



Corso Toscana, 3 - 58031 ARCIDOSSO  
☎ 0564.967404 Fax 1782220510

ARCIDOSSO, 10 febbraio 2014

ALL'UFFICIO TECNICO DEL  
BACINO REGIONALE OMBRONE

**OGGETTO: Variante al R.U. per ricostruzione immobile demolito da esplosione di gpl in area PFME del Comune di CASTIGLIONE D'ORCIA (rif. Ombrone 8931). INTEGRAZIONE INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

In riferimento alla Vs. richiesta di integrazione in merito alla pratica in oggetto, si chiarisce quanto segue, seguendo lo schema da Codesto Ufficio proposto:

- 1) Gli elaborati urbanistici della Variante vengono allegati alla integrazione redatta dall'Ing. Vagaggini, Progettista dell'intervento.
- 2) A seguito di ulteriori sopralluoghi nell'area di intervento, della attenta analisi delle foto aree disponibili, dell'esame della cartografia geomorfologica più aggiornata, si è giunti a definire una **Carta geomorfologica** di dettaglio (in scala 1:5.000) dell'area in esame, che si allega alla presente; in essa è stata distinta un'area in cui sono evidenti gli indizi di un vasto dissesto in atto, da un'altra zona, esterna alla prima, in cui sono presenti fenomeni attivi localizzati, che sembrano coinvolgere solo livelli superficiali del versante. Il fabbricato rimane comunque esterno ad entrambe le aree interessate da fenomeni attivi, ricadendo in zona di possibile influenza della evoluzione del fenomeno franoso. Perciò, pur confermando l'inserimento del fabbricato in area PFME, l'intervento di ricostruzione può essere classificato a **Fattibilità 3**.
- 3) Si allega **Planimetria** in scala 1:2.000 con indicazione delle indagini svolte in situ, compresa la realizzazione di uno stendimento sismico a rifrazione.
- 4) Il **modello del terreno** è stato considerato a **due strati** laddove è presente la coltre interessata dal dissesto, come si evince arealmente dalla *Carta geomorfologica* e in sezione lungo il profilo che è stato tracciato per verificare la stabilità del versante.

5, 6, 7 e 8) La superficie di contatto tra la coltre in frana e il substrato è stata definita attraverso l'esecuzione di un **profilo sismico a rifrazione**, come richiesto da Codesto Ufficio (punto 7), ubicato come visibile in planimetria. L'indagine ha permesso di definire lo spessore della coltre in frana e la superficie di ipotetico scorrimento, come visibile sulla sezione allegata. La **parametrizzazione geotecnica** della coltre (punto 5) è stata effettuata utilizzando il metodo della back-analysis imponendo nella verifica di stabilità del versante una superficie di scorrimento al contatto tra substrato e coltre così come individuata dall'indagine geofisica (profondità di circa 7 metri dal piano di campagna); l'analisi così condotta ha fornito una serie di coppie di valori di  $c'$  e  $\phi'$  riferentesi alla resistenza al taglio residua del terreno; tra tali coppie di valori è stata scelta, come caratterizzante la coltre, quella con coesione drenata  $c' = 0$  ed angolo di attrito residuo  $\phi' = 11^\circ$ .

Una volta parametrizzata la coltre e avendo già parametrizzato il substrato attraverso le indagini svolte nell'agosto 2013, si è proceduto alla **verifica di stabilità del versante** che è stata effettuata in condizioni drenate utilizzando il valore dell'angolo di attrito residuo, come sopra definito, per la parametrizzazione della coltre mobilizzata. Come già detto nell'indagine dell'agosto 2013, nel sottosuolo nelle pertinenze del fabbricato **non è presente falda** (punto 6), mentre è stata considerata la presenza di acqua all'interno della coltre mobilizzata. La verifica, eseguita lungo il profilo di massima pendenza, è stata condotta analizzando sia il versante nel suo complesso, sia escludendo la parte interessata dalla presenza del movimento franoso (punto 8). Nel primo caso la verifica ha evidenziato un valore del coefficiente di sicurezza uguale a 0,54 con cerchio critico localizzato nell'area interessata dal movimento franoso; nel secondo caso la verifica ha evidenziato un coefficiente di sicurezza sensibilmente superiore, pari a 1,46, in linea con la verifica eseguita nell'agosto 2013.

9) Si chiarisce che la **causa dell'esplosione** non è assolutamente ricollegabile alla presenza dell'area in frana, dato che è stato chiarito che il crollo dell'edificio è legato ad una accidentale apertura di una valvola della distribuzione del gpl rimasta relitta all'interno dell'appartamento.

In conclusione, si ribadisce che l'intervento, senza prevedere ampliamenti planimetrici e volumetrici, risulta migliorativo delle condizioni statiche dell'edificio esistente, sia nelle strutture fondali che in quelle in elevazione; in prospettiva, anche nella remota eventualità di una evoluzione del movimento franoso che andasse ad interessare l'edificio, il fabbricato ristrutturato avrà la possibilità di reagire in maniera più rispondente alle mutate condizioni dell'assetto geomorfologico locale.

Si allegano:

- ***Carta geomorfologica in scala 1:5.000;***
- ***Planimetria con ubicazione delle indagini eseguite in scala 1:2.000;***
- ***Grafico “back-analysis” delle caratteristiche geotecniche della coltre in frana;***
- ***Verifiche di stabilità del versante e relative sezioni;***
- ***Indagine geofisica a rifrazione.***

A disposizione per ulteriori chiarimenti, porgiamo cordiali saluti.

