

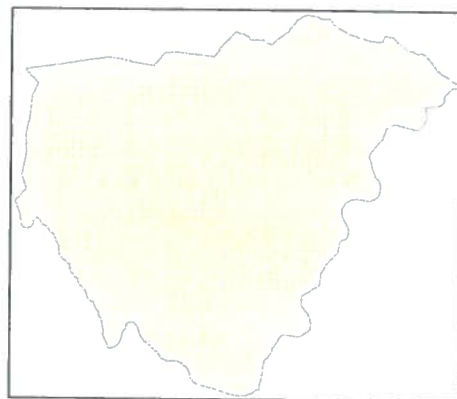


COMUNE DI PONTASSIEVE
Provincia di Firenze

VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO
denominata "3° Regolamento Urbanistico"

Allegato B

Approfondimento relativo all'ambito P5
cimitero della Misericordia, capoluogo



Professionista incaricato:
Prof. Geol. Eros Aiello

Con:
Dott. Geol. Gabriele Grandini

luglio 2014
aggiornamento gennaio 2017

GE_{ECO}
PROGETTI

Via Andrea del Castagno, 8 - 50132 FIRENZE
Tel. e Fax 055.571393-575954
C.F. e P.IVA 02287880484

Allegato B0

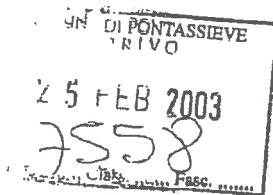
Precedenti pareri istruttori da parte del Genio Civile di Firenze

parere dell'URTT di Firenze di cui al protocollo n. 2968/400/07/05 del 18.2.2003



REGIONE TOSCANA
Giunta Regionale

Ufficio Regionale per la
Tutela del Territorio
di Firenze
via S.Gallo 34/A - 50129 FIRENZE
tel. 055-4622711



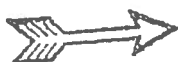
Prot. n. 2968/400/07/05
Da citare nella risposta

Data 18 FEB. 2003

Allegati

Risposta al foglio del
numero

Oggetto: Comune di Pontassieve. Deposito n° 1352 del 30.01.2003. Variante al PRG ampliamento cimitero loc. San Martino a Quona – Pratica soggetta a controllo obbligatorio.



Al Comune di Pontassieve

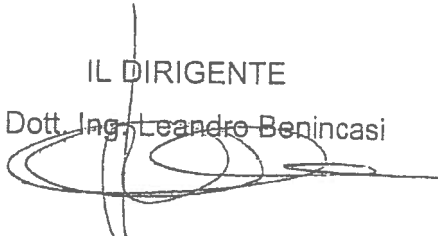
e.p.c. Alla Provincia di Firenze

Al Responsabile U.O.C.
Strumenti della Pianificazione
Arch. F. Caputo

Si comunica che dagli accertamenti previsti dalla Del. G.R. 304/96, condotti sulla pratica in oggetto, non sono emersi errori od omissioni nell'applicazione della normativa vigente, tali da comportare conseguenze rilevanti sulla previsione urbanistica e pertanto le indagini e gli studi eseguiti risultano adeguati.


IL FUNZIONARIO RESPONSABILE
Dott. Geol. Pierluigi Ballerini

IL DIRIGENTE
Dott. Ing. Leandro Benincasi



Regione Toscana

Certificazione indagini geologiche

Il sottoscritto Enrico Focardi, iscritto all'Ordine Professionale dei Geologi della Toscana con il numero 471, con studio in via P. Nenni, n° 13 a Sieci di Pontassieve e Codice Fiscale FCRNRC59L13G825Q, in seguito ad incarico ricevuto dal Comune di Pontassieve, ai sensi del comma 5 dell'art. 32 della L.R. 16/01/95, n° 5 modificata con L.R. 3/11/95, n° 96 ;

CERTIFICA

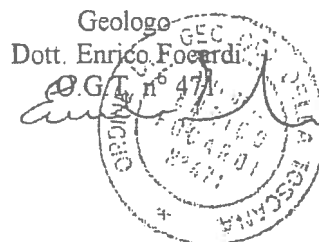
che le indagini geologico tecniche previste all'art. 1 delle L.R. 17/04/84 e dalle direttive regionali approvate con D.C.R. n° 94 del 12/02/85, integrate dal comma sesto dell'art. 7 della D.C.R. n° 230 del 21/06/94, relative all'atto di pianificazione urbanistica del Comune di Pontassieve denominato " variante per l'ampliamento del cimitero della Misericordia a San Martino a Quona "

SONO ADEGUATE

alle disposizioni normative vigenti.

Tali indagini sono costituite dai seguenti elaborati :

- 1) carta geolitologica in scala 1 :2.000 ;
- 2) carta geomorfologica in scala 1 : 2.000 ;
- 3) carta idrologica in scala 1:10.000 – 1:5.000;
- 4) carta delle pendenze in scala 1 :2.000 ;
- 5) carta della pericolosità e fattibilità in scala 1 :2.000 ;
- 6) ubicazione delle indagini eseguite;
- 7) certificati analisi di laboratorio;
- 8) certificati misure inclinometriche;
- 9) relazione di commento.



REGIONE TOSCANA

ISTRUZIONI TECNICHE - ALLEGATO 2

SCHEDA PER DEPOSITO PRESSO L'UFFICIO DEL GENIO CIVILE COMPETENTE DELLE INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE AI SENSI DELLA L.R. 17.4.84 N.21, D.C.R. 12.2.85 N.94 INTEGRATA DAL COMMA 6 DELL'ART.7 DELLA D.C.R. 21.6.94 N. 230

SPAZIO RISERVATO
ALL'UFFICIO DEL
GENIO CIVILE
PER DATA E NUMERO DI DEPOSITO

Comune di ROMA SPICEVO Provincia di FIRENZE

Tipo di atto di pianificazione urbanistica che il Comune intende adottare, a cui si riferiscono le indagini che vengono depositate:

Piano Strutturale comunale ai sensi dell'art.24 della L.R. 5/95

Regolamento Urbanistico comunale ai sensi dell'art. 28 della L.R. 5/95

Variante al Piano Regolatore Generale o al Programma di Fabbricazione, da adottarsi ai sensi dei commi 2 o 8 dell'art. 40 della L.R. 5/95

Varianti al Piano Regolatore Generale o al Programma di Fabbricazione, ai sensi del comma 1 dell'art.40 della L.R. 5/95

Variante al Piano Strutturale

Variante al Regolamento Urbanistico

Programma Integrato di Intervento ai sensi dell'art. 29 della L.R. 5/95

Variante al Programma Integrato di Intervento

Piano Urbanistico Attuativo

Variante al Piano Urbanistico Attuativo

ELENCO ELABORATI CHE VENGONO DEPOSITATI

Certificazione di adeguatezza delle indagini geologico-tecniche

Tutti gli elaborati elencati nella certificazione di cui al precedente n. 1

3) n. elaborati dell'atto di pianificazione urbanistica da adottarsi, comprese le norme tecniche di attuazione, a cui si riferiscono le indagini, con evidenziati gli ambiti interessati dall'atto stesso, firmati dal progettista incaricato

4) n. elaborati consistenti copia di indagini precedentemente depositate che sono da considerarsi ancora valide ai fini della individuazione delle classi di pericolosità o che individuano classi di pericolosità o di fattibilità dello Strumento urbanistico Generale vigente che costituiscono presupposto per il controllo obbligatorio (1).

¹ Vedere riferimenti a tali indagini contenuti nelle definizioni dei gruppi B e C del punto 3 delle istruzioni tecniche

*Vedere precedenti pareri su Variante Generale
al PRG del 19-4-1989 prot. 15240, 2683/826 II FA2
e del 8-7-1989 prot. 11744*

REGIONE TOSCANA

ISTRUZIONI TECNICHE - ALLEGATO 2

5) n. ulteriori elaborati ritenuti utili dal tecnico incaricato o dal Comune

TIPOLOGIA DELLE INDAGINI RISPETTO AL CONTROLLO OBBLIGATORIO DEFINITO DALLE ISTRUZIONI TECNICHE REGIONALI

- Punto 1 - Le indagini che vengono depositate sono soggette al controllo obbligatorio dell'Ufficio del Genio Civile ai sensi del comma 6 dell'art. 32 della L.R. 5/95 modificata con L.R. 96/95 in quanto si riferiscono a uno o più dei seguenti tipi di atti di pianificazione che il Comune intende adottare:

A: nuovi Piani Regolatori Generali comunali, definiti ai sensi dell'art. 23 della L.R. 5/95: Piani Strutturali, Regolamenti Urbanistici, nonché varianti generali agli strumenti urbanistici generali vigenti da adottarsi con la procedura definita dai commi 9 e 10 dell'art.40 della L. R. 5/95

Altre varianti agli strumenti urbanistici generali comunali, comprese quelle dell'art.40 commi 2 e 8 della L.R. 5/95, che prevedano ampliamenti o nuove individuazioni di zone omogenee definite dal D.M. 2.4.1968 n. 1444 come B; C, D, F, esclusi i parchi, o ad esse assimilabili, nonché previsioni relative a nuova viabilità, nel caso che tali zone o previsioni ricadano in aree classificate in "pericolosità 4", in attuazione della normativa vigente sulle indagini geologico-tecniche, dallo studio allegato o dalle indagini già elaborate per la redazione del Piano Urbanistico Generale vigente.

C: Programmi Integrati di Intervento e Piani Urbanistici attuativi o loro varianti che riguardino interventi classificati di "fattibilità 4" dalle indagini geologico-tecniche allegate allo Strumento Urbanistico generale vigente o alla eventuale variante ad esso da adottarsi contestualmente o comunque effettuate in adeguamento alle disposizioni di cui alla sezione 4.2 della D.C.R. 12/2/85, n. 94.

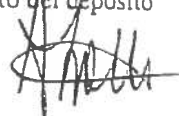
D: ulteriori atti di pianificazione urbanistica assoggettati al controllo obbligatorio dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale approvato e pubblicato sul Bollettino Ufficiale Regionale del ././. n.

- Punto 2 - Le indagini che vengono depositate non sono soggette al controllo obbligatorio in quanto non rientrano in alcuno dei tipi di atti di pianificazione elencati al precedente punto 1.

Firma del Tecnico incaricato
per le indagini geologico-tecniche



Firma del Rappresentante Comunale
incaricato del deposito



N.B. - la presente scheda potrà, nel caso il Comune lo ritenga opportuno, essere compilata in duplice copia; in tal caso una copia sarà riconsegnata, timbrata, in segno di ricevuta, da parte dell'Ufficio del Genio Civile.

**parere dell'Ufficio del Genio Civile di Firenze parere n. prot. 152185/124.047.005 del 22.12.2005
relativo al deposito a controllo obbligatorio presso il Genio Civile di Firenze (deposito n. 1995 del
25.7.2005)che reiterava la stessa previsione di urbanistica**



REGIONE TOSCANA
Giunta Regionale

Direzione Generale delle politiche Territoriali e ambientali
Area di Coordinamento Difesa del Suolo e Protezione Natura

Ufficio Regionale per la Tutela del Territorio di Firenze
via S. Gallo 34/A - 50129 FIRENZE
tel. 055-4622711

152185 22.06.7.005

Tipologia della risposta

Allegati

Data

Risposta al foglio del
numero

Oggetto:

L.R. 1/05 - Del. G. R. 1030/2003
Deposito n° 1995 del 25.07.05, a controllo obbligatorio
Comune di Pontassieve - Regolamento urbanistico
Parere adeguatezza indagini geologiche (L.R. 21/84).

→ Al Comune di Pontassieve
Alla Provincia di Firenze

In base a quanto previsto dalla normativa vigente (L.R. 21/84) e vista la documentazione integrativa pervenuta (ns. prot 147504 del 12/12/05), sono stati eseguiti con esito positivo i controlli sulla pratica in oggetto.

IL FUNZIONARIO

Gen. Andrea Banchelli

IL DIRIGENTE RESPONSABILE

Ing. L. Benincasi

Allegato B1

Estratti dalla relazione geologico tecnica di supporto ad una variante allo S.U. per l'ampliamento del cimitero della Misericordia di S. Martino a Quona (Dott. E. Focardi, ottobre 2002).

Contiene ubicazione e certificazioni stratigrafiche di cinque sondaggi a carotaggio continuo, prove di laboratorio su campioni indisturbati, monitoraggio inclinometrico sui tubi I1/S1, I3/S3 e I4/S4 dall'aprile 2001 all'aprile 2002

1

Dott. Enrico Focardi
Geologo



PROVINCIA DI: FIRENZE

COMUNE DI: PONTASSIEVE

LOCALITÀ: SAN MARTINO A QUONA

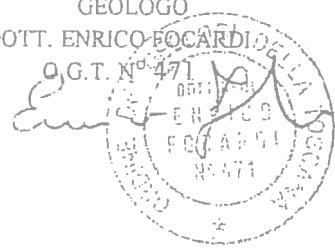
PROPRIETÀ: VENERABILE CONFRATERNITA DELLA MISERICORDIA

OGGETTO: PROGETTO DI VARIANTE ALL' S.U. COMUNALE PER L' AMPLIAMENTO DEL
CIMITERO DI SAN MARTINO A QUONA.

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA
D.R.94/85 – L.R. 05/95

Pontassieve
14 ottobre 2002

GEOLOGO
DOTT. ENRICO FOCARDI
O.G.T. N° 471



Via P. Nenni, n° 13 – 50069 Sieci (FI) - Cod. Fisc. FCRNRC59L13G825Q - P. IVA 02114710482
Telefono e fax 055/8328470 - Cell. 328/2718130 - E-Mail enrico.focardi@bec.tin.it

VARIANTE ALLO S.U. COMUNALE PER L'AMPLIAMENTO DEL CIMITERO DI SAN MARTINO A
QUONA - RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA
D.R. 94/85 - L.R. 05/95

Premessa

Questo studio costituisce il supporto geologico tecnico ai sensi della D.R. 94/85 e successiva L.R. 05/95 ad una variante al vigente Strumento Urbanistico di Pontassieve per un'area presso il Cimitero della Misericordia a monte di via San Martino a Quona a Pontassieve dove è in progetto l'espansione del cimitero stesso mediante la realizzazione di un complesso di loculi e di un campo di inumazione.

L'intervento (CAP 20), da realizzarsi in un'area posta a monte degli attuali confini del cimitero è stata inserita in fattibilità 4 e quindi "stralciata" a seguito di parere dell'Istruttore dell'Ufficio del Genio Civile di Firenze (allegato) che alla conclusione recita: "... vista l'attribuita classe 4 di fattibilità (per le aree di espansione cimiteriale) ed in assenza degli studi e delle opere di bonifica previste per tale classe dalla Del.C.R. 94/85, nelle aree a pericolosità 4 le indagini devono essere considerate non adeguate per detto intervento, che dovrà pertanto essere parzialmente stralciato."

Il presente studio integra ai sensi dei punti 3.2 e 3.3 della D.C.R. 94/85, il supporto geologico tecnico. Sono stati quindi redatti i tematismi di Legge provvedendo anche ad eseguire le seguenti indagini geognostiche:

- Cinque sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove in situ (S.P.T.)
- Installazione di due tubi piezometrici e successivo monitoraggio
- Installazione di tre tubi inclinometrici e successivo monitoraggio che si è prolungato per circa 1 anno
- Analisi di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati
- Elaborazione stratigrafica e caratterizzazione geotecnica dei dati acquisiti confrontati con i risultati delle precedenti campagne geognostiche eseguite nell'area
- Esecuzione di verifiche di stabilità di un congruo tratto di versante
- Indicazioni progettuali preliminari degli interventi di bonifica e consolidamento e stima dei costi relativi.

Morfologia e geologia

L'area in studio è ubicata ad una quota di circa 180 m s.l.m. su di un tratto del versante sud occidentale del Poggio di Bardellone, caratterizzato da acclività dell'ordine

Allegato B2

**Estratti dalla relazione geologico tecnica di supporto alla proposizione di Piano Attuativo (non adottato) per l'ampliamento del cimitero della Misericordia di S. Martino a Quona
(Dott. E. Focardi, marzo 2008)**

**Contiene certificazioni relative alla prosecuzione del monitoraggio inclinometrico fino al novembre 2007 per i tubi inclinometrici I1/S1, I3/S3
oltre alle certificazioni di due tomografie sismiche a rifrazione per onde Sh**

Zona: S. Martino a Quona**misure piezometriche**

piezometro n.	livello falda (m) del 27/04/01	livello falda (m) del 05/07/01	livello falda (m) del 20/11/01	livello falda (m) del 05/04/02
P2	3.40	5.53	6.55	5.00
P5	1.85	2.27	3.20	1.95



Zona: S. Martino a Quona
Tubo II

Quota testa tubo: 0.00
Correzione azimutale: 214°
Passo Sonda (metri): 0.5
Modalita' di calcolo: differenziale, dal basso

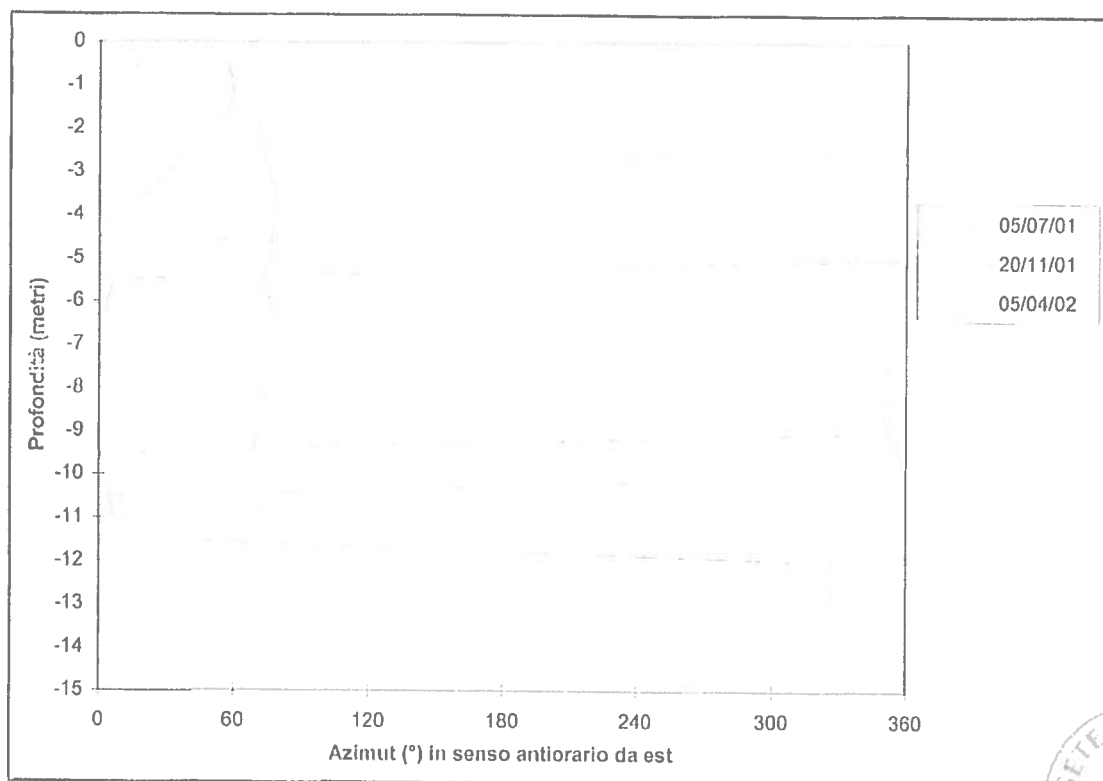
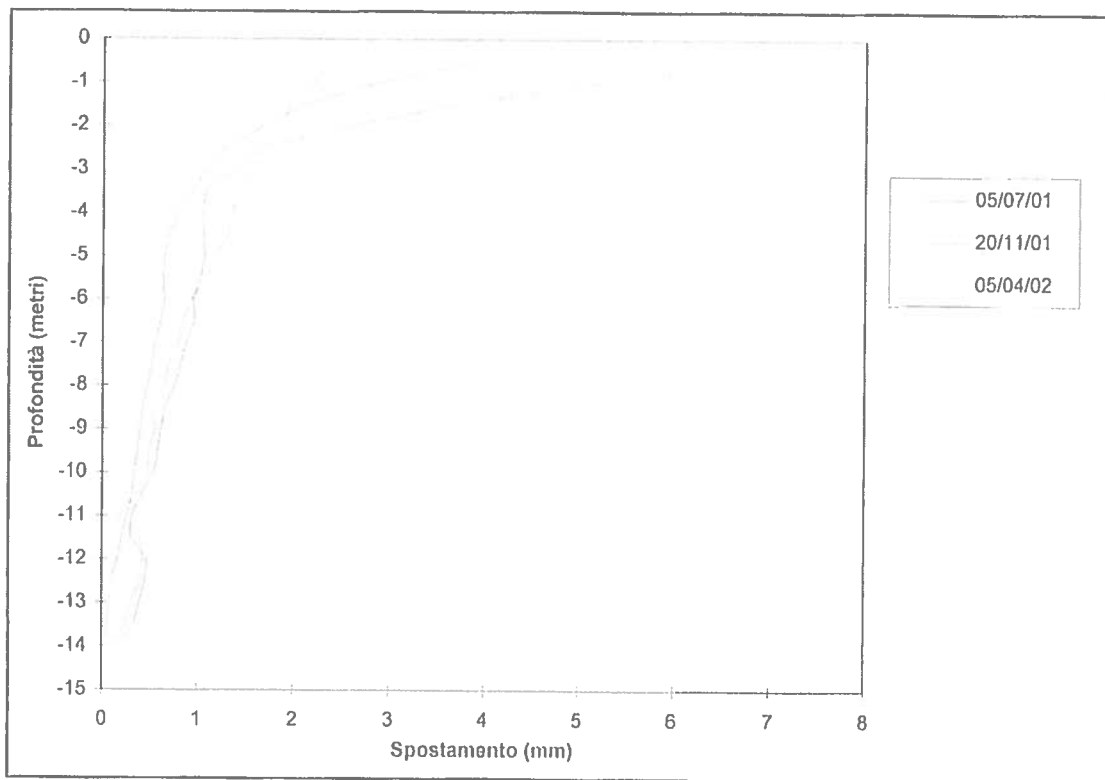
Numero letture eseguite: 28
Sonda usata: segea
Correzione scala sonda: +1
Numero guide(2/4): 2
Spiralometro: 0

Data origine: 27/04/2001

Quota (metri)	Misura del : 05/07/01 Intervento 1		Misura del : 20/11/01 Intervento 2		Misura del : 05/04/02 Intervento 3	
	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)
-0.5	3.95	55.3	7.03	57.4	2.41	15.2
-1.0	2.86	61.5	5.19	59.6	2.20	19.8
-1.5	2.12	67.6	3.68	58.3	1.96	12.6
-2.0	1.68	70.7	2.59	50.5	1.89	359.7
-2.5	1.29	74.1	1.67	39.5	1.68	359.5
-3.0	1.09	76.1	1.37	32.3	1.55	3.8
-3.5	0.95	79.2	1.08	22.3	1.40	0.8
-4.0	0.78	78.5	1.05	6.2	1.36	354.4
-4.5	0.70	77.0	1.06	0.4	1.31	354.5
-5.0	0.64	76.6	1.07	358.6	1.21	353.1
-5.5	0.63	72.3	1.03	7.1	1.08	359.7
-6.0	0.64	76.6	0.95	3.5	0.94	0.1
-6.5	0.61	75.2	0.97	2.6	0.85	0.2
-7.0	0.55	74.4	0.88	0.6	0.79	354.2
-7.5	0.52	72.7	0.82	357.3	0.69	351.6
-8.0	0.47	74.4	0.76	353.4	0.65	348.6
-8.5	0.42	73.4	0.65	348.6	0.50	343.5
-9.0	0.39	70.9	0.61	352.6	0.55	350.2
-9.5	0.36	68.1	0.58	357.0	0.49	0.5
-10.0	0.33	60.4	0.54	359.7	0.47	2.3
-10.5	0.31	70.0	0.41	3.6	0.36	5.3
-11.0	0.26	72.7	0.30	7.6	0.18	22.3
-11.5	0.20	85.7	0.29	18.1	0.39	41.1
-12.0	0.16	74.4	0.47	326.0	0.42	326.0
-12.5	0.10	70.0	0.45	326.0	0.40	333.1
-13.0	0.08	74.4	0.38	326.0	0.29	341.3
-13.5	0.05	56.0	0.33	334.8	0.24	344.4
-14.0	0.04	11.0	0.17	326.0	0.10	326.0



Tubo I1



Zona: S. Martino a Quona
Tubo II

Quota testa tubo: 0.00
Correzione azimutale: 214°
Passo Sonda (metri): 0.5
Modalita' di calcolo: differenziale per punti, dal basso

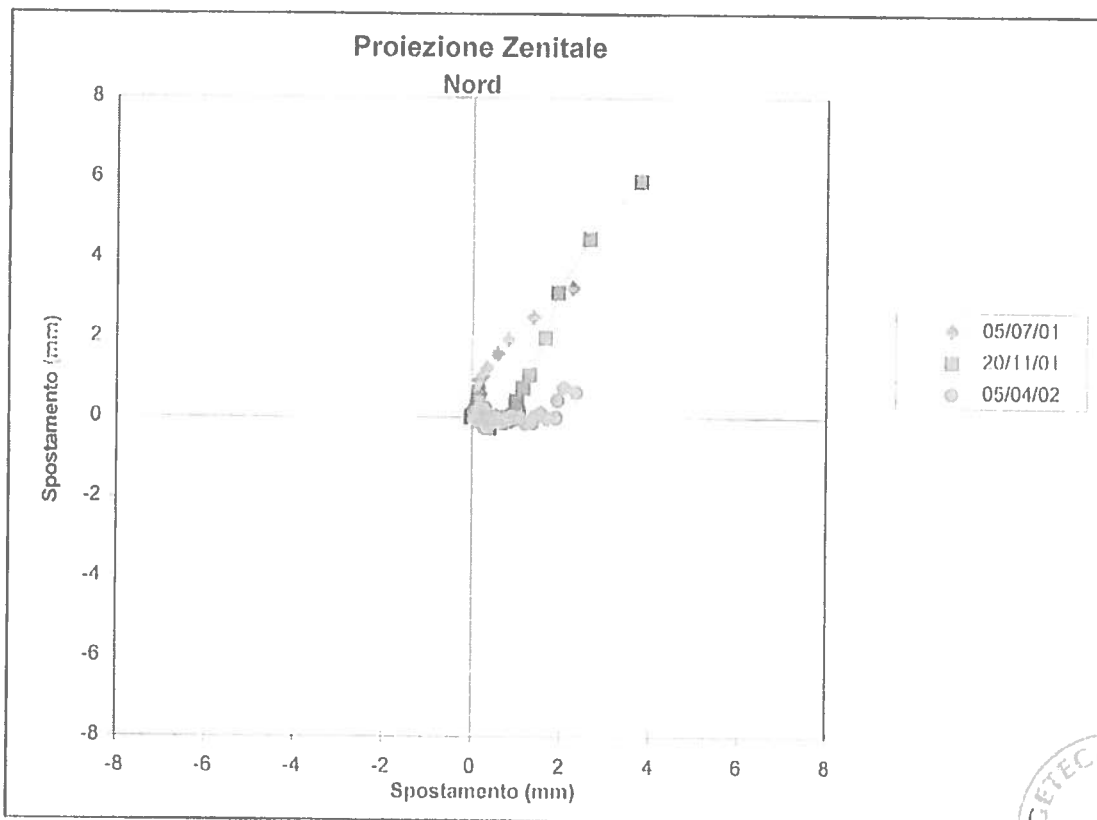
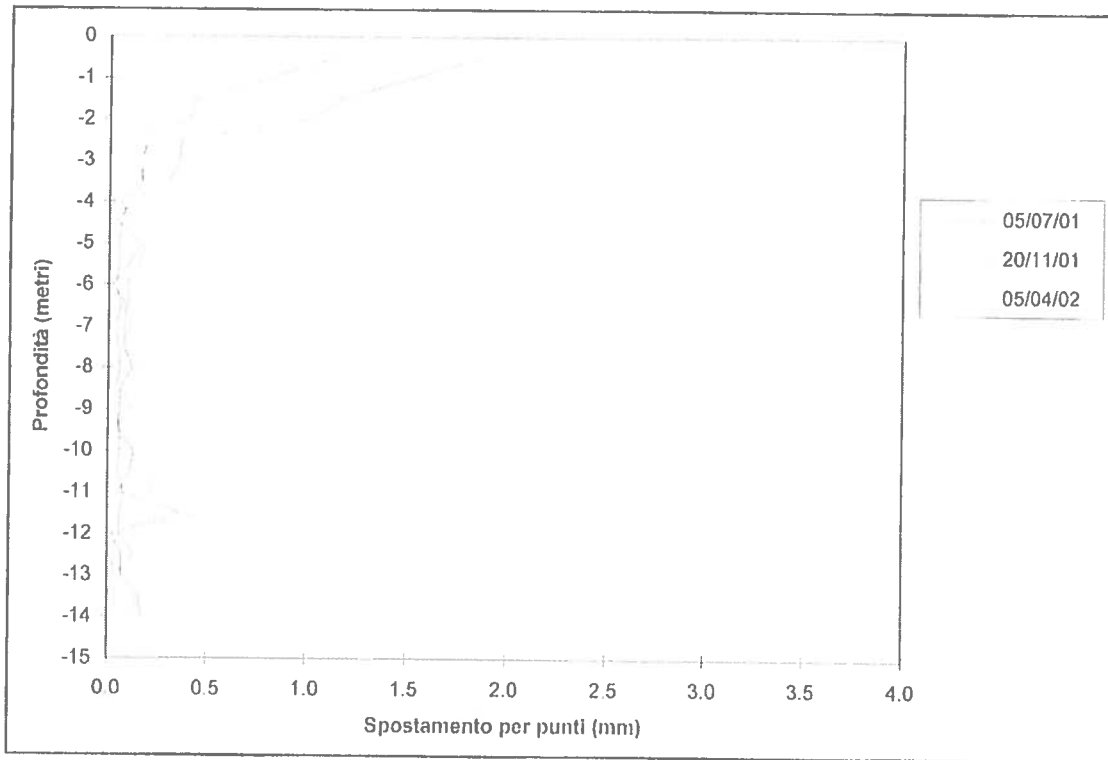
Numero letture eseguite: 28
Sonda usata: segea
Correzione scala sonda: +1
Numero guide(2/4): 2
Spiralometro: 0

Data origine: 27/04/2001

Quota (metri)	Misura del : 05/07/01 Intervento I		Misura del : 20/11/01 Intervento 2		Misura del : 05/04/02 Intervento 3	
	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)
-0.5	1.15	39.5	1.86	51.4	0.28	336.3
-1.0	0.79	45.1	1.51	62.7	0.35	64.1
-1.5	0.45	56.0	1.17	76.0	0.44	87.0
-2.0	0.40	59.6	1.00	69.0	0.22	1.5
-2.5	0.20	63.1	0.36	68.1	0.18	317.9
-3.0	0.15	56.0	0.35	64.1	0.17	29.4
-3.5	0.17	82.6	0.30	97.6	0.16	74.4
-4.0	0.09	89.7	0.11	101.0	0.06	352.6
-4.5	0.06	82.6	0.04	101.0	0.11	11.0
-5.0	0.05	146.0	0.16	287.3	0.18	310.1
-5.5	0.05	326.0	0.10	42.0	0.15	357.0
-6.0	0.04	101.0	0.02	146.0	0.09	359.7
-6.5	0.06	82.6	0.09	22.3	0.10	56.0
-7.0	0.04	101.0	0.08	37.6	0.11	11.0
-7.5	0.05	56.0	0.08	37.6	0.06	29.4
-8.0	0.06	82.6	0.12	19.1	0.16	4.7
-8.5	0.04	101.0	0.06	299.4	0.08	217.6
-9.0	0.04	101.0	0.06	299.4	0.11	299.4
-9.5	0.06	119.4	0.05	326.0	0.03	326.0
-10.0	0.06	352.6	0.13	347.8	0.11	352.6
-10.5	0.05	56.0	0.11	352.6	0.19	349.2
-11.0	0.08	37.6	0.06	299.4	0.23	236.0
-11.5	0.06	119.4	0.37	109.1	0.50	96.9
-12.0	0.06	82.6	0.02	326.0	0.06	262.6
-12.5	0.02	56.0	0.07	326.0	0.13	314.7
-13.0	0.04	101.0	0.07	281.0	0.05	326.0
-13.5	0.04	101.0	0.16	344.4	0.15	357.0
-14.0	0.04	11.0	0.17	326.0	0.10	326.0



Tubo II



Zona: S. Martino a Quona
Tubo I3

Quota testa tubo: 0.00
Correzione azimutale: 216°
Passo Sonda (metri): 0.5
Modalita' di calcolo: differenziale, dal basso

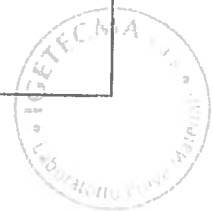
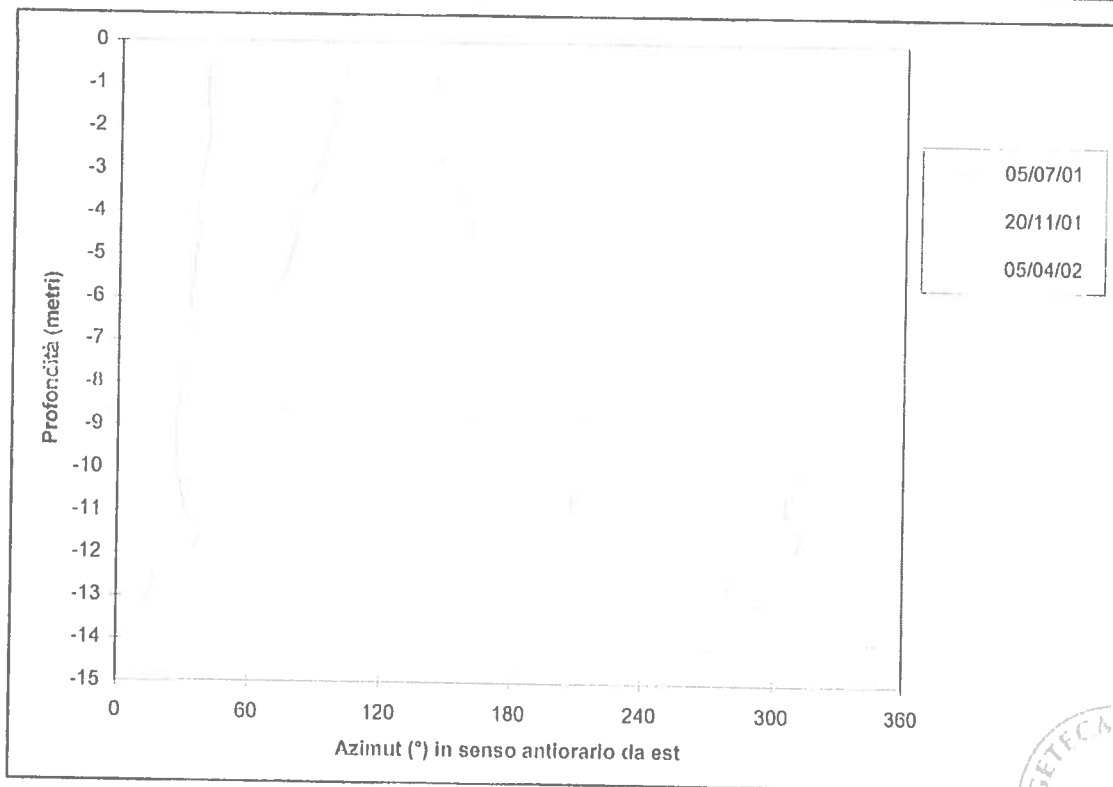
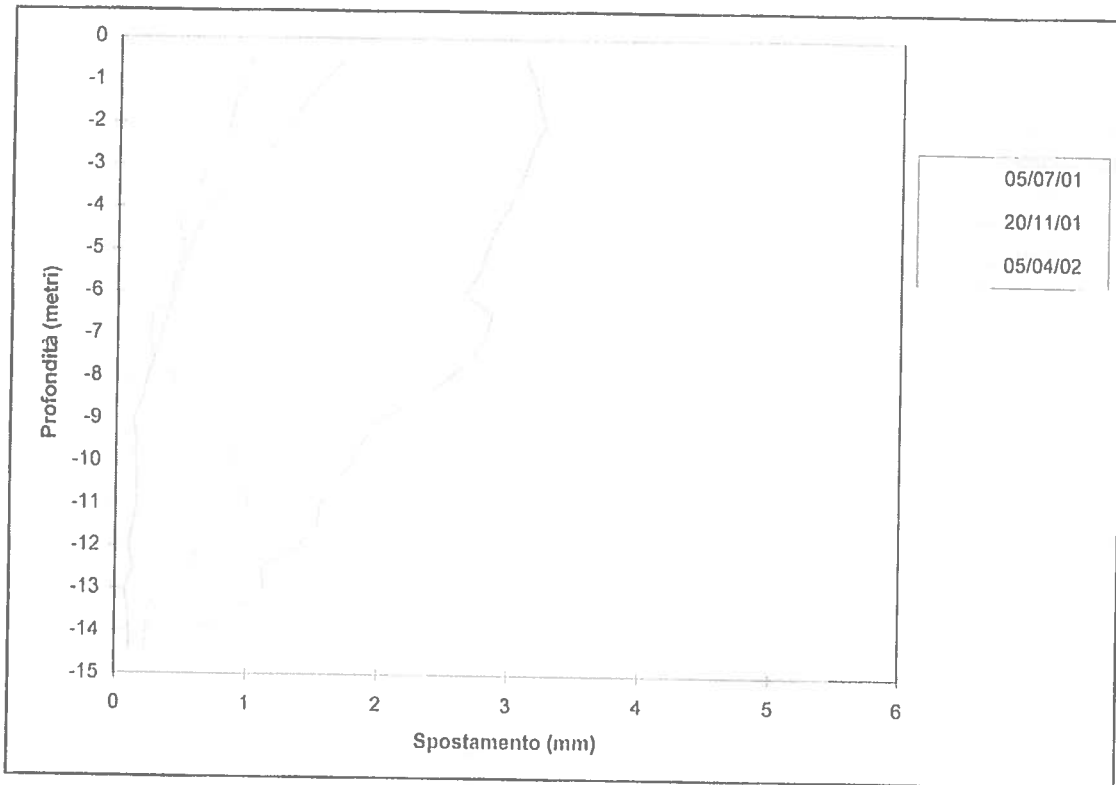
Numero letture eseguite: 29
Sonda usata: segea
Correzione scala sonda: +1
Numero guide(2/4): 2
Spiralometro: 0

Data origine: 27/04/2001

Quota (metri)	Misura del : 05/07/01 Intervento 1		Misura del : 20/11/01 Intervento 2		Misura del : 05/04/02 Intervento 3	
	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)
-0.5	1.70	103.8	3.10	39.5	1.02	144.0
-1.0	1.56	101.6	3.18	39.4	0.95	144.0
-1.5	1.41	97.6	3.20	39.5	0.88	145.6
-2.0	1.31	95.9	3.26	40.7	0.85	142.3
-2.5	1.19	93.0	3.17	39.9	0.80	147.6
-3.0	1.09	90.6	3.12	37.7	0.68	146.1
-3.5	0.81	87.7	3.05	35.9	0.61	153.5
-4.0	0.70	81.5	2.98	35.4	0.49	158.7
-4.5	0.61	80.6	2.88	36.8	0.47	162.4
-5.0	0.55	78.2	2.82	34.3	0.51	173.1
-5.5	0.48	75.3	2.76	34.4	0.44	186.7
-6.0	0.44	70.4	2.66	32.5	0.41	196.4
-6.5	0.38	61.6	2.86	33.5	0.27	165.8
-7.0	0.33	49.6	2.82	34.3	0.25	168.0
-7.5	0.29	34.0	2.72	30.7	0.27	192.8
-8.0	0.24	22.0	2.53	29.5	0.43	213.4
-8.5	0.20	14.2	2.31	27.7	0.54	212.2
-9.0	0.13	345.8	2.00	26.5	0.80	213.9
-9.5	0.15	324.0	1.88	27.1	0.86	211.9
-10.0	0.15	314.5	1.80	26.7	0.89	212.5
-10.5	0.16	305.6	1.66	29.0	0.97	208.1
-11.0	0.16	305.6	1.55	31.2	1.01	207.4
-11.5	0.13	312.7	1.54	37.9	0.91	194.6
-12.0	0.10	310.0	1.38	33.9	0.63	200.3
-12.5	0.14	279.0	1.12	17.1	0.60	250.9
-13.0	0.07	279.0	1.14	14.4	0.34	288.0
-13.5	0.10	338.0	0.92	9.0	0.25	312.7
-14.0	0.11	350.6	0.60	348.4	0.24	266.0
-14.5	0.11	27.4	0.41	310.0	0.23	283.4



Tubo I3



Zona: S. Martino a Quona
Tubo I3

Quota testa tubo: 0.00
 Correzione azimutale: 216°
 Passo Sonda (metri): 0.5
 Modalita' di calcolo: differenziale per punti, dal basso

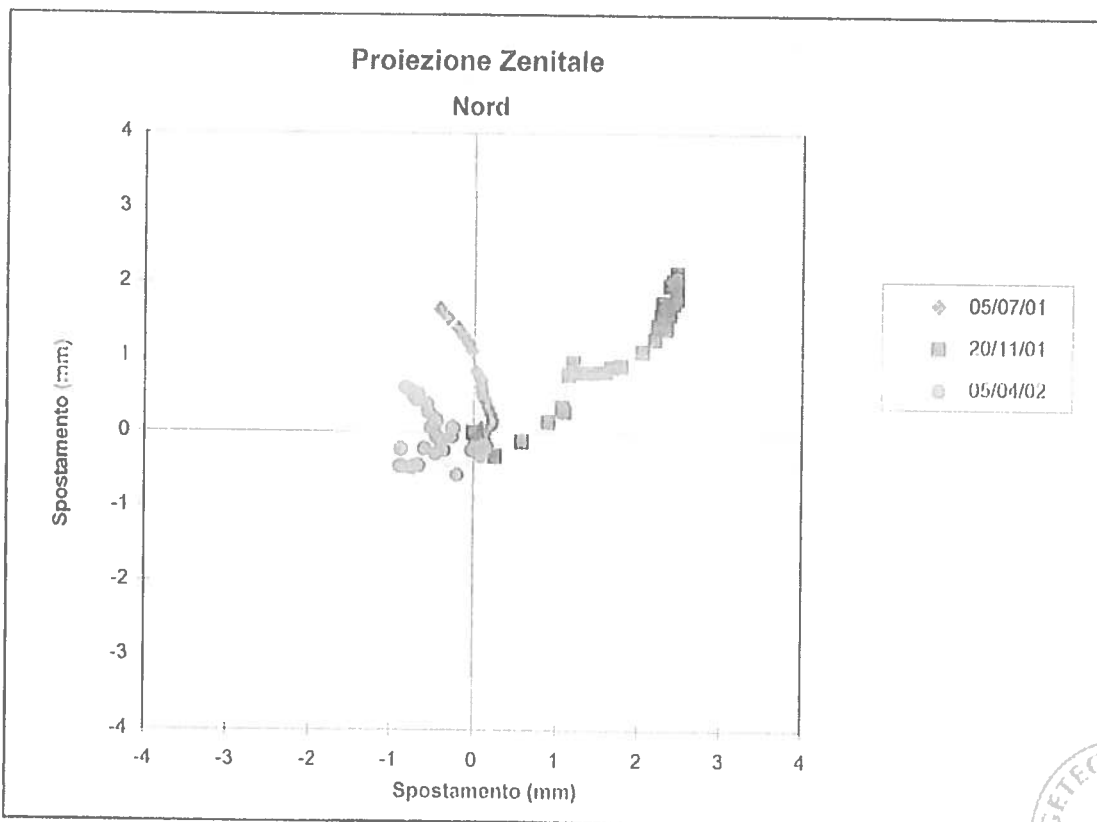
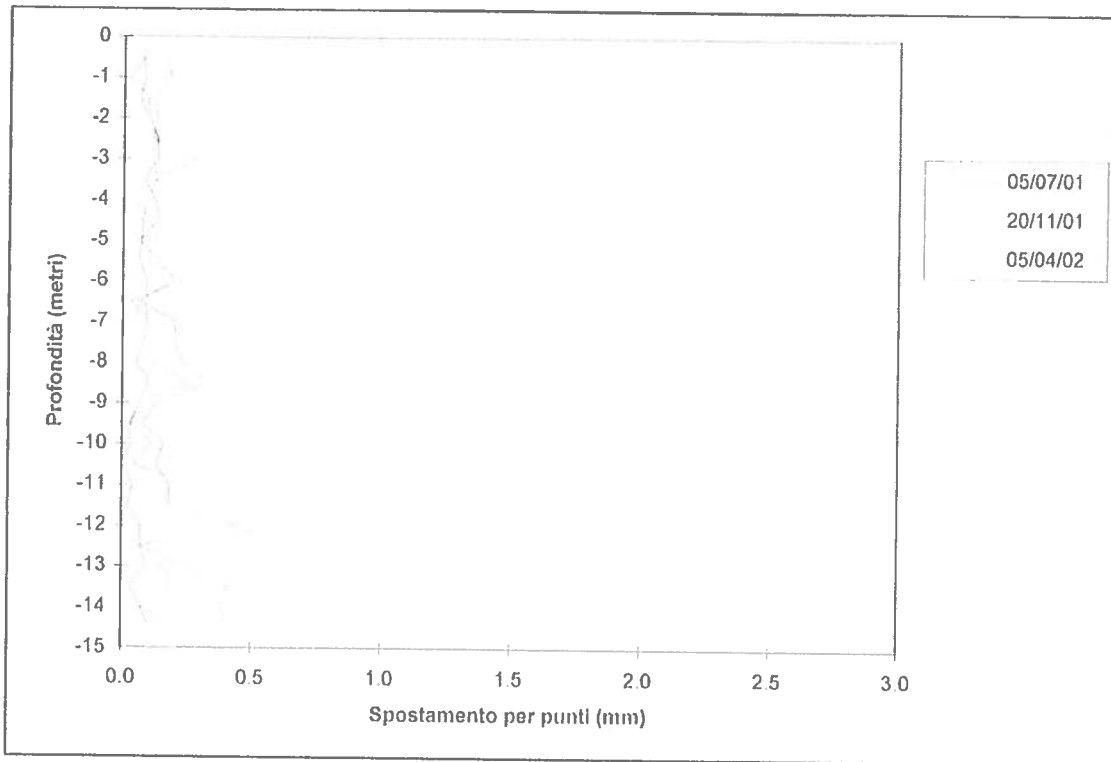
Numero letture eseguite: 29
 Sonda usata: segea
 Correzione scala sonda: +1
 Numero guide(2/4): 2
 Spiralometro: 0

Data origine: 27/04/2001

Quota (metri)	Misura del : 05/07/01 Intervento 1		Misura del : 20/11/01 Intervento 2		Misura del : 05/04/02 Intervento 3	
	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)
-0.5	0.16	125.6	0.08	215.6	0.07	144.0
-1.0	0.18	135.9	0.02	234.0	0.08	125.6
-1.5	0.11	117.4	0.09	267.7	0.06	207.4
-2.0	0.13	122.2	0.10	68.0	0.09	87.7
-2.5	0.11	117.4	0.13	107.1	0.13	155.3
-3.0	0.28	99.0	0.13	90.9	0.11	99.0
-3.5	0.13	122.2	0.08	54.0	0.13	132.7
-4.0	0.09	87.7	0.12	0.9	0.04	99.0
-4.5	0.07	99.0	0.14	99.0	0.10	54.0
-5.0	0.07	99.0	0.06	27.4	0.13	122.2
-5.5	0.06	117.4	0.13	75.8	0.08	125.6
-6.0	0.09	110.3	0.20	226.9	0.22	234.0
-6.5	0.09	110.3	0.06	350.6	0.03	144.0
-7.0	0.09	110.3	0.20	93.8	0.11	80.6
-7.5	0.08	72.4	0.20	46.9	0.20	61.1
-8.0	0.05	54.0	0.23	47.7	0.11	27.4
-8.5	0.10	54.0	0.32	35.6	0.26	37.3
-9.0	0.06	80.6	0.13	17.1	0.07	9.0
-9.5	0.03	54.0	0.08	35.6	0.03	54.0
-10.0	0.03	54.0	0.16	2.7	0.11	350.6
-10.5	0.00	0.0	0.13	0.9	0.04	9.0
-11.0	0.04	279.0	0.18	308.1	0.24	266.0
-11.5	0.02	324.0	0.18	70.0	0.29	181.9
-12.0	0.07	54.0	0.45	80.6	0.53	138.6
-12.5	0.07	279.0	0.06	117.4	0.39	219.1
-13.0	0.09	200.3	0.24	35.6	0.15	243.5
-13.5	0.03	234.0	0.41	40.0	0.20	14.2
-14.0	0.07	279.0	0.38	30.8	0.07	189.0
-14.5	0.11	27.4	0.41	310.0	0.23	283.4



Tubo I3



Zona: S. Martino a Quona
Tubo I4

Quota testa tubo: 0.00
Correzione azimutale: 267°
Passo Sonda (metri): 0.5
Modalita' di calcolo: differenziale, dal basso

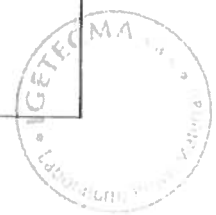
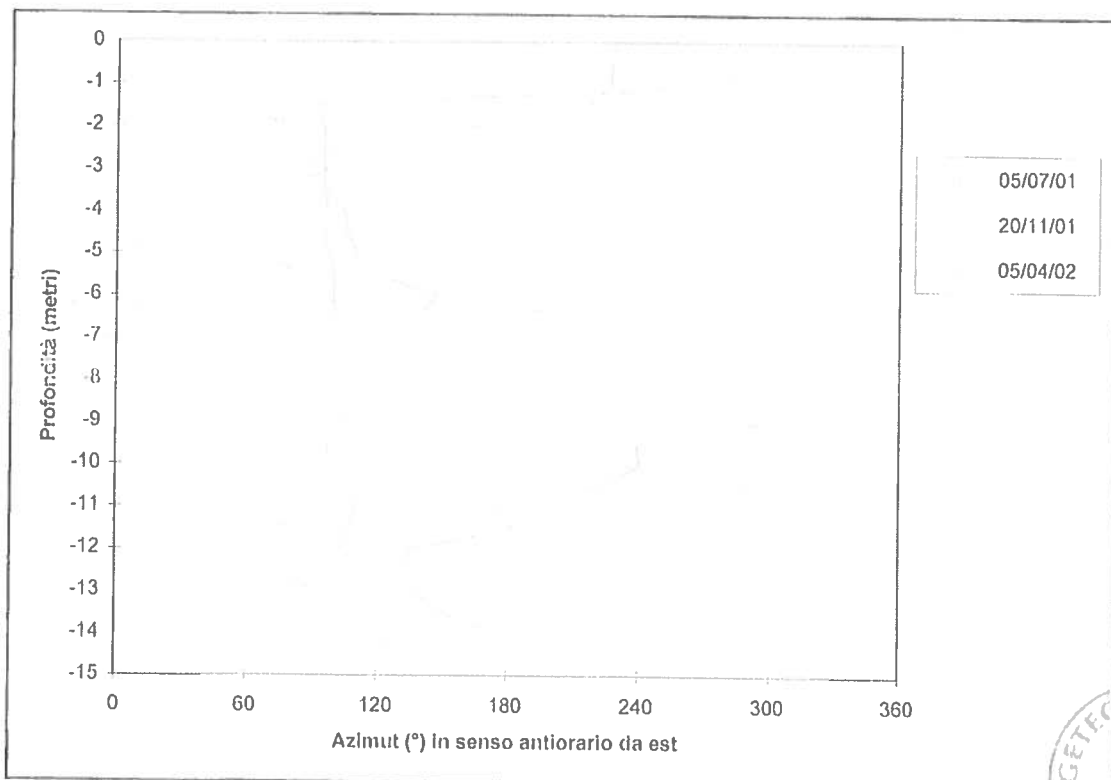
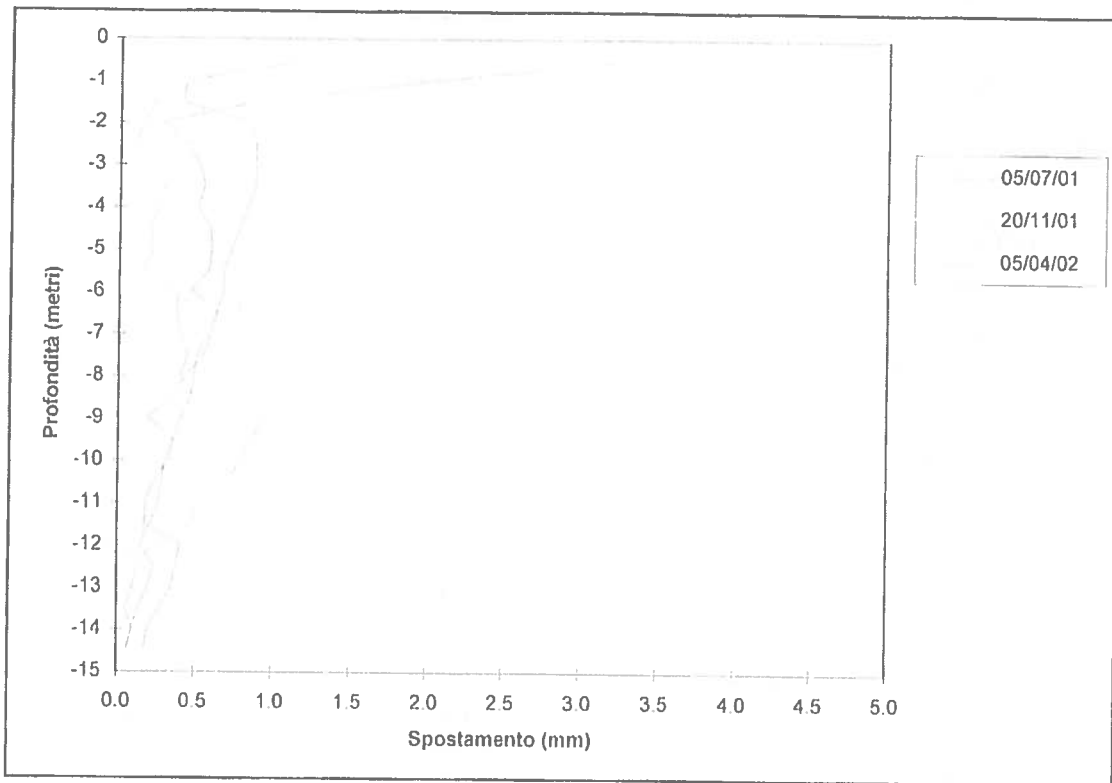
Numero letture eseguite: 29
Sonda usata: segea
Correzione scala sonda: +1
Numero guide(2/4): 2
Spiralometro: 0

Data origine: 27/04/2001

Quota (metri)	Misura del : 05/07/01 Intervento 1		Misura del : 20/11/01 Intervento 2		Misura del : 05/04/02 Intervento 3	
	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)
-0.5	1.20	283.8	3.27	227.1	0.92	333.6
-1.0	0.43	279.7	2.00	226.5	0.50	336.4
-1.5	0.40	89.4	0.87	216.2	0.22	38.5
-2.0	0.83	94.7	0.27	161.2	0.15	83.5
-2.5	0.88	94.6	0.43	96.4	0.09	36.7
-3.0	0.88	94.6	0.52	107.0	0.40	96.6
-3.5	0.88	94.6	0.55	95.6	0.29	77.7
-4.0	0.83	96.5	0.51	104.3	0.25	69.0
-4.5	0.78	94.9	0.59	105.3	0.20	53.2
-5.0	0.73	97.0	0.60	109.9	0.22	66.4
-5.5	0.68	99.3	0.58	118.5	0.15	83.5
-6.0	0.68	99.3	0.47	146.8	0.38	214.6
-6.5	0.63	99.8	0.64	138.0	0.37	183.0
-7.0	0.58	100.4	0.60	150.0	0.41	197.0
-7.5	0.51	104.3	0.55	164.6	0.45	221.2
-8.0	0.49	107.7	0.44	169.8	0.40	254.6
-8.5	0.47	108.5	0.33	178.6	0.50	275.9
-9.0	0.41	103.6	0.19	296.2	0.93	300.3
-9.5	0.35	97.1	0.36	239.3	0.87	286.2
-10.0	0.30	97.8	0.33	240.5	0.79	285.7
-10.5	0.28	103.3	0.23	223.6	0.72	287.0
-11.0	0.26	109.7	0.18	174.9	0.51	293.2
-11.5	0.21	107.0	0.18	183.0	0.49	284.9
-12.0	0.15	102.5	0.41	135.5	0.23	93.0
-12.5	0.24	111.4	0.38	129.9	0.13	71.2
-13.0	0.20	122.7	0.35	138.0	0.10	93.0
-13.5	0.14	138.0	0.27	149.3	0.05	273.0
-14.0	0.09	126.7	0.20	175.9	0.10	287.0
-14.5	0.06	119.6	0.18	183.0	0.06	246.4



