di Germagnano non risultano essere omogeneamente distribuite sul territorio, ma si concentrano per lo più in corrispondenza del settore di fondovalle, poiché la maggior parte legate ad indagini relative a pratiche edilizie.

Complessivamente sono state raccolte informazioni relative a 18 indagini geognostiche, di cui 14 di tipo puntuale e 4 di tipo lineare; si tratta di:

- 7 pozzetti geognostici (T);
- 6 prove penetrometriche dinamiche continue di tipo medio e pesante (DN e DS);
- 1 sondaggio a carotaggio continuo, che intercetta il substrato (SS);
- 3 campioni prelevati da semplice scavo e relative analisi granulometriche.

Per distinguere in cartografia le varie tipologie di indagine reperite, i dati raccolti sono stati riportati ricorrendo ad una differente simbologia, in ottemperanza agli standard di rappresentazione grafica forniti al Cap. 2.2 del ICMS (Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica, 2008) e, in particolare, alle codifiche riportate nell'elenco di cui al punto 2.2.3, tenendo conto anche delle librerie dei simboli proposte dagli *Standard di rappresentazione e archiviazione informatica* predisposti dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica.

I risultati del sondaggio sono stati reperiti sul sito dell'ARPA Piemonte, realizzato per il sottopasso Funghera-Gragnano nel giugno del 1997, e riportati nella tabella sottostante.

Il sondaggio è stato realizzato con il metodo del carotaggio continuo, raggiungendo una profondità di 6 m; la cosa più importante ai fini dello studio di MS che si è riscontrata dall'esecuzione di questo sondaggio è che al di sotto dei depositi alluvionali che raggiungono 6 m di spessore, costituiti per lo più da ghiaia grossolana e abbondante matrice argillosa, è già presente il substrato serpentinitico.

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S1	Germagnano	TO	Sottopasso Funghera-Gragnano
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
3/6/1997	3/6/1997	6.00	Viabilità: Indagine geognostica lungo la S.P. 1 e la ferrovia *

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
104668	0.50	argilla
104668	0.60	ghiaia medio grossa in abbondante matrice limoso argillosa debolmente sabbiosa
104668	1.40	argilla limosa con poca ghiaia fine
104668	1.60	calcestruzzo
104668	2.00	ghiaia grossa e trovanti in poca matrice limoso sabbiosa
104668	6.00	serpentino

Sempre sul sito dell'ARPA Piemonte sono stati reperiti i dati relativi alle prove granulometriche effettuate su campioni prelevati nei pozzetti geognostici eseguiti in occasione dell'ampliamento del cimitero comunale di Germagnano, in corrispondenza della sponda sinistra del fiume Stura di Lanzo. Tali indagini, eseguite nel mese di gennaio 2002, sono state descritte nel seguito; in questo caso, essendo in prossimità del fiume Stura di Lanzo, sono stati rinvenuti depositi di origine alluvionale, costituiti prevalentemente da sabbie ghiaioso-limose.

Per definire i parametri caratterizzanti le formazioni qui presenti, sui campioni raccolti sono state seguite delle prove di laboratorio; nel dettaglio, sono state eseguite prove per la determinazione di:

- Limiti di Atterberg;

- Granulometria.

I limiti di Atterberg e l'analisi granulometrica dei campioni ha portato alla classificazione esatta dei campioni prelevati, che è risultata essere:

- Sabbia con limo e ghiaia;
- Limo con sabbia debolmente argilloso;
- Ghiaia sabbioso-limoso.

Le prove penetrometriche dinamiche continue, invece, sono state realizzate in corrispondenza delle località Murai, Gora dei Mulini e di via Marguala.

Sono state realizzate tutte a profondità comprese tra 0 m, per quelle effettuate in corrispondenza di località Gora dei Mulini, e 4 m in località Murai; i risultati, presenti nella documentazione fornita al sottoscritto solo per le prove realizzate in via Marguala, hanno dato valori di  $N_{SPT}$  di circa 18, tipici delle sabbie e ghiaie che caratterizzano quest'area. Nessuna di tali indagini ha raggiunto il substrato.

I pozzetti geognostici realizzati in corrispondenza del territorio comunale di Germagnano si concentrano nel settore nord-orientale, a nord del concentrico, e nel settore occidentale, in prossimità di frazione Colbeltramo; solamente questi ultimi hanno individuato, al di sotto di una coltre superficiale di depositi eluvio-colluviali, il substrato roccioso; la coltre avendo spessori inferiori a 3 m non è stata cartografata.

Per quanto riguarda le indagini geofisiche sono state eseguite:

- n°1 MASW;
- n°1 Tomografia Elettrica (ERT);
- .n° 1 Sismica a rifrazione (SR).

Per sopperire alla mancanza di informazioni riguardanti soprattutto la profondità del substrato, sono state commissionate dallo scrivente alla ditta Geo.Test s.n.c. le seguenti indagini integrative:

- n°1 prova MASW;
- n°3 HVSR.

La tomografia elettrica e la sismica a rifrazione sono state eseguite, a sud del concentrico principale di Germagnano (vedi carta delle indagini), allo scopo di investigare il fenomeno franoso in roccia cartografato come Instabilità.

Le indagini geofisiche integrative sono state condotte in prossimità dell'abitato di Germagnano che si imposta sui depositi alluvionali terrazzati di origine fluviale e fluvioglaciale che, per loro natura, presentano una potenza variabile.

Nello specifico le indagini di tipo attivo MASW definiscono le velocità sismiche delle onde  $v_s$  allo scopo di definire il substrato sismico ( $v_s > 800$  m/s), dai risultati è evidente che nessuna prova ha raggiunto le velocità del substrato sismico ma che le  $v_s$  massime registrati si aggirano intorno i 760 m/s.

Le indagini di tipo passivo HVSR, tramite l'ausilio della  $v_s$  ricavata dall'indagine MASW, permettono di definire la profondità del substrato sismico e/o picco di risonanza. Nota la frequenza di risonanza infatti, è possibile definire lo spessore dei terreni (H) in grado di amplificare lo scuotimento sismico tramite la seguente formula:

$$f = \frac{V_s}{4H}$$

Le indagini hanno permesso la definizione del seguente modello stratigrafico:

- Prima interfaccia sismostratigrafica compresa tra 5 e 10 m da p.c
- Seconda interfaccia sismostratigrafica compresa tra 10-20 m

La seconda interfaccia potrebbe rappresentare il passaggio dai depositi alluvionale, affioranti sul fondovalle, e il substrato geologico. Non è possibile parlare di substrato sismico in quanto le  $v_s$  registrate sono inferiori a 800 m/s.

### 3.2 Carta Geologico-Tecnica

La Carta geologico-tecnica, redatta alla scala 1:10.000, avendo lo scopo di “sintetizzare” tutte le informazioni geologiche raccolte e disponibili dagli studi geologici pregressi è stata realizzata elaborando i dati contenuti nelle carte tematiche di analisi previste dall'Allegato A alla C.P.G.R n. 7/LAP e quelli reperiti dai rilievi di campagna; nel dettaglio sono state utilizzate le seguenti cartografie allegatale al P.R.G. del Comune di Germagnano:

- Tav. 1 – Carta geologica;
- Tav. 2 – Carta geomorfologica e dei dissesti;
- Tav. 3 – Carta della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore e degli ultimi eventi alluvionali (2000 e 2016);
- Tav. 6 – Carta litotecnica.

Per la redazione della Carta geologico-tecnica in oggetto (di seguito CGT), il riferimento tecnico e metodologico seguito è stato, oltre che le indicazioni riportate dagli ICMS, quello della nota pubblicata sul supplemento alla rivista *Ingegneria Sismica* n. 2-2011 (G. Martini, S. Castenetto, G. Naso – *La Carta geologico tecnica per gli studi di MS*).

Tale Carta riporta tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, stratigrafiche, tessiturali ed idrogeologiche) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo qui presente e funzionali alla realizzazione della *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica* (Tav. 3 allegata).

Tutte le unità litotecniche di copertura individuate nella carta, vedi paragrafo successivo, presentano un'indicazione del loro spessore; la profondità ipotetica della copertura è frutto di un'interpretazione geologica dell'area, dai dati geognostici disponibili e dalle indagini geofisiche integrative eseguite ai fini del seguente studio.

Inoltre, sempre secondo quanto riportato negli ICMS, i rapporti stratigrafici e tettonici che caratterizzano quest'area sono stati rappresentati graficamente tramite due sezioni geologiche trasversali tra di loro (vedi traccia

delle sezioni geologiche rappresentative del modello del sottosuolo su CGT), le tracce dei profili attraversano un'importante area in cui si sono verificati fenomeni di instabilità (*block stream*) e i settori più densamente popolati; la scelta di tale profili è legata alla maggiore vulnerabilità del settore che corrisponde al concentrico principale in caso di evento sismico.

Queste sezioni geologiche, caratterizzate da un'orientazione rispettivamente SE-NW (profilo 2) e S-N (profilo 1), mettono in evidenza le potenze dei depositi quaternari su substrato geologico, come indicato nei capitoli seguenti.

### **3.2.1 Caratteristiche geologico – strutturali del territorio**

Le caratteristiche della successione stratigrafica osservata nel Comune di Germagnano, permettono di inserire tale territorio all'interno del Massiccio Ultrabasico di Lanzo. Quest'ultimo risulta costituito da un nucleo di peridotiti contornato da una guaina di serpentiniti antigoritiche formanti un corpo ellissoidale, compreso tra la Val di Susa e le Valli di Lanzo, esteso in direzione Nord-Sud con asse maggiore di circa 20 chilometri.

Ai suddetti litotipi si sovrappongono una serie di depositi quaternari di origine alluvionale, eluvio-colluviale, glaciale e/o fluvioglaciale.

Il fondovalle è infatti ricoperto a tratti da depositi alluvionali di età variabile, a cui lateralmente si affiancano i depositi di antiche conoidi alluvionali ormai smembrate dall'azione erosiva delle acque. Lungo i versanti prevalgono i depositi eluvio-colluviali a cui si affiancano estese coltri detritiche e locali affioramenti di antichi depositi morenici e/o fluvioglaciali.

Osservando il Foglio 56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, di cui si riporta un estratto nel seguito, appare evidente come il territorio in esame si collochi allo sbocco della Stura di Lanzo nella più ampia pianura alluvionale che da qui si diparte, interposta tra le rocce prevalentemente lherzolitiche che costituiscono il Massiccio Ultrabasico di Lanzo, qui affiorante in corrispondenza di rilievi.

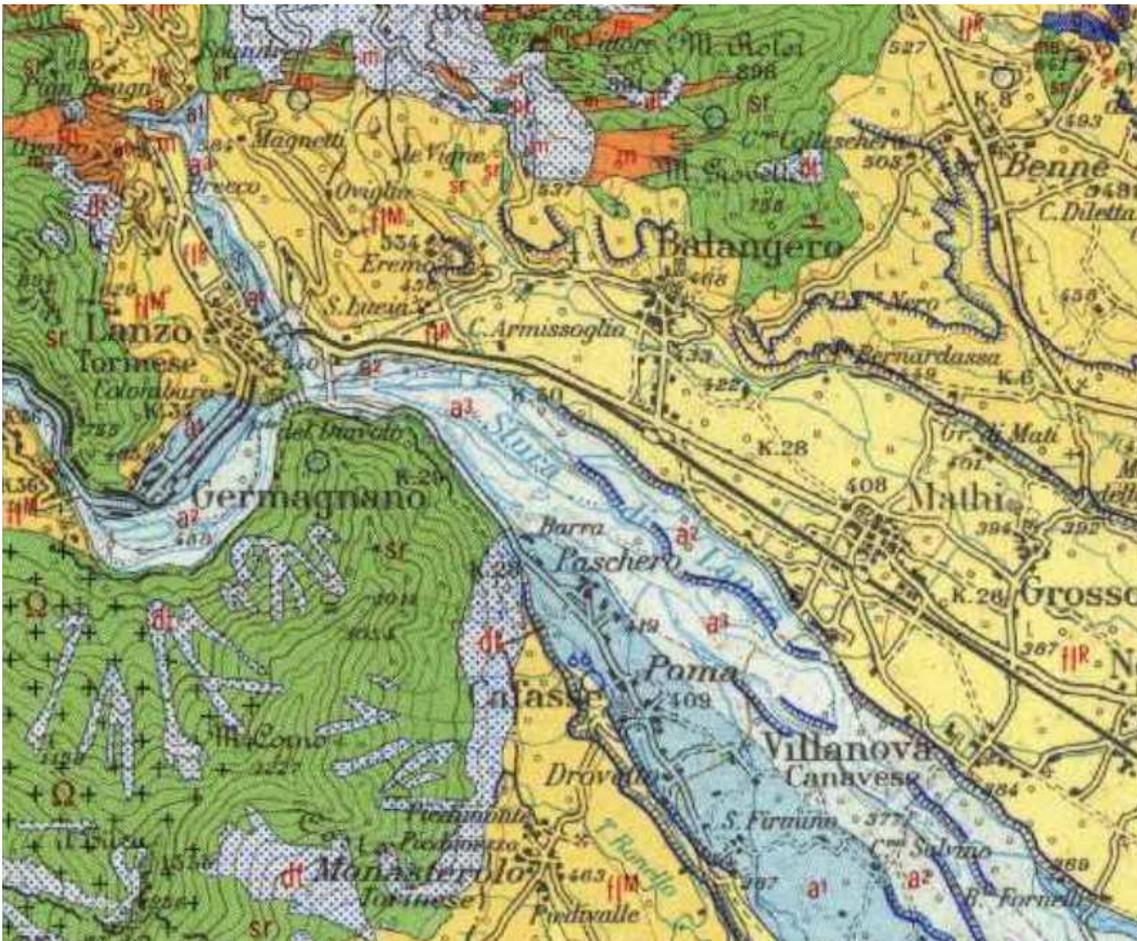


Figura 1: estratto del Foglio n. 56 della Carta geologica d'Italia, edita in scala 1:100.000, in cui è riportato il territorio comunale di Germagnano in esame. Estratto fuori scala.

### 3.2.2 Caratteristiche geomorfologiche

L'abitato di Germagnano sorge in prossimità del margine dei rilievi alpini, che si affacciano sulla pianura piemontese occidentale nei pressi dello sbocco della Val di Lanzo.

Per quanto riguarda la morfologia del territorio comunale, circa un 10% dello stesso può essere considerato pianeggiante (fondovalle), un altro 10% collinare (aree terrazzate), mentre la rimanente parte (oltre l'80%), presenta una morfologia a carattere spiccatamente montuoso.

La morfologia di questa zona è caratterizzata quindi dalla presenza di rilievi montuosi, presso il margine alpino, incisi da rii e vallecole di varia ampiezza che sfociano nel sottostante fondovalle.

In corrispondenza delle aree di fondovalle si può riconoscere l'alternarsi di periodi di prevalente erosione per approfondimento della rete idrografica e/o per esarazione glaciale o, all'opposto, di stasi nell'evoluzione morfologica; ne sono infatti testimonianza i lembi di superfici relitte della superficie alluvionale dei torrenti Stura di Viù e del fiume Stura di Lanzo (sulle quali si è sviluppato sia l'abitato di Germagnano, sia quello delle frazioni di Castagnole, Colbeltramo, Pian Castagna, Pian Bausano e Margaula), sospese, per effetto di fenomeni di terrazzamento, fino a 100-150 metri di altezza rispetto agli alvei attuali dei torrenti.

L'assetto geomorfologico dell'area studiata ed in generale quello della Valle di Viù e della Valle di Lanzo è connesso al sollevamento recente della catena alpina, realizzatosi in un lungo periodo di tempo a partire dal Neogene e probabilmente tuttora in atto. All'entità del sollevamento subito dalla catena alpina in corrispondenza del settore considerato sono collegati alcuni tratti particolari del territorio, come la forte energia del rilievo e la prevalenza dei fenomeni erosivi su quelli deposizionali.

I lineamenti geomorfologici essenziali dell'area analizzata sono condizionati infatti, oltre che dalle caratteristiche geologiche e strutturali del substrato, dal susseguirsi, dal Quaternario ai tempi attuali, di situazioni climatiche differenti (glaciazioni e periodi interglaciali). Ciò comporta l'esistenza di forme di rilievo complesse, dovute al sovrapporsi delle forme di erosione fluviale a quelle del modellamento operato dai ghiacciai prewürmiani e würmiani, le cui lingue occuparono il fondovalle durante i periodi freddi del Pleistocene.

Per quanto riguarda invece il modellamento fluviale questo ha agito, a seconda dei settori, in maniere differenti: in alcuni tratti del fondovalle, in particolare negli slarghi e nelle zone subpianeggianti, il torrente ha depositato estese coltri alluvionali che hanno ricoperto le morfologie glaciali preesistenti; al contrario, in corrispondenza delle soglie glaciali, il torrente ha operato profonde incisioni e scorre attualmente incassato entro profonde forre. In altre situazioni, infine, l'attività erosiva e quella deposizionale si sono succedute nel

tempo, determinando il terrazzamento dei sedimenti precedentemente depositati.

In particolare, il settore della Stura di Viù compreso fra il confine con l'omonimo Comune e la confluenza con la Stura di Lanzo, scorre incassato in una profonda gola incisa nel substrato roccioso ed è tuttora interessato da fenomeni erosivi di fondo. Un'analoga situazione, ma con un fondovalle più ampio e ricoperto di depositi fluviali, è riscontrabile sulla Stura di Lanzo dal confine con il Comune di Traves fino nei pressi di località Funghera. Più a valle invece, nei pressi dell'abitato di Germagnano, il fondovalle si apre maggiormente e la Stura di Lanzo ha determinato il terrazzamento dei versanti, incidendo per lunghi tratti le proprie alluvioni.

Dal punto di vista morfologico, nell'area analizzata, gran parte delle aree pianeggianti, subpianeggianti e/o a bassa acclività, sono il risultato del terrazzamento operato dai corsi d'acqua a scapito di più o meno antichi accumuli di depositi fluviali e/o fluvioglaciali.

Altro elemento geomorfologico di notevole rilevanza all'interno del territorio comunale di Germagnano risulta essere la presenza di *block stream*, depositi di natura detritica, costituiti da blocchi a spigoli vivi con una spiccata alterazione superficiale.

Tali depositi si presentano come ampie distese detritiche a forma di lingua che interessano i versanti a partire dalle zone di cresta fino a raggiungere, in alcuni casi, il fondovalle. Possono essere caratterizzati dalla presenza più o meno continua di vegetazione, da erbaceo-arbustiva ad arborea; in tal caso, la vegetazione può mascherare i limiti e l'estensione dei corpi detritici, la cui delimitazione è affetta da un significativo margine di incertezza e soggettività; infatti, spesso la parte marginale di questi accumuli risulta vegetata, mentre la zona centrale risulta sempre priva di vegetazione e visibile anche da grande distanza.

Il termine "*block stream*", sintetizza i meccanismi genetici ed i loro rapporti con l'evoluzione pliocenico-quadernaria del settore alpino in cui sono

ubicati; nello studio condotto da Fioraso & Spagnolo (2005; 2009) viene messo in evidenza il sostanziale contributo fornito dai processi di alterazione delle peridotiti nella genesi delle coltri detritiche, e viene discriminato il ruolo della gravità dei fenomeni criogenici e dalla circolazione idrica superficiale e profonda nell'evoluzione di questi fenomeni. I blocchi sono infatti generati da fenomeni superficiali di allentamento e rilascio gravitativo degli affioramenti peridotitici, a differenza di quanto ipotizzato inizialmente in cui si pensava ad una genesi legata ad antichi fenomeni geomorfologici collegati all'azione del gelo e della neve.

Tali corpi sono generalmente ubicati o in un'area sorgente di affioramento del substrato, o possono essere confinanti con altre coperture detritiche, oppure ancora costituire plaghe detritiche isolate.

Come accennato precedentemente, ricorrendo ad una particolare simbologgiatura per ciascun elemento geomorfologico, sono state indicate le aree soggette ad instabilità di versante differenziandole, in base al tipo di movimento ed attività che le caratterizza.

Con simboli lineari, sono state riportate:

- le forme fluviali relitte (cigli di terrazzo fluviale);
- creste dei versanti qui presenti.

### **3.2.3 Descrizione delle unità geologico-litotecniche**

Tutto il territorio comunale è coperto per un'estesa superficie da depositi eluvio-colluviali superficiali, sulla base dei dati emersi dalle indagini geognostiche realizzate nell'area, lo spessore è verosimilmente di circa 1-2 m, al di sotto del quale affiora il substrato nei versanti più acclivi. I depositi eluvio-colluviali non sono stati cartografati in quanto inferiori allo spessore massimo rappresentato, secondo ICMS di 3 m.

L'analisi delle varie formazioni affioranti nel territorio comunale in esame ha permesso di distinguere principalmente le unità di copertura da quelle appartenenti al substrato; per entrambe si è realizzata una standardizzazione

delle informazioni relative agli aspetti geologici e litotecnici, assimilando all'interno della stessa unità formazioni con caratteristiche affini (caratteristiche litologiche, stratigrafiche, tessiturali, idrogeologiche e fisico-meccaniche). Sono state definite così 4 differenti unità litologico-tecniche, descritte nel dettaglio di seguito; esse sono state descritte in ordine di età, a partire dalla più antica alla più recente.

Ad ogni unità individuata, delimitata in carta tramite un poligono a differente colorazione, è stato assegnato un codice di riferimento. Le unità vengono riportate in legenda in funzione della loro posizione all'interno della successione riconosciuta.

### **1) Substrato roccioso (LP)**

Ad oriente della Falda Piemontese e della Zona Sesia-Lanzo si estende, fino ad immergersi al disotto dei depositi quaternari della pianura padana, il Massiccio Ultrabasico di Lanzo, formato in prevalenza da peridotiti, lherzoliti e lherzoliti feldspatiche.

Alla periferia le suddette rocce ultrabasiche, granulari e massicce, passano gradatamente a peridotiti laminate, con fenomeni più o meno estesi di serpentizzazione, e quindi a tipiche serpentiniti. Numerosi filoni di gabbri saussuritici e rodingitici, a grana pegmatitica, tagliano i tipi ultrabasici; la loro potenza varia dal centimetro ad alcuni decimetri, raggiungendo talvolta il metro.

Il contatto tra il Massiccio Ultrabasico di Lanzo e le vicine unità strutturali della Falda Piemontese e della Zona Sesia-Lanzo è di natura tettonica, sottolineato da bande di serpentinoscisti e talcoscisti blastomilonitici e da orli di reazione metasomatici.

Dal punto di vista strutturale è utile evidenziare come la Falda Piemontese, la Zona Sesia-Lanzo ed il Massiccio Ultrabasico di Lanzo, rappresentino tre unità strutturali separate, di cui il Massiccio Ultrabasico di Lanzo costituisce l'unità tettonicamente più alta. Quest'ultimo, oltre a costituire il termine sovrascorso sulla sottostante Zona Sesia-Lanzo, si immerge verso NE

in profondità, come è dimostrato dai dati geofisici che hanno messo in luce l'esistenza dell'anomalia gravimetrica di Ivrea.

In particolare, il basamento roccioso presente nel territorio comunale di Germagnano è costituito in larga maggioranza da peridotiti, lherzoliti e lherzoliti feldspatiche che passano gradatamente, verso l'esterno del Massiccio, a peridotiti laminate, con fenomeni più o meno estesi di serpentizzazione.

Le suddette litologie costituiscono circa l'80% del substrato roccioso presente nel Comune di Germagnano ed affiorano in quasi tutto il territorio comunale ad eccezione dell'area settentrionale dove sono presenti altri litotipi.

Affioramenti estesi di lherzoliti sono presenti lungo tutto il corso del torrente Stura di Viù e Stura di Lanzo e lungo le principali strade comunali e provinciali che attraversano il territorio indagato.

Lungo la strada di accesso alla cima del monte "Il Turu" (1355 m s.l.m.), sono inoltre presenti affioramenti di lherzoliti laminate con immersione della scistosità in direzione NNE ed inclinazione media di circa 60°.

Le serpentiniti ed i serpentinoscisti, invece, costituiscono una cintura pressoché continua attorno al nucleo peridotitico del Massiccio, affiorando in bassa Val di Viù, allo sbocco in pianura della Stura di Lanzo e sulle pendici sovrastanti i Comuni di Monasterolo, Vallo e la Cassa.

I caratteri mineralogici e strutturali sono analoghi a quelli delle masse serpentinitiche della Falda Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi. Anche qui si rinvencono serpentiniti massicce nelle zone di minor disturbo tettonico e serpentinoscisti, associati a talcoscisti, nelle zone di deformazione e presso i contatti tettonici.

In particolare, nell'area indagata, i principali affioramenti serpentinitici si rinvencono nella zona settentrionale del territorio comunale, nei pressi del confine con i Comuni di Lanzo, Traves e di Pessinetto, lungo il corso del torrente Stura di Lanzo nei pressi dei confini con i Comuni di Traves e di Lanzo, e lungo le principali strade comunali e provinciali ubicate nei pressi

dei suddetti confini comunali. Altri affioramenti sono visibili a monte dell'abitato di Germagnano lungo le pendici del M. Momello.

Il substrato roccioso qui affiorante, indipendentemente dalla litologia, presenta una struttura massiccia attraversata da giunti ed occasionalmente da alcuni disturbi tettonici; infatti la fratturazione del substrato roccioso risulta moderata.

In prossimità dei *block stream*, depositi di natura detritica, la fratturazione risulta molto elevata, per differenziare tali aree con il substrato si è scelto di indicare tali aree come LPS acronimo di substrato lapideo fratturato (vedi profilo 2).

In presenza di scarpate rocciose subverticali possono manifestarsi, in conseguenza della suddetta moderata fratturazione, occasionali fenomeni d'instabilità legati a crolli in roccia.

## **2) Copertura quaternaria**

Mentre nell'adiacente pianura piemontese i depositi quaternari ricoprono pressoché completamente i depositi antichi, nel settore montano delle Valli di Lanzo essi sono concentrati sul fondo delle vallate e dei principali valloni secondari e, in misura minore, sulla parte inferiore dei fianchi vallivi.

Presso le creste e lungo i versanti i depositi quaternari, pur non mancando del tutto, si riducono a lembi irregolari dalla ridotta potenza, sovrapposti ad un substrato roccioso subaffiorante e/o affiorante.

Nel seguito si illustrano le caratteristiche dei depositi quaternari rilevati nel territorio comunale di Germagnano e cartografati sulla Carta Geologico – Tecnica, distinguendoli come indicato precedentemente, soprattutto in base alle caratteristiche fisiche, in quanto quelle determinanti per gli aspetti della risposta sismica.

### **• Depositi morenici mindelliani (GM)**

I depositi glaciali attribuibili al pleistocene inferiore – medio sono costituiti da ciottoli e blocchi con grado di arrotondamento scarso o nullo,

debolmente alterati, immersi in una prevalente matrice ghiaioso-sabbioso-limosa di colore rossastro. I depositi presentano cementazione variabile da media ad alta con bancate e/o accumuli di potenza da metrica a decametrica. Gli spessori presunti si aggirano da qualche metro fino ad una potenza massima di 20 metri.

I depositi sono stati inseriti, sulla base delle definizioni indicate dalla normativa, nelle aree caratterizzate dalla presenza di “ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo (GM)” in quanto caratterizzate da una matrice più abbondante e fine rispetto ai depositi quaternari descritti nel seguito.

I suddetti depositi affiorano sia nei pressi della valle del Rio Maddalene, dove costituiscono un potente accumulo posto nei pressi dello sbocco con la Valle di Viù che in località “Castagnole” e “Colbeltramo”). In particolare i depositi su cui si sviluppa l’abitato di località “Maddalene”, risulta sovrainciso e parzialmente smembrato ad opera di alcuni rii che lo attaversano prima di confluire nella sottostante Stura di Viù.

La presenza di alcune bancate di depositi morenici con giacitura suborizzontale, compresi in depositi alluvionali e/o fluvioglaciali e sospesi di circa 100 metri sul fondovalle attuale, depone a favore di un’origine molto antica dei materiali in questione.

In particolare considerato l’elevato grado di coesione dei depositi, la loro ubicazione (aree terrazzate sospese fino a 100 metri sul fondovalle attuale), la loro ubicazione litostratigrafica (all’interno di depositi di origine fluviale/fluvioglaciale con stratificazione suborizzontale, parzialmente alterati), la presenza di una matrice alterata (rossastra) e di ciottoli e blocchi con una spiccata alterazione superficiale (colore rossastro), i depositi in questione sono stati attribuiti al periodo glaciale di epoca mindelliana.

Dal punto di vista fisico l’unità litologica in questione è costituita da ghiaie limose di origine morenica caratterizzati da un grado di cementazione variabile da medio ad alto. Localmente si osserva una spiccata cementazione

che è sottolineata dalla presenza di affioramenti secondo pareti subverticali o strapiombanti.

**• Depositi alluvionali/fluvioglaciali/morenici mindelliani terrazzati (GP)**

I depositi in oggetto sono costituiti da ciottoli e blocchi con grado di arrotondamento medio-alto, debolmente alterati, immersi in una abbondante matrice ghiaioso-limosa di colore rossastro. Gli spessori presunti si aggirano intorno ad una potenza di 25 metri.

I depositi sono stati assimilati, sulla base delle definizioni indicate dalla normativa, a “ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaie e sabbie (GP)”.

La presente unità litologica affiora lungo i lembi di superfici terrazzate presenti sia in sinistra sia in destra idrografica del fiume Stura di Lanzo (località “Pian Castagna”, “Pian Bausano” e “Margaula”), dove costituisce degli accumuli di potenza da metrica a pluridecаметrica sospesi fino a 100-150 metri sull’attuale fondovalle.

Nella zona compresa fra il limite delle superfici terrazzate ed i versanti posti a monte delle stesse, i depositi in oggetto risultano quasi sempre ricoperti da depositi di origine eluvio-colluviale con potenza metrica.

Dal punto di vista fisico l’unità litologica in questione è costituita da terreni incoerenti con notevole anisotropia sia laterale che verticale, che presentano un basso grado di coesione derivante dalla presenza di materiali limosi all’interno della matrice fine.

**• Depositi alluvionali antichi/medio-recenti/attuali (GW)**

Queste unità litologiche sono costituite prevalentemente da ghiaie eterometriche, ciottoli e blocchi con grado di arrotondamento medio-alto, immersi in un’abbondante matrice ghiaioso-sabbiosa-limosa. Gli spessori presunti si aggirano da qualche metro fino ad una potenza massima di 15 metri.

La stratificazione è assente o debolmente sviluppata, e localmente si osserva una classazione granulometrica e fenomeni di embriciatura.

Dal punto di vista fisico si tratta di terreni incoerenti e con notevole anisotropia sia laterale che verticale: non continuità laterale della stratificazione, presenza di strutture orientate, stratificazione e laminazione incrociata, sequenze gradate, ecc.

I depositi sono stati assimilati, sulla base delle definizioni indicate dalla normativa, a “ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie (GW)”.

I suddetti depositi affiorano principalmente nei pressi dell’abitato del Comune di Germagnano, dove costituiscono vari terrazzi sospesi a quote differenti in base all’età di formazione. Altre due piccoli lembi terrazzati, geomorfologicamente riconducibili ai depositi in oggetto, sono ubicati, rispettivamente in sinistra ed in destra idrografica della Stura di Lanzo, nei pressi di località “Funghera” e “Pian Bausano”.

In generale i depositi alluvionali attuali compongono l’alveo attuale dei corsi d’acqua ed affiorano lungo tutto il corso del torrente Stura di Lanzo e Stura di Viù. In quest’ultima, tuttavia, si alternano spesso al substrato roccioso e si presentano pertanto sotto forma di lembi di limitata estensione e potenza, lo spessore, presumibilmente inferiore ai 3 metri, non è stato cartografato in quanto non utile ai fini dello studio di Microzonazione sismica di livello I.

### **3.3 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica**

Lo studio di MS ha permesso la realizzazione di una mappa del territorio comunale di Germagnano nella quale sono state indicate:

- le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante;
- le zone in cui il moto sismico viene amplificato a causa delle caratteristiche morfologiche, strutturali, stratigrafiche, geofisiche e geotecniche dei terreni;
- le zone in cui sono presenti, o possono attivarsi, dissesti o deformazioni del suolo dovuti al sisma o incrementati da esso.

Lo studio di livello 1 realizzato è di tipo esclusivamente qualitativo, propedeutico ai veri e propri studi di MS in quanto consiste in una raccolta dei dati preesistenti; questi sono stati successivamente elaborati per poter suddividere il territorio comunale in oggetto in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie riscontrabili (amplificazioni locali, stabilità dei pendii, liquefazione, fagliazione superficiale ecc). In generale, il livello 1 costituisce uno studio propedeutico ed obbligatorio per affrontare i successivi livelli di approfondimento.

La “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” realizzata (nel seguito MOPS) è stata prodotta sulla base delle unità litotecniche presenti nel territorio indagato, dei loro rapporti stratigrafici e geometrici ed dei parametri fisico-meccanici che li caratterizzano; tutte queste proprietà hanno portato alla modellizzazione del sottosuolo che caratterizza quest’area: la conoscenza di tale modello ha permesso di effettuare valutazioni sui fenomeni di amplificazione locale per le zone stabili e su eventuali fenomeni di instabilità, che hanno portato alla distinzione delle varie aree sulla MOPS.

La MOPS è stata realizzata con un dettaglio utile per il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- caratterizzazione del substrato geologico;
- caratterizzazione dei terreni di copertura;

- ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico;
- definizione di forme geomorfologiche di superficie e sepolte, particolarmente importanti per le problematiche sismiche.

Le microzone sismiche sono caratterizzate da specifici effetti sismici, classificabili nelle seguenti tre categorie:

#### Zone stabili

In queste aree non si ipotizzano effetti di alcuna natura se non lo scuotimento in funzione dell'energia e della distanza dell'evento sismico. Di questa zona fanno parte tutte le aree di affioramento o subaffioramento del substrato roccioso e quelle ricoperte da depositi di copertura superficiali di spessore inferiore o uguali a 3 metri.

Il substrato affiorante risulta costituita dalle lherzoliti o serpentiniti del Massiccio Ultrabasico di Lanzo, caratterizzate entrambe da una struttura massiccia e una debole fratturazione, localmente presenta una scistosità non pervasiva.

#### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

In queste aree sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale. Si ricorda che, con il termine amplificazione locale si intende una modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche di un sito. Si può quantificare mediante il rapporto tra il moto sismico alla superficie del sito e quello che si osserverebbe per lo stesso evento sismico su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale. Se questo rapporto è  $> 1$ , si parla di amplificazione locale.

