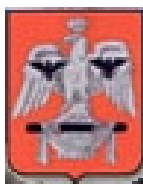


CONVENZIONE

- ❖ **REGIONE UMBRIA**- DIREZIONE REGIONALE PROGRAMMAZIONE, INNOVAZIONE E COMPETITIVITÀ DELL'UMBRIA
- ❖ **SCUOLA DI ALTA SPECIALIZZAZIONE** E CENTRO STUDI PER LA MANUTENZIONE E CONSERVAZIONE DEI CENTRI STORICI IN TERRITORI INSTABILI

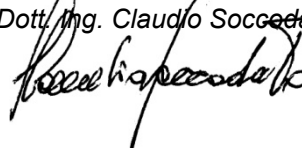
INCARICO PER ATTIVITA' DI GESTIONE STRAORDINARIA DELLA STRUMENTAZIONE DI ORVIETO E TODI PREVISTE DALLA DGR N. 1340/2011



FASE A – REPORT FINALE

Casalina 19.03.2018

Il Responsabile delle attività
(Dott. Ing. Claudio Soccodato)



Sommario

PREMESSA	5
1 COMUNE DI ORVIETO	6
1.1 Generalità	6
1.2 Morfologia dell'area	6
1.3 Natura dei Terreni.....	7
1.4 Tipologia degli interventi	7
1.5 Sistema di Monitoraggio	8
1.5.1 Zona 1 – Istituto Professionale – Fosso del Livio	14
1.5.1.1 Misure estensimetriche	16
1.5.1.2 Misure inclinometriche.....	20
1.5.1.3 Misure piezometriche	40
1.5.1.4 Rilievi geodetici.....	47
1.5.2 Zona 2 – Fosso della Civetta	50
1.5.2.1 Misure estensimetriche	52
1.5.2.2 Misure inclinometriche.....	59
1.5.2.3 Misure piezometriche	78
1.5.2.4 Rilievi geodetici.....	85
1.5.3 Zona 3 – Conce.....	88
1.5.3.1 Misure estensimetriche	91
1.5.3.2 Misure inclinometriche.....	99
1.5.3.3 Misure piezometriche	115
1.5.3.4 Misure delle celle di carico tetste ancoraggi.....	120
1.5.3.5 Misure clinometriche.....	121
1.5.3.6 Rilievi geodetici.....	127
1.5.4 Zona 4 – Fosso San Benedetto	130
1.5.4.1 Misure estensimetriche	132
1.5.4.2 Misure inclinometriche.....	137
1.5.4.3 Misure piezometriche	142
1.5.4.4 Rilievi geodetici.....	144
1.5.5 Zona 5 – Porta Cassia – Fosso San Zero	147
1.5.5.1 Misure estensimetriche	149
1.5.5.2 Misure inclinometriche.....	153
1.5.5.3 Misure piezometriche	189
1.5.5.4 Rilievi geodetici.....	201
1.5.6 Zona 6 – San Bernardino – Cannicella.....	204
1.5.6.1 Misure estensimetriche	206
1.5.6.2 Misure inclinometriche.....	210

1.5.6.3	Misure piezometriche	225
1.5.6.4	Rilievi geodetici.....	230
1.5.7	Zona 7 – Rocca Ripesena	233
1.5.7.1	Misure estensimetriche automatiche.....	234
1.5.7.2	Misure estensimetriche manuali	237
1.5.7.3	Misure inclinometriche.....	238
1.6	Considerazioni finali.....	239
2	COMUNE DI TODI.....	240
2.1	Generalità	240
2.2	Morfologia dell'area	240
2.3	Natura dei terreni	241
2.4	Tipologia degli interventi	241
2.5	Sistema di Monitoraggio	242
2.5.1	Zona - Pendio Cerquette - Lucrezie.....	244
2.5.1.1	Misure inclinometriche.....	246
2.5.1.2	Misure piezometriche	274
2.5.1.3	Stazione meteo e centralina acquisizione dati	291
2.5.2	Zona - Pendio San Raffaele	293
2.5.2.1	Misure inclinometriche.....	294
2.5.2.2	Misure piezometriche	300
2.5.3	Zona - Pendio Mattatoio	304
2.5.3.1	Misure inclinometriche.....	305
2.5.3.2	Misure piezometriche	324
2.5.3.3	Caposaldi topografici.....	329
2.5.4	Zona - Fosso Picchiarato	330
2.5.4.1	Misure inclinometriche.....	331
2.5.4.2	Misure piezometriche	336
2.6	Considerazioni finali.....	341
3	CONSIDERAZIONI GENERALI E PRIME PROPOSTE TECNICHE OTTIMIZZAZIONE.....	343
3.1	Rupe di Orvieto	344
3.1.1	Istituto Professionale e Fosso del Livio (Zona 1).....	344
3.1.1.1	Strumenti presenti nell'area:	344
3.1.1.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche.....	345
3.1.2	Fosso della Civetta (Zona 2).....	345
3.1.2.1	Strumenti presenti nell'area:	345
3.1.2.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche.....	346
3.1.3	Conce e Parcheggio Campo della Fiera(Zona 3).....	346
3.1.3.1	Strumenti presenti nell'area:	346
3.1.3.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche.....	347