Tubo I4



Zona: S. Martino a Quona
Tubo I4

Quota testa tubo: 0.00
Correzione azimutale: 267°
Passo Sonda (metri): 0.5
Modalita' di calcolo: differenziale per punti, dal basso

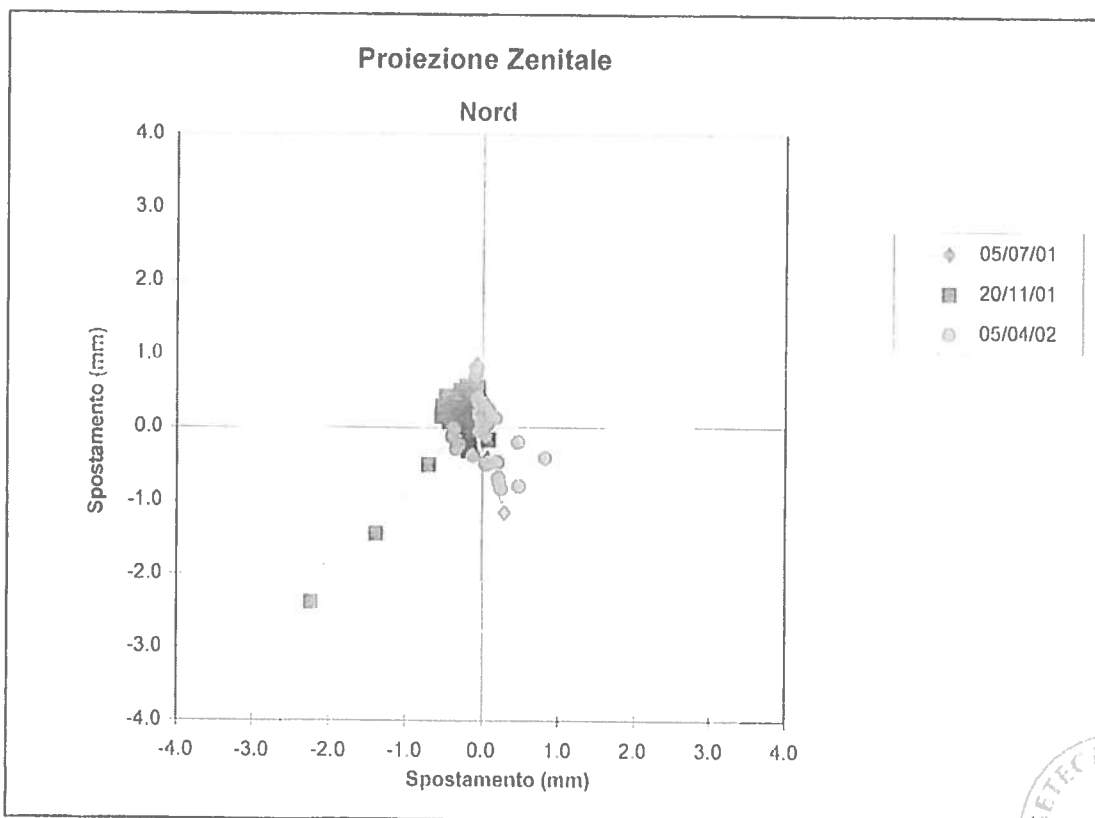
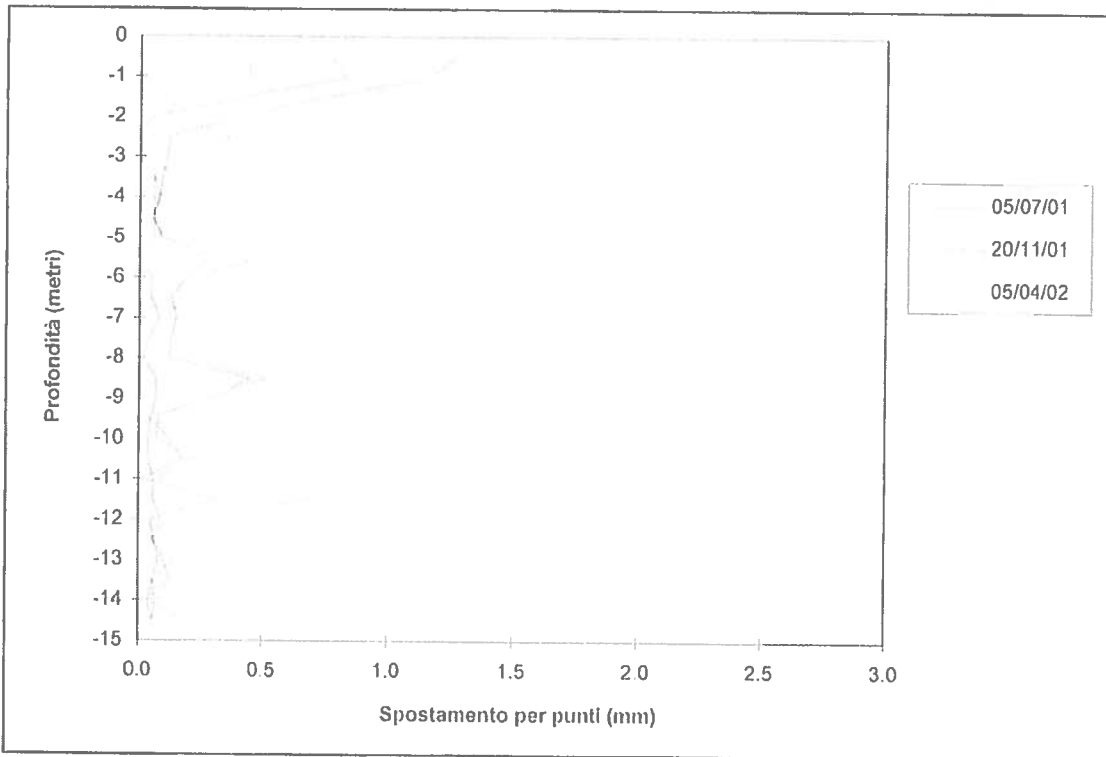
Numero letture eseguite: 29
Sonda usata: segea
Correzione scala sonda: +1
Numero guide(2/4): 2
Spiralometro: 0

Data origine: 27/04/2001

Quota (metri)	Misura del : 05/07/01 Intervento 1		Misura del : 20/11/01 Intervento 2		Misura del : 05/04/02 Intervento 3	
	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)	Risultante (mm)	Azimut(°)
-0.5	0.77	286.1	1.27	228.0	0.42	330.3
-1.0	0.83	274.7	1.16	234.2	0.45	311.2
-1.5	0.43	279.7	0.75	233.4	0.15	353.5
-2.0	0.05	273.0	0.40	238.3	0.11	119.6
-2.5	0.00	0.0	0.12	326.1	0.36	289.0
-3.0	0.00	270.0	0.11	209.6	0.16	131.7
-3.5	0.06	66.4	0.09	36.7	0.06	119.6
-4.0	0.06	119.6	0.08	291.4	0.08	111.4
-4.5	0.06	66.4	0.05	3.0	0.06	299.6
-5.0	0.06	66.4	0.09	36.7	0.09	36.7
-5.5	0.00	90.0	0.28	66.4	0.49	48.0
-6.0	0.05	93.0	0.19	296.2	0.21	287.0
-6.5	0.05	93.0	0.13	71.2	0.10	79.0
-7.0	0.08	74.6	0.15	83.5	0.18	109.0
-7.5	0.04	48.0	0.13	146.1	0.25	159.0
-8.0	0.02	93.0	0.12	146.1	0.20	143.2
-8.5	0.07	138.0	0.45	156.4	0.52	143.9
-9.0	0.07	138.0	0.30	27.4	0.23	9.3
-9.5	0.05	93.0	0.04	228.0	0.08	291.4
-10.0	0.04	48.0	0.12	273.0	0.07	273.0
-10.5	0.04	48.0	0.18	273.0	0.22	273.0
-11.0	0.06	119.6	0.02	93.0	0.07	3.0
-11.5	0.06	119.6	0.32	291.4	0.71	281.1
-12.0	0.09	306.7	0.05	183.0	0.11	119.6
-12.5	0.06	66.4	0.06	66.4	0.06	29.6
-13.0	0.08	93.0	0.10	107.0	0.15	93.0
-13.5	0.06	156.4	0.13	104.3	0.06	119.6
-14.0	0.04	138.0	0.04	138.0	0.07	318.0
-14.5	0.06	119.6	0.18	183.0	0.06	246.4



Tubo I4





IGETECMA s.a.s.
Istituto Sperimentale
di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Via di Ugnano, 41/b - Firenze
Tel. 055780705 - Fax 0557320415

1

Certificato di prova n. 107/2002

Firenze, li 27/11/2001
R.P.E. n. 69/2002

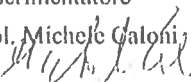
SETTORE: prove in situ

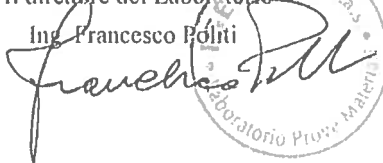
COMMITTENTE: Misericordia di Pontassieve
LOCALITA': S. Martino a Quona, Pontassieve (FI)

Prove eseguite

Il giorno 05/04/02, tecnici di questo laboratorio, su incarico della Committenza, si sono recati presso il cantiere di cui sopra ed hanno eseguito n. 2 misure piezometriche (P2 e P5) e n. 3 letture inclinometriche:

- Tubo II - profondità 14.0 m - lettura n. 3
- Tubo I3 - profondità 14.5 m - lettura n. 3
- Tubo I4 - profondità 14.5 m - lettura n. 3

Lo sperimentatore
Dott. Geol. Michele Galoni


Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi




NOTE:

- Il presente rapporto di prova riguarda esclusivamente i campioni sottoposti ad analisi.
- Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.
- Il presente rapporto di prova è stato redatto conformemente alla norma UNI - CEN - EN 70011.

Il presente rapporto di prova è composto da n. 14 pagine

TABELLA RIASSUNTIVA RAPPORTO DI PROVA N. 115/2001

LOCALITA': S. Martino a Quona, Pontassieve (FI)

CAMPIONE	S3C3	S4C1	S5C1
Profondità metri	8.0 - 8.5	4.5 - 5.0	2.0 - 2.5
Prova E.L.L.			
Cu (kg/cmq)		1.44	
Eti (kg/cmq)		106.5	
Parametri fisici			
Peso vol. nat. (gr/cmc)	2.11	2.12	1.98
Peso vol. secco (gr/cmc)	1.78	1.84	1.63
Limiti di Atterberg			
Umidità naturale (%)	18.52	15.08	21.30
Limite liquido (%)	43.0	47.3	66.4
Limite plastico (%)	19.8	23.9	25.2
Indice plastico (%)	23.2	23.4	41.2
Indice di consistenza	1.05	1.38	1.09
Indice di attività			
Classificaz. Casagrande	CL	CL	CH
Analisi granulometrica			
Ghiaia (%)			1.88
Sabbia (%)			2.08
Limo (%)			42.33
Argilla (%)			53.71



TABELLA RIASSUNTIVA RAPPORTO DI PROVA N. 115/2001

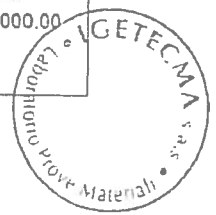
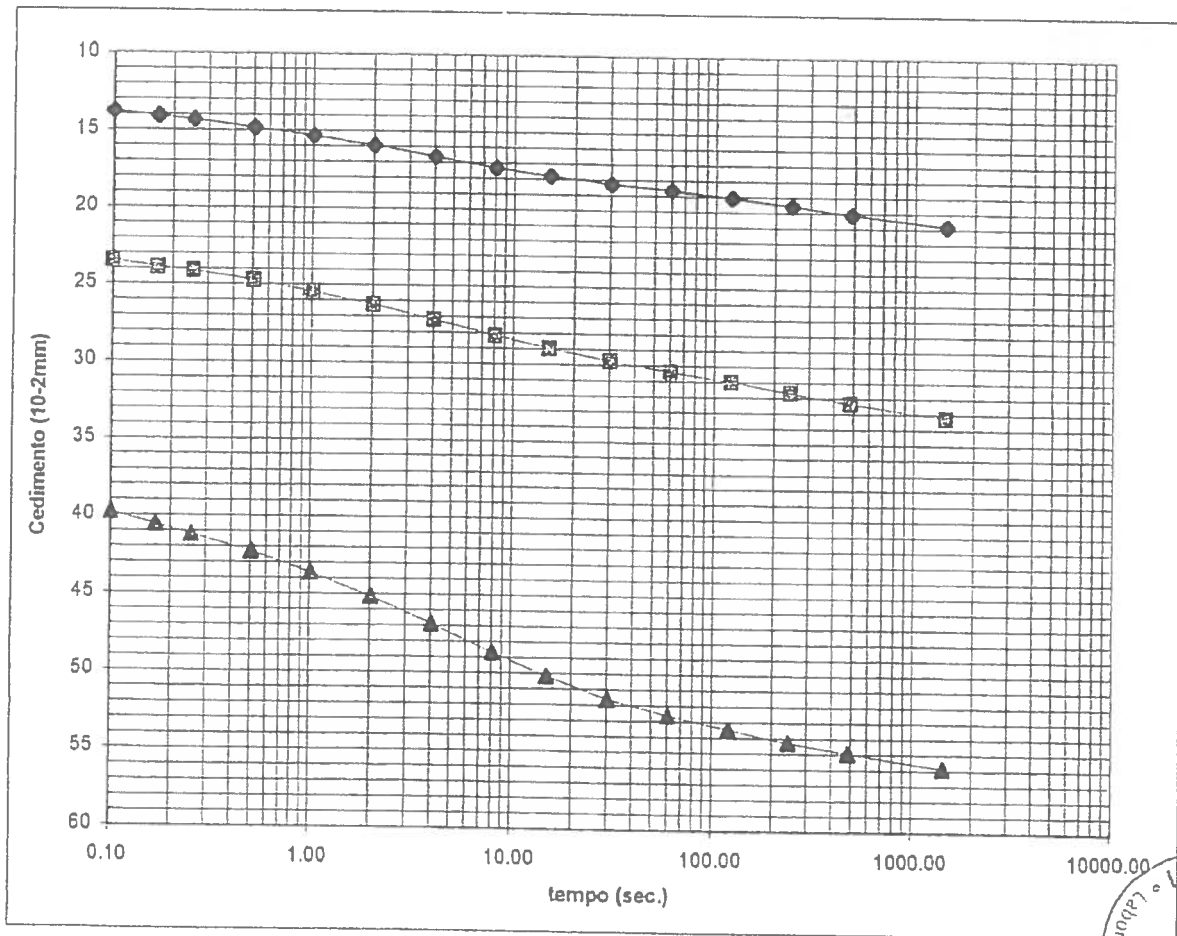
LOCALITA': S. Martino a Quona, Pontassieve (FI)

CAMPIONE	S1C1	S2C1	S3C1	S3C2
Profondità metri	2.5 - 3.0	5.0 - 5.5	1.7 - 2.2	4.7 - 5.2
Prova E.L.L.				
Cu (kg/cmq)	0.54			0.34
Eti (kg/cmq)	98.6			35.0
Prova edometrica				
RR			0.01964	
CR			0.15246	
SR			0.02908	
Prova di taglio C.D.				
C (Kg/cmq)		0.18	0.26	
ϕ^p		17.6	17.7	
Parametri fisici				
Peso vol. nat. (gr/cmc)	1.97	1.85	1.80	1.86
Peso vol. secco (gr/cmc)	1.55	1.44	1.32	1.38
Limiti di Atterberg				
Umidità naturale (%)	26.78	28.38	36.25	34.59
Limite liquido (%)	47.6	60.1	68.2	
Limite plastico (%)	29.0	24.1	29.4	
Indice plastico (%)	18.6	36.0	38.8	
Indice di consistenza	1.12	0.88	0.82	
Indice di attività				
Classificaz. Casagrande	ML - OL	CH	CH	
Limiti di ritiro				
Limite di ritiro (%)			10.8	
Coefficiente di ritiro			1.98	



Campione: S5C1
Profondità: 2.0 - 2.5 m

Cedimento carico 0.25 kg/cmq 10-2 mm	Cedimento carico 0.5 kg/cmq 10-2 mm	Cedimento carico 1.0 kg/cmq 10-2 mm	Tempo secondi
13.80	23.50	39.80	0.10
14.10	23.90	40.55	0.167
14.35	24.15	41.20	0.250
14.83	24.75	42.28	0.5
15.35	25.48	43.63	1
15.95	26.28	45.13	2
16.63	27.23	46.85	4
17.33	28.18	48.65	8
17.81	28.97	50.17	15
18.27	29.73	51.60	30
18.65	30.40	52.61	60
19.08	31.03	53.45	120
19.58	31.67	54.25	240
20.10	32.34	54.92	480
20.85	33.25	55.85	1440



Campione: S5C1

Profondità: 2.0 - 2.5 m

PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA EDOMETRICA

Altezza (mm)	19.802
Volume (cmc)	39.667
Peso di volume naturale (gr/cmc)	1.98
Peso di volume secco (gr/cmc)	1.63
Contenuto d'acqua (%)	21.46

Pressione (kg/cmq)	Deformazione (%)	Mv (cmq/kg)	Cv (cmq/sec)	K (cm/sec)
0.25	0.378	0.01513	3.646 x 10 ⁻³	5.515 x 10 ⁻³
0.5	0.897	0.02076	1.671 x 10 ⁻³	3.469 x 10 ⁻³
1	1.890	0.01985	1.337 x 10 ⁻³	2.654 x 10 ⁻³



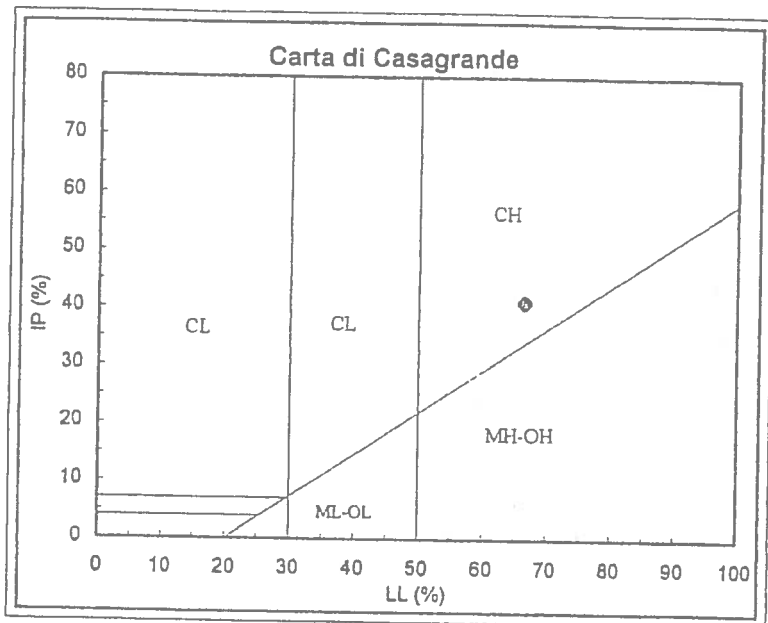
Campione: S5C1 **Profondità: 2.0 - 2.5 m**

Descrizione: Argilla limosa grigio oca con sporadici frammenti litici (marne) e tracce di scistosità, derivante da alterazione di argillite

LIMITI DI ATTERBERG

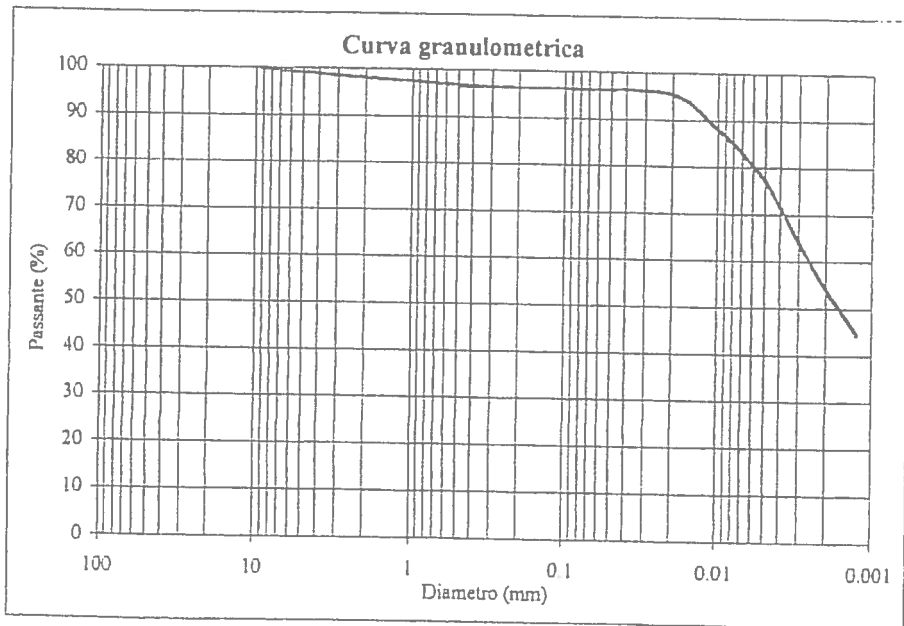
- Umidità naturale (W_n) = 21.30%
- Limite di liquidità (LL) = 66.4%
- Limite di plasticità (LP) = 25.2%
- Indice di plasticità (IP) = 41.2%
- Indice di consistenza (I_c) = 1.09
- Indice di attività (I_{at}) = 0.77

CH = argille inorganiche di alta plasticità



ANALISI GRANULOMETRICA

Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
9.5	100	0.0205	95.56
4.75	99.14	0.0108	88.94
2	98.12	0.0056	79.25
0.850	97.31	0.0040	71.66
0.425	96.68	0.0029	63.11
0.250	96.45	0.0021	54.95
0.150	96.32	0.0013	44.50
0.075	96.22		



- Ghiaia 1.88%
- Sabbia 2.08%
- Limo 42.33%
- Argilla 53.71%

Argilla con limo

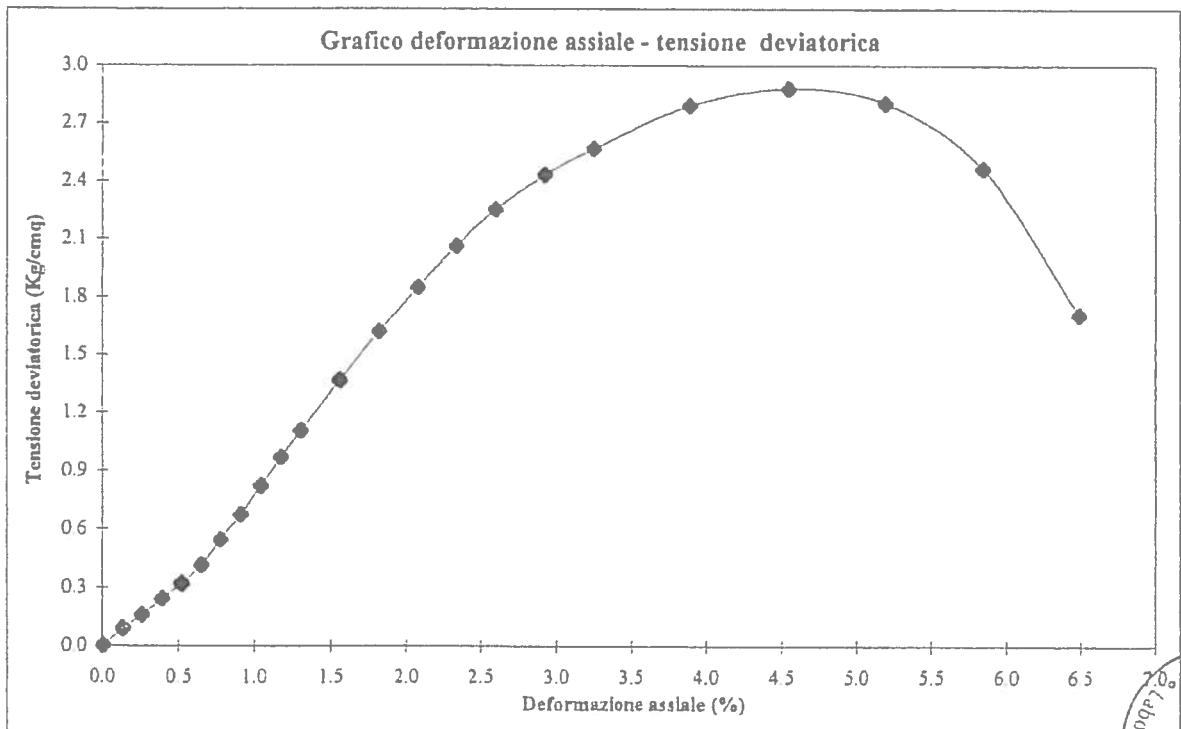


Campione: S4C1 **Profondità: 4.5 - 5.0 m**

PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Peso volume naturale (gr/cmc)	2.12
Peso volume secco (gr/cmc)	1.84
Contenuto d'acqua (%)	15.08
Vel. def. (mm/min)	1.27
Sigma a rottura (Kg/cmq)	2.881
Coessione non drenata (Kg/cmq)	1.44
Modulo elastico tangente iniziale (kg/cmq)	106.5

ϵ (%)	σ (kg/cmq)	ϵ (%)	σ (kg/cmq)
0.13	0.089	2.08	1.850
0.26	0.157	2.34	2.063
0.39	0.241	2.59	2.252
0.52	0.316	2.92	2.431
0.65	0.415	3.24	2.568
0.78	0.543	3.89	2.791
0.91	0.672	4.54	2.881
1.04	0.822	5.19	2.805
1.17	0.973	5.84	2.467
1.30	1.108	6.49	1.710
1.56	1.369		
1.82	1.622		



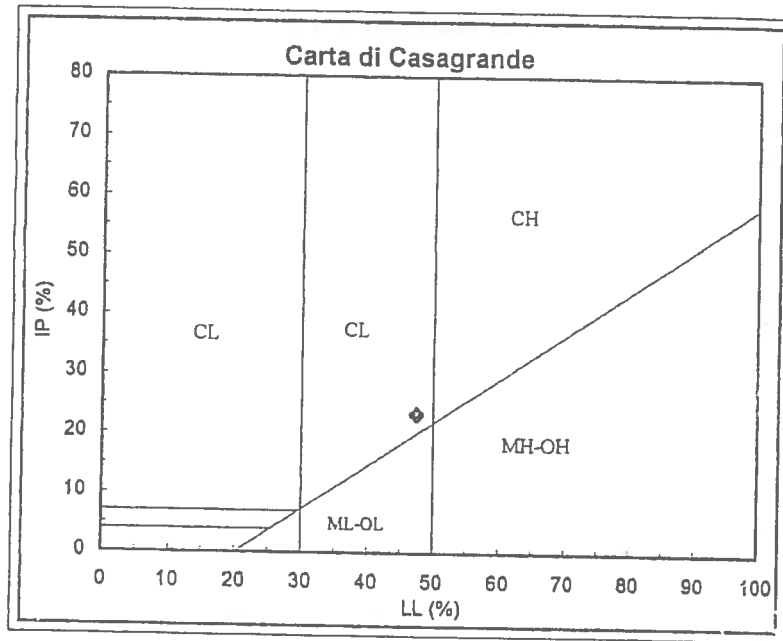
Campione: S4C1 **Profondità: 4.5 - 5.0 m**

Descrizione: Limo argilloso grigio verde

LIMITI DI ATTERBERG

Umidità naturale (W_n) = 15.08%
Limite di liquidità (LL) = 47.3%
Limite di plasticità (LP) = 23.9%
Indice di plasticità (IP) = 23.4%
Indice di consistenza (I_c) = 1.38

CL = argille inorganiche di media plasticità



Campione: S3C3

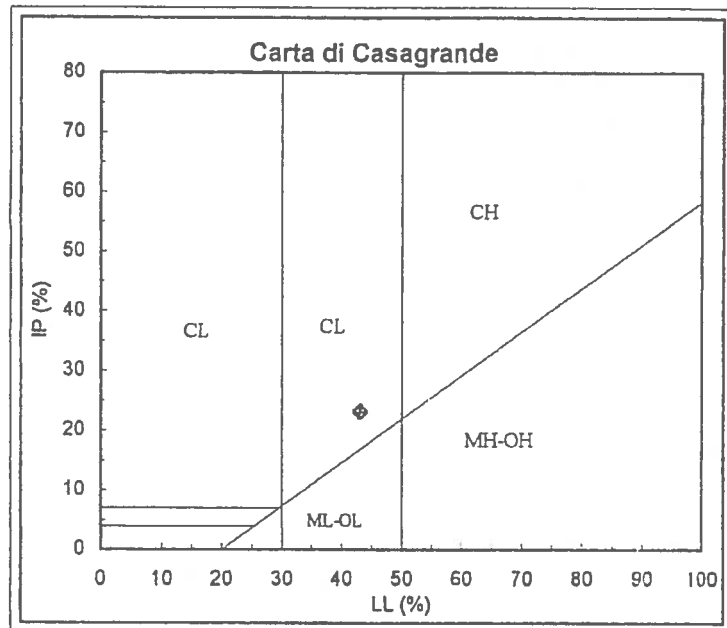
Profondità: 8.0 - 8.5 m

Descrizione: 0 - 15 cm limo argilloso grigio turchino (prove eseguite in questo livello); 15 - 50 cm limo argilloso ocra, localmente grigio turchino, con frammenti litici

LIMITI DI ATTERBERG

Umidità naturale (W_n) = 18.52%
 Limite di liquidità (LL) = 43.0%
 Limite di plasticità (LP) = 19.8%
 Indice di plasticità (IP) = 23.2%
 Indice di consistenza (I_c) = 1.05

CL = argille inorganiche di media plasticità



γ_{nat} (gr/cmc) = 2.11

γ_{secco} (gr/cmc) = 1.78



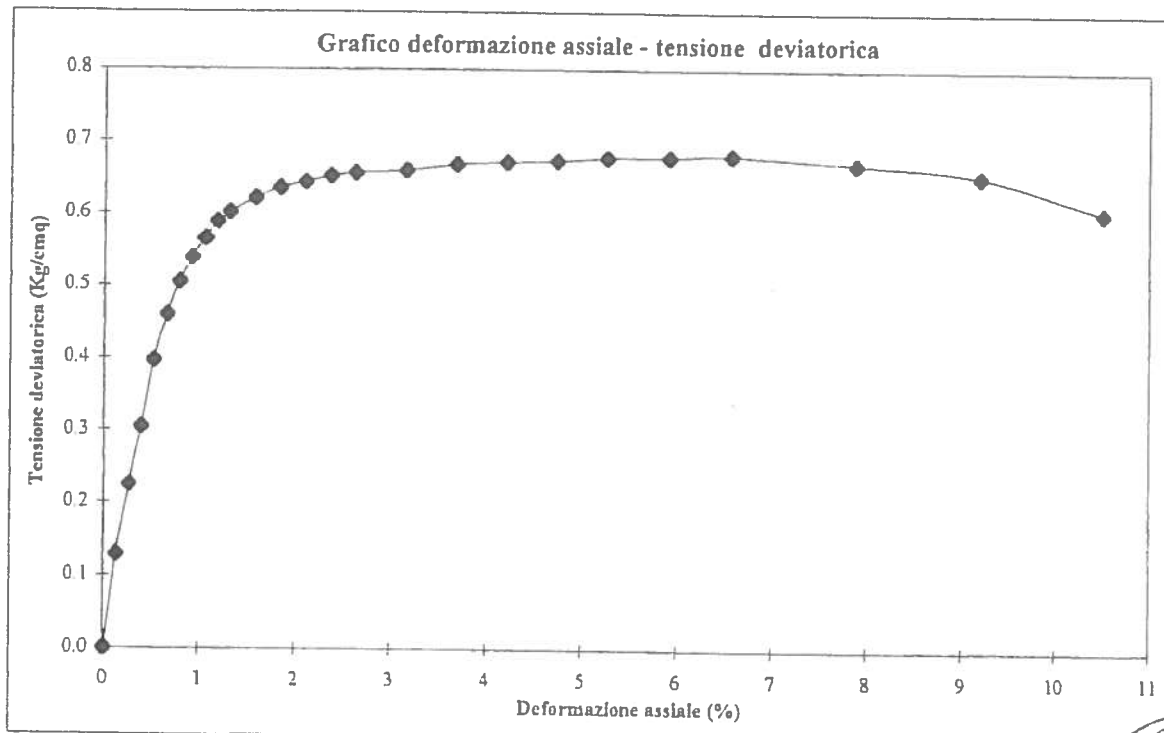
Campione: S3C2

Profondità: 4.7 - 5.3 m

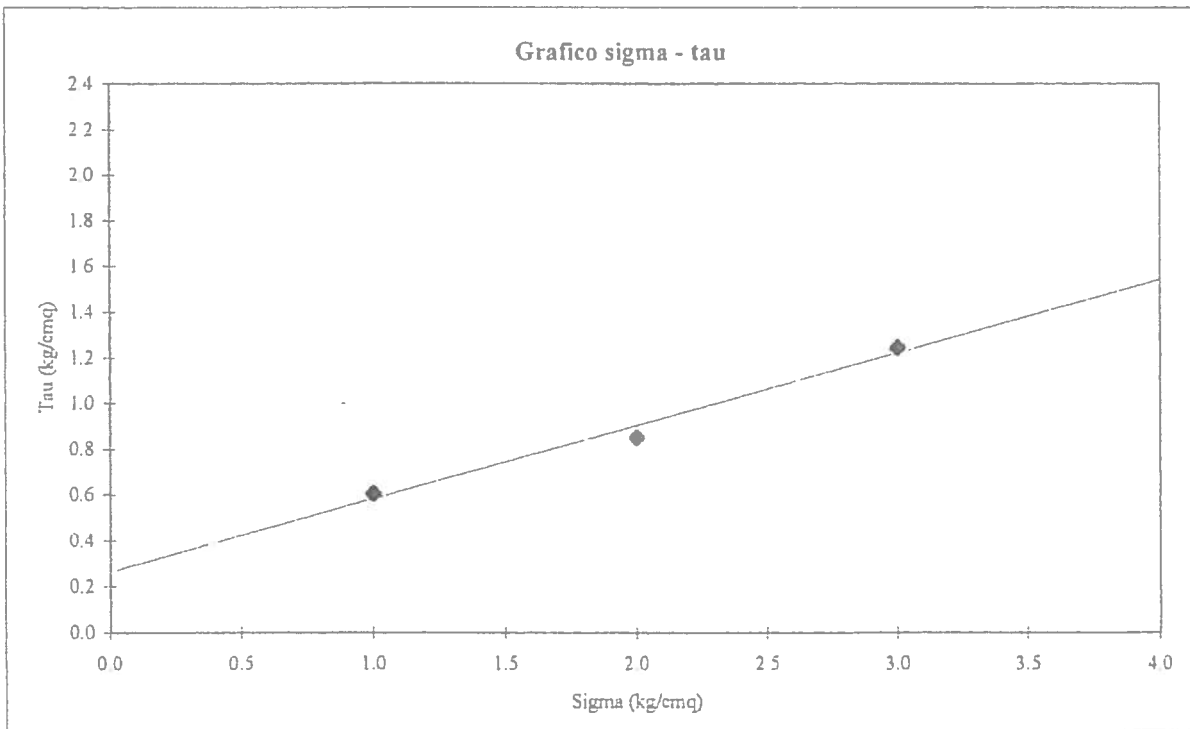
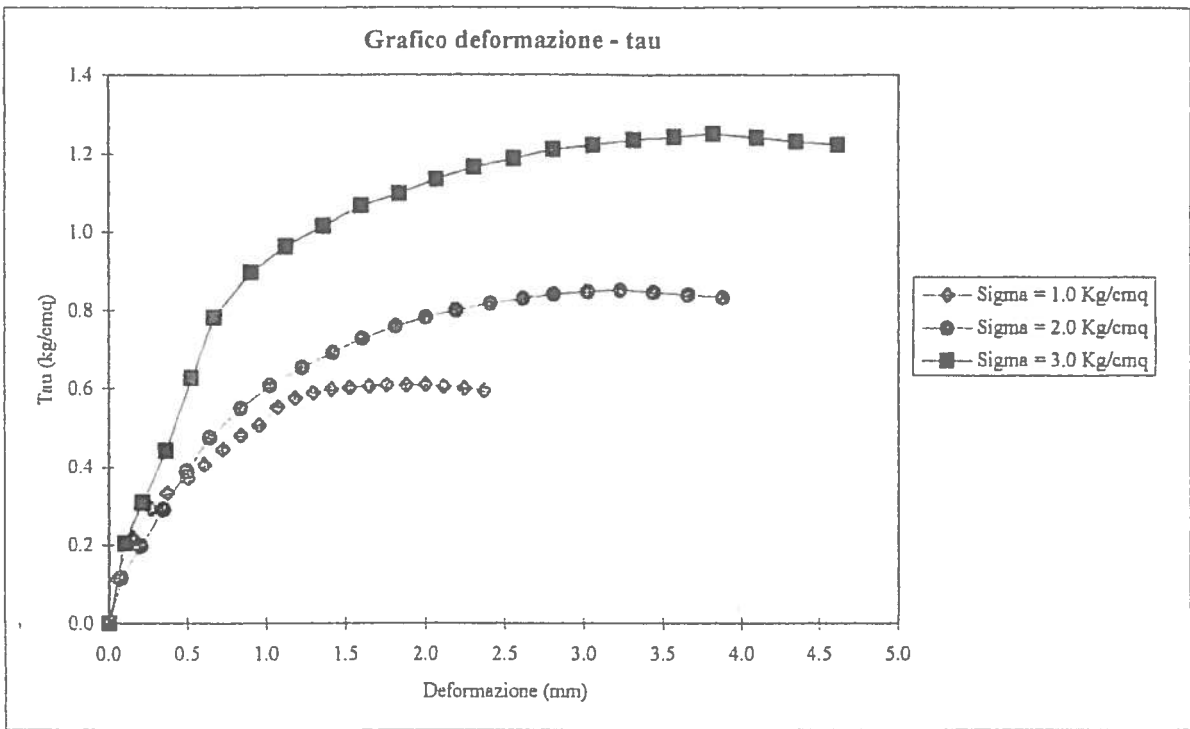
PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Peso volume naturale (gr/cmc)	1.86
Peso volume secco (gr/cmc)	1.38
Contenuto d'acqua (%)	34.59
Vel. def. (mm/min)	1.27
Sigma a rottura (Kg/cmq)	0.682
Coesione non drenata (Kg/cmq)	0.34
Modulo elastico tangente iniziale (kg/cmq)	35.0

ϵ (%)	σ (kg/cmq)	ϵ (%)	σ (kg/cmq)	ϵ (%)	σ (kg/cmq)
0.13	0.129	2.10	0.644	10.50	0.605
0.26	0.225	2.36	0.652		
0.39	0.305	2.63	0.656		
0.53	0.397	3.15	0.661		
0.66	0.460	3.68	0.669		
0.79	0.505	4.20	0.673		
0.92	0.539	4.73	0.675		
1.05	0.566	5.25	0.679		
1.18	0.589	5.91	0.680		
1.31	0.602	6.56	0.682		
1.58	0.622	7.88	0.670		
1.84	0.636	9.19	0.654		



Campione: S3C1 Profondità: 1.7 - 2.2 m



Campione: S3C1

Profondità: 1.7 - 2.2 m

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (gr/cmc)	1.78	1.78	1.78
Peso di volume naturale finale (gr/cmc)	1.84	1.87	1.91
Peso di volume secco iniziale (gr/cmc)	1.31	1.32	1.31
Peso di volume secco finale (gr/cmc)	1.34	1.38	1.42
Contenuto d'acqua iniziale (%)	35.71	35.68	35.65
Contenuto d'acqua finale (%)	36.69	35.30	33.91
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.004	0.004	0.004
Sigma (kg/cm ²)	1.0	2.0	3.0
Tau a rottura (kg/cm ²)	0.610	0.851	1.249

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)	Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)	Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)
0.05	0.115	0.08	0.117	0.10	0.204
0.14	0.218	0.20	0.195	0.21	0.307
0.26	0.291	0.35	0.290	0.36	0.439
0.37	0.333	0.49	0.389	0.52	0.625
0.50	0.370	0.64	0.475	0.67	0.780
0.60	0.405	0.84	0.550	0.90	0.897
0.72	0.445	1.02	0.607	1.12	0.963
0.84	0.480	1.22	0.652	1.36	1.015
0.95	0.506	1.42	0.691	1.60	1.068
1.07	0.552	1.60	0.728	1.83	1.098
1.18	0.576	1.80	0.758	2.07	1.134
1.29	0.588	2.00	0.781	2.31	1.164
1.41	0.598	2.19	0.799	2.56	1.187
1.52	0.602	2.41	0.816	2.81	1.210
1.64	0.606	2.61	0.829	3.06	1.221
1.75	0.608	2.81	0.840	3.32	1.235
1.88	0.609	3.03	0.846	3.57	1.242
2.00	0.610	3.23	0.851	3.82	1.249
2.11	0.604	3.44	0.846	4.10	1.240
2.24	0.600	3.66	0.839	4.35	1.231
2.37	0.593	3.88	0.832	4.62	1.222

$$C = 0.26 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi = 17.7^\circ$$



Campione: S3C1

Profondità: 1.7 - 2.2 m

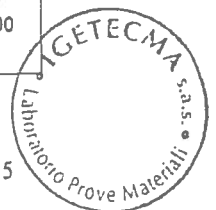
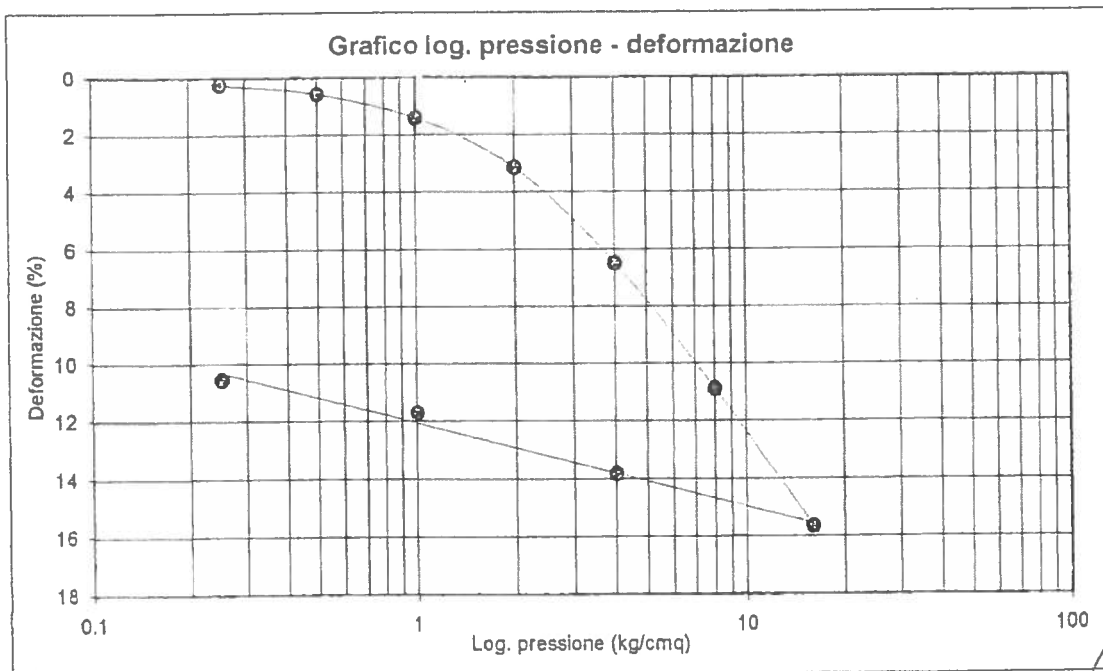
PROVA EDOMETRICA

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19.916	17.817
Volume (cmc)	39.948	35.737
Peso di volume naturale (gr/cmc)	1.83	1.97
Peso di volume secco (gr/cmc)	1.34	1.50
Contenuto d'acqua (%)	36.38	31.18

Pressione (kg/cmq)	Deformazione (%)	Mv (cmq/kg)	Cv (cmq/sec)	K (cm/sec)
0.25	0.238	--	--	--
0.5	0.570	0.01328	--	--
1	1.420	0.01701	7.077	1.204×10^{-4}
2	3.144	0.01724	--	--
4	6.488	0.01672	--	--
8	10.876	0.01097	--	--
16	15.666	0.00599	--	--
4	13.835	0.00153	--	--
1	11.711	0.00708	--	--
0.25	10.540	0.01562	--	--

In riferimento alla curva log. pressione / deformazione:

RR (rapporto di ricompressione) :	0.01964
CR (rapporto di compressione) :	0.15246
SR (rapporto di rigonfiamento) :	0.02908



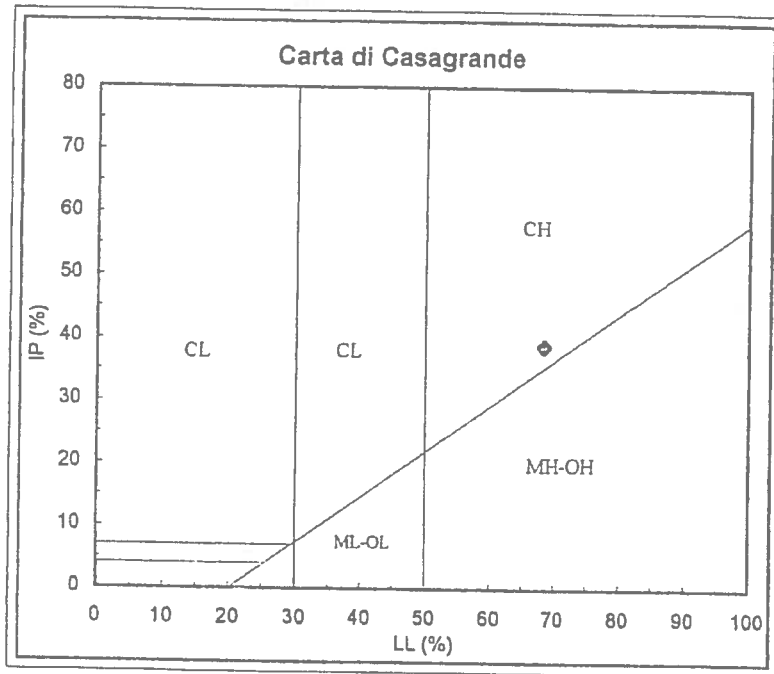
Campione: S3C1 **Profondità: 1.7 - 2.2 m**

Descrizione: Argilla limosa grigio verde con frammenti litici abbondanti nella parte superiore

LIMITI DI ATTERBERG

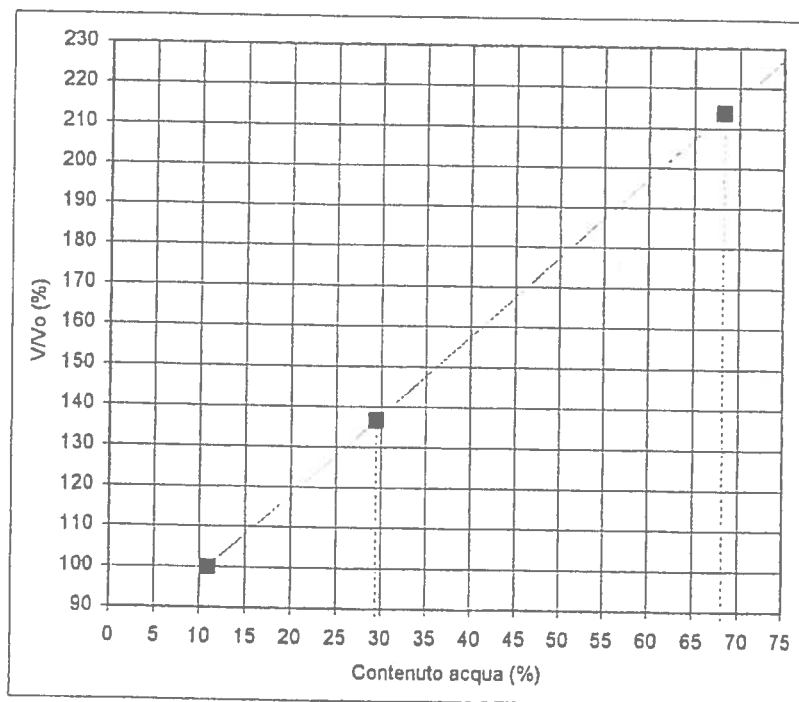
Umidità naturale (W_n) = 36.25%
 Limite di liquidità (LL) = 68.2%
 Limite di plasticità (LP) = 29.4%
 Indice di plasticità (IP) = 38.8%
 Indice di consistenza (I_c) = 0.82

CH = argille inorganiche di alta plasticità

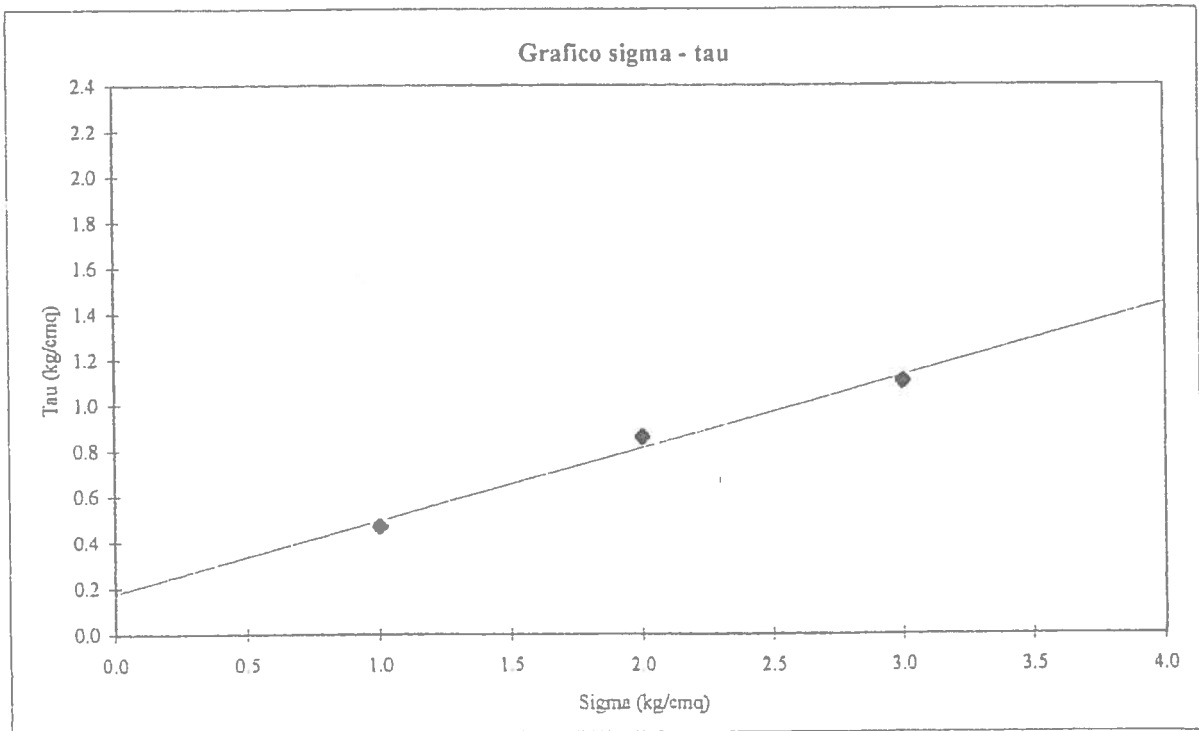
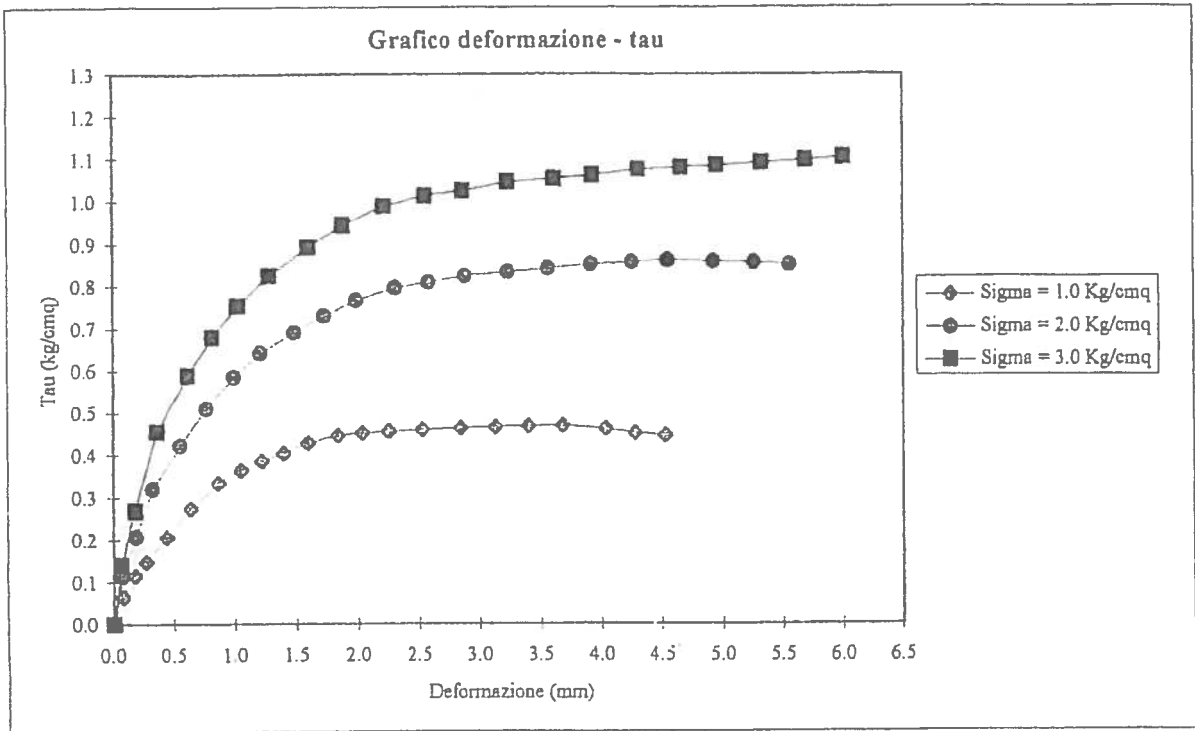


LIMITE DI RITIRO

Limite di ritiro (W_s) = 10.8%
 Coefficiente di ritiro (R_s) = 1.98



Campione: S2C1 Profondità: 5.0 - 5.5 m



Campione: S2C1

Profondità: 5.0 - 5.5 m

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (gr/cmc)	1.85	1.85	1.85
Peso di volume naturale finale (gr/cmc)	1.92	1.96	2.00
Peso di volume secco iniziale (gr/cmc)	1.44	1.45	1.45
Peso di volume secco finale (gr/cmc)	1.48	1.53	1.58
Contenuto d'acqua iniziale (%)	28.42	28.18	27.94
Contenuto d'acqua finale (%)	29.64	28.26	26.89
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.004	0.004	0.004
Sigma (kg/cm ²)	1.0	2.0	3.0
Tau a rottura (kg/cm ²)	0.470	0.860	1.103