Il Geologo

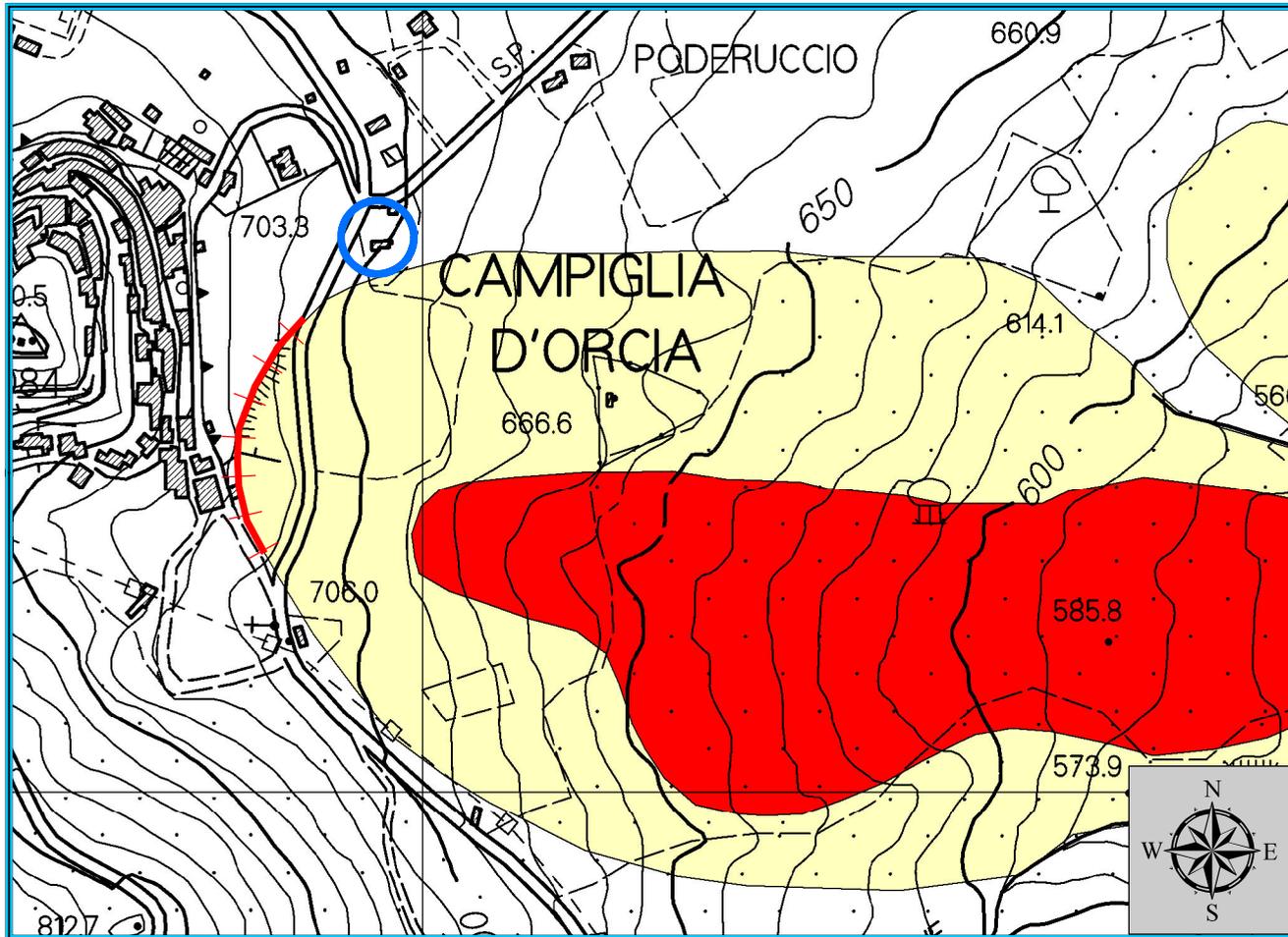
Dr. Daniele NENCI

## **ALLEGATI**

- *Carta geomorfologica in scala 1:5.000*
- *Planimetria con ubicazione delle indagini eseguite in scala 1:2.000*
- *Grafico “back-analysis” delle caratteristiche geotecniche della coltre in frana*
- *Verifiche di stabilità del versante e relative sezioni*
- *Indagine geofisica a rifrazione*

# CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1:5.000

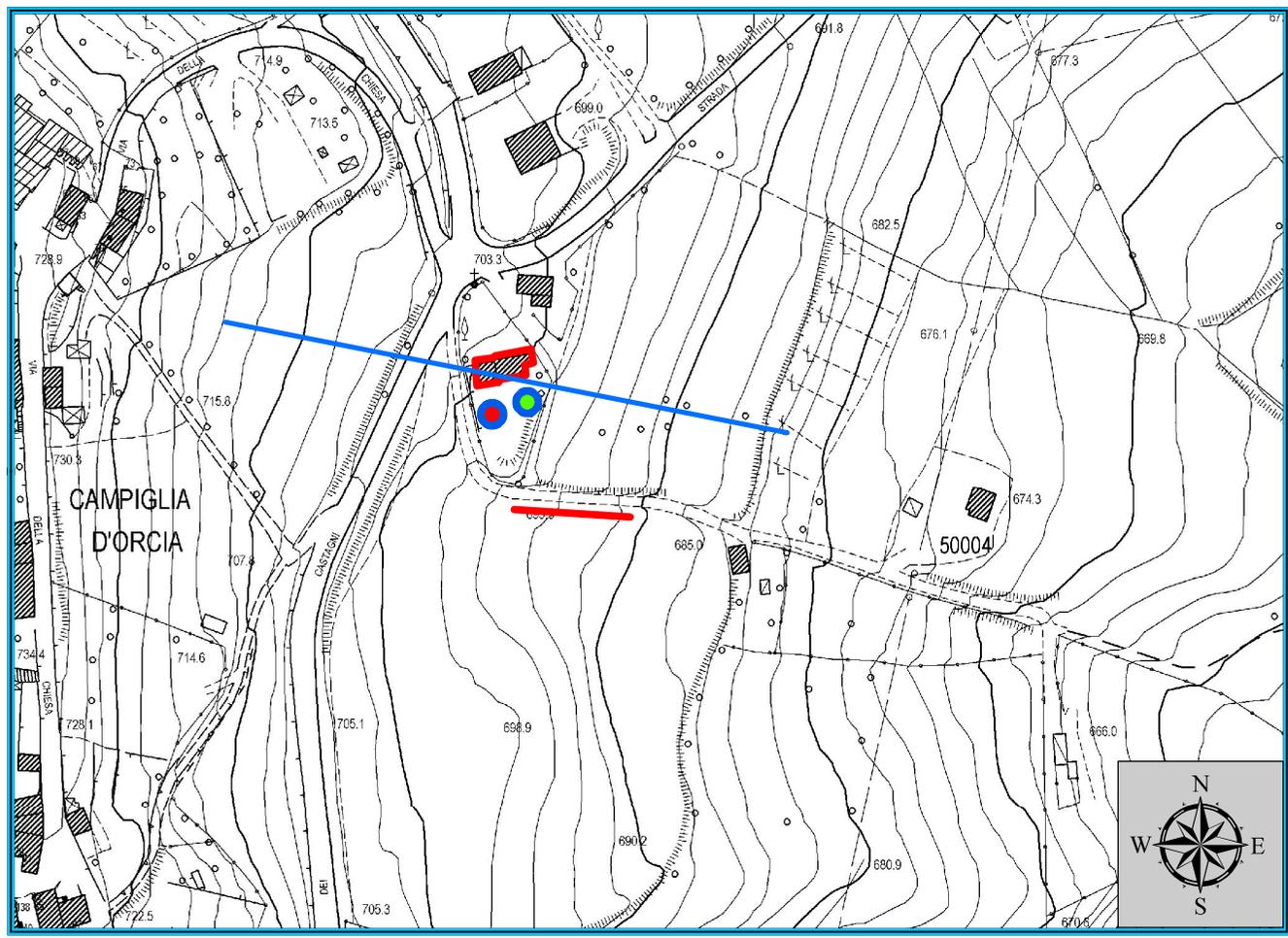


## Legenda

-  Area in frana interessata da fenomeni attivi locali
-  Area in frana attiva
-  Nicchia di distacco
-  Fabbricato in oggetto

# PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Scala 1:2.000

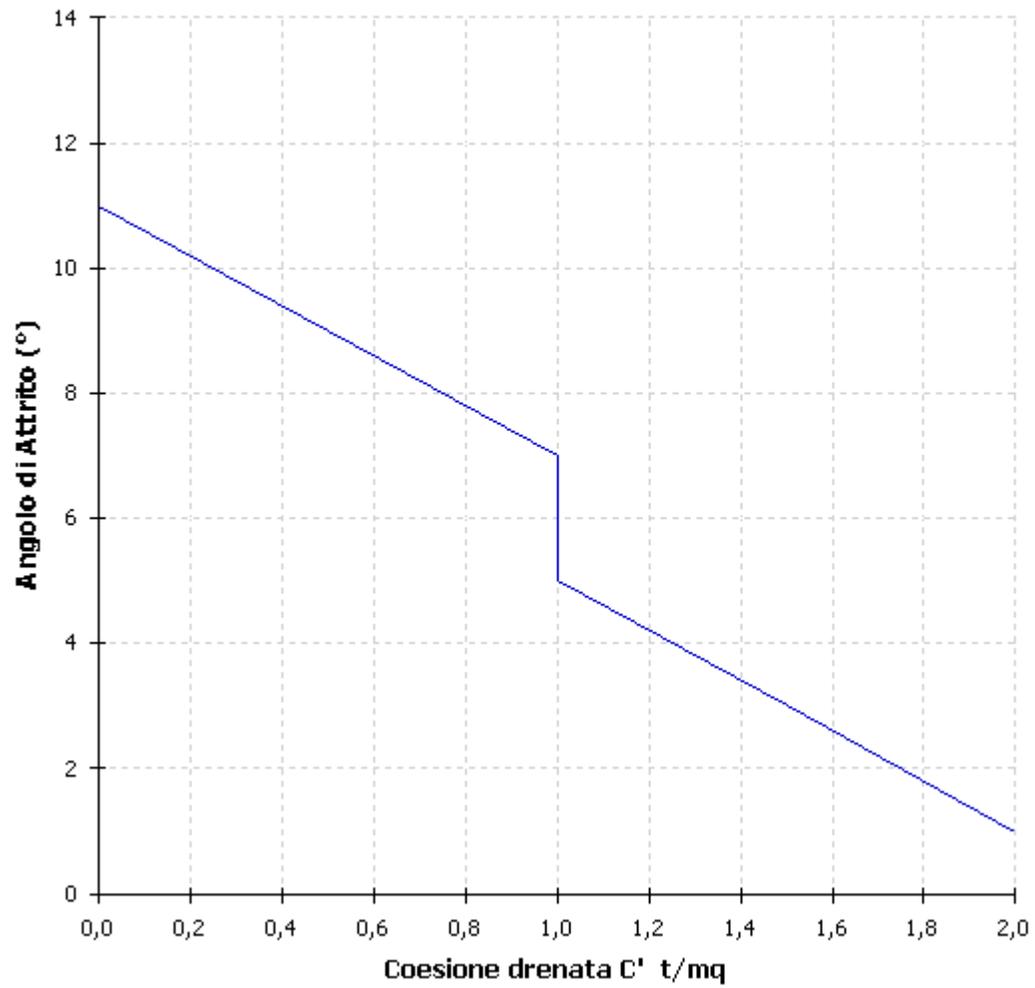


## Legenda

-  Sondaggio
-  Indagine sismica HVSR
-  Profilo sismico a rifrazione
-  Traccia di sezione per verifica versante
-  Fabbricato in oggetto