In generale, nelle zone in cui si possono produrre effetti di amplificazione locale sono presenti terreni di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato, caratterizzati da basse velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s < 800$  m/s) sovrapposti ad un substrato

più rigido caratterizzato da velocità delle onde di taglio  $V_s > 800$  m/s per spessori superiori ai 3,00 m.

L'amplificazione è quindi legata in primo luogo a differenze in termini di rigidità sismica (rapporto tra le velocità delle onde sismiche) tra substrato e copertura, e secondariamente alla conformazione geometrica, con conseguenti fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche: valli fluviali, conoidi, falde di detrito, ammassi rocciosi molto fratturati. A parità di spessore, tanto maggiore sarà il contrasto di velocità tra substrato e coperture tanto maggiore risulterà l'effetto di amplificazione.

Nel caso specifico sono state individuate 3 zone stabili suscettibili di amplificazione locale.

La Zona 1 è caratterizzata dai depositi alluvionali attuali, precedentemente indicati secondo ICMS tramite la sigla GW, che ricoprono il fondovalle; secondo il modello geologico realizzato tali depositi hanno una potenza di circa 15 m.

La Zona 2 è caratterizzata da tutti i depositi di origine fluvioglaciale terrazzati, precedentemente indicati secondo ICMS tramite la sigla GP, costituiti da ciottoli e blocchi immersi in matrice ghiaioso-sabbioso-limoso; secondo il modello geologico realizzato, gli spessori sono caratterizzati da potenza di circa 25 m.

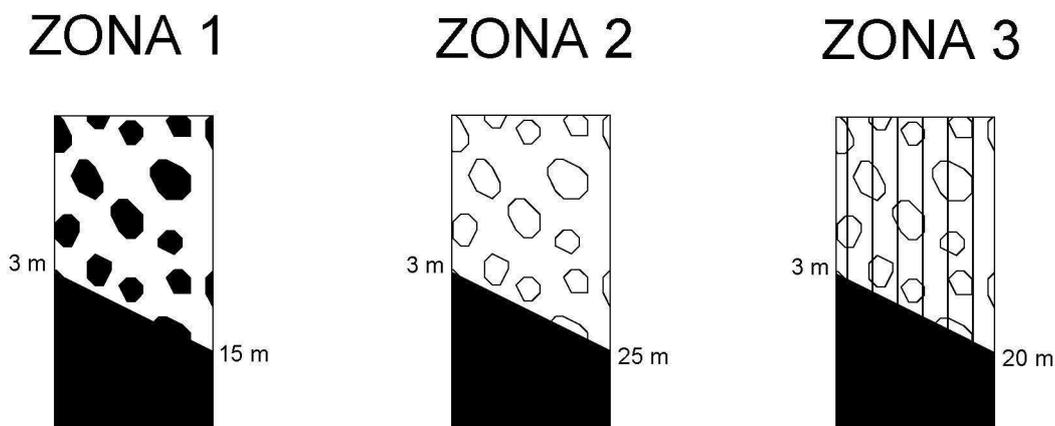
La Zona 3 è caratterizzata da depositi morenici, precedentemente indicati secondo ICMS tramite la sigla GM, costituiti da ciottoli e blocchi in matrice ghiaioso-sabbioso-limoso ma, a differenza dei depositi sopra descritti questi sedimenti si presentano una forte cementazione che ne conferisce un elevato grado di coesione. La potenza varia da qualche metro a 20 m.

Tutte le zone, secondo i dati disponibili, risultano poggianti su substrato rigido cristallino.

### Zone suscettibili di instabilità

Aree in cui gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono naturalmente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). Nell'area comunale di Germagnano sono presenti delle instabilità di versante, distinte per grado di attività e identificabili secondo banca dati SIFRAP (Arpa Piemonte) come fenomeni di crollo o ribaltamento, scorrimento e di tipo complesso.

Nella carta sono rappresentate inoltre le forme di superficie già descritte nella CGT\_MS, tipo orli di terrazzo di altezza variabile, conoidi, falde detritiche e creste, alle quali si aggiungono l'ubicazione delle misure di rumore ambientale (HVSR) e i sondaggi realizzati che raggiungono il substrato già presenti nella Carta delle Indagini.



Torino, 25 maggio 2020

dott. ing. geol. Giuseppe BIOLATTI

(n. 6298 Ordine Ingegneri Provincia di Torino)

(n. 582 Ordine Regionale Geologi del Piemonte – Sez. A)

## **Allegato 1: Indagini geognostiche**

Committente:  
**Geostudio**

Sito:  
**Ciape Grande – Germagnano (TO)**



**Indagine geofisica per la caratterizzazione litostratigrafica e  
l'identificazione dello spessore del deposito a blocchi**

Relazione n:	3613/17
Redatto da:	Dott. Geol. Paolo Zamparutti
Controllato da:	Dott. Geol. Mario Naldi
Data:	Aprile 2017
Revisione:	0

## Sommario

1. INTRODUZIONE .....	2
2. UBICAZIONE INDAGINI .....	3
3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA ED ELABORAZIONE DATI.....	4
4. RISULTATI DELL'INDAGINE GEOSISIMICA .....	5
5. RISULTATI DELL'INDAGINE GEOELETTRICA .....	6
6. CONCLUSIONE E SVILUPPI .....	6

In allegato:

TAVOLE	1÷3
APPENDICE A	Cenni sulla metodologia geoelettrica multi-elettrodo
APPENDICE B	Cenni sulla metodologia sismica a rifrazione

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustra e descrive le indagini geofisiche realizzate nel mese di Aprile 2017 per conto di Geostudio Servizi srl, sul deposito di blocchi, definito boulder stream, situato nel Comune di Germagnano (TO).

La campagna di indagini ha il compito di fornire la caratterizzazione litostratigrafica e individuare la posizione del contatto tra l'unità a blocchi, priva di matrice e il sottostante livello di materiali fini addensati, presente al di sopra del substrato roccioso, nell'ambito di un progetto di coltivazione.

Il piano di indagine (concordato con la committenza) ha previsto l'utilizzo di più metodologie di indagine:

1. Metodo geoelettrico multi-elettrodo (modello tomografico della resistività elettrica del sottosuolo);
2. Metodo sismico a rifrazione in onde di compressione (modello tomografico delle velocità sismiche);

L'utilizzo combinato di più metodologie d'indagine riduce notevolmente l'ambiguità interpretativa (propria dei metodi di indagine indiretta) e consente di verificare e valutare i parametri del sottosuolo in modo completo. Più in dettaglio:

- Il modello geoelettrico tomografico fornisce una caratterizzazione litostratigrafica e idrogeologica del sottosuolo;
- Il modello sismico tomografico permette di valutare sia l'assetto stratigrafico del sottosuolo e sia il grado di addensamento (o fratturazione nel caso di substrato lapideo).

Le presenti indagini rappresentano, inoltre, un importante test per verificare quale tecnica fra quelle adottate risulti più idonea ed efficace nel definire lo spessore del deposito a blocchi, oggetto di un progetto coltivazione.

I risultati delle indagini sono illustrati nelle Tavole allegate e commentati nelle pagine seguenti.

## 2. UBICAZIONE INDAGINI

Come detto nel capitolo introduttivo, le indagini geofisiche hanno interessato un tratto di circa 140 m del boulder stream di Germagnano (TO), posto in destra orografica del fiume Stura di Lanzo e conosciuto con il nome di Ciape Grande: in Figura 1 e nella Tavola 1 allegata si localizzano le prove eseguite:

1. Una sezione sismica a rifrazione (SIS), denominate A-A' a circa 300 m dal fondo valle
2. Una sezione geoelettrica multi-elettrodo (ERT), denominata A-A', sovrapposta alla linea geosismica

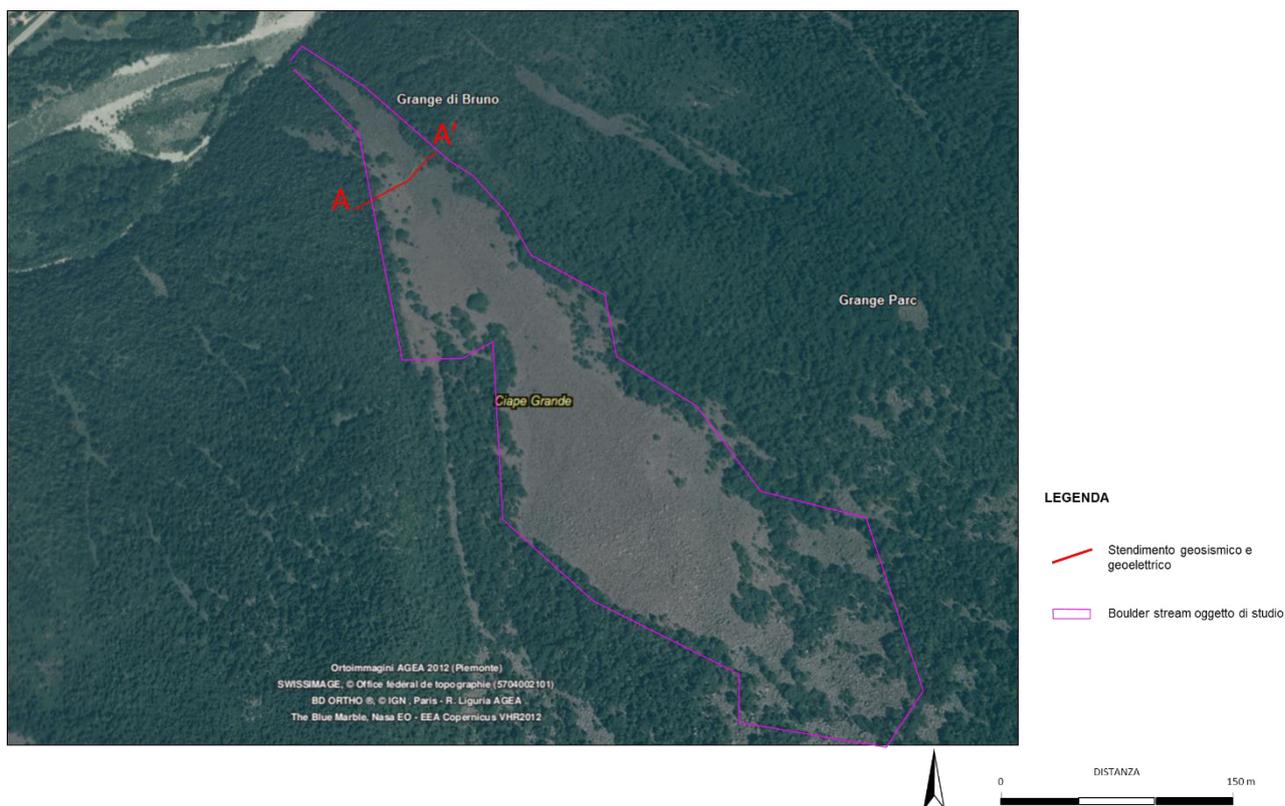


Figura 1 - Ubicazione delle indagini geofisiche

### 3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA ED ELABORAZIONE DATI

L'acquisizione dei dati geoelettrici è stata realizzata con un georesistivimetro Syscal Pro (Iris Instruments, F) a 72 canali e l'utilizzo di elettrodi in acciaio inox collegati mediante cavi multipolari con spaziatura tra le connessioni pari a 3 m. Per l'acquisizione dei dati di resistività elettrica è stata adottata una sequenza mista Wenner-Schlumberger, predisposte mediante il software Electre Pro (Iris Instruments) di 680 quadripoli.

Per l'elaborazione dei dati sono stati utilizzati i programmi:

- *Prosys II* (Iris Instruments, Fr): consente l'elaborazione preliminare dei dati di resistività elettrica apparente (filtraggio e correzione topografica dei dati);
- *Res2DINV* (Geotomo Software, Mal): esegue l'inversione numerica dei dati e la restituzione della sezione tomografica di resistività elettrica reale.

L'acquisizione dei dati sismici a rifrazione è stata realizzata con sismografo Daq Link IV (Seismic Source, USA) a 24 canali. Per la sezione di indagine sono stati utilizzati 24 geofoni con interasse 3 m per l'indagine a rifrazione, con frequenza centrata di 40 Hz (Tabella 1). Le basi di energizzazione delle sezioni sismiche a rifrazione sono state posizionate ogni 2 geofoni (14 punti di scoppio per ogni sezione) e hanno previsto l'energizzazione mediante massa battente da 10 Kg su piastra metallica.

L'unità di acquisizione, dotata di un convertitore analogico/digitale a 24 bit (unità Daq Link III), è fornita di una connessione di rete standard 10/100 (base RJ45) per la comunicazione con un computer portatile su cui è installato un apposito programma (*VibraScope*® v.2.4.40) che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate.

Per l'elaborazione dei dati sismici a rifrazione si è proceduto al riconoscimento e raccolta dei dati dei primi arrivi (software *Reflexw*, Sandmeier Software, D). Successivamente le onde di primo arrivo sono state elaborate con il metodo GRM (General Reciprocal Method) accoppiato ad una inversione tomografica su una griglia di nodi equispaziati per una modellazione della distribuzione delle velocità delle onde di compressione nel sottosuolo (software *Rayfract*, Intelligent Resources Inc., CDN). Il metodo dell'inversione tomografica consente (con un sufficiente numero di scoppi) di individuare anche eventuali inversioni di velocità (che costituiscono il limite della prospezione sismica a rifrazione).

Cenni relativi alle metodologie di indagine sono riportati nelle Appendici A e B.

Tabella 1 Geometria di acquisizione degli stendimenti

SEZIONE	N°geofoni/picchetti	Interasse [m]	Lunghezza totale [m]	Quadripoli di misura	Basi di energizzazione
Geosismica (SIS)	48	3	141	-	36
Geoelettrica (ERT)	48	3	141	380	-

#### 4. RISULTATI DELL'INDAGINE GEOSISMICA

La sezione sismica è stata realizzata, come anticipato, trasversalmente alla linea di massima pendenza, in un settore posizionato a circa 300 metri dal fondo valle della Stura di Lanzo, dove termina il boulder stream. La sezione è stata posizionata, infiggendo 5 geofoni per parte esterni al corpo del deposito, dove i blocchi risultano immersi all'interno della matrice. Per migliorare l'accoppiamento dei sensori sismici con i blocchi, sono stati realizzati dei fori sui blocchi lapidei stessi mediante trapano a rotopercolazione.

Il modello tomografico di velocità delle onde di compressione è illustrato in Tavola 2, e riportato per comodità di lettura nella Figura 2. Sono stati identificati tre livelli sismostratigrafici distinti:

- Livello 1: Depositi poco addensati, ( $V_p < 1400$  m/s). Spessore compreso tra 6 e 10 m. Il livello risulta più potente nella parte finale della sezione mentre risulta di spessore molto ridotto nella parte iniziale, fino alla progressiva 20 m e dopo la progressiva 130 m. Questo livello rappresenta verosimilmente il deposito a blocchi (boulder stream). E' stato indicato il range di variabilità della base del livello con 2 linee tratteggiate rosse (min-max).
- Livello 2: Deposito in matrice fine ( $1400 < V_p < 2700$  m/s). Un ravvicinamento delle isotache al di sopra dei 1400 m/s e al di sotto dei 2700 m/s, indica la presenza di un livello di depositi molto addensati, compreso tra questi due orizzonti. Questo livello ha una potenza variabile tra i 4 e gli 8 m.
- Livello 3: Substrato lapideo compatto e debolmente fratturato ( $V_p > 2700$  m/s): questo livello rappresenta la base della sezione e si trova a circa 14 metri di profondità nel settore centrale della sezione, mentre nella parte iniziale si assiste ad un suo avvicinamento in prossimità della superficie, coincidente peraltro con la fuoriuscita della linea di acquisizione dal corpo del deposito. L'analisi del raytracing evidenzia la presenza di un forte rifrattore a questa quota, legata verosimilmente al passaggio da depositi a substrato lapideo.

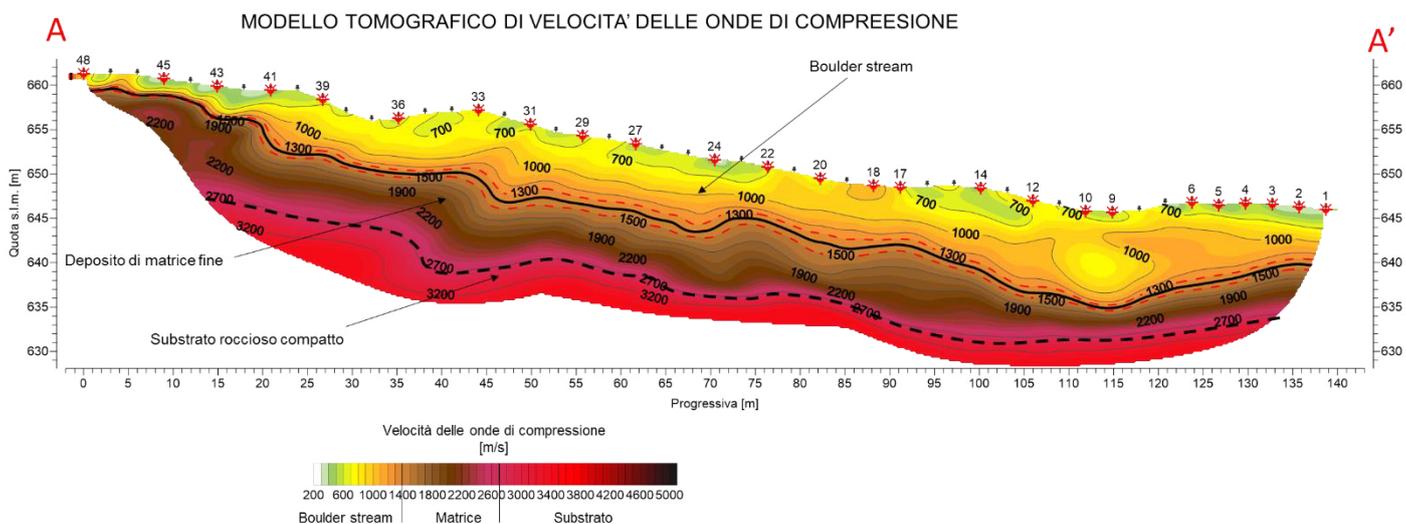


Figure 2 Sezione geosismica in onde di compressione

## 5. RISULTATI DELL'INDAGINE GEOELETRICA

L'indagine geoelettrica è risultata molto complessa, in quanto la completa assenza di matrice tra i blocchi riduce fortemente la capacità di trasmettere e ricevere l'impulso elettrico generato dallo strumento. Per ovviare a questa criticità, si è fatto uso di una soluzione gelatinosa ipersalina, iniettata direttamente all'interno dei fori nei quali sono stati posizionati gli elettrodi. L'obiettivo è stato quello di abbassare il più possibile la resistività di contatto superficiale, parametro che condiziona fortemente la qualità dell'acquisizione.

Nonostante gli sforzi, purtroppo, l'acquisizione del dato geoelettrico non è risultata qualitativamente accettabile e si ritiene non affidabile il modello tomografico ottenuto, il quale, infatti, presenta valori di resistività elettrica e interfacce di contatto tra i livelli non verosimili, oltreché un errore di convergenza molto elevato. Per tanto si è deciso di non utilizzare questo dato ai fini della caratterizzazione litostratigrafica.

## 6. CONCLUSIONE E SVILUPPI

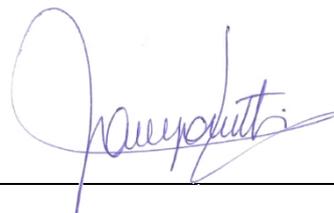
Nell'ambito del progetto di coltivazione del boulder stream di Germagnano (TO), sono state impiegate due metodologie geofisiche al fine di determinare lo spessore del deposito di blocchi poggianti su un deposito fine molto addensato. La sezione geosismica ha fornito dei risultati coerenti con i dati di letteratura per questa tipologia di depositi, definendo una stratigrafia composta da un livello superficiale scarsamente addensato, legato alla presenza dei blocchi, poggianti su un livello decisamente più competente legato verosimilmente al deposito fine. Inoltre, più in profondità, è stato individuato un importante rifratore, al di sotto del quale la velocità delle onde sismiche è compatibile con la presenza di substrato roccioso.

La sezione geoelettrica, invece, non ha prodotto un risultato accettabile in termini qualitativi e quantitativi, nonostante gli sforzi di abbassare la resistività di contatto degli elettrodi impiegati

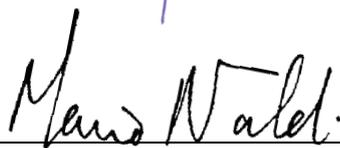
Si ritiene quindi idoneo, per il dimensionamento futuro dei possibili volumi di scavo del deposito, l'impiego della metodologia sismica a rifrazione.

### ***Techgea S.r.l.***

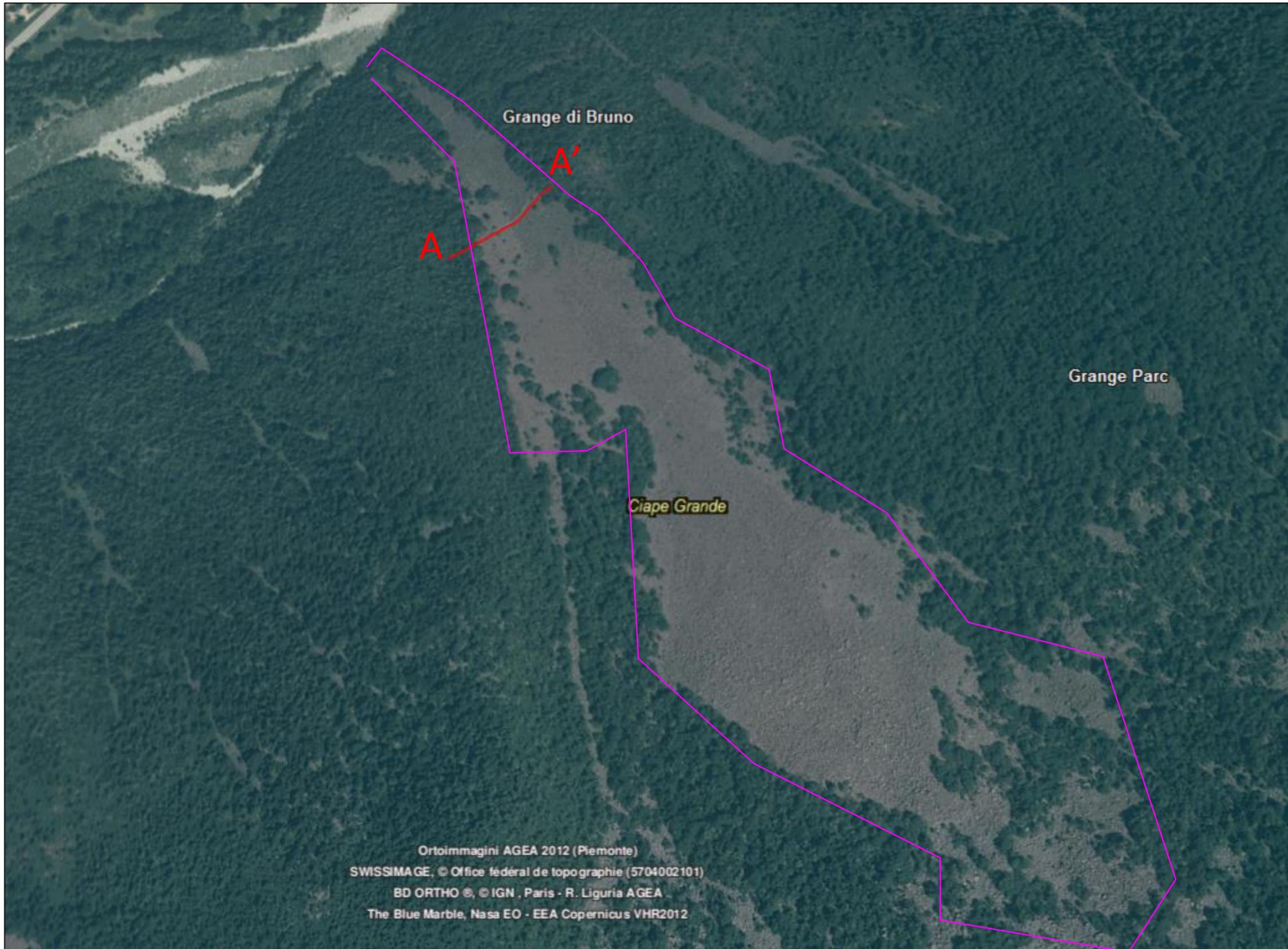
Redatto da: Dott. Geol. Paolo Zamparutti



Controllato da: Dott. Geol. Mario Naldi

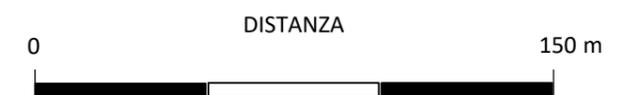


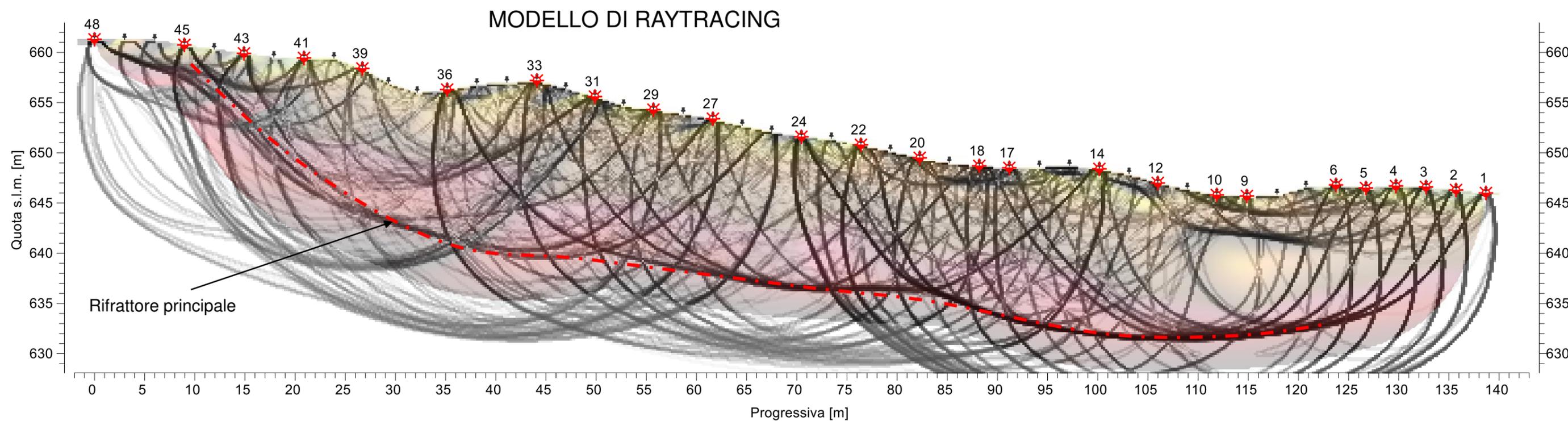
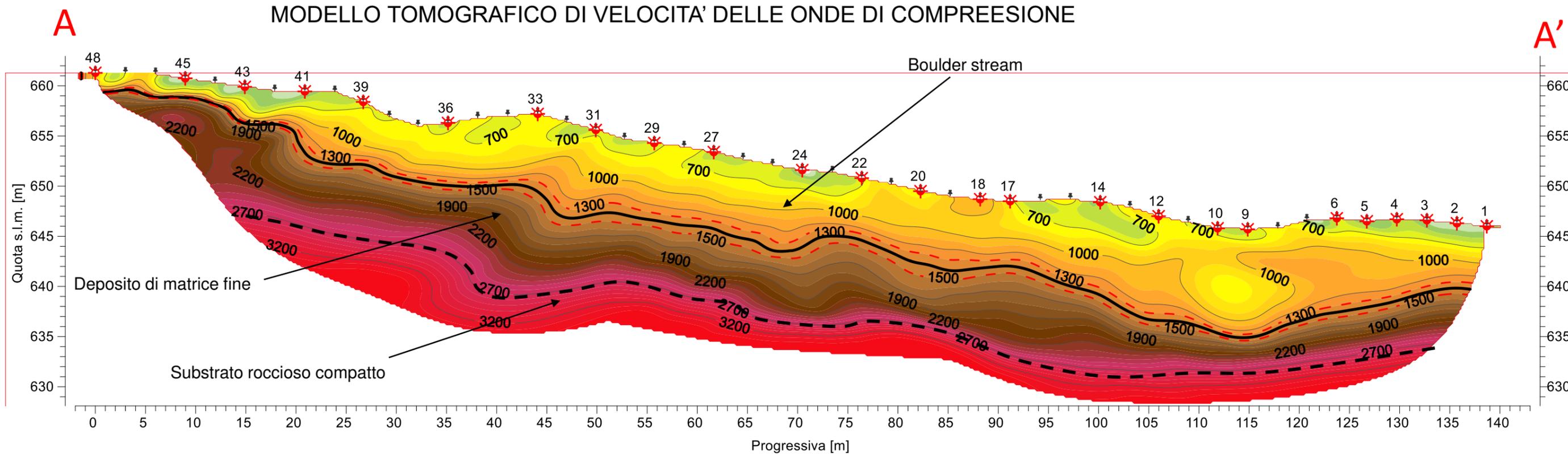
## **TAVOLE**



## LEGENDA

-  Stendimento geosismico e geoelettrico
-  Boulder stream oggetto di studio







Stesura dei cavi sismici sul boulder stream



Stesura dei cavi geoelettrici sul boulder stream



Acquisizione dei dati geoelettrici



Posizionamento dei geofoni mediante preforo sui blocchi



Abbassamento della resistività di contatto attraverso miscela salina

COMUNE DI GERMAGNANO

**INDAGINE SISMICA**

Dott. Geol. Secondo Accotto

Il Tecnico

Aprile 2016

data



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Secondo Accotto".

Dott. Geol. Secondo ACCOTTO  
Via Ivrea n° 20 - 10016 Montalto Dora (TO) - Tel/fax 0125652111  
e-mail sa.accotto@libero.it

## RELAZIONE DI INDAGINE

Su incarico della Committenza è stata eseguita in data 24 Aprile 2016 una campagna geofisica consistita in un'analisi congiunta in onde di superficie (MASW - Multi-channel Analysis of Surface Waves) nel Comune di Germagnano.

### *Strumentazione impiegata*

Per le acquisizioni MASW è stato utilizzato un sismografo a 24 canali (mod. 16S24-U della PASI Srl) collegato a geofoni orizzontali a frequenza propria di 4.5Hz (spaziatura tra geofoni 2m, 1s di acquisizione, offset minimi compresi tra 3 m e 10 m).

Al fine di registrare il segnale relativo alla componente radiale delle onde di Rayleigh, i geofoni sono stati disposti con l'asse parallelo alla stesa con energizzazione verticale mentre, per l'acquisizione della componente di Love delle onde superficiali, l'asse dei geofoni è stato posizionato trasversalmente alla stesa con energizzazione orizzontale.

I dati acquisiti sono stati elaborati con il software winMASW 4.6 Pro

### *Elaborazione*

L'interpretazione dei dati è stata eseguita mediante inversione delle curve di dispersione individuate tramite piccaggio degli spettri di velocità.

E' stato realizzato uno stendimento posto nell'area di indagine come indicato nella figura alla pagina successiva.

Vengono di seguito esposti e commentati i risultati delle indagini.