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)	Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)	Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm ²)
0.07	0.065	0.07	0.115	0.06	0.139
0.18	0.116	0.18	0.207	0.17	0.267
0.27	0.149	0.32	0.320	0.36	0.454
0.44	0.207	0.55	0.423	0.61	0.587
0.64	0.275	0.77	0.511	0.81	0.679
0.87	0.335	0.99	0.586	1.02	0.752
1.05	0.366	1.21	0.642	1.28	0.824
1.22	0.387	1.48	0.690	1.59	0.890
1.40	0.406	1.72	0.730	1.88	0.943
1.59	0.429	1.99	0.767	2.21	0.988
1.84	0.447	2.30	0.794	2.55	1.013
2.03	0.453	2.58	0.808	2.86	1.024
2.25	0.457	2.88	0.823	3.23	1.044
2.52	0.460	3.23	0.833	3.61	1.052
2.85	0.463	3.56	0.841	3.92	1.061
3.13	0.466	3.91	0.851	4.30	1.074
3.40	0.469	4.25	0.856	4.65	1.078
3.68	0.470	4.54	0.860	4.96	1.083
4.03	0.463	4.93	0.858	5.33	1.089
4.27	0.453	5.26	0.854	5.69	1.096
4.52	0.447	5.56	0.851	6.00	1.103

$$C = 0.18 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi = 17.6^\circ$$



Campione: S2C1 **Profondità: 5.0 - 5.5 m**

Descrizione: Argilla limosa oca con frammenti litici

LIMITI DI ATTERBERG

Umidità naturale (W_n) = 28.38%

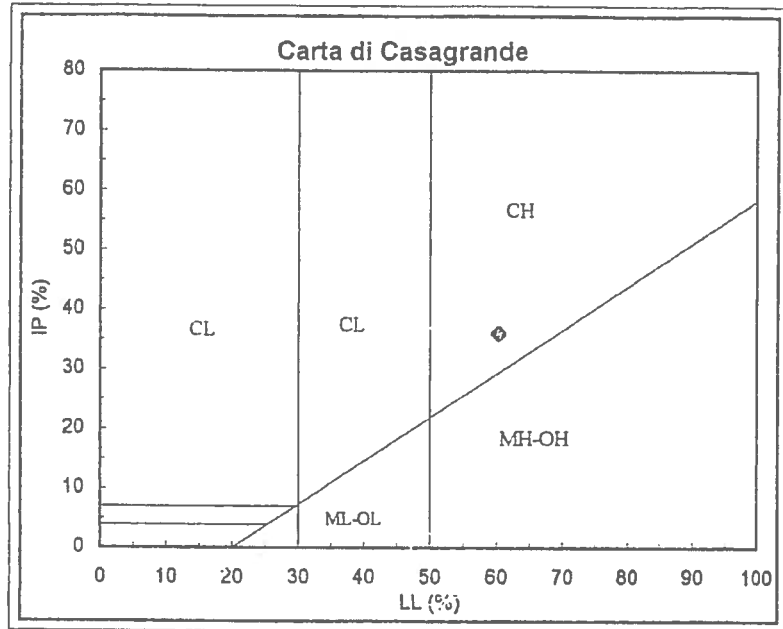
Limite di liquidità (LL) = 60.1%

Limite di plasticità (LP) = 24.1%

Indice di plasticità (IP) = 36.0%

Indice di consistenza (I_c) = 0.88

CH = argille inorganiche di alta plasticità



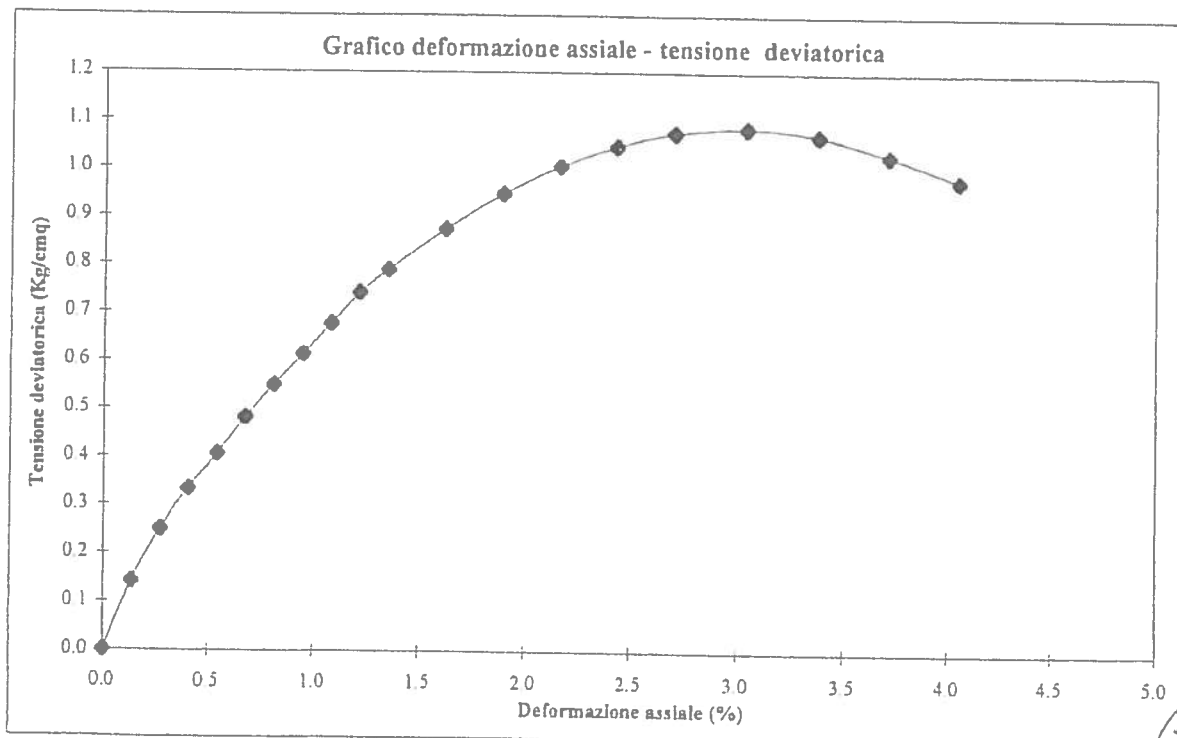
Campione: S1C1

Profondità: 2.5 - 3.0 m

PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Peso volume naturale (gr/cmc)	1.97
Peso volume secco (gr/cmc)	1.55
Contenuto d'acqua (%)	26.78
Vel. def. (mm/min)	1.27
Sigma a rottura (Kg/cmq)	1.086
Coesione non drenata (Kg/cmq)	0.54
Modulo elastico tangente iniziale (kg/cmq)	98.6

ε (%)	σ (kg/cmq)	ε (%)	σ (kg/cmq)
0.13	0.143	2.16	1.005
0.27	0.250	2.43	1.048
0.40	0.334	2.70	1.075
0.54	0.406	3.03	1.086
0.67	0.482	3.37	1.071
0.81	0.550	3.71	1.030
0.94	0.614	4.05	0.978
1.08	0.678		
1.21	0.741		
1.35	0.790		
1.62	0.874		
1.89	0.948		



Campione: SIC1

Profondità: 2.5 - 3.0 m

Descrizione: Limo argilloso ocra con frammenti litici

LIMITI DI ATTERBERG

Umidità naturale (W_n) = 26.78%

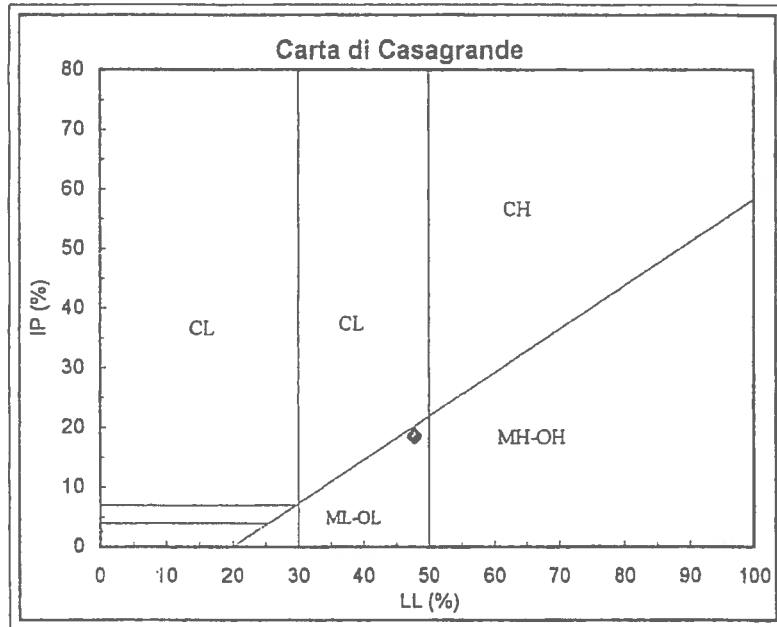
Limite di liquidità (LL) = 47.6%

Limite di plasticità (LP) = 29.0%

Indice di plasticità (IP) = 18.6%

Indice di consistenza (I_c) = 1.12

ML-OL = limi inorganici e limi ed argille organiche di media plasticità





IGETECMA s.a.s.
Istituto Sperimentale
di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Via di Ugnano, 41 - Firenze
Tel. 055780705 - Fax 0557320415

Rapporto di prova n. 115/2001

Firenze, li 17/05/2001
Verbale d'accettazione n. 54/2001

SETTORE: meccanica delle terre

COMMITTENTE: Misericordia di Pontassieve

LOCALITA': S. Martino a Quona, Pontassieve (FI)

CAMPIONI: n. 6 di terreno indisturbati; n. 1 di terreno rimaneggiato (S3C3)

S1C1	profondità 2.5 - 3.0 m	S2C1	profondità 5.0 - 5.5 m
S3C1	profondità 1.7 - 2.2 m	S3C2	profondità 4.7 - 5.2 m
S3C3	profondità 8.0 - 8.5 m	S4C1	profondità 4.5 - 5.0 m
S5C1	profondità 2.0 - 2.5 m		

Prove eseguite

- 1 - Umidità naturale (CNR - UNI 10008)
- 2 - Peso di volume naturale (Boll. Uff. CNR n. 40)
- 3 - Limiti di Atterberg (ASTM D 4318-84)
- 4 - Analisi granulometrica per setacciatura: per via umida (Boll. Uff. CNR n. 23)
- 5 - Analisi granulometrica della frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 1140/71)
- 6 - Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)
- 7 - Prova di taglio consolidata drenata (ASTM D 3080/72)
- 8 - Prova di espansione laterale libera (ASTM D 2166/85)
- 9 - Limite di ritiro (ASTM D 4318/84)
- 10 - Prova di permeabilità in cella edometrica (ASTM 2435)

Lo sperimentatore

Dott. Geol. Michele Caloni

Il direttore del Laboratorio

Ing. Francesco Politi

NOTE:

- Il presente rapporto di prova riguarda esclusivamente i campioni sottoposti ad analisi.
- Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.
- Il presente rapporto di prova è stato redatto conformemente alla norma UNI - CEI - EN 70011.

Il presente rapporto di prova è composto da n. 17 pagine



ANALISI DI LABORATORIO
(IGETECMA S.A.S. DI FIRENZE)

Confraternita Misericordia di Pontassieve

Localita': Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

SCALA 1:100

Data marzo 2001

Sondaggio n. 1

Attrezzatura e metodo di perforazione:

Sonda a rotazione

- Campione rimaneggiato
- Campione S.P.T.
- Campione da Vana Test

- Campione a percussione
- Campione ind. a pressione
- Campione ind. rotativo

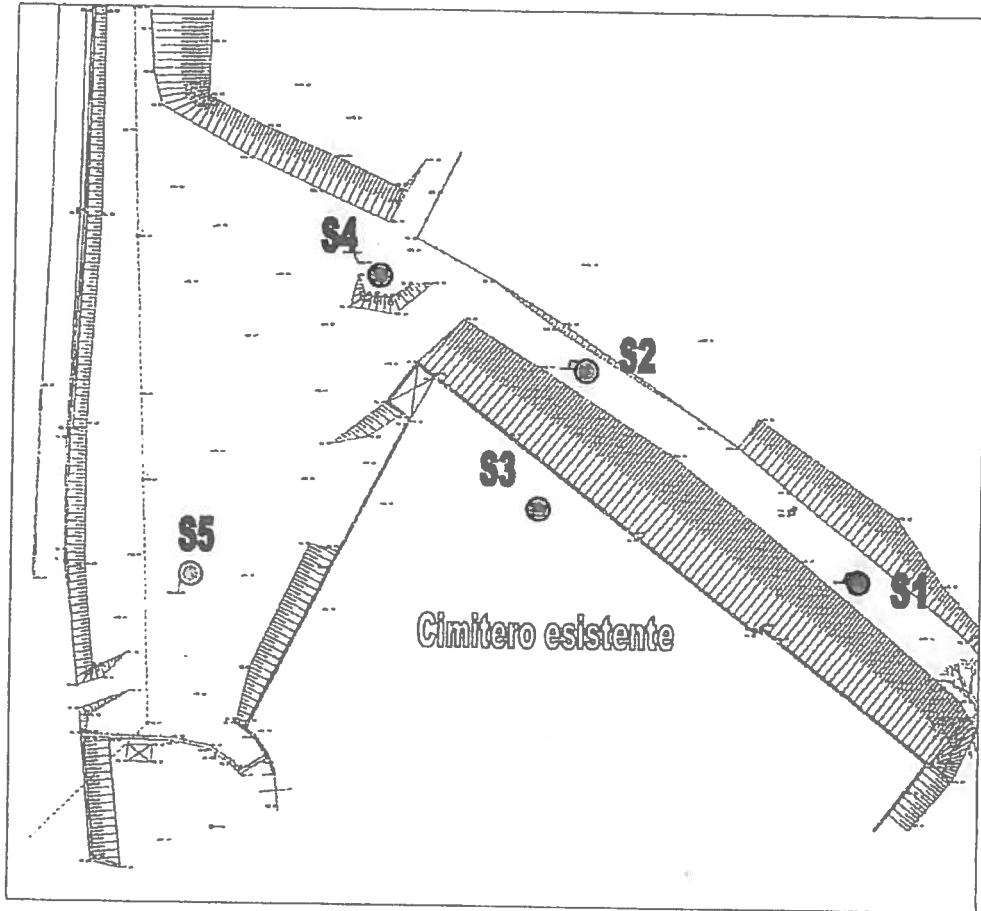
- LEFRANC
- Prova di permeabilita'
- LUGEON

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	C	R	P	R	P	Profondita' m	S	F	%
1.00	1.00				Limi argillosi con porzioni sabbiose e frammenti calcarei. Molto alterati.									
3.00					Limi argillosi grigi con noduli calcarei, più o meno alterati.									
4.00											5.00	10	22	15
9.00					Argille limose da consistenti a molto consistenti con qualche livello di minore consistenza. Talora sono presenti livelli con una certa componente sabbiosa.									
10.00											13.00	43	83	
12.00					Marne argillose molto alterate.									
13.00					Argille limose molto consistenti con livelli calcarei.									
15.00					Argillidi e marne dure.						15.00	R	R	R

STRATIGRAFIE SONDAGGI



Ubicazione indagini (rappresentazione non in scala)

- Ubicazione sondaggio attrezzato con inclinometro
- Ubicazione sondaggio attrezzato con piezometro

Scala 1:2.000



LEGLENDA



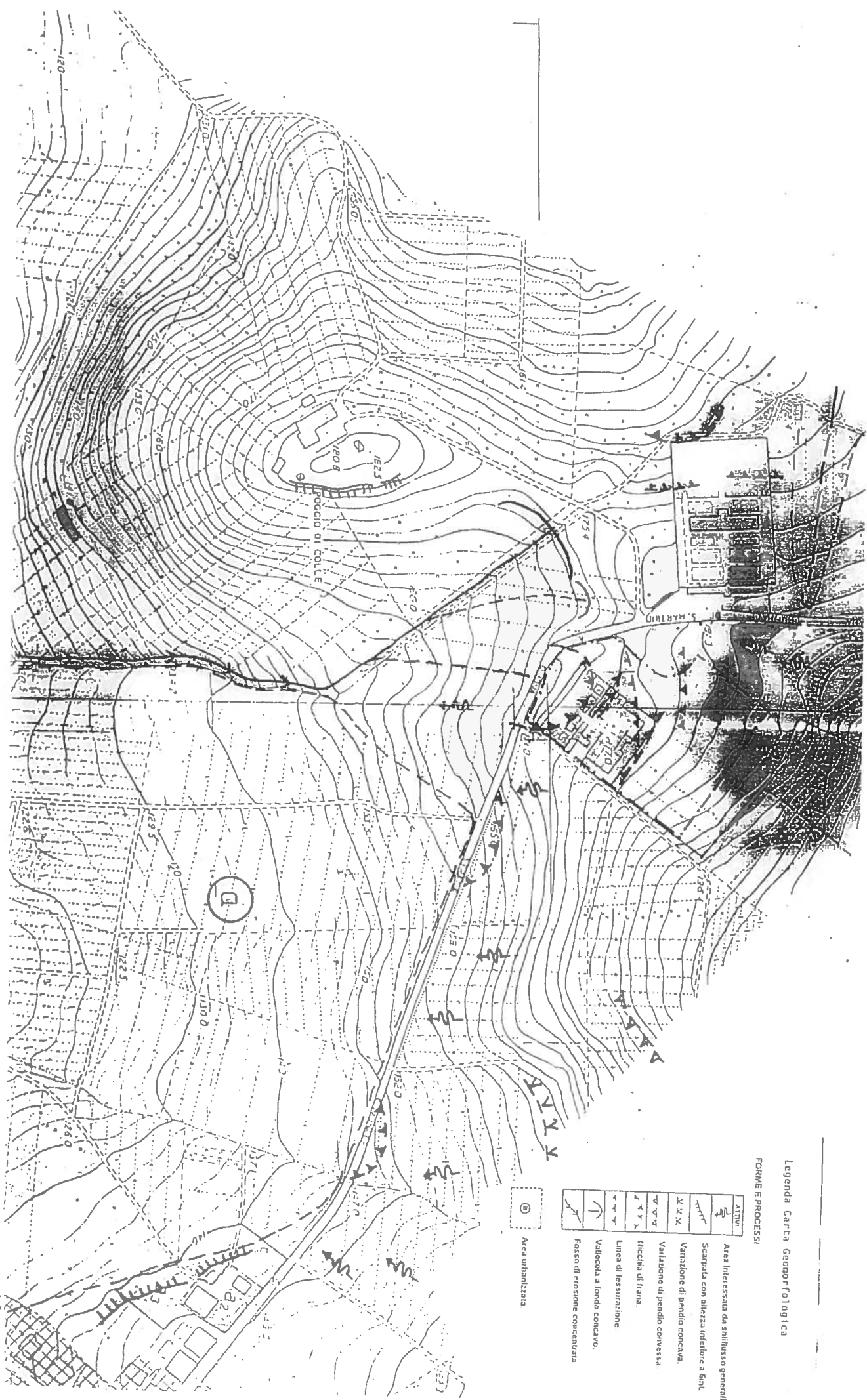
pendenza < 15%



15% < pendenza < 25%



25% < pendenza < 35%

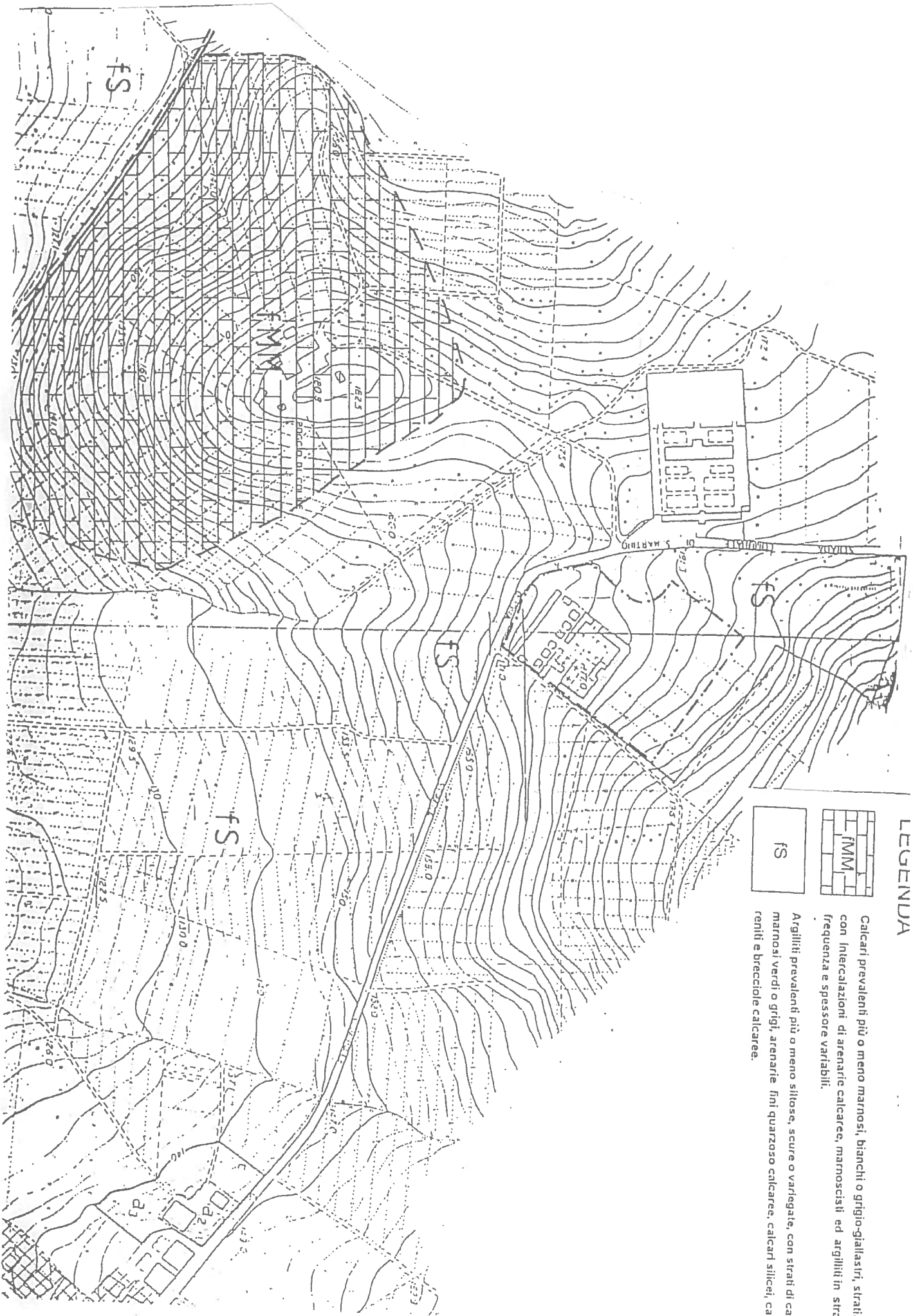


Legenda Carta geomorfologica

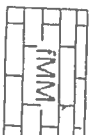
FORME E PROCESSI

ATTIVI	DESCRIZIONE
	Scarpata con altezza inferiore a 50m.
	Variazione di pendenza concava.
	Variazione di pendenza convessa.
	Linea di saturazione.
	Vallyceda a fondo concavo.
	Fasce di erosione concentriche.

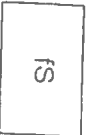
Area urbanizzata.



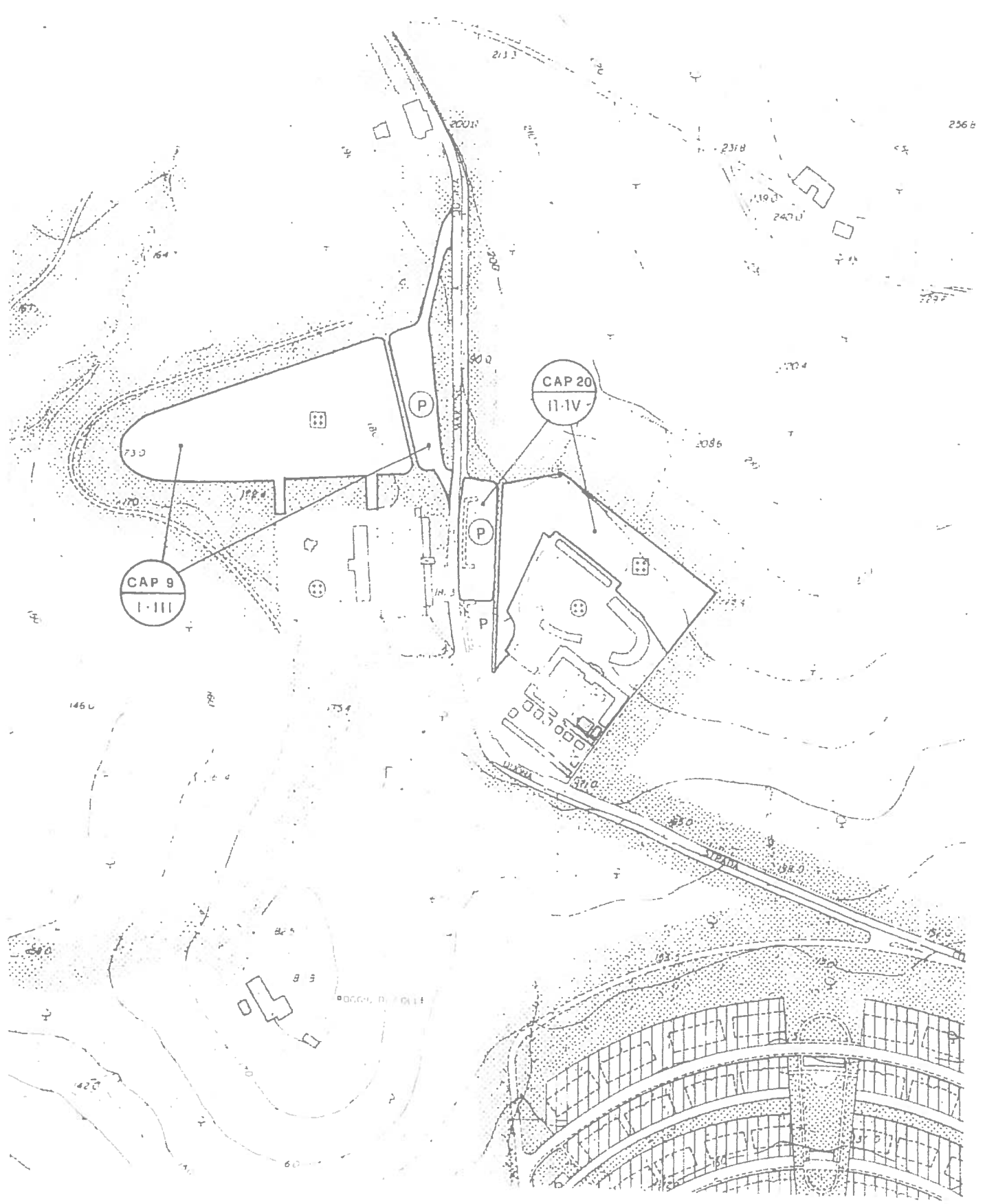
LEGENDA



Calcarei prevalenti più o meno marnosi, bianchi o grigio-giallastri, stratificati con intercalazioni di arenarie calcaree, marnosisti ed argilliti in strati di frequenza e spessore variabili.



Argilliti prevalenti più o meno siliose, scure o variegate, con strati di calcari marnosi verdi o grigi, arenarie fini quarzose calcaree, calcari silicei, calcareniti e brecciole calcaree.



CAP 9
I-III

CAP 20
II-IV

P

P

P

256 B

146 L

2086

2704

2318

2400

2113

2001

2000

2000

2000

2000

2000

2000

2000

2000

2000

2000

2000

2000

2000

2000

2000

2080

2080

2080

2080

2080

2080

2080

2080

1420

60

1110

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

- Sistema drenante mediante trincee con scarico razionale con profondità di circa 3 - 4 m dal p.c. in modo da migliorare le caratteristiche di stabilità e permettere un abbattimento della falda al di sotto della quota di inumazione. Nella porzione più a valle del previsto campo di inumazione (circa 6 m) dove si hanno spessori di copertura maggiori potranno essere allestiti dei pozzi drenanti.
- Paratia di pali, eventualmente intirantata, da realizzarsi prima di eseguire gli sbancamenti necessari alla realizzazione dei nuovi loculi. La paratia sarà progettata in modo da garantire anche il drenaggio delle acque.

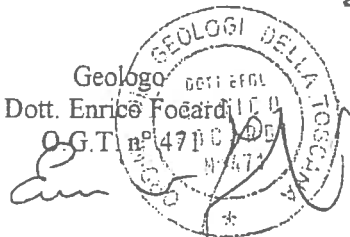
Il tutto è meglio esemplificato nel progetto di massima allegato cui si rimanda per la definizione del quadro economico.

Per quanto riguarda le fondazioni dei manufatti in fase di progettazione esecutiva si potrà procedere ad una verifica dei dati acquisiti e quindi procedere ad un corretto dimensionamento delle strutture di fondazione una volta noti i carichi di esercizio previsti. Si ritiene comunque fin d'ora che dovranno essere prese in considerazione tipologie di fondazione che distribuiscano i carichi su un'ampia superficie (platea) o, qualora i carichi previsti siano elevati, che li distribuiscano in profondità su terreni litoidi di maggiore consistenza.

Un discorso infine per il terreno che costituisce il campo di inumazione. Come risulta dalla analisi granulometrica eseguita il terreno è prevalentemente argilloso con frammenti e blocchi lapidei, quindi scarsamente permeabile per quanto si sia visto come sia possibile l'instaurarsi di una circolazione idrica che risente delle variazioni meteoriche e stagionali. Di norma i campi di inumazione dovrebbero essere costituiti da terreni incoerenti sufficientemente asciutti ed areati, permeabili al punto da consentire la dispersione dei prodotti della putrefazione e delle acque di dilavamento garantendo la mineralizzazione dei cadaveri. In realtà, come detto, il terreno in oggetto, seppure vi si riscontri una certa presenza locale di materiali grossolani, è prevalentemente argilloso e quindi non del tutto confacente. Si ritiene perciò, ai sensi del capo X art. 57, punto 6 del D.P.R. 285/90 in fase di progettazione esecutiva si debba prendere in considerazione la possibilità di ricreare artificialmente le condizioni ideali arricchendo detti terreni con materiali incoerenti dotati di migliori qualità drenanti.

Pontassieve, 14 ottobre 2002

Geologo
Dott. Enrico Focardi
O.G.T. n° 4710 DE



Il tutto è
x il
progetto
esecutivo
Messa

Calcolo altezza critica di uno sbancamento a parete verticale

$C = 4,00$ (coesione in t/m^2)

$\gamma = 1,85$ (peso di volume t/m^3)

$H_c = 2Cu/\gamma = 4,32$

$H_c = 4,32$ altezza critica in metri

Le verifiche di stabilità con metodi analitici sono state eseguite in tre situazioni diverse: allo stato attuale, dopo lo sbancamento e dopo lo sbancamento con opera di protezione. La stratigrafia è stata inoltre differenziata nei due livelli A e B come dalle osservazioni dirette assumendo i parametri determinati in laboratorio. Le verifiche effettuate indicano come allo stato attuale il tratto di versante in oggetto risulti stabile, mentre con lo sbancamento abbiamo una notevole diminuzione di F_s , anche senza tenere conto di eventuali innalzamenti della falda e di un progredire dei fenomeni di alterazione, non inferiore a 1, ma al disotto del valore di Legge (1.3). Con la realizzazione di un'opera di contenimento (pali di medio diametro) si riporta il coefficiente di sicurezza a valori superiori ai minimi di Normativa.

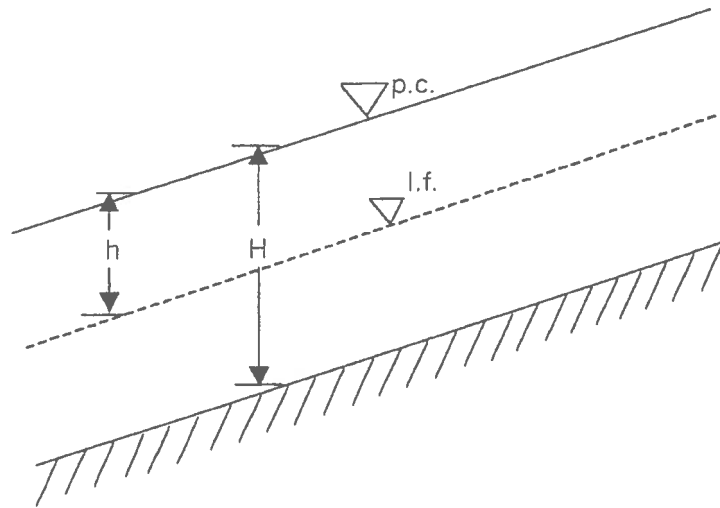
Conclusioni ed opere di bonifica e consolidamento

Dagli studi effettuati risulta che in sostanza le attuali condizioni del versante per il tratto in esame sono buone.

Risulta altresì che le oscillazioni della falda, in particolare quelle rilevate in corrispondenza di P5 possono arrivare ad interessare la quota di inumazione e si è verificato come oscillazioni del livello freatico possono indurre fenomeni di instabilità. Si rende quindi necessario un abbattimento e controllo della falda.

Gli sbancamenti previsti per la realizzazione dei loculi necessitano di opere di contenimento.

Quindi, per migliorare le condizioni del versante ante e post operam si prevede quanto segue:



Per effettuare tale verifica si è considerato uno spessore medio dell'orizzonte superficiale più alterato pari a 5 m. I risultati ottenuti indicano che il pendio è stabile ($F_s > 1.3$) nel caso si utilizzino i parametri di laboratorio ($\phi' = 18^\circ$, $c' = 0.1 \text{ kg/cm}^2$ e $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$) in condizioni asciutte, mentre diventa instabile (F_s prossimo a 1 e minore di 1.3) nel caso di imbibizione (risalita della falda ovvero diminuzione del rapporto h/H) ed ulteriore alterazione (diminuzione della coesione). Tali risultati possiamo osservarli nelle tabelle allegate dove viene riportata la variazione del coefficiente di sicurezza F_s in funzione dell'angolo di pendio (nel nostro caso abbiamo una pendenza di circa il 14 - 15% che corrisponde ad angoli di pendio di circa 10°) e della variazione del rapporto fra h (profondità della falda) e H (profondità del substrato).

Metodi analitici (zona sbancamento)

Nella zona ove è prevista la realizzazione dei nuovi loculi sono state effettuate le verifiche di stabilità sia valutando l'altezza critica a breve termine di uno sbancamento a parete verticale che con metodi analitici al calcolatore (software Soils di Program Geo - Brescia) per una più completa trattazione a lungo termine.

Come si vede nella seguente tabella l'altezza critica dello sbancamento con i parametri medi utilizzati è di circa 4 m, quindi non abbiamo garanzia di stabilità a breve termine per sbancamenti di ordine superiore come previsto dal progetto.

Verifiche di stabilità

Per effettuare le verifiche di stabilità è stata assunta una acclività media del pendio di circa il 14% che corrisponde grosso modo ai tratti più acclivi. La stabilità è stata analizzata con le equazioni del pendio illimitato per quanto riguarda la porzione a nord del lotto ove verrà realizzato il campo di inumazione, e con metodi analitici (Janbu e Bishop) oltre che con Taylor per la stabilità dei fronti di scavo, in corrispondenza delle previste aree di sbancamento per la realizzazione dei loculi.

Pendio illimitato (zona campo di inumazione)

Tale metodo si applica nell'ipotesi di una frana di scorrimento allungata dove in genere l'influenza del piede e della testa sono trascurabili. Si tratta di movimenti estesi tipici di pendii ove la coltre superficiale, alterata, si mobilita scorrendo, più o meno lentamente verso valle con flusso parallelo alla superficie, su un substrato, in questo caso coerente, posto ad una certa profondità.

Per il calcolo del coefficiente di sicurezza può essere usata l'espressione:

$$F_s = \frac{c' + (h_w \times \gamma' + \gamma \times h) \times \operatorname{tg} \phi'}{(h_w \times \gamma_{\text{sat}} + \gamma \times h) \times \operatorname{sen} \alpha \times \operatorname{cosec} \alpha + (h_w \times \gamma_{\text{sat}} + \gamma \times h) \times \operatorname{tga} \alpha}$$

Dove:

- α (°) inclinazione del pendio
- ϕ' angolo di attrito interno efficace
- c' coesione efficace
- γ peso di volume
- γ' peso di volume immerso
- γ_{sat} peso di volume saturo
- H spessore dell'orizzonte superficiale
- h profondità della falda
- h_w altezza della falda (H - h)

Lo schema seguente esemplifica la geometria di calcolo:

I principali dati geomeccanici acquisiti con la recente (2001) campagna geognostica eseguita per questo studio ai sensi della L.R. 94/85 e L.R. 05/95 di supporto alla variante urbanistica per l'ampliamento del complesso cimiteriale si riportano nella seguente tabella:

Riepilogo analisi di laboratorio mag-01
 Loc. Cimitero della Misericordia - Pontassieve

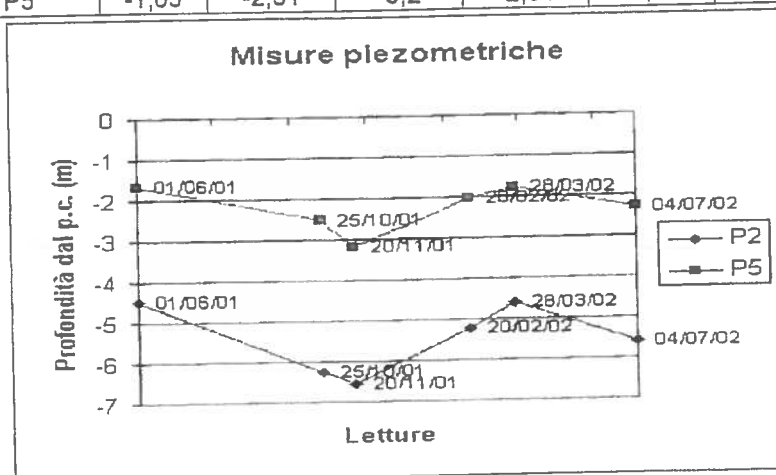
Campione	Profondità (m)	W %	LL	LP	Ip	Ic	Cas.	γ t/mc	Cu kg/cmq	ϕ °	c' kg/cmq
S1.C1	2,5	26,78	47,6	28	18,6	1,12	ML-OL	1,97	0,54		
S2.C1	5	28,38	60,1	24,1	36	0,88	CH	1,85		18	0,18
S3.C1	1,7	36,25	68,2	29,4	38,8	0,82	CL	1,8		18	0,26
S3.C2	4,7	34,59						1,86	0,34		
S3.C3	8	18,52	43	19,8	23,2	1,05	CL	2,11			
S4.C1	4,5	15,08	47,3	23,9	23,4	1,38	CL	2,12	1,44		
S5.C1	2	21,3	66,4	25,2	41,2	1,09	H	1,98			

Misure inclinometriche

Vista la classe di pericolosità e fattibilità assegnata dallo Strumento Urbanistico (P4 - F4) la zona è stata monitorata mediante la messa in opera di tre inclinometri posizionati rispettivamente in corrispondenza dei sondaggi S1, S3 e S4. Sono state eseguite misure dall'aprile 2001 all'aprile 2002. Come risulta dagli elaborati allegati gli spostamenti sono inferiori al millimetro, quindi di scarso significato, e non seguono un trend direzionale univoco e compatibile con l'orientamento del pendio. Non sono quindi stati evidenziati movimenti gravitativi o superfici di scorrimento di falde instabili. Gran parte dei movimenti sono probabilmente da attribuire a fenomeni intrinseci alla natura argillosa dei terreni presenti.

Misure piezometriche

Data	01/06/01	25/10/01	20/11/01	20/02/02	28/03/02	04/07/02
P2	-4,48	-6,27	-6,55	-5,21	-4,6	-5,6
P5	-1,65	-2,51	-3,2	-2,04	-1,78	-2,28



In sintesi si evince come nella zona nel suo insieme sia presente una estesa copertura di limi argillosi alterati sovrastanti marne argillose varicolori con livelli calcarei e calcareo marnosi. Lo spessore della copertura varia a seconda della posizione e si vede come vi siano spessori maggiori sul ripiano ove sono posizionati i sondaggi S1 e S2 (zona ampliamento loculi) ed all'interno dell'area cimiteriale attuale (S3), mentre nella porzione settentrionale (area futuro campo di inumazione) gli spessori tendono a diminuire.

In generale, al disotto di un primo livello costituito da suolo e/o riporti che ha uno spessore di circa 1.0 – 1.5 m, possiamo ricostruire il seguente schema stratigrafico:

- A: argille e limi argillosi, molto alterati, di media consistenza, con spessore da 3 a 6 m. E' assente in S4 (sondaggio posizionato nella porzione più a monte). Il colore varia da giallastro a grigio giallastro con screziature biancastre.
- B: limi argillosi di colore da grigio a grigio verdastro con screziature rossastre, da consistenti a molto consistenti ($N_{SPT} = 22$). Sono presenti livelletti marnosi alterati e si riconoscono talvolta tracce residue di organizzazione. Lo spessore di questo orizzonte varia fra i 3 ed i 6 m. Non si riconosce, o è di potenza molto limitata, in S5 che è ubicato nella zona di valle del lotto in oggetto.
- C: substrato costituito da argilliti e marne di colore da grigio turchino a rosso vinaccia, con livelli calcarei, di consistenza definibile "dura" (N_{SPT} a rifiuto).

Caratteristiche tecniche ed analisi di laboratorio

Per quanto riguarda i parametri geotecnici dei terreni in oggetto dall'esame dei dati a disposizione (da varie campagne eseguite da Geotecnico, Geoeco, S.T.G., Focardi E., Focardi E. e Innocenti G.) possiamo ricostruire la seguente schematizzazione :

<i>copertura</i> : peso di volume	$\gamma \approx 1.7 - 2.0 \text{ t/m}^3$
coesione non drenata	$c_u \approx 0.5 - 0.9 \text{ kg/cm}^2$
coesione drenata	$c' \approx 0.1 - 0.3 \text{ kg/cm}^2$
angolo d'attrito interno	$\phi' \approx 16^\circ - 20^\circ$
modulo edometrico	$E \approx 50 - 60 \text{ kg/cm}^2$
<i>substrato</i> : peso di volume	$\gamma \approx 1.9 - 2.1 \text{ t/m}^3$
coesione non drenata	$c_u \approx 1.0 - 1.5 \text{ kg/cm}^2$
coesione drenata	$c' \approx 0.2 - 0.5 \text{ kg/cm}^2$
angolo d'attrito interno	$\phi' \approx 20^\circ - 25^\circ$
modulo edometrico	$E \approx 170 - 180 \text{ kg/cm}^2$

Il grado di plasticità è in genere elevato per tutti questi materiali (CL - CH nella Carta di Plasticità di Casagrande).

Si tratta per lo più di corsi d'acqua a carattere stagionale ai quali si aggiungono numerosi altri rivi a carattere effimero, cioè linee di impluvio o di drenaggio che portano acqua solo in occasione di eventi piovosi di una certa consistenza. Il corso posto più a monte, che da Poggio Bardellone decorre in direzione sud ovest verso l'Arno dove vi confluisce nei pressi de "I Veroni", è da considerarsi perenne almeno per il tratto a valle di Podere Forniola.

Nel corso di vari studi nella zona sono stati individuati cinque pozzi ed una sorgente. I pozzi sono destinati probabilmente alla irrigazione dei campi o dei pochi orti presenti. Di questi solo due sono vicini alla zona in oggetto, uno è di proprietà della Misericordia stessa e viene utilizzato nell'ambito cimiteriale, l'altro pozzo e la sorgente sono posti poco a monte dell'area di intervento. All'interno del complesso cimiteriale risulta la presenza di un pozzo drenante che fu realizzato in passato come punto raccolta di una trincea drenante necessaria alla bonifica di una porzione di cimitero per la realizzazione di nuovi loculi.

Nel corso della recente campagna geognostica sono stati installati due piezometri per il controllo della profondità della falda. Le misure eseguite mostrano l'andamento illustrato nei seguenti schemi

Acclività

Come si vede nella carta delle pendenze realizzata in scala 1:2.000, l'area in studio è praticamente tutta compresa all'interno della classe 1 dove le pendenze sono inferiori al 15%, a meno di una piccola porzione al margine nord occidentale dove abbiamo una classe 2 ($15\% < P < 25\%$). Bisogna però tenere presente che nella cartografia di riferimento è presente solo l'antico nucleo del cimitero e che in realtà gran parte dell'area contornata è stata modificata per successivi ampliamenti. Per le aree di interesse possiamo comunque assumere come valide le classi citate, più in particolare per quanto riguarda l'area del futuro campo di inumazione la pendenza, calcolata sulla base degli ultimi rilievi eseguiti (luglio 2002), varia all'incirca il 9% ed il 13 % ad eccezione che per le zone di scarpata.

INDAGINI GEOGNOSTICHE E STABILITÀ

Sondaggi

Sono stati eseguiti cinque sondaggi a carotaggio continuo fino ad una profondità di 15 m dal p.c. ubicati come nella planimetria allegata. Dei cinque sondaggi si allegano le stratigrafie di dettaglio.

del 15 – 20%. IL versante si fa più acclive man mano che si procede verso monte, fino ad arrivare alle asperità del rilievo che da Podere Faese (quota 245.8 m s.l.m.) sale verso quota 377.4 m s.l.m. al culmine di un piccolo rilievo secondario nei pressi di Casa Bardellone (quota 363.4 m s.l.m.).

Il cimitero è stato ampliato più volte nel tempo per cui la zona è stata interessata da varie modificazioni e sistemazioni di origine antropica che hanno alterato la morfologia dell'originario declivio. L'area cimiteriale è interessata da vari anni da fenomeni di dissesto che si manifestano con avvallamenti in alcune zone pavimentate, lesioni sulle strutture murarie, distacchi di cordolature, ecc. Secondo diversi studi geologici svolti sul posto (a partire da Geotecnico, 1982) i dissesti sono imputabili ad un lento movimento della coltre superficiale, molto alterata, che scorre al contatto con il substrato più consistente che mediamente si ritrova fra i 3 ed i 4.5 – 5.0 m dal p.c.. Il movimento sembra essere conseguente ad una eccessiva imbibizione dei materiali appartenenti a questa coltre superficiale a causa dell'incontrollato divagare delle acque di falda per l'obliterazione di un piccolo impluvio che agiva da dreno per la zona nel suo insieme. L'interruzione del dreno centrale ha provocato il diffondersi dell'acqua nelle aree adiacenti dando luogo al processo di ammolimento e mobilizzazione della copertura.

Bisogna dire che i fenomeni descritti interessano principalmente l'area riguardante il vecchio nucleo del cimitero ed alcuni ampliamenti risalenti agli anni '70, mentre l'area in esame è ubicata a monte e sul lato occidentale dove non sembrano evidenti fenomeni di dissesto (come vedremo anche dall'esame dei risultati delle misure inclinometriche).

Nella carta in scala 1 :10.000 allegata, redatta secondo i tipi della Carta Geologica d'Italia in scala 1 :100.000, foglio 106 "Firenze", viene riportata la geologia della zona. Come si vede il Cimitero è impostato sui litotipi appartenenti alla formazione del Complesso Indifferenziato (porzione attualmente attribuita alla Formazione di Sillano come riportato nella Carta Geolitologica in scala 1 : 2.000) : argille ed argilliti grigio scure con subordinate intercalazioni calcaree in assetto spesso mal definibile. Verso est (Poggio Bardellone) ed a sud (Poggio al Colle) affiorano invece i litotipi calcarei della formazione dell'Alberese, evidenziati anche da una morfologia ben più aspra ed acclive.

L'area cimiteriale è coperta da una estesa coltre di materiali di origine eluvio colluviale, costituiti da limi argillosi di colore marrone giallastro con inclusi elementi lapidei prevalentemente calcarei.

Caratteri Idrologici

L'idrografia locale è guidata dal fiume Arno verso il quale confluiscono i vari tributari presenti su questo tratto di versante. Questi ultimi sono impostati grosso modo secondo linee sub parallele con direzione nord est - sud ovest.

Rapporto di prova n. 14/08 - Committente: Confrat. Misericordia

Località: Quona

Data origine: 27/04/01

Correzione azimutale: 214°

Quota testa tubo: 0.00

Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso dell' Azimut, in gradi (differenziale per punti)

TUBO I1 Prof. (m)	Misura del				
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07
0	35,23	44,47	341,07	29,76	68,34
-0,5	39,54	51,36	336,31	36,71	123,07
-1	45,05	62,65	64,13	49,66	200,73
-1,5	56,00	75,98	86,96	66,01	205,62
-2	59,58	68,99	1,54	179,69	211,34
-2,5	63,13	68,09	317,87	248,34	220,48
-3	56,00	64,13	29,44	234,88	158,99
-3,5	82,57	97,63	74,44	196,91	322,19
-4	89,69	101,00	352,57	191,00	309,30
-4,5	82,57	101,00	11,00	101,00	356,65
-5	146,00	287,34	310,05	272,87	328,49
-5,5	326,00	41,96	356,96	2,87	42,76
-6	101,00	146,00	359,69	236,00	59,18
-6,5	82,57	22,31	56,00	0,00	70,04
-7	101,00	37,57	11,00	0,00	52,53
-7,5	56,00	37,57	29,44	256,56	344,44
-8	82,57	19,13	4,66	236,00	210,98
-8,5	101,00	299,44	217,57	191,00	269,34
-9	101,00	299,44	299,44	310,75	299,12
-9,5	119,44	326,00	326,00	120,80	333,28
-10	352,57	347,80	352,57	135,70	341,95
-10,5	56,00	352,57	349,20	217,57	132,92
-11	37,57	299,44	236,00	146,00	137,87
-11,5	119,44	109,13	96,91	312,76	203,99
-12	82,57	326,00	262,57	70,04	254,44
-12,5	56,00	326,00	314,69	164,44	226,54
-13	101,00	281,00	326,00	56,00	101,00
-13,5	101,00	344,44	356,96	326,00	352,57
-14	11,00	326,00	326,00	191,00	188,27

Rapporto di prova n. 14/08 - Committente: Confrat. Misericordia

Località: Quona

Data origine: 27/04/01

Correzione azimutale: 214°

Quota testa tubo: 0.00

Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso dell' Azimut, in gradi

TUBO I1 Prof. (m)	Misura del 05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07
0	49,66	54,04	7,95	9,09	197,95
-0,5	55,27	57,43	15,21	230,56	206,84
-1	61,51	59,59	19,78	222,23	211,80
-1,5	67,58	58,34	12,55	224,47	213,81
-2	70,66	50,45	359,69	228,45	218,49
-2,5	74,08	39,47	359,45	234,97	229,48
-3	76,10	32,25	3,79	226,63	259,63
-3,5	79,20	22,31	0,82	218,90	292,98
-4	78,48	6,16	354,44	231,24	258,62
-4,5	77,04	0,44	354,52	239,69	167,80
-5	76,56	358,57	353,10	247,00	173,65
-5,5	72,26	7,05	359,69	243,13	165,49
-6	76,56	3,48	0,11	236,00	176,10
-6,5	75,18	2,57	0,16	236,00	186,46
-7	74,44	0,59	354,18	236,00	198,91
-7,5	72,70	357,26	351,64	236,00	206,90
-8	74,44	353,41	348,62	228,88	203,44
-8,5	73,35	348,62	343,53	227,87	202,44
-9	70,93	352,57	350,23	236,00	181,07
-9,5	68,09	356,96	0,51	199,75	155,85
-10	60,40	359,69	2,25	250,62	155,29
-10,5	70,04	3,57	5,29	270,22	155,50
-11	72,70	7,63	22,31	287,34	172,19
-11,5	85,75	18,13	41,07	292,31	228,50
-12	74,44	326,00	326,00	184,66	236,00
-12,5	70,04	326,00	333,13	199,13	217,57
-13	74,44	326,00	341,26	219,30	191,00
-13,5	56,00	334,75	344,44	220,75	200,46
-14	11,00	326,00	326,00	191,00	188,27

Rapporto di prova n. 14/08 - Committente: Confrat. Misericordia

Località: Quona

Data origine: 27/04/01

Correzione azimutale: 214°

Quota testa tubo: 0.00

Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso della Risultante, in mm

TUBO I1 Prof. (m)	Misura del				
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07
0	5,43	9,48	2,99	1,06	7,02
-0,5	3,95	7,03	2,41	1,05	8,16
-1	2,86	5,19	2,20	2,63	8,11
-1,5	2,12	3,68	1,96	3,75	6,88
-2	1,68	2,59	1,89	4,56	4,40
-2,5	1,29	1,67	1,68	4,18	1,76
-3	1,09	1,37	1,55	2,61	0,44
-3,5	0,95	1,08	1,40	1,36	0,60
-4	0,78	1,05	1,36	0,90	0,32
-4,5	0,70	1,06	1,31	0,78	0,40
-5	0,64	1,07	1,21	0,92	1,19
-5,5	0,63	1,03	1,08	0,81	1,72
-6	0,64	0,95	0,94	0,88	1,99
-6,5	0,61	0,97	0,85	0,80	2,23
-7	0,55	0,88	0,79	0,80	2,57
-7,5	0,52	0,82	0,69	0,80	3,29
-8	0,47	0,76	0,65	0,60	3,53
-8,5	0,42	0,65	0,50	0,53	3,12
-9	0,39	0,61	0,55	0,45	2,87
-9,5	0,36	0,58	0,49	0,47	4,24
-10	0,33	0,54	0,47	0,59	5,42
-10,5	0,31	0,41	0,36	0,76	5,60
-11	0,26	0,30	0,18	0,64	3,40
-11,5	0,20	0,29	0,39	0,72	1,92
-12	0,16	0,48	0,43	0,32	1,50
-12,5	0,10	0,45	0,40	0,38	0,79
-13	0,08	0,38	0,29	0,26	0,21
-13,5	0,05	0,33	0,24	0,29	0,22
-14	0,04	0,18	0,10	0,39	0,37



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 14/2008

SETTORE: prove in situ

COMMITTENTE: Confraternita della Misericordia

LAVORI: di letture inclinometriche

LOCALITA': Cimitero di Pontassieve

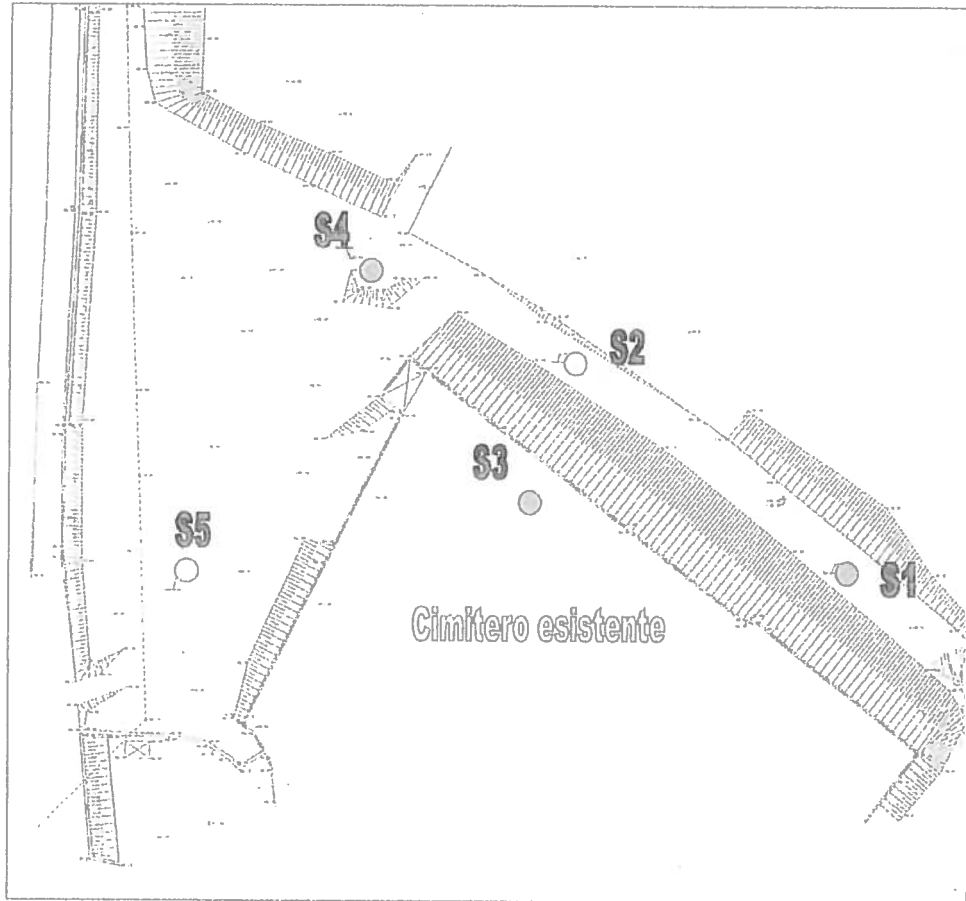
Prove eseguite

Letture inclinometriche :

lettura zero	27/04/2001	I1 - profondità 14.00 m
lettura n. 1	05/07/2001	I3 - profondità 14.00 m
lettura n. 2	20/11/2001	
lettura n. 3	05/04/2002	
lettura n. 4	31/03/2005	
lettura n. 5	23/11/2007	