# Back Analysis



# VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE NELL'AREA A VALLE DEL FABBRICATO

## Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Zona	Campiglia d'Orcia
Lat./Long.	42,947626/11,672377
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

## Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-6,07 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	716,34 m
Ascissa vertice destro superiore xs	163,26 m
Ordinata vertice destro superiore ys	760,33 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

## Coefficienti sismici [N.T.C.]

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,48	2,51	0,25
S.L.D.	50,0	0,6	2,55	0,26
S.L.V.	475,0	1,38	2,51	0,28
S.L.C.	975,0	1,73	2,53	0,29

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,72	0,2	0,0147	0,0073
S.L.D.	0,9	0,2	0,0184	0,0092
S.L.V.	2,0535	0,24	0,0503	0,0251
S.L.C.	2,4777	0,24	0,0606	0,0303

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0503

Coefficiente azione sismica verticale 0,025 1

### Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	684,0
2	6,0	686,0
3	16,0	688,0
4	32,0	690,0
5	38,0	692,0
6	48,0	694,0
7	57,0	696,0
8	71,0	698,0
9	91,0	700,0
10	102,0	702,0
11	122,0	703,0
12	123,0	704,0
13	129,0	706,0
14	140,0	708,0
15	151,0	710,0
16	166,0	712,0
17	176,0	714,0

#### Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,2	682,96
2	50,75	694,37

#### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	678,37
2	20,78	681,89
3	33,23	684,38
4	43,35	688,37
5	52,68	695,04
6	57,0	696,0
7	71,0	698,0
8	91,0	700,0
9	102,0	702,0
10	122,0	703,0
11	123,0	704,0
12	129,0	706,0
13	140,0	708,0
14	151,0	710,0
15	166,0	712,0
16	166,0	712,0
17	166,0	712,0
18	176,0	714,0

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

#### Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0		11	1900	1950	0,00	COLTRE IN FRANA	
2	1.22		0	2000	2200	0,00	ARGILLITI	

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	107,17	702,71	117,17	703,21	1,5

**Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]**

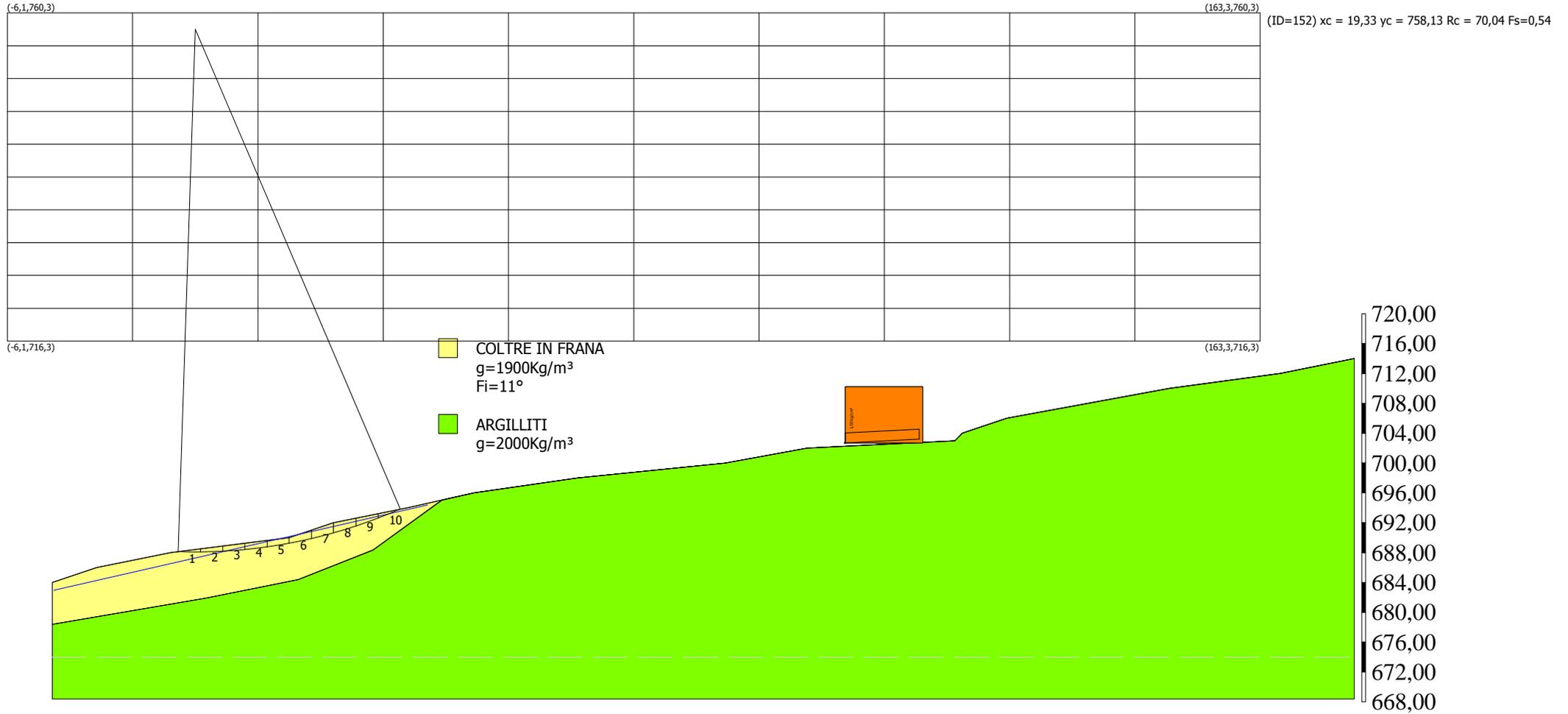
Fs minimo individuato	0,54
Ascissa centro superficie	19,33 m
Ordinata centro superficie	758,13 m
Raggio superficie	70,04 m