***Ubicazione MASW. Scala 1:3.000***

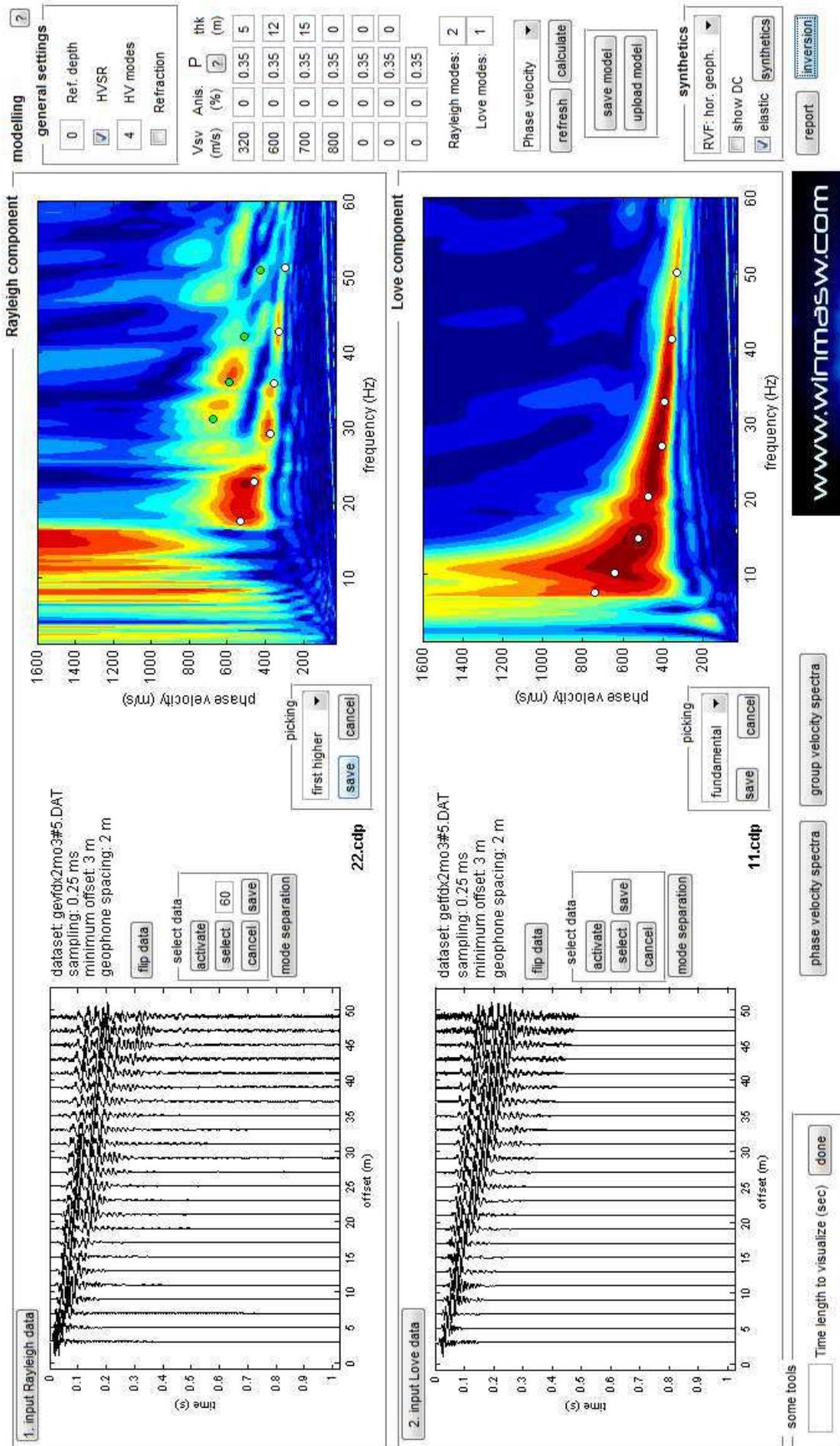
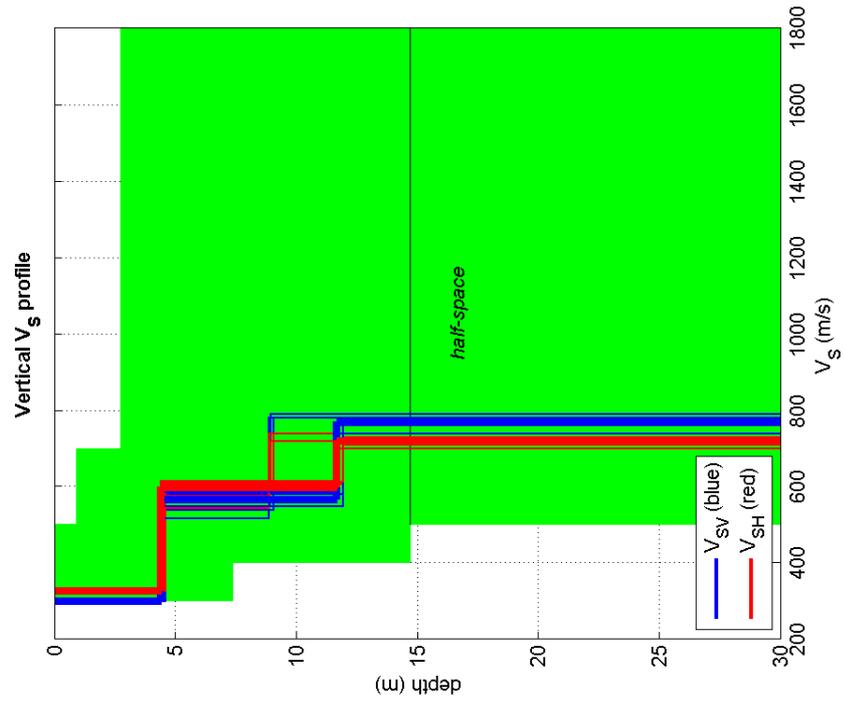
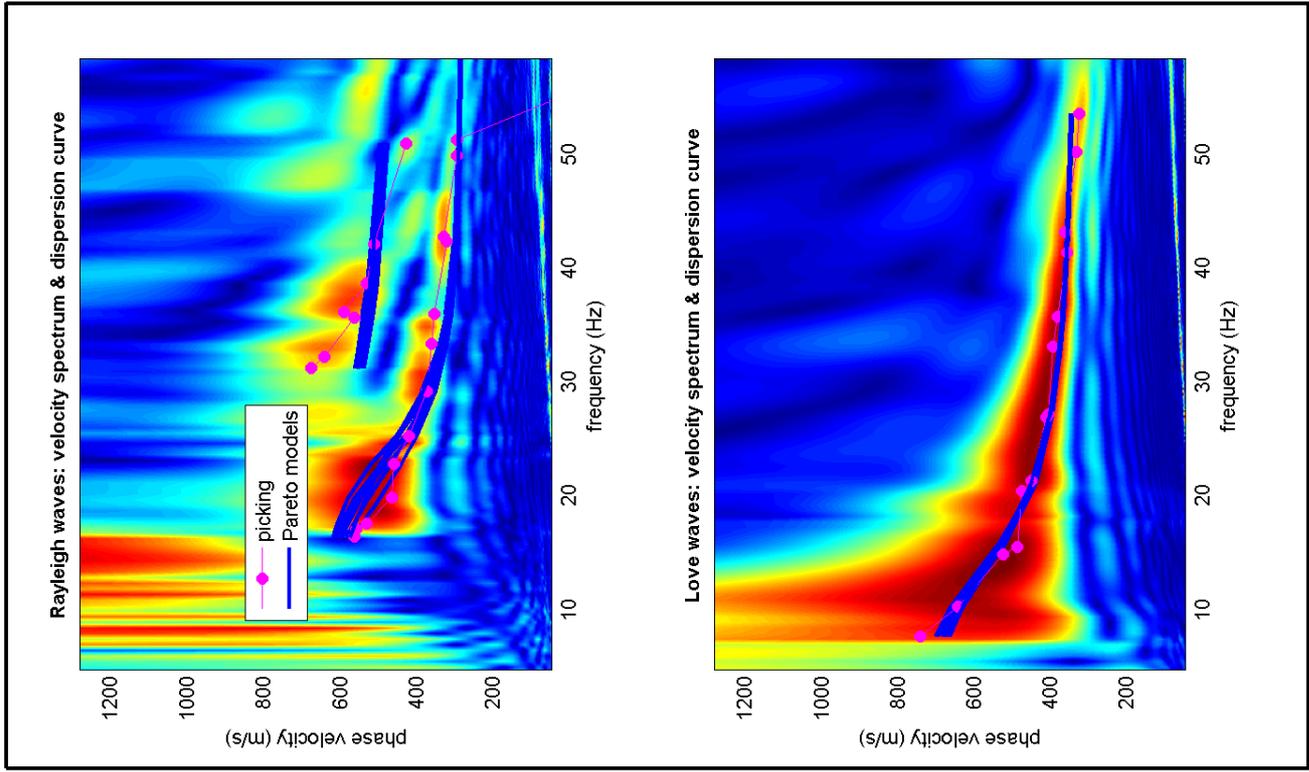
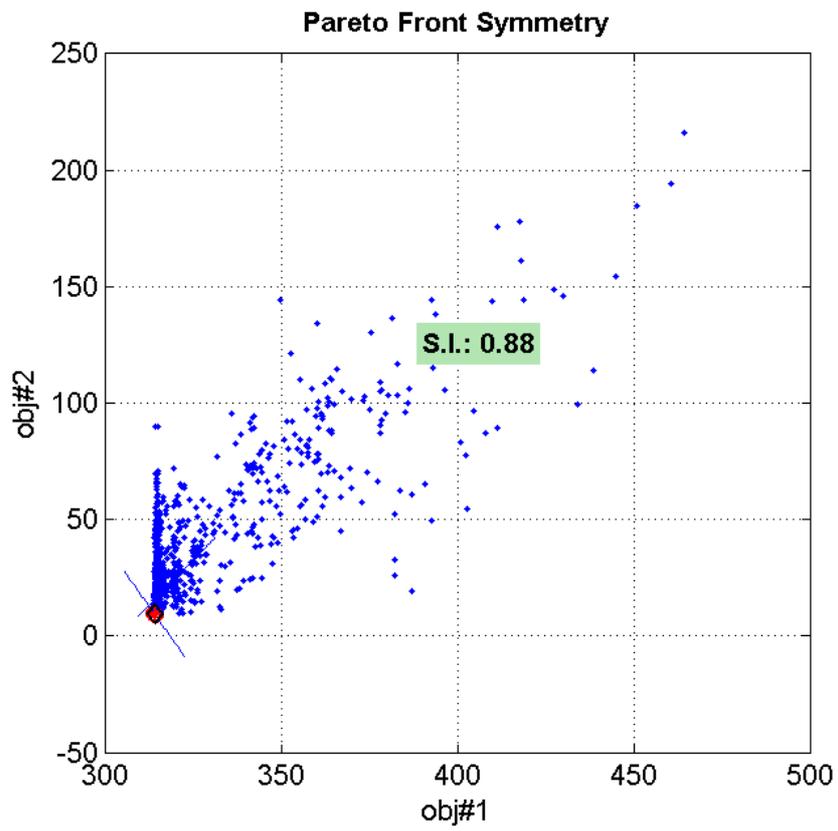


Fig. 1

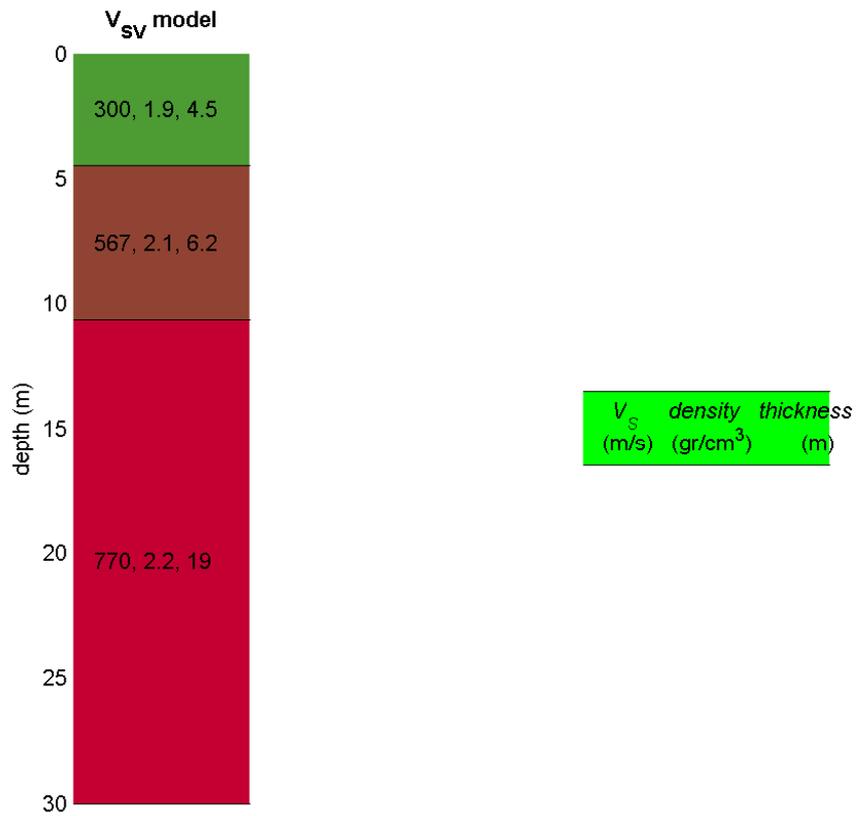


Rayleigh dataset: gevfdx2mo3#5.DAT  
Love dataset: gevfdx2mo3#5.DAT  
Rayleigh wave dispersion curve: 22.cdp  
Love wave dispersion curve: 11.cdp

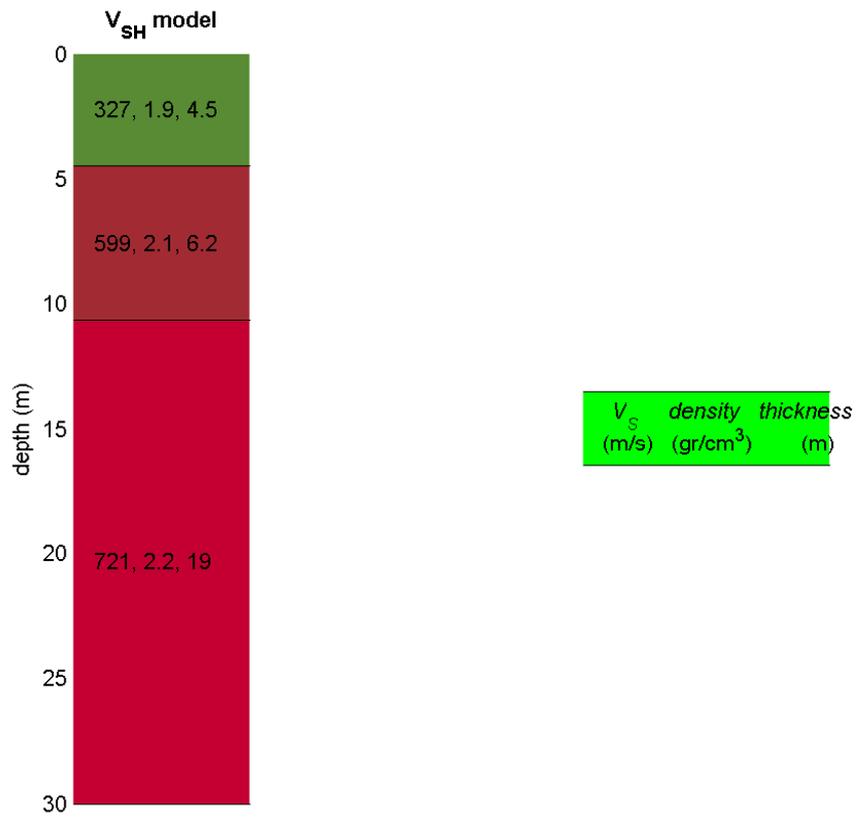
Fig. 2



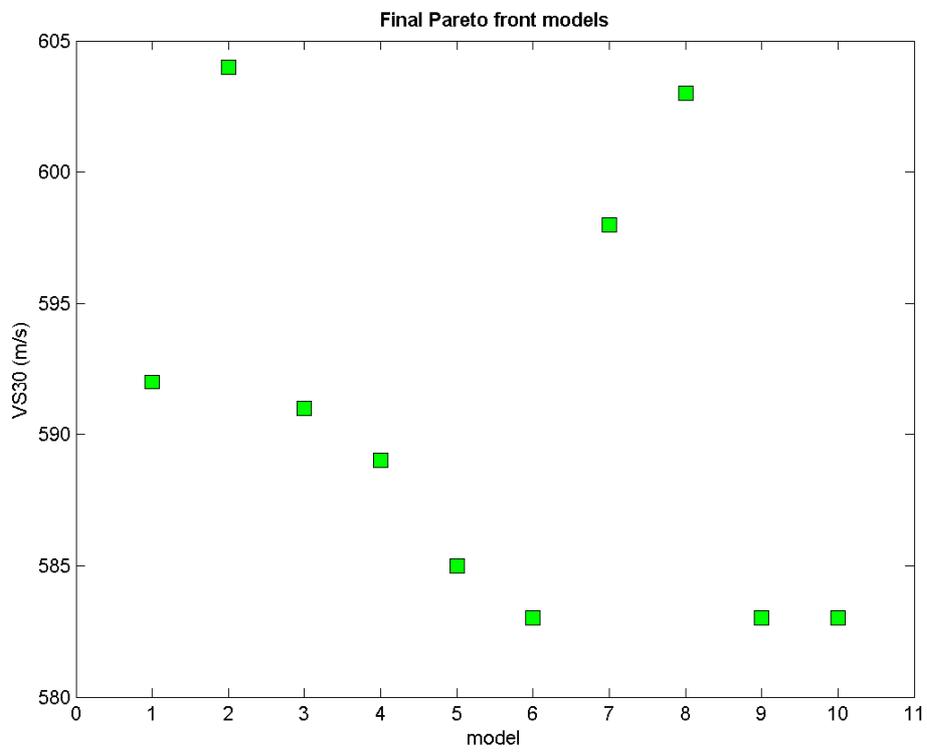
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

Nelle immagini precedenti sono osservabili:

Fig.1 I dataset acquisiti per le onde di Rayleigh e per le onde di Love, ripuliti dai rumori di fondo, e i relativi spettri di velocità.

Fig.2 Gli spettri di velocità con rappresentate le curve di dispersione determinate (piccate) e calcolate e le possibili combinazioni del profilo di velocità.

Fig.3 Il fronte di Pareto che mostra la distribuzione nello spazio di tutti i modelli valutati durante l'inversione.

Fig.4 e 5 I modelli sismo-stratigrafici per le onde SV e per le onde SH.

Fig.6 La distribuzione dei valori di Vs30 ottenuti dall'indagine.

Come osservabile si sono individuati orizzonti caratterizzati da Vs crescenti con la profondità alla luce dei quali si è stimato un valore di Vs30 dai 582 ai 604 m/sec ai quali corrisponde un profilo **di suolo B** ai sensi del D.M. 14.01.08 "*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)*".

# REGIONE PIEMONTE

Comunità Montana "ALTA VALLE ORBA ERRO E BORMIDA DI SPIGNO",  
capofila delle Comunità Montane "VAL BORBERA E VALLE SPINTI", "VALLI  
DI LANZO" e "ALTA VAL LEMME ED ALTO OVADESE"

## PROGETTO SPECIALE INTEGRATO

### FILIERA PIANTE OFFICINALI 2000 - 2001

attuato dalle Comunità Montane "Alta Valle Orba Erro e Bormida di Spigno",  
capofila delle Comunità Montane "Val Borbera e Valle Spinti", "Valli di Lanzo"  
"Alta Val Lemme ed Alto Ovadese" con il contributo della Regione Piemonte  
e l'intervento della "Agronatura Cooperativa a Responsabilità Limitata"

### ALLEGATO 7.2

### INTERVENTO IN GERMAGNANO

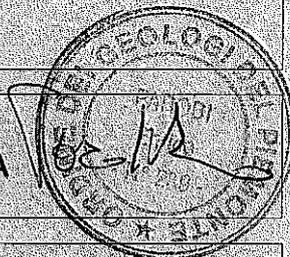
Art. II 29 MAG 2002

Prot. N. 2052

Cat. Class. Fasc.

Risposto il

DATA	SCALA	ELABORATO
		RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA



### PROGETTO - RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI

DAPPINO Agr. Piercarlo - DAMASIO Ing. Marco - PARODI Dott. Enrico  
CAVANNA Geom. Giorgio - VEGGI Geom. Cristoforo (Studio Associato)  
Coordinatore responsabile del raggruppamento: VEGGI Geom. Cristoforo

domiciliati presso Studio Tecnico Associato Cavanna e Veggi  
Alessandria - Via S. Francesco d'Assisi, n. 49  
tel. 0131234420 fax 0131317323 - email cavannaveggi@libero.it

IL COMMITTENTE

IL COORDINATORE



## **INDICE**

1. Premessa	pag. 3
2. Caratteristiche geomorfologiche e geologiche generali	" 3
3. Prove geotecniche in sito	" 4
4. Caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni	" 5
5. Capacità portante dei terreni di fondazione	" 5
6. Considerazioni conclusive	" 7

### **Allegati**

- Corografia scala 1:10.000 con ubicazione della zona in esame.
- Stralcio planimetria catastale scala 1:2.000.
- Ubicazione indagini geognostiche scala 1:1.000
- Elaborati grafici prove penetrometriche dinamiche.

## **1. PREMESSA**

Con la presente, a seguito dell'incarico ricevuto, relativo alle indagini di carattere geologico-tecnico per la costruzione di capannone per uso agricolo in Germagnano, in conformità a quanto disposto dal D.M. 11.03.88, si relaziona in merito alle osservazioni di carattere geologico-geomorfologico ed alle indagini e prove geotecniche eseguite in sito, e si forniscono indicazioni circa le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni di fondazione.

## **2. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLOGICHE GENERALI**

L'area oggetto d'intervento è ubicata in località Gora dei Mulini, a Sud del concentrico di Germagnano.

Dal punto di vista geomorfologico, la zona è caratterizzata dalla pianura di fondovalle del Fiume Stura di Lanzo, alla quota di circa 470 m slm. La piana è attraversata longitudinalmente dalla Strada provinciale per Torino, che corre in rilevato e rappresenta un argine artificiale a difesa dalle piene. In effetti, in occasione degli eventi alluvionali dell'autunno 2000, la fascia compresa tra il letto di scorrimento del fiume ed il rilevato stradale è stata interessata pesantemente dalla piene, mentre l'area di Gora dei Mulini è risultata efficacemente protetta.

Non lontano dall'area è presente il tracciato di un piccolo rio,

che veniva un tempo alimentato per l'irrigazione con l'acqua di scarico di una vicina cartiera. Ormai in disuso, si ritiene che non rappresenti un pericolo in caso di riattivazione, dal momento che non ha alimentazione naturale.

Dal punto di vista geologico, sono presenti i depositi alluvionali del Fiume Stura di Lanzo, noti come "Alluvioni Medio-Recenti", caratterizzati da grande abbondanza di ghiaie grossolane, ciottoli e blocchi.

### **3. PROVE GEOTECNICHE IN SITO**

Al fine di acquisire le informazioni necessarie alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione, sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche (S.C.P.T.) con l'impiego di un penetrometro standard.

Per tali prove viene utilizzata una punta conica con angolo al vertice di 60° e Ø 50.8 mm, solidale alla batteria di aste, spinta nel terreno mediante battitura; il dispositivo di battuta è costituito da un maglio del peso di 63.5 kg, che cade da 75 cm di altezza. Viene misurato il numero di colpi necessario per ogni 30 cm di infissione ( $N_{SCPT}$ ).

Le prove, ubicate come da planimetria allegata, sono state spinte a rifiuto entrambe fino a m 2.10 p.c.

#### **4. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Dall'insieme delle osservazioni geomorfologiche, delle ricerche bibliografiche e delle risultanze delle prove in sito e di prove di laboratorio eseguite precedentemente su terreni ben assimilabili a quelli in esame, sono state ricavate le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni interessati dall'opera in progetto.

E' stata ricavata la seguente stratigrafia geotecnica:

- *Strato geotecnico n. 1:* da p.c. fino a profondità variabili da 0.90 m a 1.20 m p.c.: terreno di copertura con scadenti caratteristiche geotecniche;
- *Strato geotecnico n. 2:* dalla base dello strato precedente fino a fine prove: ghiaie grossolane con grossi ciottoli In condizioni drenate:  $\gamma = 2.2 \text{ ton/m}^3$ ,  $\varphi' = 35^\circ$ ,  $c' = 0 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **5. CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE**

In considerazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni indagati, della tipologia dell'opera in progetto e dei carichi contenuti applicati al piede, si ritiene possa essere valutata l'adozione di fondazioni dirette, di tipo isolato (plinti).

Per evitare la posa sullo strato superficiale di scadenti caratteristiche geomeccaniche (strato geotecnico n. 1), il piano di imposta dovrà raggiungere la quota di 1.2 m dal piano di campagna attuale.

Al di sotto del piano di posa, ed entro un volume significativo interessato dalle sollecitazioni dell'opera in progetto, è stata evidenziata la presenza di litologie prevalentemente incoerenti, con ottime caratteristiche geotecniche.

Considerato uno sbancamento di altezza 0.7 m, ed il successivo approfondimento in corrispondenza dei plinti fino alla quota -1.2 m p.c., è stata calcolata la pressione ammissibile quale aliquota della pressione limite (a rottura) del terreno. Per il calcolo di quest'ultima, per terreni incoerenti, si può fare riferimento alla soluzione di PRANDTL, generalizzata da CAQUOT, BUISMAN, MEYERHOF, BRINCH-HANSEN ed altri, utilizzando la relazione:

$$Q_{lim} = 0.5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + \dot{c} \\ c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + \dot{c} \\ q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

dove:

$N_{\gamma}$ ,  $N_c$ ,  $N_q$  = fattori di capacità portante, dipendenti dall'angolo di resistenza al taglio;

$s_{\gamma}$ ,  $s_c$ ,  $s_q$  = fattori di forma della fondazione;

$i_{\gamma}$ ,  $i_c$ ,  $i_q$  = fattori correttivi per l'inclinazione del carico;

$b_{\gamma}$ ,  $b_c$ ,  $b_q$  = fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione;

$g_{\gamma}$ ,  $g_c$ ,  $g_q$  = fattori correttivi per l'inclinazione del piano di campagna;

$d_c$ ,  $d_q$  = fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa;

$q'$  = sovraccarico totale agente ai bordi della fondazione.

La pressione limite e la pressione massima ammissibile sono state calcolate nelle condizioni drenate più sfavorevoli con angolo di attrito efficace  $\varphi' = 35^\circ$ , coesione efficace  $c' = 0$  ton/m<sup>2</sup>, rispettivamente per plinti a base quadrata lato  $B = 1.2$  m, profondità del

piano di posa 1.2 m p.c.

E' stato ricavato per il carico limite il valore  $Q_{lim} = 95.94 \text{ ton/m}^2$ , che ridotto per un coefficiente di sicurezza  $F_s = 3$ , come previsto dalla normativa vigente, determina il carico ammissibile:

$$Q_{amm} = 32.65 \text{ ton/m}^2 = 3.26 \text{ kg/cm}^2$$

In considerazione delle ottime caratteristiche di resistenza dei terreni di fondazione, si può ritenere superflua una verifica numerica del valore di carico limite in rapporto ai cedimenti conseguenti all'applicazione dei carichi.

## **5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

L'area oggetto d'intervento è ubicata in località Gora dei Mulini, sulla pianura di fondovalle del Fiume Stura di Lanzo. La zona risulta protetta dalle piene per mezzo dell'argine costituito da un rilevato stradale. Dal punto di vista geologico, sono presenti i depositi alluvionali del Fiume Stura di Lanzo, noti come "Alluvioni Medio-Recenti".

Sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche (S.C.P.T.) per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, riscontrando materiali con ottima resistenza. Ricostruita la stratigrafia geotecnica sulla base dei risultati delle prove, si è proceduto al calcolo della capacità portante valutando l'adozione di fondazioni dirette, di tipo isolato (plinti) a base quadrata lato  $B = 1.2 \text{ m}$ . La profondità del piano di posa è stata assunta a  $-1.2 \text{ m p.c.}$

La pressione limite è stata calcolata secondo la soluzione di PRANDTL, generalizzata da CAQUOT, BUISMAN, MEYERHOF, BRINCH-

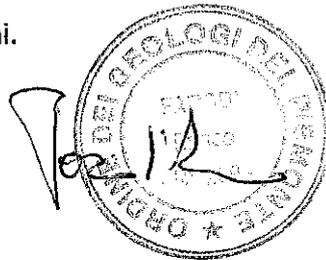
HANSEN ed altri. Applicato un coefficiente di sicurezza  $F_s = 3$ , la pressione massima ammissibile risulta:

$$Q_{amm} = 32.65 \text{ ton/m}^2 = 3.26 \text{ kg/cm}^2$$

In considerazione delle ottime caratteristiche di resistenza dei terreni di fondazione, si è ritenuta superflua una verifica numerica del valore di carico limite in rapporto ai cedimenti conseguenti all'applicazione dei carichi.

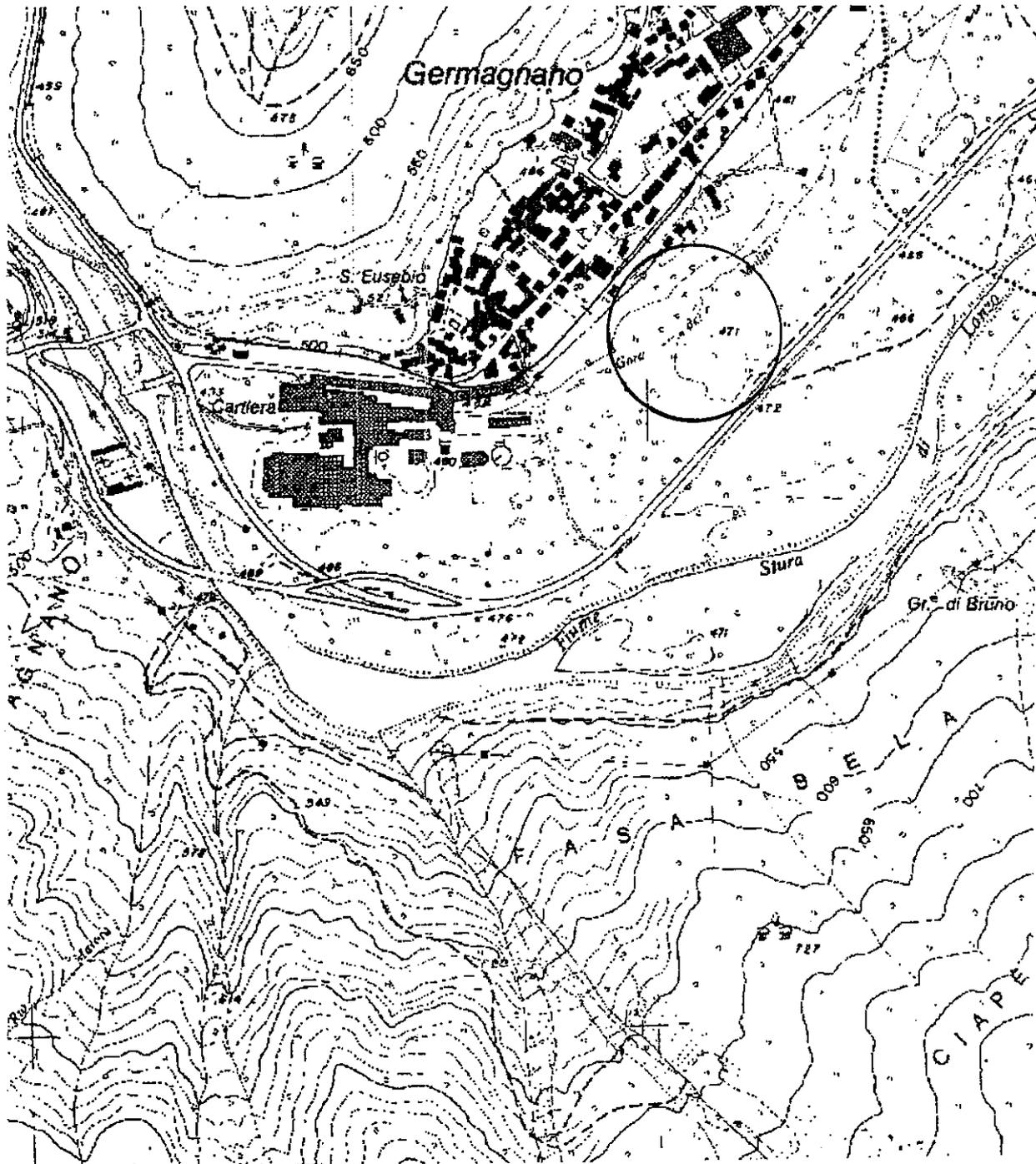
In fase esecutiva, dovranno essere controllate le effettive condizioni litostratigrafiche dei terreni di fondazione, ed in particolare l'assenza di disomogeneità laterali che comportino cedimenti differenziali significativi. Dal momento che l'area, pur non soggetta alla minaccia di esondazione, può comunque essere interessata da ristagni d'acqua per la vicinanza di un piccolo rio ad alimentazione artificiale, si ritiene necessario sopraelevare il piano di calpestio del fabbricato di ca. 30 cm rispetto al piano campagna attuale.

Si raccomanda altresì una corretta disciplina delle acque meteoriche e di gronda, che dovranno essere allontanate evitandone la dispersione in prossimità delle fondazioni.