Lo sperimentatore

Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi



Ubicazione indagini (rappresentazione non in scala)

- Ubicazione sondaggio attrezzato con inclinometro
- Ubicazione sondaggio attrezzato con piezometro

Dott. Enrico Focardi
Geologo



PROVINCIA DI: FIRENZE

COMUNE DI: PONTASSIEVE

LOCALITÀ: VIA SAN MARTINO A QUONA CIMITERO DELLA MISERICORDIA

PROPRIETÀ: VENERANBILE CONFRATERNITA DELLA MISERICORDIA

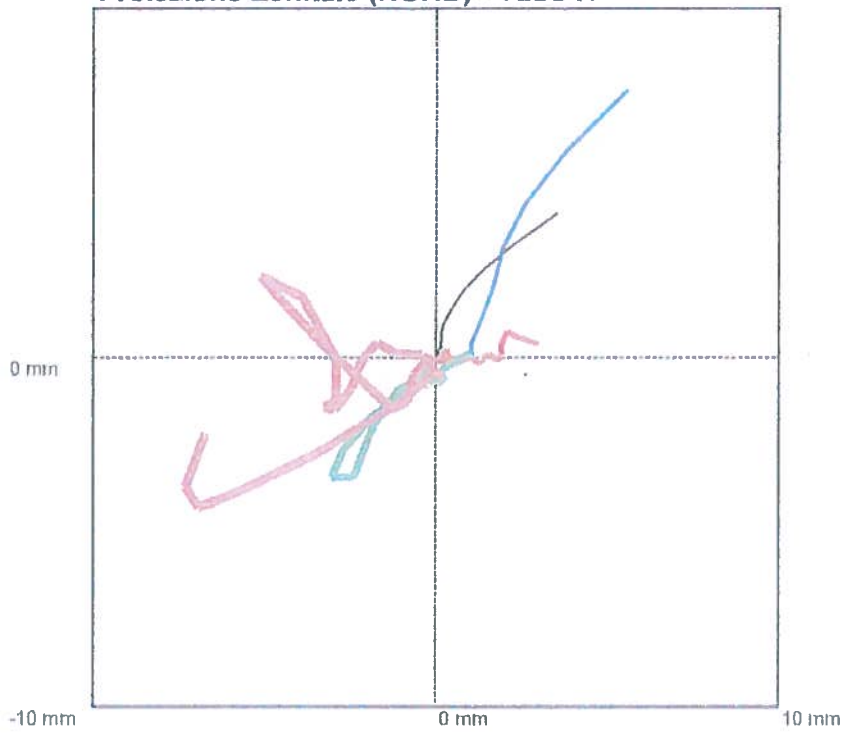
OGGETTO: PROGETTO DI PIANO ATTUATIVO PER L'AMPLIAMENTO DEL CIMITERO

COLLABORATORI: DOTT. P. INNOCENTI O.G.T. N° 330	ELABORATO N°1	RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA R.A art. 62 L.R. 3 gennaio 2005
--	-----------------------------	---

REVISIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	Marzo 2008	E.F.	P.I.	DOTT. E. FOCARDI O.G.T. N° 471

Via F. Brunelleschi, n° 5 - 50065 Pontassieve (FI) - Cod. Fisc. FCRNRC59L13G825Q - P. IVA 02114710182
Telefono e fax 055/8316307 - Cell. 328/2718130 -

Proiezione Zenitale (NORD) - Tubo I1



Misura origine: 27/04/01

Corr. Azim. 214 (°)

Misure in data:

- 05/07/01** ———
- 20/11/01** ———
- 05/04/02** ———
- 31/03/06** ———
- 23/11/07** ———

Località:

Quona

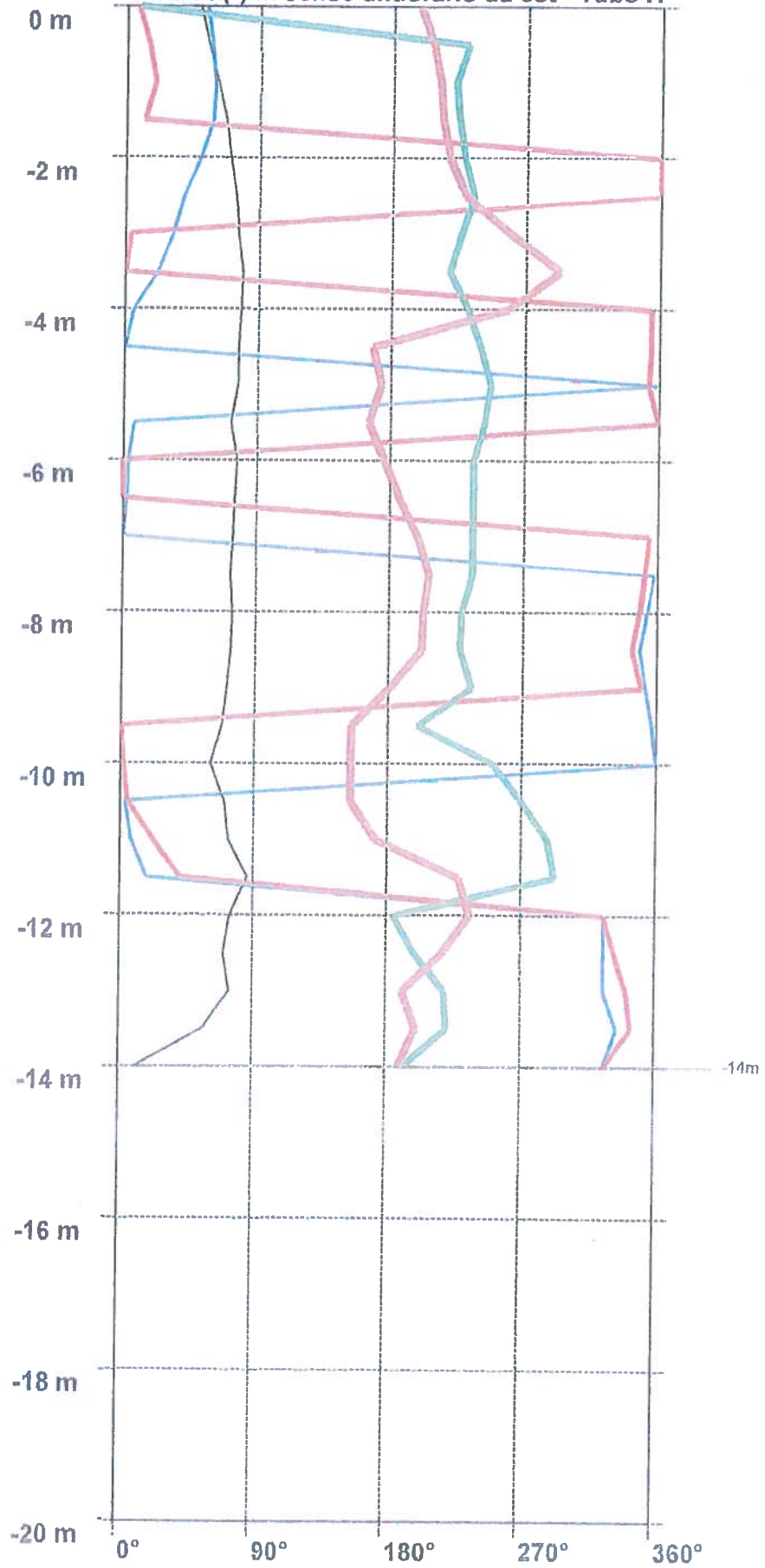
Committente:

Confrat. Misericordia

Rapporto:

14/08

Azimut (°) in senso antiorario da est - Tubo I1



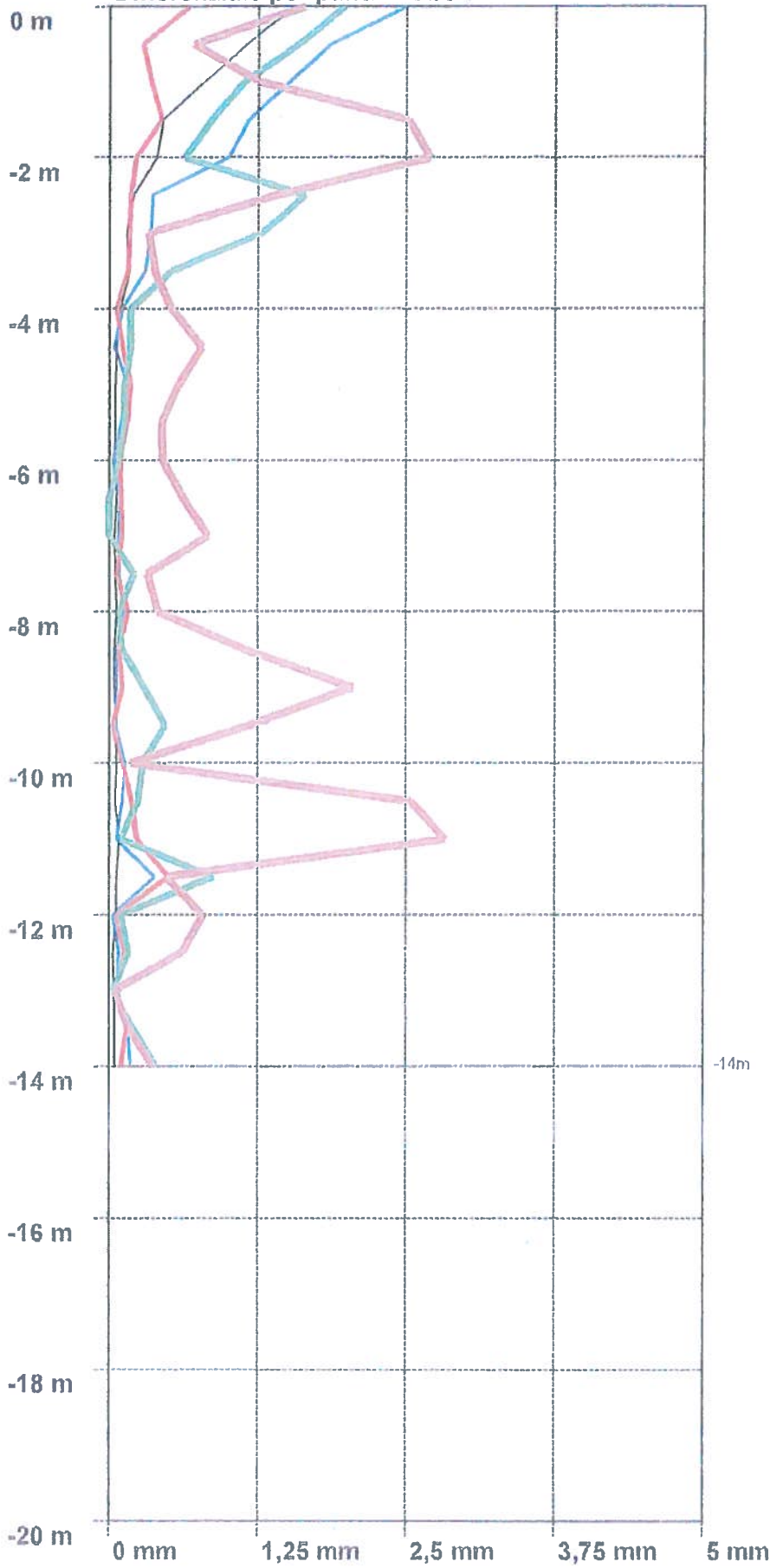
Misura origine: 27/04/01
 Corr. Azim. 214 (°)

Misure in data:

- 05/07/01 ————
- 20/11/01 ————
- 05/04/02 ————
- 31/03/05 ————
- 23/11/07 ————

Località:
Quona
 Committente:
Confrat. Misericordia
 Rapporto:
14/08

Differenziale per punti - Tubo I1



Misura origine: 27/04/01

Corr. Azim. 214 (°)

Misure in data:

05/07/01

20/11/01

05/04/02

31/03/05

23/11/07

Località:

Quona

Committente:

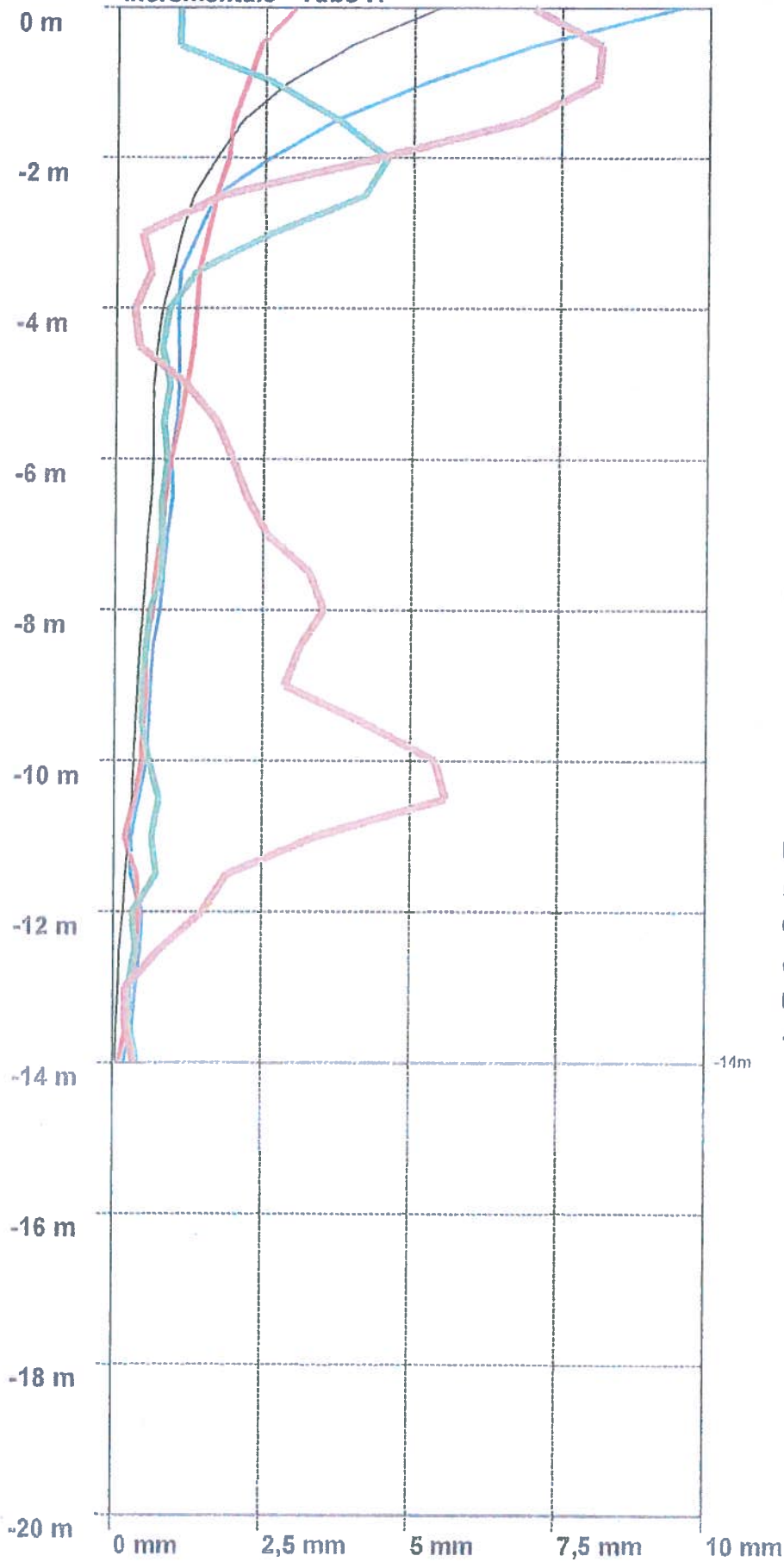
Confrat. Misericordia

Rapporto:

14/08

-14m

Incrementale - Tubo I1



Misura origine: 27/04/01

Corr. Azim. 214 (°)

Misure in data:

05/07/01 ———
20/11/01 ———
05/04/02 ———
31/03/05 ———
23/11/07 ———

Località:

Quona

Committente:

Confrat. Misericordia

Rapporto:

14/08

-14m

Rapporto di prova n. 14/08 - Committente: Confrat. Misericordia

Località: Pontassieve

Data origine: 27/04/01

Correzione azimutale: 216°

Quota testa tubo: 0,00

Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso dell' Azimut, in gradi

TUBO I3 Prof. (m)	Misura del				
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07
0	134,33	133,29	164,56	239,83	214,37
-0,5	107,47	47,10	136,88	305,36	250,80
-1	105,63	46,82	136,41	302,63	255,62
-1,5	101,94	46,88	137,21	300,25	261,65
-2	100,59	47,90	134,31	298,50	264,66
-2,5	98,12	47,26	138,14	296,45	266,86
-3	96,09	45,29	135,63	296,32	268,36
-3,5	95,01	43,61	140,31	293,04	269,58
-4	89,54	43,35	141,80	291,53	270,64
-4,5	89,84	45,03	144,00	289,71	269,32
-5	88,51	42,69	153,09	287,84	269,95
-5,5	86,74	43,00	160,70	286,50	268,85
-6	82,30	41,41	166,38	286,85	271,01
-6,5	73,98	41,80	137,29	289,42	272,94
-7	60,34	42,69	136,88	289,42	274,03
-7,5	38,05	39,45	152,13	288,02	274,16
-8	17,13	38,85	181,57	285,39	274,14
-8,5	357,69	37,97	187,03	284,94	273,16
-9	290,31	38,36	197,13	287,13	270,36
-9,5	279,00	39,77	196,43	293,49	269,26
-10	272,66	39,96	197,47	311,47	258,91
-10,5	267,69	43,38	194,39	350,57	216,90
-11	267,69	46,53	194,19	34,02	185,19
-11,5	264,96	53,09	180,25	65,31	136,41
-12	255,80	50,93	179,54	58,76	114,95
-12,5	248,04	38,62	234,00	357,69	350,57
-13	234,00	35,57	297,44	16,43	15,01
-13,5	267,69	35,57	17,13	18,25	21,99
-14	279,00	30,80	189,00	22,39	31,38

Rapporto di prova n. 14/08 - Committente: Confrat. Misericordia

Località: Pontassieve

Data origine: 27/04/01

Correzione azimutale: 216°

Quota testa tubo: 0.00

Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso della Risultante, in mm

TUBO I3 Prof. (m)	Misura del				
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07
0	2,23	1,88	1,92	1,23	3,42
-0,5	1,68	3,12	1,21	2,19	2,77
-1	1,53	3,20	1,13	2,47	2,85
-1,5	1,38	3,22	1,06	2,73	2,96
-2	1,27	3,29	1,04	3,02	3,28
-2,5	1,15	3,20	0,98	3,24	3,36
-3	1,04	3,14	0,86	3,44	3,54
-3,5	0,76	3,05	0,78	3,79	3,78
-4	0,65	2,98	0,65	3,91	3,77
-4,5	0,56	2,89	0,63	3,99	3,89
-5	0,49	2,80	0,63	4,03	4,05
-5,5	0,42	2,75	0,52	4,07	4,11
-6	0,37	2,64	0,46	4,14	4,20
-6,5	0,29	2,84	0,43	4,01	4,02
-7	0,23	2,80	0,40	4,01	4,08
-7,5	0,18	2,69	0,35	4,17	4,19
-8	0,13	2,49	0,41	4,29	4,38
-8,5	0,09	2,26	0,51	3,93	4,00
-9	0,09	1,95	0,75	2,75	2,83
-9,5	0,14	1,83	0,82	1,63	1,78
-10	0,16	1,75	0,84	0,69	0,77
-10,5	0,18	1,63	0,94	0,28	0,34
-11	0,18	1,54	0,98	0,29	0,27
-11,5	0,15	1,58	0,93	0,38	0,38
-12	0,13	1,40	0,65	0,30	0,26
-12,5	0,21	1,04	0,43	0,54	0,28
-13	0,15	1,03	0,11	0,82	0,68
-13,5	0,09	0,79	0,13	0,77	0,71
-14	0,07	0,38	0,07	0,38	0,33

Rapporto di prova n. 14/08 - Committente: Confrat. Misericordia

Località: Pontassieve

Data origine: 27/04/01

Correzione azimutale: 216°

Quota testa tubo: 0.00

Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso dell' Azimut, in gradi (differenziale per punti)

TUBO I3 Prof. (m)	Misura del				
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07
0	180,33	195,02	197,97	159,07	160,43
-0,5	125,57	215,57	144,00	102,37	144,00
-1	135,87	234,00	125,57	99,00	148,40
-1,5	117,44	267,69	207,44	102,37	110,31
-2	122,20	68,04	87,69	90,87	144,00
-2,5	117,44	107,13	155,31	114,26	114,26
-3	99,00	90,87	99,00	83,75	107,13
-3,5	122,20	54,00	132,69	72,44	189,00
-4	87,69	0,87	99,00	54,00	54,00
-4,5	99,00	99,00	54,00	32,20	105,34
-5	99,00	27,44	122,20	39,96	39,96
-5,5	117,44	75,80	125,57	125,57	152,13
-6	110,31	226,88	234,00	234,00	234,00
-6,5	110,31	350,57	144,00	0,00	144,00
-7	110,31	93,81	80,57	77,20	99,00
-7,5	72,44	46,88	61,13	47,66	93,81
-8	54,00	47,66	27,44	290,31	284,19
-8,5	54,00	35,57	37,30	279,86	279,86
-9	80,57	17,13	9,00	278,12	272,23
-9,5	54,00	35,57	54,00	281,05	277,03
-10	54,00	2,66	350,57	291,09	282,58
-10,5	0,00	0,87	9,00	279,00	267,69
-11	279,00	308,05	266,01	294,26	271,88
-11,5	324,00	69,95	181,88	87,69	170,57
-12	54,00	80,57	138,56	144,00	144,00
-12,5	279,00	117,44	219,07	225,87	210,37
-13	200,31	35,57	243,46	350,57	267,69
-13,5	234,00	39,96	14,19	14,19	14,19
-14	279,00	30,80	189,00	22,39	31,38

Rapporto di prova n. 14/08 - Committente: Confrat. Misericordia

Località: Pontassieve

Data origine: 27/04/01

Correzione azimutale: 216°

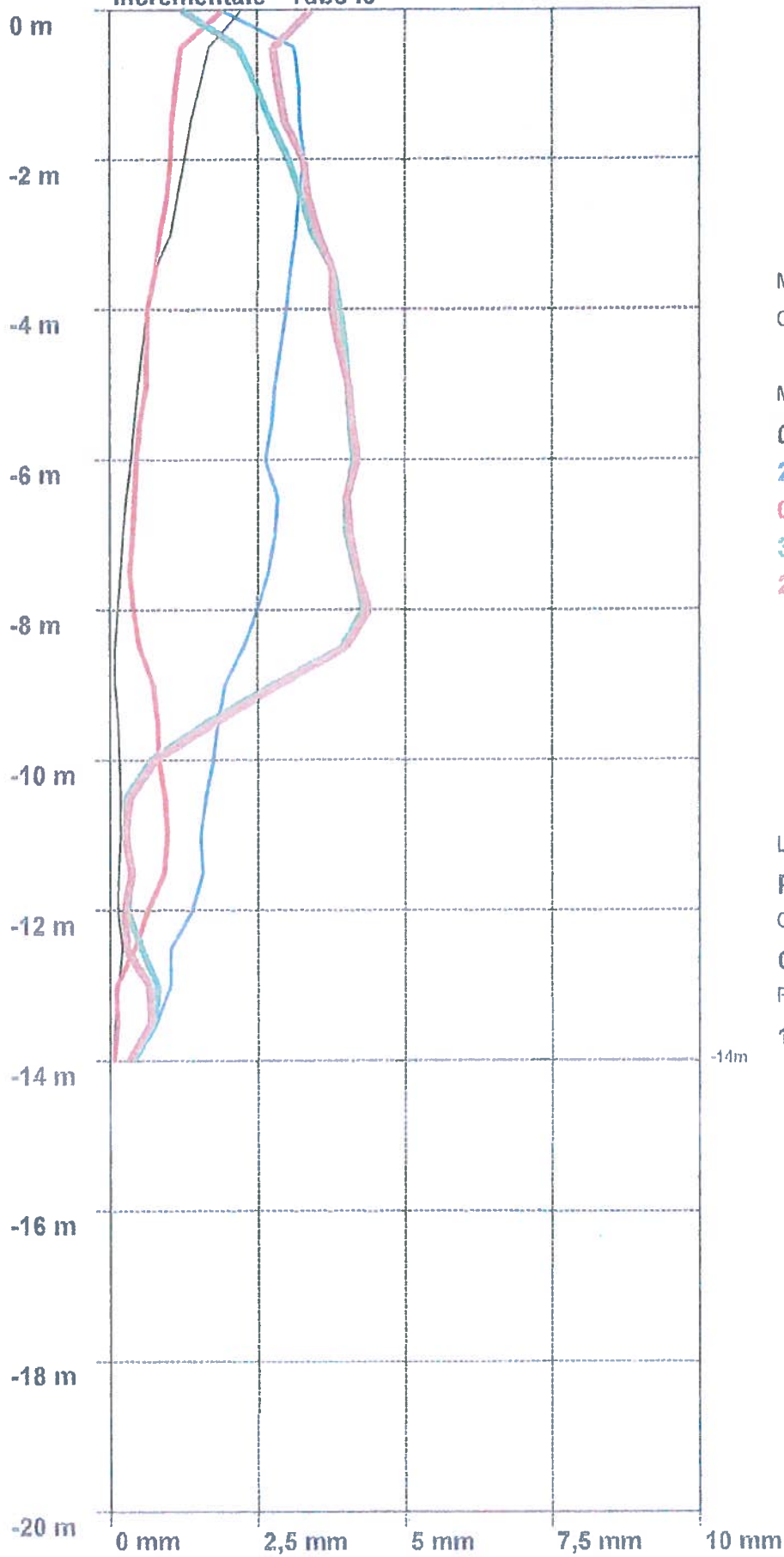
Quota testa tubo: 0,00

Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso della Risultante, in mm (differenziale per punti)






TUBO I3 Prof. (m)	Misura del 05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07
0	1,06	3,54	1,02	2,02	2,03
-0,5	0,16	0,08	0,08	0,30	0,25
-1	0,18	0,03	0,08	0,28	0,33
-1,5	0,11	0,09	0,06	0,30	0,36
-2	0,13	0,10	0,09	0,25	0,15
-2,5	0,11	0,13	0,13	0,20	0,20
-3	0,28	0,13	0,11	0,40	0,25
-3,5	0,13	0,08	0,13	0,16	0,07
-4	0,09	0,13	0,04	0,15	0,15
-4,5	0,07	0,14	0,10	0,13	0,16
-5	0,07	0,06	0,13	0,10	0,10
-5,5	0,06	0,13	0,08	0,08	0,18
-6	0,09	0,20	0,23	0,23	0,23
-6,5	0,09	0,06	0,03	0,00	0,10
-7	0,09	0,20	0,11	0,19	0,11
-7,5	0,08	0,20	0,20	0,23	0,20
-8	0,05	0,23	0,11	0,36	0,39
-8,5	0,10	0,32	0,26	1,18	1,18
-9	0,06	0,13	0,07	1,15	1,05
-9,5	0,03	0,08	0,03	0,99	1,03
-10	0,03	0,16	0,11	0,51	0,57
-10,5	0,00	0,13	0,04	0,21	0,18
-11	0,04	0,18	0,24	0,20	0,29
-11,5	0,03	0,18	0,29	0,09	0,17
-12	0,08	0,45	0,53	0,48	0,48
-12,5	0,07	0,06	0,39	0,35	0,44
-13	0,09	0,24	0,15	0,06	0,09
-13,5	0,03	0,41	0,20	0,39	0,39
-14	0,07	0,38	0,07	0,38	0,33

Incrementale - Tubo I3



Misura origine: 27/04/01
Corr. Azim. 216 (°)

Misure in data:

- 05/07/01 
- 20/11/01 
- 05/04/02 
- 31/03/05 
- 23/11/07 

Località:

Pontassieve

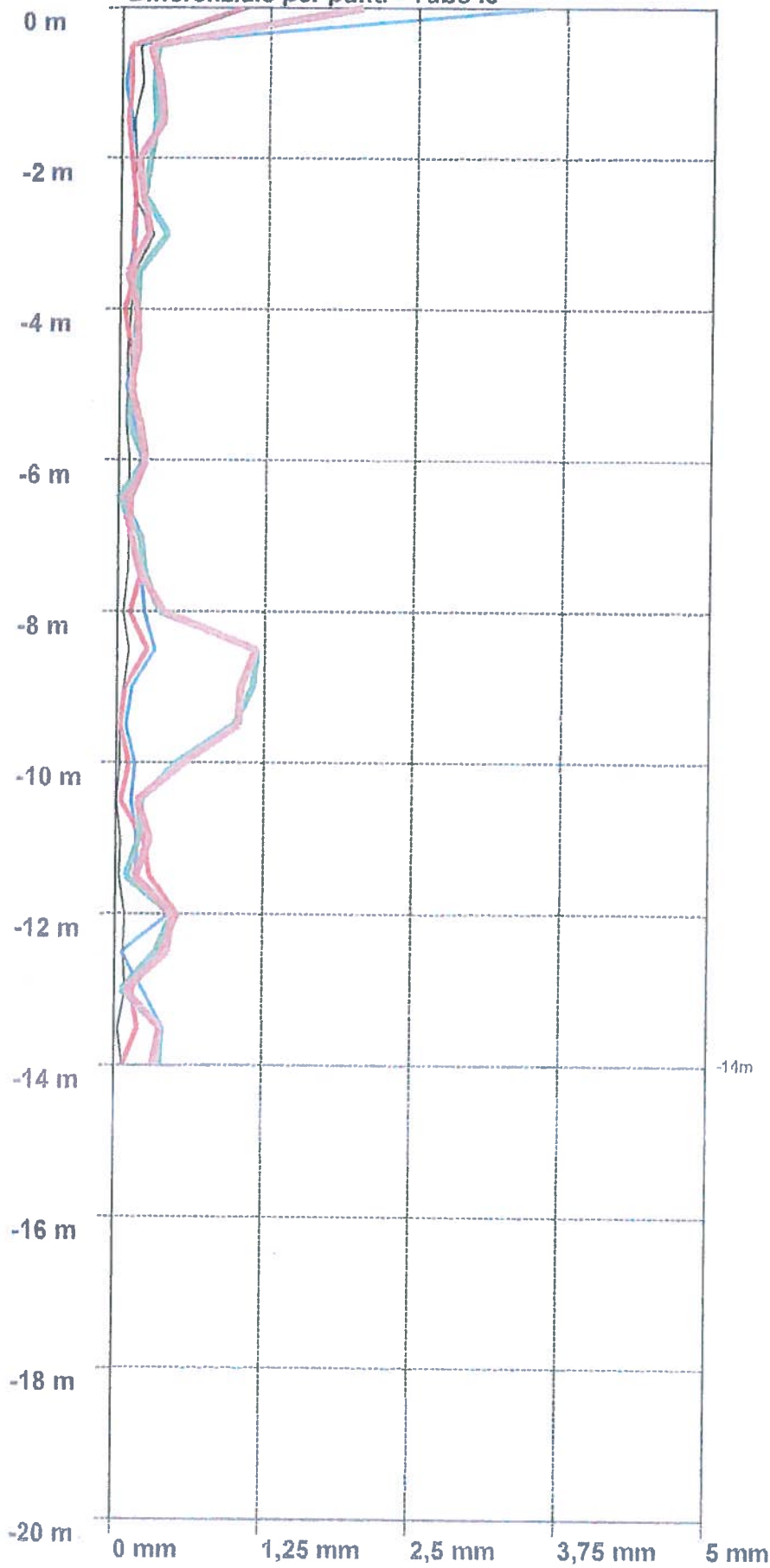
Committente:

Confrat. Misericordia

Rapporto:

14/08

Differenziale per punti - Tubo I3



Misura origine: 27/04/01
Corr. Azim. 216 (°)

Misure in data:

05/07/01 —
20/11/01 —
05/04/02 —
31/03/06 —
23/11/07 —

Località:

Pontassieve

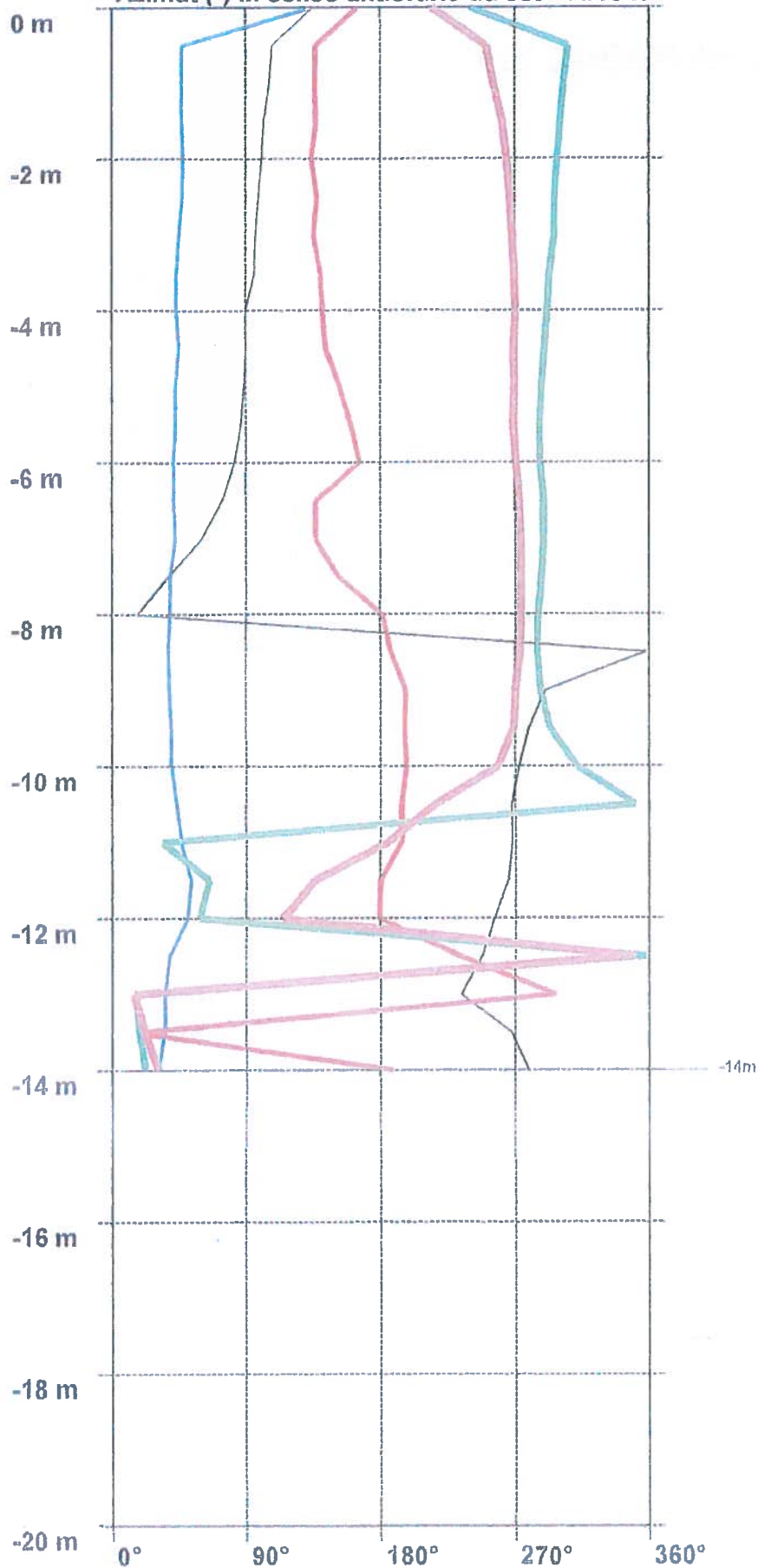
Committente:

Confrat. Misericordia

Rapporto:

14/08

Azimut (°) in senso antiorario da est - Tubo I3



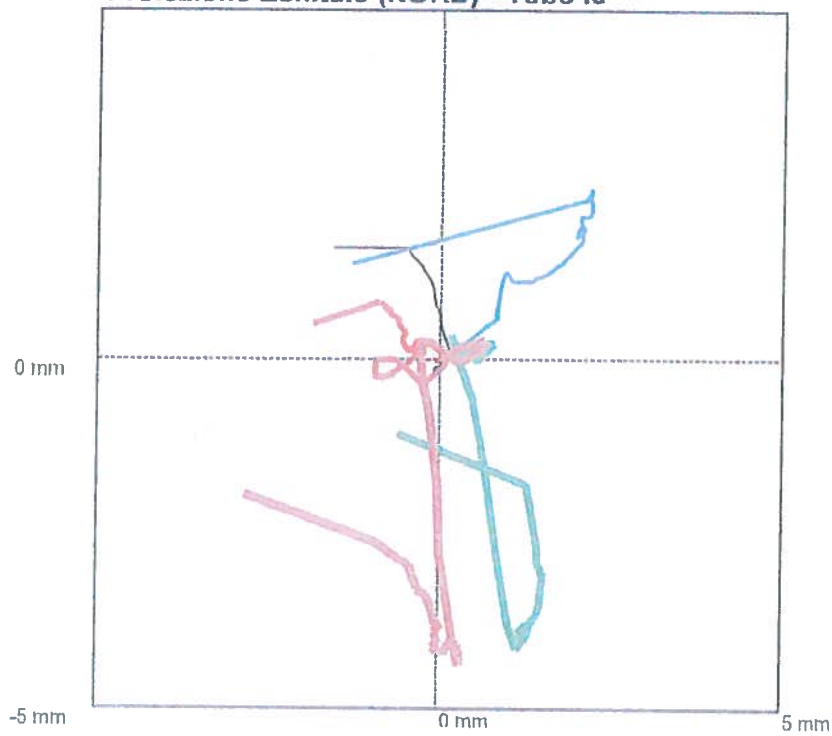
Misura origine: 27/04/01
 Corr. Azim. 2'16 (°)

Misure in data:

- 05/07/01 ———
- 20/11/01 ———
- 05/04/02 ———
- 31/03/05 ———
- 23/11/07 ———

Località:
Pontassieve
 Committente:
Confrat. Misericordia
 Rapporto:
14/08

Proiezione Zenitale (NORD) - Tubo I3



Misura origine: 27/04/01

Corr. Azim. 216 (°)

Misure in data:

05/07/01	—
20/11/01	—
05/04/02	—
31/03/05	—
23/11/07	—

Località:

Pontassieve

Committente:

Confrat. Misericordia

Rapporto:

14/08



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione Ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di Prova n°30/08/S

SETTORE: Geofisica - sismica a rifrazione con onde SH
COMMITTENTE: Confraternita della Misericordia di Pontassieve
D.L.: Geol. E. Focardi
CANTIERE: Cimitero di S. Martino a Quona, Pontassieve (FI)
RIFERIMENTO: R.P.E. n°24/08

Indice:

1. Scopo dell'indagine
2. Indagine mediante sismica a rifrazione
 - 2.1 Procedure di campagna
 - 2.2 Metodo di elaborazione dei dati
3. Presentazione dei dati
4. Risultati dell'indagine
5. Normativa sismica e calcolo del V_{s30}
6. Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio
Ing. F. Polifi

Il Tecnico
Geol. L. Garbassi

1 Scopo dell'indagine

Su incarico della Confraternita della Misericordia di Pontassieve e sotto la D.L. del Dott. Geol. E. Focardi è stata eseguita una campagna geofisica mediante sismica a rifrazione con onde SH presso il Cimitero di S. Martino a Quona, Pontassieve (FI).

Sono stati eseguiti n°2 profili di sismica a rifrazione con onde SH, utilizzando 24 canali con una spaziatura di 4 m, per un totale di 184 m di rilievo. L'ubicazione è stata decisa in accordo con la D.L. Scopo dell'indagine è stato il calcolo del parametro Vs30.

2 Indagine mediante sismica a rifrazione

2.1 Procedure di campagna

Vengono stesi i cavi sismici lungo la zona di interesse e ad essi vengono collegati i geofoni precedentemente infissi nel terreno alle equidistanze prestabilite.

La produzione di onde di taglio viene effettuata ponendo una trave di legno a diretto contatto con il terreno in senso trasversale al profilo ed energizzando su entrambi i lati dopo averla adeguatamente caricata, l'impatto rende operativo, tramite un accelerometro reso solidale con la fonte di energizzazione (*trigger*), il sistema di acquisizione dati, permettendo così la registrazione ai geofoni della forma d'onda rappresentativa della velocità di spostamento del suolo. Le registrazioni vengono effettuate alternativamente su entrambi i lati, mediante massa battente, e sommate con polarità scambiata in modo da migliorare l'individuazione dell'onda di taglio polarizzata orizzontalmente che viene generata. I

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

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

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

2.2 Metodo di elaborazione dei dati

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

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

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

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

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

La funzione di analisi della velocità corrisponde al tempo necessario al raggio sismico a percorrere un tratto di lunghezza nota sul rifrattore (distanza intergeofonica), per cui la sua determinazione permette di ottenere una precisa stima della velocità delle onde sismiche nel rifrattore stesso. Tramite un procedimento di migrazione dei dati, sia la funzione tempo-profondità che quella di analisi della velocità vengono calcolate per distanze intergeofoniche crescenti (da 0 a multipli interi dell'equidistanza dei geofoni): viene scelta poi quella distanza per la quale le curve presentano il miglior andamento rettilineo.

I limiti del metodo a rifrazione risiedono nella impossibilità teorica di rilevare successioni stratigrafiche composte da strati a velocità decrescente con la profondità, in tal caso lo strato o gli strati non possono essere messi in evidenza dalle onde rifratte in quanto l'energia incidente, al contatto fra la sommità dello strato e la base dello strato sovrastante a più alta velocità, subisce una flessione verso il basso e non può venire di conseguenza rifratta; tale situazione è nota come "orizzonte nascosto". Altra limitazione consiste nella presenza di uno strato a velocità intermedia ma di ridotto spessore; anche in questo caso l'orizzonte non produce alcun cambiamento di pendenza sulle dromocrone, e non è quindi sismicamente rilevabile. Ambedue le situazioni stratigrafiche portano a sovraestimare o sottostimare lo spessore delle coperture. Quando da altri rilievi si è a conoscenza della possibile presenza di orizzonti sismici nascosti è possibile, in fase di elaborazione dei dati con il metodo G.R.M., la verifica dello spessore di tali zone, poiché negli strati nascosti si ha sempre un aumento di velocità con la profondità, ma il loro spessore è sottile e/o il contrasto di velocità con lo strato sottostante è così piccolo, per cui i raggi sismici che partono da questi strati vengono oscurati dai raggi che partono dallo strato sottostante. Gli strati a bassa velocità presentano invece una velocità sismica minore rispetto allo strato sovrastante (inversione di velocità), per cui alla loro interfaccia non si verifica una rifrazione critica e così non vengono

evidenziati sul grafico tempo-distanza. L'individuazione di eventuali strati nascosti e/o inversioni di velocità viene effettuata attraverso il confronto fra i valori delle funzioni tempo-velocità misurate e quelle ricalcolate in base al valore di XY utilizzata per l'elaborazione (Palmer 1980).

Materiale	V P m/sec	V SH m/sec	
		VP/SH 1.9 - 3.5	VP/SH 1.9 - 3.5
Detrito superficiale alterato	300 - 600	86 - 158	171 - 316
Ghiaia, pietrisco, sabbia asciutta	500 - 900	143 - 263	257 - 474
Sabbia bagnata	600 - 1800	171 - 316	514 - 947
Argilla	900 - 2700	257 - 474	771 - 1421
Acqua	1430 - 1680	-	-
Arenaria	1800 - 4000	514 - 947	1143 - 2105
Scisti argillosi	2500 - 4200	714 - 1316	1200 - 2211
Calcere	2000 - 6000	571 - 1053	1714 - 3158
Sale	4200 - 5200	1200 - 2211	1486 - 2737
Granito	4000 - 6000	1143 - 2105	1714 - 3158
Rocce metamorfiche	3000 - 7000	857 - 1579	2000 - 3684

Tabella I – Velocità dei principali materiali.

3 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- planimetria con ubicazioni delle indagini
- sezioni sismiche interpretate, rappresentazioni bidimensionali delle velocità sismiche e degli spessori degli strati individuati lungo il profilo
- tabulati numerici delle velocità delle onde sismiche e degli spessori relativi ad ogni strato rilevato per ciascuna sezione sismica
- registrazioni di campagna e dromocrone relative.

4 Risultati dell'indagine

L'indagine ha messo in evidenza la presenza di tre orizzonti sismici con le seguenti classi di velocità:

$$V1 = 79 - 178 \text{ m/sec.}$$

$$V2 = 250 - 260 \text{ m/sec.}$$

$$V3 = 466 - 648 \text{ m/sec.}$$

Il primo orizzonte, con uno spessore compreso tra 0.9 m e 7.3 m, è riferibile, sulla base delle stratigrafie fornite dalla D.L., al terreno naturale areato ed a limi ed argille. Il secondo orizzonte sismico ha spessori da 6.0 a 12.0 m e raggiunge profondità comprese fra 6.8 m e 16.0 m, può essere riferito ad argille limose e a marne alterate. Il terzo orizzonte è riferibile al passaggio a marne non alterate.

5 Normativa sismica e calcolo del parametro V_{s30}

L'Ordinanza P.C.M. n°3274/03 istituisce diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Tali categorie vengono definite in base al calcolo del parametro V_{s30} che è dato da:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i / V_i)$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

I valori di V_{s30} calcolati lungo il profilo **Ps1** variano fra 290 m/sec. e 402 m/sec. con un valore medio di **348 m/sec.** che rientra nella **categoria C** dei suoli di fondazione.

I valori di V_{s30} calcolati lungo il profilo **Ps2** variano fra 341 m/sec. e 410 m/sec. con un valore medio di **364 m/sec.** che rientra nella **categoria B** dei suoli di fondazione.

Categorie di Suolo di Fondazione	$V_s 30$ m/sec.	$N_{spt} - C_u$
A Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m.	$V_{s30} > 800$	
B Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa)	$360 < V_{s30} < 800$	$N_{spt} > 50$ $C_u > 250$ kPa
C Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa)	$180 < V_{s30} < 360$	$15 < N_{spt} < 50$ $70 < C_u < 250$ kPa
D Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/sec ($N_{spt} < 15$, $c_u < 70$ kPa)	$V_{s30} < 180$	$N_{spt} < 15$ $C_u < 70$ kPa
E Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con	$V_{s30} < 360$	

valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/sec.		
S1 Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($I_p > 40$) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/sec.	Vs30 < 100	10 < Cu < 20 kPa
S2 Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.		

Tabella III – Categorie di suolo di fondazione

6 Caratteristiche della strumentazione

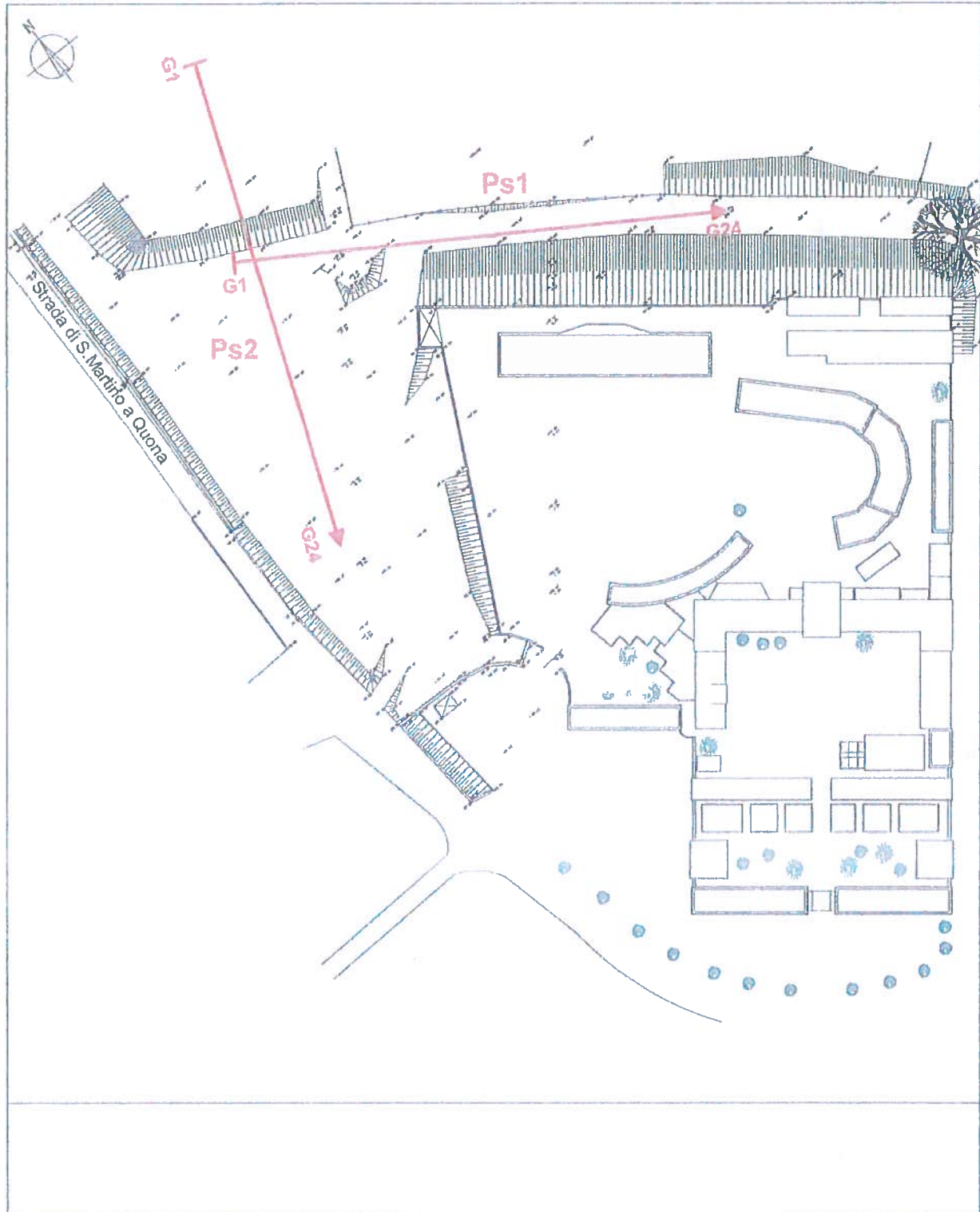
Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagini è composto da un sistema modulare della Geometrics così configurato:

Sismografo GEODE 48 canali (2 moduli a 24 canali) con Controller Stratavisor NZC:

- risoluzione segnale A/D 24 bit;
- escursione dinamica 144 dB, 110 dB istantanea a 2 ms;
- passo di campionamento da 0.02 a 16 ms indipendente dal tempo d'acquisizione;
- fino a 64000 campioni per traccia;
- distorsione 0.0005% a 2ms, 1.75 – 208 Hz;
- amplificazione del segnale da 0 a 36 dB;
- filtri anti-aliasing a 90 dB della frequenza di Nyquist;
- filtri digitali low-cut, high-cut, notch;
- precisione trigger in sommatoria 1/32 del passo di campionamento;
- pre-trigger fino a 4096 campioni, delay sino a 1.000 ms;
- salvataggio dati in formato SEG-2 su hard-disk incorporato;
- 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4.5 Hz;
- sistema di starter (trigger) mediante accelerometro;
- energizzazione mediante mazza da 5 Kg, minibang calibro 8, grave da 30/60 kg.