**(ID=152) xc = 19,327 yc = 758,131 Rc = 70,041 Fs=0,544**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,0	-0,7	3,0	1260,67	63,41	31,64	0,0	8,8	0,0	1264,5	328,8
2	3,0	1,8	3,0	3231,42	162,54	81,11	0,0	8,8	0,0	3206,8	833,9
3	3,0	4,3	3,01	4466,32	224,66	112,1	0,0	8,8	0,0	4393,6	1142,4
4	3,0	6,7	3,02	4960,14	249,5	124,5	0,0	8,8	0,0	4845,9	1260,1
5	2,97	9,2	3,0	4649,96	233,89	116,71	0,0	8,8	0,0	4520,2	1175,4
6	3,04	11,7	3,1	5565,22	279,93	139,69	0,0	8,8	0,0	5393,0	1402,3
7	2,96	14,2	3,05	7163,6	360,33	179,81	0,0	8,8	0,0	6933,2	1802,8
8	3,05	16,8	3,18	7174,61	360,88	180,08	0,0	8,8	0,0	6948,8	1806,9
9	3,0	19,4	3,18	4897,45	246,34	122,93	0,0	8,8	0,0	4756,5	1236,8
10	3,0	22,0	3,24	1858,96	93,51	46,66	0,0	8,8	0,0	1814,3	471,8

# VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE

## Metodo di Bishop



# VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE NEL TRATTO INTERESSATO DALLA PRESENZA DEL FABBRICATO

## Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Zona	Campiglia d'Orcia
Lat./Long.	42,947626/11,672377
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

## Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	74,1 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	716,24 m
Ascissa vertice destro superiore xs	173,68 m
Ordinata vertice destro superiore ys	761,26 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

## Coefficienti sismici [N.T.C.]

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,48	2,51	0,25
S.L.D.	50,0	0,6	2,55	0,26
S.L.V.	475,0	1,38	2,51	0,28
S.L.C.	975,0	1,73	2,53	0,29

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,72	0,2	0,0147	0,0073
S.L.D.	0,9	0,2	0,0184	0,0092
S.L.V.	2,0535	0,24	0,0503	0,0251
S.L.C.	2,4777	0,24	0,0606	0,0303

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0503

Coefficiente azione sismica verticale 0,025 1

### Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	684,0
2	6,0	686,0
3	16,0	688,0
4	32,0	690,0
5	38,0	692,0
6	48,0	694,0
7	57,0	696,0
8	71,0	698,0
9	91,0	700,0
10	102,0	702,0
11	122,0	703,0
12	123,0	704,0
13	129,0	706,0
14	140,0	708,0
15	151,0	710,0
16	166,0	712,0
17	176,0	714,0

#### Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,2	682,96
2	50,75	694,37

#### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	678,37
2	20,78	681,89
3	33,23	684,38
4	43,35	688,37
5	52,68	695,04
6	57,0	696,0
7	71,0	698,0
8	91,0	700,0
9	102,0	702,0
10	122,0	703,0
11	123,0	704,0
12	129,0	706,0
13	140,0	708,0
14	151,0	710,0
15	166,0	712,0
16	166,0	712,0
17	166,0	712,0
18	176,0	714,0

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

#### Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0		11	1900	1950	0,00	COLTRE IN FRANA	
2	1.22		0	2000	2200	0,00	ARGILLITI	

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	107,17	702,71	117,17	703,21	1,5

**Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	1,46
Ascissa centro superficie	84,06 m
Ordinata centro superficie	761,26 m
Raggio superficie	83,21 m