3.1.4	Fosso S. Benedetto (Zona 4).....	347
3.1.4.1	Strumenti presenti nell'area:	347
3.1.4.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche	348
3.1.5	Porta Cassia – Fosso S. Zero (Zona 5)	348
3.1.5.1	Strumenti presenti nell'area:	348
3.1.5.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche	348
3.1.6	S. Bernardino (Zona 6)	350
3.1.6.1	Strumenti presenti nell'area:	350
3.1.6.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche	350
3.1.7	Rocca Ripesena (Zona 7).....	350
3.1.7.1	Strumenti presenti nell'area:	350
3.1.7.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture	351
3.2	Colle di Todi	352
3.2.1	Zona Pendio Cerquette - Lucrezie	352
3.2.1.1	Strumenti presenti nell'area:	352
3.2.1.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture	352
3.2.2	Zona Pendio S. Faffaele.....	353
3.2.2.1	Strumenti presenti nell'area:	353
3.2.2.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture	353
3.2.3	Zona Pendio Mattatoio	353
3.2.3.1	Strumenti presenti nell'area:	353
3.2.3.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture	353
3.2.4	Zona Fosso Picchiarato.....	354
3.2.4.1	Strumenti presenti nell'area:	354
3.2.4.2	Proposta operativa di ottimizzazione delle letture	354
4	CONSIDERAZIONI ECONOMICHE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE	355

PREMESSA

La presente relazione discende dalla concezione che l'Associazione culturale e scientifica "Scuola di Alta Specializzazione e Centro Studi per la Manutenzione e Conservazione dei Centri Storici in Territori Instabili", brevemente Alta Scuola, ha sottoscritto con la Regione Umbria - Direzione Regionale Programmazione, Innovazione e Competitività dell'Umbria, convenzione avente quale oggetto: l'espletamento delle "Attività di gestione straordinaria della strumentazione di Orvieto e Todi previste dalla D.G.R. n. 1340/2011.

Le attività saranno svolte in 2 fasi, di seguito descritte in dettaglio, comprensive anche di attività di gestione al fine di ottimizzare le risorse disponibili sia nella fase di ripresa delle attività (straordinaria) sia per la gestione ordinaria delle attività nel tempo (ordinaria).

Di seguito si riportano le attività previste nelle due fasi.

FASE A (Straordinaria)

La fase comprende le seguenti attività:

1. Analisi dello stato attuale delle reti di monitoraggio automatiche e a lettura manuale
2. Esecuzione di misure inclinometriche, piezometriche e geodetiche nel corso dell'anno 2013/2014
3. Acquisizione e revisione critica dei dati rilevati/registrati dai Comuni di Orvieto e Todi
4. Ottimizzazione e pianificazione delle attività ordinarie di gestione delle reti di strumentazione

FASE B (Ordinaria)

1. Gestione ordinaria delle reti di strumentazione nel periodo 2014-2020 sulla base della road-map di cui al punto 4

Si fa presente che non è stato possibile dare attuazione all'attività prevista dal punto 2 della fase A per una serie di fattori non ultimo l'indisponibilità dei soggetti interessati direttamente alla gestione delle reti di strumentazione.

1 COMUNE DI ORVIETO

1.1 GENERALITÀ

La Rupe di Orvieto è stata interessata nel corso del tempo da movimenti franosi di diversa rilevanza e drammaticità che in alcuni casi hanno provocato crolli parziali di importanti porzioni della Rupe.

Attraverso una attenta e scrupolosa ricerca, che ha integrato quanto già descritto da Perni (1973), appare confermato che la zona della Rupe tufacea e del pendio sottostante, più frequentemente oggetto di dissesto e/o arretramento del fronte, sono nell'ordine:

- la zona intorno al Monastero di S. Chiara e Ripa Medici (sec. XVII t XX)
- la zona sottostante la Rocca di Albornoz (sec, XVIII)
- la zona di Porta Maggiore (sec, XVII)
- la testa della frana in località Cannicella (sec, XVI - XX)
- la zona Nord (la grande frana del 1900) (sec, XX)
- la zona di pendio immediatamente sottostante il Bastione di S. Giovenale (sec. XX) (Le Conce)
- la passeggiata Gonfaloniera (sec, XX).

Se si esclude la grande frana del 1900, si può affermare che le zone di dissesto sono di massima localizzate, durante il periodo considerato, nella parte Ovest-Sud Ovest e Sud e che generalmente gli inneschi di crolli in zone di pericolosità potenziale sono estremamente legati a cause antropiche.