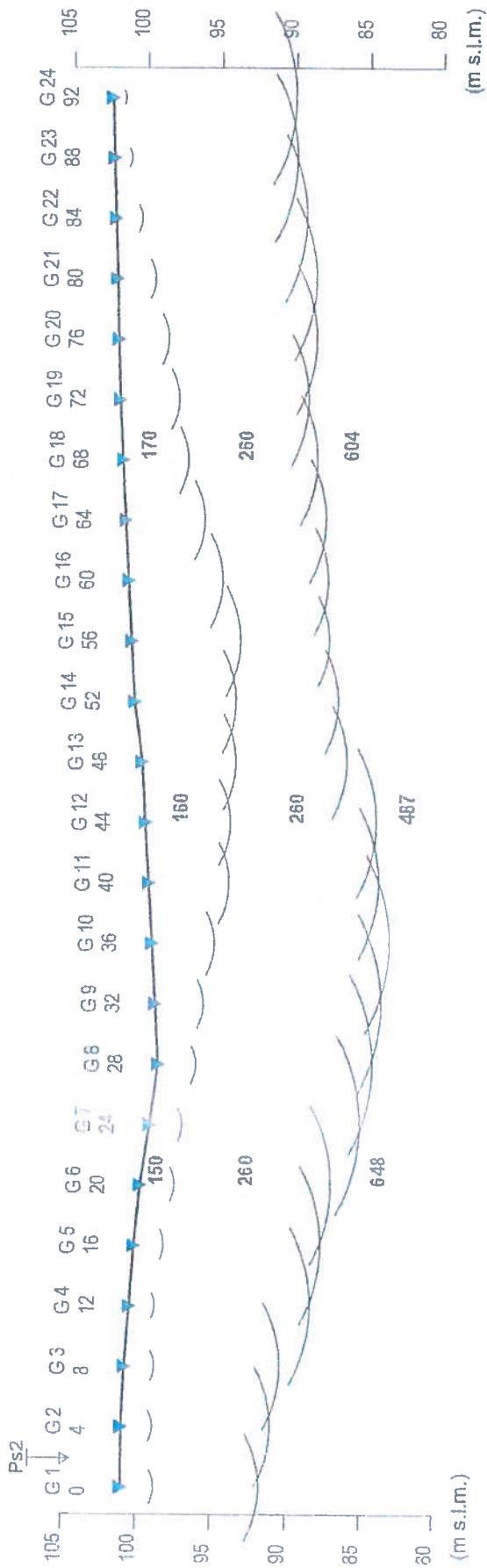
Ubicazione profili di sismica a rifrazione

Scala 1:1000

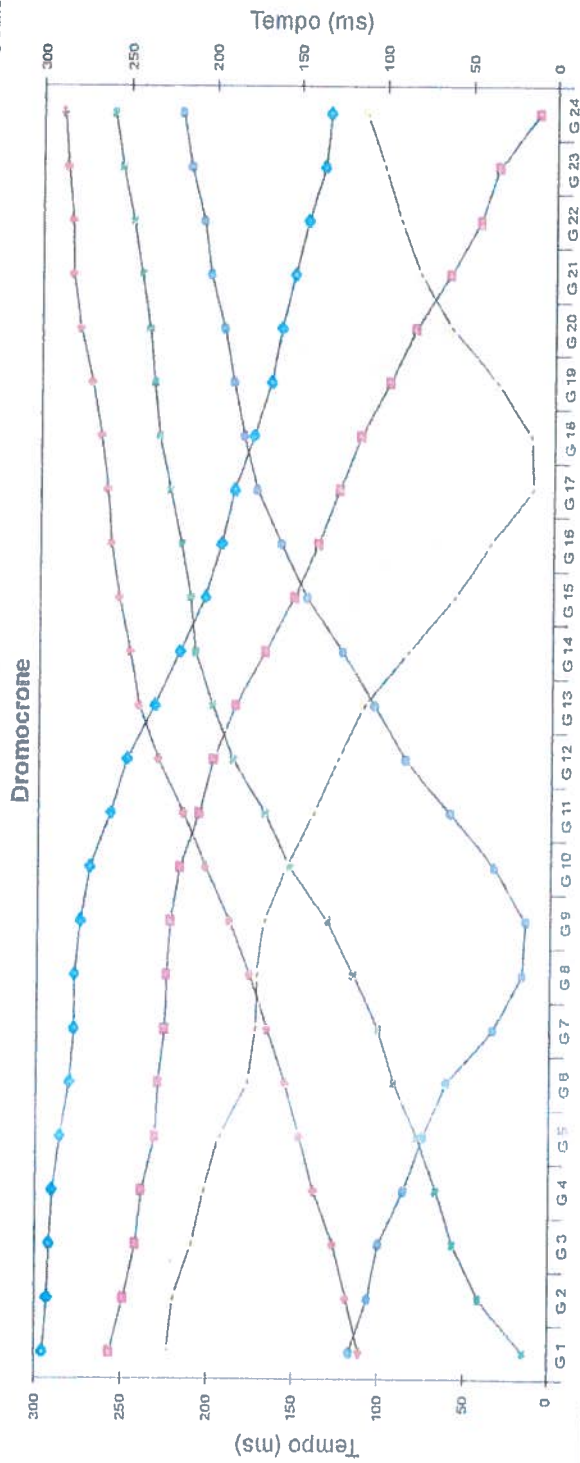


Cimitero di Pontassieve (FI)

Profilo di sismica a Rifrazione Ps1 - onde SH



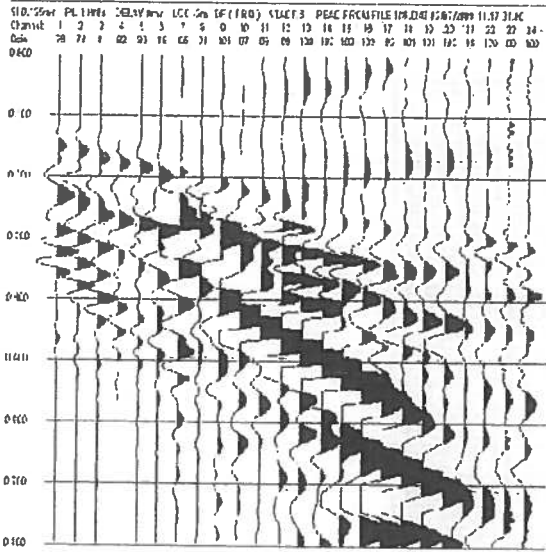
Scala orizzontale 1:400
 Scala verticale 1:400



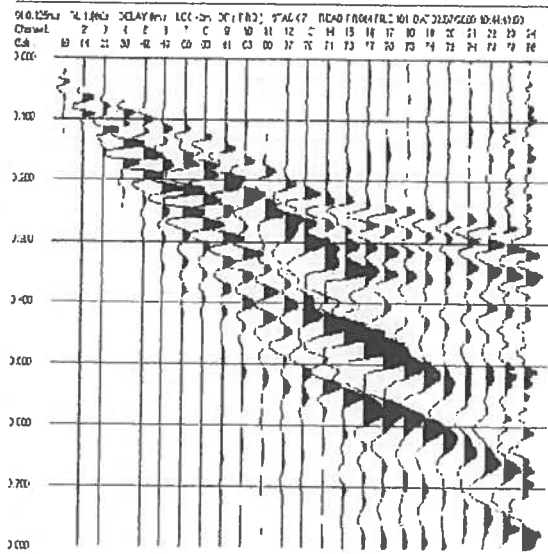
Geo. N°	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms	ShotE ms	ShotF ms
1	111.20	14.20	116.70	223.60	257.00	295.60
2	118.60	41.70	106.30	220.00	249.10	293.10
3	126.50	57.00	100.20	209.60	242.20	292.20
4	138.10	66.70	85.60	202.20	238.80	290.60
5	146.70	77.70	74.10	193.70	231.10	286.30
6	155.20	91.70	61.20	177.20	229.60	281.30
7	166.20	100.80	33.10	173.00	226.20	278.80
8	176.60	115.60	16.10	172.30	225.20	278.80
9	188.80	130.80	14.20	168.10	223.20	275.50
10	202.80	153.30	33.10	154.60	217.80	270.30
11	216.20	168.60	60.00	139.30	207.10	258.60
12	231.00	187.60	86.20	125.30	198.80	249.30
13	242.50	199.70	104.60	110.70	186.10	233.30
14	248.00	210.20	123.50	85.00	169.00	219.00
15	254.70	213.20	144.80	58.70	152.00	204.60
16	259.60	218.70	160.10	37.50	138.20	195.30
17	262.10	225.50	174.70	12.30	126.10	187.80
18	265.70	232.10	182.70	13.00	113.80	176.80
19	271.20	235.20	188.80	33.70	97.20	166.70
20	278.50	238.20	194.80	61.20	82.10	160.80
21	282.80	243.10	202.80	79.50	62.60	153.20
22	283.50	248.00	207.10	91.10	45.00	145.70
23	286.50	254.70	214.50	100.80	33.70	136.30
24	288.80	259.60	220.00	111.80	10.30	133.10

Geo. N°	Dist. m	Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.	Vs30	Classe
1	0	101.0	143	2.2	98.8	260	7.1	9.3	91.7	648	402	B
2	4	101.0	143	2.1	98.9	260	7.9	10.0	91.0	648	395	B
3	8	100.8	145	2.0	98.8	260	8.4	10.4	90.4	648	393	B
4	12	100.5	146	1.7	98.8	260	10.4	12.1	88.4	648	378	B
5	16	100.2	148	2.0	98.2	260	10.5	12.5	87.7	648	371	B
6	20	99.9	150	2.3	97.5	260	10.5	12.8	87.0	648	365	B
7	24	99.3	151	2.2	97.1	260	11.9	14.1	85.1	648	353	C
8	28	98.7	153	2.5	96.2	260	11.9	14.4	84.3	648	348	C
9	32	99.0	155	3.2	95.8	260	12.0	15.2	83.7	648	335	C
10	36	99.2	156	4.2	95.0	260	11.8	16.0	83.2	487	297	C
11	40	99.5	158	5.4	94.1	260	10.1	15.5	84.0	487	292	C
12	44	99.7	160	5.7	94.0	260	9.9	15.6	84.1	487	290	C
13	48	100.0	161	6.3	93.7	260	7.5	13.8	86.2	604	316	C
14	52	100.5	163	6.8	93.7	260	6.9	13.7	86.8	604	315	C
15	56	100.7	165	7.3	93.4	260	6.0	13.3	87.4	604	316	C
16	60	101.0	166	6.3	94.7	260	7.1	13.4	87.6	604	323	C
17	64	101.2	168	5.3	95.9	260	8.2	13.5	87.7	604	332	C
18	68	101.5	170	4.4	97.1	260	8.7	13.1	88.4	604	344	C
19	72	101.7	171	4.0	97.7	260	8.7	12.7	89.0	604	351	C
20	76	101.8	173	3.4	98.4	260	10.0	13.4	88.4	604	350	C
21	80	102.0	175	2.6	99.4	260	10.8	13.4	88.6	604	358	C
22	84	102.1	176	1.8	100.3	260	11.1	12.9	89.2	604	369	B
23	88	102.3	178	1.2	101.1	260	11.1	12.3	90.0	604	381	B
24	92	102.4	178	0.9	101.5	260	11.5	12.4	90.0	604	383	B
Vs30 media:											348	C

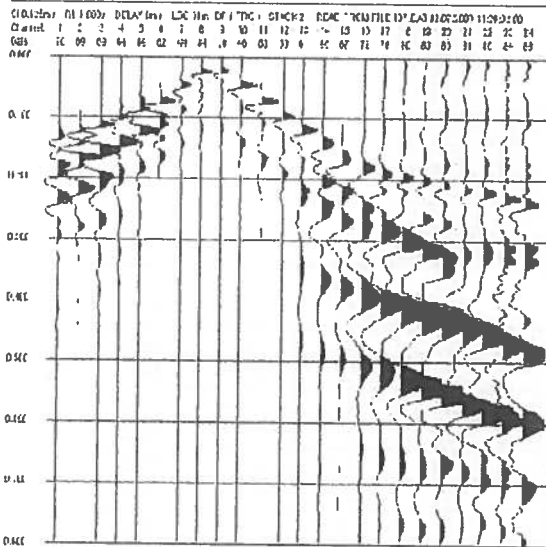
A Esterno sinistro



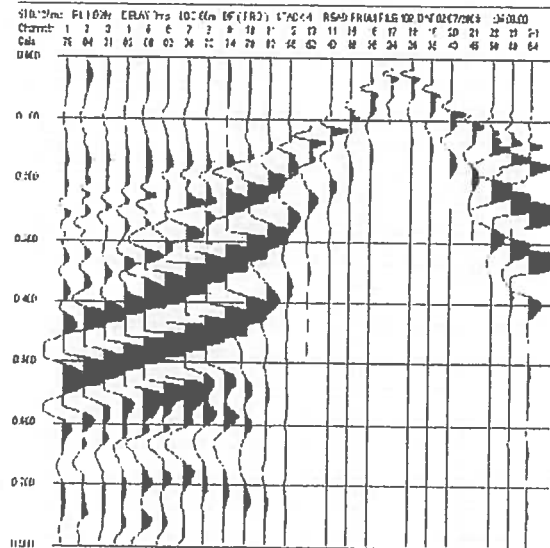
B Estremo sinistro



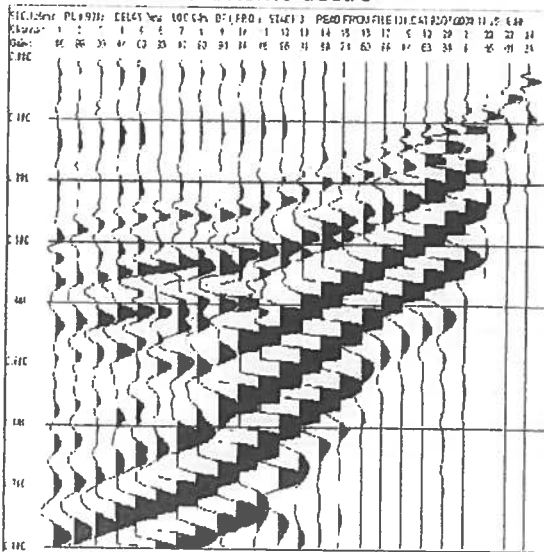
C Centrale



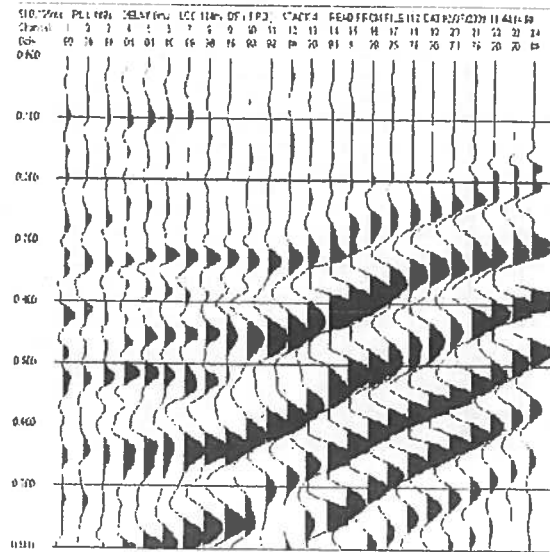
D Centrale



E Esterno destro

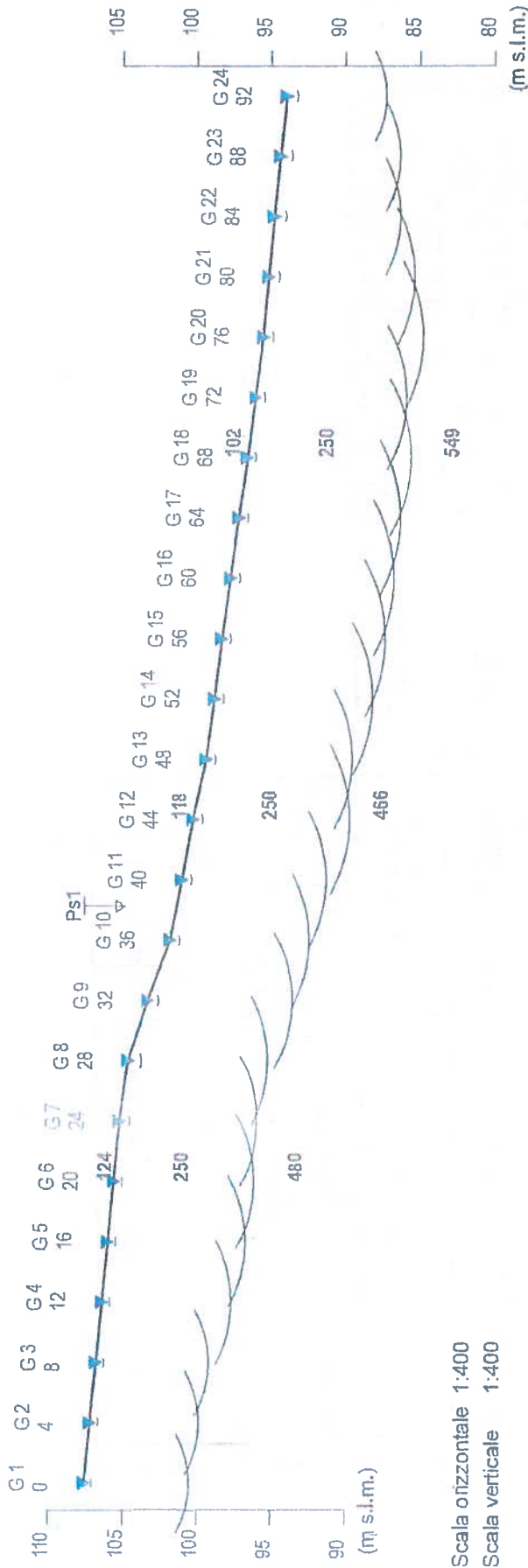


E Estremo destro



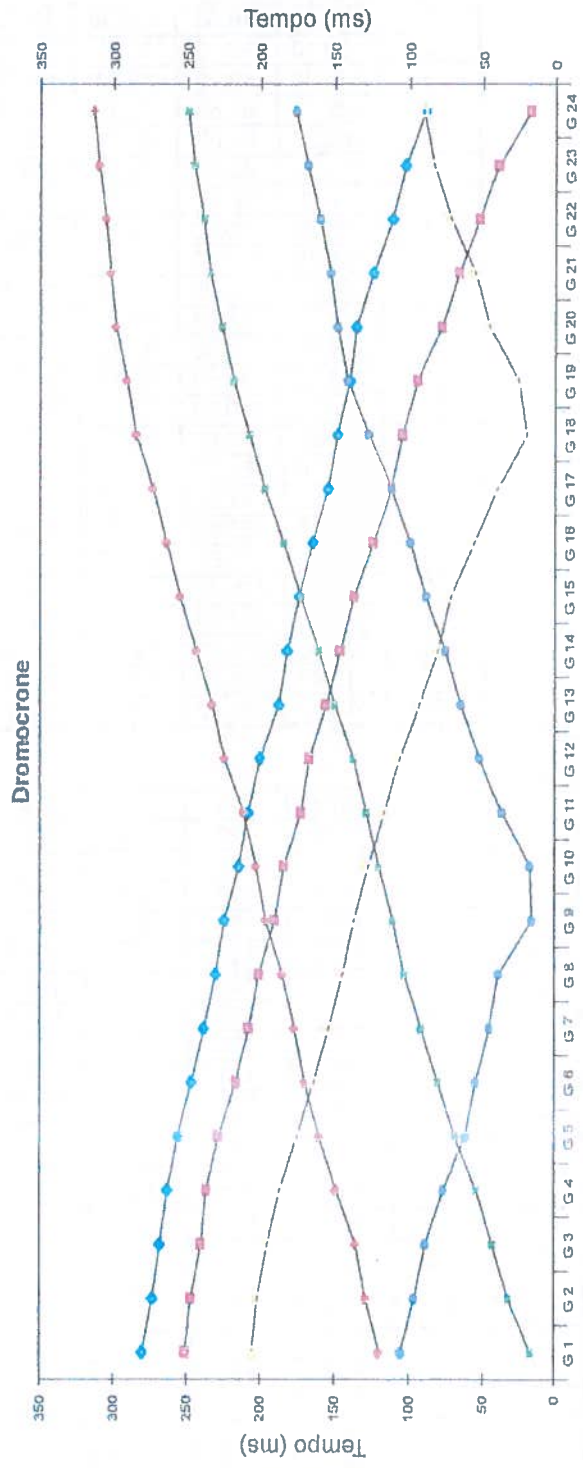
Cimitero di Pontassieve (FI)

Profilo di sismica a Rifrazione Ps2 - onde SH



Scala orizzontale 1:400

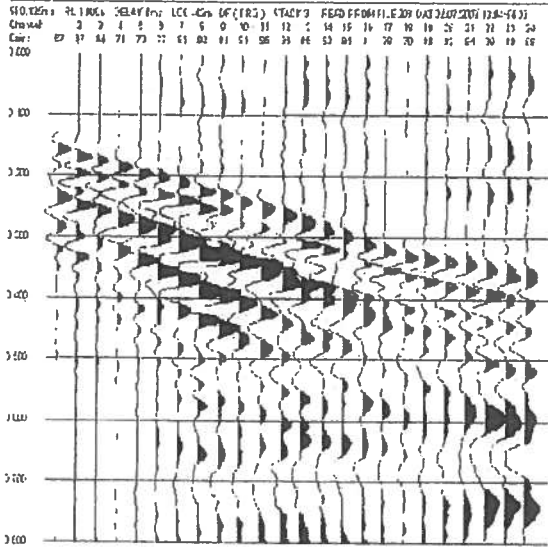
Scala verticale 1:400



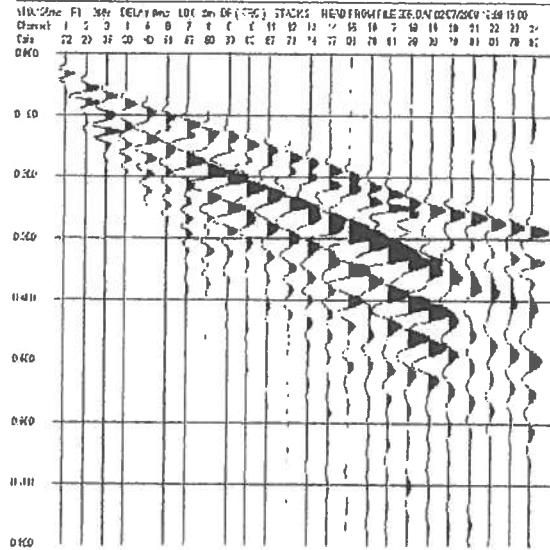
Geo. N°	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms	ShotE ms	ShotF ms
1	120.30	16.50	105.30	205.50	251.10	280.50
2	129.10	32.10	96.60	201.70	247.30	273.60
3	136.00	42.70	89.00	194.80	240.50	268.60
4	149.10	54.60	77.10	186.60	236.70	263.60
5	160.30	69.00	62.10	175.30	228.60	256.10
6	170.30	80.80	55.20	164.10	216.70	247.30
7	177.20	92.10	45.20	154.10	208.00	238.60
8	185.30	103.50	39.00	144.70	201.10	230.50
9	196.70	111.00	15.80	137.20	190.50	224.80
10	203.00	121.00	17.10	127.80	184.10	214.80
11	211.70	129.10	36.50	117.20	172.80	208.60
12	224.80	137.80	52.70	106.60	167.20	200.50
13	233.00	150.50	65.20	93.30	156.00	187.80
14	244.20	160.80	75.80	80.80	146.60	182.20
15	254.80	172.80	89.00	72.10	137.20	174.10
16	264.20	184.70	99.70	56.50	124.70	164.70
17	273.60	197.30	112.20	39.60	112.20	154.70
18	285.00	208.00	127.80	19.60	104.70	148.50
19	291.20	218.60	141.60	25.20	94.70	140.30
20	298.70	226.70	148.50	45.20	78.30	136.00
21	302.50	234.80	153.50	55.80	66.50	124.70
22	305.60	239.20	160.30	72.10	52.70	111.60
23	310.60	246.10	168.50	83.30	39.00	102.80
24	313.70	249.80	176.60	90.80	17.10	89.60

Geo. N°	Dist. m	Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.	Vs30	Classe
1	0	107.6	121	0.5	107.1	250	6.6	7.1	100.5	480	383	B
2	4	107.2	122	0.5	106.7	250	6.8	7.4	99.8	480	382	B
3	8	106.8	122	0.6	106.2	250	7.1	7.6	99.2	480	376	B
4	12	106.4	123	0.6	105.8	250	8.2	8.8	97.6	480	367	B
5	16	106.0	124	0.6	105.4	250	8.7	9.3	96.7	480	362	B
6	20	105.6	124	0.6	105.0	250	8.9	9.5	96.1	480	361	B
7	24	105.2	125	0.7	104.5	250	8.6	9.3	95.9	480	361	B
8	28	104.6	125	0.9	103.7	250	8.6	9.5	95.1	480	356	C
9	32	103.3	126	0.7	102.6	250	9.0	9.8	93.5	480	358	C
10	36	101.8	123	0.7	101.1	250	8.8	9.4	92.4	480	359	C
11	40	101.0	121	0.7	100.3	250	9.1	9.8	91.2	480	356	C
12	44	100.2	118	0.7	99.6	250	9.9	10.6	89.6	466	344	C
13	48	99.4	115	0.6	98.7	250	9.2	9.9	89.5	466	351	C
14	52	98.8	113	0.6	98.2	250	10.1	10.7	88.1	466	344	C
15	56	98.3	110	0.6	97.7	250	10.4	11.0	87.3	466	342	C
16	60	97.7	107	0.6	97.1	250	10.4	11.0	86.7	466	341	C
17	64	97.2	105	0.6	96.5	250	10.3	10.9	86.3	466	341	C
18	68	96.6	102	0.6	96.0	250	10.4	11.0	85.6	549	365	B
19	72	96.1	79	0.6	95.4	250	9.5	10.2	85.9	549	367	B
20	76	95.5	86	0.7	94.8	250	10.1	10.7	84.8	549	359	C
21	80	95.2	94	0.7	94.5	250	9.1	9.8	85.4	549	372	B
22	84	94.8	101	0.7	94.1	250	7.8	8.5	86.3	549	388	B
23	88	94.4	109	0.8	93.6	250	7.3	8.1	86.3	549	393	B
24	92	94.0	116	0.8	93.2	250	6.0	6.8	87.2	549	410	B
Vs30 media:											364	B

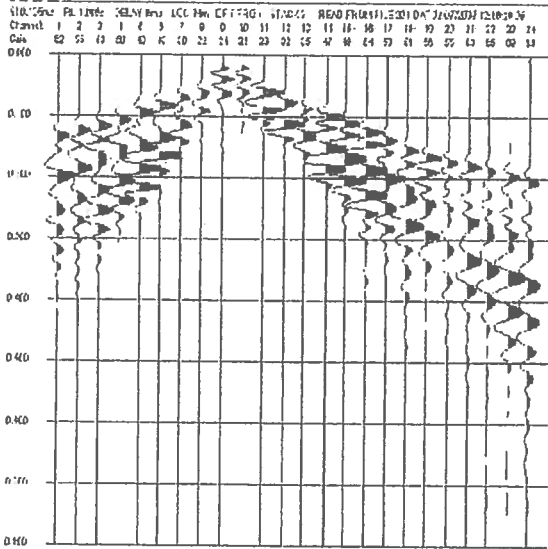
A Esterno sinistro



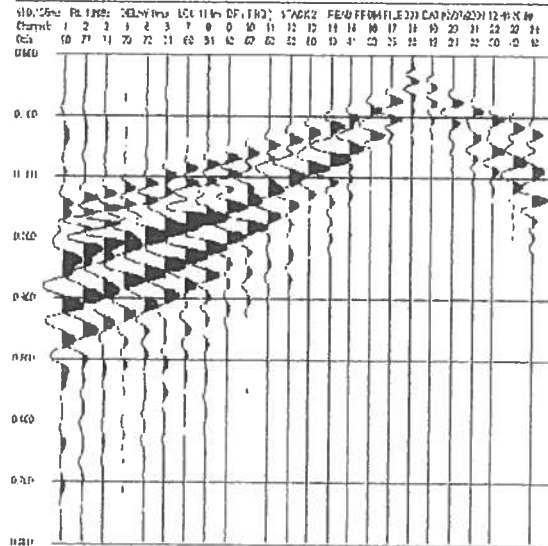
B Estremo sinistro



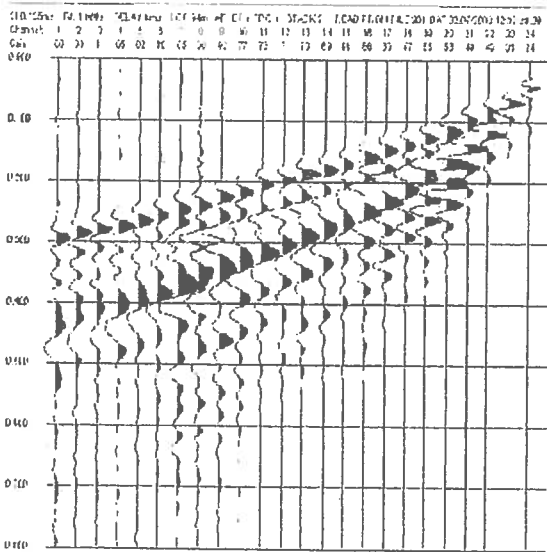
C Centrale



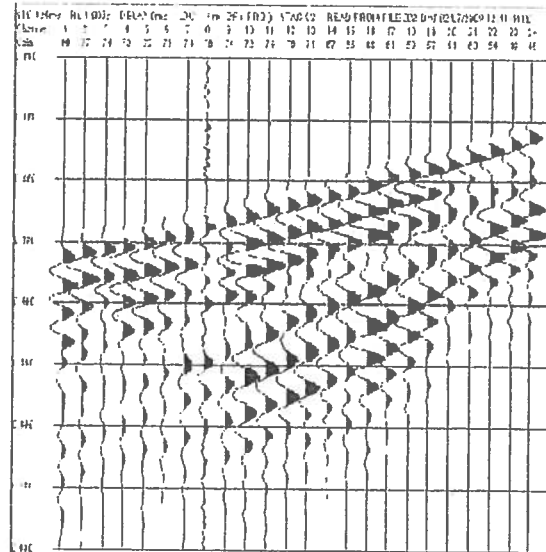
D Centrale



E Esterno destro



E Estremo destro



Allegato B3

**Certificazione relativa alla prosecuzione del monitoraggio inclinometrico fino al marzo 2010 per i
tubi inclinometrici I1/S1, I3/S3**



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova 228/10/IN

SETTORE: prove in situ

COMMITTENTE: Confraternita della Misericordia
DIREZIONE LAVORI: Geol. E. Focardi
LAVORI: Letture inclinometriche
LOCALITA': Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve
RIFERIMENTO: R.P.E n.275/10

Prove eseguite

Letture inclinometriche:	lettura di zero	27/04/01	i.1 - profondità 13.5 m
	lettura n. 1	05/07/01	i.3 - profondità 14.0 m
	lettura n. 2	20/11/01	
	lettura n. 3	05/04/02	
	lettura n. 4	31/03/05	
	lettura n. 5	23/11/07	
	lettura n. 6	08/07/09	
	lettura n. 7	25/03/10	

Lo sperimentatore
Geol. L. Gambassi

Il direttore del Laboratorio
Ing. F. Politi



NOTE:

- Il presente rapporto di prova riguarda esclusivamente i campioni sottoposti ad analisi.
- Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.
- Il presente rapporto di prova è stato redatto conformemente alla norma UNI - CEI - EN 70011.

pag. 1 di 15



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.1
Data origine: 27/04/01 Quota testa tubo: 0.0
Correzione azimutale: 214° Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso dello spostamento differenziale (per punti)

Prof. (m)	Misura del						
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07	08/07/09	25/03/10
0.0	1.55	2.50	0.67	1.98	1.64	0.60	7.63
-0.5	1.15	R.P.E n.2	0.28	1.59	0.71	2.81	1.20
-1.0	0.79	1.51	0.35	1.13	1.26	1.16	0.33
-1.5	0.45	1.17	0.44	0.86	2.52	0.96	1.26
-2.0	0.40	1.00	0.22	0.63	2.70	1.48	3.27
-2.5	0.20	0.36	0.18	1.64	1.40	3.21	4.79
-3.0	0.15	0.35	0.17	1.28	0.33	2.60	3.74
-3.5	0.17	0.30	0.16	0.52	0.38	1.21	1.43
-4.0	0.09	0.11	0.06	0.18	0.52	0.56	0.73
-4.5	0.06	0.04	0.11	0.18	0.78	0.37	0.44
-5.0	0.05	0.16	0.18	0.13	0.58	0.20	0.43
-5.5	0.05	0.10	0.15	0.13	0.44	0.11	0.13
-6.0	0.04	0.02	0.09	0.08	0.45	0.08	0.10
-6.5	0.06	0.09	0.10	0.00	0.62	0.08	0.08
-7.0	0.04	0.08	0.11	0.00	0.83	0.00	0.06
-7.5	0.05	0.08	0.06	0.21	0.32	0.06	0.10
-8.0	0.06	0.13	0.16	0.08	0.41	0.15	0.16
-8.5	0.04	0.06	0.08	0.11	1.14	0.25	0.30
-9.0	0.04	0.06	0.11	0.29	2.05	0.25	0.27
-9.5	0.06	0.05	0.03	0.47	1.18	0.14	0.13
-10.0	0.06	0.13	0.11	0.28	0.18	0.09	0.03
-10.5	0.05	0.11	0.19	0.24	2.54	0.08	0.13
-11.0	0.08	0.06	0.23	0.10	2.83	0.47	0.32
-11.5	0.06	0.38	0.50	0.87	0.47	0.39	0.40
-12.0	0.06	0.02	0.06	0.10	0.79	0.16	0.13
-12.5	0.02	0.07	0.13	0.16	0.61	0.23	0.20
-13.0	0.04	0.07	0.05	0.03	0.04	0.18	0.20
-13.5	0.04	0.16	0.15	0.20	0.17	0.13	0.18



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.1
Data origine: 27/04/01 Quota testa tubo: 0.0
Correzione azimutale: 214° Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso dello spostamento incrementale (risultante)

Prof. (m)	Misura del						
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07	08/07/09	25/03/10
0.0	5.41	9.48	2.92	1.45	6.65	11.65	20.04
-0.5	3.93	R.P.E n.2	2.35	0.79	7.81	11.10	16.21
-1.0	2.84	5.20	2.14	2.30	7.77	9.97	15.92
-1.5	2.10	3.69	1.90	3.43	6.55	9.83	15.62
-2.0	1.66	2.58	1.81	4.26	4.09	9.42	14.48
-2.5	1.27	1.63	1.60	3.91	1.50	8.10	11.32
-3.0	1.08	1.31	1.47	2.30	0.47	5.14	6.73
-3.5	0.94	1.00	1.32	1.03	0.78	2.89	3.36
-4.0	0.77	0.92	1.28	0.66	0.40	1.70	1.95
-4.5	0.68	0.92	1.22	0.60	0.14	1.16	1.42
-5.0	0.63	0.93	1.12	0.77	0.83	1.15	1.63
-5.5	0.61	0.90	1.00	0.65	1.39	0.96	1.21
-6.0	0.63	0.81	0.86	0.66	1.63	1.05	1.25
-6.5	0.59	0.83	0.77	0.59	1.86	1.00	1.15
-7.0	0.54	0.74	0.71	0.59	2.21	0.97	1.15
-7.5	0.51	0.68	0.60	0.59	2.94	0.97	1.11
-8.0	0.46	0.61	0.56	0.38	3.17	0.91	1.01
-8.5	0.40	0.49	0.40	0.32	2.76	1.05	1.10
-9.0	0.37	0.47	0.46	0.33	2.50	0.82	0.80
-9.5	0.34	0.44	0.41	0.10	3.93	0.78	0.67
-10.0	0.30	0.41	0.39	0.52	5.11	0.79	0.62
-10.5	0.29	0.29	0.29	0.78	5.29	0.88	0.63
-11.0	0.25	0.21	0.15	0.79	3.04	0.95	0.73
-11.5	0.20	0.22	0.38	0.88	1.65	0.49	0.42
-12.0	0.15	0.30	0.32	0.08	1.28	0.52	0.52
-12.5	0.09	0.28	0.30	0.06	0.50	0.38	0.41
-13.0	0.07	0.20	0.19	0.20	0.16	0.18	0.25
-13.5	0.04	0.16	0.15	0.20	0.17	0.13	0.18



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.1
Data origine: 27/04/01 Quota testa tubo: 0.0
Correzione azimutale: 214° Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso dell'Azimut

Prof. (m)	Misura del						
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07	08/07/09	25/03/10
0.0	49.9	55.1	9.3	9.6	198.5	197.5	201.2
-0.5	55.6	R.P.E n. 17.1	17.1	248.7	207.7	196.4	222.3
-1.0	62.1	61.5	21.9	227.3	212.9	210.5	226.4
-1.5	68.4	61.1	14.7	228.0	215.2	217.2	226.9
-2.0	71.7	54.3	1.4	231.6	221.1	222.3	229.0
-2.5	75.5	45.4	1.4	238.9	238.9	226.8	232.7
-3.0	77.8	39.3	6.2	232.3	307.6	215.8	223.6
-3.5	81.2	30.7	3.3	229.0	320.5	196.3	204.1
-4.0	80.9	13.2	356.6	253.7	318.9	191.0	208.4
-4.5	79.7	6.6	356.8	269.0	101.0	197.1	225.9
-5.0	79.5	4.4	355.4	271.8	167.2	215.6	240.4
-5.5	75.2	14.4	2.9	271.5	159.5	211.4	241.9
-6.0	79.5	11.0	3.9	260.6	173.3	207.6	236.0
-6.5	78.2	9.8	4.4	263.6	186.1	210.7	237.2
-7.0	77.8	8.3	358.0	263.6	200.7	214.7	241.0
-7.5	76.2	5.0	355.7	263.6	209.2	214.7	242.5
-8.0	78.4	1.0	352.6	267.6	205.2	215.1	243.1
-8.5	77.8	356.5	347.8	274.7	204.3	213.7	236.0
-9.0	75.7	2.3	355.4	293.5	180.0	208.7	232.4
-9.5	73.1	8.7	8.5	236.0	152.9	191.0	214.2
-10.0	65.5	13.5	11.0	290.8	153.0	180.7	204.2
-10.5	76.0	25.0	18.1	299.4	153.3	182.9	202.3
-11.0	80.0	42.0	56.0	316.8	170.2	181.4	195.2
-11.5	95.8	56.0	56.0	317.9	236.9	191.0	203.3
-12.0	87.0	326.0	326.0	37.6	248.4	236.0	252.7
-12.5	89.7	326.0	335.5	299.4	238.9	243.6	261.0
-13.0	101.0	326.0	349.2	333.1	4.7	269.7	281.0
-13.5	101.0	344.4	357.0	326.0	352.6	337.3	334.1



IGETECMA s.a.s.

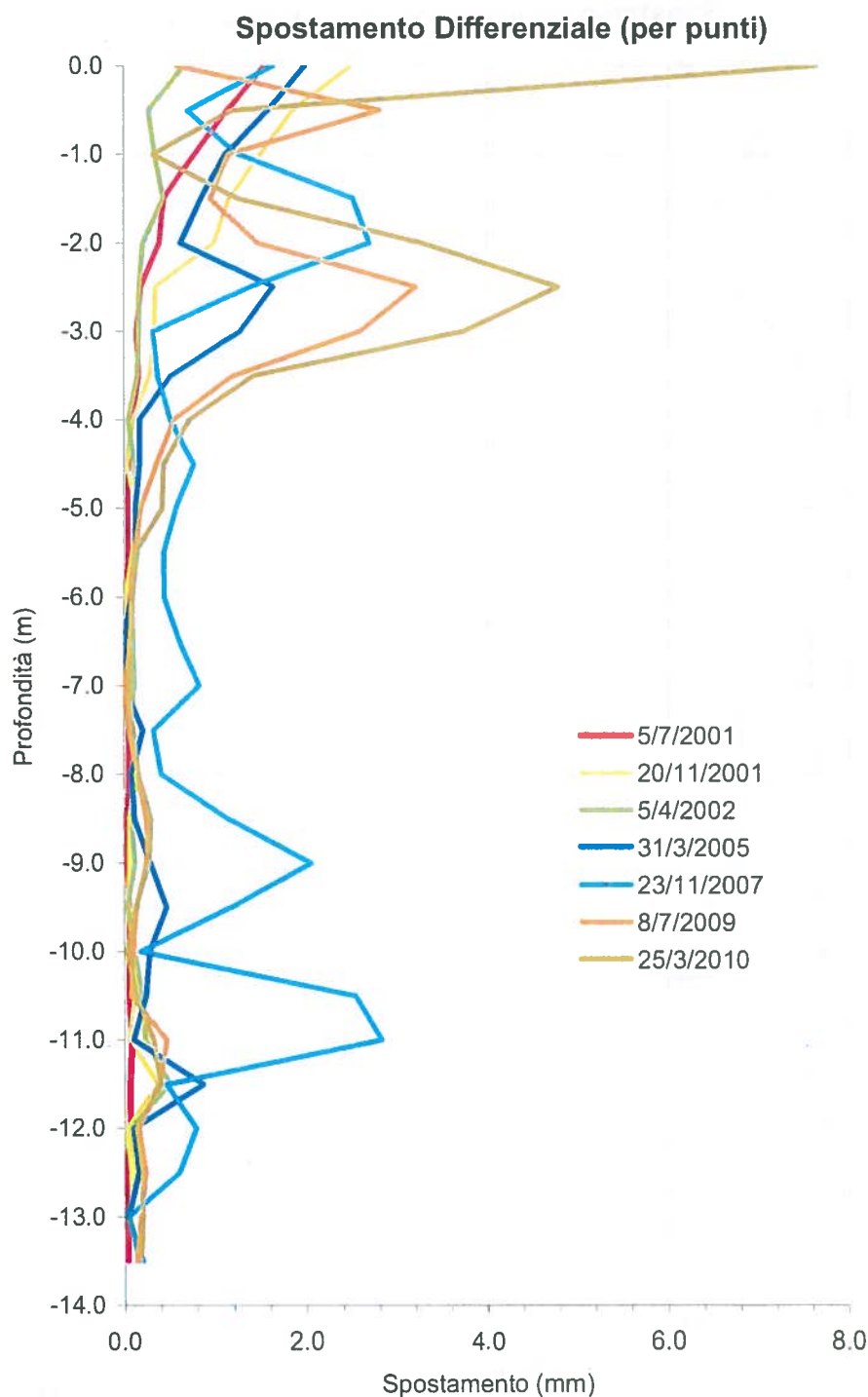
Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.1
Data origine: 27/04/01
Correzione azimutale: 214°
Quota testa tubo: 0.0
Tipo Sonda: Segea MK4





IGETECMA s.a.s.

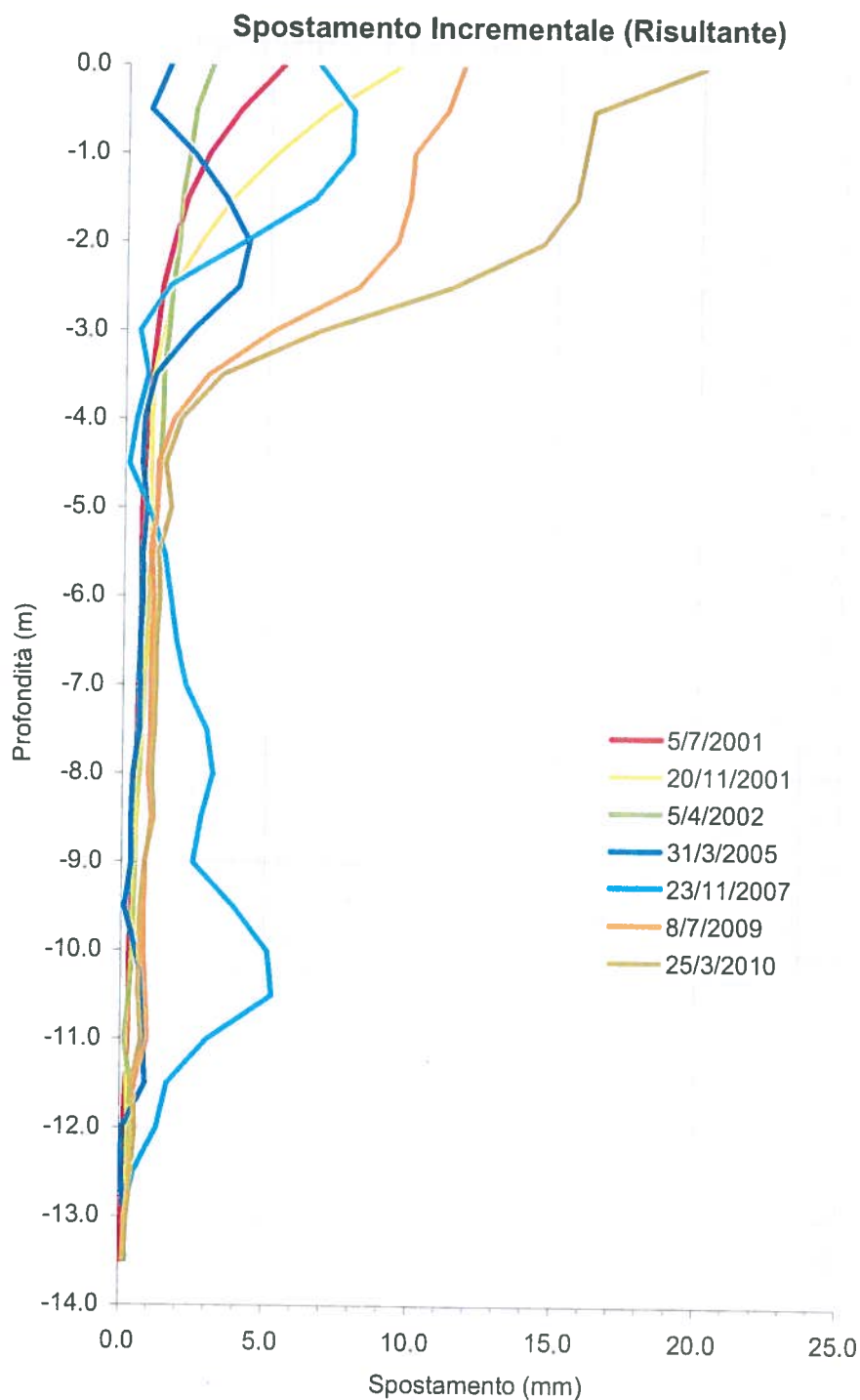
Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.1
Data origine: 27/04/01
Correzione azimutale: 214°
Quota testa tubo: 0.0
Tipo Sonda: Segea MK4





IGETECMA s.a.s.

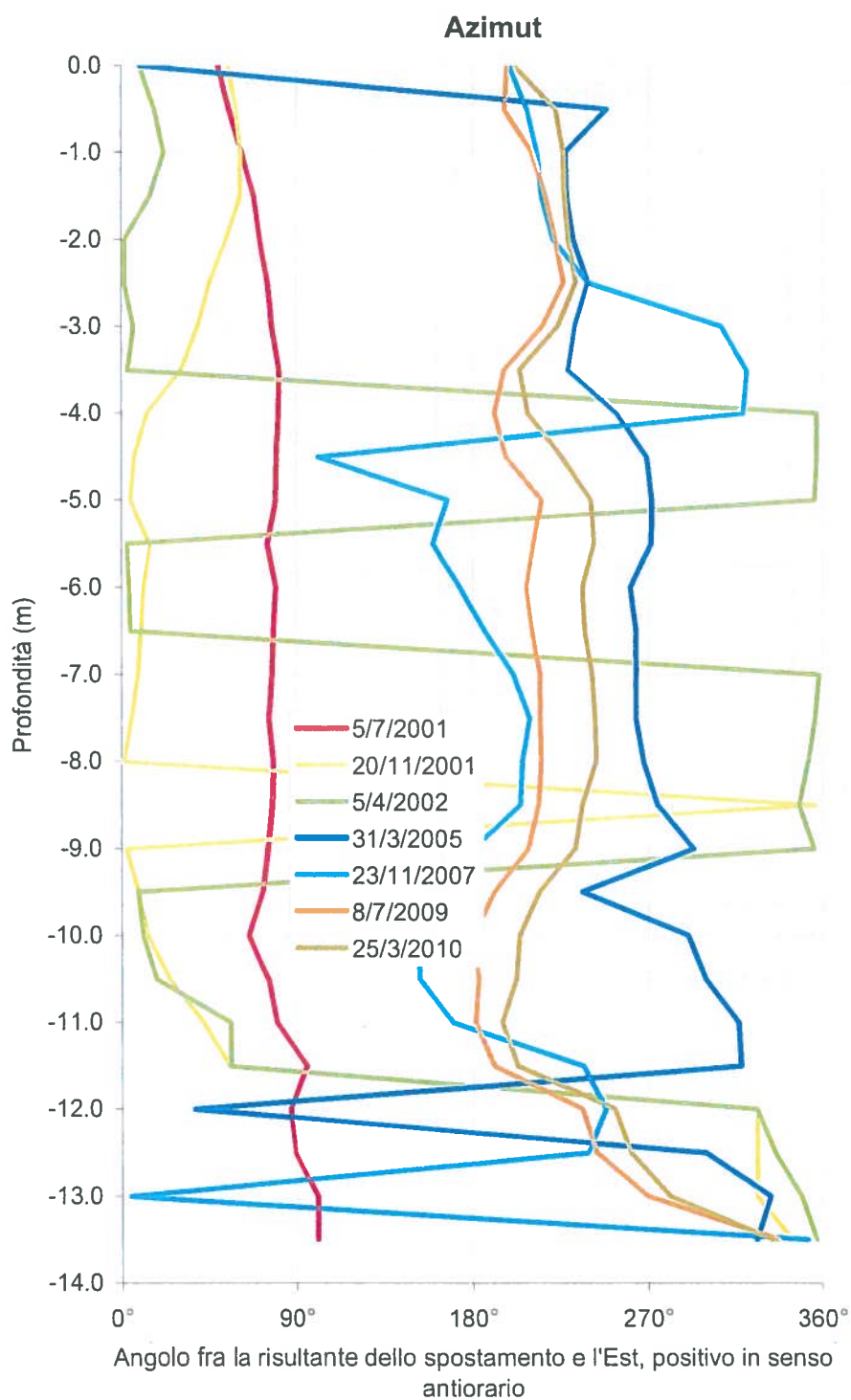
Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.1
Data origine: 27/04/01
Correzione azimutale: 214°
Quota testa tubo: 0.0
Tipo Sonda: Segea MK4





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

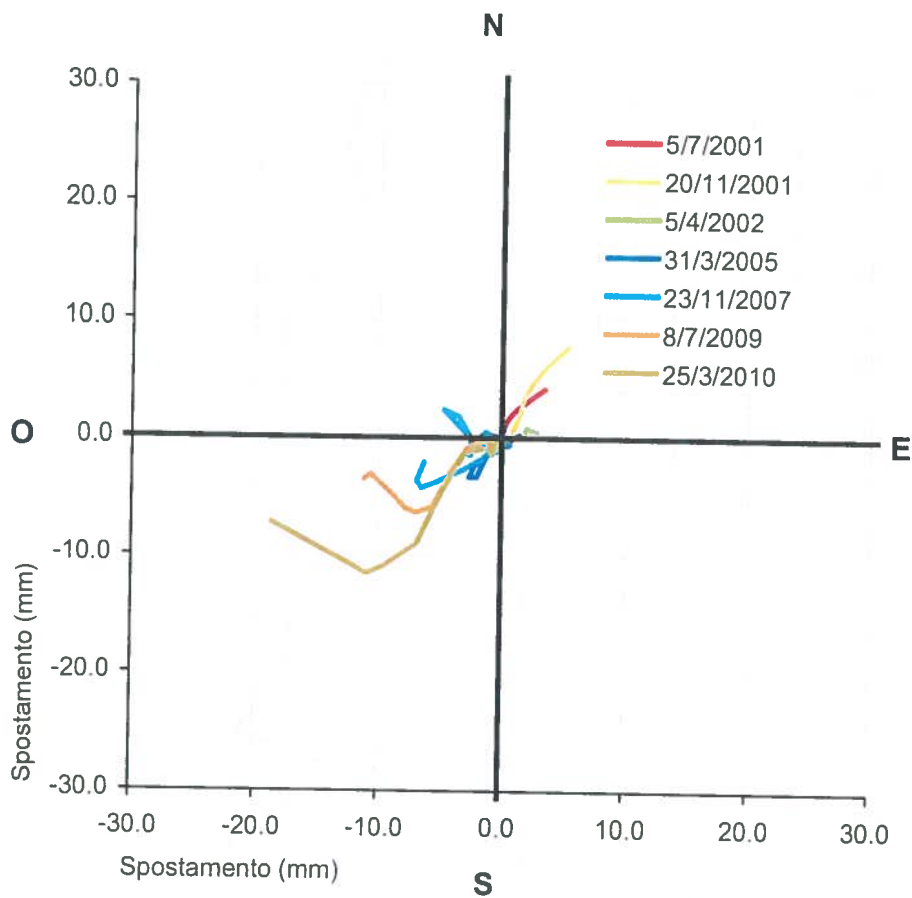
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.1
Data origine: 27/04/01
Correzione azimutale: 214°
Quota testa tubo: 0.0
Tipo Sonda: Segea MK4

Direzione (proiezione zenitale)





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.3
Data origine: 27/04/01 Quota testa tubo: 0.0
Correzione azimutale: 216° Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso dello spostamento differenziale (per punti)

Prof. (m)	Misura del						
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07	08/07/09	30/04/10
0.0	1.06	3.54	1.02	2.02	2.03	3.28	3.20
-0.5	0.16	0.08	0.08	0.30	0.25	1.53	2.03
-1.0	0.18	0.03	0.08	0.28	0.33	1.35	1.35
-1.5	0.11	0.09	0.06	0.30	0.36	1.38	1.18
-2.0	0.13	0.10	0.09	0.25	0.15	1.20	1.04
-2.5	0.11	0.13	0.13	0.20	0.20	0.95	0.90
-3.0	0.28	0.13	0.11	0.40	0.25	1.32	0.87
-3.5	0.13	0.08	0.13	0.16	0.07	0.59	0.47
-4.0	0.09	0.13	0.04	0.15	0.15	0.47	0.38
-4.5	0.07	0.14	0.10	0.13	0.16	0.35	0.26
-5.0	0.07	0.06	0.13	0.10	0.10	0.30	0.26
-5.5	0.06	0.13	0.08	0.08	0.18	0.34	0.27
-6.0	0.09	0.20	0.22	0.22	0.22	0.28	0.39
-6.5	0.09	0.06	0.03	0.00	0.10	0.44	0.42
-7.0	0.09	0.20	0.11	0.19	0.11	0.54	0.48
-7.5	0.08	0.20	0.20	0.23	0.20	0.21	0.13
-8.0	0.05	0.23	0.11	0.36	0.39	1.21	1.32
-8.5	0.10	0.32	0.26	1.18	1.18	3.37	4.04
-9.0	0.06	0.13	0.07	1.15	1.05	4.23	5.91
-9.5	0.02	0.08	0.02	0.99	1.03	3.12	4.56
-10.0	0.03	0.16	0.11	0.51	0.57	1.58	2.36
-10.5	0.00	0.13	0.04	0.21	0.18	0.51	0.79
-11.0	0.04	0.18	0.24	0.20	0.29	0.20	0.18
-11.5	0.02	0.18	0.29	0.09	0.17	0.06	0.20
-12.0	0.07	0.45	0.53	0.48	0.48	0.37	0.40
-12.5	0.07	0.06	0.39	0.35	0.44	0.58	0.63
-13.0	0.09	0.24	0.15	0.06	0.09	0.18	0.74
-13.5	0.03	0.41	0.20	0.39	0.39	0.43	0.43
-14.0	0.07	0.38	0.07	0.38	0.33	0.35	0.23



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.3
Data origine: 27/04/01 Quota testa tubo: 0.0
Correzione azimutale: 216° Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso dello spostamento incrementale (risultante)

Prof. (m)	Misura del							
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07	08/07/09	30/04/10	
0.0	2.23	1.88	1.92	1.23	3.42	4.31	11.33	
-0.5	1.68	3.12	1.21	2.19	2.77	4.27	12.05	
-1.0	1.53	3.20	1.13	2.47	2.85	5.46	13.20	
-1.5	1.38	3.22	1.06	2.73	2.96	6.78	14.38	
-2.0	1.27	3.29	1.04	3.02	3.28	8.10	15.51	
-2.5	1.15	3.20	0.98	3.24	3.36	9.26	16.53	
-3.0	1.04	3.14	0.86	3.44	3.54	10.20	17.43	
-3.5	0.76	3.05	0.78	3.79	3.78	11.50	18.29	
-4.0	0.65	2.98	0.65	3.91	3.77	12.06	18.75	
-4.5	0.56	2.89	0.63	3.99	3.89	12.48	19.12	
-5.0	0.49	2.80	0.63	4.03	4.05	12.78	19.38	
-5.5	0.42	2.75	0.52	4.07	4.11	13.07	19.64	
-6.0	0.37	2.64	0.46	4.14	4.20	13.41	19.91	
-6.5	0.29	2.84	0.43	4.01	4.02	13.30	20.28	
-7.0	0.23	2.80	0.40	4.01	4.08	13.74	20.69	
-7.5	0.18	2.69	0.35	4.17	4.19	14.27	21.14	
-8.0	0.13	2.49	0.41	4.29	4.38	14.46	21.25	
-8.5	0.09	2.26	0.51	3.93	4.00	13.25	19.94	
-9.0	0.09	1.95	0.75	2.75	2.83	9.88	15.92	
-9.5	0.14	1.83	0.82	1.63	1.78	5.65	10.04	
-10.0	0.16	1.75	0.84	0.69	0.77	2.53	5.56	
-10.5	0.18	1.63	0.94	0.28	0.34	0.96	3.29	
-11.0	0.18	1.54	0.98	0.29	0.27	0.46	2.54	
-11.5	0.15	1.58	0.93	0.38	0.38	0.27	2.36	
-12.0	0.13	1.40	0.65	0.30	0.26	0.33	2.23	
-12.5	0.21	1.04	0.43	0.54	0.28	0.63	2.01	
-13.0	0.15	1.03	0.11	0.82	0.68	0.80	1.39	
-13.5	0.09	0.79	0.13	0.77	0.71	0.77	0.65	
-14.0	0.07	0.38	0.07	0.38	0.32	0.35	0.23	



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.3
Data origine: 27/04/01 Quota testa tubo: 0.0
Correzione azimutale: 216° Tipo Sonda: Segea MK4

Calcolo dal basso dell'Azimut

Prof. (m)	Misura del						
	05/07/01	20/11/01	05/04/02	31/03/05	23/11/07	08/07/09	30/04/10
0.0	134.3	133.3	164.6	239.8	214.4	230.0	236.4
-0.5	107.5	47.1	136.9	305.4	250.8	275.0	251.8
-1.0	105.6	46.8	136.4	302.6	255.6	286.4	259.4
-1.5	101.9	46.9	137.2	300.3	261.6	283.8	262.0
-2.0	100.6	47.9	134.3	298.5	264.7	280.8	263.3
-2.5	98.1	47.3	138.1	296.4	266.9	278.8	264.1
-3.0	96.1	45.3	135.6	296.3	268.4	277.9	264.3
-3.5	95.0	43.6	140.3	293.0	269.6	276.7	264.7
-4.0	89.5	43.4	141.8	291.5	270.6	275.7	264.4
-4.5	89.8	45.0	144.0	289.7	269.3	274.8	264.2
-5.0	88.5	42.7	153.1	287.8	269.9	273.9	264.2
-5.5	86.7	43.0	160.7	286.5	268.8	273.6	264.2
-6.0	82.3	41.4	166.4	286.9	271.0	273.6	264.2
-6.5	74.0	41.8	137.3	289.4	272.9	274.7	264.6
-7.0	60.3	42.7	136.9	289.4	274.0	274.8	264.9
-7.5	38.1	39.4	152.1	288.0	274.2	274.7	265.4
-8.0	17.1	38.8	181.6	285.4	274.1	274.3	265.5
-8.5	357.7	38.0	187.0	284.9	273.2	274.3	265.1
-9.0	290.3	38.4	197.1	287.1	270.4	274.2	263.7
-9.5	279.0	39.8	196.4	293.5	269.3	275.2	261.3
-10.0	272.7	40.0	197.5	311.5	258.9	275.4	254.8
-10.5	267.7	43.4	194.4	350.6	216.9	274.8	245.8
-11.0	267.7	46.5	194.2	34.0	185.2	283.4	240.8
-11.5	265.0	53.1	180.3	65.3	136.4	290.3	240.1
-12.0	255.8	50.9	179.5	58.8	114.9	291.5	236.6
-12.5	248.0	38.6	234.0	357.7	350.6	319.4	227.6
-13.0	234.0	35.6	297.4	16.4	15.0	5.2	226.7
-13.5	267.7	35.6	17.1	18.2	22.0	18.2	231.8
-14.0	279.0	30.8	189.0	22.4	31.4	23.7	246.5



IGETECMA s.a.s.