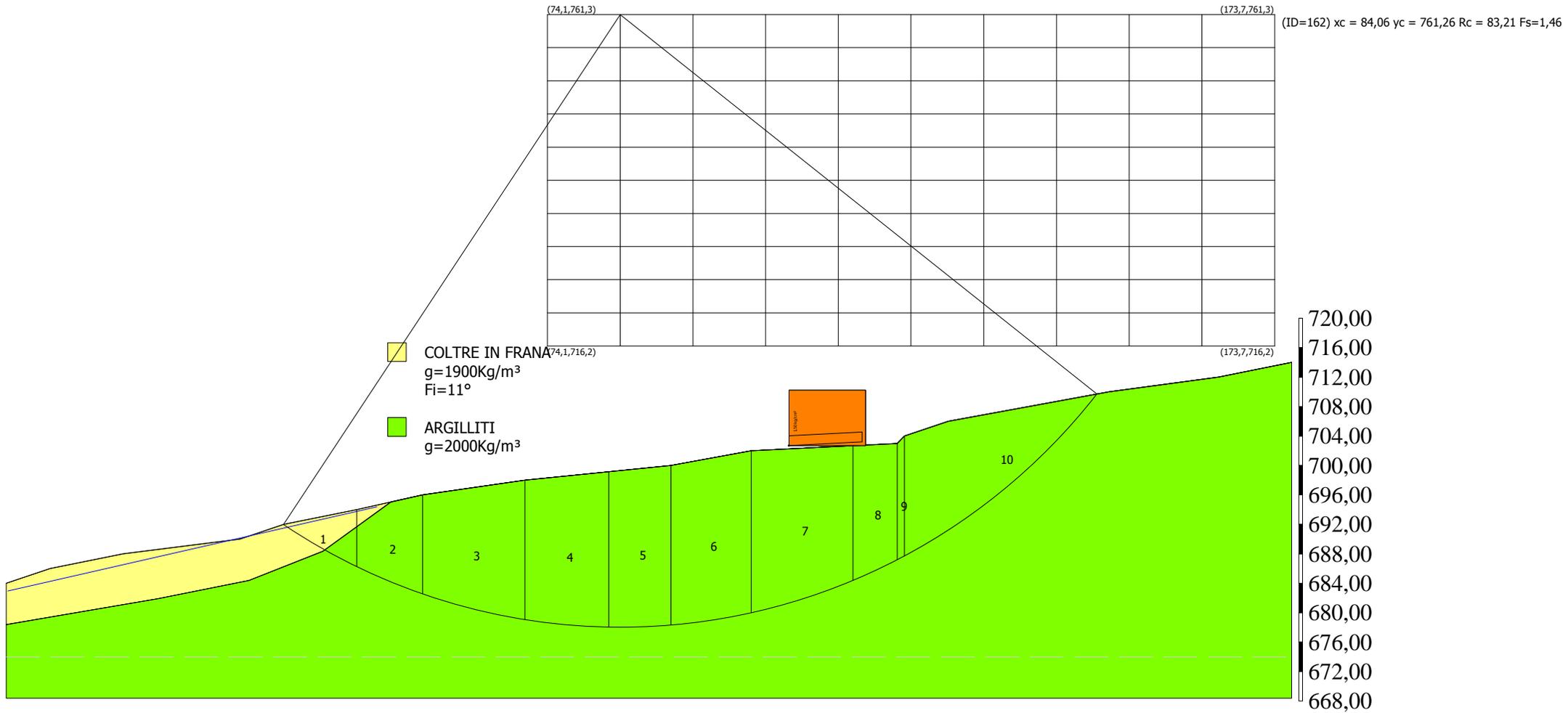
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**(ID=162) xc = 84,058 yc = 761,263 Rc = 83,209 Fs=1,461**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	10,04	-29,7	11,55	78109,38	3928,9	1960,55	0,0	8,8	0,0	95127,0	9201,9
2	9,0	-22,3	9,73	193035,8	9709,7	4845,2	0,98	0,0	0,0	232944,7	59070,7
3	14,0	-14,0	14,43	461764,1	23226,73	11590,28	0,98	0,0	0,0	497752,3	87601,0
4	11,53	-5,0	11,57	465658,5	23422,62	11688,03	0,98	0,0	0,0	473666,6	70246,4
5	8,47	1,9	8,48	364025,0	18310,46	9137,03	0,98	0,0	0,0	362540,6	51478,3
6	11,0	8,6	11,13	484217,5	24356,14	12153,86	0,98	0,0	0,0	479509,9	67546,6
7	13,95	17,5	14,62	702776,9	35349,68	17639,7	0,98	0,0	0,0	708874,3	88776,8
8	6,05	24,8	6,67	225570,0	11346,17	5661,81	0,98	0,0	0,0	229809,6	40498,6
9	1,0	27,5	1,13	32066,04	1612,92	804,86	0,98	0,0	0,0	32589,6	6845,5
10	26,37	39,8	34,32	574867,5	28915,83	14429,17	0,98	0,0	0,0	574665,1	208383,8

# VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE

## Metodo di Bishop



*COMUNE DI CASTIGLIONE D'ORCIA*  
*(Provincia di Siena)*

**OGGETTO**

**Variante al R.U. per ricostruzione immobile demolito da  
esplosione di gpl in area PFME e**

**RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA  
Prospezione sismica a rifrazione**

Località: Campiglia d'Orcia (SI)

Data: febbraio 2014

***GEOAMIATA S.a.s.***  
***Corso Toscana n°03***  
***58031 ARCIDOSSO GR***

## 1. Premessa

Nel presente rapporto è descritta l'indagine sismica a rifrazione, avente lo scopo di investigare i terreni in cui si intende realizzare un nuovo fabbricato, situato nel Comune di Castiglione d'Orcia (GR).

La zona in studio è stata investigata con due profili sismici a rifrazione di 36 metri di lunghezza ciascuno. I profili sono stati disposti approssimativamente in direzione ortogonale tra loro, come riportato nell'allegato contenente l'ubicazione (T1).

Grazie al forte contrasto di velocità delle onde compressionali tra l'orizzonte superficiale, gli eventuali orizzonti intermedi e quello più profondo, il metodo sismico a rifrazione è particolarmente adatto per discriminare e quantificare gli spessori dei litotipi presenti.

Inoltre valutazioni relative alle onde di taglio dovrebbero fornire importanti informazioni sulle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati.

## 2. Strumentazione utilizzata

Il sistema usato per l'acquisizione è quello prodotto dalla SARA Electronic Instruments s.r.l ed è composto da:

- un sismografo DoReMi a 12 canali
- 12 geofoni
- 1 geofono starter
- un'unità di testa

I geofoni hanno la sola componente verticale con una frequenza naturale di 4.5 hz e una sensibilità di 28 V/m/s. Il sismografo è costituito da 12 unità poste lungo il cavo sismico a distanze regolari; queste unità sono essenzialmente dei



convertitori analogico-digitali SARA 16 bit, con filtro passa basso con 200 hz di frequenza di taglio e un filtro passa alto con frequenza di taglio posta a 2 hz. Il trigger, ovvero lo start della registrazione, viene dato attraverso il geofono starter. L'unità di testa, infine, non è altro

che un'interfaccia tra i vari digitalizzatori posti lungo il cavo e il computer collegato ad essi. L'energizzazione del terreno è stata eseguita con un colpo di maglio da 6 kg su una piastra battente in PVC.