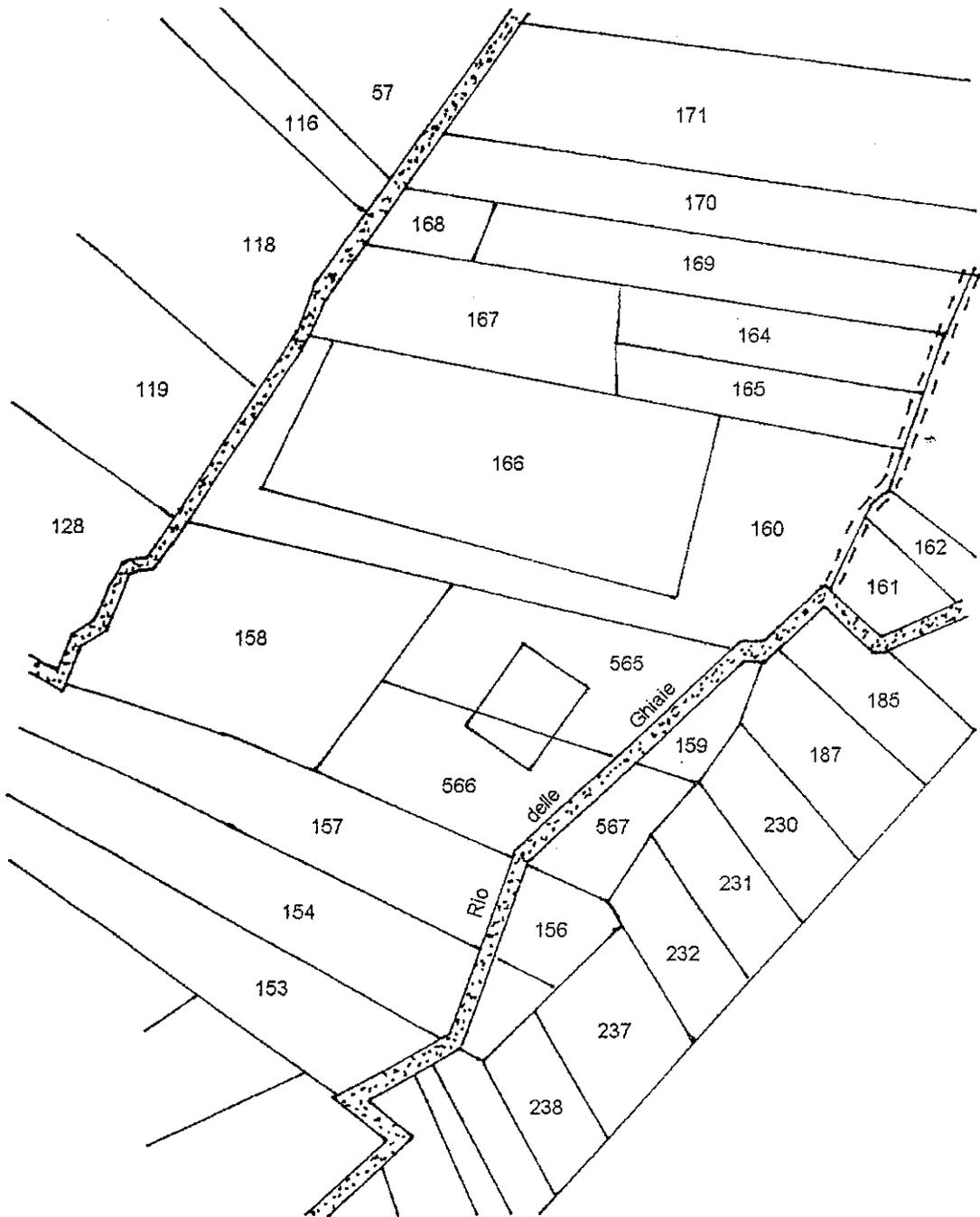
## COROGRAFIA SCALA 1:10.000

CON UBICAZIONE DELLA ZONA IN ESAME



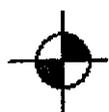
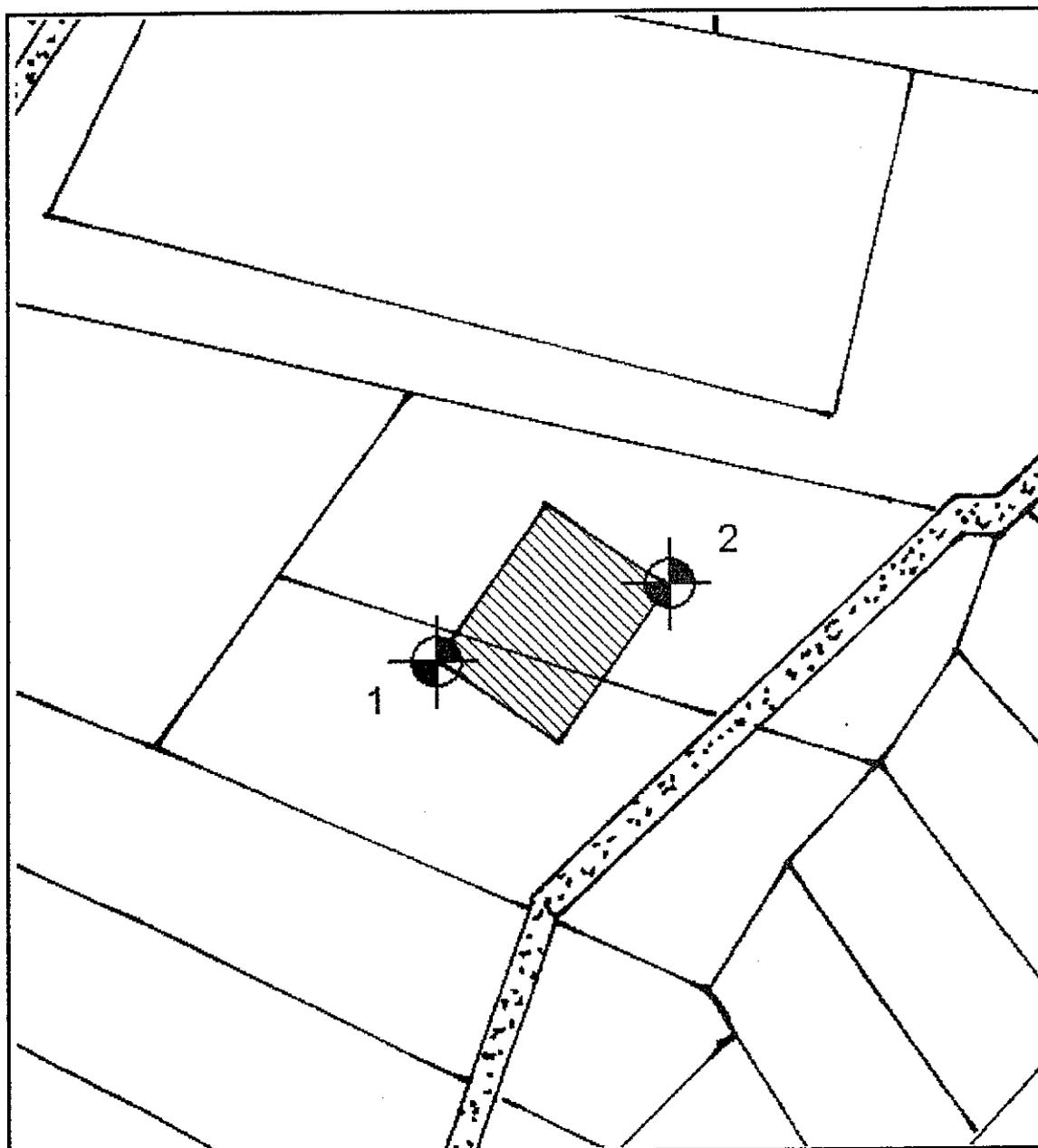
## STRALCIO PLANIMETRIA CATASTALE

SCALA 1 : 1.000



## **UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

**SCALA 1 : 500**



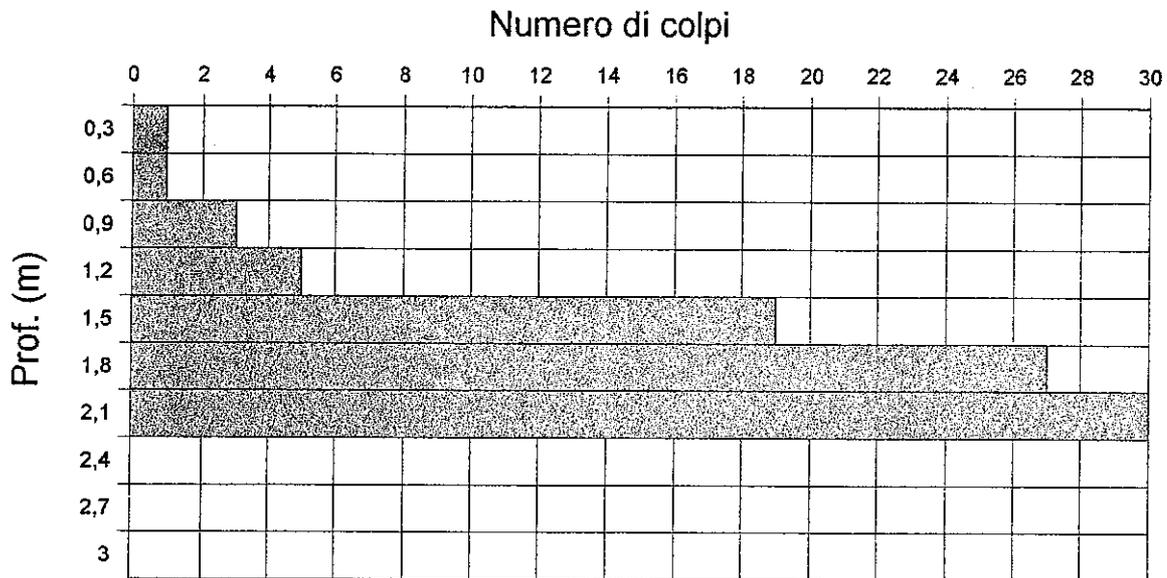
Prova penetrometrica dinamica S.C.P.T.

Cantiere: Germagnano

data: 07/12/2000

osservazioni: L.S. assente

## Prova penetrometrica dinamica S.C.P.T. n. 1

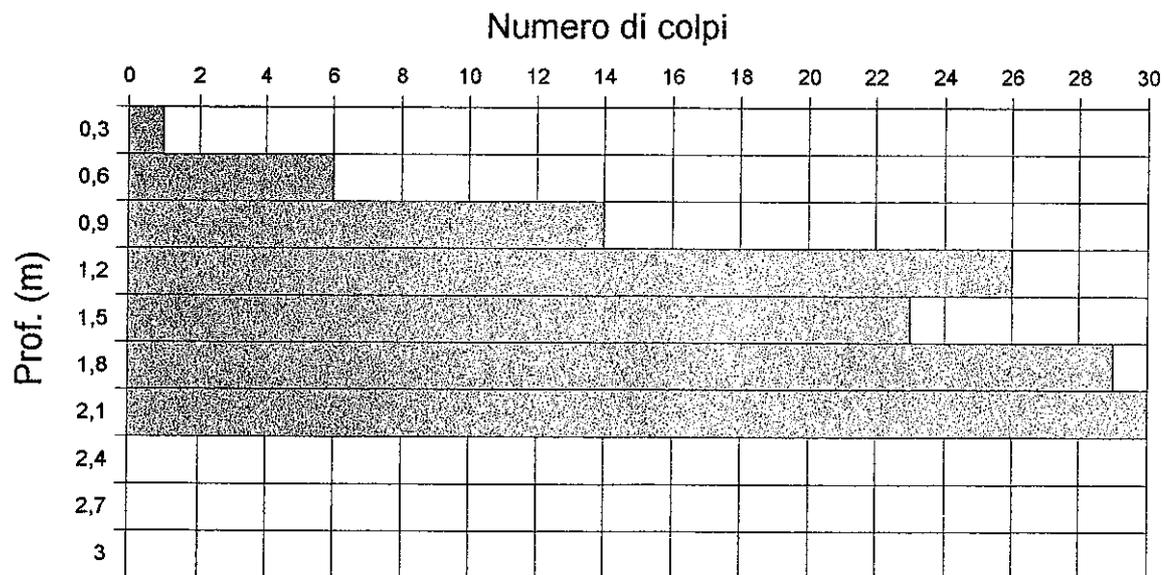


Cantiere: Germagnano

data: 07/12/2000

osservazioni: L.S. assente

## Prova penetrometrica dinamica S.C.P.T. n. 2



REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA di TORINO

COMUNE di GERMAGNANO

Propr.  
BORLATTO Elena  
via Borgo Nuovo n. 4/D  
Germagnano (TO)

COMUNE DI GERMAGNANO	
Att. il	- 7 MAG 2016
Prot. N.	2453
Cl. ....	Class. .... FABO. ....
Risposto il	.....

*Richiesta di autorizzazione allo smaltimento di reflui civili nel  
sottosuolo in loc. Murai snc*

ELABORATO

602/16-B

DATA

28 aprile 2016.

RELAZIONE GEOLOGICA

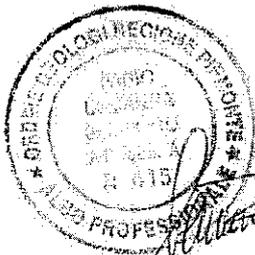
Dott. Fabio LAMANNA  
GEOLOGO

via G. Di Vittorio, 18/A - 10095 GRUGLIASCO (TO)  
Tel/Fax 011.19715842 - Cell. 340.4777540

[fabio.lamanna@geologipiemonte.it](mailto:fabio.lamanna@geologipiemonte.it)

P.IVA: 07612910013

Albo Geologi Piemonte Sez. A n° 415



DOCT. GEOL. FABIO LAMANNA  
Via G. Di Vittorio, 18/A  
10093 Grugliasco (TO)  
Tel. 0111.9705842 - Fax 011.9407886  
fabio.lamanna@geologi.piemonte.it

---

## Premessa

La presente relazione espone gli esiti di uno studio geologico ed idrogeologico nell'ambito del progetto per "demolizione e ricostruzione di fabbricato esistente con parziale ristrutturazione edilizia" in loc. Murai snc, Comune di Germagnano (TO), a supporto della richiesta di concessione allo smaltimento di reflui civili nel sottosuolo, non essendo la zona servita da pubblica fognatura.

Il sito oggetto di intervento trova riscontro cartografico nella sezione n. 134100 della Cartografia Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 (cfr. all. 1); l'area di proprietà è compresa nelle particelle catastali n. 554-675-885-400-401-402-403-404-625 del foglio 8.

Lo studio è finalizzato alla definizione del contesto geologico ed idrogeologico del territorio, mirato all'identificazione del corpo ricevitore dei reflui ed al corretto dimensionamento del sistema di dispersione in conformità alla normativa vigente, della quale si riportano alcuni dei riferimenti più rilevanti:

- normativa nazionale: D. Lgs. 4/2008, D. Lgs. 152/2006, D. Lgs. n° 248/2000 e D. Lgs. n° 152/1999;
- normativa regionale: L.R. 61/2000, L.R. 13/1990;
- D.C.M. 4/21/1977 all. 5, sulle norme tecniche di applicazione ex L. 319/77.



## 1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il quadro geologico è desumibile dall'esame del Foglio n. 56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia in scala 1/100.000 (cfr. Figura 1), mentre manca il supporto della nuova Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

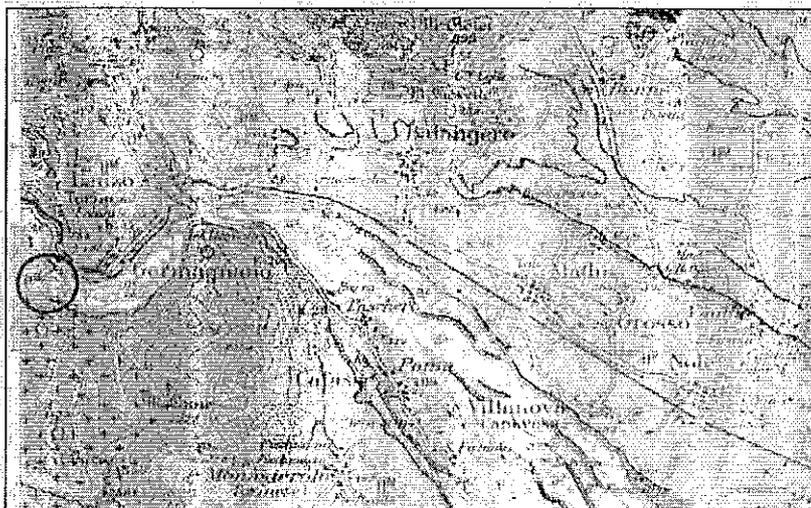


Figura 1 - Stralcio della C.G.I. scala 1/100.000 F. 56 "Torino"

L'area oggetto di studio si trova in corrispondenza della fascia pedemontana alpina, immediatamente all'interno dello sbocco delle Valli di Lanzo, dove il F. Stura disegna due pronunciate anse, molto incise verticalmente, prima di immettersi nella pianura antistante.

Nello specifico il sito d'intervento è ubicato sull'ampia superficie ondulata e moderatamente acclive, che funge da raccordo tra il versante roccioso a monte e lo stretto fondovalle della Stura di Lanzo, espressione morfologica dei depositi superficiali quaternari che la letteratura geologica classica ascrive al "Fluviale Mindel" ( $fl^M$  in Figura 1) secondo una notazione geocronologica ormai obsoleta, costituito nella fattispecie da terreni a granulometria eterometrica, fortemente alterati ed argillificati.

Si tratta di un lembo relitto ed isolato, conservato in posizione altimetrica elevata all'interno dell'ansa interna della Stura di Lanzo e dissecata dallo stesso corso d'acqua alla base, dove forma un vasto sistema di scarpate piuttosto acclivi.

Sotto l'aspetto prettamente geologico tale lembo rappresenta il settore apicale di un vasto conoide che nel Pleistocene medio si apriva a ventaglio nella pianura antistante e che attualmente è conservato in corpi relitti nelle fasce altimetriche sommitali, dove dà luogo, più a valle nella pianura antistante, al complesso sistema di alti terrazzi, da moderatamente a fortemente ondulati, caratteristici delle vauze canavesane.

Questa ampia struttura morfologica, sviluppatasi allo sbocco delle Valli di Lanzo ad opera degli imponenti scaricatori glaciali nel Pleistocene medio ed inferiore, risulta attualmente dissecata e rimodellata dal reticolato idrografico sovrimposti successivamente alla sua formazione.

L'attuale configurazione geomorfologica è, dunque, il risultato della combinazione di diversi cicli erosivo-deposizionali, che hanno determinato lo smembramento del conoide con il modellamento di ampie aree solcate dalle incisioni dei corsi d'acqua, all'interno delle quali, con il ripetersi dei cicli, si depositavano formazioni più recenti a quota meno elevata.

La roccia in posto, affiorante lungo i versanti a monte del sito e lungo le incisioni dei corsi d'acqua è costituita da litotipi di pertinenza geostrutturale alpina, facenti parte del "*Massiccio Ultrabasico di Lanzo*", riconducibili ad associazioni di peridotiti lherzolitiche, serpentiniti e sporadici filoni gabbrici, sulle quali si possono sviluppare localmente delle particolari coltri d'alterazione residuale, costituite anche da associazioni mineralogiche di magnesite ed opale, estratte in passato a scopo commerciale.

## 2. MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Nell'ambito del progetto di ristrutturazione del fabbricato esistente sono state eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche continue per la caratterizzazione dei terreni, fruibili anche ai fini della presente.

### 2.1. Modello litostratigrafico

Dal compendio dei dati acquisiti, il modello litostratigrafico interpretativo è sintetizzabile nel seguente modello concettuale:

- orizzonte superficiale riconducibile a termini prevalentemente sabbioso-limosi alterati ed argillificati, concretizzanti l'originaria coltre pedogenetica di copertura della sequenza fluvioglaciale pleistocenica, complessivamente caratterizzati da potenza pari a circa 1,5 m e scarsa conducibilità idraulica, che costituiranno necessariamente il corpo ricettore dei reflui nell'ipotesi di subirrigazione presa in esame;
- substrato ascrivibile al tetto della serie fluvioglaciale pleistocenica, costituito da termini grossolani (ghiaie, ciottoli e blocchi litoidi) inglobati in abbondante matrice più fine (sabbie, limi ed argille in proporzioni variabili) sviluppatesi anche per intensa alterazione ed argillificazione di alcuni elementi litoidi (per lo più ultrabasiti pedogenizzate).

### 2.2. Considerazioni idrogeologiche

La prova penetrometrica eseguita immediatamente a monte del fabbricato (P2) ha rivelato la presenza di acqua a circa 4 m di profondità, mentre quella eseguita a valle (P1), arrestatasi a 3,20 m non ha evidenziato tracce di acqua sulle aste.

Tale configurazione impone l'esigenza di adottare il sistema di subirrigazione per la dispersione dei reflui, per soddisfare il franco imposto dalla normativa vigente tra superficie di falda e base delle trincee assorbenti, pari a 1 m, come specificato nel seguente cap. 53.

### 3. SMALTIMENTO DEI REFLUI

Considerando che la zona non è servita da rete fognaria, è necessario ricorrere ad un metodo alternativo di smaltimento delle acque di rifiuto provenienti dall'insediamento civile in progetto.

La normativa consente, con limitati volumi di scarico, la dispersione dei reflui nel sottosuolo, altrimenti vietata, a condizione che essi subiscano un trattamento di decantazione, digestione e chiarificazione in una vasca settica tipo Imhoff, a tenuta idraulica, e che la situazione idrogeologica locale lo consenta.

Senza entrare nel merito di una trattazione delle caratteristiche tecniche dei sistemi di chiarificazione dei reflui e dei limiti tabellari da rispettare, rimandano alla normativa esistente in materia, nell'ambito della presente relazione si prendono in esame unicamente le implicazioni idrogeologiche del recapito nel sottosuolo, ovvero dimensionamento, caratteristiche tecniche e ubicazione ottimale del sistema di dispersione.

Nella fattispecie, la dispersione dei reflui dovrà avvenire tramite trincee di subirrigazione.

#### 3.1. Dimensionamento del sistema di subirrigazione

Il dimensionamento del sistema di dispersione è funzione diretta delle portate da smaltire ed inversa della capacità di assorbimento del terreno, definita da caratteristiche intrinseche del mezzo ricevente (natura del terreno, granulometria, addensamento, conducibilità idraulica, ecc.).

Come da disposizioni normative ci si riferisce a tabelle comparative che mettono in relazione lo sviluppo lineare delle condotte di subirrigazione con la natura del terreno ed il numero di utenti asserviti.

Alla luce di tutte le considerazioni litologiche e geoidrologiche esposte nel capitolo precedente, si ritiene che il terreno ricevente sia assimilabile alla categoria "sabbia sottile con argilla" (cfr. D.C.M. 4/2/77 §5), per il quale la normativa prevede uno sviluppo delle condotte disperdenti non inferiore a 5 m lineari per utente asservito.

#### 3.2. Caratteristiche del sistema di subirrigazione (ex D.C.M. 4/2/77)

Il liquame proveniente dalla vasca Imhoff è convogliato, in un'ideale vaschetta a tenuta idraulica con sifone di cacciata, per la successiva immissione nella condotta disperdente.

A monte della condotta deve essere realizzato un pozzetto d'ispezione al fine di consentire i prelievi necessari alle analisi chimiche degli scarichi, per accertare l'ammissibilità degli stessi nel terreno, in fase di autorizzazione e per il successivo eventuale monitoraggio.

La condotta disperdente può essere costituita da elementi tubolari di 10 ÷ 12 cm di diametro e lunghezza di 30÷50 cm, con estremità tagliate dritte e distanziate di 1÷2 cm, coperta superiormente con tegole o elementi di pietrame e con pendenza fra 0,2%÷0,5%.

La condotta viene posta in trincea profonda circa 2/3 di metro, dentro lo strato di pietrisco collocato nella metà inferiore della trincea stessa; l'altra parte della trincea viene riempita con il terreno proveniente dallo scavo adottando accorgimenti affinché il terreno di rinterro non penetri, prima dell'assestamento, nei vuoti del sottostante pietrisco; un idoneo sovrassetto eviterà qualsiasi avvallamento sopra la trincea.

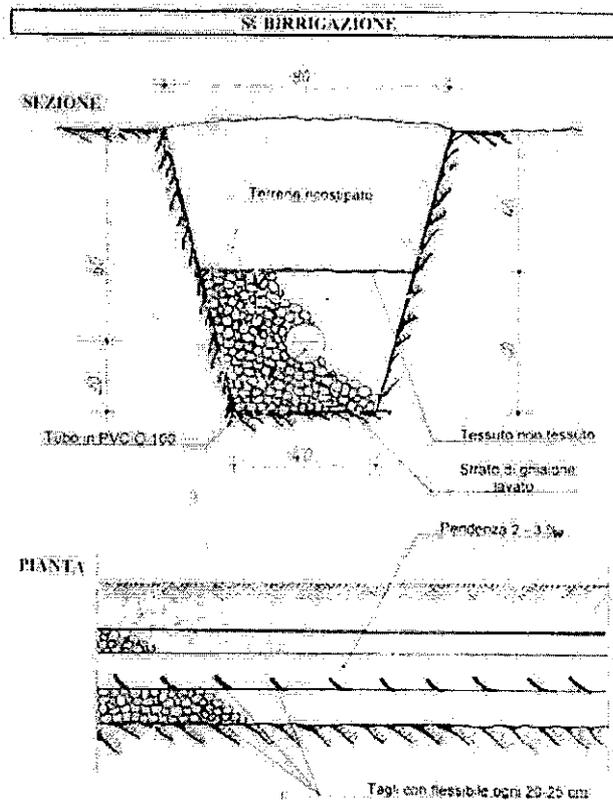


Figura 2 – Schema tecnico orientativo della trincea di subirrigazione

### 3.3. Vincolistica da rispettare ed accorgimenti tecnici

La trincea deve essere collocata il più possibile lontano da strutture che ostacolino il passaggio dell'aria nel terreno (aree pavimentate, fabbricati, ecc.) e diminuiscano in questo modo l'efficacia del processo di ossidazione dei reflui.

Inoltre, la posizione della trincea deve rispettare una distanza di 30 m da qualsiasi condotta, serbatoio od altra opera destinata al servizio pubblico di acqua potabile. Stando a quanto riportato in sede di P.R.G.C. vigente, l'areale in esame non risulta compreso entro fasce di rispetto di pozzi ad uso potabile.

Lo sviluppo complessivo, computato considerando una lunghezza minima di 5 ml per utente asservito, può essere ottenuto operativamente disponendo le condotte nelle trincee su un'unica fila, su una fila con ramificazioni o su più file.

Il terreno interessato dalla subirrigazione non può essere utilizzato per la coltivazione di vegetali da consumarsi crudi.

Considerato l'assetto geologico del sito, la profondità del fondo trincea è da ritenersi compatibile, in condizioni ordinarie, con il livello della falda idrica, che si dovrebbe attestare intorno ai 4 m s.p.c. locale, secondo quanto rilevato (cfr. par. §2.2): in tal modo risulta ampiamente soddisfatto il franco di 1 m, imposto dalla normativa vigente, tra il letto della trincea e la superficie piezometrica in condizioni ordinarie.

Da ultimo, si raccomanda vivamente la messa a dimora di essenze arbustive sempreverdi od erbacee perenni in corrispondenza dell'area di dispersione per favorire lo smaltimento dei reflui anche per effetto dell'evapotraspirazione e contribuire attivamente a ridurre la possibilità di formazione dei ristagni, eventualità non del tutto trascurabile, vista la presenza di terreni con caratteristiche di medio-scarso permeabilità.

Tra gli arbusti adatti allo scopo ed alla situazione climatica locale si citano: *Aucuba japonica*; *Bambusa sp.* - *Arundinaria sp.*; *Calycanthus floridus*; *Cornus alba* e *C. florida*; *Cotoneaster salicifolia*; *Prunus laurocerasus*; *Spiraea thunbergii*.

In conclusione, fermo restando il rispetto dei contenuti della presente nota tecnica, la dispersione dei reflui nel sottosuolo tramite trincee di subirrigazione è da ritenersi compatibile con l'assetto idrogeologico locale ai sensi della normativa vigente.

Grugliasco, 28 aprile 2016

PER QUANTO DI COMPETENZA

Dott. Geol. F. Lamanna  
Ord. Reg. dei Geologi n. 115



X

INDICE

PREMESSA .....	1
1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	2
2. MODELLO GEOLOGICO LOCALE .....	4
2.1. <i>Modello litostratigrafico</i> .....	4
2.2. <i>Considerazioni idrogeologiche</i> .....	4
3. SMALTIMENTO DEI REFLUI .....	5
3.1. <i>Dimensionamento del sistema di subirrigazione</i> .....	5
3.2. <i>Caratteristiche del sistema di subirrigazione (ex D.C.M. 4/2/77)</i> .....	5
3.3. <i>Vincolistica da rispettare ed accorgimenti tecnici</i> .....	7

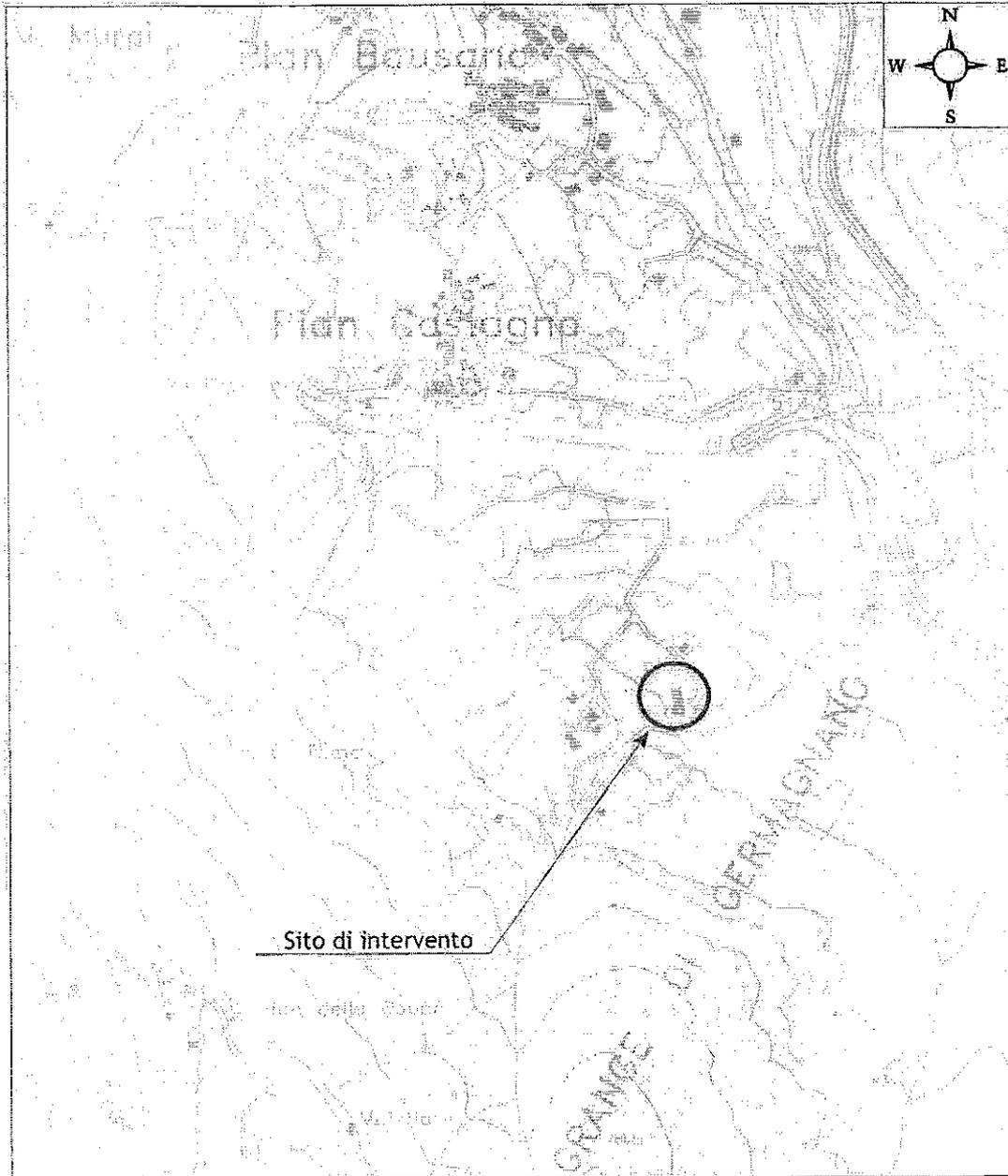
ALLEGATI

Allegato 1      Ubicazione del sito su base C.T.R.

# ALLEGATO 1

## Ubicazione dell'area e delle indagini geognostiche

Stralcio della C.T.R., scala 1:10.000, sez. n. 134100



**COMUNE DI GERMAGNANO (TO)**

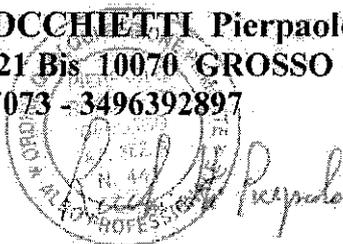
*Osservazioni di carattere geologico-tecnico relativamente a un progetto di edificazione di area posta in Via Margaula.*

**Committente: MARIETTA BERSANA Piero Michele**

**Data: Aprile 2011**

<b>COMUNE DI GERMAGNANO</b>	
Arr. II	28 APR 2011
Prot. N.	..... <i>1006</i> .....
Cat.	..... <i>Class</i> .....
Risposta II	..... <i>Fissa</i> .....

**Dr. Geol. ROCCHIETTI Pierpaolo**  
**Via Corio n. 21 Bis 10070 GROSSO (TO)**  
**Tel.: 0119267073 - 3496392897**



## **INDICE**

CAPITOLO 1: Introduzione	p. 2
CAPITOLO 2: Caratterizzazione geologica	p. 3
CAPITOLO 3: Caratterizzazione geotecnica	p. 9
CAPITOLO 4: Assetto geomorfologico locale e indicazioni geologico - tecniche	p. 12
CAPITOLO 5: Valutazioni di portanza e Stati limite di esercizio	p. 16
CAPITOLO 6: Conclusioni	p. 19
ALLEGATI	p. 23

## 1. INTRODUZIONE.

La presente relazione espone i risultati di uno studio effettuato relativamente ad un'area posta in *Via Margaula* dove è in previsione una variazione al P.R.G.C. per la realizzazione di fabbricati residenziali di tipo unifamiliare e bifamiliare; tale zona è attualmente sottoposta a vincoli di carattere geologico - morfologico (cfr. *Allegato n. 1*).

Sulla base dei dati desunti dalla *Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*, allegata alla Relazione geologica del P.R.G.C., a firma del Dr. Geol. Biolatti G. (Luglio 2007), il sito in esame ricade infatti in gran parte nella *Classe III b2* mentre la parte rimanente, posta a NORD, è stata attribuita alla *Classe III a*.

Considerando la normativa vigente, per la *Classe III b2* sono consentite nuove unità abitative subordinatamente alla realizzazione di interventi di riassetto territoriale; la *Classe III a* è invece più restrittiva e nelle porzioni di territorio comprese in tale Classe non sono ammessi nuovi interventi residenziali o produttivi.

Al fine di fare una valutazione a scala locale delle effettive condizioni di pericolosità e della possibilità di variare la Carta di sintesi estendendo l'attribuzione della classe meno vincolante (*III b2*) anche alla parte attualmente in *III a* e conseguentemente esprimere un parere di fattibilità dell'intervento sopra citato (previa definizione e realizzazione degli interventi di riassetto previsti dalle norme vigenti), sono state svolte delle indagini in sito e nelle aree circostanti; vengono inoltre indicati alcuni interventi o accorgimenti tecnici ritenuti opportuni.

Gli interventi di riassetto sopra citati, prescritti per la mitigazione della pericolosità e del rischio conseguente, verranno definiti dagli estensori del Piano, ai quali ne è demandata la responsabilità, in accordo con gli iter procedurali e normativi vigenti.

Nei capitoli successivi, facendo riferimento al *D.M. 14/1/2008 (Norme tecniche per le costruzioni)* e relativa *Circolare 2/2/2009 n. 617 C.S.LL.PP.* e alla *D.G.R. 19/1/2010 n. 11-13058 (Aggiornamento e adeguamento delle Zone sismiche)*,

verranno presi in considerazione gli aspetti geomorfologici e geologico-tecnici dell'area in esame e delle zone limitrofe, effettuando anche una valutazione di portanza e deformabilità dei terreni di fondazione.

Gli identificativi catastali del sito in esame e l'estratto dal P.R.G.C. del Comune di Germagnano sono riportati nell'*Allegato n. 2*.

## **2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA.**

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame è costituita da antichi depositi alluvionali terrazzati di età *Mindel*, sopraelevati rispetto alle aree di fondovalle e geneticamente riferibili alle fasi deposizionali pleistoceniche dei principali corsi d'acqua (quali la *Stura di Lanzo*); tali depositi individuano i lembi relitti di antiche conoidi formando l'alto terrazzo ondulato posto a OVEST di Lanzo, intensamente eroso dai corsi d'acqua secondari e minori e delimitato da scarpate di erosione aventi notevoli dislivelli.

Questi depositi hanno potenza variabile approssimativamente da una a qualche decina di metri e ricoprono presumibilmente un substrato roccioso pre-quadernario appartenente al *Massiccio Ultrabascico di Lanzo* (per i termini usati si fa riferimento alla *Carta Geologica d'Italia* in scala 1: 100.000, *foglio 56, Torino*, 2<sup>a</sup> edizione).

Il sito in esame è un terreno vegetato situato ad una quota media pari a circa 528 m s.l.m. nella parte inferiore del versante posto a SUDEST di Loc. *C. Maddalene*, che nel tratto in esame individua un'area di cresta (o displuvio) a modesto risalto morfologico, subpianeggiante nella parte superiore (più elevata) e degradante nella stessa direzione con pendenza variabile, da leggera a moderata (in media pari a circa 10°, corrispondente al 16 %); è inoltre presente una pendenza in direzione EST verso la strada principale (*Via Margaula*) dell'ordine di 15 ° e, sul lato opposto, approssimativamente in direzione SUD-OVEST verso una strada secondaria (pari mediamente a 26 + 28 °).

In base alle indicazioni del foglio 56 sopra citato i depositi quaternari presenti nell'area d'indagine sono indicati come *depositi fluviali* del periodo *Fluviale Mindel* (*f<sup>M</sup>*, Pleistocene medio-inferiore continentale), costituenti i lembi relitti di antiche conoidi come quella della Stura di Lanzo: "Le superfici della paleoco-noide si presentano più o meno fortemente ondulate e hanno un potente paleo-suolo argilloso rosso-bruno (noto con il termine di *ferretto*), ricoperto da una coltre più o meno spessa di loess argillificato" (attribuibile al *Cataglaciale Riss*).