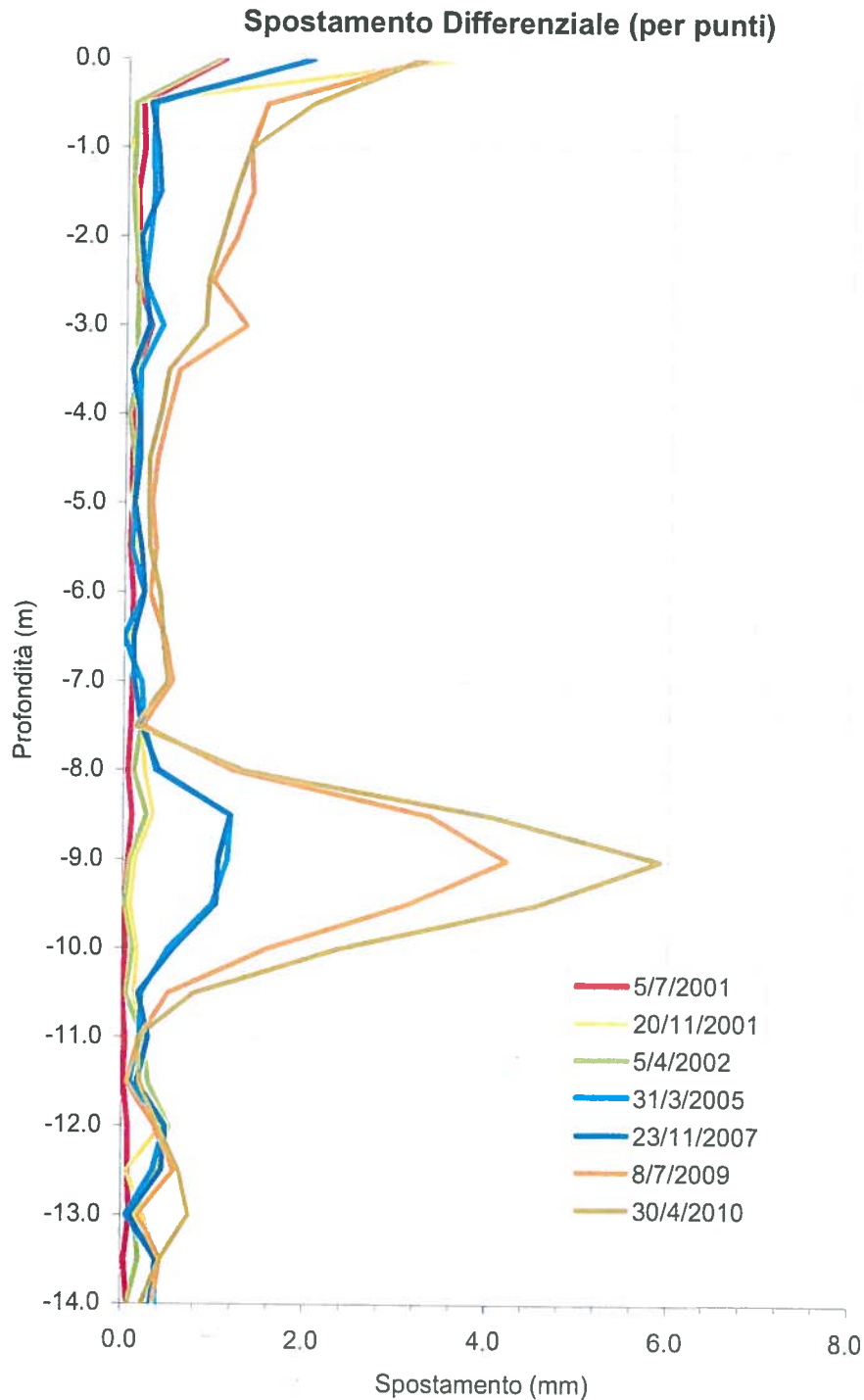
Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.3
Data origine: 27/04/01
Correzione azimutale: 216°
Quota testa tubo: 0.0
Tipo Sonda: Segea MK4





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

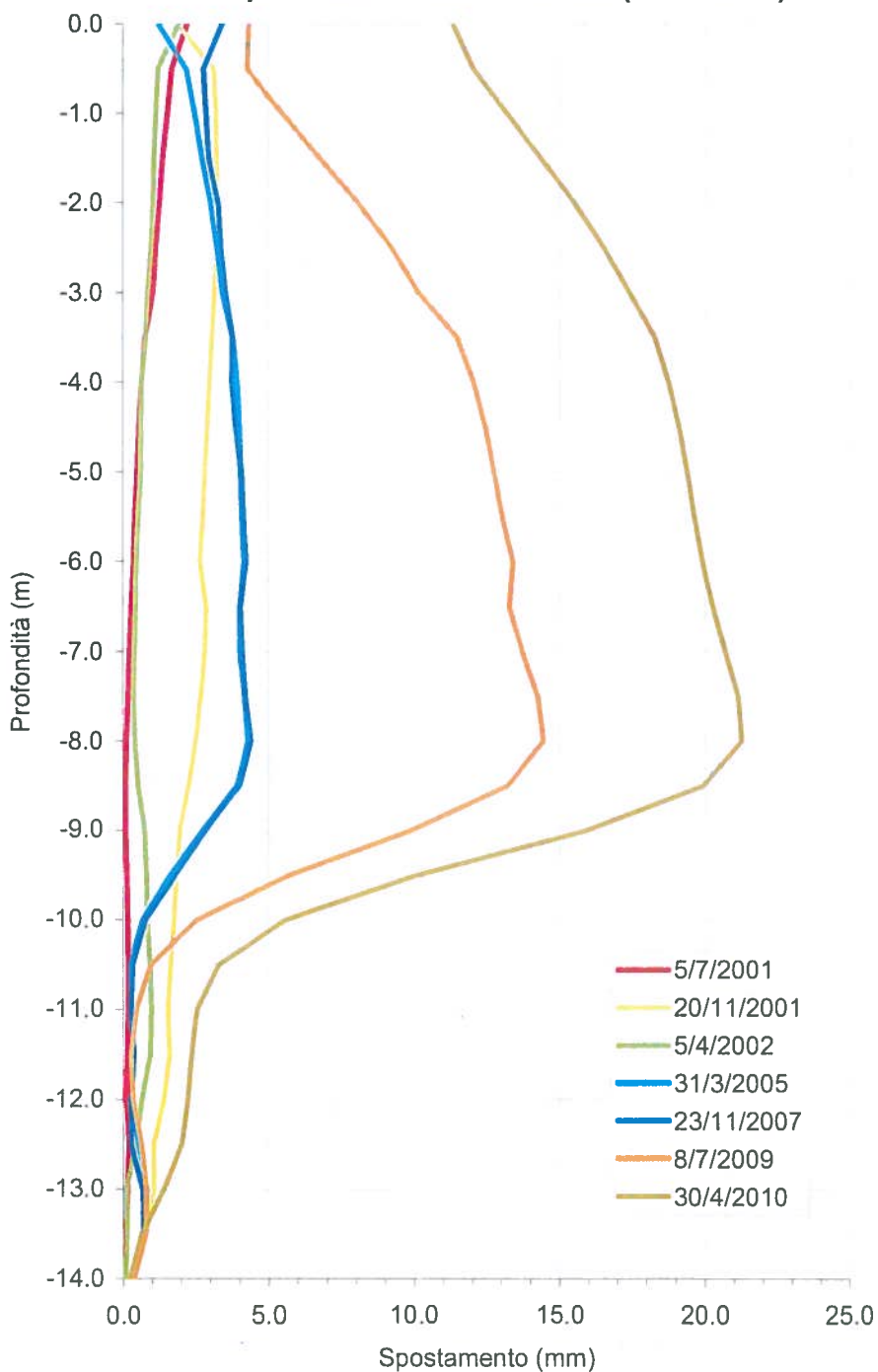
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.3
Data origine: 27/04/01
Correzione azimutale: 216°
Quota testa tubo: 0.0
Tipo Sonda: Segea MK4

Spostamento Incrementale (Risultante)





IGETECMA s.a.s.

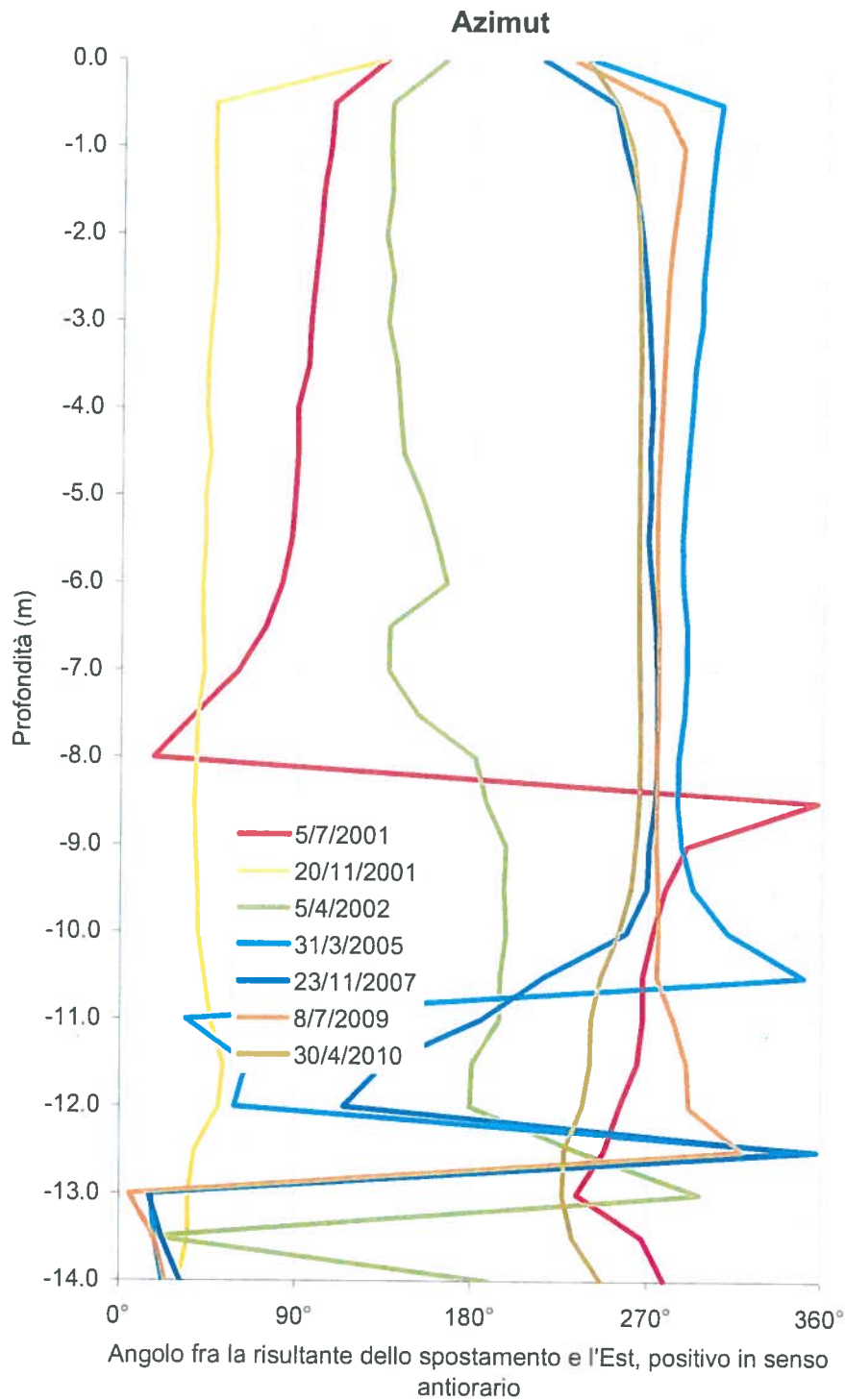
Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.3
Data origine: 27/04/01
Correzione azimutale: 216°
Quota testa tubo: 0.0
Tipo Sonda: Segea MK4





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

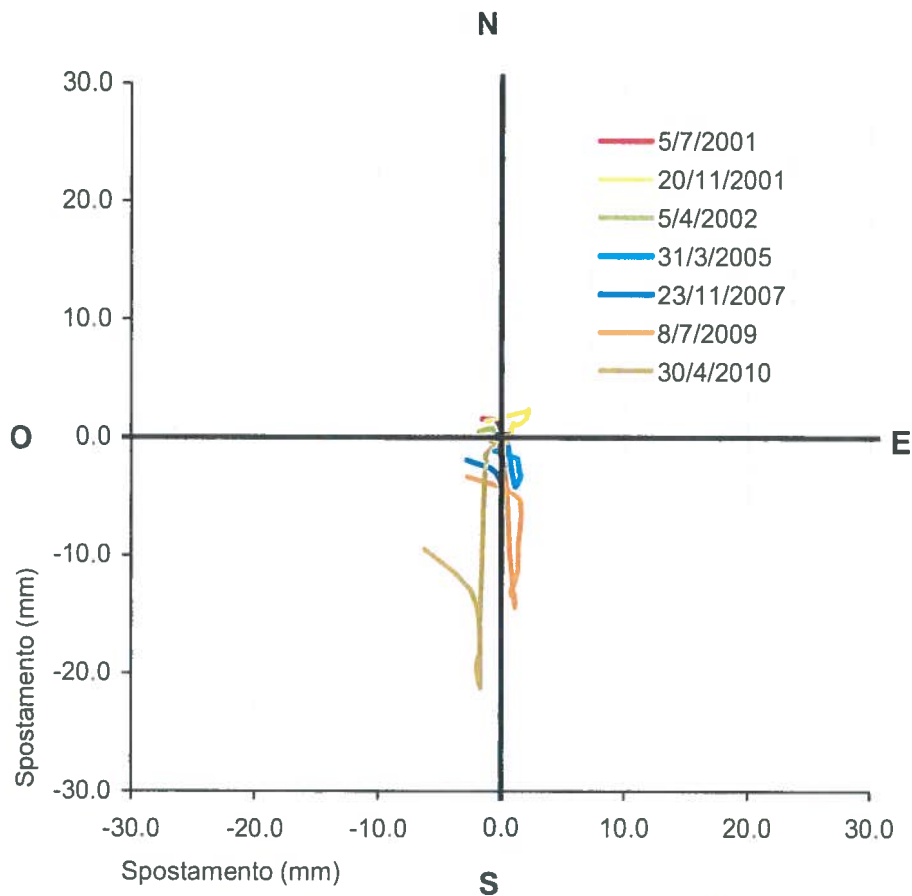
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 228/10

Committente: Confraternita della Misericordia
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: i.3
Data origine: 27/04/01
Correzione azimutale: 216°
Quota testa tubo: 0.0
Tipo Sonda: Segea MK4

Direzione (proiezione zenitale)



Allegato B4

**Aggiornamento del monitoraggio inclinometrico all'agosto 2016 per la canna I1/S1e al dicembre
2016 per la verticale I3/S3
(Dott. E. Focardi, agosto/dicembre 2016)**



PROVINCIA DI: FIRENZE

COMUNE DI: PONTASSIEVE

LOCALITÀ: CIMITERO DELLA MISERICORDIA

PROPRIETÀ: VENERABILE CONFRATERNITA DI MISERICORDIA DI PONTASSIEVE

OGGETTO: aggiornamento misure inclinometriche

NOTA GEOLOGICA DI ACCOMPAGNAMENTO

Pontassieve
27 agosto 2016



CIMITERO DELLA MISERICORDIA DI PONTASSIEVE
AGGIORNAMENTO LETTURE INCLINOMETRICHE

La presente nota accompagna l'aggiornamento delle letture inclinometriche effettuate presso il cimitero della venerabile Confraternita della Misericordia a Pontassieve in via di San Martino a Quona. Tali misure sono relative agli inclinometri posizionati e monitorati dal 24/04/2001 (lettura di zero) in relazione alla richiesta variante allo Strumento Urbanistico Comunale per l'ampliamento del Cimitero stesso stante nella zona la classe di pericolosità 4. La richiesta fu corredata della necessaria indagine geologico tecnica (a firma dello scrivente) ai sensi della D.R. 94/85 corredata di un progetto di bonifica (ing. Lapi). Le indagini e progetto di bonifica furono depositate al Genio Civile di Firenze con certificazione di adeguatezza delle indagini geologiche ai sensi della L.R. 05/95 (deposito 1352 del 30/01/2002). Trattandosi di una pratica soggetta a controllo obbligatorio (P4) il Genio Civile di Firenze la esaminò nel dettaglio e successivamente, nei termini di Legge, espresse il proprio nulla osta. Le letture furono aggiornate nel 2005 e successivamente nel 2007, 2008 e 2010 per supportare adeguatamente la presentazione del Piano Attuativo e per la stesura del progetto esecutivo di bonifica e consolidamento.

I certificati che attestano i risultati delle letture sono allegati alla nota ed in merito a questi si osserva quanto segue:

- Inclinometro I₁: le deformate non mostrano sostanziali differenze con le misure precedenti. Si notano movimenti nella parte sommitale (primi 2.5 – 3 m), irregolari e non attribuibili con certezza a movimenti di versante, ma più propriamente a fenomeni intrinseci alla natura argillosa e plastica dei terreni presenti. Procedendo in profondità si notano leggeri scostamenti puntuali di entità inferiore al millimetro, quindi rientranti nell'errore strumentale, da potersi correlare anche con semplici irregolarità di assemblaggio del tubo. Con gli anni il movimento della porzione sommitale della scarpata si è incrementato fino a 20 mm nel differenziale per punti e fino a 50 mm nella sommatoria. Si deve però notare che questi spostamenti (comunque millimetrici) sono avvenuti nell'arco di 15 anni, trattasi cioè di movimenti molto lenti e comunque ridotti dovuti agli assestamenti del suolo superficiale per l'alternanza di fenomeni di essiccazione e reidratazione delle argille.
- Inclinometro I₂: questo strumento è stato reso inutilizzabile già dal 2005 in quanto intasato probabilmente con materiale esterno. Allo stesso modo sono stati

resi inutilizzabili i piezometri. Fino ad allora non aveva comunque mostrato indizi di movimento.

- Inclinometro I₃: nelle letture del 2005 la deformata relativa al differenziale per punti mostrava uno spostamento di circa 1 mm fra 8 e 10 m di profondità (grosso modo nella zona di passaggio fra i materiali di copertura alterati ed i litotipi argillitico marnosi in posto). L'entità dello spostamento è di circa 1 mm con una deformata non puntuale, ma comprendente una fascia più ampia (circa 2 m); quindi, più che attribuibile a problemi connessi all'allestimento del tubo inclinometrico stesso, potrebbe essere messa in relazione ad una certa "sofferenza" della fascia di terreno al passaggio con il substrato. Questa "sofferenza" è stata confermata con le letture del 2007-2009 che furono effettuate di supporto alla redazione del progetto esecutivo di consolidamento e bonifica e nel 2010 dove in effetti si nota una progressione del movimento. Allo stato attuale, come risulta anche dal certificato della Ditta Igetecma, non è stato possibile ripetere la misura in quanto la muratura a sbalzo della parte basale dei loculi realizzati in prossimità del boccaforo impedisce l'accesso della sonda inclinometrica al tubo.

In riferimento al progetto di bonifica e consolidamento si ritiene che questo sia tuttora valido. Oltre che una salvaguardia nel caso di esecuzione degli scavi connessi al progetto di ampliamento, la realizzazione del progetto migliorerà la stabilità del versante (anche in relazione allo stato riscontrato nell'inclinometro I₃ interno al cimitero esistente) alleggerendo le spinte da monte, trattenute dalla palificata, ed abbassando la piezometrica con trincee drenanti. Non potendo ripetere la misura sull'inclinometro I₃ si è provveduto ad effettuare un accurato controllo sul quadro fessurativo presente nelle strutture del cimitero esistente, soprattutto nella sua parte nuova dove è posizionato detto inclinometro. Nel corso dei rilievi non si sono individuate fratture e lesioni di neoformazione rispetto a quanto rilevato negli anni passati. In alcuni punti già ritratti in foto nel 2010 sono state fatte le foto di controllo per ravvisare le eventuali differenze o evoluzioni, ma l'analisi non mostra variazioni significative. Da questo e dall'esame morfologico dei luoghi si evince che se anche quanto individuato con le letture del 2009 e 2010 avesse avuto una sua naturale progressione, questo non trova un riflesso in superficie.

L'insieme dei dati acquisiti permette di ricostruire un quadro generale che concorda con la presenza di un movimento di limitata estensione il cui corpo è disposto secondo una direzione all'incirca nord – sud; questo sembra compatibile e si pensa possa

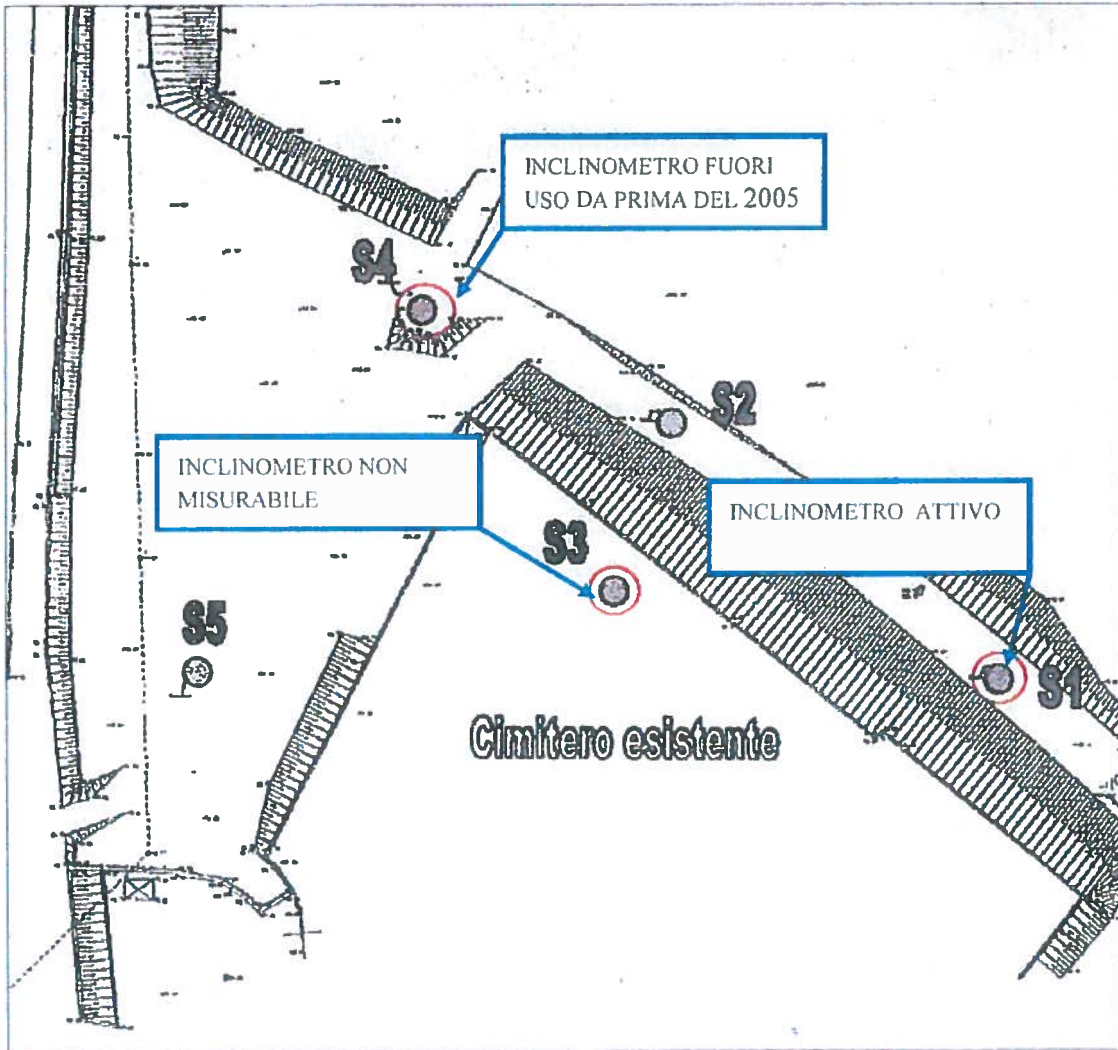
essere messo in relazione con la presenza di un vecchio impluvio poi obliterato con le varie modificazioni morfologiche resesi necessarie per la realizzazione dell'area cimiteriale nella parte nord est della pendice. Probabilmente le acque che fluivano in quella parte di versante non sono state del tutto drenate e reincanalate per cui il perdurare di un deflusso ipodermico non controllato continua a causare l'imbibizione dei terreni argillosi che compongono questo versante provocando il decadimento delle caratteristiche tecniche con conseguente propensione alla instabilità. Il movimento rilevato dall'inclinometro può quindi collocarsi in questo contesto.

Il progetto di ampliamento oggetto della Variante ambito P.5 ed il successivo progetto di consolidamento e bonifica (2008-2009) esposto nei suoi caratteri principali già in sede della Variante stessa prevede la realizzazione di opere di risanamento e consolidamento (trincee drenanti, pozzi drenanti, opere di contenimento, ecc.). Sulla base di quanto rilevato con questo aggiornamento delle misure e dei rilievi di superficie, si ritiene il progetto ancora valido e la sua realizzazione porterà sicuramente un beneficio per l'area contrastando l'evoluzione del quadro descritto.



Pontassieve, 27 agosto 2016

Geologo
Dott. Enrico Focardi
O.G.T. P. 71





Ubicazione indagini (rappresentazione non in scala)

- 
 Ubicazione sondaggio attrezzato con inclinometro
- 
 Ubicazione sondaggio attrezzato con piezometro

* i piezometri non sono più in uso



IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC
Esecuzione e certificazione prove geotecniche – settore A
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della l. n. 1086/71
Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione – settore A

Rapporto di Prova n°221/16/I

Montelupo Fiorentino 09/08/2016

SETTORE: Misure Inclino metriche
COMMITTENTE: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
RICHIEDENTE: Geol. E. Focardi
CANTIERE: Cimitero di San Martino a Quona, Pontassieve (FI)
RIFERIMENTO: R.P.E. n°239/16

Indice:

Premessa

- 1 Procedure di campagna
- 2 Metodo di elaborazione dei dati
- 3 Presentazione dei dati
- 4 Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio
Ing. F. Politi

Il Tecnico
Geol. L. Gambassi

Premessa

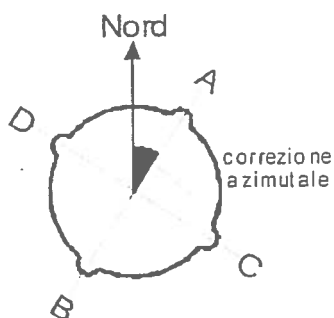
Per conto della Confraternita di Misericordia di Pontassieve, su richiesta del Geol. E. Focardi, sono state eseguite una serie di letture inclinometriche per il controllo del versante presso il Cimitero di San Martino a Quona a Pontassieve (FI). Tali letture, le ottave in serie iniziata con la lettura di riferimento ("zero") del 27/04/2001, sono state eseguite con passo di 0.5 m su 2 guide tramite sonda inclinometrica di tipo biassiale con servoaccelerometri, nel foro I1.

Non è stato possibile eseguire le letture all'interno del tubo I3, ubicato all'interno del Cimitero, in quanto la muratura a sbalzo, sovrastante il boccafforo, impedisce l'accesso al tubo stesso. Tramite le misure inclinometriche è possibile ottenere informazione sull'entità e sulla direzione di movimenti orizzontali del terreno: ciò si ottiene mediante la misura, ad intervalli regolari, dell'inclinazione di un tubo infisso nel terreno e munito di apposite guide di riferimento; confrontando letture eseguite a distanza di tempo è possibile calcolare la variazione dell'inclinazione e quindi stabilire l'entità e la direzione di eventuali movimenti del terreno.

1 Procedure di campagna

La misura inclinometrica consiste nel calare mediante un cavo nel tubo provvisto di scanalature dette guide, una sonda in grado di rilevare l'inclinazione del tubo stesso, reso solidale al terreno da cementazione: la sonda inclinometrica è costituita da un fusto d'acciaio con due carrelli, posti a distanza di 0.5 m l'uno dall'altro, muniti di due coppie di ruote che si inseriscono nelle guide.

La sonda inclinometrica è di tipo biassiale, munita cioè di due sensori servoaccelerometrici ortogonali fra di loro, posti nella parte centrale della sonda; in questo modo viene misurata



l'inclinazione dalla verticale del tubo su due piani verticali tra loro ortogonali (piani AB e CD, vedi schema in figura).

Le misure vengono eseguite a coppie su guide diametralmente opposte: la prima risalita misura il seno degli angoli tra la verticale e le guide A e C, e la seconda risalita, fatta dopo aver ruotato la sonda di 180°, misura il seno degli angoli tra la verticale e le guide B e D. Si ottengono così quattro valori (LatoA, LatoB, LatoC e LatoD) che sommati a coppie (lati opposti della guida: A+B e C+D) forniscono

l'inclinazione del tubo alle varie quote; questa metodologia è usata per eliminare eventuali scostamenti dallo zero dei sensori servoaccelerometrici. Le misure vengono eseguite

secondo il passo desiderato di 0.5 m o 1.0 m. Ciascuna misura è relativa al tratto di tubazione pari alla distanza tra i carrelli e viene riferita alla quota del carrello superiore. Le profondità sono riferite alla testa del tubo inclinometrico.

Come guida di riferimento viene scelta quella che più si avvicina alla direzione della massima pendenza e che viene indicata come guida A; la correzione azimutale è l'angolo formato tra il Nord geografico e la guida A di riferimento, preso in senso orario da Nord verso Est; secondo questa convenzione l'angolo è sempre positivo (compreso tra 0° e 360°).

Tramite il cavo di collegamento multipolare con anima in kevlar inestensibile, i dati vengono inviati ad una centralina digitale che ne permette la visualizzazione e la memorizzazione per le successive elaborazioni.

2 Metodo di elaborazione dei dati

Il software di elaborazione trasforma, per ogni quota, i dati misurati da $\sin \alpha$ in spostamenti cioè in millimetri di deviazione dalla verticale secondo le relazioni:

$$\text{SEN}(\text{Alfa_AB}) = (\text{LatoA} - \text{LatoB}) / 2$$

$$\text{SEN}(\text{Alfa_CD}) = (\text{LatoC} - \text{LatoD}) / 2$$

$$D_{\text{AB}} = P * \text{SEN}(\text{Alfa_AB})$$

$$D_{\text{CD}} = P * \text{SEN}(\text{Alfa_CD})$$

dove LatoA, LatoB, LatoC e LatoD sono le misure dei seni degli angoli alle varie quote, Alfa_AB e Alfa_CD sono gli angoli di deviazione dalla verticale nei due piani ortogonali e D_AB e D_CD sono le deviazioni dalla verticale nel piano AB e nel piano CD; P è l'intervallo di misura detto passo.

Mediante le formule del calcolo vettoriale si ricava la deviazione, che ha come modulo il valore D pari a:

$$D = \text{Sqr} (D_{\text{AB}}^2 + D_{\text{CD}}^2)$$

e come direzione l'angolo Alfa rispetto agli assi AB e CD:

$$\text{Alfa} = \text{ArcTan} (D_{\text{AB}} / D_{\text{CD}})$$

Questo procedimento viene ripetuto per ciascuna quota, ottenendo l'elaborazione in assoluto per punti (deviazione incrementale); sommando in maniera vettoriale tutti i contributi a partire dal basso si ottiene l'elaborazione in assoluto per sommatoria (deviazione cumulativa), che rappresenta la reale posizione del tubo rispetto alla verticale. Questa elaborazione viene generalmente visualizzata per la sola lettura di zero, al fine di controllare la verticalità del tubo.

Ripetendo le misure a distanza di tempo è possibile confrontare la deviazione del tubo rispetto a quella che aveva alla lettura di zero: questo calcolo, eseguito come differenza tra

vettori, fornisce l'elaborazione in differenziale. Mediante l'elaborazione in differenziale viene calcolato lo spostamento avvenuto fra le letture: lo spostamento per punti mostra il contributo di ciascuna quota, mentre lo spostamento risultante, ottenuto sommando in maniera vettoriale tutti i contributi a partire dal basso, fornisce il totale del movimento.

La direzione del movimento è indicata dall'Azimut, angolo che è formato tra la direzione del vettore spostamento risultante, ed il Nord geografico; anche per questo angolo viene adottata la convenzione di misurarlo da Nord verso Est nel campo 0°-360°.

La Tabella seguente riassume le specifiche del tubo: le coordinate sono state ottenute mediante GPS non differenziale e sono affette da un errore stimabile nell'ordine dei 10 m, mentre la quota del tubo è stata ricavata dalla Cartografia Tecnica della Regione Toscana.

Tubo I1	Lunghezza tubo	14.0 m
	Correzione azimutale:	N 214° E
	Quota testa tubo:	193 m slm
	Coordinate GPS:	N 43.781989° E 11.426906°
	Data lettura di zero:	27/04/2001

3 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- ubicazioni del tubo inclinometrico
- tabelle (ultima lettura):
 - dati di campagna
 - elaborazione in differenziale - calcolo vettoriale dal basso: spostamento differenziale, azimut differenziale, spostamento risultante, azimut risultante
- grafici (tutte le letture):
 - profondità/azimut differenziale e profondità/spostamento differenziale (per punti)
 - profondità/azimut risultante e profondità/spostamento risultante (per sommatoria)
 - spostamento risultante in proiezione zenitale (assi Nord-Sud e Est-Ovest).
- documentazione fotografica tubo I3 (non accessibile)

4 Caratteristiche della strumentazione

Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagine è così composto

- Sonda inclinometrica biassiale tipo a servoaccelerometri *SEGEA* mod. *MK4*:
 - Campo di misura operativo $\pm 30^\circ$ dalla verticale
 - Linearità 0.02 % F.S.
 - Temperatura di esercizio da -5°C a $+60^\circ\text{C}$

Rapporto di prova n°221/16/

- Deriva di sensibilità $\pm 0.15\%$ della lettura per °C
 - Deriva di zero $\pm 0.01\%$ F.S. per °C
 - Lunghezza di riferimento 500 mm
 - Centralina di acquisizione automatica dati *Geotechnical Instrument*.
 - Risoluzione 16 bit (0.0001 sen α)
 - Campo di misura ± 0.50 m
 - Cavi multipolari inestensibili di lunghezza di 35 e 80 m con tacche di misura ogni 50 cm
-
-



IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/SIC
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Ubicazione





IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC

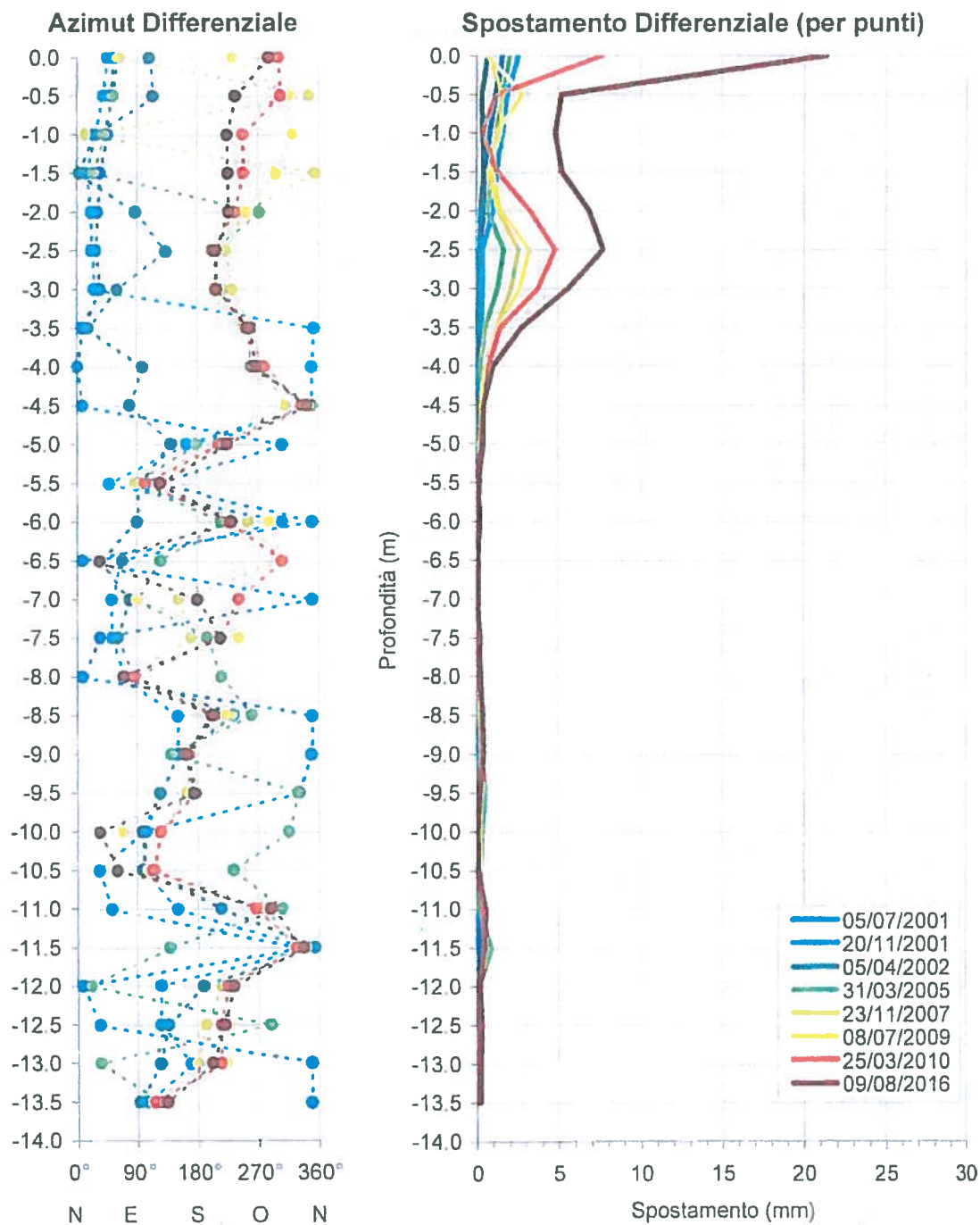
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Rapporto di prova n. 221/16

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: I1
Data lettura di zero: 27/04/01
Correzione azimutale: N 214°E

Coordinate: N 43.781821° E 11.427503°
Quota testa tubo: 193.0
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)





IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/S1C

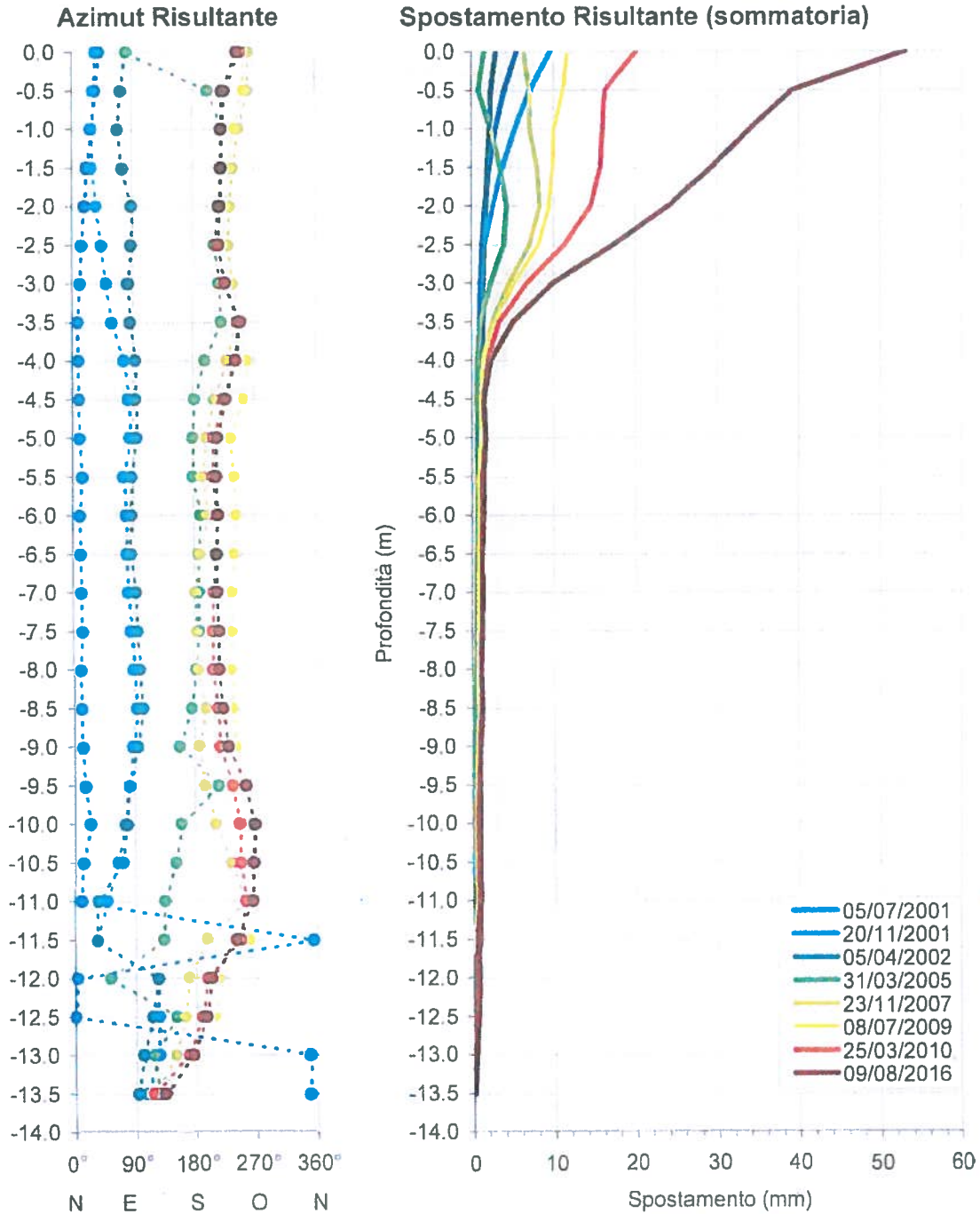
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Rapporto di prova n. 221/16

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: I1
Data lettura di zero: 27/04/01
Correzione azimutale: N 214°E

Coordinate: N 43.781821° E 11.427503°
Quota testa tubo: 193.0
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)





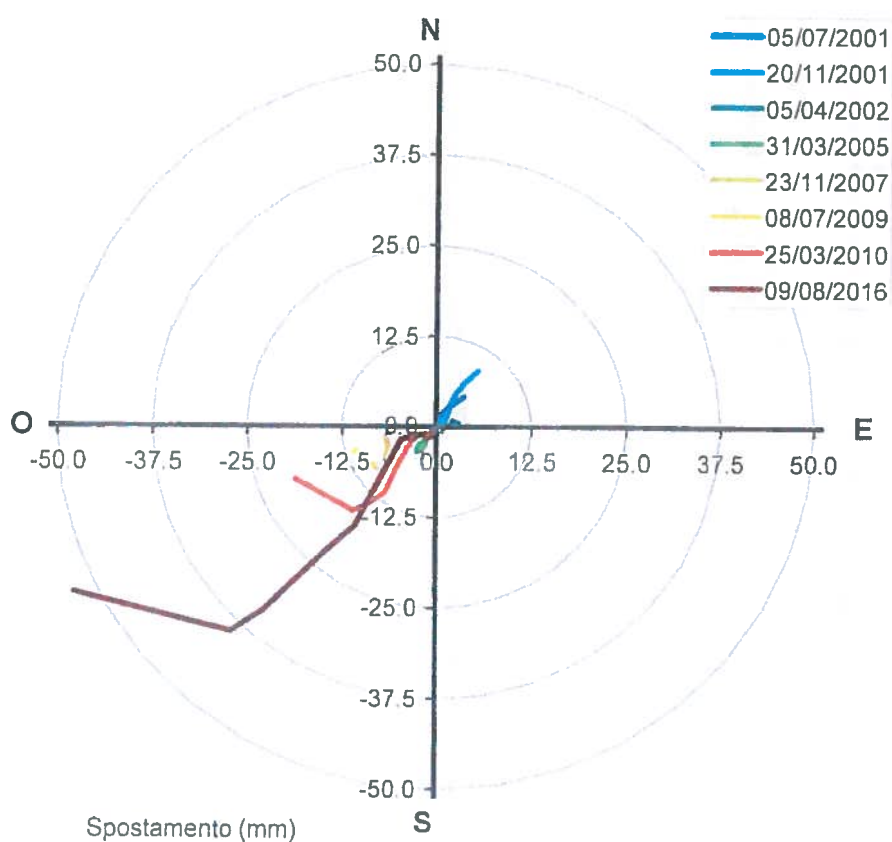
IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Rapporto di prova n. 221/16

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: I1
Data lettura di zero: 27/04/01
Correzione azimutale: N 214°E
Coordinate: N 43.781821° E 11.427503°
Quota testa tubo: 193.0
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Direzione (proiezione zenitale)



Comparazione Fotografica
2010 - 2016

Maggio 2010



Agosto 2016



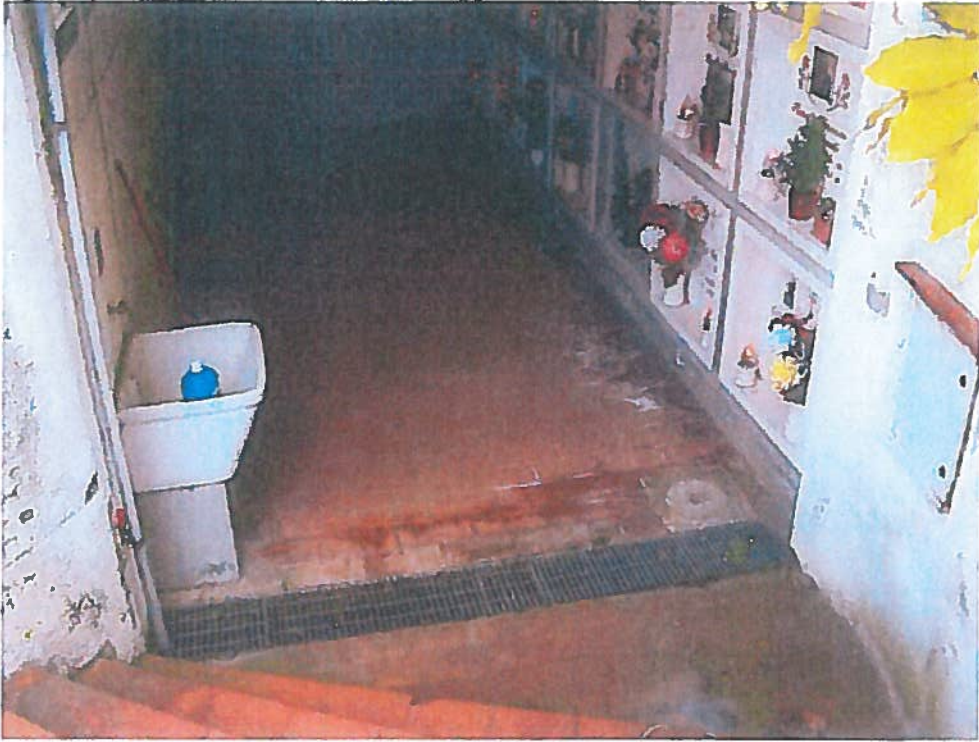
Maggio 2010



Agosto 2016



Maggio 2010



Agosto 2016





IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC
Esecuzione e certificazione prove geotecniche – settore A
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71
Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione – settore A

Rapporto di Prova n°364/16/I

Montelupo Fiorentino 16/12/2016

SETTORE: Misure Inclino metriche
COMMITTENTE: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
RICHIEDENTE: Geol. E. Focardi
CANTIERE: Cimitero di San Martino a Quona, Pontassieve (FI)
RIFERIMENTO: R.P.E. n°356/16

Indice:

Premessa

- 1 Procedure di campagna
- 2 Metodo di elaborazione dei dati
- 3 Presentazione dei dati
- 4 Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio
Ing. F. Politi

Il Tecnico
Geol. L. Gambassi

Premessa

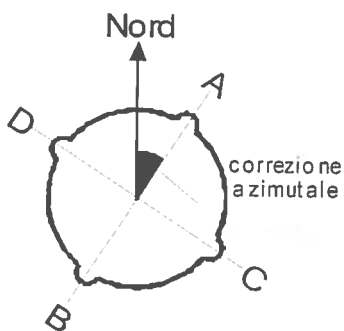
Per conto della Confraternita di Misericordia di Pontassieve, su richiesta del Geol. E. Focardi, sono state eseguite una serie di letture inclinometriche per il controllo del versante presso il Cimitero di San Martino a Quona a Pontassieve (FI). Tali letture, le ottave in serie iniziata con la lettura di riferimento ("zero") del 27/04/2001, sono state eseguite con passo di 0.5 m su 2 guide tramite sonda inclinometrica di tipo biassiale con servoaccelerometri, nel foro I3.

Tramite le misure inclinometriche è possibile ottenere informazione sull'entità e sulla direzione di movimenti orizzontali del terreno: ciò si ottiene mediante la misura, ad intervalli regolari, dell'inclinazione di un tubo infisso nel terreno e munito di apposite guide di riferimento; confrontando letture eseguite a distanza di tempo è possibile calcolare la variazione dell'inclinazione e quindi stabilire l'entità e la direzione di eventuali movimenti del terreno.

1 Procedure di campagna

La misura inclinometrica consiste nel calare mediante un cavo nel tubo provvisto di scanalature dette guide, una sonda in grado di rilevare l'inclinazione del tubo stesso, reso solidale al terreno da cementazione: la sonda inclinometrica è costituita da un fusto d'acciaio con due carrelli, posti a distanza di 0.5 m l'uno dall'altro, muniti di due coppie di ruote che si inseriscono nelle guide.

La sonda inclinometrica è di tipo biassiale, munita cioè di due sensori servoaccelerometrici ortogonali fra di loro, posti nella parte centrale della sonda; in questo modo viene misurata



l'inclinazione dalla verticale del tubo su due piani verticali tra loro ortogonali (piani AB e CD, vedi schema in figura).

Le misure vengono eseguite a coppie su guide diametralmente opposte: la prima risalita misura il seno degli angoli tra la verticale e le guide A e C, e la seconda risalita, fatta dopo aver ruotato la sonda di 180°, misura il seno degli angoli tra la verticale e le guide B e D. Si ottengono così quattro valori (LatoA, LatoB, LatoC e LatoD) che sommati a coppie (lati opposti della guida: A+B e C+D) forniscono

l'inclinazione del tubo alle varie quote; questa metodologia è usata per eliminare eventuali scostamenti dallo zero dei sensori servoaccelerometrici. Le misure sono state eseguite secondo il passo di 0.5 m. Ciascuna misura è relativa al tratto di tubazione pari alla distanza

tra i carrelli e viene riferita alla quota del carrello superiore. Le profondità sono riferite alla testa del tubo inclinometrico.

Come guida di riferimento viene scelta quella che più si avvicina alla direzione della massima pendenza e che viene indicata come guida A; la correzione azimutale è l'angolo formato tra il Nord geografico e la guida A di riferimento, preso in senso orario da Nord verso Est; secondo questa convenzione l'angolo è sempre positivo (compreso tra 0° e 360°).

Tramite il cavo di collegamento multipolare con anima in kevlar inestensibile, i dati vengono inviati ad una centralina digitale che ne permette la visualizzazione e la memorizzazione per le successive elaborazioni.

2 Metodo di elaborazione dei dati

Il software di elaborazione trasforma, per ogni quota, i dati misurati da $\text{sen } \alpha$ in spostamenti cioè in millimetri di deviazione dalla verticale secondo le relazioni:

$$\text{SEN}(\text{Alfa}_{AB}) = (\text{LatoA} - \text{LatoB}) / 2$$

$$\text{SEN}(\text{Alfa}_{CD}) = (\text{LatoC} - \text{LatoD}) / 2$$

$$D_{AB} = P * \text{SEN}(\text{Alfa}_{AB})$$

$$D_{CD} = P * \text{SEN}(\text{Alfa}_{CD})$$

dove LatoA, LatoB, LatoC e LatoD sono le misure dei seni degli angoli alle varie quote, Alfa_AB e Alfa_CD sono gli angoli di deviazione dalla verticale nei due piani ortogonali e D_AB e D_CD sono le deviazioni dalla verticale nel piano AB e nel piano CD; P è l'intervallo di misura detto passo.

Mediante le formule del calcolo vettoriale si ricava la deviazione, che ha come modulo il valore D pari a:

$$D = \text{Sqr} (D_{AB}^2 + D_{CD}^2)$$

e come direzione l'angolo Alfa rispetto agli assi AB e CD:

$$\text{Alfa} = \text{ArcTan} (D_{AB} / D_{CD})$$

Questo procedimento viene ripetuto per ciascuna quota, ottenendo l'elaborazione in assoluto per punti (deviazione incrementale); sommando in maniera vettoriale tutti i contributi a partire dal basso si ottiene l'elaborazione in assoluto per sommatoria (deviazione cumulativa), che rappresenta la reale posizione del tubo rispetto alla verticale. Questa elaborazione viene generalmente visualizzata per la sola lettura di zero, al fine di controllare la verticalità del tubo.

Ripetendo le misure a distanza di tempo è possibile confrontare la deviazione del tubo rispetto a quella che aveva alla lettura di zero: questo calcolo, eseguito come differenza tra vettori, fornisce l'elaborazione in differenziale. Mediante l'elaborazione in differenziale viene

calcolato lo spostamento avvenuto fra le letture: lo spostamento per punti mostra il contributo di ciascuna quota, mentre lo spostamento risultante, ottenuto sommando in maniera vettoriale tutti i contributi a partire dal basso, fornisce il totale del movimento.

La direzione del movimento è indicata dall'Azimut, angolo che è formato tra la direzione del vettore spostamento risultante, ed il Nord geografico; anche per questo angolo viene adottata la convenzione di misurarlo da Nord verso Est nel campo 0°-360°.

La Tabella seguente riassume le specifiche del tubo: le coordinate sono state ottenute mediante GPS non differenziale e sono affette da un errore stimabile nell'ordine dei 10 m, mentre la quota del tubo è stata ricavata dalla Cartografia Tecnica della Regione Toscana.