### **3. Acquisizione dati**

Il profilo sismico a rifrazione è stato eseguito energizzando ad intervalli regolari lungo uno stendimento di 12 sensori detti geofoni.

I geofoni sono stati disposti con un'interdistanza di 3 metri. La lunghezza complessiva del rilevamento è stata di 33 m (la lunghezza di ogni profilo si misura tra i due tiri estremi, adiacenti alla base sismica, escludendo quindi i tiri esterni ad essa) per poter avere una profondità di investigazione pari ad almeno 8-10 metri.

Per avere un dettaglio ed una risoluzione quanto più possibile elevati, sono stati acquisiti i dati relativi a 7 punti di battuta. I punti di battuta sono stati disposti in media ogni 7 metri. Ad ognuno di questi punti di battuta corrisponde una dromocrona, ossia una curva tragitto-tempo (vedi la tavola riassuntiva della prospezione in appendice)

Nonostante fosse presente un certo rumore di fondo indotto dal traffico stradale, la qualità dei sismogrammi è risultata buona, grazie alle prestazioni della strumentazione in uso.

#### **3.1 Limiti della prospezione sismica a rifrazione**

Occorre sottolineare che il metodo sismico a rifrazione è soggetto ad alcune limitazioni:

- non sempre è possibile determinare un orizzonte con spessore piccolo rispetto alla distanza tra i geofoni e alla sua profondità;
- è possibile individuare un orizzonte solo se la velocità di trasmissione delle onde sismiche (P o S) è maggiore di quella dei sismostrati sovrastanti;
- non sempre è possibile determinare un orizzonte situato tra un sismostrato superiore a velocità più piccola e uno inferiore a velocità decisamente maggiore, in quanto “nascosto” dagli arrivi dello strato inferiore;
- sono possibili più modelli interpretativi qualora siano presenti aumenti gradualmente della velocità delle onde sismiche (problema dell'inversione di modelli “equivalenti”); si può ridurre questo effetto in presenza di sondaggi per la “taratura” delle dromocrone;
- incrementando la distanza tra i geofoni, aumenta la profondità di investigazione (approssimativamente un quarto della lunghezza dello stendimento), viene però a diminuire la risoluzione del metodo e potrebbe non essere determinabile un orizzonte di modesto spessore (approssimativamente un terzo della distanza tra due geofoni consecutivi) o non apprezzabili sismostrati con gradualmente incrementi di velocità.

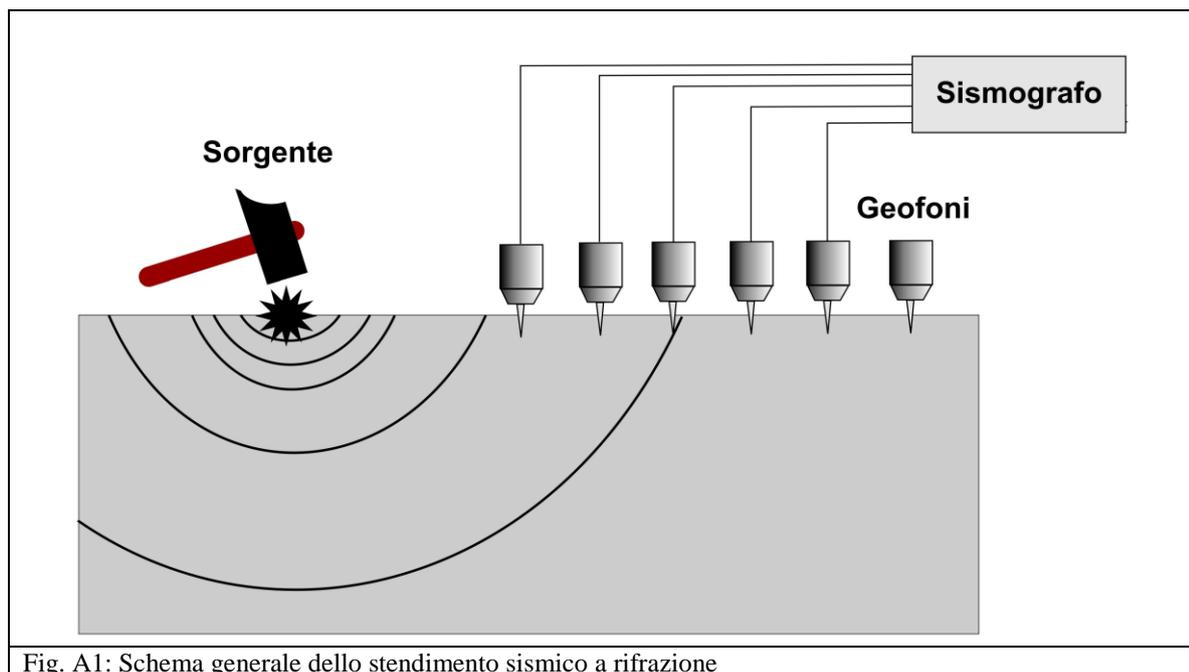


Fig. A1: Schema generale dello stendimento sismico a rifrazione

#### 4. Interpretazione del profilo sismico

L'interpretazione dei dati è stata ottenuta mediante l'ausilio di un apposito programma di calcolo SismaCon v1.4 della Program Geo.