I depositi ghiaiosi ciottolosi del Mindel sono visibili solo localmente in affioramento essendo ricoperti con continuità da una coltre di copertura di tipo eluvio-colluviale, di composizione limosa sabbiosa con detriti ghiaiosi centimetrici (e argilla in percentuale variabile, tendenzialmente bassa); la potenza di tale coltre è variabile e nel sito in esame è inferiore al metro.

#### **Assetto stratigrafico locale.**

Relativamente ai dati stratigrafici di sottosuolo si fa riferimento a tre pozzetti esplorativi scavati in sito; (per la loro ubicazione cfr. *Allegato n. 3*); la stratigrafia riscontrata (dall'alto verso il basso) è riportata di seguito.

#### **Pozzetto n. 1 (profondo circa 2 m):**

- Dal P.c. a  $-0,3 \div 0,4$  m: strato superficiale limoso sabbioso con argilla, materiale organico e ghiaia fine (da millimetrica a centimetrica).
- Da a  $-0,3 \div 0,4$  m a fondo scavo: depositi ghiaiosi ciottolosi con blocchi in matrice da limosa argillosa a limosa argillosa con sabbia.

#### **Pozzetto n. 2 (profondo circa 2 m):**

- Dal P.c. a  $-0,4 \div 0,5$  m: strato superficiale limoso sabbioso con argilla, materiale organico e ghiaia fine.
- Da a  $-0,4 \div 0,5$  m a fondo scavo: depositi ghiaiosi ciottolosi con blocchi in matrice da limosa argillosa a limosa argillosa con sabbia; è presente un'intercalazione sabbiosa con ghiaia fine alterata, di potenza decimetrica.

#### **Pozzetto n. 3 (profondo circa 2 m):**

- Dal P.c. a  $-0,4 \div 0,6$  m: strato superficiale limoso sabbioso con argilla, materiale organico e ghiaia fine.

- Da a  $-0,4 \pm 0,6$  m a fondo scavo: depositi ghiaiosi ciottolosi con blocchi in matrice fine, come negli scavi precedenti.

Negli scavi non si è osservata presenza di acqua ma solo di locale maggior umidità.

Nei depositi ghiaiosi ciottolosi in matrice fine, che presentano leggera coesione (localmente maggiore) e buon addensamento, gli elementi litoidi sono arrotondati e più o meno alterati (tendenzialmente il grado di alterazione è abbastanza elevato).

Sulla base di stratigrafie note di pozzi per uso idropotabile o relative a studi effettuati per altre finalità, i terreni del Mindel, al di sotto degli strati superficiali di alterazione prevalentemente limosi argillosi (aventi potenza variabile da uno ad alcuni metri), sono costituiti da ghiaia e ciottoli poligenici e eterometrici, arrotondati e più o meno alterati, frammisti a matrice più o meno fine (da limosa argillosa nella parte superiore alterata della sequenza sedimentaria a sabbiosa o sabbiosa limosa a maggiori profondità, dove la sequenza stessa presenta alterazione scarsa o trascurabile), che hanno una notevole potenza (pari ad almeno  $10 \div 15$  m) e includono, soprattutto nella parte inferiore della sequenza, livelli di composizione limosa argillosa (o limosa sabbiosa) di potenza variabile da uno ad alcuni metri; può riscontrarsi inoltre la presenza di elementi litoidi di maggiori dimensioni (blocchi e massi).

### **Pericolosità geomorfologica.**

Come visto nell'Introduzione, con riferimento alla *Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica* il sito in esame ricade quasi interamente nella *Classe III b2* mentre la parte rimanente, posta a NORD, è stata attribuita alla *Classe III a*.

In linea generale la *Classe III s. I* denota condizioni di pericolosità geologica e corrisponde a settori di territorio (aree di versante nel caso specifico) dove possono sussistere processi morfogenetici in atto oppure possono essere presenti caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche tali da indurre una potenziale propensione al dissesto (condizioni di stabilità prossime all'equilibrio limite, movimenti gravitativi quiescenti, fenomeni erosivi etc.); in tali settori po-

trebbero pertanto potenzialmente verificarsi fenomeni di dissesto (a seguito di eventi pluviometrici eccezionali per intensità e/o durata) in assenza di interventi di riassetto e di mitigazione della pericolosità (e/o di accorgimenti di carattere tecnico da realizzarsi nell'ambito del lotto edificatorio).

### **Modello geologico.**

Il modello costitutivo del sottosuolo nell'ambito della zona di influenza è rappresentato da una sequenza sedimentaria di età pleistocenica formata da depositi ghiaiosi ciottolosi (in matrice più o meno fine) di genesi fluviale, con possibili intercalazioni o lenti limose sabbiose e/o argillose; tale sequenza è ricoperta superiormente dai depositi superficiali limosi sabbiosi argillosi, formanti una coltre di tipo eluvio-colluviale avente potenza variabile (inferiore a 1 m nel sito in esame) e derivante da processi di alterazione, disgregazione, ruscellamento e rideposizione.

Data la relativa vicinanza del *Massiccio Ultrabasico di Lanzo*, che forma la dorsale che a partire dal *M. Momello* si estende verso NORD-NORDOVEST, è presumibile che la potenza di questi depositi non sia particolarmente elevata e che gli stessi ricoprano il substrato roccioso che costituisce tale massiccio.

### **Aspetti idrogeologici.**

Nell'area in esame non è riscontrabile la presenza di una falda freatica estesa e ben alimentata.

Ciò dipende dalle caratteristiche geomorfologiche a grande scala dell'area stessa, dove gli apporti idrici per infiltrazione diretta sono limitati o ridotti per la bassa o scarsa permeabilità dei depositi presenti e si ha il drenaggio delle acque verso quote inferiori o verso le zone morfologicamente più depresse.

La circolazione idrica sotterranea è pertanto limitata e avviene verosimilmente lungo vie preferenziali a permeabilità locale maggiore e/o più alimentate, che possono localmente dar origine a sorgenti (ubicate in genere nella parte bassa dei versanti) e/o a modeste falde locali e temporanee di estensione e potenza limitate, soprattutto a seguito di eventi meteorici molto intensi e prolungati.

Non sussisterebbero quindi interazioni tra la falda anzidetta e le strutture di fondazione e la loro zona di influenza nel sottosuolo; nelle valutazioni analitiche si

possono quindi assumere condizioni drenate (analisi in termini di tensioni efficaci) e valutare i cedimenti immediati.

Data la presenza più o meno diffusa nel sottosuolo di acque di infiltrazione, alimentate dal ruscellamento diffuso e dall'infiltrazione efficace (in quantità per lo più modeste ma potenzialmente variabili anche in ambiti ristretti, in funzione sia delle condizioni stratigrafiche, idrogeologiche e morfologiche locali sia dell'entità delle precipitazioni meteoriche), in presenza di locali interrati o seminterrati si renderebbe necessaria un'adeguata impermeabilizzazione delle strutture contro terra (e/o la realizzazione di intercapedini), al fine di prevenire l'umidità e/o potenziali infiltrazioni d'acqua nei locali stessi; sarebbe opportuna inoltre la realizzazione di uno strato drenante ghiaioso a fianco delle fondazioni e a tergo dei muri di contenimento, con tubazione di raccolta e allontanamento in idoneo ricevitore delle acque filtranti nel sottosuolo, al fine di prevenire la formazione di potenziali pressioni neutre, ristagni e infiltrazioni nei terreni di fondazione e nei terrapieni (cfr. Capitolo 4).

#### **Caratterizzazione sismica.**

Sulla base della nuova classificazione sismica dei Comuni piemontesi (cfr. Delibera della Giunta regionale citata nell'Introduzione), il Comune di Germagnano è stato classificato nella Zona 3 di sismicità, per cui le valutazioni geotecniche relative a qualsiasi intervento vanno effettuate con il *Metodo degli stati limite ultimi (SLU)*, non essendo possibile applicare il metodo delle tensioni ammissibili.

Il tipo di fabbricati previsti può riferirsi alla tipologia delle Costruzioni di *tipo 2* (opere ordinarie) con *Classe d'uso II* (costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza funzioni pubbliche e sociali essenziali).

#### *Categoria del sottosuolo.*

La categoria del sottosuolo viene definita secondo la procedura specificata dal *D.M. Infrastrutture e Trasporti* del 14/09/2005, "Norme tecniche per le costruzioni", che prevede che la classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_s$ , oppure sul numero

medio di colpi  $N_{SPT}$  ottenuti in una prova penetrometrica dinamica o sulla coesione non drenata media  $c_u$ .

Le categorie definite dal *D.M. 14 gennaio 2008* sono riportate nella *Tabella 1*.

CATEGORIA	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{S,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{S,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fine).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{S,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fine).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{S,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fine).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_S &gt; 800</math> m/s).</i>
S1	<i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di <math>V_{S,30}</math> inferiori a 100 m/s (ovvero <math>10 &lt; c_{u,30} &lt; 20</math> kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.</i>
S2	<i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.</i>

**Tabella 1: Categorie di sottosuolo di riferimento.**

Nel caso in esame sulla base dei dati stratigrafici citati in precedenza il sottosuolo è attribuibile alla *categoria C (Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti)*.

Essendo tuttavia la potenza dei depositi presumibilmente non superiore a 20 m,

si considera la categoria *E*.

#### *Valutazione della suscettibilità ai fenomeni di liquefazione.*

Considerando i dati stratigrafici anzidetti non sono emerse evidenze che i depositi presenti nel sottosuolo dell'area in esame possiedano caratteristiche granulometriche e di addensamento tali da originare fenomeni di liquefazione in presenza di sollecitazioni sismiche.

Per un intervento di edificazione sarebbe in ogni caso opportuna la realizzazione di fondazioni a platea.

#### *Fattori connessi con la sismicità.*

Per il sito in esame si riportano i dati di seguito esposti.

- Zona sismica: 3
- Coordinate geografiche: **Lon** 7,4701 EST; **Lat** 45,2680 NORD
- Vita nominale delle opere:  $V_N \geq 50$  anni (tipo 2)
- Classe d'uso: II
- Categoria topografica: **T1** (al limite con la T2)
- Categoria del sottosuolo: **E**
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica:  $S_s = 1,6$
- Coefficiente di amplificazione topografica:  $S_T = 1,1$
- Coefficiente di amplificazione totale:  $S = S_s \cdot S_T = 1,76$
- Periodo di riferimento per l'azione sismica:  $V_R \geq 50$  anni (per il tipo d'opera e per la classe d'uso II)
- Probabilità di superamento nel periodo  $V_R$ :  $P_{VR} = 10\%$  (per lo *Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita o SLV*)
- Tempo di ritorno:  $T_R = 475$  anni (per lo *SLV* e per la Classe II).

Si specifica che il periodo  $V_R$  è dato dal prodotto tra  $V_N$  e  $C_U$ , dove quest'ultimo è un *coefficiente d'uso* pari a 1 per la Classe II.

### **3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.**

La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo nell'ambito del volume significativo (inteso come il volume in cui le variazioni di stato tensionale indotte da un intervento determinano conseguenze non trascurabili) viene effettuata tenendo

conto dei dati ricavati da due prove penetrometriche dinamiche SCPT effettuata in sito mediante un'apparecchiatura DPSH spinta fino a rifiuto (cfr. Allegato n. 4); in tale prova si riporta il numero di colpi ( $N_{30}$ ) di una massa battente necessario per far avanzare di 30 cm la punta conica del penetrometro nel sottosuolo.

La resistenza e la consistenza del terreno sono inversamente proporzionali al numero di colpi.

Si è inoltre fatto riferimento a dati e conoscenze disponibili relativi a contesti geologici analoghi, desunti anche dalla letteratura geotecnica.

Dall'analisi dei risultati di tali prove si desume la presenza di depositi assai consistenti a profondità relativamente modesta, che hanno determinato il rifiuto alla penetrazione in tempi relativamente brevi.

Pertanto, assumendo le condizioni presunte più gravose, si considera un valore di  $N_{30}$  pari a 18 colpi.

#### **Correlazione tra $N_{30}$ e $N_{SPT}$ .**

Uno dei metodi utilizzati è quello di ricavare il valore di  $N_{SPT}$  (relativo alla prova SPT, *Standard Penetration Test*), noto quello di  $N_{30}$ , tramite opportune correlazioni desunte da studi condotti da autori diversi sia in Italia che all'estero.

Sulla base di tali correlazioni si denota che il rapporto  $N_{30}/N_{SPT}$  assume valori variabili (imputabili ad es. all'attrito laterale aste - terreno), che nel caso specifico relativo al penetrometro utilizzato nelle prove effettuate (di tipo super pesante Meardi - AGI) è dell'ordine di 0,6 (valore relativo a terreni ghiaiosi sabbiosi limosi); altre prove effettuate all'estero con penetrometri analoghi hanno fornito valori prossimi all'unità.

Per il caso specifico in esame si assume pertanto un valore di  $N_{SPT}$  pari a 18.

#### **Classificazione dei terreni di fondazione.**

Per quanto riguarda i depositi ghiaiosi ciottolosi in matrice fine nel sistema unificato U.S.C.S. vengono distinti come terreni a granulometria grossa ghiaiosi e sono ascrivibili ai sottogruppi GM - GC (ghiaie limose e/o argillose, miscele di ghiaia, sabbia, limo e/o argilla), per l'apprezzabile presenza di questi due ultimi componenti fini (per cui la permeabilità è di norma molto bassa o quasi nulla).

Sono caratterizzati da capacità portante variabile da discreta a buona (in funzione dell'alterazione e della percentuale dei componenti fini); la compressibilità può variare in funzione delle variabili anzidette ma è tendenzialmente moderata o limitata.

La coesione è in genere leggera o modesta (localmente maggiore) ed è presente un buon addensamento, mentre il grado di alterazione è variabile (tendente a diminuire con l'aumentare della profondità, mentre l'addensamento tende ad aumentare).

Anche l'angolo di resistenza a taglio assume valori variabili, in dipendenza dell'addensamento, della composizione e percentuale della matrice e del grado di alterazione.

Un aumento di quest'ultimo e/o della percentuale di matrice fine (che di norma è subordinata) fa diminuire tale angolo (e quindi la capacità portante) e fa aumentare i cedimenti, così come la presenza di locali intercalazioni fini, che riducono i valori di portanza del terreno di fondazione aumentandone la compressibilità; l'incremento della coesione determina invece un incremento di tale portanza.

Il modulo di deformazione assume valori medi (o medio alti), dipendenti dalle variabili sopra citate; la presenza di elementi litoidi tendenzialmente poco alterati (o una diminuzione della percentuale di quelli alterati) e l'addensamento limitano il grado di compressibilità e quindi i cedimenti delle fondazioni.

### **Parametri caratteristici e di progetto.**

Con riferimento al *D.M. 14/01/2008*, per le valutazioni inerenti gli stati limite l'utilizzo dell'*Approccio 2 (A1, M1, R3)* prevede l'applicazione ai parametri geotecnici caratteristici del terreno di coefficienti parziali  $\gamma_M = 1$ , in modo tale da ricavare i parametri di progetto da utilizzare nelle suddette valutazioni; essendo tali coefficienti unitari i valori caratteristici coincidono con quelli di progetto.

Il parametro relativo alla *resistenza a taglio* del volume di sottosuolo indagato, che viene considerato omogeneo ai fini della progettazione geotecnica, viene ricavato come di seguito indicato.

*Angolo di resistenza a taglio* [ $\varphi'$ , in gradi].

In letteratura esistono diverse correlazioni grafiche (ad es. *Shioi e Fukuni, 1982*) relative alla prova *SPT*, che consentono di ricavare parametri geotecnici quali l'angolo di resistenza a taglio a partire dal valore di  $N_{SPT}$ .

Considerando la correlazione citata si ha:

$$\varphi' = 0,3 \cdot N_{SPT} + 27$$

dalla quale si ottiene  $\varphi' \cong 32^\circ$ .

Per quanto riguarda gli altri parametri geotecnici si considerano i valori di seguito riportati.

*Modulo di deformazione* [ $E$ , in  $T/m^2$ ].

Tenendo conto dei dati stratigrafici riscontrati in sito e della possibile variabilità stratigrafica nell'ambito della zona di influenza, si assume un valore  $E = 2.500 T/m^2$ .

*Coesione* [ $c$ , in  $T/m^2$ ].

La coesione, benché nei depositi in esame sia in genere leggera (localmente un po' più elevata), viene cautelativamente considerata nulla, per cui si pone  $c' = 0$ .

*Peso specifico* [ $\gamma$ , in  $T/m^3$ ].

Per questo parametro si assume un valore pari a  $1,9 T/m^3$  (depositi ghiaiosi ciottolosi); per i depositi dello strato superiore si assume un valore pari a  $1,75 T/m^3$ .

*Modulo di Poisson* [ $\mu$ , adimensionale].

Questo modulo, utilizzato nell'analisi dei cedimenti, è assunto pari a  $0,3$ .

#### **4. ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE E INDICAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE.**

Nel seguito, ipotizzando un intervento edificatorio, ai fini della stabilità e sicurezza dell'insieme opere-terreno verranno indicati alcuni interventi o accorgimenti tecnici aventi validità generale, tesi a prevenire o mitigare la pericolosità

e il rischio e potenziali dissesti (che di norma si verificano nel corso di eventi alluvionali).

Il sito in esame, che non ricade in aree di dissesto attivo o incipiente, è posto su un pendio che nel tratto in esame, essendo su un'area di cresta (o displuvio), è caratterizzato dalla presenza di pendenze variabili da leggere a moderate (maggiori sul margine SUDOVEST), aventi direzione variabile (cfr. Capitolo 2) e non mostra evidenze di dissesti o instabilità; tale sito, trovandosi in zona di displuvio, non è posto in vicinanza a corsi d'acqua e non sono documentati nella zona oggetto di indagini e in un vasto intorno (con particolare riferimento al versante posto a NORDOVEST) fenomeni gravitativi in atto o quiescenti (Banca dati geologica regionale).

Per quanto riguarda il torrente che defluisce circa 60 m a NORDEST; si tratta di un corso d'acqua di modeste dimensioni e portata, che non mostra significative tendenze erosive in alveo (in dipendenza sia delle modeste dimensioni del bacino sotteso a monte sia delle caratteristiche dell'alveo); potenziali dissesti localizzati e di modesta entità potrebbero verificarsi nelle scarpate adiacenti al torrente, che presentano a tratti pendenze molto elevate, ma data l'ubicazione del corso d'acqua rispetto al sito in esame non sono prevedibili interferenze o ripercussioni negative con il sito medesimo e con le opere previste.

A parte i depositi costituenti lo strato più superficiale, che presentano potenza relativamente modesta, i depositi ghiaiosi ciottolosi in matrice fine sono assai addensati e leggermente coesivi (a tratti la coesione può essere maggiore) e costituiscono un buon piano di fondazione.

Un intervento che preveda la realizzazione di piani interrati o seminterrati sarebbe a vantaggio di sicurezza in quanto l'approfondimento del piano di posa delle fondazioni (al fine di realizzare i piani stessi) determinerebbe un incremento del fattore di sicurezza nei confronti della stabilità globale, incrementerebbe la portanza dell'insieme opere - terreno e ridurrebbe i cedimenti.

Dato che il sito ha pendenza con direzione variabile, la profondità del piano di posa anzidetto rispetto al P.c. attuale potrebbe variare da un valore massimo (superiore a 3 m) a un valore minimo (o profondità minima); sulla base dei dati

stratigrafici riscontrati in sito, tenuto conto di quanto detto in precedenza, sarebbe opportuno che tale profondità minima non sia inferiore a 1 m e possibilmente anche superiore a tale valore (da verificare in fase di esecuzione degli scavi).

Si ritiene inoltre opportuna la realizzazione di fondazioni a platea, che consentirebbero una miglior distribuzione dei carichi e limiterebbero potenziali cedimenti differenziali.

Per quanto riguarda le condizioni di drenaggio superficiale la morfologia dell'area (posta in zona di displuvio) favorisce naturalmente l'allontanamento delle acque meteoriche; nelle aree di versante o di scarpata, ai fini della mitigazione del dissesto potenziale, assume in ogni caso importanza primaria la regimazione delle acque superficiali e sotterranee, che è tesa a limitare il più possibile la loro infiltrazione nel sottosuolo e a evitare ristagni e rammollimenti sia in superficie che nei terreni di fondazione e a tergo dei muri di contenimento ed anche potenziali infiltrazioni d'acqua nei locali interrati o seminterrati (soprattutto a seguito di notevoli eventi meteorici).

Al di sotto delle platee di fondazione e a tergo delle pareti contro terra (soprattutto quelle poste verso monte) è pertanto opportuna la realizzazione di idonea impermeabilizzazione (e/o di intercapedini) e di uno strato drenante costituito da ghiaia o pietrisco posto a fianco delle platee stesse, con tubazione di raccolta delle acque filtranti posta alla sua base, al fine di intercettare e allontanare tali acque.

Lo strato drenante, con relativa tubazione di raccolta e allontanamento, va disposto in particolare a tergo dei muri di contenimento (tra terreno di riempimento e muro), praticando anche dei fori di scolo o delle feritoie nel muro; è inoltre opportuno che lo strato stesso sia avviluppato da materiale filtrante (es. geotessile) al fine di evitare l'ingresso di materiale fine che potrebbe col passare del tempo compromettere la piena funzionalità del drenaggio.

Con riferimento ai muri di contenimento si osserva inoltre che a vantaggio di stabilità e sicurezza è opportuno che la loro geometria sia tale che la risultante delle forze applicate cada entro il terzo medio della loro fondazione (ciò si ottiene ad es. inclinando la parete esterna dei muri); tale accorgimento consente

anche di incrementare la portanza dell'insieme terreno - fondazione, che a parità di altre condizioni è massima quando l'eccentricità è nulla.

A monte di tali muri, in vicinanza alla loro sommità, soprattutto se hanno altezza rilevante (e quindi soggetti a maggiori spinte), è consigliabile realizzare delle canaline sub-orizzontali (o fossetti di guardia) tali da raccogliere e allontanare le acque ruscellanti in superficie, limitando così la loro infiltrazione nel terreno spingente.

E' opportuna anche un'azione tesa al mantenimento e/o al consolidamento della copertura vegetale, evitando denudamenti del suolo; tale copertura limita infatti il ruscellamento diffuso e l'erosione areale, trattiene parte delle acque meteoriche riducendone l'infiltrazione nel sottosuolo e tende a stabilizzare parzialmente gli strati più superficiali (tramite l'apparato radicale).

Occorrerà inoltre verificare la corretta regimazione delle acque ricadenti sulla strada posta a monte del sito, al fine di evitare che vi siano confluimenti delle medesime nel sito stesso, realizzando all'occorrenza opere di regimazione (quali ad es. canaline di raccolta e allontanamento).

Nei casi in cui è prevista la realizzazione di riporti per formare il piano campagna sistemato, più o meno sopraelevato rispetto all'attuale, occorre utilizzare materiali idonei, che devono essere ben compattati.

I materiali più idonei, non gelivi e non plastici, appartengono ai gruppi A1- A3 (materiali ghiaiosi e sabbiosi con limo in percentuale bassa o trascurabile) della *Classificazione delle terre C.N.R. - U.N.I. 1006/1963*, che presentano inoltre ritiro (o rigonfiamento) nulli.

I migliori risultati si ottengono quando la miscela tra gli inerti è caratterizzata da una granulometria ben assortita, cioè con una variazione continua delle dimensioni degli elementi litoidi, al fine di determinare il minor numero di vuoti possibile e limitare così l'insorgenza nel tempo di fenomeni di cedimento differenziale.

Per il medesimo fine è essenziale un adeguato costipamento, che nei casi in cui la potenza del riporto non è modesta va effettuato mediante la sistemazione del materiale in strati successivi, aventi spessore massimo dell'ordine di 30 cm;

infatti, in dipendenza anche delle dimensioni e peso del mezzo costipatore utilizzato, è più difficoltoso compattare strati aventi potenza superiore a quella indicata (in quanto l'azione di compressione diminuisce assai rapidamente con l'aumentare della profondità).

E' importante anche il contenuto d'acqua nel terreno al momento delle operazioni di costipamento, in quanto la densità massima si ottiene con un'umidità ottimale, che non deve essere eccessiva né troppo bassa.

Occorre quindi prestare attenzione all'insorgere di eventuali eventi meteorici (con eventuale posa di teli impermeabili), al fine di evitare imbibizioni e rammollimenti; viceversa, se prima del passaggio del rullo il contenuto d'acqua nel terreno fosse insufficiente, va aumentato il grado di umidità mediante opportuna aspersione.

Si osserva infine che nei casi in cui siano previste aree formate da riporti non sostenuti da muri di contenimento, se i volumi riportati non siano trascurabili è opportuno limitare la pendenza della superficie ottenuta dai riporti stessi, definendo una pendenza massima in dipendenza anche dei materiali utilizzati e del grado di compattazione raggiunto; discorso analogo vale per le superfici ottenute da scavi quando non sono sostenute.

## **5. VALUTAZIONI DI PORTANZA E STATI LIMITE DI ESERCIZIO.**

Nel seguito, ipotizzando un fabbricato a due o tre piani fuori terra con locali interrati o seminterrati e *fondazioni a platea* di dimensioni approssimativamente pari a  $9 \times 9$  m ( $= B_P \times L_P$ ) e posta a profondità  $D_P$  pari ad almeno 1 m rispetto al P.c. attuale (entro i depositi ghiaiosi ciottolosi in matrice fine), viene valutata la portanza e i cedimenti dell'insieme terreno - fondazione in condizioni di bassa sismicità (*Zona 3*); si assume inoltre un'altezza di gronda pari a 7 m.

Dato che la portanza, a parità di parametri geotecnici, varia al variare delle dimensioni di base delle fondazioni e della profondità del loro piano di posa (ed anche in funzione di altri parametri), le valutazioni effettuate sono indicative e

non applicabili a fondazioni aventi forma, dimensioni e profondità del piano di posa diverse rispetto a quelle considerate.

Il calcolo del *carico limite* ( $R_k$ , o carico di rottura generale del terreno di fondazione) e della conseguente *resistenza di progetto* ( $R_d$ ) viene effettuato con la relazione di *Hansen J. B.* (1970), che è la seguente (assumendo cautelativamente che la coesione  $c$  sia nulla):

$$R_k = \gamma_2 \cdot D_p \cdot N_q \cdot d_q \cdot s_q \cdot g_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot z_q + 1/2 \cdot \gamma_1 \cdot B_p \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot g_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot z_\gamma \cdot r_\gamma$$

I termini in  $s$ ,  $d$ ,  $i$ ,  $b$  e  $g$  sono fattori correttivi riferiti rispettivamente alla forma della fondazione, alla profondità del suo piano di posa, all'inclinazione della risultante dei carichi applicati, all'inclinazione della base della fondazione e all'inclinazione del piano campagna;  $N_q$  e  $N_\gamma$  sono i *fattori di capacità portante* mentre  $\gamma$  indica il peso specifico dei terreni posti sotto ( $\gamma_1$ ) e a lato ( $\gamma_2$ ) delle fondazioni;  $z_q$  e  $z_\gamma$  sono infine i *coefficienti di inerzia sismica* (Paolucci e Pecker, 1997) e  $r_\gamma$  è il *coefficiente di Bowles* (che è un fattore riduttivo applicabile quando  $B_p \geq 2$  m).

Assumendo che la base delle fondazioni sia orizzontale, il fattore  $b$  non viene considerato (poiché ha valore unitario); si considerano inoltre carichi baricentrici.

Il fattore correttivo  $g$  relativo all'inclinazione del P.c. è peraltro parzialmente incrementabile nel caso si realizzino locali interrati (in dipendenza della profondità  $D_p$  del piano di posa, il cui incremento determina un incremento del carico limite).

Per la platea considerata si è ottenuto un valore del carico limite  $R_k$  pari a circa  $60 \text{ T/m}^2$ , da cui  $R_d = 26 \text{ T/m}^2$ .

### **Valutazione dei cedimenti.**

Relativamente alle fondazioni, lo *stato limite di esercizio* (SLE) individua una soglia di sicurezza entro la quale il cedimento massimo ( $S_d$ ) è ritenuto accettabile; tale soglia non deve quindi essere superata.

Tale soglia può considerarsi pari al valore del cedimento massimo ammissibile per fondazioni su terreni sabbiosi; facendo riferimento a studi di autori diversi, tra i quali *Grant et al. (1974)*, si assume un valore di tale cedimento ammissibile  $S_a$  pari a 4 cm.

Considerando il terreno come mezzo elastico e omogeneo, nel caso di condizioni drenate viene valutato il cedimento immediato delle fondazioni, assumendo che siano strutture non rigide (come peraltro sono realmente, dato il modesto spessore che hanno in genere le platee in rapporto alle loro dimensioni).

Per una fondazione di forma quadrata o rettangolare appoggiata su un mezzo elastico di spessore definito si utilizza la seguente relazione:

$$S_d = Q_{es} \cdot 2 B_P \cdot (1 - \mu^2) \cdot I_F \cdot I_S / E \quad \text{dove}$$

$S_d$ : cedimento massimo al centro della fondazione [cm].

$Q_{es}$ : carico di esercizio, che determina un incremento di tensione sul piano di posa della fondazione [ $T/m^2$ ].

$I_F$  e  $I_S$ : coefficienti di influenza, ricavabili da tabelle e dipendenti dal rapporto  $L_P / B_P$ , dalla profondità  $D_P$ , dal coefficiente di Poisson ( $\mu$ ) e dall'altezza dello strato compressibile nell'ambito del quale avvengono le deformazioni.

Per la platea considerata, di dimensioni 9 x 9 m e posta a profondità minima  $D_P = 1$  m (rispetto al P.c. attuale), il carico  $Q_{es}$  (in  $T/m^2$ , incluso il suo peso proprio) che applicato uniformemente sul terreno di fondazione determina un cedimento  $S_d$  uguale al valore ammissibile  $S_a (= 4$  cm) è pari a circa 12  $T/m^2$ .

Questa valutazione è riferita ad un carico uniformemente distribuito su ogni metro quadrato di platea, cioè a un carico costante e omogeneo su ogni metro quadrato di terreno di fondazione; in tale condizione ottimale i cedimenti desumibili dalla *Tabella 2* e relativi al fabbricato considerato in condizioni più gravose di carico sarebbero dell'ordine di 1,5 cm e quindi compatibili con buon margine con il valore ammissibile.

Di norma occorre quindi ripartire i carichi in modo più uniforme possibile, al fine di evitare o limitare potenziali cedimenti differenziali (che sono già comunque ri-

dotti dalla presenza della platea).

FONDAZIONE A PLATEA		
	Qes [T/m <sup>2</sup> ]	S <sub>d</sub> [cm]
B <sub>P</sub> = 9 m	3,08 6,16 9,24 12,32	1 2 3 4 (= S <sub>a</sub> )
L <sub>P</sub> = 9 m		
D <sub>P</sub> = 1 m		

Tabella 2: Stati limite di esercizio per la fondazione a platea considerata. E' riportato il valore del carico Qes (in T per ciascun metro quadro di fondazione) che determina i cedimenti S<sub>d</sub> indicati; S<sub>a</sub> indica il valore ammissibile del cedimento (pari a 4 cm).

Si osserva infine che nei casi in cui la pendenza del P.c. posto in adiacenza ai fabbricati è assai elevata, al fine di evitare cedimenti e fessurazioni in corrispondenza dei marciapiedi è consigliabile ancorare questi ultimi ai muri perimetrali e disporre eventualmente delle canaline di raccolta delle acque meteoriche nel pendio a valle, evitando la loro dispersione sul pendio stesso.

## 6. CONCLUSIONI.

Lo studio svolto nel sito in esame e nelle aree circostanti ha analizzato gli aspetti geologico morfologici e geologico tecnici in previsione di una variazione alla Carta di Sintesi per rendere edificabile il sito stesso e realizzare fabbricati residenziali di tipo uni e bifamiliare.

In tale area la falda idrica presenta valori di soggiacenza elevati e non sono prevedibili interazioni con opere di fondazione e con la loro zona di influenza nel sottosuolo; data la presenza più o meno diffusa nel sottosuolo di acque di infiltrazione (soprattutto a seguito di eventi meteorici intensi o prolungati), è opportuna la realizzazione di idonei accorgimenti tecnici (quali impermeabilizzazioni e drenaggi) per contrastare l'umidità e potenziali infiltrazioni (cfr. Capitoli 2 e 4).

Dal punto di vista geologico - morfologico, il tratto di versante in esame, che non ricade in aree di dissesto attivo o incipiente, è posto in area di displuvio e non mostra evidenze di dissesti o instabilità o di altre particolarità tali da non rendere possibili le variazioni previste, precludendo la possibilità di realizzare le opere citate; nell'area e in un vasto intorno non sono peraltro documentati fenomeni gravitativi in atto o quiescenti (Banca dati geologica regionale).

In tale contesto assume importanza primaria la regimazione e il drenaggio delle acque superficiali e sotterranee e il consolidamento della copertura vegetale (cfr. Capitolo 4).

Tutte le acque di gronda e quelle ricadenti su altre superfici impermeabili ed anche le acque superficiali e sotterranee di drenaggio (dei muri e dei fabbricati) vanno pertanto raccolte e convogliate in idoneo recapito, al fine di limitare la loro infiltrazione e ristagno sul suolo e in sottosuolo, soprattutto se in vicinanza a strutture interrato e di fondazione (di muri, fabbricati o altri manufatti) o in presenza di muri di contenimento e di riporti e/o di morfologie locali più esposte a rischio; da evitare anche la presenza di aree depresse (dove potrebbero verificarsi ristagni d'acqua).

Ai fini della stabilità e sicurezza dell'insieme opere-terreno sono state espresse alcune osservazioni e indicazioni tecniche aventi per lo più validità generale e ritenute necessarie ai fini anzidetti; la definizione degli interventi di riassetto dovrà infatti essere effettuata dagli estensori del Piano.

Si sintetizza nel seguito quanto esposto in precedenza, nell'ipotesi di intervento che preveda la realizzazione dei fabbricati sopra citati, con locali interrati e con sistemazione del P.c. attuale tramite riporti e relativi muri di contenimento.

- Limitare allo stretto indispensabile i volumi di riporto (da realizzarsi con terreni idonei); scavi e riporti, quando sono di entità non trascurabile e in dipendenza della morfologia esistente e in progetto, all'occorrenza dovranno essere idoneamente sostenuti e drenati, per assicurarne la stabilità a breve e a lungo termine; occorre anche limitare la loro pendenza.
- I muri di contenimento, oltre all'idoneità strutturale, devono essere ben di-

mensionati (incluso il dimensionamento delle fondazioni), fondati su terreni idonei e a adeguata profondità (definibili in fase di esecuzione degli scavi in base alla stratigrafia locale riscontrata in sito, che potrebbe variare anche su brevi distanze), che va incrementata all'occorrenza e con base delle fondazioni orizzontale; necessitano inoltre di drenaggi come visto in precedenza.