Tubo I3	Lunghezza tubo	14.5 m
	Correzione azimutale:	N 216° E
	Quota testa tubo:	185 m slm
	Coordinate GPS:	N 43.781989° E 11.426906°
	Data lettura di zero:	27/04/2001

3 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- ubicazioni del tubo inclinometrico
- tabelle (ultima lettura):
 - dati di campagna
 - elaborazione in differenziale - calcolo vettoriale dal basso: spostamento differenziale, azimut differenziale, spostamento risultante, azimut risultante
- grafici (tutte le letture):
 - profondità/azimut differenziale e profondità/spostamento differenziale (per punti)
 - profondità/azimut risultante e profondità/spostamento risultante (per sommatoria)
 - spostamento risultante in proiezione zenitale (assi Nord-Sud e Est-Ovest).
- documentazione fotografica tubo I3 (non accessibile)

4 Caratteristiche della strumentazione

Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagine è così composto

- Sonda inclinometrica biassiale tipo a servoaccelerometri *SEGEA* mod. *MK4*:
 - Campo di misura operativo $\pm 30^\circ$ dalla verticale
 - Linearità 0.02 % F.S.
 - Temperatura di esercizio da -5°C a $+60^\circ\text{C}$
 - Deriva di sensibilità $\pm 0.15\%$ della lettura per $^\circ\text{C}$

- Deriva di zero $\pm 0.01\%$ F.S. per °C
 - Lunghezza di riferimento 500 mm
 - Centralina di acquisizione automatica dati *Geotechnical Instrument*.
 - Risoluzione 16 bit (0.0001 sen α)
 - Campo di misura ± 0.50 m
 - Cavi multipolari inestensibili di lunghezza di 35 e 80 m con tacche di misura ogni 50 cm
-
-



IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC

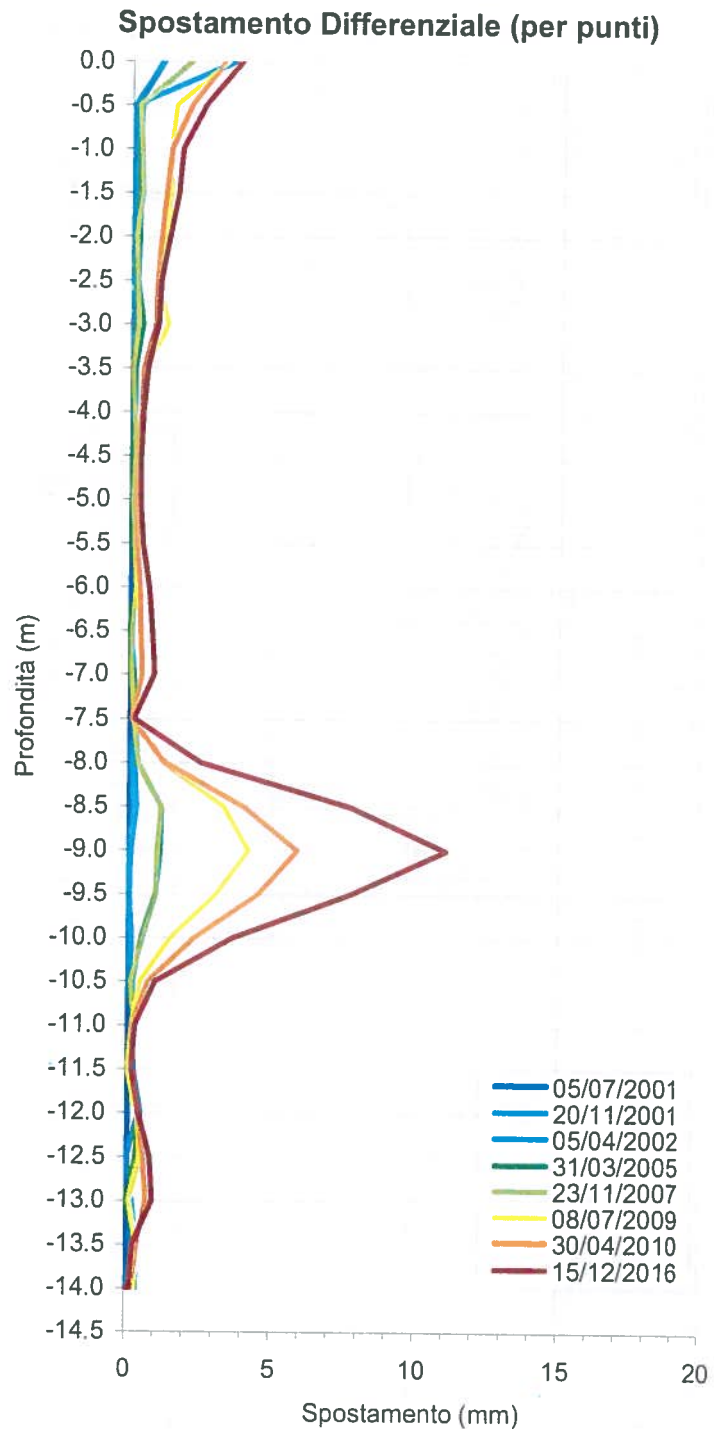
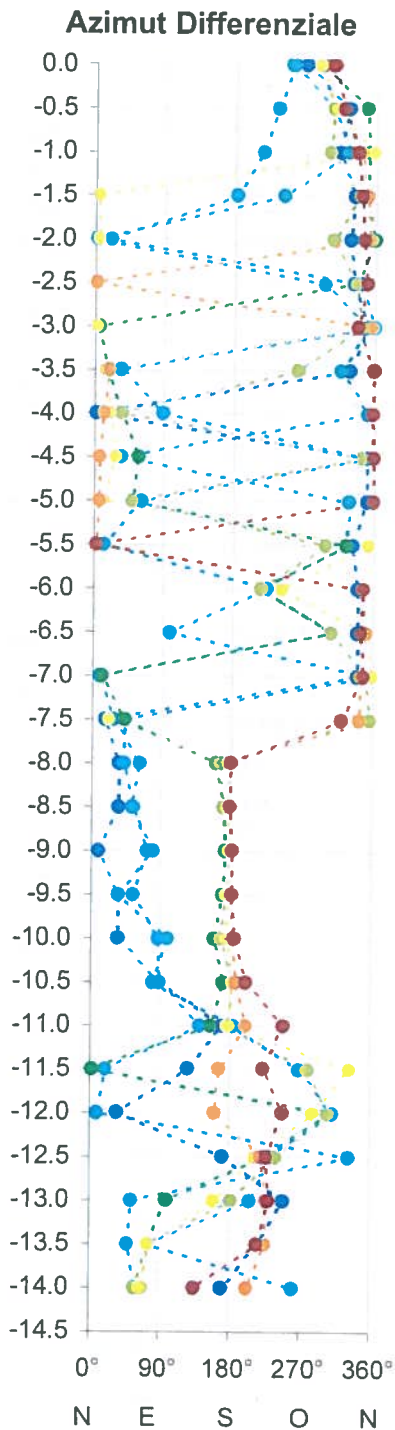
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Rapporto di prova n. 364/16

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: I3
Data lettura di zero: 27/04/2001
Correzione azimutale: N 216°E

Coordinate: N 43.781989° E 11.426906°
Quota testa tubo: 185.0
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)



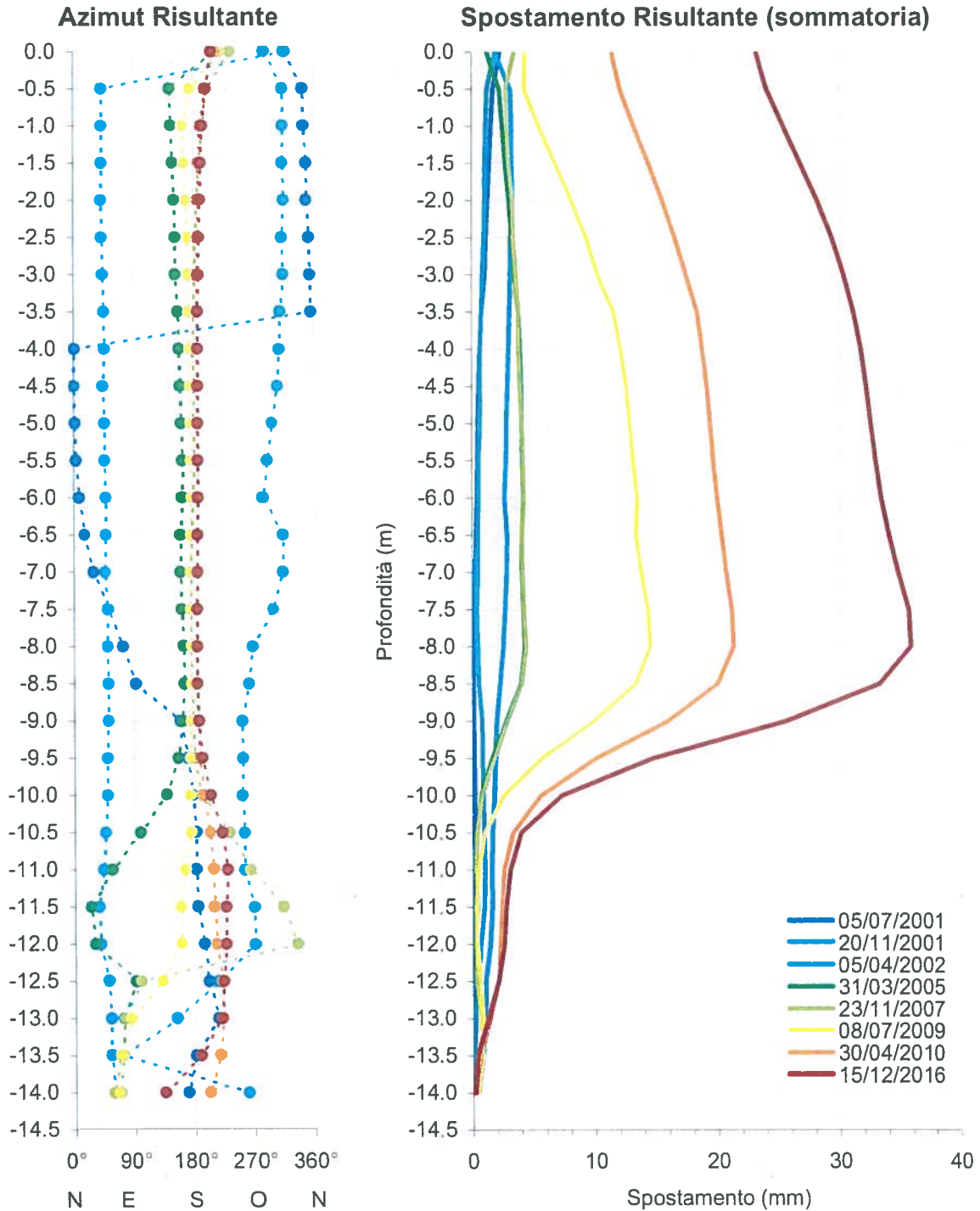


Rapporto di prova n. 364/16

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: I3
Data lettura di zero: 27/04/2001
Correzione azimutale: N 216°E

Coordinate: N 43.781989° E 11.426906°
Quota testa tubo: 185.0
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)





IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/S1'C

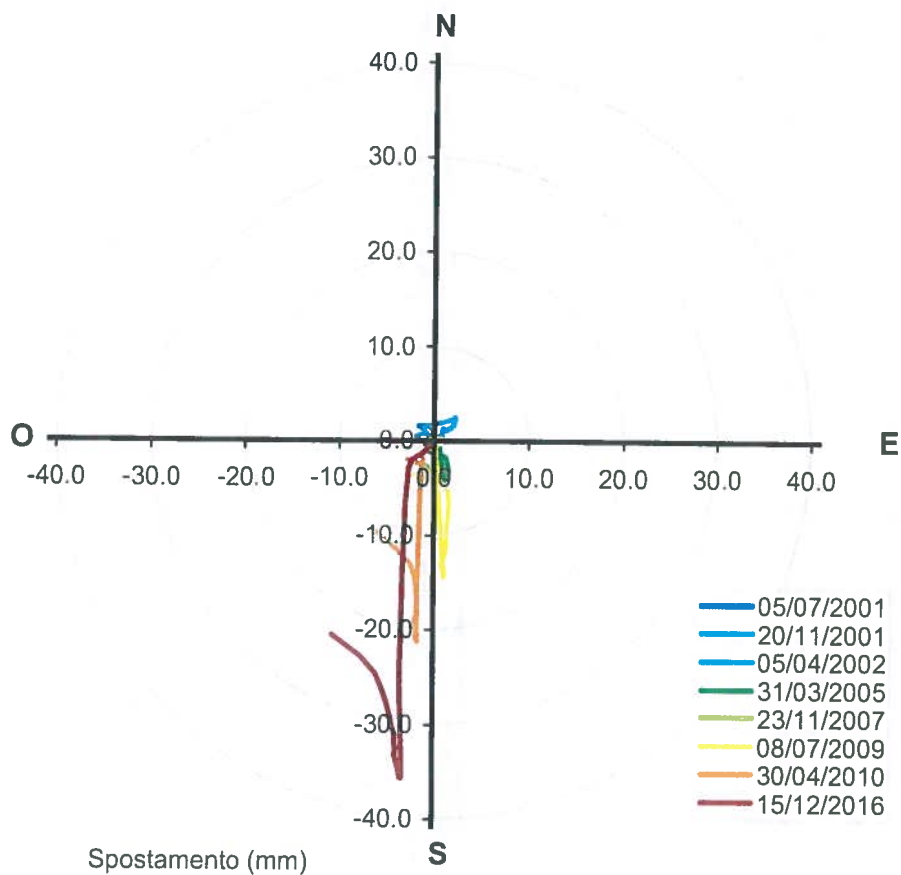
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Rapporto di prova n. 364/16

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: I3 Coordinate: N 43.781989° E 11.426906°
Data lettura di zero: 27/04/2001 Quota testa tubo: 185.0
Correzione azimutale: N 216°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Direzione (proiezione zenitale)



Allegato B5

**Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di S. Martino a Quona – I° e II°
stralcio
(Ing. D.Lapi, marzo 2008)**

- relazione tecnica generale**
- stralci significativi delle tavole progettuali 2, 2a, e 3**

COMUNE DI PONTASSIEVE
loc. San Martino a Quona

**PROGETTO DI BONIFICA DEL VERSANTE PER
L'AMPLIAMENTO DEL CIMITERO DI SAN
MARTINO A QUONA I- II STRALCIO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

Richiedente: Confraternita di Misericordia di
Pontassieve

Marzo 2008

Il Direttore dei Lavori

Il progettista

Sommario

Sommario	2
GENERALITA'.....	2
DESCRIZIONE.....	3
Normativa italiana - Leggi e decreti.....	4
Relazione geotecnica.....	5
MATERIALI IMPIEGATI.....	6
descrizione delle opere di contenimento.....	7
paratie.....	7
armature.....	7
tiranti.....	7
Calcoli e verifiche.....	7
Analisi dei carichi.....	8
Sollecitazioni massime.....	9
verifiche dei tiranti.....	9
Allegati di calcolo.....	12
Metodo di analisi.....	13
PARATIA TIPO 3.....	16

GENERALITA'

Scopo del presente studio è la progettazione delle opere di bonifica del versante interessato dai lavori di ampliamento del cimitero della Misericordia di Pontassieve in località San Martino a Quona. Il progetto prevede l'espansione del cimitero mediante la realizzazione di due complessi di loculi, uno disposto lungo lo sviluppo di Via San Martino a Quona e l'altro al margine di monte dell'area in oggetto, e di un nuovo campo di inumazione.

DESCRIZIONE

Come si evince dalla relazione geologica redatta dal Dott. Geol. Enrico Focardi, l'area in esame è interessata da vari anni da fenomeni di dissesto, imputabili ad un lento movimento della coltre superficiale conseguente ad una eccessiva imbibizione dei materiali, causata dal divagare incontrollato dell'acqua di falda. L'interruzione di un piccolo impluvio che agiva da dreno per l'area oggetto di studio, ha provocato il diffondersi dell'acqua nelle aree adiacenti dando luogo al processo di ammolimento e mobilizzazione della copertura.

Dalle analisi svolte è stato verificato che l'oscillazione della falda può indurre fenomeni di instabilità del versante pertanto, con la presente si individuano anche gli interventi previsti per l'abbattimento ed il controllo della stessa.

Gli interventi di progetto sono stati suddivisi in due stralci funzionali così suddivisi:

INTERVENTI I STRALCIO

Si prevede la realizzazione delle seguenti opere di drenaggio:

- Cinque **pozzi non strutturali drenanti** nel tratto di monte del nuovo campo di inumazione che raccoglieranno le acque fino ad una profondità di circa 7.0 mt dal piano campagna. I pozzi saranno in comunicazione tra loro e riverseranno le acque drenate in un avanpozzo posto a valle del campo di inumazione.
- **Trincee drenanti** che si svilupperanno al di sotto del nuovo campo di inumazione per consentire l'abbattimento della falda al di sotto della quota di inumazione.
- **Zanelle e fossette** per la regimazione delle acque meteoriche, anche nella porzione oggetto degli interventi del II stralcio.

INTERVENTI II STRALCIO

Per la realizzazione del complesso di loculi sul margine di monte dell'area, si prevede la realizzazione di sbancamenti di terreno compresi tra 5.0 e 7.8 mt circa. A tal fine si rende necessaria la realizzazione di una **paratia di pali in c.a. intirantata**. La paratia presenta uno sviluppo in pianta di circa 110 mt e sarà realizzata mediante pali d. 800 mm differenziati secondo tre distinte tipologie, come approfondito nei paragrafi successivi. I pali saranno rilegati in testa da un cordolo in c.a. e saranno dotati di tiranti definitivi. La paratia sarà dotata inoltre di un drenaggio delle acque ipodermiche a tergo del cordolo in c.a. e di una zanella riportata sulla testa del cordolo per la raccolta delle acque meteoriche, che si sostituirà alla fossetta già realizzata nel I stralcio. Inoltre, per diminuire le spinte neutre indotte dalla falda, sul fronte della paratia saranno disposti due ordini di canne drenanti della lunghezza di 10 mt disposte a quinconce.

Paratia tipo 1	
L	9.5 mt

Pali 800	23
Lunghezza globale	27.2 mt
Tiranti definitivi	7

Paratia tipo 2	
L	11.0 mt
Pali 800	29
Lunghezza globale	36.6 mt
Tiranti definitivi	9

Paratia tipo 3	
L	15.0 mt
Pali 800	48
Lunghezza globale	48.0 mt
Tiranti definitivi	16

I citati stralci risultano essere funzionali in se stessi e possono essere realizzati in tempi diversi, in quanto l'esecuzione del I stralcio non influenza la stabilità delle aree relative al secondo, anzi ne produce comunque una riduzione del rischio poiché sono previsti gli interventi di regimazione delle acque meteoriche ed ipodermiche. Ovviamente la bonifica totale di tutta l'area oggetto di studio avverrà solo al completamento di entrambi gli stralci funzionali.

NORMATIVA ITALIANA - LEGGI E DECRETI

- DM 11 marzo 1988. "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" - Circ.Dir.Centr.Tecn. N° 97/81
- Circolare ministeriale Ministero LL.PP. n°30483 del 24 settembre 1988
- Circolare ministeriale ministero LL.PP.n°218/24/3 del 9 gennaio 1996
- UNI ENV 1997-1:1997 "Progettazione Geotecnica – Parte 1"
- UNI-ENV 1998-2:1998 "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture" - Parte 2 "Ponti".
- UNI-ENV 1998-5:1998 "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture" - Parte 5 "Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnica".
- ENV 1993-5:1998 "Design of steel structures" – Parte 5 "Piling"
- Legge 1086 del 5/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica"
- D.M. 14 febbraio 1992 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- DM 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- D.M. 09/01/96 "Norme tecniche per l'esecuzione di opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. 16/01/96 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. 14/09/2005 "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 4/7/96 - Circolare del Servizio tecnico centrale del Ministero LL. PP. n. 156AA.GG./STC Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e carichi e sovraccarichi" di cui al DM 16/1/96
- Circolare 15/10/96 - Circolare del Servizio tecnico centrale del Ministero LL.PP. n. 252 AA.GG./STC: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per l'esecuzione di opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche." di cui al DM 9/1/96

Raccomandazioni italiane

- AICAP (1993) "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce". Raccomandazioni

RELAZIONE GEOTECNICA

Sulla base delle indagini geologiche si può ricostruire il seguente schema stratigrafico:

- Suolo e/o riporti per uno spessore di circa 1.0-1.5 mt;
- Argille e limi argillosi, molto alterati di media consistenza, con spessore da 3 a 6 mt;

- Limi argillosi da consistenti a molto consistenti (Nspt=22) con spessore da 3 a 6 mt;
- Substrato costituito da argilliti e marne, di consistenza definibile "dura" (Nspt a rifiuto).

Per quanto riguarda i parametri geotecnici, ai fini della modellazione degli elementi strutturali, si è fatto riferimento, in accordo col geologo, alla seguente situazione:

orizzonte campale:

peso di volume	$\gamma = 1.6 - 1.9 \text{ t/m}^3$
angolo di attrito	$\phi' = 18^\circ$
coesione	$c' = 0.02 \text{ kg/cm}^2$
spessore	$sp = 5.5 \text{ mt}$

argille consistenti:

peso di volume	$\gamma = 1.6 - 1.9 \text{ t/m}^3$
angolo di attrito	$\phi' = 20^\circ$
coesione	$c' = 0.15 \text{ kg/cm}^2$
spessore	$sp = 4.5 \text{ mt}$

argilliti dure:

peso di volume	$\gamma = 1.8 - 2.0 \text{ t/m}^3$
angolo di attrito	$\phi' = 23^\circ$
coesione	$c' = 0.3 \text{ kg/cm}^2$

MATERIALI IMPIEGATI

1) Conglomerati cementizi.

Conglomerato cementizio per fondazioni.

Il conglomerato cementizio per fondazioni è usato per i getti dei cordoli; deve essere confezionato secondo le disposizioni di legge vigenti e deve avere resistenza caratteristica a 28 giorni pari a $R'_{ck} 300 \text{ kg/cm}^2$.

Iniezioni pali.

I pali una volta trivellati dovranno essere gettati con malta cementizia e sabbia fluidificata, a pressione iniettando almeno 1.2 volte il volume trivellato, la resistenza caratteristica dovrà essere non inferiore a 300 kg/cm^2 .

2) Armature per cemento armato.

Le armature per il cemento armato devono essere di acciaio ad aderenza migliorata FeB 44 K controllato in stabilimento e devono essere conformi alle normative vigenti.

La massima tensione di trazione è assunta pari a $\sigma_{amm} = 2.600 \text{ kg/cm}^2$.

3) Tiranti tipo tensacciai definitivi, in acciaio armonico ad alta resistenza composti da trefoli di diametro pari a 0.6" ed aventi le seguenti caratteristiche meccaniche (dati riferiti al singolo trefolo):

- Diametro nominale 15.20 mm;
- Sezione nominale 140 mm^2 ;
- Massa nominale 1.1 kg/m;
- Rilassamento dopo 1000 ore al 70% del carico di rottura $\leq 2.5 \%$;
- Tensione caratteristica all'1% di deformazione $f_{p(1)\%} = 1670 \text{ MPa}$;

- Tensione caratteristica di rottura $f_{ptk} = 1860$ MPa;
- Modulo elastico $E = 195 \pm 10$ GPa.

5) Boiaccia di cemento con fluidificanti r45 per iniezioni.

DESCRIZIONE DELLE OPERE DI CONTENIMENTO

PARATIE

Come già visto in precedenza, per la messa in sicurezza del movimento franoso saranno realizzati due ordini di paratie costituite da:

- PARATIA tipo 1 - 23 pali $\Phi 800$ interasse 1.2 mt, Hdiaframma = 9.5 mt, 7 tiranti a 4 trefoli L = 25.0 mt (13.0 mt + 12.0 mt di bulbo attivo) con inclinazione pari a 30° e interasse pari a 4.0 mt;
- PARATIA tipo 2 - 29 pali $\Phi 800$ interasse 1.2 mt, Hdiaframma = 11.0 mt, 9 tiranti a 4 trefoli L = 25.0 mt (13.0 mt + 12.0 mt di bulbo attivo) con inclinazione pari a 30° e interasse pari a 4.0 mt;
- PARATIA tipo 3 - 48 pali $\Phi 800$ interasse 1.0 mt, Hdiaframma = 15.0 mt, 16 tiranti a 4 trefoli L = 25.0 mt (13.0 mt + 12.0 mt di bulbo attivo) con inclinazione pari a 30° e interasse pari a 3.0 mt.

ARMATURE

Per quanto riguarda l'armatura dei pali si prevedono:

- PARATIA tipo 1 - n° 16 $\Phi 16$, racchiusi da staffe elicoidali $\Phi 10$ passo 25 cm.
- PARATIA tipo 2 - n° 20 $\Phi 16$, racchiusi da staffe elicoidali $\Phi 10$ passo 20 cm.
- PARATIA tipo 3 - n° 20 $\Phi 20$, racchiusi da staffe elicoidali $\Phi 10$ passo 12.5 cm.

Le teste dei pali saranno rilate tra loro mediante cordoli in c.a. 160 x 70 cm, armati con 28 $\Phi 16$ (9+9 orizzontali e 5+5 verticali). Sono previsti staffoni $\Phi 16/25$ ". In prossimità dei tiranti saranno previste delle armature di rinforzo, come da elaborati grafici.

TIRANTI

Saranno realizzati tiranti definitivi a 4 trefoli di lunghezza complessiva pari a 25 mt (13 mt + 12.0 mt di bulbo attivo). In direzione orizzontale i tiranti saranno posti ad un interasse pari a 4.0 mt e inclinazione pari a 30° (PARATIA tipo 1 e 2), interasse pari a 3.0 mt e inclinazione pari a 30° (PARATIA tipo 3). Per ciascun tirante si prevede una tesatura pari a 20 tons.

CALCOLI E VERIFICHE

La verifica delle opere strutturali e' stata condotta ipotizzando tre valori del fronte di scavo a cui corrispondono tre tipologie distinte di paratia:

- Paratia tipo 1 – altezza fuori terra pari a 5.0 mt;
- Paratia tipo 2 – altezza fuori terra pari a 6.0 mt;

- Paratia tipo 3 – altezza fuori terra pari a 7.8 mt.

ANALISI DEI CARICHI

Oltre al peso proprio delle strutture si considera:

- a) Spinta delle terre
Si fa riferimento ai parametri riportati nella relazione geologico-tecnica. Si considera la variazione della pressione delle terre dovuta al variare delle caratteristiche geotecniche degli strati di terreno interessati.
- b) Sovraccarico a monte della paratia
Non essendo possibile schematizzare il profilo di monte con un angolo maggiore dell'angolo di attrito dello strato superficiale, si tiene conto del maggior quantitativo di terreno presente a monte inserendo un carico permanente pari a 1000 kg/mq.
- c) Sovraccarico a valle della paratia
La presenza dei loculi immediatamente a valle della paratia è stata schematizzata mediante l'applicazione di un sovraccarico di 7000 kg/m².
- d) Azione della falda
Per quanto riguarda la presenza della falda si è invece assunta la presenza d'acqua alla profondità di 3.0 mt nel tratto a monte della paratia e alla quota dello scavo nel tratto di valle.
- e) Azione sismica
Il comune di Pontassieve, secondo la zonizzazione sismica è classificato in zona 3S (S = 9), per cui ai fini dell'analisi sismica si utilizza un coefficiente di intensità sismica pari a 0.07 .

Tali carichi sono stati cumulati secondo l'espressione agli stati limite ultimi, in maniera tale da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della ridotta probabilità di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli. Si adotteranno le combinazioni espresse simbolicamente come segue:

$$Fd = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_q \cdot (\psi_{0i} \cdot Q_{ik})$$

dove

G_k rappresenta il valore caratteristico delle azioni permanenti (peso proprio, spinta delle terre e sovraccarico a valle della paratia);

Q_{1k} rappresenta il valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione;

Q_{ik} rappresentano i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;

ψ_{0i} rappresentano i coefficienti di combinazione allo stato limite ultimo, da determinarsi sulla base di considerazioni statistiche, per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

$$\gamma_g = 1.4$$

$$\gamma_q = 1.5$$

Nella espressione di F_d ciascuna azione variabile deve essere di volta in volta assunta come azione di base della combinazione.

Nel caso in esame, si è fatto riferimento alle combinazioni dei vari carichi permanenti in gioco sia in fase statica che in fase dinamica.

SOLLECITAZIONI MASSIME

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime ottenute per metro di paratia e il tiro massimo sui tiranti secondo le due combinazioni di carico eseguite, ottenuti mediante il software di calcolo agli elementi finiti **PAC 9.0** prodotto dalla *Aztec Informatica*.

- PARATIA tipo 1

SOLLECITAZIONI MASSIME PER METRO DI PARATIA	M (kgm)	T (kg)	Tiro max sul tirante (kg)
STATICA	-14218	7152	30798
DINAMICA	-14607	7667	35156

- PARATIA tipo 2

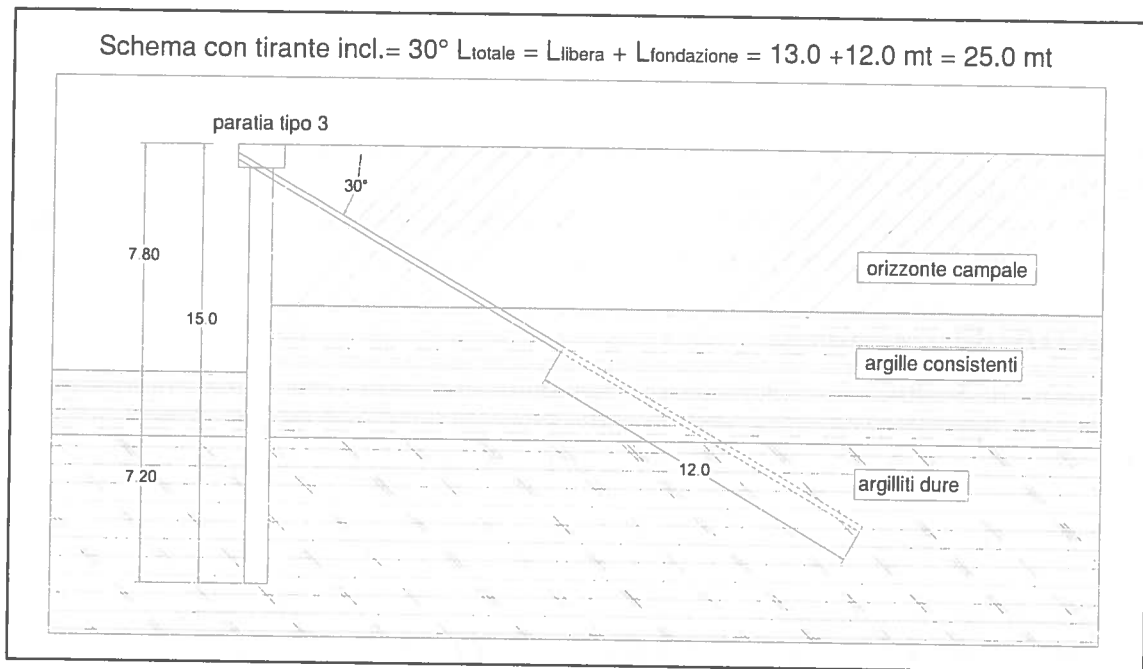
SOLLECITAZIONI MASSIME PER METRO DI PARATIA	M (kgm)	T (kg)	Tiro max sul tirante (kg)
STATICA	-17335	9085	36404
DINAMICA	-17667	9836	41921

- PARATIA tipo 3

SOLLECITAZIONI MASSIME PER METRO DI PARATIA	M (kgm)	T (kg)	Tiro max sul tirante (kg)
STATICA	-30732	16691	38327
DINAMICA	-31753	17957	44780

VERIFICHE DEI TIRANTI

- Si esegue la verifica del tirante più sollecitato, ovvero quello appartenente alla paratia tipo 3, secondo lo schema riportato qui di seguito:



Il tratto attivo viene ammorsato sia nelle argille consistenti che nelle argilliti dure per una lunghezza pari a $L_f = 12.0 \text{ mt}$ che dovrà sopportare un carico massimo approssimato a 46 tons. Per quanto riguarda la verifica allo sfilamento, saranno assunti i valori delle tabelle relativi a "limi e argille", considerando, in favore di sicurezza, che tutto l'ammorsamento avvenga nelle argille consistenti caratterizzate da un valore di $N_{spt} = 22$.

CARATTERISTICHE TIRANTE			
N		4	N = numero trefoli
As	[mmq]	139	A_s = area del singolo trefolo
L_f	[mt]	12	L_f = lunghezza fondazione (bulbo attivo)
D	[mt]	0.2	D = diametro del foro di perforazione
int	[mt]	3	int = interasse tiranti
incl	[°]	30	incl = inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale
E	[N/mmq]	200000	E = modulo di Young acciaio tiranti
$f_{p1;k}$	[N/mmq]	1670	$f_{p1;k}$ = tensione caratteristica all'1% di deformazione totale
f_{ptk}	[N/mmq]	1860	f_{ptk} = tensione caratteristica di rottura

VERIFICA DELLA ROTTURA DELL'ARMATURA			
$Rad = f_{p1;d} = f_{p1;k} \times N \times A_s / 1.15$			
Rad	[kN]	807.4	Rad = resistenza di calcolo
Fad	[kN]	450.0	Fad = massima sollecitazione sul tirante
$Fad \leq Rad$		verificato	

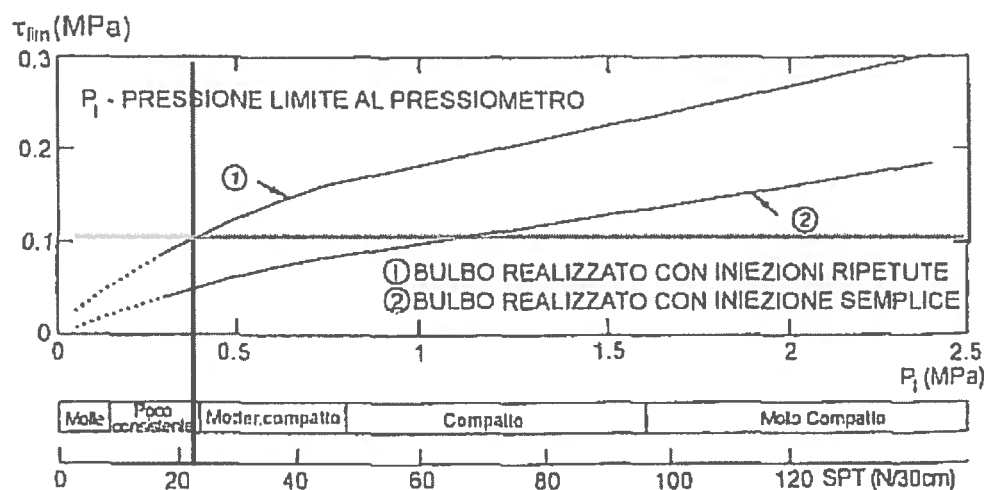
Per la verifica a sfilamento si accosta il comportamento del terreno di fondazione del tirante a quello di una marna calcarea, secondo i valori proposti dalle seguenti tabelle.

TERRENO	iniezione IRS	iniezione IGU
ghiaia	1.8	1.3-1.4
ghiaia sabbiosa	1.6-1.8	1.2-1.4
sabbia ghiaiosa	1.5-1.6	1.2-1.3
sabbia grossolana	1.4-1.5	1.1-1.2
sabbia media	1.4-1.5	1.1-1.2
sabbia fine	1.4-1.5	1.1-1.2
sabbia limosa	1.4-1.5	1.1-1.2
limo	1.4-1.6	1.1-1.2
argilla	1.8-2.0	1.2
marna	1.8	1.1-1.2
marna-calcare	1.8	1.1-1.2
roccia alterata	1.2	1.1

IRS: iniezione ripetuta e selettiva;
IGU: iniezione globale e unica

Tab.1 – Valutazione del parametro α

Per valutare il valore dell'aderenza terreno-fondazione si è fatto riferimento alla tabella seguente che fornisce il valore di τ_{lim} in funzione del valore Nspt. In favore di sicurezza si è assunto il valore di Nspt = 22, rappresentativo delle argille consistenti.



Tab.2 - Diagramma per il calcolo del valore di τ_{lim} per arenarie, marne e marne calcaree

VERIFICA A SFILAMENTO (Bustamante Doix)

$N_{lim,ef} = \tau_{lim} \times \pi \times L_f \times D_s$ $N_{lim,ef}$ = tiro massimo sopportabile dal bulbo di ancoraggio

tipo di terreno argille e limi
 tipo di iniezione ripetuta
 tipo di tiranti definitivi

$D_s = \alpha \times D$

α		1.8	α = parametro dipendente dal terreno e dal tipo di iniezione
D_s	[mt]	0.36	D_s = diametro effettivo del bulbo di ancoraggio
τ_{lim}	[kPa]	100	τ_{lim} = aderenza limite fondazione-terreno
$N_{lim,ef}$	[kN]	1357	$N_{lim,ef}$ = tiro massimo sopportabile dal bulbo di ancoraggio
β		1.15	β = coefficiente di caduta di tensione
FS		2.5	FS = fattore di sicurezza

$F_{ad} \leq N_{lim,ef} / (FS \times \beta)$ **verificato**

VERIFICA ADERENZA ACCIAIO-MALTA DI INIEZIONE

$L_{ff,min} = F_{ad} / (\pi \times d \times \tau_{c0} \times \omega)$

F_{ad}	[kN]	450.0	F_{ad} = massima sollecitazione sul tirante
d	[m]	0.053	d = somma dei diametri dei trefoli disposti nel tirante
R_{bk}	[MPa]	30	R_{bk} = resistenza caratteristica della malta
τ_{c0}	[kPa]	600	τ_{c0} = resistenza tangenziale limite della malta
ω		0.775	ω = coefficiente correttivo dipendente dal numero di trefoli

$L_{ff,min}$ [m] 5.79 $L_{ff,min}$ = lunghezza necessaria a garantire l'aderenza malta-armatura

$L_{ff,min} \leq L_f$ **verificato**

ALLEGATI DI CALCOLO

Si riportano di seguito gli output di calcolo relativi alla paratia maggiormente sollecitata, ovvero la **paratia tipo 3** ottenuti mediante il software di calcolo **PAC 9.0** prodotto dalla **Aztec Informatica**.

METODO DI ANALISI

Calcolo della spinte

Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il valore della spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo).

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni si ricava il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume efficace

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione esercitata dall'acqua.

Il regime di filtrazione della falda può essere *idrostatico* o *idrodinamico*.

Nell'ipotesi di regime idrostatico sia la falda di monte che di valle viene considerata statica, la pressione in un punto a quota h al di sotto della linea freatica sarà dunque pari a:

$$\gamma_w \times h$$

Spinta in presenza di sisma

Per tenere conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di **Mononobe-Okabe** (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con W il peso del cuneo e con C il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con S la spinta calcolata in condizioni statiche e con S_s la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 2/3 dell'altezza della parete stessa (diagramma triangolare con vertice in basso).

Analisi ad elementi finiti

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia I e l'area A per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta L la lunghezza libera del tirante, A_t l'area di armatura nel tirante ed E_s il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad L , area A_t , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico E_s . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidità della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo, k , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo $[F/L^3]$. È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se (m è l'interasse fra le molle (in cm) e b è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ($b=100$ cm) occorre ricavare l'area equivalente, A_m , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicato con E_m il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in Kg/cm^2), l'equivalenza, in termini di rigidità, si esprime come

$$A_m = 10000 \times \frac{k \Delta_m}{E_m}$$

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidità flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidità di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidità degli elementi della paratia (elementi a rigidità flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidità dei tiranti (solo rigidità assiale) e delle molle (rigidità assiale).

Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore X_{max} ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione p_{max} . Tale pressione p_{max} può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale (K matrice di rigidità, u vettore degli spostamenti nodali, p vettore dei carichi nodali)

$$Ku=p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale p_0 , fino a raggiungere il carico totale p . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riassemblata escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidità è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riassemblaggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei

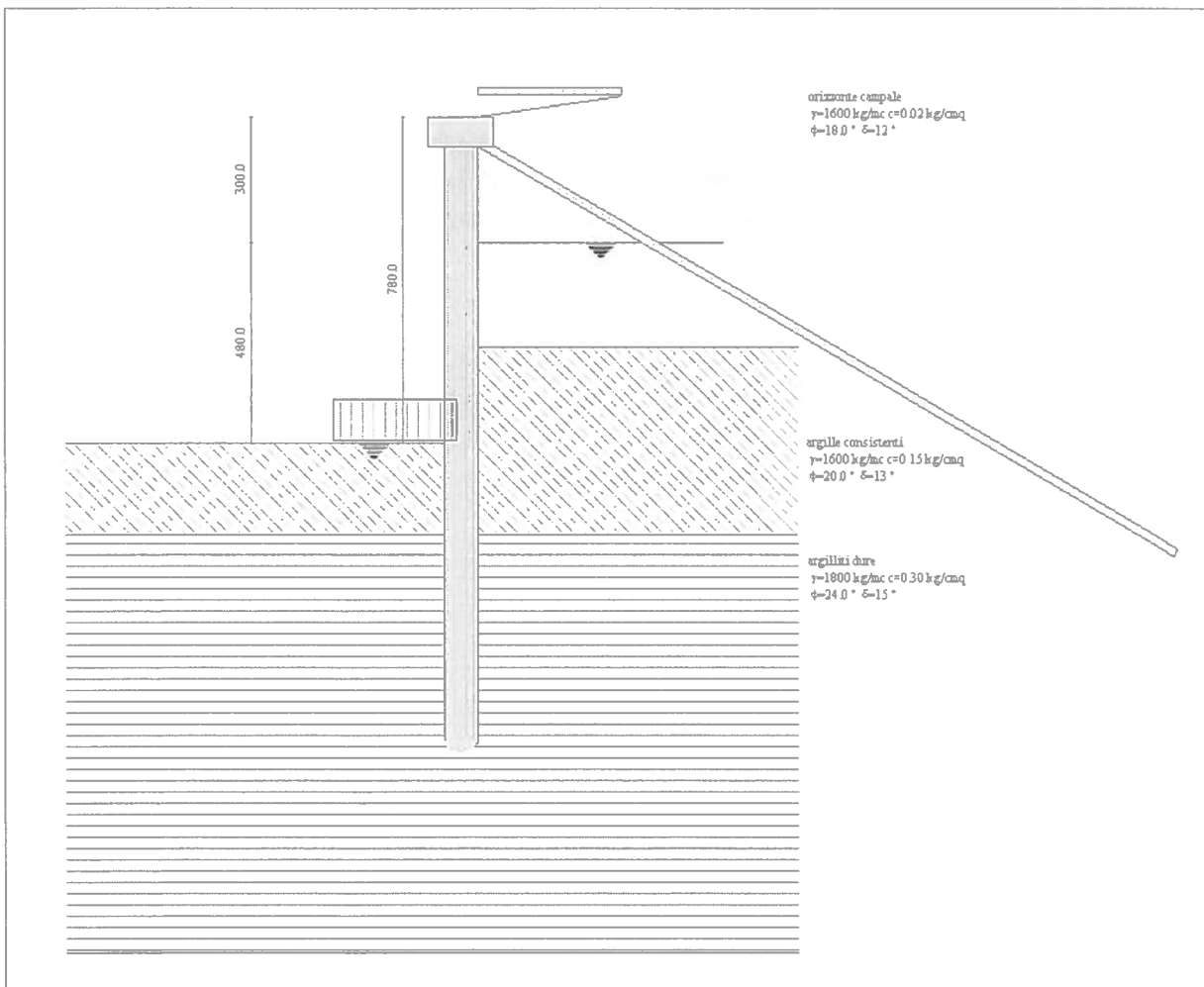
vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

PARATIA TIPO 3

Geometria paratia

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

Tipo di paratia	Paratia di pali
Altezza fuori terra [m]	7.80
Lunghezza paratia [m]	48.00
Profondità di infissione [m]	7.20
Altezza totale della paratia [m]	15.00
Numero di file di pali	1
Interasse fra i pali [m]	1.00
Diametro dei pali [cm]	80.00
Numero totale di pali	48
Numero di pali per metro lineare	1.00



Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N	X	Y	A
1	3.50	0.50	8.13

Profilo di valle

N	X	Y	A
1	-10.00	-7.80	0.00

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
γ	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_w	peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
ϕ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kg/cm ^q]

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ	δ	c
1	orizzonte campale	1600	1900	18	12.00	0.020
2	argille consistenti	1600	1900	20	13.00	0.150
3	argilliti dure	1800	2000	24	15.00	0.300

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
α	inclinazione dello strato espressa in GRADI(°)
it	indice terreno dello strato

Nr.	sp	α	kw	it
1	5.50	0.00	0.46	1
2	4.50	0.00	1.71	2
3	10.00	0.00	4.12	3

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia [m] 3.00

Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia [m] 7.80

Regime delle pressioni neutre: idrodinamico

Caratteristiche materiali utilizzati

Calcestruzzo

Peso specifico	2500 kg/mc
Resistenza caratteristica a compressione R_{bk}	300 kg/cm ^q
Tensione ammissibile a compressione σ_c	98 kg/cm ^q
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c0}	6.0 kg/cm ^q
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c1}	18.3 kg/cm ^q

Acciaio

Tipo	FeB44K
Tensione ammissibile σ_{fa}	2600 kg/cm ^q
Tensione di snervamento f_{yk}	4400 kg/cm ^q

Malta utilizzata per i tiranti

Resistenza caratteristica a compressione R_{bk} 300 kg/cmq

Tensione tangenziale ammissibile τ_{c0} 6.0 kg/cmq

Tensione tangenziale ammissibile τ_{c1} 18.3 kg/cmq

Acciaio utilizzato per i tiranti

Tipo Precomp

Tensione ammissibile σ_{fa} 10000.0 kg/cmq

Tensione di snervamento f_{yk} 16000.0 kg/cmq

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

F_x Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle

F_y Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso

M Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante

Q_i, Q_f Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]

V_i, V_s Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle

R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 2

Carico distribuito sul profilo $X_i = -3.50$ $X_f = -0.50$ $Q_i = 7000$ $Q_f = 7000$

Condizione n° 3

Carico distribuito sul profilo $X_i = 0.00$ $X_f = 3.50$ $Q_i = 1000$ $Q_f = 1000$

Descrizione tiranti di ancoraggio

Tiranti attivi armati con trefoli

Numero di file di tiranti 1

Simbologia adottata

N numero d'ordine della fila

Y ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia

$nr.$ numero di tiranti della fila

D diametro della perforazione espresso in [cm]

α inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]

ALL allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)

At area del singolo trefolo espressa in [cmq]

nt numero di trefoli del tirante

T tiro iniziale espresso in [kg]

N	Y	$nr.$	D	α	ALL	At	nt	T
1	0.35	16	20.00	30.00	Sfalsati	1.39	4	20000

Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1

Spinta terreno

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

Condizione 1 (Sisma) x 1.00
Condizione 2 (sovraccarico loculi) x 1.00
Condizione 3 (sovraccarico terreno eccedente)x 1.00

Combinazione n° 2

Spinta terreno

Condizione 2 (sovraccarico loculi) x 1.00
Condizione 3 (sovraccarico terreno eccedente)x 1.00

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo :

- D.M. 11/03/1988
- D.M. 16/01/1996

Verifica materiali

Tensioni ammissibili

Impostazioni di analisi

Rottura del terreno

Pressione passiva

Sisma

Coefficiente di intensità sismica (percento) 7.00

Forma del diagramma di incremento sismico triangolare con vertice in basso sulla parte fuori terra

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Influenza δ (angolo di strito terreno-paratia)

Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva K_a e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale

Metodo di Fellenius

Coefficiente di sicurezza stabilità globale statico 1.30

Coefficiente di sicurezza stabilità globale sismico 1.30

Verifica a sifonamento

Coefficiente di sicurezza a sifonamento 3.00

Verifica al sollevamento del fondo scavo

Coefficiente di sicurezza al sollevamento del fondo scavo 1.50

Analisi della spinta

Pressioni terreno

Simbologia adottata

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo

Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.

Le pressioni sono tutte espresse in [kg/mq]

σ_{am} sigma attiva da monte

σ_{av} sigma attiva da valle

σ_{pm} sigma passiva da monte

σ_{pv} sigma passiva da valle
 δ_a inclinazione spinta attiva espressa in [°]
 δ_p inclinazione spinta passiva espressa in [°]

Combinazione nr. 1

Nr.	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0.00	1056	0	2933	0	12.0	0.0
4	0.30	1284	0	4059	0	12.0	0.0
7	0.60	1513	0	5156	0	12.0	0.0
10	0.90	1742	0	6253	0	12.0	0.0
13	1.20	1972	0	7350	0	12.0	0.0
16	1.50	2202	0	8447	0	12.0	0.0
19	1.80	2433	0	9543	0	12.0	0.0
22	2.10	2664	0	10446	0	12.0	0.0
25	2.40	2895	0	9976	0	12.0	0.0
28	2.70	3127	0	10991	0	12.0	0.0
31	3.00	3353	0	12000	0	12.0	0.0
34	3.30	3451	0	12807	0	12.0	0.0
37	3.60	3467	0	13602	0	12.0	0.0
40	3.90	3474	0	14403	0	12.0	0.0
43	4.20	3476	0	15210	0	12.0	0.0
46	4.50	3486	0	16021	0	12.0	0.0
49	4.80	3665	0	16836	0	12.0	0.0
52	5.10	3860	0	17653	0	12.0	0.0
55	5.40	4044	0	18459	0	12.0	0.0
58	5.52	2178	0	23990	0	13.0	0.0
61	5.80	2336	0	24794	0	13.0	0.0
64	6.10	2486	0	25703	0	13.0	0.0
67	6.40	2638	0	26613	0	13.0	0.0
70	6.70	2788	0	27522	0	13.0	0.0
73	7.00	2939	0	28432	0	13.0	0.0
76	7.30	3090	0	29341	0	13.0	0.0
79	7.60	3240	0	30250	0	13.0	0.0
82	7.90	3402	0	31159	4417	13.0	0.0
85	8.20	3584	0	32068	5938	13.0	0.0
88	8.50	3767	830	32916	17423	13.0	0.0
91	8.80	3949	1155	33807	24593	13.0	0.0
94	9.10	4131	1352	34715	21553	13.0	0.0
97	9.40	4314	1498	35624	21317	13.0	0.0
100	9.70	4509	1620	36532	9064	13.0	0.0
103	9.98	4671	1717	37334	9180	13.0	0.0
106	10.10	2198	0	48063	17101	15.0	0.0
109	10.40	2361	0	49191	17597	15.0	0.0
112	10.70	2526	0	50339	17476	15.0	0.0
115	11.00	2691	0	51488	17565	15.0	0.0
118	11.30	2856	16	52637	17776	15.0	0.0
121	11.60	3021	108	53786	17093	15.0	0.0
124	11.90	3183	199	54936	17425	15.0	0.0
127	12.20	3348	288	56086	17795	15.0	0.0
130	12.50	3513	344	57236	18193	15.0	0.0

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

133	12.80	3678	209	58242	18612	15.0	0.0
136	13.10	3843	75	59345	19049	15.0	0.0
139	13.40	4008	0	60496	19499	15.0	0.0
142	13.70	4173	0	61646	19961	15.0	0.0
145	14.00	4338	0	62796	20431	15.0	0.0
148	14.30	4502	0	63946	20909	15.0	0.0
151	14.60	4689	0	65096	21394	15.0	0.0
154	14.90	4851	0	66247	21883	15.0	0.0

Combinazione nr. 2

Nr.	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0.00	235	0	2933	0	12.0	0.0
4	0.30	496	0	4059	0	12.0	0.0
7	0.60	755	0	5156	0	12.0	0.0
10	0.90	1016	0	6253	0	12.0	0.0
13	1.20	1277	0	7350	0	12.0	0.0
16	1.50	1539	0	8447	0	12.0	0.0
19	1.80	1802	0	9543	0	12.0	0.0
22	2.10	2064	0	10446	0	12.0	0.0
25	2.40	2327	0	9976	0	12.0	0.0
28	2.70	2590	0	10991	0	12.0	0.0
31	3.00	2848	0	12000	0	12.0	0.0
34	3.30	2978	0	12807	0	12.0	0.0
37	3.60	3025	0	13602	0	12.0	0.0
40	3.90	3063	0	14403	0	12.0	0.0
43	4.20	3097	0	15210	0	12.0	0.0
46	4.50	3139	0	16021	0	12.0	0.0
49	4.80	3350	0	16836	0	12.0	0.0
52	5.10	3576	0	17653	0	12.0	0.0
55	5.40	3792	0	18459	0	12.0	0.0
58	5.52	1938	0	23990	0	13.0	0.0
61	5.80	2125	0	24794	0	13.0	0.0
64	6.10	2308	0	25703	0	13.0	0.0
67	6.40	2491	0	26613	0	13.0	0.0
70	6.70	2673	0	27522	0	13.0	0.0
73	7.00	2855	0	28432	0	13.0	0.0
76	7.30	3037	0	29341	0	13.0	0.0
79	7.60	3219	0	30250	0	13.0	0.0
82	7.90	3402	0	31159	4417	13.0	0.0
85	8.20	3584	0	32068	5938	13.0	0.0
88	8.50	3767	830	32916	17423	13.0	0.0
91	8.80	3949	1155	33807	24593	13.0	0.0
94	9.10	4131	1352	34715	21553	13.0	0.0
97	9.40	4314	1498	35624	21317	13.0	0.0
100	9.70	4509	1620	36532	9064	13.0	0.0
103	9.98	4671	1717	37334	9180	13.0	0.0
106	10.10	2198	0	48063	17101	15.0	0.0
109	10.40	2361	0	49191	17597	15.0	0.0
112	10.70	2526	0	50339	17476	15.0	0.0
115	11.00	2691	0	51488	17565	15.0	0.0
118	11.30	2856	16	52637	17776	15.0	0.0

121	11.60	3021	108	53786	17093	15.0	0.0
124	11.90	3183	199	54936	17425	15.0	0.0
127	12.20	3348	288	56086	17795	15.0	0.0
130	12.50	3513	344	57236	18193	15.0	0.0
133	12.80	3678	209	58242	18612	15.0	0.0
136	13.10	3843	75	59345	19049	15.0	0.0
139	13.40	4008	0	60496	19499	15.0	0.0
142	13.70	4173	0	61646	19961	15.0	0.0
145	14.00	4338	0	62796	20431	15.0	0.0
148	14.30	4502	0	63946	20909	15.0	0.0
151	14.60	4689	0	65096	21394	15.0	0.0
154	14.90	4851	0	66247	21883	15.0	0.0

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 156 elementi fuori terra e 144 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incrementi di carico.

Altezza fuori terra della paratia	[m]	7.80
Profondità di infissione	[m]	7.20
Altezza totale della paratia	[m]	15.00

Forze agenti sulla paratia

Simbologia adottata e sistema di riferimento

Tutte le forze sono espresse in [kg] e si intendono positive se dirette da monte verso valle.

Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia

Y_a rappresenta il punto di applicazione espresso in [m] rispetto alla testa della paratia.