I tempi di arrivo delle onde letti in corrispondenza di ciascun geofono permettono di ricostruire dei diagrammi dei tempi di arrivo in funzione della distanza dal punto di tiro detti dromocrone.

L'interpretazione delle dromocrone su monitor, che permette di eseguire modifiche ed aggiustamenti continui dell'interpretazione, consente di definire un modello della stratigrafia del terreno, basato sulle variazioni della velocità delle onde di compressione.

Dopo aver assegnato ogni tratto delle dromocrone al primo strato ed ai sottostanti eventuali rifrattori, vengono calcolati i tempi di intercetta, le distanze critiche (punti di rottura delle curve, corrispondenti all'arrivo contemporaneo di onde dirette e rifratte) e tramite formule specifiche vengono calcolate in prima approssimazione velocità e spessori sotto i punti di battuta interni ed estremi allo stendimento.

A questo punto vengono esaminate tutte le coppie possibili di dromocrone presenti e vengono cercati dei tratti di dromocrone coniugate corrispondenti al medesimo orizzonte, per ognuna delle coppie che ha dato esito positivo vengono calcolati i tempi reciproci.

In seguito si calcolano le velocità di propagazione reali e gli spessori sotto ogni geofono utilizzando il Metodo Reciproco di Hawkins (Delay Time o ABC) ed il Metodo Reciproco

Generalizzato (GRM) di Palmer 1981; i risultati esposti nella presente relazione sono stati effettuati con il metodo GRM.

## 5. Risultati conseguiti

### Nella tavola riassuntiva sono riportati:

- in alto le curve tragitto-tempo (travel-time) ossia i tempi di arrivo delle onde di compressione (onde P) ai vari geofoni;
- nella parte centrale la sezione interpretativa del profilo basata sulle onde compressionali (in questo grafico è riportato in dettaglio l'andamento e gli spessori dei vari orizzonti individuati dalla prospezione);

Relativamente alle onde di compressione (onde P), la prospezione ha permesso di rilevare una situazione costituita da due strati:

- il primo è costituito da suolo e coltre di materiale caotico, parzialmente scompaginato, potenzialmente interessato da fenomeni di scivolamento gravitativo con spessore pressoché costante attorno ai 7 metri, dove le velocità delle onde compressionali si attestano attorno ai 435 m/s;
- il secondo è costituito da roccia alterata e/o fratturata, in cui le velocità delle onde di compressione sono superiori a 1900 m/s.

Gli spessori si possono misurare direttamente nella sezione. Si ricorda che l'errore caratteristico del metodo rimane generalmente all'interno del 10÷20% dello spessore individuato. Se per esempio lo spessore individuato risulta pari a 5 metri, lo spessore reale si deve considerare all'interno dell'intervallo  $5 \pm 1$ .

## 6. Conclusioni

La prospezione sismica realizzata ha permesso di studiare l'andamento delle velocità delle onde compressionali nei terreni presenti.

L'andamento e gli spessori degli orizzonti individuati, sono stati delineati e quantificati nella tavola riassuntiva della prospezione.



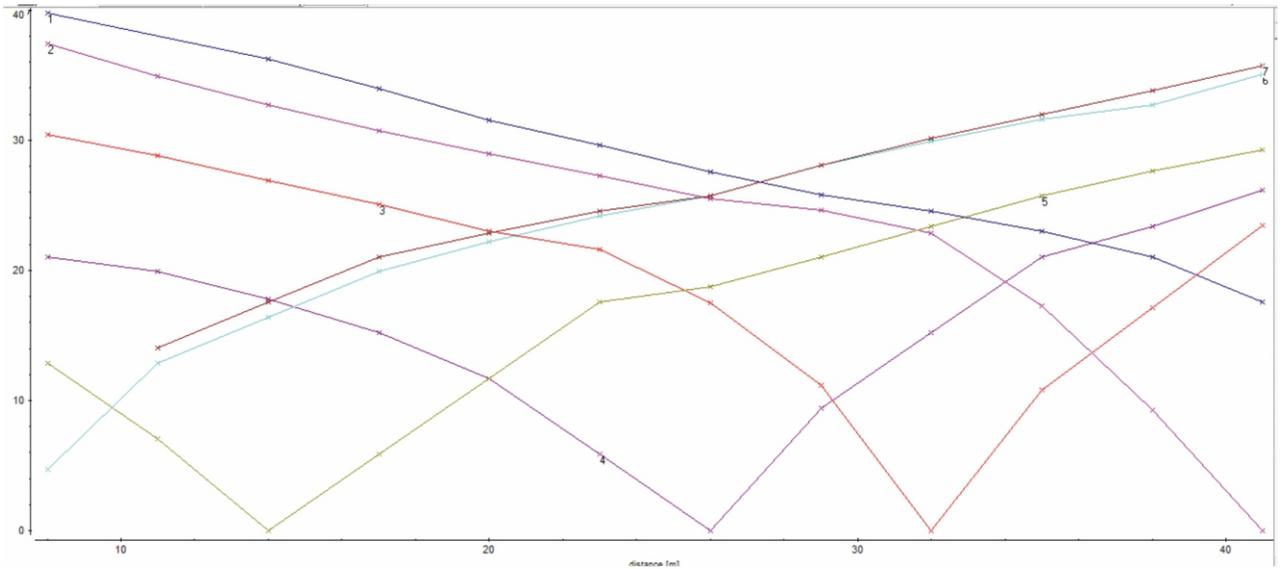
Foto 1: immagine dell'acquisizione delle onde P nella prospezione sismica



Foto 2: lo stendimento sismico a rifrazione

# PROFILO ONDE P

## DROMOCRONE



## INTERPRETAZIONE DEL PROFILO