Analogamente (e a maggior ragione) vale per le fondazioni dei fabbricati, tenendo conto in particolare che si tratta di fondazioni su pendio.

- Adeguata regimazione e drenaggio delle acque superficiali e sotterranee (incluse quelle potenzialmente provenienti dalla strada posta a monte del sito); sistemi di protezione dall'umidità e da potenziali infiltrazioni d'acqua nei locali interrati o seminterrati.
- Verifica dell'idoneità del piano di posa delle fondazioni (da effettuare a scavi ultimati), con eventuale approfondimento del piano stesso e/o sua bonifica; realizzazione di fondazioni a platea, impostate alla massima profondità possibile (in ogni caso, previa verifica anzidetta, la profondità minima assunta è pari ad almeno 1 m rispetto al P.c. attuale).
- Idoneità dei riporti, con riferimento ai terreni costituenti e al loro grado di compattazione.
- Consolidamento della copertura vegetale.

E' stata effettuata anche una valutazione di portanza e deformabilità dei terreni di fondazione, considerando una fondazione di tipo a platea impostata alla profondità minima anzidetta (1 m dal P.c. attuale); i valori ottenuti (cfr. Capitolo 5) sono compatibili con le opere considerate, anche tenendo conto dei fattori riduttivi dovuti all'inclinazione del P.c. e alle sollecitazioni sismiche.

Per le valutazioni effettuate si è assunta una continuità e omogeneità dei depositi in esame; a scavi ultimati è pertanto sempre necessaria una verifica di tale presunta continuità, accertando le condizioni stratigrafiche reali in sito (variando all'occorrenza i parametri assunti sulla base della situazione riscontrata) e adottando eventuali accorgimenti tecnici nel caso si rendessero opportuni, come ad es. l'approfondimento del piano di posa o altri accorgimenti analoghi ed

evitando che il terreno di fondazione subisca rimaneggiamenti o deterioramenti prima di realizzare le fondazioni.

Sulla base delle risultanze ottenute, tenendo presenti le indicazioni esposte, non si sono riscontrate condizioni di pericolosità (quali dissesti di natura torrentizia e/o gravitativa nelle adiacenze del sito o derivanti da vincoli relativi alle fasce di rispetto dei corsi d'acqua) tali da escludere l'attribuzione di una parte del sito in esame (attualmente in *Classe III a*) alla *Classe III b2*; si ritiene pertanto che tutta l'area oggetto di intervento possa essere inclusa nella *Classe III b2* e, previa realizzazione degli interventi di riassetto e/o degli accorgimenti tecnici previsti dalle norme vigenti ai fini della mitigazione della pericolosità e del rischio potenziale e della stabilità e sicurezza dell'insieme opere-terreno, si possa quindi esprimere un parere positivo di fattibilità dell'intervento in questione.

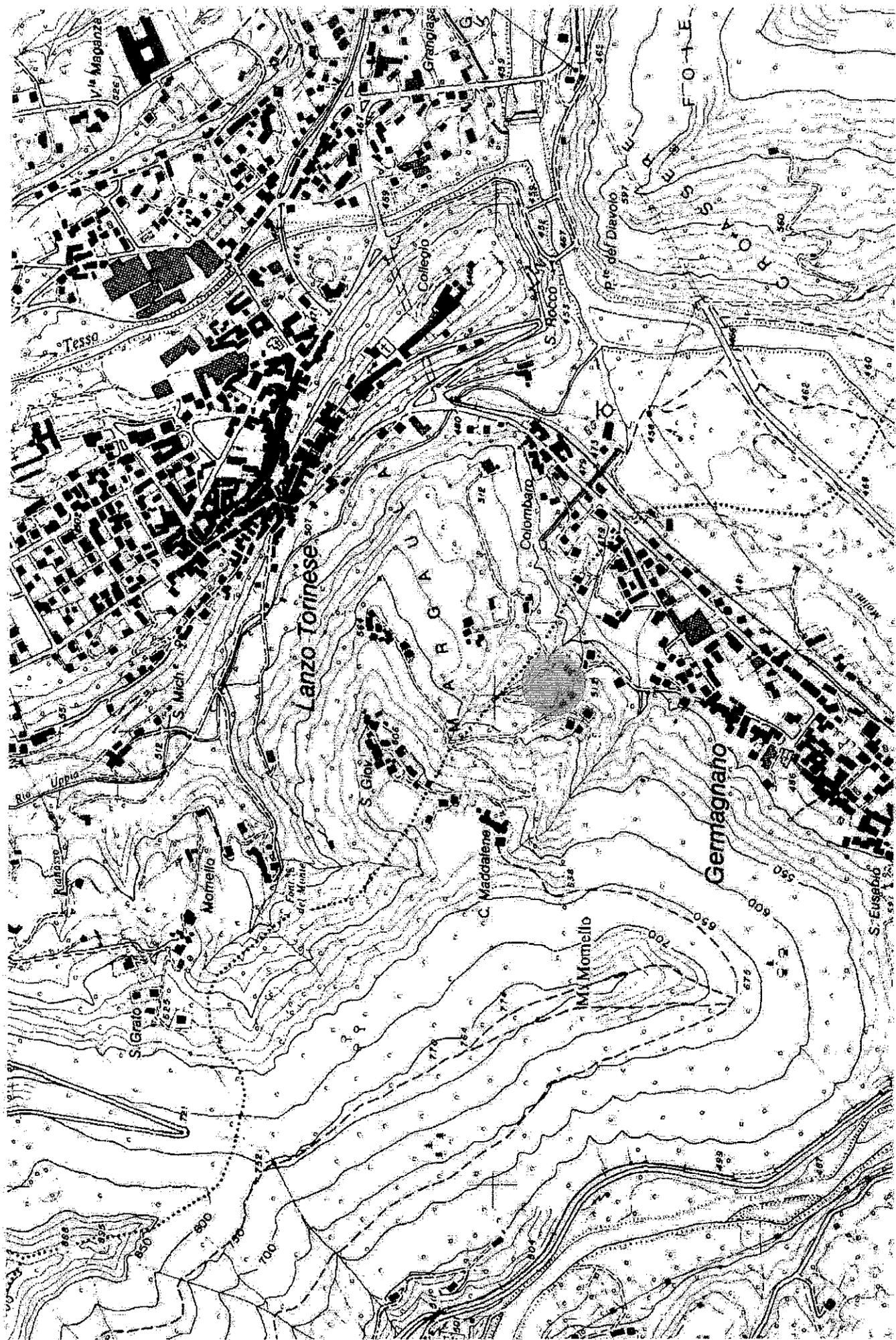
Dr. Geol. Pierpaolo ROCCHIETTI



## **ALLEGATI.**

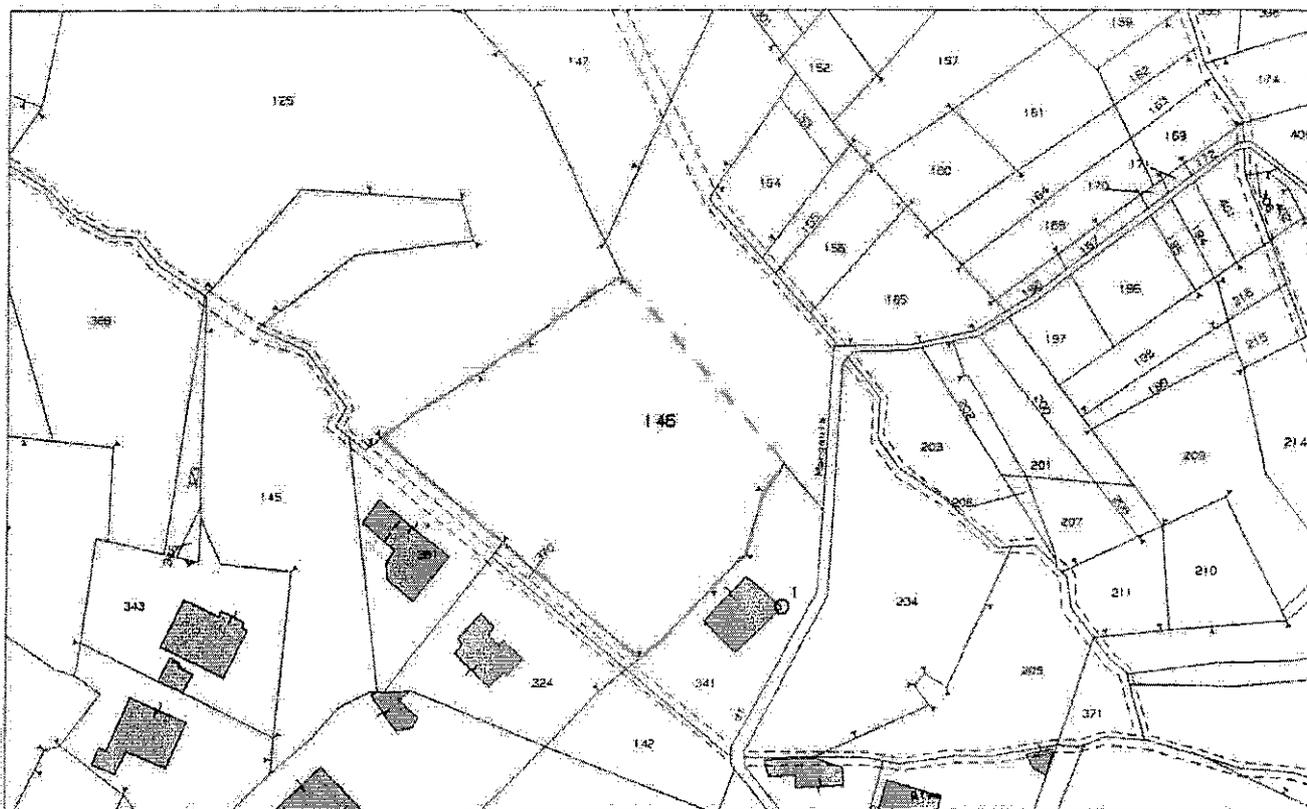
Nelle pagine successive sono riportati i seguenti allegati:

1. Estratto dalla *Carta tecnica regionale, sezione n. 134100*, scala 1: 10.000; in azzurro: sito di intervento e aree limitrofe.
2. Estratto dal P.R.G.C. del Comune di Germagnano, scala 1: 2.000.  
Estratto di Mappa catastale : Foglio 4, scala 1: 1.500.
3. Ingrandimento Mappa catastale con ubicazione dei tre pozzetti esplorativi scavati in sito; scala approssimativa: 1 : 700.
4. Grafici  $N_{30}$  - *profondità* relativi alle due prove SCPT e penetrometro utilizzato nelle prove.



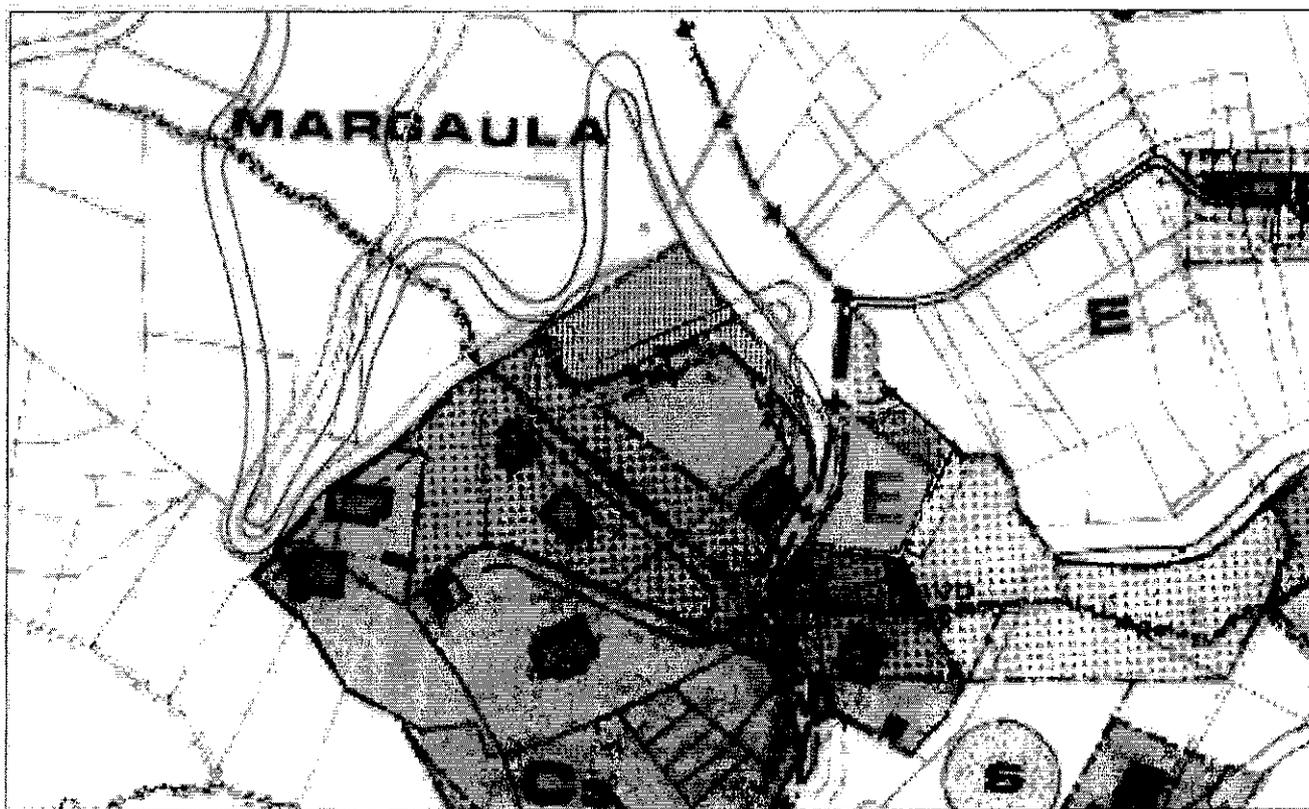
# ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE

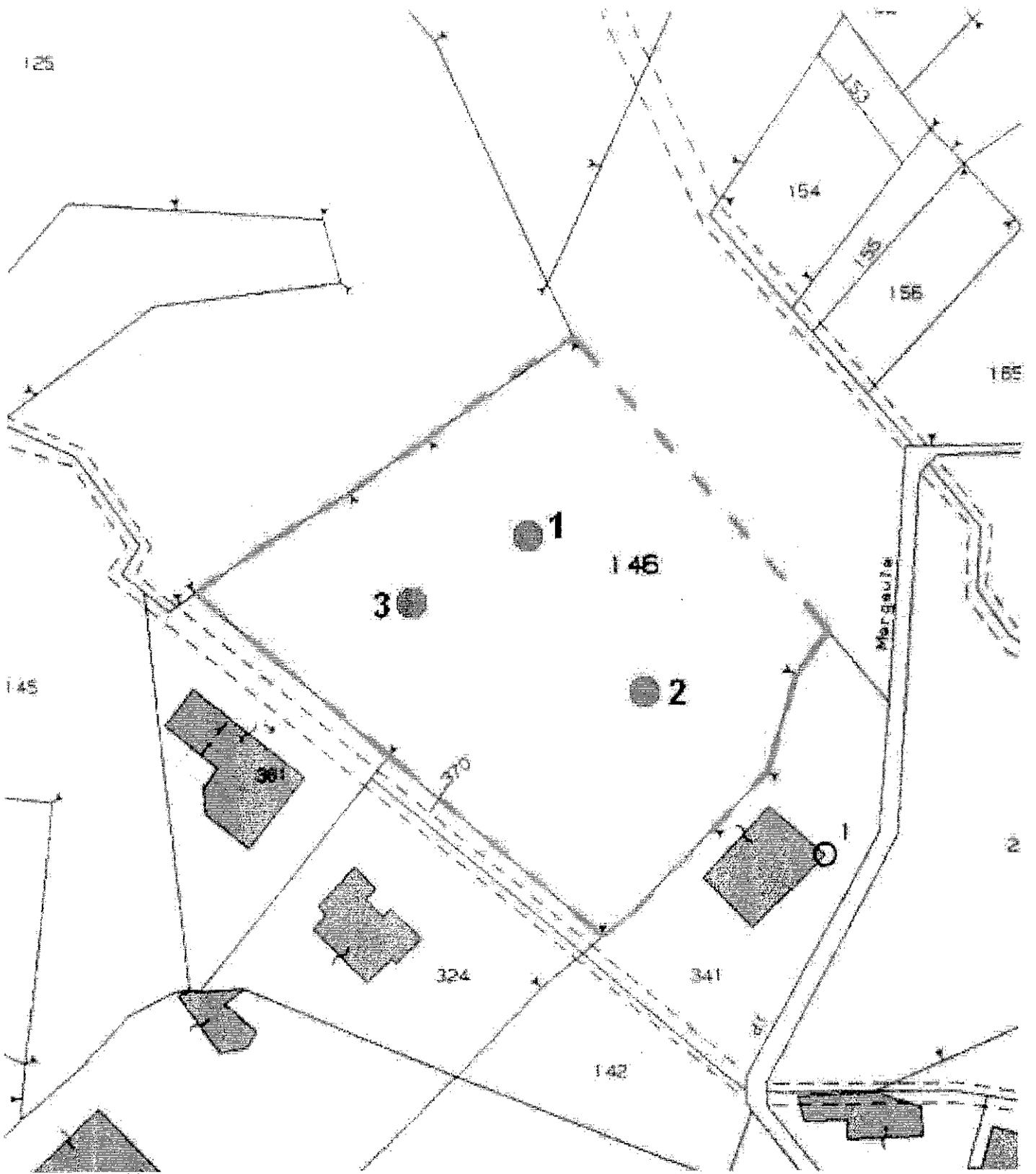
Foglio n. 4 - Scala 1/1500



# ESTRATTO DI P.R.G.C.

Scala 1/2000





155

154

155

156

165

1

146

3

2

145

30

324

341

370

Margareta

2

142

41

**S.R.G.**

DI DE RUVO & FAVOLE

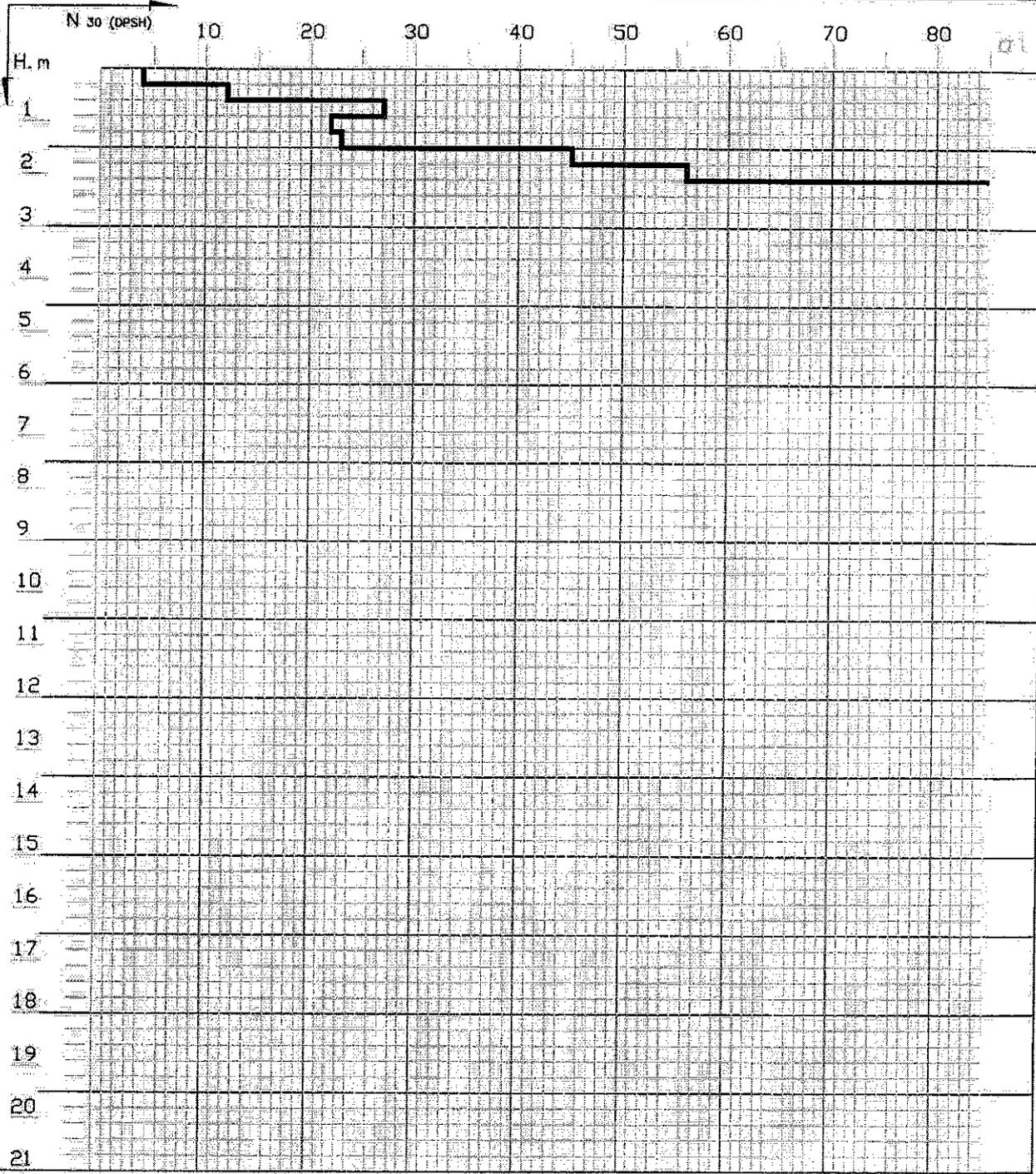
Trofarello v.lo. Saizèa 24 tel. e fax 6490619

PROVE GEOTECNICHE IN SITO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (SCPT)

riaglio	punta	aste
peso Kg 73 altezza di caduta cm. 75	φ mm 51 angolo di apertura 60°	φ mm 34 lunghezza m. 1.5 peso Kg/m 4.8

Committente: **Dott. Rocchietti** Località: **Germagnano** Data: **15/12/10** Prova N: **1**



Note



**S.R.G.**

DI DE RUVO & FAVOLE

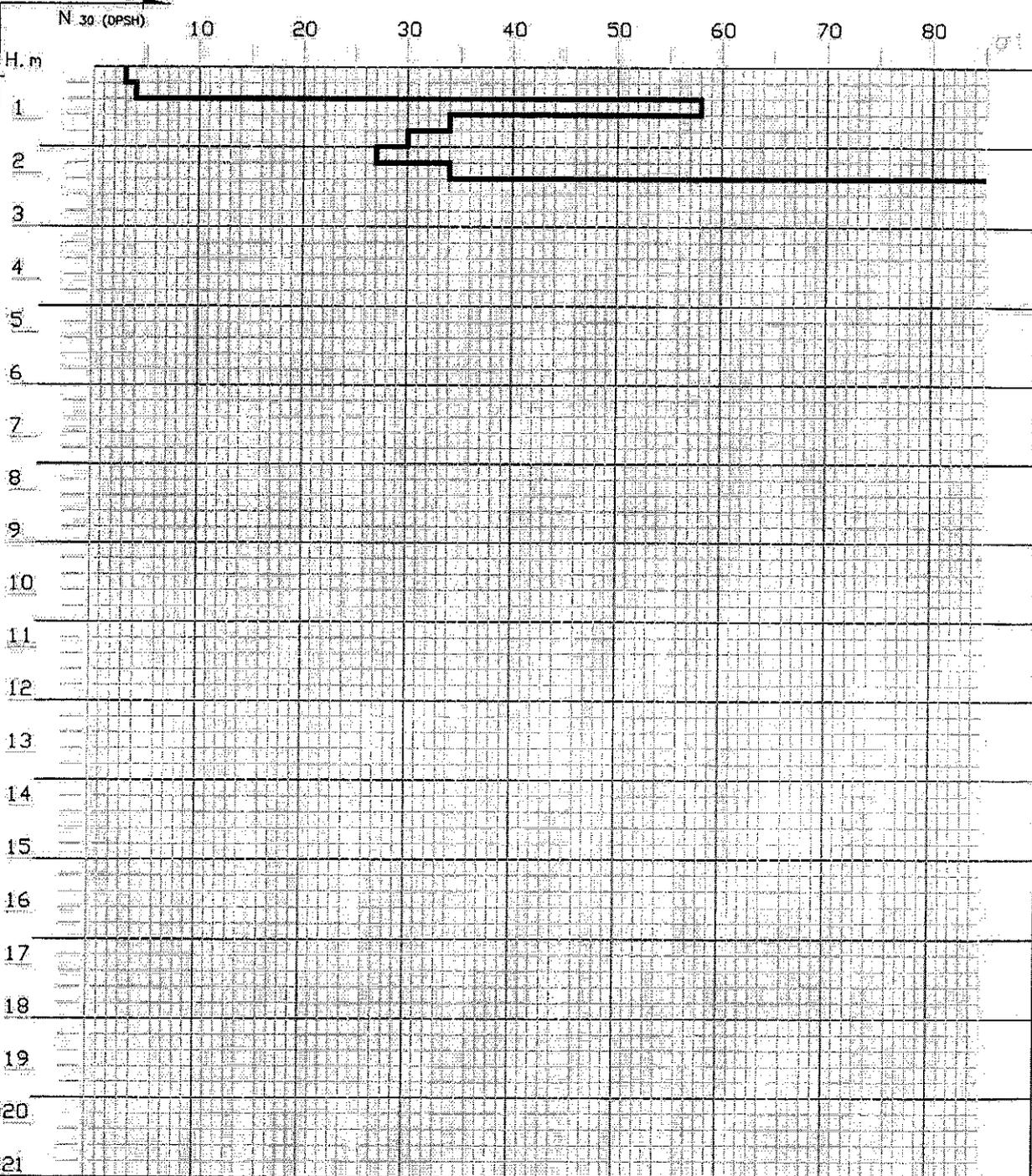
Trofarello v.la Salzen 24 tel e fax 0490619

**PROVE GEOTECNICHE IN SITO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (SCPT)**

maglie	punta	aste
peso Kg 73 altezza di caduta cm 75	φ mm 51 angolo di apertura 60°	φ mm 34 lunghezza m 1.5 peso Kg/m 4.8

Committente **Dott. Rocchietti** Località **Germagnano** Data **15/12/10** Prova N° **2**



Note





**GEOENGINEERING**

ASSOCIAZIONE TRA PROFESSIONISTI GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, GEOTECNICA

Renata De Vecchi Pellati  
Edoardo Rabajoli  
Alberto Strona

Comune di GERMAGNANO

Arr. il 27 APR 2001

N. Prot. 1878

Cat. .... Class. .... Fasc. ....

Risposto il .....

Signora PATRIZIA MUSSINO

- COMUNE DI GERMAGNANO -

**INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA PER LA COSTRUZIONE  
DI UN EDIFICIO DI CIVILE ABITAZIONE  
IN FRAZIONE COLBELTRAMO (COMUNE DI GERMAGNANO)**

Relazione tecnica

Torino, Aprile 2001

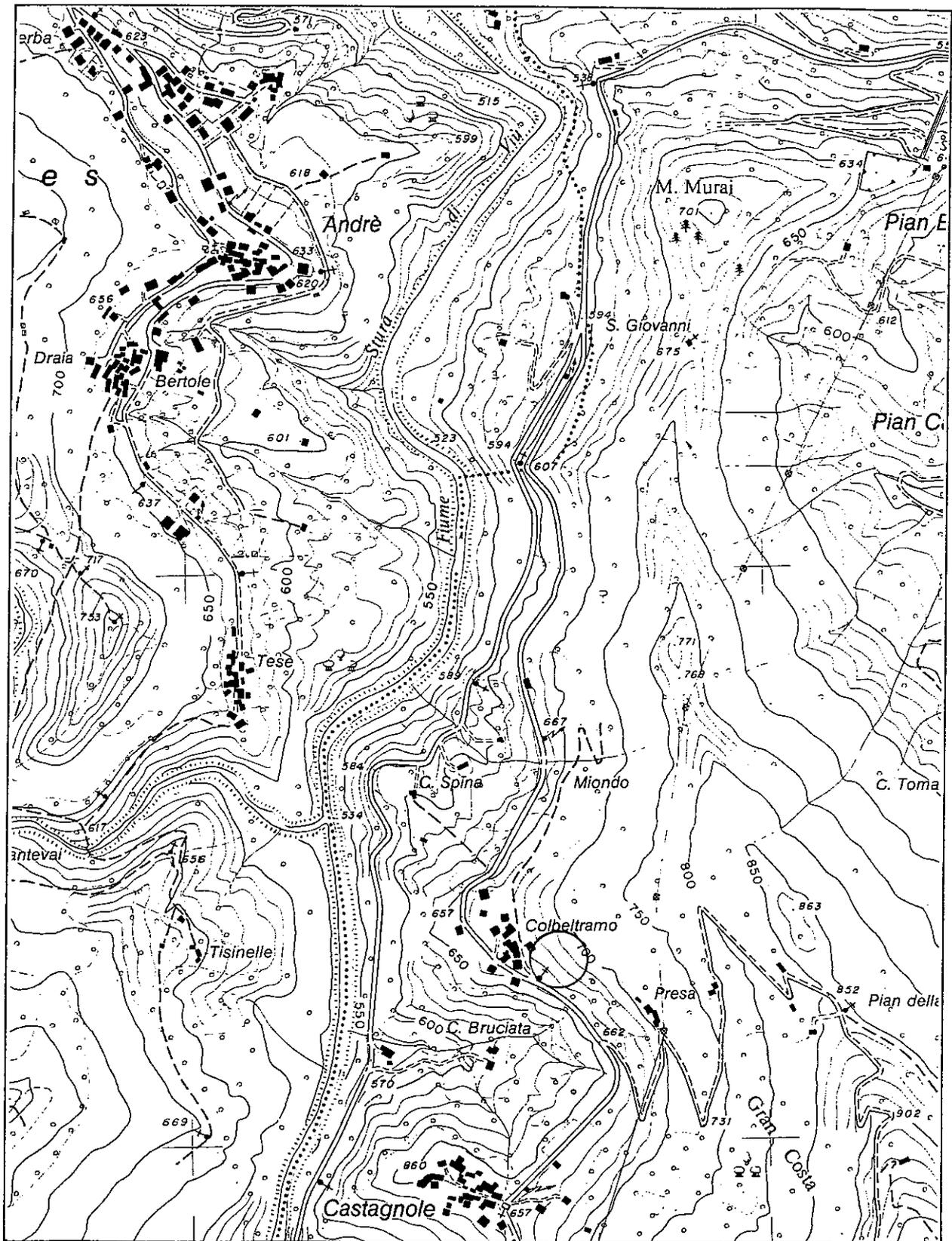


## PREMESSA

*Per incarico del committente è stata condotta un'indagine geologico-tecnica su di un sito ubicato in borgata Colbeltramo del Comune di Germagnano, ove è prevista la realizzazione di una villetta unifamiliare.*

*Il sito è soggetto a vincolo idrogeologico (R.D.L. 30/12/1923).*

*In ottemperanza a quanto prescritto dal D.M. 11/03/1988, sono state analizzate le caratteristiche geologiche, litologiche e di stabilità dell'area e si è verificata la fattibilità geologica dell'intervento in riferimento alla situazione riscontrata.*



UBICAZIONE DELL' AREA Scala 1:10.000

Estratto dalla Carta Tecnica Regionale - Sezione 134100 "Lanzo"

## **INQUADRAMENTO GEO-MORFOLOGICO**

L'area oggetto di indagine è ubicata in corrispondenza del versante orografico destro del T. Stura di Viù, in prossimità del confine occidentale del comune di Germagnano, in borgata Colbeltramo. In particolare, la proprietà è situata poco a monte della strada comunale per fraz. Castagnole.

### **- Morfologia**

L'area si estende in corrispondenza di un settore di versante corrispondente al fianco occidentale della dorsale montuosa orientata in senso N-S che separa la Valle della Stura di Viù dalla Valle Stura propriamente detta.

Tale settore è modellato da elementi secondari della rete drenante, tributari diretti della Stura di Viù, che determinano vallecole a versanti acclivi.

In particolare, il sito è compreso nell'ambito della testata dell'incisione del rio di C.Bruciata, in un contesto caratterizzato da un grado di pendenza dell'ordine del 40%, e quindi di entità medio-elevata.

### **- Litologia**

Il basamento roccioso è rappresentato da peridotiti serpentizzate riconducibili al cosiddetto "Massiccio Ultrabasico di Lanzo" (Unità Tettonometamorfica Bassa Valle di Susa-Valle di Lanzo-Monte Orsiera), affioranti in modo discontinuo lungo i fronti controripa delle strade.

L'ammasso presenta un grado di fratturazione complessivamente basso; la porzione corticale è spesso interessata da uno stato di degradazione meccanica, con formazione di livelli di tipo regolitico in cui nuclei rocciosi sono compresi in un materiale terroso-breccioso.

In superficie si estende una coltre di tipo eluvio-colluviale rappresentata da un materiale sciolto, terroso, con subordinata frazione ghiaioso-breccioide, dal caratteristico colore rosso-rugginoso.

La potenza di tale coltre è variabile, in funzione dell'andamento irregolare del substrato roccioso; con riferimento ai dati rilevati, in corrispondenza del sito indagato si sono riscontrati spessori variabili tra qualche decimetro e 1-1,5 m circa.

### **CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

La coltre eluvio-colluviale è caratterizzata da un grado di permeabilità per porosità medio-basso; il substrato cristallino è praticamente impermeabile "per porosità", essendo permeabile unicamente in corrispondenza degli orizzonti più fratturati.

In tale ambito il contatto tra il basamento e la coltre svolge il ruolo di limite di permeabilità definito; dove la percolazione delle acque di infiltrazione viene ostacolata e si determinano conseguentemente condizioni di deflusso temporaneo, attivo in occasione delle precipitazioni più intense.

Durante i sopralluoghi è stata verificata la presenza di situazioni di ristagno d'acqua e di idromorfia della coltre, interpretabili come l'affioramento di modesti circuiti idrici.

### **INDAGINI IN SITO**

Con lo scopo di accertare le caratteristiche e lo spessore della coltre superficiale sono stati eseguiti tre pozzetti esplorativi. L'accessibilità ed il grado di pendenza hanno imposto l'uso di un escavatore leggero, fattore che ha condizionato la profondità di scavo.