Combinazione nr. 1

	Valore [kg]	Y_a [m]
Spinta agente sulla paratia	18246.11	4.52
Incremento sismico della spinta	3199.86	2.60
Spinta falda sulla paratia	21600.00	8.60
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-37793.13	10.10
Controspinta agente sulla paratia	7677.81	14.30
Componente orizzontale sforzo tiranti	12927.00	0.35
Punto di nullo del diagramma	[m]	7.80
Punto di inversione del diagramma	[m]	10.20
Centro di rotazione	[m]	12.94

Combinazione nr. 2

	Valore [kg]	Y_a [m]
Spinta agente sulla paratia	18317.09	4.51
Spinta falda sulla paratia	21600.00	8.60
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-35369.10	10.12

Controspinta agente sulla paratia	6519.26	14.33
Componente orizzontale sforzo tiranti	11063.92	0.35
Punto di nullo del diagramma	[m]	7.80
Punto di inversione del diagramma	[m]	10.05
Centro di rotazione	[m]	13.01

Analisi dei tiranti

Caratteristiche dei tiranti utilizzati

Simbologia adottata

Y	ordinata della fila rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
nt	numero di tiranti della fila
α	inclinazione dei tiranti della fila espressa in gradi
N	sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
L	lunghezza totale del tirante espressa in [m]
L_f	lunghezza di fondazione tirante espressa in [m]
A_f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
σ_f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]

1 file di tiranti attivi armati con trefoli

Risultati tiranti - Combinazione nr. 1

N°	X	nt	α	N
1	0.35	16	30.00	44780

Risultati tiranti - Combinazione nr. 2

N°	X	nt	α	N
1	0.35	16	30.00	38327

Pressioni orizzontali agenti sulla paratia

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione espressa in [m]
P	pressione sulla paratia espressa in [kg/mq] positiva da monte verso valle

Pressioni terreno - Combinazione nr. 1

N°	Y	P
1	0.00	0.00
4	0.10	1107.49
7	0.25	1219.42
10	0.40	1330.61
13	0.55	1442.21
16	0.70	1554.09
19	0.85	1666.22
22	1.00	1778.53
25	1.15	1891.02
28	1.30	2003.62
31	1.45	2116.35
34	1.60	2229.15
37	1.75	2342.05

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

40	1.90	2455.01
43	2.05	2568.03
46	2.20	2681.09
49	2.35	2794.20
52	2.50	2907.35
55	2.65	3020.54
58	2.80	3133.75
61	2.95	3244.39
64	3.10	3336.04
67	3.25	3371.35
70	3.40	3381.28
73	3.55	3389.27
76	3.70	3396.25
79	3.85	3397.75
82	4.00	3402.46
85	4.15	3400.68
88	4.30	3402.06
91	4.45	3405.50
94	4.60	3454.26
97	4.75	3552.69
100	4.90	3649.44
103	5.05	3744.01
106	5.20	3837.16
109	5.35	3927.08
112	5.50	3052.89
115	5.65	2202.93
118	5.80	2275.79
121	5.95	2349.25
124	6.10	2422.66
127	6.25	2496.28
130	6.40	2570.39
133	6.55	2643.70
136	6.70	2717.01
139	6.85	2790.31
142	7.00	2864.12
145	7.15	2937.43
148	7.30	3010.75
151	7.45	3084.07
154	7.60	3157.41
157	7.75	3231.29
1	7.80	-1028.70
4	7.95	-1138.82
7	8.10	-1359.78
10	8.25	-3641.73
13	8.40	-8404.57
16	8.55	-12398.14
19	8.70	-11803.37
22	8.85	-11214.49
25	9.00	-10632.84
28	9.15	-10059.64
31	9.30	-9495.99

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

34	9.45	-8942.92
37	9.60	-7298.63
40	9.75	-4660.73
43	9.90	-4635.98
46	10.05	-15055.73
49	10.20	-15354.50
52	10.35	-14245.61
55	10.50	-13140.80
58	10.65	-12074.04
61	10.80	-11045.52
64	10.95	-10055.12
67	11.10	-9102.38
70	11.25	-8186.60
73	11.40	-7306.84
76	11.55	-6461.94
79	11.70	-5650.57
82	11.85	-4871.22
85	12.00	-4122.27
88	12.15	-3401.97
91	12.30	-2708.50
94	12.45	-2039.96
97	12.60	-1394.42
100	12.75	-769.91
103	12.90	-164.46
106	13.05	423.89
109	13.20	997.07
112	13.35	1556.97
115	13.50	2105.40
118	13.65	2644.11
121	13.80	3174.74
124	13.95	3698.82
127	14.10	4217.78
130	14.25	4732.87
133	14.40	5245.22
136	14.55	5755.76
139	14.70	6265.25
142	14.85	6774.26
145	15.00	7283.13

Pressioni terreno - Combinazione nr. 2

N°	Y	P
1	0.00	0.00
4	0.10	315.23
7	0.25	442.59
10	0.40	569.21
13	0.55	696.26
16	0.70	823.56
19	0.85	951.13
22	1.00	1078.87
25	1.15	1206.79
28	1.30	1334.83

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

31	1.45	1462.99
34	1.60	1591.23
37	1.75	1719.56
40	1.90	1847.95
43	2.05	1976.40
46	2.20	2104.90
49	2.35	2233.45
52	2.50	2362.03
55	2.65	2490.65
58	2.80	2619.29
61	2.95	2745.37
64	3.10	2852.45
67	3.25	2903.20
70	3.40	2928.56
73	3.55	2951.99
76	3.70	2974.40
79	3.85	2991.33
82	4.00	3011.47
85	4.15	3025.13
88	4.30	3041.94
91	4.45	3060.82
94	4.60	3125.01
97	4.75	3238.87
100	4.90	3351.06
103	5.05	3461.06
106	5.20	3569.65
109	5.35	3675.00
112	5.50	2816.24
115	5.65	1982.57
118	5.80	2070.81
121	5.95	2159.64
124	6.10	2248.42
127	6.25	2337.41
130	6.40	2426.90
133	6.55	2515.58
136	6.70	2604.26
139	6.85	2692.94
142	7.00	2782.12
145	7.15	2870.81
148	7.30	2959.50
151	7.45	3048.20
154	7.60	3136.91
157	7.75	3226.16
1	7.80	-1028.70
4	7.95	-1138.82
7	8.10	-1359.78
10	8.25	-3641.73
13	8.40	-8404.57
16	8.55	-11089.28
19	8.70	-10574.34
22	8.85	-10063.16

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

25	9.00	-9556.98
28	9.15	-9056.95
31	9.30	-8564.15
34	9.45	-8079.54
37	9.60	-7298.63
40	9.75	-4660.73
43	9.90	-4635.98
46	10.05	-15055.73
49	10.20	-14040.84
52	10.35	-13028.84
55	10.50	-12048.46
58	10.65	-11100.31
61	10.80	-10184.68
64	10.95	-9301.55
67	11.10	-8450.65
70	11.25	-7631.45
73	11.40	-6843.22
76	11.55	-6085.02
79	11.70	-5355.75
82	11.85	-4654.17
85	12.00	-3978.90
88	12.15	-3328.48
91	12.30	-2701.36
94	12.45	-2095.91
97	12.60	-1510.47
100	12.75	-943.35
103	12.90	-392.85
106	13.05	142.73
109	13.20	665.05
112	13.35	1175.76
115	13.50	1676.44
118	13.65	2168.60
121	13.80	2653.68
124	13.95	3133.03
127	14.10	3607.87
130	14.25	4079.33
133	14.40	4548.36
136	14.55	5015.82
139	14.70	5482.35
142	14.85	5948.45
145	15.00	6414.43

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]

M_{max} , M_{min} momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]

N_{max} , N_{min} sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)

T_{max} , T_{min} taglio massimo e minimo espresso in [kg]

Combinazione nr. 1

$y_{Mmax} = 10.65$	$M_{max} = 25854$	$y_{Mmin} = 4.60$	$M_{min} = -31753$
$y_{Tmax} = 8.20$	$T_{max} = 17957$	$y_{Tmin} = 0.35$	$T_{min} = -12520$
$y_{Nmax} = 15.00$	$N_{max} = 26313$	$y_{Nmin} = 0.00$	$N_{min} = 0$

Combinazione nr. 2

$y_{Mmax} = 10.70$	$M_{max} = 22001$	$y_{Mmin} = 4.80$	$M_{min} = -30732$
$y_{Tmax} = 8.20$	$T_{max} = 16691$	$y_{Tmin} = 0.35$	$T_{min} = -10931$
$y_{Nmax} = 15.00$	$N_{max} = 25237$	$y_{Nmin} = 0.00$	$N_{min} = 0$

Sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

- Nr. numero d'ordine della sezione
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 M momento flettente espresso in [kgm]
 N sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
 T taglio espresso in [kg]

Combinazione nr. 1

Nr.	Y	M	N	T
1	0.00	0	0	0
4	0.15	12	188	163
7	0.30	50	377	343
10	0.40	-556	7966	-12454
13	0.55	-2408	8155	-12246
16	0.70	-4229	8343	-12022
19	0.85	-6014	8532	-11780
22	1.00	-7762	8720	-11522
25	1.15	-9470	8909	-11247
28	1.30	-11135	9097	-10955
31	1.45	-12755	9286	-10646
34	1.60	-14328	9474	-10320
37	1.75	-15850	9663	-9977
40	1.90	-17320	9851	-9617
43	2.05	-18735	10040	-9241
46	2.20	-20092	10228	-8847
49	2.35	-21388	10417	-8437
52	2.50	-22622	10605	-8009
55	2.65	-23790	10793	-7564
58	2.80	-24890	10982	-7103
61	2.95	-25920	11170	-6624
64	3.10	-26876	11359	-6127
67	3.25	-27756	11547	-5604
70	3.40	-28556	11736	-5061
73	3.55	-29274	11924	-4499
76	3.70	-29905	12113	-3920
79	3.85	-30449	12301	-3323
82	4.00	-30901	12490	-2709
85	4.15	-31261	12678	-2078
88	4.30	-31524	12867	-1430
91	4.45	-31689	13055	-765
94	4.60	-31753	13244	-80
97	4.75	-31711	13432	634

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

100	4.90	-31561	13621	1379
103	5.05	-31296	13809	2156
106	5.20	-30912	13998	2963
109	5.35	-30405	14186	3802
112	5.50	-29770	14375	4670
115	5.65	-29024	14563	5283
118	5.80	-28184	14752	5925
121	5.95	-27245	14940	6596
124	6.10	-26204	15129	7294
127	6.25	-25056	15317	8020
130	6.40	-23796	15506	8774
133	6.55	-22422	15694	9556
136	6.70	-20928	15883	10365
139	6.85	-19311	16071	11203
142	7.00	-17566	16260	12069
145	7.15	-15689	16448	12962
148	7.30	-13676	16637	13883
151	7.45	-11522	16825	14833
154	7.60	-9225	17014	15810
157	7.75	-6778	17202	16815
160	7.90	-4201	17391	17379
163	8.05	-1563	17579	17727
166	8.20	1124	17768	17957
169	8.35	3825	17956	17706
172	8.50	6448	18145	16595
175	8.65	8881	18333	15247
178	8.80	11116	18522	13977
181	8.95	13163	18710	12783
184	9.10	15035	18899	11665
187	9.25	16743	19087	10622
190	9.40	18297	19276	9651
193	9.55	19710	19464	8751
196	9.70	21001	19653	8256
199	9.85	22234	19841	7950
202	10.00	23421	20030	7366
205	10.15	24441	20218	5476
208	10.30	25175	20407	3585
211	10.45	25633	20595	1850
214	10.60	25838	20784	269
217	10.75	25813	20972	-1166
220	10.90	25579	21161	-2460
223	11.05	25159	21349	-3618
226	11.20	24570	21538	-4647
229	11.35	23834	21726	-5551
232	11.50	22967	21915	-6336
235	11.65	21988	22103	-7008
238	11.80	20914	22292	-7571
241	11.95	19760	22480	-8029
244	12.10	18542	22669	-8388
247	12.25	17275	22857	-8651
250	12.40	15973	23046	-8823

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

253	12.55	14649	23234	-8907
256	12.70	13316	23423	-8907
259	12.85	11988	23611	-8825
262	13.00	10675	23800	-8665
265	13.15	9390	23988	-8428
268	13.30	8144	24177	-8117
271	13.45	6948	24365	-7734
274	13.60	5812	24554	-7281
277	13.75	4748	24742	-6758
280	13.90	3765	24931	-6167
283	14.05	2874	25119	-5510
286	14.20	2085	25308	-4786
289	14.35	1407	25496	-3996
292	14.50	851	25685	-3140
295	14.65	426	25873	-2220
298	14.80	142	26062	-1234
301	14.95	9	26250	-183

Combinazione nr. 2

Nr.	Y	M	N	T
1	0.00	0	0	0
4	0.15	3	188	44
7	0.30	14	377	107
10	0.40	-526	6890	-10904
13	0.55	-2154	7079	-10809
16	0.70	-3767	7267	-10695
19	0.85	-5362	7456	-10562
22	1.00	-6935	7644	-10410
25	1.15	-8484	7833	-10239
28	1.30	-10006	8021	-10048
31	1.45	-11497	8210	-9838
34	1.60	-12956	8398	-9609
37	1.75	-14379	8587	-9361
40	1.90	-15763	8775	-9093
43	2.05	-17106	8964	-8807
46	2.20	-18404	9152	-8501
49	2.35	-19655	9341	-8175
52	2.50	-20856	9529	-7831
55	2.65	-22003	9718	-7467
58	2.80	-23095	9906	-7084
61	2.95	-24127	10095	-6681
64	3.10	-25098	10283	-6257
67	3.25	-26003	10472	-5805
70	3.40	-26839	10660	-5331
73	3.55	-27601	10849	-4837
76	3.70	-28289	11037	-4322
79	3.85	-28897	11226	-3788
82	4.00	-29424	11414	-3233
85	4.15	-29866	11603	-2660
88	4.30	-30221	11791	-2067
91	4.45	-30485	11980	-1455

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

94	4.60	-30656	12168	-820
97	4.75	-30730	12357	-155
100	4.90	-30701	12545	545
103	5.05	-30564	12734	1278
106	5.20	-30315	12922	2044
109	5.35	-29949	13111	2844
112	5.50	-29461	13299	3675
115	5.65	-28866	13488	4254
118	5.80	-28183	13676	4865
121	5.95	-27405	13865	5505
124	6.10	-26530	14053	6176
127	6.25	-25551	14242	6877
130	6.40	-24465	14430	7608
133	6.55	-23267	14619	8370
136	6.70	-21952	14807	9162
139	6.85	-20517	14996	9984
142	7.00	-18956	15184	10836
145	7.15	-17264	15373	11718
148	7.30	-15439	15561	12630
151	7.45	-13474	15750	13573
154	7.60	-11365	15938	14546
157	7.75	-9108	16127	15549
160	7.90	-6720	16315	16114
163	8.05	-4272	16504	16461
166	8.20	-1776	16692	16691
169	8.35	735	16881	16441
172	8.50	3169	17069	15397
175	8.65	5432	17258	14241
178	8.80	7525	17446	13151
181	8.95	9457	17635	12126
184	9.10	11238	17823	11166
187	9.25	12878	18012	10269
190	9.40	14387	18200	9434
193	9.55	15773	18389	8661
196	9.70	17051	18577	8166
199	9.85	18271	18766	7860
202	10.00	19443	18954	7276
205	10.15	20451	19143	5437
208	10.30	21189	19331	3740
211	10.45	21679	19520	2182
214	10.60	21942	19708	758
217	10.75	21997	19897	-537
220	10.90	21865	20085	-1707
223	11.05	21563	20274	-2757
226	11.20	21108	20462	-3693
229	11.35	20519	20651	-4518
232	11.50	19811	20839	-5239
235	11.65	18999	21028	-5858
238	11.80	18100	21216	-6380
241	11.95	17126	21405	-6810
244	12.10	16092	21593	-7151

247	12.25	15011	21782	-7406
250	12.40	13895	21970	-7581
253	12.55	12757	22159	-7676
256	12.70	11609	22347	-7696
259	12.85	10460	22536	-7643
262	13.00	9323	22724	-7519
265	13.15	8208	22913	-7327
268	13.30	7124	23101	-7069
271	13.45	6082	23290	-6745
274	13.60	5092	23478	-6359
277	13.75	4162	23667	-5910
280	13.90	3303	23855	-5399
283	14.05	2523	24044	-4829
286	14.20	1831	24232	-4198
289	14.35	1237	24421	-3509
292	14.50	748	24609	-2760
295	14.65	375	24797	-1952
298	14.80	125	24986	-1086
301	14.95	8	25174	-161

Verifiche idrauliche

Verifica a sifonamento

Simbologia adottata

- ΔH : Perdita di carico espressa in [m]
 L : Lunghezza di filtrazione espressa in [m]
 γm : Peso di galleggiamento medio espresso in [kg/mc]
 i_c : Gradiente idraulico critico
 i_E : Gradiente idraulico di efflusso
 FS_{sif} : Coefficiente di sicurezza a sifonamento

Combinazione nr. 1

ΔH	L	γm	i_c	i_E	FS_{sif}
4.80	19.20	952.08	0.95	0.25	3.81

Combinazione nr. 2

ΔH	L	γm	i_c	i_E	FS_{sif}
4.80	19.20	952.08	0.95	0.25	3.81

Verifica al sollevamento del fondo scavo

Simbologia adottata

- ΔH : Perdita di carico espressa in [m]
 L : Lunghezza di filtrazione espressa in [m]
 i_E : Gradiente idraulico di efflusso
 l : Profondità di infissione espressa in [m]
 σ_t : Pressione totale al piede della paratia espressa in [kg/cm²]
 u_w : Pressione idrica al piede della paratia espressa in [kg/cm²]
 FS_{scavo} : Coefficiente di sicurezza a sollevamento fondo scavo

Combinazione nr. 1

ΔH	L	i_E	l	σ_t	u_w	FS_{scavo}
------------	-----	-------	-----	------------	-------	--------------

4.80 19.20 0.25 7.20 14180.00 9000.00 1.58

Combinazione nr. 2

ΔH	L	i_E	I	σt	u_w	FS_{scavo}
4.80	19.20	0.25	7.20	14180.00	9000.00	1.58

Spostamenti massimi e minimi della paratia

Simbologia adottata

Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]

U_{max}, U_{min} spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle

V_{max}, V_{min} spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

Combinazione nr. 1

$y_{U_{max}} = 1.90$	$U_{max} = 1.6382$	$y_{U_{min}} = 15.00$	$U_{min} = -0.1766$
$y_{V_{max}} = 0.00$	$V_{max} = 0.0160$	$y_{V_{min}} = 0.00$	$V_{min} = 0.0000$

Combinazione nr. 2

$y_{U_{max}} = 2.85$	$U_{max} = 1.3383$	$y_{U_{min}} = 15.00$	$U_{min} = -0.1555$
$y_{V_{max}} = 0.00$	$V_{max} = 0.0150$	$y_{V_{min}} = 0.00$	$V_{min} = 0.0000$

Spostamenti della paratia

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della sezione

Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]

u spostamento orizzontale espresso in [cm] positivo verso valle

v spostamento verticale espresso in [cm] positivo verso il basso

Combinazione nr. 1

N°	Y	u	v
1	0.00	1.6081	0.0160
4	0.15	1.6114	0.0160
7	0.30	1.6147	0.0160
10	0.45	1.6180	0.0159
13	0.60	1.6213	0.0159
16	0.75	1.6244	0.0158
19	0.90	1.6274	0.0157
22	1.05	1.6301	0.0156
25	1.20	1.6325	0.0155
28	1.35	1.6346	0.0154
31	1.50	1.6363	0.0154
34	1.65	1.6375	0.0153
37	1.80	1.6381	0.0152
40	1.95	1.6382	0.0151
43	2.10	1.6376	0.0150
46	2.25	1.6363	0.0149
49	2.40	1.6343	0.0148
52	2.55	1.6315	0.0147
55	2.70	1.6279	0.0146
58	2.85	1.6234	0.0145

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

61	3.00	1.6180	0.0144
64	3.15	1.6117	0.0143
67	3.30	1.6044	0.0142
70	3.45	1.5961	0.0140
73	3.60	1.5868	0.0139
76	3.75	1.5764	0.0138
79	3.90	1.5649	0.0137
82	4.05	1.5523	0.0136
85	4.20	1.5386	0.0135
88	4.35	1.5238	0.0133
91	4.50	1.5078	0.0132
94	4.65	1.4907	0.0131
97	4.80	1.4725	0.0130
100	4.95	1.4532	0.0128
103	5.10	1.4327	0.0127
106	5.25	1.4110	0.0126
109	5.40	1.3883	0.0124
112	5.55	1.3645	0.0123
115	5.70	1.3397	0.0121
118	5.85	1.3138	0.0120
121	6.00	1.2869	0.0119
124	6.15	1.2590	0.0117
127	6.30	1.2302	0.0116
130	6.45	1.2006	0.0114
133	6.60	1.1700	0.0113
136	6.75	1.1388	0.0111
139	6.90	1.1067	0.0110
142	7.05	1.0740	0.0108
145	7.20	1.0407	0.0107
148	7.35	1.0069	0.0105
151	7.50	0.9726	0.0103
154	7.65	0.9379	0.0102
157	7.80	0.9029	0.0100
160	7.95	0.8676	0.0098
163	8.10	0.8323	0.0097
166	8.25	0.7970	0.0095
169	8.40	0.7617	0.0093
172	8.55	0.7266	0.0092
175	8.70	0.6917	0.0090
178	8.85	0.6572	0.0088
181	9.00	0.6231	0.0086
184	9.15	0.5895	0.0085
187	9.30	0.5565	0.0083
190	9.45	0.5241	0.0081
193	9.60	0.4923	0.0079
196	9.75	0.4613	0.0077
199	9.90	0.4311	0.0075
202	10.05	0.4016	0.0073
205	10.20	0.3731	0.0071
208	10.35	0.3454	0.0069
211	10.50	0.3186	0.0067

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

214	10.65	0.2927	0.0065
217	10.80	0.2678	0.0063
220	10.95	0.2438	0.0061
223	11.10	0.2207	0.0059
226	11.25	0.1985	0.0057
229	11.40	0.1771	0.0055
232	11.55	0.1567	0.0053
235	11.70	0.1370	0.0051
238	11.85	0.1181	0.0049
241	12.00	0.0999	0.0047
244	12.15	0.0825	0.0045
247	12.30	0.0657	0.0042
250	12.45	0.0495	0.0040
253	12.60	0.0338	0.0038
256	12.75	0.0187	0.0036
259	12.90	0.0040	0.0033
262	13.05	-0.0103	0.0031
265	13.20	-0.0242	0.0029
268	13.35	-0.0377	0.0027
271	13.50	-0.0510	0.0024
274	13.65	-0.0641	0.0022
277	13.80	-0.0770	0.0020
280	13.95	-0.0897	0.0017
283	14.10	-0.1023	0.0015
286	14.25	-0.1147	0.0012
289	14.40	-0.1272	0.0010
292	14.55	-0.1395	0.0007
295	14.70	-0.1519	0.0005
298	14.85	-0.1642	0.0003
301	15.00	-0.1766	0.0000

Combinazione nr. 2

N°	Y	u	v
1	0.00	1.2373	0.0150
4	0.15	1.2449	0.0150
7	0.30	1.2524	0.0150
10	0.45	1.2600	0.0149
13	0.60	1.2675	0.0149
16	0.75	1.2750	0.0148
19	0.90	1.2822	0.0147
22	1.05	1.2893	0.0147
25	1.20	1.2961	0.0146
28	1.35	1.3026	0.0145
31	1.50	1.3087	0.0144
34	1.65	1.3143	0.0144
37	1.80	1.3195	0.0143
40	1.95	1.3242	0.0142
43	2.10	1.3283	0.0141
46	2.25	1.3317	0.0140
49	2.40	1.3345	0.0139
52	2.55	1.3365	0.0138

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

55	2.70	1.3378	0.0137
58	2.85	1.3383	0.0136
61	3.00	1.3379	0.0136
64	3.15	1.3367	0.0135
67	3.30	1.3345	0.0134
70	3.45	1.3314	0.0133
73	3.60	1.3274	0.0131
76	3.75	1.3223	0.0130
79	3.90	1.3162	0.0129
82	4.05	1.3091	0.0128
85	4.20	1.3009	0.0127
88	4.35	1.2916	0.0126
91	4.50	1.2813	0.0125
94	4.65	1.2698	0.0124
97	4.80	1.2573	0.0123
100	4.95	1.2436	0.0121
103	5.10	1.2288	0.0120
106	5.25	1.2130	0.0119
109	5.40	1.1961	0.0118
112	5.55	1.1780	0.0116
115	5.70	1.1590	0.0115
118	5.85	1.1389	0.0114
121	6.00	1.1178	0.0112
124	6.15	1.0958	0.0111
127	6.30	1.0728	0.0110
130	6.45	1.0489	0.0108
133	6.60	1.0241	0.0107
136	6.75	0.9985	0.0106
139	6.90	0.9721	0.0104
142	7.05	0.9451	0.0103
145	7.20	0.9173	0.0101
148	7.35	0.8890	0.0100
151	7.50	0.8601	0.0098
154	7.65	0.8308	0.0097
157	7.80	0.8011	0.0095
160	7.95	0.7711	0.0094
163	8.10	0.7409	0.0092
166	8.25	0.7105	0.0090
169	8.40	0.6802	0.0089
172	8.55	0.6498	0.0087
175	8.70	0.6197	0.0086
178	8.85	0.5897	0.0084
181	9.00	0.5601	0.0082
184	9.15	0.5308	0.0080
187	9.30	0.5019	0.0079
190	9.45	0.4735	0.0077
193	9.60	0.4456	0.0075
196	9.75	0.4183	0.0073
199	9.90	0.3917	0.0072
202	10.05	0.3657	0.0070
205	10.20	0.3404	0.0068

208	10.35	0.3159	0.0066
211	10.50	0.2921	0.0064
214	10.65	0.2691	0.0062
217	10.80	0.2469	0.0061
220	10.95	0.2255	0.0059
223	11.10	0.2049	0.0057
226	11.25	0.1850	0.0055
229	11.40	0.1659	0.0053
232	11.55	0.1475	0.0051
235	11.70	0.1298	0.0049
238	11.85	0.1128	0.0047
241	12.00	0.0965	0.0045
244	12.15	0.0807	0.0043
247	12.30	0.0655	0.0041
250	12.45	0.0508	0.0038
253	12.60	0.0366	0.0036
256	12.75	0.0229	0.0034
259	12.90	0.0095	0.0032
262	13.05	-0.0035	0.0030
265	13.20	-0.0161	0.0028
268	13.35	-0.0285	0.0025
271	13.50	-0.0406	0.0023
274	13.65	-0.0526	0.0021
277	13.80	-0.0643	0.0019
280	13.95	-0.0760	0.0016
283	14.10	-0.0875	0.0014
286	14.25	-0.0989	0.0012
289	14.40	-0.1103	0.0010
292	14.55	-0.1216	0.0007
295	14.70	-0.1329	0.0005
298	14.85	-0.1442	0.0002
301	15.00	-0.1555	0.0000

Verifica armatura pali

Per la verifica delle sezioni si adotta il metodo delle tensioni ammissibili.

Descrizione armatura adottata e caratteristiche sezione

Diametro del palo 80.00 cm

Area della sezione trasversale 5026.55 cm²

Copriferro 3.00 cm

L'armatura del palo è costituita da 20 ϕ 20($A_r=62.83$ [cm²]) longitudinali e staffe ϕ 10/12.5 [cm]

Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
T	taglio agente sul palo espresso in [kg]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
A_r	area di armatura espressa in [cm ²]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cm ²]

σ_f tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]
 τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
 σ_{st} tensione nelle staffe espressa in [kg/cmq]

Verifica armature - Combinazione nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A _f	σ_c	σ_f	τ_c	σ_{st}
1	0.00	0	0	0	62.83	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.15	12	188	163	62.83	0.05	0.72	0.04	17.79
7	0.30	50	377	343	62.83	0.14	1.97	0.09	39.24
10	0.40	-556	7966	-12454	62.83	2.19	31.29	3.20	1357.42
13	0.55	-2408	8155	-12246	62.83	6.04	80.53	3.69	1566.76
16	0.70	-4229	8343	-12022	62.83	10.79	182.09	3.33	1413.87
19	0.85	-6014	8532	-11780	62.83	15.42	309.81	3.15	1337.64
22	1.00	-7762	8720	-11522	62.83	19.92	436.73	3.03	1288.09
25	1.15	-9470	8909	-11247	62.83	24.30	561.38	2.94	1247.11
28	1.30	-11135	9097	-10955	62.83	28.55	683.18	2.85	1208.90
31	1.45	-12755	9286	-10646	62.83	32.69	801.76	2.76	1171.19
34	1.60	-14328	9474	-10320	62.83	36.70	916.87	2.67	1132.97
37	1.75	-15850	9663	-9977	62.83	40.59	1028.27	2.58	1093.70
40	1.90	-17320	9851	-9617	62.83	44.33	1135.74	2.48	1053.11
43	2.05	-18735	10040	-9241	62.83	47.94	1239.09	2.38	1011.02
46	2.20	-20092	10228	-8847	62.83	51.39	1338.10	2.28	967.33
49	2.35	-21388	10417	-8437	62.83	54.69	1432.58	2.17	921.97
52	2.50	-22622	10605	-8009	62.83	57.84	1522.32	2.06	874.89
55	2.65	-23790	10793	-7564	62.83	60.81	1607.15	1.95	826.07
58	2.80	-24890	10982	-7103	62.83	63.61	1686.86	1.83	775.47
61	2.95	-25920	11170	-6624	62.83	66.24	1761.25	1.70	723.08
64	3.10	-26876	11359	-6127	62.83	68.67	1830.13	1.58	668.66
67	3.25	-27756	11547	-5604	62.83	70.91	1893.24	1.44	611.47
70	3.40	-28556	11736	-5061	62.83	72.95	1950.31	1.30	552.16
73	3.55	-29274	11924	-4499	62.83	74.78	2001.14	1.16	490.89
76	3.70	-29905	12113	-3920	62.83	76.39	2045.51	1.01	427.68
79	3.85	-30449	12301	-3323	62.83	77.78	2083.23	0.85	362.57
82	4.00	-30901	12490	-2709	62.83	78.94	2114.10	0.70	295.60
85	4.15	-31261	12678	-2078	62.83	79.86	2137.93	0.53	226.74
88	4.30	-31524	12867	-1430	62.83	80.53	2154.52	0.37	156.07
91	4.45	-31689	13055	-765	62.83	80.96	2163.69	0.20	83.52
94	4.60	-31753	13244	-80	62.83	81.13	2165.22	0.02	8.77
97	4.75	-31711	13432	634	62.83	81.03	2158.85	0.16	69.15
100	4.90	-31561	13621	1379	62.83	80.65	2144.23	0.35	150.53
103	5.05	-31296	13809	2156	62.83	79.98	2120.99	0.55	235.36
106	5.20	-30912	13998	2963	62.83	79.02	2088.80	0.76	323.61
109	5.35	-30405	14186	3802	62.83	77.73	2047.31	0.98	415.28
112	5.50	-29770	14375	4670	62.83	76.12	1996.17	1.20	510.27
115	5.65	-29024	14563	5283	62.83	74.23	1936.67	1.36	577.56
118	5.80	-28184	14752	5925	62.83	72.10	1870.09	1.53	648.10
121	5.95	-27245	14940	6596	62.83	69.72	1796.10	1.70	721.85
124	6.10	-26204	15129	7294	62.83	67.07	1714.40	1.88	798.85
127	6.25	-25056	15317	8020	62.83	64.16	1624.69	2.07	879.17
130	6.40	-23796	15506	8774	62.83	60.95	1526.67	2.27	962.94

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

133	6.55	-22422	15694	9556	62.83	57.46	1420.04	2.47	1050.30
136	6.70	-20928	15883	10365	62.83	53.65	1304.51	2.69	1141.52
139	6.85	-19311	16071	11203	62.83	49.52	1179.83	2.91	1236.98
142	7.00	-17566	16260	12069	62.83	45.06	1045.74	3.15	1337.40
145	7.15	-15689	16448	12962	62.83	40.26	902.07	3.40	1444.01
148	7.30	-13676	16637	13883	62.83	35.09	748.75	3.67	1559.24
151	7.45	-11522	16825	14833	62.83	29.54	585.98	3.98	1688.28
154	7.60	-9225	17014	15810	62.83	23.57	414.72	4.34	1843.40
157	7.75	-6778	17202	16815	62.83	17.17	238.65	4.84	2055.02
160	7.90	-4201	17391	17379	62.83	10.53	142.27	5.31	2255.39
163	8.05	-1563	17579	17727	62.83	5.36	75.88	4.55	1932.08
166	8.20	1124	17768	17957	62.83	4.71	67.45	4.61	1957.17
169	8.35	3825	17956	17706	62.83	9.65	131.46	5.38	2282.54
172	8.50	6448	18145	16595	62.83	16.27	214.19	4.86	2063.84
175	8.65	8881	18333	15247	62.83	22.64	370.65	4.25	1804.42
178	8.80	11116	18522	13977	62.83	28.45	529.71	3.80	1610.99
181	8.95	13163	18710	12783	62.83	33.75	677.50	3.42	1451.77
184	9.10	15035	18899	11665	62.83	38.57	813.35	3.09	1312.88
187	9.25	16743	19087	10622	62.83	42.96	937.51	2.80	1188.37
190	9.40	18297	19276	9651	62.83	46.95	1050.53	2.53	1075.35
193	9.55	19710	19464	8751	62.83	50.57	1153.08	2.29	972.24
196	9.70	21001	19653	8256	62.83	53.88	1246.70	2.16	915.29
199	9.85	22234	19841	7950	62.83	57.03	1336.00	2.07	879.84
202	10.00	23421	20030	7366	62.83	60.07	1421.87	1.92	814.05
205	10.15	24441	20218	5476	62.83	62.68	1495.28	1.42	604.47
208	10.30	25175	20407	3585	62.83	64.55	1547.24	0.93	395.49
211	10.45	25633	20595	1850	62.83	65.73	1578.46	0.48	204.09
214	10.60	25838	20784	269	62.83	66.25	1590.70	0.07	29.63
217	10.75	25813	20972	-1166	62.83	66.19	1585.65	0.30	128.68
220	10.90	25579	21161	-2460	62.83	65.60	1564.95	0.64	271.57
223	11.05	25159	21349	-3618	62.83	64.52	1530.19	0.94	399.77
226	11.20	24570	21538	-4647	62.83	63.02	1482.88	1.21	513.95
229	11.35	23834	21726	-5551	62.83	61.14	1424.47	1.45	614.81
232	11.50	22967	21915	-6336	62.83	58.93	1356.38	1.66	703.01
235	11.65	21988	22103	-7008	62.83	56.42	1279.95	1.84	779.21
238	11.80	20914	22292	-7571	62.83	53.67	1196.48	1.99	844.06
241	11.95	19760	22480	-8029	62.83	50.71	1107.22	2.12	898.22
244	12.10	18542	22669	-8388	62.83	47.58	1013.39	2.22	942.35
247	12.25	17275	22857	-8651	62.83	44.31	916.16	2.30	977.13
250	12.40	15973	23046	-8823	62.83	40.95	816.71	2.36	1003.28
253	12.55	14649	23234	-8907	62.83	37.52	716.19	2.41	1021.56
256	12.70	13316	23423	-8907	62.83	34.06	615.79	2.43	1032.75
259	12.85	11988	23611	-8825	62.83	30.59	516.76	2.45	1037.70
262	13.00	10675	23800	-8665	62.83	27.15	420.48	2.44	1037.10
265	13.15	9390	23988	-8428	62.83	23.78	328.56	2.43	1031.16
268	13.30	8144	24177	-8117	62.83	20.51	270.96	2.40	1018.46
271	13.45	6948	24365	-7734	62.83	17.41	232.68	2.34	993.64
274	13.60	5812	24554	-7281	62.83	14.57	197.24	2.23	944.70
277	13.75	4748	24742	-6758	62.83	12.12	166.17	2.02	857.42
280	13.90	3765	24931	-6167	62.83	10.15	140.86	1.73	734.55
283	14.05	2874	25119	-5510	62.83	8.65	121.45	1.43	605.46

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

286	14.20	2085	25308	-4786	62.83	7.46	105.89	1.23	521.60
289	14.35	1407	25496	-3996	62.83	6.45	92.62	1.03	435.50
292	14.50	851	25685	-3140	62.83	5.62	81.81	0.81	342.26
295	14.65	426	25873	-2220	62.83	4.99	73.66	0.57	241.91
298	14.80	142	26062	-1234	62.83	4.59	68.38	0.32	134.46
301	14.95	9	26250	-183	62.83	4.41	66.15	0.05	19.91

Verifica armature - Combinazione nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A _r	σ _c	σ _f	τ _c	σ _{st}
1	0.00	0	0	0	62.83	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.15	3	188	44	62.83	0.04	0.54	0.01	4.80
7	0.30	14	377	107	62.83	0.09	1.24	0.03	11.68
10	0.40	-526	6890	-10904	62.83	1.97	27.98	2.80	1188.45
13	0.55	-2154	7079	-10809	62.83	5.41	71.94	3.25	1377.38
16	0.70	-3767	7267	-10695	62.83	9.62	164.65	2.95	1254.14
19	0.85	-5362	7456	-10562	62.83	13.75	278.60	2.82	1197.42
22	1.00	-6935	7644	-10410	62.83	17.80	392.61	2.74	1162.60
25	1.15	-8484	7833	-10239	62.83	21.77	505.41	2.67	1134.50
28	1.30	-10006	8021	-10048	62.83	25.66	616.45	2.61	1108.23
31	1.45	-11497	8210	-9838	62.83	29.46	725.40	2.55	1081.86
34	1.60	-12956	8398	-9609	62.83	33.19	831.96	2.48	1054.53
37	1.75	-14379	8587	-9361	62.83	36.81	935.88	2.42	1025.80
40	1.90	-15763	8775	-9093	62.83	40.34	1036.92	2.35	995.43
43	2.05	-17106	8964	-8807	62.83	43.76	1134.86	2.27	963.25
46	2.20	-18404	9152	-8501	62.83	47.07	1229.47	2.19	929.19
49	2.35	-19655	9341	-8175	62.83	50.26	1320.52	2.10	893.19
52	2.50	-20856	9529	-7831	62.83	53.31	1407.79	2.02	855.20
55	2.65	-22003	9718	-7467	62.83	56.24	1491.06	1.92	815.20
58	2.80	-23095	9906	-7084	62.83	59.02	1570.11	1.82	773.16
61	2.95	-24127	10095	-6681	62.83	61.65	1644.72	1.72	729.09
64	3.10	-25098	10283	-6257	62.83	64.12	1714.67	1.61	682.72
67	3.25	-26003	10472	-5805	62.83	66.42	1779.66	1.49	633.33
70	3.40	-26839	10660	-5331	62.83	68.55	1839.41	1.37	581.56
73	3.55	-27601	10849	-4837	62.83	70.50	1893.68	1.24	527.58
76	3.70	-28289	11037	-4322	62.83	72.25	1942.24	1.11	471.41
79	3.85	-28897	11226	-3788	62.83	73.80	1984.86	0.97	413.09
82	4.00	-29424	11414	-3233	62.83	75.15	2021.33	0.83	352.65
85	4.15	-29866	11603	-2660	62.83	76.28	2051.41	0.68	290.09
88	4.30	-30221	11791	-2067	62.83	77.18	2074.89	0.53	225.45
91	4.45	-30485	11980	-1455	62.83	77.86	2091.56	0.37	158.70
94	4.60	-30656	12168	-820	62.83	78.30	2101.18	0.21	89.48
97	4.75	-30730	12357	-155	62.83	78.50	2103.45	0.04	16.87
100	4.90	-30701	12545	545	62.83	78.43	2098.00	0.14	59.46
103	5.05	-30564	12734	1278	62.83	78.09	2084.45	0.33	139.46
106	5.20	-30315	12922	2044	62.83	77.46	2062.41	0.53	223.13
109	5.35	-29949	13111	2844	62.83	76.54	2031.52	0.73	310.45
112	5.50	-29461	13299	3675	62.83	75.30	1991.41	0.95	401.31
115	5.65	-28866	13488	4254	62.83	73.80	1943.34	1.09	464.73
118	5.80	-28183	13676	4865	62.83	72.07	1888.54	1.25	531.62
121	5.95	-27405	13865	5505	62.83	70.10	1826.69	1.42	601.90
124	6.10	-26530	14053	6176	62.83	67.87	1757.43	1.59	675.63

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

127	6.25	-25551	14242	6877	62.83	65.39	1680.44	1.77	752.83
130	6.40	-24465	14430	7608	62.83	62.63	1595.39	1.96	833.59
133	6.55	-23267	14619	8370	62.83	59.59	1501.95	2.16	918.01
136	6.70	-21952	14807	9162	62.83	56.24	1399.78	2.37	1006.21
139	6.85	-20517	14996	9984	62.83	52.58	1288.59	2.59	1098.44
142	7.00	-18956	15184	10836	62.83	48.60	1168.07	2.82	1195.07
145	7.15	-17264	15373	11718	62.83	44.29	1037.94	3.06	1296.72
148	7.30	-15439	15561	12630	62.83	39.61	897.99	3.31	1404.55
151	7.45	-13474	15750	13573	62.83	34.57	748.09	3.58	1520.77
154	7.60	-11365	15938	14546	62.83	29.14	588.37	3.89	1650.17
157	7.75	-9108	16127	15549	62.83	23.29	419.59	4.25	1804.25
160	7.90	-6720	16315	16114	62.83	17.05	246.46	4.61	1954.92
163	8.05	-4272	16504	16461	62.83	10.70	143.90	5.02	2132.16
166	8.20	-1776	16692	16691	62.83	5.54	77.98	4.29	1819.23
169	8.35	735	16881	16441	62.83	3.96	57.34	4.22	1791.90
172	8.50	3169	17069	15397	62.83	8.13	111.69	4.57	1940.08
175	8.65	5432	17258	14241	62.83	13.65	181.15	4.26	1805.90
178	8.80	7525	17446	13151	62.83	19.12	287.10	3.73	1583.71
181	8.95	9457	17635	12126	62.83	24.16	422.29	3.34	1415.83
184	9.10	11238	17823	11166	62.83	28.78	549.45	3.02	1280.55
187	9.25	12878	18012	10269	62.83	33.02	667.49	2.74	1164.70
190	9.40	14387	18200	9434	62.83	36.91	776.41	2.50	1062.24
193	9.55	15773	18389	8661	62.83	40.47	876.57	2.29	970.20
196	9.70	17051	18577	8166	62.83	43.76	968.87	2.15	911.43
199	9.85	18271	18766	7860	62.83	46.88	1056.93	2.06	874.80
202	10.00	19443	18954	7276	62.83	49.89	1141.61	1.90	807.97
205	10.15	20451	19143	5437	62.83	52.47	1213.93	1.42	602.75
208	10.30	21189	19331	3740	62.83	54.36	1266.12	0.98	414.21
211	10.45	21679	19520	2182	62.83	55.61	1299.74	0.57	241.52
214	10.60	21942	19708	758	62.83	56.29	1316.31	0.20	83.89
217	10.75	21997	19897	-537	62.83	56.43	1317.33	0.14	59.43
220	10.90	21865	20085	-1707	62.83	56.09	1304.25	0.45	189.09
223	11.05	21563	20274	-2757	62.83	55.32	1278.45	0.72	305.73
226	11.20	21108	20462	-3693	62.83	54.16	1241.27	0.97	409.98
229	11.35	20519	20651	-4518	62.83	52.65	1194.01	1.18	502.44
232	11.50	19811	20839	-5239	62.83	50.84	1137.92	1.38	583.69
235	11.65	18999	21028	-5858	62.83	48.75	1074.19	1.54	654.34
238	11.80	18100	21216	-6380	62.83	46.44	1003.98	1.68	714.95
241	11.95	17126	21405	-6810	62.83	43.94	928.42	1.81	766.13
244	12.10	16092	21593	-7151	62.83	41.27	848.59	1.90	808.46
247	12.25	15011	21782	-7406	62.83	38.48	765.57	1.99	842.57
250	12.40	13895	21970	-7581	62.83	35.59	680.42	2.05	869.11
253	12.55	12757	22159	-7676	62.83	32.63	594.20	2.09	888.75
256	12.70	11609	22347	-7696	62.83	29.64	508.03	2.13	902.20
259	12.85	10460	22536	-7643	62.83	26.63	423.08	2.14	910.09
262	13.00	9323	22724	-7519	62.83	23.65	340.70	2.15	912.84
265	13.15	8208	22913	-7327	62.83	20.72	272.57	2.14	910.01
268	13.30	7124	23101	-7069	62.83	17.89	237.78	2.12	899.06
271	13.45	6082	23290	-6745	62.83	15.23	204.74	2.06	873.25
274	13.60	5092	23478	-6359	62.83	12.83	174.57	1.93	821.17
277	13.75	4162	23667	-5910	62.83	10.79	148.62	1.73	735.19

280	13.90	3303	23855	-5399	62.83	9.17	127.75	1.47	625.89
283	14.05	2523	24044	-4829	62.83	7.93	111.60	1.24	526.29
286	14.20	1831	24232	-4198	62.83	6.89	98.04	1.08	457.58
289	14.35	1237	24421	-3509	62.83	6.00	86.46	0.90	382.40
292	14.50	748	24609	-2760	62.83	5.28	77.02	0.71	300.79
295	14.65	375	24797	-1952	62.83	4.73	69.92	0.50	212.77
298	14.80	125	24986	-1086	62.83	4.38	65.33	0.28	118.36
301	14.95	8	25174	-161	62.83	4.23	63.43	0.04	17.55

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M_h momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale

T_h taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale

M_v momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale

T_v taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 1 (X=0.00 m) (Cordolo in c.a.)

B=160.00 [cm] H=70.00 [cm] $A_v=10.05$ [cmq] $A_h=18.10$ [cmq] Staffe $\phi 16/25.00$

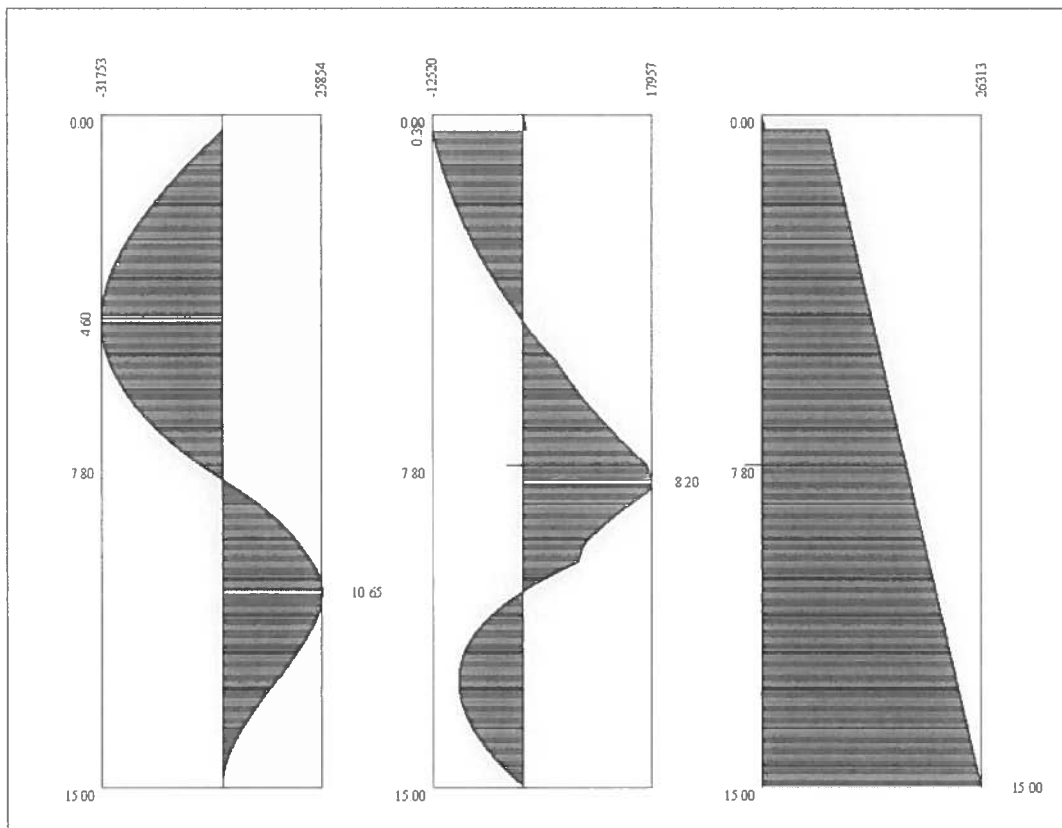
$M_h=14543$ Kgm $T_h=19390$ Kg $M_v=9796$ Kgm $T_v=13995$ Kg

$\sigma_c = 12.98$ [kg/cmq]

$\sigma_f = 963$ [kg/cmq]

$\tau_c = 2.08$

[kg/cmq]



Caratteristiche di sollecitazione, diagrammi M, T, N – condizione di carico n.1

Progetto di bonifica del versante per l'ampliamento del cimitero di San Martino a Quona

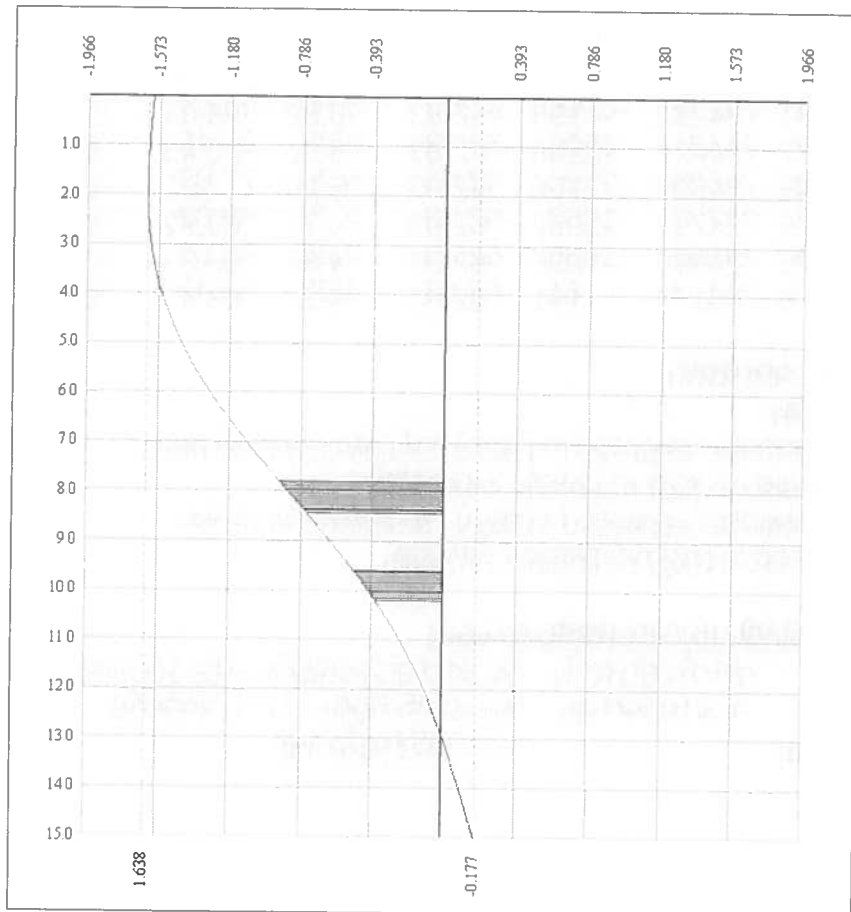


Diagramma degli spostamenti – condizione di carico n.1

Dott. Ing. Daniele LAPI
via P.Nenni n°13,Sieci- Pontassieve (FI) Tel. e Fax 055/8328513

Il Progettista Il Direttore dei Lavori Il Committente

COMUNE DI PONTASSIEVE
Loc. San Martino a Quona

Committente: Confraternita di Misericordia
di Pontassieve
PROGETTO DI BONIFICA DEL VERSANTE PER
L'AMPLIAMENTO DEL CIMITERO
DI SAN MARTINO A QUONA
I - II STRALCIO

Oggetto :

Planimetria e sezioni di progetto
Interventi I e II stralcio

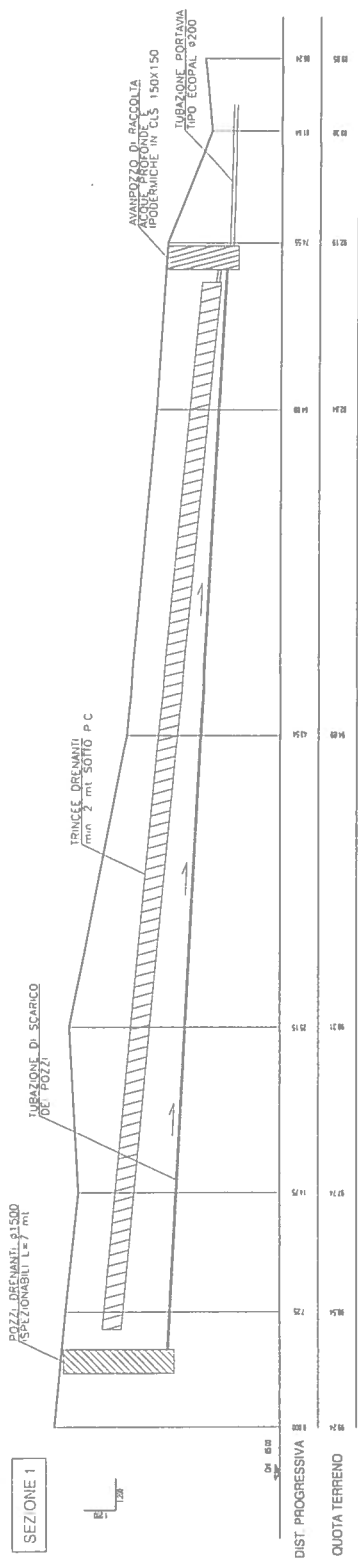
Scala 1:250/1:200

Tav.
2

Acciaio per getti	Acciaio per carpenteria	Getti di Fondazione	Getti di elevazione (travi-muri)	Getti di elevazione (pilastri)

REVISIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	Marzo 2008			

Archivio file	Computer	Directory	Nome file	Archivio lucidi



Dott. Ing. Daniele LAPI
via P.Nenni n°13,Sieci- Pontassieve (FI) Tel. e Fax 055/8328513

Il Progettista Il Direttore dei Lavori Il Committente

COMUNE DI PONTASSIEVE

Loc. San Martino a Quona

Committente: Confraternita di Misericordia
di Pontassieve

PROGETTO DI BONIFICA DEL VERSANTE PER
L'AMPLIAMENTO DEL CIMITERO
DI SAN MARTINO A QUONA
I - II STRALCIO

Oggetto :
Particolari opere di progetto

Scala 1:100/1:25

Tav.
3

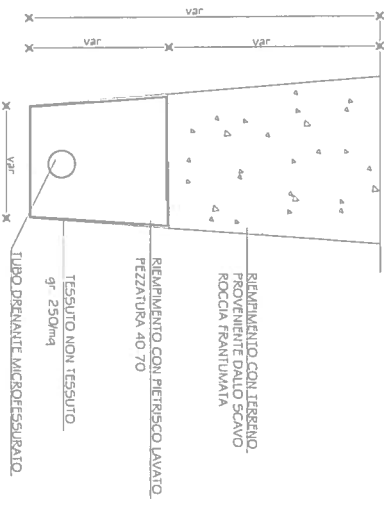
Acciaio per getti	Acciaio per carpenteria	Getti di Fondazione	Getti di elevazione (travi-muri)	Getti di elevazione (pilastri)

REVISIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	Marzo 2008			

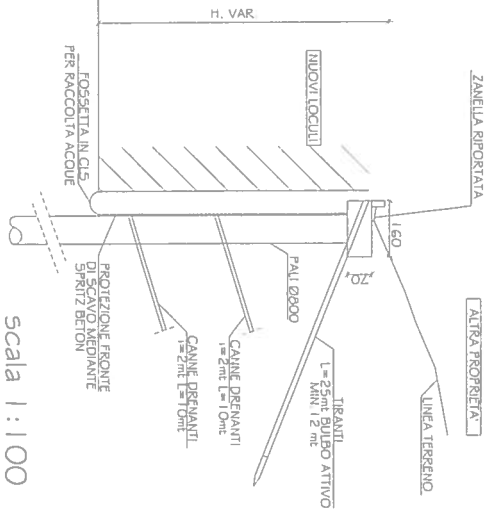
Archivio file	Computer	Directory	Nome file	Archivio lucidi

TRINCEA DRENANTE

Scala 1:25



SEZIONE TIPO

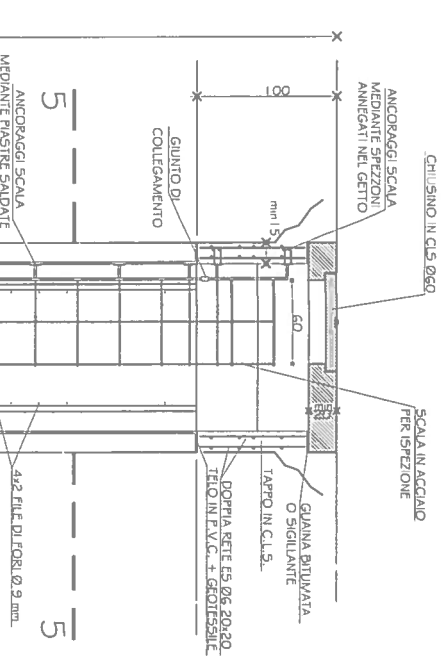


Scala 1:100

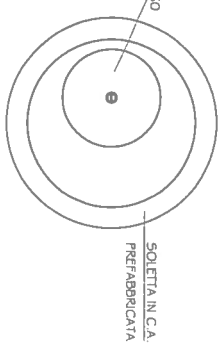
SCHEMA POZZO DRENANTE ISPEZIONABILE

SEZIONE LONGITUDINALE

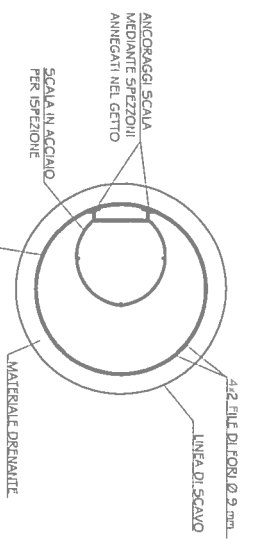
4-4



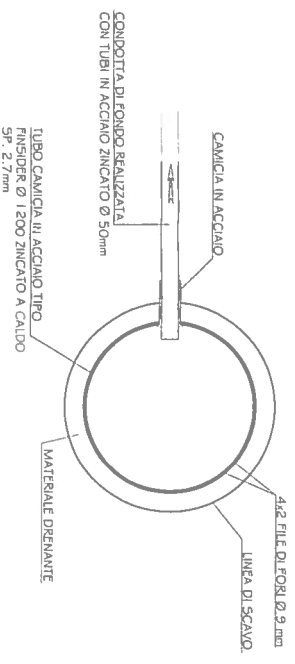
SEZIONE 4-4



SEZIONE 5-5



SEZIONE 6-6



Scala 1:25