L'indagine ha confermato il quadro generale, individuando un basamento roccioso a bassa profondità, coperto da materiali sciolti con frazione fine significativa e

subordinato scheletro litoide; si è riscontrato un passaggio al substrato di tipo transizionale, attraverso un livello fratturato e disarticolato, parzialmente decomposto.

### **SITUAZIONE DI DISSESTO**

Per il settore di versante in cui è ubicato il sito di indagine la cartografia della Banca Dati Geologica della Regione Piemonte (foglio 55 "Susa") non individua alcun dissesto in atto relativo alla dinamica dei versanti e della rete fluviale.

La documentazione di Piano Regolatore Generale non evidenzia per il settore alcuna limitazione di carattere idrogeologico.

Come carattere generale, in occasione dei sopralluoghi si è evidenziata la tendenza a processi di mobilitazione della coltre superficiale, con innesco di scoscendimenti la cui superficie di scorrimento basale è ubicata in corrispondenza del passaggio con il substrato roccioso. In particolare, si segnalano la frana innescatasi poco a Nord dell'abitato di Colbeltramo e quella immediatamente a Sud della frazione Castagnole, entrambe a monte della strada comunale.

La frana di Castagnole è caratterizzata da un evidente gradino nel settore di corona, impostato nei materiali sciolti e con altezza di circa 2 metri; il processo ha coinvolto la porzione corticale, disarticolata del basamento roccioso, come osservabile lungo la superficie basale di movimento.

In corrispondenza del sito di intervento si sono rilevati indizi di mobilitazione della coltre superficiale, attualmente pressochè obliterati e resi manifesti da locali ondulazioni e deboli contropendenze; ad essi si affianca un'espressione morfologica più evidente, direttamente riferibile alla corona di uno scoscendimento puntuale, innescatosi nel settore compreso tra la strada comunale ed il sito di previsto intervento.

## PROPENSIONE AL DISSESTO

Come detto in precedenza sia a scala più ampia che in ambito locale si sono rilevati indizi di dissesto in atto.

Tale osservazione e la presenza di fattori predisponenti quali l'acclività medio-elevata, la natura della coltre superficiale, i suoi rapporti con il substrato roccioso, le caratteristiche del deflusso sotterraneo, concorrono a determinare un certo grado di propensione al dissesto per processi gravitativi.

In tale contesto l'agente di innesco va individuato nell'apporto di acqua, che può portare al superamento delle forze di resistenza sino a determinare la mobilitazione del materiale.

In sintesi si ritiene che il settore esaminato sia inserito in un contesto di generale "fragilità" che impone, in fase di progettazione ed esecutiva l'adozione di particolari cautele.

## CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

In senso geotecnico il quadro litologico presente può essere ricondotto ad un modello a due strati:

- livello superiore : materiale granulare eterometrico, con predominanza di frazioni fini e subordinata componente clastica breccioide, sciolto (secondo l'accezione di Terzaghi- Peck). Spessore stimato non superiore a 1-2 metri
- livello inferiore : roccia cristallina fratturata, disarticolata e parzialmente alterata nella sua porzione corticale (spessore inferiore al metro); poco fratturata e poco alterata a profondità maggiore

Già a priori è possibile sostenere che i materiali costituenti la coltre superficiale abbiano caratteristiche geotecniche mediocri e, pertanto, non siano in grado di ospitare strutture di fondazione di tipo diretto.

Pertanto, anche in relazione al loro limitato spessore, i piani di fondazione dovranno essere impostati nell'ambito del substrato litoide.

Viene qui di seguito proposta una caratterizzazione geotecnica di massima dei materiali sopradescritti.

### **- Materiali sciolti**

Nella determinazione dei valori dei parametri geotecnici fondamentali ci si è basati sull'esperienza maturata in contesti analoghi e sui dati reperibili in letteratura (LAMBE & WHITMAN, 1969; NAVFAC, 1971; LANCELLOTTA, 1987).

In particolare si ritengono significativi i valori dell'angolo di resistenza al taglio proposti da LAMBE & WHITMAN (1969) per materiali fini. Trattandosi di sedimenti sciolti, il contributo della coesione è nullo.

$$\begin{array}{lcl} \gamma & \approx & 18 \quad \text{kN m}^{-3} \\ \varnothing & \approx & 25 - 30^\circ \\ c & = & 0.0 \quad \text{kPa} \end{array}$$

dove:  $\gamma$  = densità di volume  
 $\varnothing$  = angolo di resistenza al taglio  
c = coesione

### **- Materiali litoidi**

I materiali costituenti il substrato sono stati classificati secondo i metodi ordinariamente adottati nel campo della meccanica delle rocce.

In particolare, l'esame dei luoghi e l'esperienza maturata in contesti analoghi ha condotto ad attribuire l'ammasso roccioso alla III classe della classificazione di BIENIAWSKI (C.S.I.R.), valutata adottando i parametri correttivi previsti a fini fondazionali.

Per quanto concerne il valore dei parametri geomeccanici fondamentali, si può assumere:

$\gamma$	$\approx$	26 - 28 kN m <sup>-3</sup>
$\varnothing$	$\approx$	30° - 35°
c	$\approx$	200 - 350 kPa

dove :  $\gamma$  = densità di volume  
 $\varnothing$  = angolo di resistenza al taglio (di ammasso)  
c = coesione (di ammasso)

Si segnala che il valore dell'angolo di resistenza al taglio e di coesione (di ammasso) conseguono alla classe geomeccanica attribuita alla roccia.

## **CAPACITA' PORTANTE DEI PIANI DI FONDAZIONE**

Per quanto concerne il calcolo delle strutture portanti e di sostegno si rimanda agli elaborati specifici prodotti dal tecnico progettista.

In questa sede si riportano alcune indicazioni circa la capacità portante del substrato litoide che costituirà il piano di appoggio delle fondazioni.

Come detto, si ritiene infatti necessario che queste siano collocate nell'ambito del basamento roccioso, attraverso l'asportazione della coltre sciolta superficiale e della porzione corticale, maggiormente alterata, del substrato.

In via generale, nel quadro delle fondazioni superficiali su roccia la resistenza dei piani di appoggio è generalmente superiore o, almeno, dello stesso ordine di grandezza di quello del calcestruzzo di fondazione. Ciò non vale unicamente nel caso di alcuni tipi di roccia (genericamente dette "rocce tenere") nonché in ambito di substrati fortemente alterati o molto fratturate.

Per tener conto della possibilità che la roccia non sia integra, è pratica comune adottare coefficienti di sicurezza elevati; inoltre, nel caso di semplice contatto fra

calcestruzzo e roccia è norma utilizzare un valore di capacità portante non superiore a quello della resistenza a compressione del calcestruzzo (BOWLES, 1991)

Con tali premesse, in generale la capacità portante di un ammasso roccioso omogeneo si può esprimere come:

$$Q_0 = C \times \sigma_c$$

dove C solitamente dell'ordine di 0,2 - 0,3

Nel caso specifico, assumendo un valore di  $\sigma_c \approx 60$  MPa si ha :  $Q_0 \approx 15 - 20$  MPa

Al fine di ottenere la pressione ammissibile sul piano di fondazione è necessario applicare alla  $Q_0$  un coefficiente di sicurezza non normativo, ma proposto da svariati codici di costruzione autorizzati.

Nel caso specifico, per tenere in conto del grado di fratturazione della roccia, si può assumere un valore di pressione ammissibile compreso tra 4,3 e 0,4 MPa (con riferimento al Los Angeles Code, citato in PECK al., 1974, dove sono riportati i valori prescritti da differenti norme di costruzione statunitensi per diverse tipologie di roccia).

Con approccio indiretto, GIODA (1981) correla il valore della pressione ammissibile di un ammasso fratturato al valore del parametro RQD (Rock Quality Designation).

Nel caso specifico, assumendo prudenzialmente un RQD compreso tra 25% e 50%, si ottiene un valore di pressione ammissibile variabile tra 2,9 e 6,3 MPa.

In sintesi, da quanto esposto deriva che l'ammasso esaminato può sopportare un carico il cui valore, anche nel caso più sfavorevole ( $Q_{amm} = 0,4$  MPa  $\sim 4$  kg cm<sup>-2</sup> secondo il Los Angeles Code), è certamente superiore a quello trasmesso dall'edificio di progetto, in ambito di cedimenti di entità ampiamente tollerabili dalle strutture.

## **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PRESCRIZIONI PER LA FASE PROGETTUALE ED ESECUTIVA**

Si riportano in sintesi gli aspetti principali emersi dall'indagine geologica.

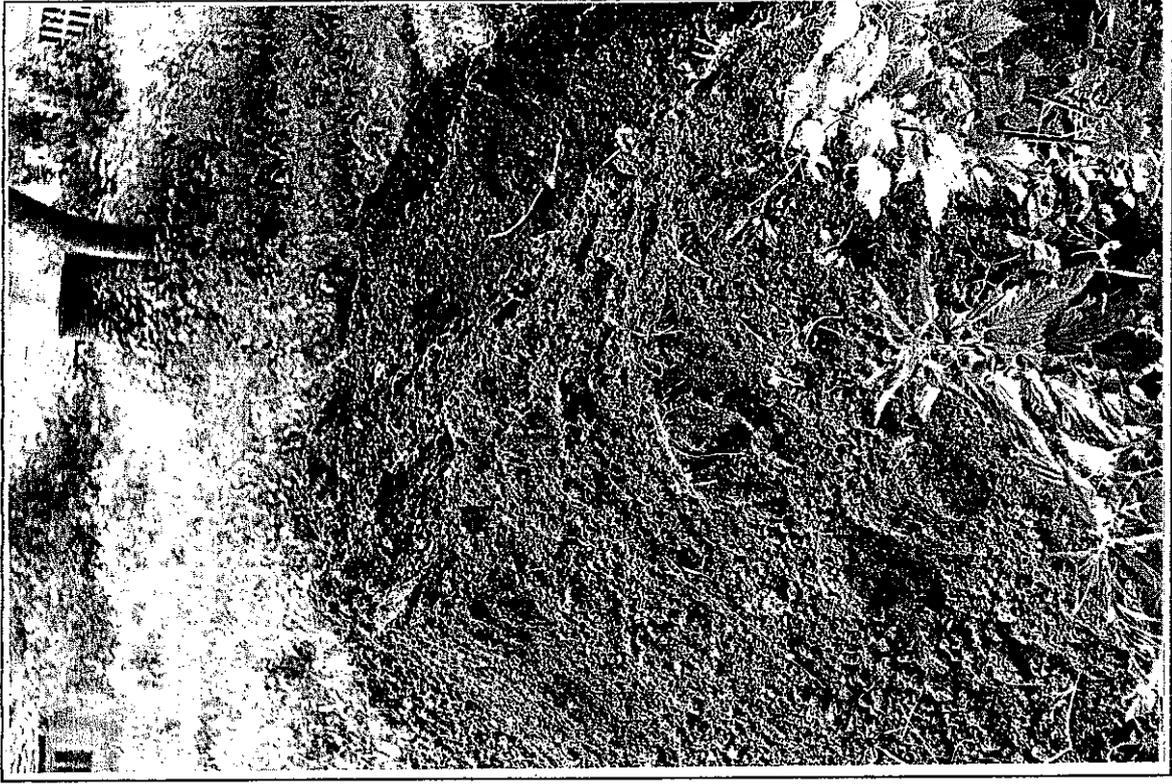
- il sito di prevista edificazione è ubicato in corrispondenza di un settore di versante globalmente caratterizzato da un grado di acclività medio-elevato.
- in senso geo-litologico il versante è modellato nell'ambito di un basamento roccioso sovrastato da una coltre eluvio-colluviale di spessore metrico; il passaggio tra la coltre ed il substrato è sottolineato da un livello di transizione di tipo breccioide.
- l'interfaccia basamento-copertura funge da limite di permeabilità definito, in grado di ostacolare l'infiltrazione delle acque meteoriche; in occasione di apporti idrici notevoli si possono raggiungere localmente condizioni prossime alla saturazione della coltre
- a scala di versante si sono rilevate manifestazioni di dissesto; in ambito locale si sono evidenziate tracce di eventi pregressi. Inoltre, fattori intrinseci ai luoghi quali il grado di acclività, la natura della coltre, la sua suscettibilità agli apporti idrici concorrono a determinare una condizione diffusa di propensione al dissesto per processi gravitativi.

Risulta pertanto che il settore è caratterizzato da una indubbia situazione di "fragilità" idrogeologica che, a nostro avviso, rende problematica l'edificazione.

La realizzazione di quanto in progetto richiederà pertanto l'adozione di particolari cautele volte a salvaguardare le condizioni di stabilità locale sia in fase esecutiva che a lungo termine.

- le strutture di fondazione delle opere in progetto dovranno essere impostate nell'ambito del substrato roccioso, spingendosi al di sotto dei depositi sciolti superficiali.

- gli scavi controripa dovranno essere realizzati con un rapporto altezza-lunghezza non superiore a 1:2 ; lo stesso rapporto varrà per i fronti di eventuali riporti
- gli scavi con angolo di scarpa maggiore di quello sopraindicato dovranno essere opportunamente sostenuti, evitando in modo rigoroso la formazione di fronti liberi, anche in via provvisoria. Lo sbancamento per il posizionamento di eventuali muri controterra dovrà avvenire per tratti successivi, alternando lo scavo alla realizzazione di un concio del muro stesso.
- le opere di sostegno dovranno essere munite di un sistema di drenaggio a tergo, in grado di intercettare ed allontanare le acque di infiltrazione. Operativamente il drenaggio potrà essere realizzato collocando a ridosso del paramento interno un'intercapedine di materiale ghiaioso-ciottoloso, eventualmente con rivestimento di geotessile ("tessuto non tessuto") per evitare problemi di intasamento del dreno per apporto di frazioni fini.
- per quanto concerne il settore di versante esteso a monte dell'edificio in progetto, dovranno essere introdotte soluzioni di mitigazione della propensione al dissesto per mobilitazione della coltre superficiale, eventualmente mutate dalle tecniche previste dall'ingegneria naturalistica. Essendo l'acqua l'elemento destabilizzante su cui è possibile intervenire più facilmente, si prescrive l'adozione di un sistema di raccolta ed allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale.



Aspetto dei materiali prevalentemente fini costituenti la coltre superficiale



Il pozzetto geognostico evidenzia la presenza di un livello superiore rappresentato da un materiale prevalentemente fine e subordinata frazione breccioide, sovrapposto ad un basamento roccioso fratturato ed alterato nella sua porzione corticale

COMUNE DI GERMAGNANO

PROVINCIA DI TORINO



REGIONE  
PIEMONTE

<b>COMUNE DI GERMAGNANO</b>		
Arr. II	20 FEB 2004	
Prot. N.	889	
Cat.	Class.	Fasc.
Risposto II		

PROGETTO COSTRUZIONE CASA  
DI CIVILE ABITAZIONE

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

PROPRIETA': *Maurizio BARRA*

Febbraio 2004		
---------------	--	--

DOTT. GEOL. FABRIZIO VIGNA



**SOMMARIO**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI MORFOLOGICA DELL'AREA.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>ANALISI LITOSTRATIGRAFICA.....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI.....</b>	<b>8</b>
6.1	VALUTAZIONE SULLA BASE DEL CARICO DI ROTTURA .....	8
6.2	VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI .....	9
<b>7</b>	<b>STRADA DI ACCESSO .....</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>INDICAZIONI PROGETTUALI.....</b>	<b>12</b>
8.1	FABBRICATO .....	12
8.2	PISTA DI ACCESSO .....	14
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>15</b>
	<b>ALLEGATO N. 1 VERIFICHE DI STABILITA'.....</b>	<b>16</b>

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di valutare la fattibilità e la compatibilità dell'opera in progetto con l'assetto geologico ed idrogeologico locale. Gli interventi prevedono la realizzazione di un fabbricato a forma circa rettangolare, le cui dimensioni massime in pianta sono di 15.3 m x 11.6 m. Le fondazioni previste dal progetto sono di tipo continuo che poggiano su un livello di magrone ad una profondità variabile dal p.c..

È prevista inoltre la realizzazione di una strada di accesso all'abitazione, essa ha uno sviluppo di circa 75 m, la pendenza massima prevista in progetto è del 15%.

Lo scrivente è stato incaricato della stesura della presente relazione geologico - tecnica dal Sig. BARRA Maurizio in qualità di proprietario.

Per eseguire le valutazioni richieste sono stati eseguiti più sopralluoghi nel gennaio 04. In tale occasione è stato eseguito un pozzetto geognostico spinto sino alla profondità di circa 2.0 m dal p.c.. Durante i rilievi sul terreno è stato possibile valutare:

- i parametri geotecnici del terreno interessato,
- le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area indagata,
- le caratteristiche del progetto in esame.

L'area si trova nel territorio comunale di Germagnano e le coordinate Gauss Boaga del baricentro del sito sono:

E: 1.379.996

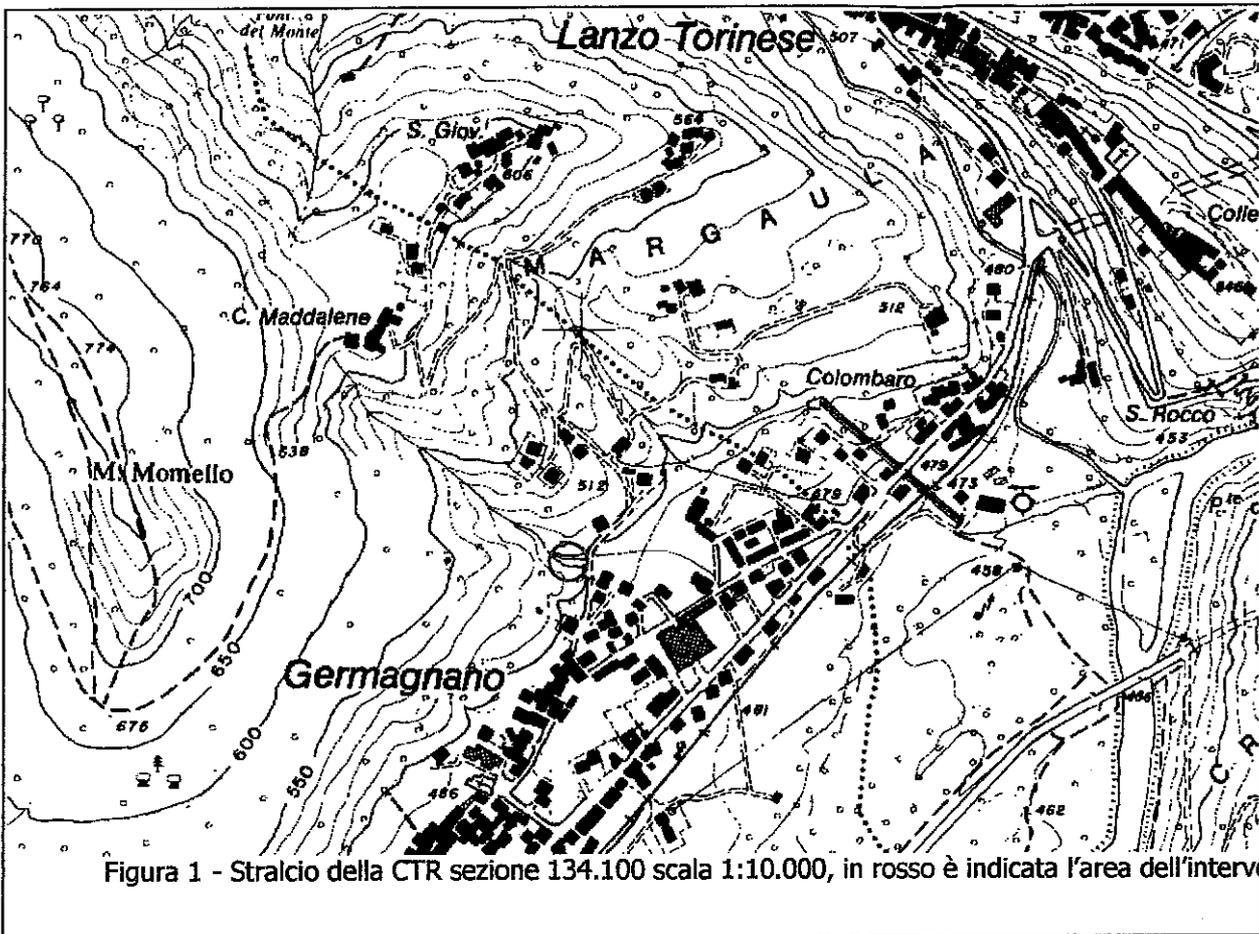
N: 5.013.767

La quota sul livello del mare è pari a ca. 520.0 m (vedi Figura 1).

In riferimento alla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 l'area studiata è ubicata nelle sezioni 134.100.

Alla relazione geologica allegata al PRGC, è allegata una scheda descrittiva dell'area C3 in questione; di seguito sono state riportate le considerazioni principali

- **Morfologia:** versante collinare a pendenza da moderata ad accentuata.
- **Terreni di copertura:** depositi fluvioglaciali a granulometria prevalentemente ciottolosa - ghiaiosa, con blocchi, in matrice limoso - argilloso - sabbiosa con colore d'alterazione bruno - rossastro. Coltre eluviale limoso - argillosa, con sabbia e ghiaia, di circa 2 metri.
- **Stabilità:** non vi sono segni di movimenti gravitativi in atto o progressi, né fenomeni erosivi accentuati.
- **Idrografia:** l'area è attraversata da un rio di portata assai modesta, a regime occasionale.



## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO

Il territorio comunale di Germagnano è sviluppato ai piedi delle montagne che costituiscono l'ossatura delle Valli di Lanzo. È quindi costituito da più unità morfologiche che si sono formate nel corso dell'evoluzione post-glaciale ad opera della Stura di Lanzo e degli affluenti laterali.

La zona indagata si posiziona all'apice della paleoconoide Mindelliana della Stura di Lanzo e dei suoi affluenti laterali. Essa è quindi la risultante degli apporti solidi derivanti dallo smantellamento dei depositi di origine glaciale situati più a monte.

Con il procedere dell'evoluzione morfologica alpina, la Stura di Lanzo, ed il rio Uppia nella zona indagata, hanno modellato il proprio corso nei depositi mindelliani con un progressivo approfondimento del letto, sino ad erodere il substrato dei depositi fluvioglaciali (costituito dal substrato roccioso in posto).

Successivamente, durante gli episodi di piena particolarmente intensi caratterizzati da ingente trasporto solido, si è avuta la deposizione del materiale costituente le "alluvioni antiche, medio recenti, recenti ed attuali" contraddistinte nella carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 F. 56 "Torino".

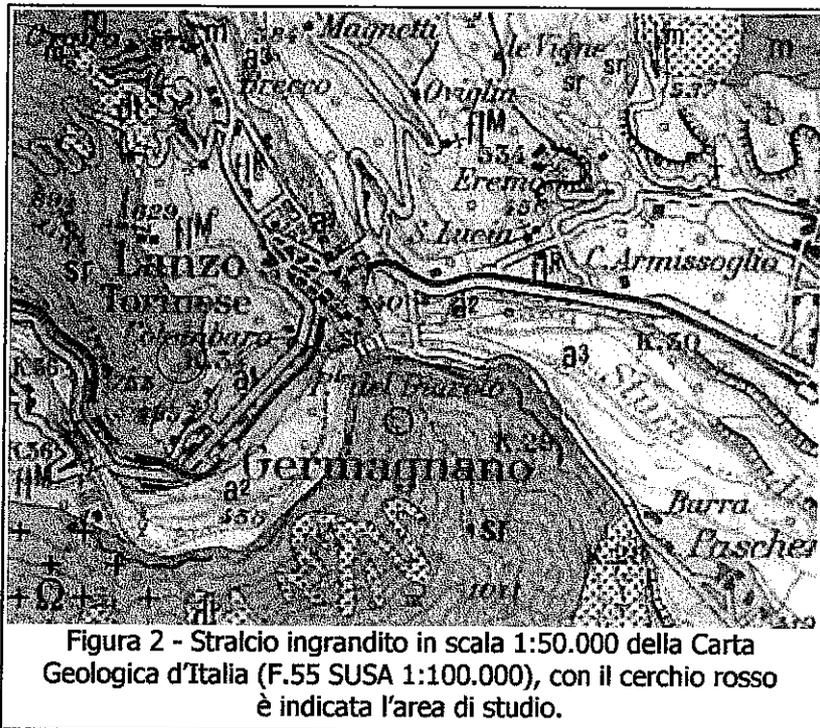
Per quanto riguarda il substrato roccioso, il territorio del Comune di Germagnano è circa ubicato nella zona di contatto tra la zona appartenente al massiccio Ultrabasico di Lanzo e la Zona del Sesia Lanzo (dai toponimi delle località che ne delimitano l'areale di affioramento) (Figura 2).

In particolare, la zona oggetto di studio ricade nel massiccio Ultrabasico di Lanzo, esso è costituito in prevalenza da :

sr Serpentiniti e lherzoliti più o meno serpentinite.

L'unità del Sesia - Lanzo è composta da rocce principalmente micascistose in facies eclogitica di bassa temperatura e alta pressione con lenti e intercalazioni di anfiboliti e marmi. Nell'area affiorano principalmente:

m micascisti cloritoscisti e gneiss minuti.



Il sito oggetto di studio è comunque posizionato su depositi sciolti di origine fluvioglaciale, la Carta Geologica d'Italia riporta:

- $fi^m$ : depositi fluviali dell'alto terrazzo ondulato, a paleosuolo argilloso-bruno completamente decalcificato (...); depositi fluviali costituenti i lembi relitti delle antiche conoidi della Dora Riparia e della Stura di Lanzo (*FLUVIOGLACIALE e FLUVIALE MINDEL*);
- $fi^R$ : depositi ghiaiosi-sabbiosi con paleosuolo rosso arancio, perlopiù terrazzati, corrispondenti al livello fondamentale dell'alta pianura (...) (*FLUVIOGLACIALE e FLUVIALE RISS*);
- $a^1$ : alluvioni ghiaioso sabbiose postglaciali, ricoprenti in parte i precedenti depositi del fluviale - fluvioglaciale Wurmiano (*ALLUVIONI ANTICHE*);
- $a^2$ : depositi ghiaiosi con lenti sabbioso argillose, fiancheggianti i principali corsi d'acqua, talora debolmente terrazzati, anche attualmente inondabili (*ALLUVIONI MEDIO - RECENTI*);
- $a^3$ : alluvioni ghiaioso - sabbiose recenti ed attuali

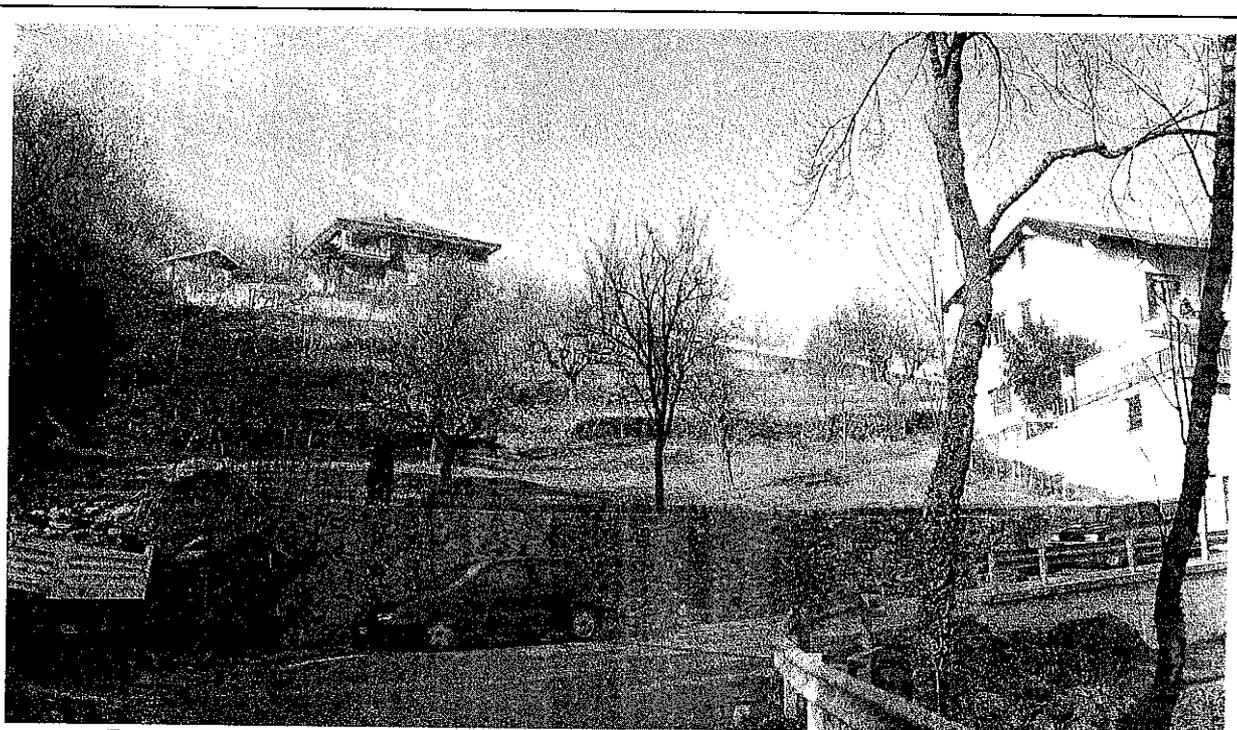
### 3 ANALISI MORFOLOGICA DELL'AREA

Il sito è ubicato sul versante che collega l'alto terrazzo mindelliano (vedi Fotografia 1) con la piana costituita da alluvioni ghiaiose sabbiose postglaciali (alluvioni antiche), su cui è edificato il concentrico comunale.

Il pendio su cui è prevista la realizzazione del fabbricato ha una pendenza media di  $16^\circ$ , è ricoperto da materiale eluvio - colluviale derivante dal ruscellamento diffuso lungo il terrazzo mindelliano; tale materiale è costituito da depositi prevalentemente fini sabbiosi limosi. Il substrato è invece costituito dai depositi mindelliani stessi costituiti da ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice limoso - sabbiosa.

Al limite Sud-Ovest dell'area oggetto di studio scorre un modesto rio, in occasione di eventi meteorologici di eccezionale intensità può manifestarsi una attività erosiva sia di fondo che di sponda.

A questo scopo si consiglia di mantenere la strada di accesso all'abitazione ad una distanza minima dal rio di 10 m, in modo da avere una fascia di rispetto in occasioni di eventi erosivi di sponda. Nell'area non sono state riconosciute tracce di dissesti, piccoli colamenti superficiali sono osservabili lungo la sponda destra del modesto rio che costeggia l'area oggetto di studio. È doveroso osservare che l'inclinazione della sponda destra del rio è comunque compresa tra  $30^\circ$  e  $45^\circ$ .



Fotografia 1 – Panoramica dell'area dove è prevista la realizzazione delle opere in progetto.

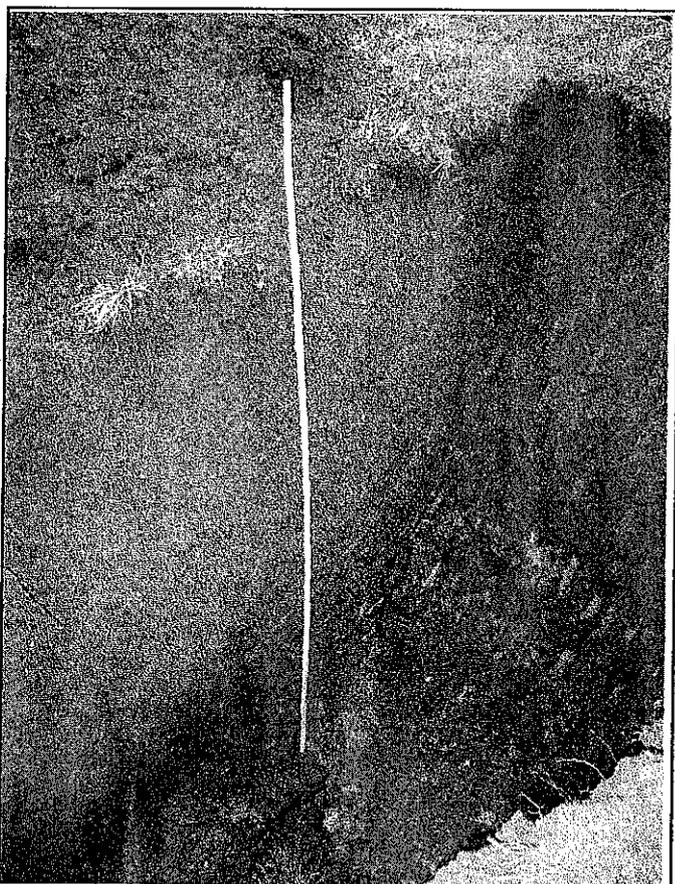
#### 4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Depositi di versante come quelli osservati nella zona studiata normalmente non sono sede stabile di una falda acquifera. Solo in occasione di eventi meteorici prolungati nel tempo si può arrivare alla saturazione completa dei terreni più superficiali.

Sui terreni dove è prevista la realizzazione delle opere in progetto non sono presenti impluvi principali, le acque meteoriche scorrono quindi principalmente ruscellando sui versanti per poi confluire nel rio laterale.

#### 5 ANALISI LITOSTRATIGRAFICA

Di seguito viene descritto l'assetto stratigrafico della zona, che è stato dedotto dall'esecuzione di un pozzetto geognostico eseguito con pala meccanica nell'area dove è prevista l'esecuzione dell'opera.



nell'area dove è prevista la realizzazione dell'opera. Si osservano le ghiaie con ciottoli affioranti alla base dello scavo

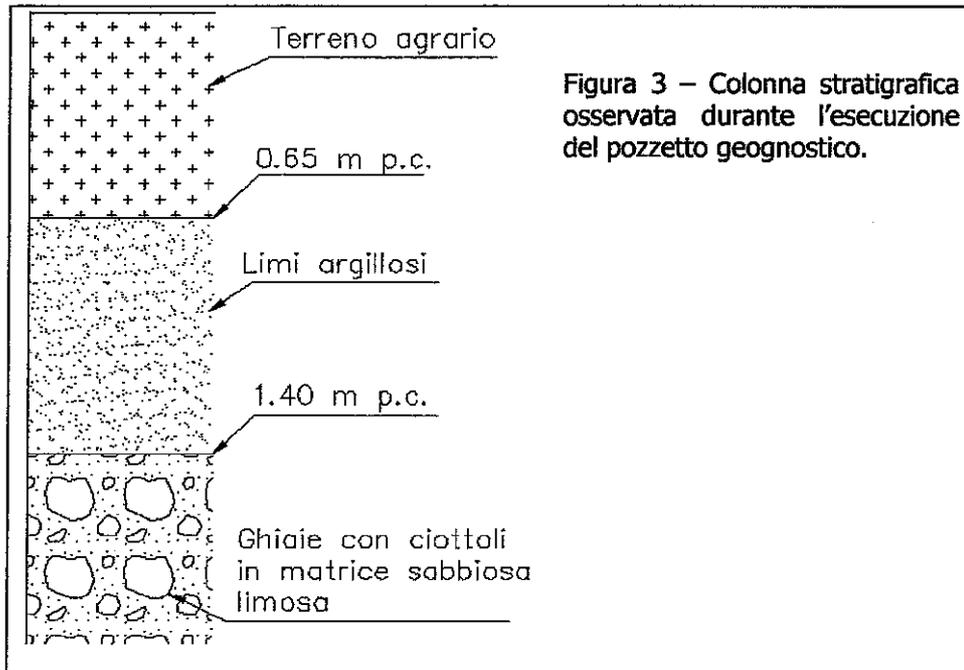
La porzione più superficiale dei depositi osservati durante la realizzazione del sondaggio geognostico è costituita da terreno agrario e depositi fini quali limi e sabbie; questo primo strato si spinge sino alla profondità di 0.65 m dalla superficie del piano campagna.

Ad una profondità compresa tra 0.65 e 1.40 m dal p.c. affiorano limi argillosi rossi con lenti argillose grigie. Si tratta probabilmente di depositi eluvio - colluviali derivanti dal "paleosuolo argilloso rosso - bruno completamente decalcificato (tipico ferretto)", che si trova sulla sommità dei terrazzi mindelliani.

A profondità superiori a 1.40 m dal piano campagna e fino a fondo scavo (circa 2.00 m) sono presenti invece ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa limosa. Tali terreni appartengono alla formazione dei "Depositi fluvioglaciali del Mindel".

I depositi osservati si presentano relativamente asciutti, la falda freatica si trova ragionevolmente a profondità superiore a quella indagata con l'esecuzione del pozzetto geognostico.

I depositi a granulometria grossolana (fluvioglaciale Mindel) possiedono buone caratteristiche geotecniche oltre ad un buon addensamento, tali caratteristiche permettono a questi depositi di sostenersi su scavi quasi verticali per brevi periodi di tempo e limitate altezze della scarpata. La copertura limosa offre invece caratteristiche scadenti, con bassi valori di capacità portante.



Ai depositi osservati possono essere cautelativamente attribuiti i seguenti parametri geotecnici, le ghiaie con ciottoli:

- coesione trascurabile  $c = 0$ ,
- angolo di attrito interno pari a  $\phi = 35^\circ$ ,
- peso di volume  $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$ .

#### I limi argillosi

- coesione trascurabile  $c = 0$ ,
- angolo di attrito interno pari a  $\phi = 20^\circ$ ,
- peso di volume  $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$ .

I parametri geotecnici sopra riportati sono stati dedotti sulla base di esperienze maturate in passato per interventi e studi eseguiti su terreni simili a quelli sopradescritti e a questi riconducibili sulla base dell'osservazione diretta eseguita in sede di sopralluogo.

## 6 CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI

### 6.1 VALUTAZIONE SULLA BASE DEL CARICO DI ROTTURA

Per quanto un'accurata determinazione del carico ammissibile debba essere condotta sulla base della conoscenza delle caratteristiche fondazionali delle strutture di appoggio esistenti, nel seguito è eseguita una valutazione per la determinazione a livello indicativo del massimo carico ammissibile, in funzione delle caratteristiche del terreno.

L'espressione più generale per il calcolo di  $q_{LIM}$  fa riferimento alla formula di Brinch - Hansen (1970):

$$q_{LIM} = 0.5\gamma''B * N_{\gamma} * s_{\gamma} * i_{\gamma} * b_{\gamma} * g_{\gamma} + c' * N_c * s_c * d_c * i_c * b_c * g_c + q' * N_q * s_q * d_q * i_q * b_q * g_q \quad (1)$$

dove:

- $N_{\gamma}, N_c, N_q$  = fattori di capacità portante, dipendenti dall'angolo di resistenza al taglio  $\gamma'$ ;
- $s_{\gamma}, s_c, s_q$  = fattori di forma della fondazione;
- $i_{\gamma}, i_c, i_q$  = fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del carico;
- $b_{\gamma}, b_c, b_q$  = fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base della fondazione;
- $g_{\gamma}, g_c, g_q$  = fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna;
- $d_c, d_q$  = fattori dipendenti dal piano di posa.

Per il caso specifico si valuta la pressione limite considerando un cordolo di fondazione 1.2 m x 15.0 m, piano di posa a 1.4 m di profondità, ipotizzando carichi centrati e considerando il pendio inclinato di 16°:

Poichè si assume il terreno non coesivo, l'equazione (1) diviene:

$$q_{LIM} = 0.5\gamma''B * N_{\gamma} * s_{\gamma} * i_{\gamma} * b_{\gamma} * g_{\gamma} + q' * N_q * s_q * d_q * i_q * b_q * g_q \quad (1a)$$

Calcolo capacità portante di una fondazione superficiale

Metodo di Hansen

Capacità portante 1257859 Kg

Qult (Kg/cmq) 6.99

Qamm (Kg/cmq) 2.33

Nc = 46.124 Nq = 33.296 Nga = 33.921

Fattori di forma

sc = 1.058 sq = 1.056 sga = 0.968

Fattori di profondità del piano di posa  
 $d_c = 1.345$   $d_q = 1.220$   $d_{ga} = 1.000$

Fattori di inclinazione del carico  
 $i_c = 1.000$   $i_q = 1.000$   $i_{ga} = 1.000$

Fattori di inclinazione del piano di posa  
 $g_c = 0.891$   $g_q = 0.461$   $g_{ga} = 0.461$

Fattori di inclinazione del pendio  
 $b_c = 1.000$   $b_q = 1.000$   $b_{ga} = 1.000$

Fattori di capacità portante corretti  
 $N_c' = 58.471$   $N_q' = 19.780$   $N_{ga}' = 15.146$

Il valore di  $2.33 \text{ Kg/cm}^2$  è da ritenere cautelativo, in quanto l'elaborazione di calcolo è stata condotta nell'ipotesi di fondazioni poggianti ad 1.4 m di profondità.

Considerata la natura sabbioso ghiaiosa dei depositi sui quali poggiano le fondazioni si è ritenuto opportuno calcolare i cedimenti indotti dalla costruzione della struttura, quale verifica del carico ammissibile

## 6.2 VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Volendo verificare l'entità dei cedimenti, con i parametri geotecnici soprastanti, in funzione della  $q_{AMM}$  sopra ricavata, si applica la formula di Burland & Burbidge (1984). Il metodo si applica per valutare i cedimenti di fondazioni in terreni non coesivi. Impostando l'entità dei cedimenti ritenuta tollerabile dalla struttura, può essere usato per determinare il carico ammissibile. Tale metodo, è basato su un'analisi statistica di oltre 200 casi, su fondazioni con dimensioni comprese tra 0.8 e 135 m. nel caso più generale, l'espressione relativa al calcolo dei cedimenti è:

$$s = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left[ \sigma'_{vo} \cdot B^{0.7} \cdot I_C / 3 + (q' - \sigma'_{vo}) \cdot B^{0.7} \cdot I_C \right]$$

in cui:

- $q'$  = pressione efficace lorda, espressa in KPa;
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale efficace agente alla quota di imposta della fondazione, espressa in KPa;
- $B$  = larghezza della fondazione, espressa in m;
- $I_C$  = indice di compressibilità;
- $f_s$ ,  $f_H$  e  $f_t$  = fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, dello spessore dello strato compressibile e della componente viscosa dei cedimenti.

L'indice di compressibilità è legato statisticamente ai valori di  $N_{SPT}$  tramite la seguente equazione:

$$I_C = \frac{1.706}{N_{AV}^{1.4}}$$

dove NAV rappresenta la media dei valori  $N_{SPT}$  per una profondità significativa deducibile sulla base di tabelle precalcolate (BURLAND & BURBIDGE, 1984).

Il fattore  $f_H$  è diverso da uno nel caso in cui lo strato compressibile abbia uno spessore H inferiore alla profondità significativa.

Per il caso specifico si calcola la pressione ammissibile nell'ipotesi di un cordolo con larghezza 1.2 e lunghezza 15.0 m, profondità del piano fondazione 1 m dal p.c. e ipotizzando cedimenti compresi tra 10 e 30 mm.

Non avendo dati disponibili da prove  $N_{SPT}$ , si considera, cautelativamente e in accordo con quanto desumibile dalla letteratura per terreni sabbiosi limosi, un valore di  $N_{av} = 12$  colpi/piede (cautelativo, viste la presenza di ciottoli nel deposito), da cui risulta  $I_c = 0.0526$ .

Si assumono  $f_h = f_t = 1$ , nell'ipotesi di strato sabbioso omogeneo e di cedimenti immediati; nel caso di fondazioni poste a 1 m dal piano campagna,  $\sigma'_{vo}$  è pari a 19 KPa.

Il fattore di forma  $f_s$  è dato da:

$$f_s = \left( \frac{1.25 \cdot L/B}{L/B + 0.25} \right)^2$$

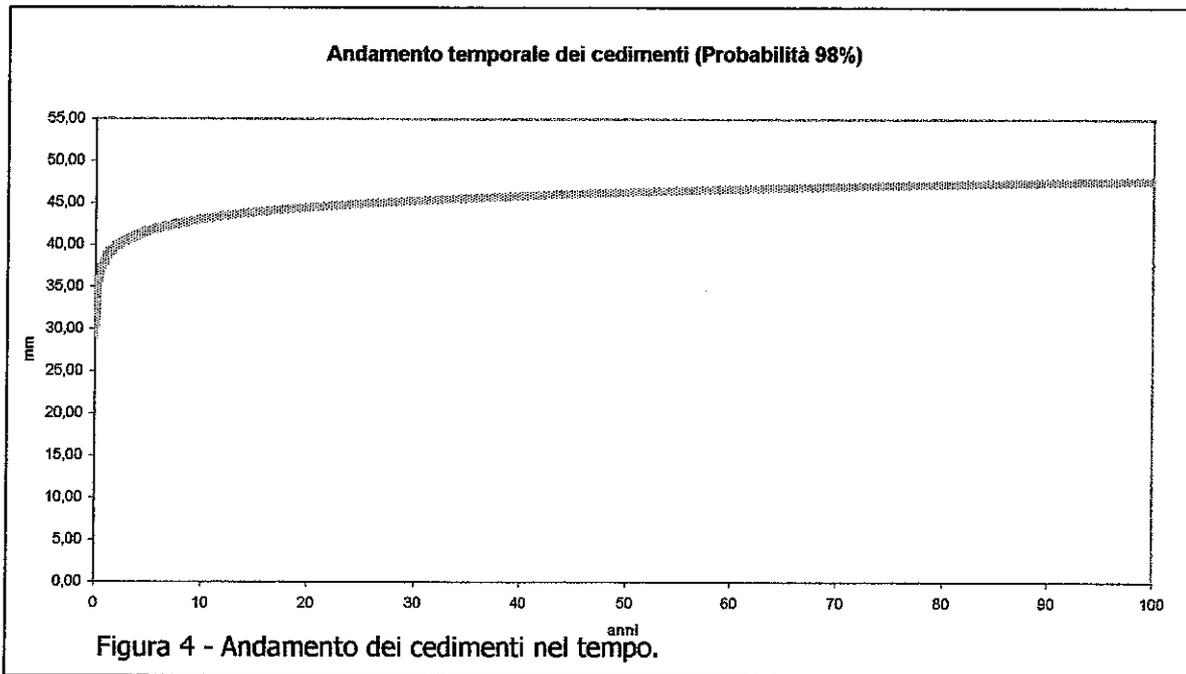
I valori del carico per i diversi cedimenti sono riportati nella tabella seguente (alla stima così effettuata va associata una probabilità del 50% che il cedimento possa essere in realtà superiore a tale valore):

cordolo di lato 1.2 m

Cedimento (mm)	qa (KPa)
10	125
20	230
30	348

Ipotizzando però un carico sul terreno di fondazione ad opera delle strutture in costruzione di  $1.20 \text{ Kg/cm}^2$  si può osservare nel grafico sottostante (vedi figura 4) che la struttura non supera, con cedimenti immediati, i 30 mm di abbassamento (con la probabilità del 98% che tale cedimento non venga superato).

La pressione ammissibile della fondazione su questo tipo di terreno è quindi pari a  $1.20 \text{ kg/cm}^2$  (volendo contenere i cedimenti entro 30 mm con la probabilità del 98%).



## 7 STRADA DI ACCESSO

La strada in progetto sale al fabbricato con pendenza variabile compresa tra 0 e 15%. Il versante su cui è prevista la realizzazione della pista (Fotografia 1) ha una pendenza di circa 16° e non sono presenti segni di dissesto. I muri in pietra a secco benché siano oggetto di un'attenta manutenzione, non presentano rigonfiamenti che fanno pensare a modesti movimenti del versante.

La strada si mantiene ad una distanza minima di circa 10 m dal rio, tale da avere una fascia di rispetto in occasioni di eventi di piena.

La scarpata di monte della strada di accesso al fabbricato sarà delimitata in modo continuo da un muro di sostegno, la cui altezza è di circa 1 m.

Nella parte iniziale della strada, dove già ora esiste un accesso al prato, il muro avrà un'altezza di circa 1.65 m (come osservabile sulla sezione S1 di progetto). Di tale situazione di progetto, più critica rispetto alle altre, sono state eseguite le verifiche di stabilità.

Per la verifica sono state osservate numerose superfici di scorrimento, nell'elaborato grafico è stata riportata la più gravosa.

Per quanto riguarda la distribuzione delle caratteristiche di resistenza del terreno è eventualmente possibile considerare lo stesso con caratteristiche anisotrope o ipotizzare livelli preferenziali di debolezza. Nel caso in esame, si è considerato il terreno costituito da un primo strato superficiale potente 1.4 m costituito da limi argillosi con le seguenti caratteristiche geotecniche:

- coesione trascurabile  $c = 0$ ,
- angolo di attrito interno pari a  $\phi = 20^\circ$ ,

- peso di volume  $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$ .

E da un secondo strato più profondo costituito da ghiaie e sabbie mindelliane caratterizzate dai seguenti parametri geotecnici:

- coesione trascurabile  $c = 0$ ,
- angolo di attrito interno pari a  $\phi = 35^\circ$ ,
- peso di volume  $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$ .

Il programma di calcolo genera automaticamente 100 superfici di scivolamento delle quali vengono successivamente analizzate le 10 con fattore di sicurezza inferiore. Nell'output allegato alla presente relazione è stata indicata sia in sezione che in forma di tabulati la superficie più critica, con fattore di sicurezza minore. Questo è risultato essere di 1.843, quindi maggiore del minimo imposto dalla normativa vigente ( $F_s \geq 1.3$  - D.M. 11.03.88).

## 8 INDICAZIONI PROGETTUALI

### 8.1 FABBRICATO

La presenza di locali seminterrati impone l'impermeabilizzazione dei muri perimetrali controterra. Si prescrive inoltre di realizzare al di sotto del piano di calpestio del piano interrato un vespaio in ghiaia e ciottoli, con lo scopo di permettere il drenaggio delle acque, che occasionalmente possono saturare i terreni.

Le informazioni relative all'area hanno evidenziato la presenza di uno strato superficiale potente circa 1.4 m costituito terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; al di sotto di esso si possono osservare invece depositi fluvio-glaciali costituiti da sabbie e ghiaie con scheletro ciottoloso.

Le fondazioni saranno di tipo continuo (trave rovescia) in grado di conferire al fabbricato maggior rigidità, la profondità di posa delle stesse non dovrà essere inferiore comunque a 1.4 m dal piano campagna.

Per una maggiore stabilità dell'insieme terreno di fondazione - manufatto, in fase di realizzazione, sarà posta particolare cura nella rimozione di eventuali lenti o sacche di materiale geotecnicamente scadente presenti al piano di posa delle fondazioni.

Per la realizzazione della costruzione sarà eseguito uno sbancamento dei terreni posti a monte del fabbricato, i lavori dovranno iniziare dall'alto verso il basso e si dovrà procedere all'asportazione dei materiali caratterizzati da peggiori caratteristiche geotecniche.

In ogni caso a monte dello scavo sarà necessario realizzare una canaletta per la raccolta delle acque di ruscellamento. Tale accorgimento impedirà la saturazione dei terreni superficiali evitando scivolamenti quali soil - slip.

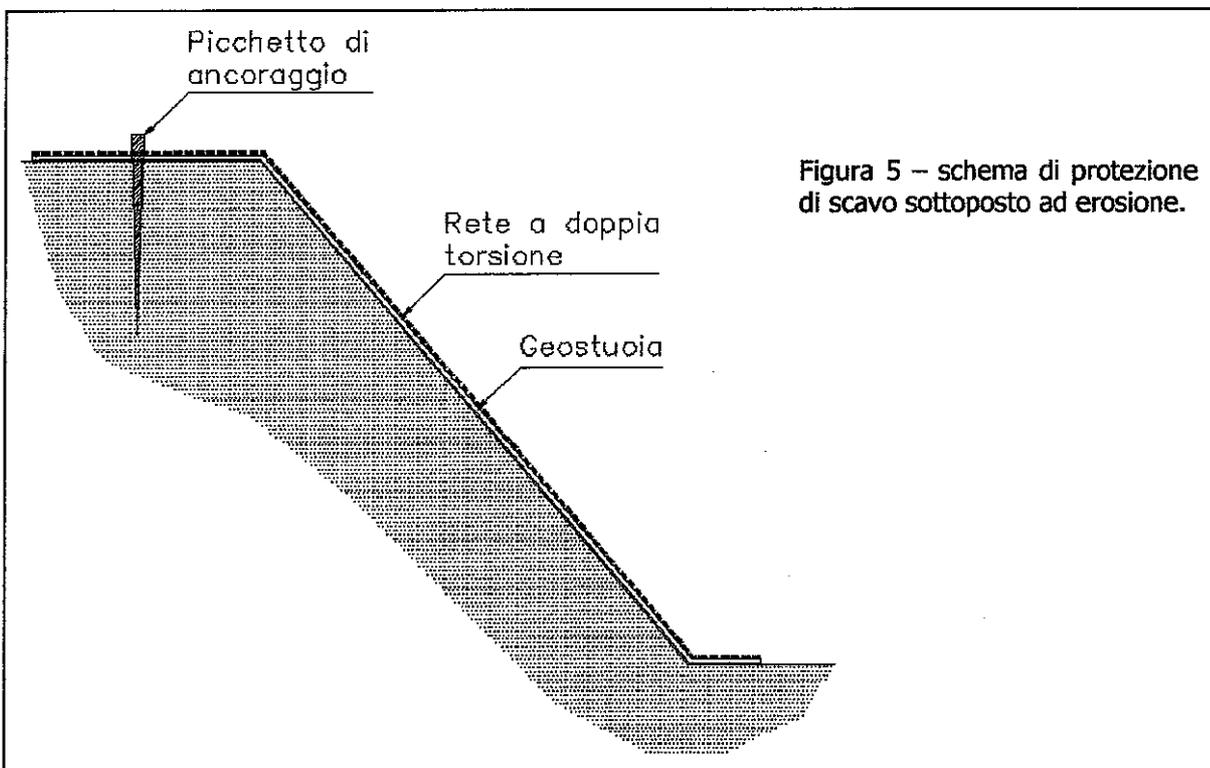
La medesima canaletta (opportunitamente impermeabilizzata) avrà inoltre lo scopo di impedire l'infiltrazione nel substrato delle acque che in tal caso potrebbero provocare pericolose saturazioni dei depositi alla base dello sbancamento.

Tutte queste opere atte all'educazione delle acque dovranno portare le medesime nella cunetta che corre ai bordi della strada in progetto.

I depositi ghiaiosi sabbiosi con ciottoli in matrice sabbioso – limosa (depositi sui quali andrà ad insistere il fabbricato e lo scavo atto a contenerlo) sono dotati di una pseudocoazione che consente agli scavi di sostenersi per brevi periodi e per limitate altezze.

Nel caso in esame è prevista l'esecuzione di uno sbancamento notevole a monte dell'abitazione, la parete complessivamente avrà un'altezza di circa 6 m dal piano di calpestio del piano seminterrato.

Per una maggiore stabilità dello sbancamento a monte della casa si prescrive quindi la realizzazione di un gradone largo circa 1.5 – 2.0 m che suddivide il pendio in 2 distinte scarpate. Si prescrive inoltre il rivestimento delle scarpate tramite geostuoie e reti come da schema.



Tale soluzione ha una funzione prevalentemente antierosiva e solo in parte riesce a resistere alle spinte tangenziali dei terreni. Ben si adatta però alla provvisorietà dello scavo, il quale sarà colmato il più velocemente possibile ultimati i muri laterali dell'edificio.

Il ciglio dello scavo, opportunamente difeso con reti e geostuoie, dovrà essere mantenuto ad una distanza di sicurezza di 5 m dal confine di proprietà in modo da non interferire con il muro di contenimento esistente.

In ogni caso si prescrive che la D.L. verifichi durante la realizzazione dello scavo la reale consistenza dei terreni, al fine di determinare, nel caso in cui si presentassero situazioni impreviste

quali sacche di materiale geotecnicamente scadente, le soluzioni più adatte al contenimento dello scavo.

Nel caso in cui i terreni si presentassero con caratteristiche geotecniche pessime, potrebbero rendersi necessari interventi specifici per il contenimento del versante quali muri di sostegno (anche tirantati).

Nel caso si presentino situazioni dubbie o di difficoltosa interpretazione si consiglia di contattare lo scrivente preventivamente alla realizzazione del manufatto.

## 8.2 PISTA DI ACCESSO

La pista di accesso si snoda per circa 75 m dalla strada comunale (che conduce alla Fraz. Margaula) sino al fabbricato. La strada evita le zone a maggiore attività geodinamica (rio) e giunge alla costruzione mediante la realizzazione di un solo tornante.

Sulla scarpata di monte della pista è prevista la realizzazione di muri di contenimento alti 1.00 m fuori terra, nel tratto iniziale della stessa tale muro ha un'altezza pari a 1.65 m dal p.c..

Nei pressi del tornante la pista si presenta in accumulo; si rende necessaria la realizzazione di un rilevato che avrà comunque un'altezza inferiore a 1.35 m dal p.c.. Le scarpate del rilevato in progetto sono previste con una pendenza pari a 45°.

Si prescrive dunque che il rilevato sia eseguito utilizzando il materiale ghiaioso sabbioso derivante dallo scavo per la realizzazione dell'abitazione, tale materiale è, infatti, caratterizzato da buone caratteristiche geotecniche.

Per mitigare l'azione erosiva delle acque di scorrimento superficiale, per una modesta azione di contenimento e per facilitare l'attecchimento delle specie erbacee, si prescrive di intervenire sulla scarpata del rilevato mediante la posa in opera di geostuie.

Tale accorgimento dovrà essere messo in opera anche a monte dei muri di contenimento dove si presentino zone in scavo con scarpa a pendenza 45°.

## 9 CONCLUSIONI

Il sito è stato caratterizzato dal punto di vista geomorfologico, mentre si è provveduto alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.

Le indagini geognostiche, realizzate appositamente nell'area di indagine, hanno evidenziato la presenza di uno strato superficiale potente circa 1.4 m costituito da terreno agrario e limi argillosi; al di sotto si osserva invece uno strato di ghiaie sabbiose con ciottoli e matrice sabbiosa limosa.

Le fondazioni dovranno dunque poggiare sullo tale deposito che si trova alla profondità media di 1.4 m dal p.c..

Lo studio condotto permette di giungere alle seguenti conclusioni:

- con riguardo alla geomorfologia si rileva che l'area è mediamente inclinata di  $15^\circ$  -  $18^\circ$ , non sono presenti tracce di dissesti ed è lontana dalla zona di influenza dei corsi d'acqua, a questo scopo anche la strada di accesso al fabbricato è mantenuta ad una distanza di sicurezza di 10 m dal modesto rio;
- dal punto di vista geotecnico, l'applicazione di carichi dell'ordine dei  $1.30 \text{ Kg/cm}^2$  è del tutto compatibile con la capacità portante del terreno ed i massimi cedimenti ammessi. Si precisa che tale valore di  $q_{amm}$  non può prescindere dal tipo di fondazione (trave rovescia), dalla sua larghezza (1.2 m) e dalla profondità di posa delle fondazioni stesse sullo strato sabbioso (1.4 m);
- è stata eseguita una verifica di stabilità del muro che delimita verso monte la strada di accesso lungo la sez. S1 di progetto. La verifica a stabilità globale ha fornito un coefficiente di sicurezza  $F_s$  pari a 1.843

È quindi verificata la compatibilità tra le opere in progetto e l'equilibrio idrogeologico del territorio circostante (Legge regionale 9 agosto 1989, n. 45).

Per una maggiore stabilità dell'insieme terreno di fondazione – manufatto, in fase di realizzazione delle fondazioni sarà posta particolare cura nella rimozione di eventuali lenti o sacche di materiale geotecnicamente scadente presente al piano di posa delle fondazioni.

Febbraio, 2004

Dr. geol. Fabrizio VIGNA  
n. 507 Ordine Geologi Regione Piemonte



*ALLEGATO N. 1 VERIFICHE DI STABILITA'*

Verifica di stabilità del muro di sostegno sulla sezione S1. Il programma di calcolo ha ricercato la curva più sfavorevole passante a tergo del muro in progetto.

PROBLEM DESCRIPTION      PROBLEM WITH JANBU'S COEF

BOUNDARY COORDINATES

11 Top Boundaries  
28 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (m)	Y-Left (m)	X-Right (m)	Y-Right (m)	Soil Type Below Bnd
1	.00	1.67	2.20	2.39	1
2	2.20	2.39	2.20	4.51	3
3	2.20	4.51	2.60	4.51	3
4	2.60	4.51	2.60	4.00	3
5	2.60	4.00	8.70	4.57	1
6	8.70	4.57	9.80	4.87	1
7	9.80	4.87	15.60	5.76	1
8	15.60	5.76	15.60	7.41	3
9	15.60	7.41	15.90	7.41	3
10	15.90	7.41	17.20	8.10	2
11	17.20	8.10	24.80	10.10	2
12	2.60	4.00	2.60	1.51	3
13	2.60	1.51	3.60	1.51	3
14	3.60	1.51	3.60	1.10	3
15	1.20	1.11	1.20	1.51	3
16	1.20	1.51	2.20	1.51	3
17	2.20	1.51	2.20	2.39	3
18	1.20	1.11	3.60	1.10	1
19	15.90	5.98	17.70	6.80	1
20	17.70	6.80	24.80	8.70	1
21	15.90	7.41	15.90	5.98	3
22	15.90	5.98	15.90	5.41	3
23	15.90	5.41	16.50	5.41	3
24	16.50	5.41	16.50	4.90	3
25	15.00	4.90	15.00	5.41	3
26	15.00	5.41	15.60	5.41	3
27	15.60	5.41	15.60	5.76	3
28	15.00	4.90	16.50	4.90	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

3 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (t/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (t/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (Kpa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (Kpa)	Pressure Constant (Kpa)	Piez. Surface No.
1	1.9	2.2	.0	35.0	.00	.0	1
2	1.9	2.2	.0	20.0	.00	.0	2
3	2.4	2.4	200.0	35.0	.00	.0	3

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random

Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of  $\phi=0$   
 100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced  
 Along The Ground Surface Between  $X = 8.00$  m.  
 and  $X = 15.00$  m.

Each Surface Terminates Between  $X = 16.00$  m.  
 and  $X = 24.00$  m.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation  
 At Which A Surface Extends Is  $Y = .00$  m.

1.00 m. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial  
 Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical  
 First.

\* \* Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method \* \*

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	11.11	5.07
2	11.96	4.54
3	12.89	4.19
4	13.88	4.04
5	14.88	4.10
6	15.84	4.37
7	16.73	4.83
8	17.50	5.47
9	18.13	6.25
10	18.57	7.15
11	18.83	8.11
12	18.85	8.53

Fs = \*\*\* 1.843 \*\*\*

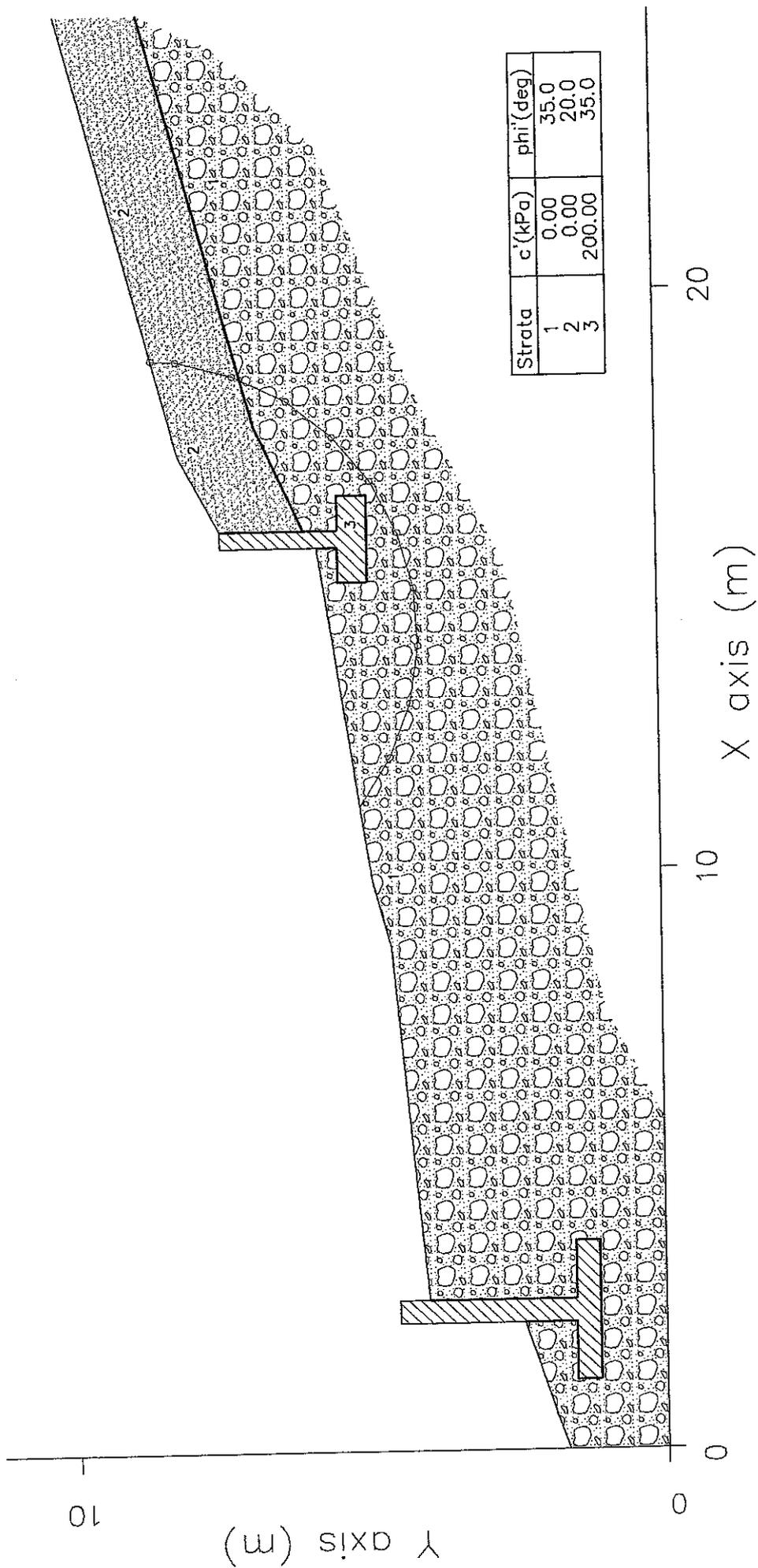
Individual data on the 18 slices

Slice No.	Width (m)	Weight (t)	Water		Tie		Earthquake		
			Force Top	Force Bot	Force Norm	Force Tan	Force Hor	Force Ver	Surcharge Load
1	.8	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2	.9	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3	1.0	2.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4	1.0	2.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5	.1	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6	.6	1.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7	.2	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

Minimum Safety Factor = 1.843

Safety Factor Calculated By Modified Janbu Method

Ground Surface  
 Internal strata  
 Most critical surface



# INDAGINI GEOPORTALE ARPA PIEMONTE

# INDAGINI PUNTUALI

Prog. Indagine: 16

ID indagine: 001113P22SS16

 **Stratigrafia semplificata**

I dati contenuti in questo servizio hanno finalità unicamente divulgativa e pertanto Arpa Piemonte non risponde di utilizzi impropri ad esempio derivanti da errata interpretazione o applicazione scorretta dei dati in ambiti differenti da quelli originali.

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S1	Germagnano	TO	Sottopasso Funghera-Gragnano
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
3/6/1997	3/6/1997	6.00	Viabilità: Indagine geognostica lungo la S.P. 1 e la ferrovia *

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
104668	0.50	argilla
104668	0.60	ghiaia medio grossa in abbondante matrice limoso argillosa debolmente sabbiosa
104668	1.40	argilla limosa con poca ghiaia fine
104668	1.60	calcestruzzo
104668	2.00	ghiaia grossa e trovanti in poca matrice limoso sabbiosa
104668	6.00	serpentino

A cura di SIGeo - Sistema Informativo Geologico di ARPA Piemonte  
[Contatta SIGeo](#)  
Versione 1.0 2015 - Esecuzione: 2019-01-08 11:23:21am



Quest'opera è distribuita con Licenza [Creative Commons Attribuzione 2.5 Italia](#).

## INDAGINI PUNTUALI

Prog. Indagine: 23

ID indagine: 001113P30SM23

Nome campione	Comune	Provincia	Località
P3-C3	Germagnano	TO	Cimitero
Data prelievo	Profondità (m)	Cantiere	
1/2002	0.00	Ampliamento cimitero	

Codice Campione	Setaccio (mm)	Passante (%)
103406	38.10000	100.0000
103406	25.40000	77.5700
103406	19.10000	70.8200
103406	12.70000	64.1900
103406	9.52000	60.6500
103406	4.76000	55.3500
103406	2.00000	49.3300
103406	0.42000	37.9900
103406	0.18000	32.6500
103406	0.07400	26.9000
103406	0.06600	25.6710
103406	0.04800	23.8370
103406	0.03500	20.6280
103406	0.02500	16.5020
103406	0.01900	12.8350
103406	0.01400	9.6260
103406	0.01000	6.4180
103406	0.00700	4.5840
103406	0.00500	3.2090
103406	0.00400	2.7500
103406	0.00300	1.8340
103406	0.00200	1.8340