Nel 1978 la Regione Umbria, per arrestare l'avanzare dei dissesti già in atto e prevenirne di nuovi decise di bandire un appalto concorso per la progettazione e realizzazione degli interventi necessari per il risanamento della Rupe, redigendo anche uno stralcio funzionale delle opere più urgenti. Le opere previste richiedevano stanziamenti ingenti e per coprire tali costi il Parlamento, con insolita tempestività, emanò nel 1978 la Legge n. 230, con la quale veniva effettuato un primo stanziamento di oltre un milione di euro, e ne affidò la gestione alla Regione dell'Umbria; successivamente le risorse economiche furono integrate con apposita legge n. 545 del 29 dicembre 1987

Con le risorse così disponibili si è dato corso agli studi integrativi per l'individuazione delle aree su cui intervenire e sulle metodologie da impiegare. Alla progettazione integrata è seguita la realizzazione delle opere, procedendo per gradi, non trascurando nessun aspetto che avesse interazione con il fenomeno di dissesto da risanare, quali il rispetto dell'ambiente, la salvaguardia della flora e della storia sociale dei luoghi.

1.2 MORFOLOGIA DELL'AREA

L'area è in gran parte ricoperta dai prodotti dei principali apparati vulcanici plio-pleistocenici a nord di Roma. Il substrato su cui poggiano le vulcaniti è costituito principalmente da potenti formazioni marine argillose o sabbioso-argillose depositatesi tra il Pliocene Inferiore e Medio. In alcune zone le formazioni argillose sono ricoperte da sedimenti fluvio-lacustri del Pleistocene inferiore (ghiaie, sabbie, diatomiti) spessi diversi metri, che possono essere interposti tra le argille ed i soprastanti materiali vulcanici. Il substrato plio-pleistocenico affiora solamente ai margini del plateau vulcanico, ovvero lungo le valli dei fiumi Tevere e Paglia e sul fondo delle incisioni dei loro affluenti. Al di sopra dei materiali vulcanici o sul substrato stesso, vasti lembi di depositi travertinosi si sono formati in corrispondenza di sorgenti termali e minerali.

Nella zona nord-orientale dell'area, la coltre di materiali vulcanici è stata completamente asportata dall'erosione e le formazioni argillose sottostante affiora diffusamente dando luogo al tipico paesaggio a calanchi.

Il paesaggio in destra Tevere e Paglia è caratterizzato da speroni e rilievi isolati costituiti da una porzione sommitale con pareti subverticali alte sino a 40-70 metri costituite da roccia lapidea (per lo più tufo), e da una porzione inferiore formata da un substrato argilloso-sabbioso o sabbioso.

Tra questi rilievi Orvieto costituisce l'esempio più rappresentativo con la sua caratteristica e storica Rupe che sovrasta un pendio a debole inclinazione, che gradualmente si raccorda alla piana del Fiume Paglia. Al piede della Rupe prendono origine cinque fossi che scendono radialmente a fondovalle raccogliendo le acque correnti superficiali e le acque reflue della città.

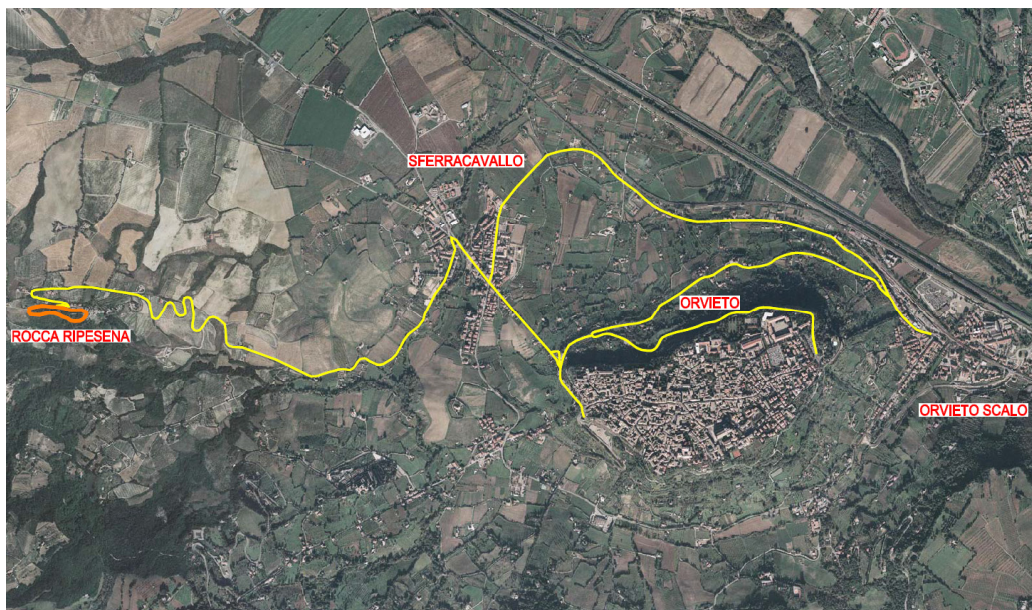


Figura 1.2.1 – Orvieto: Foto dall'alto

1.3 NATURA DEI TERRENI

La città di Orvieto è situata sulla parte sommitale subpianeggiante, di una collina lunga 1500 m e larga 700 m circa, delimitata da pareti verticali alte più di 60 m.

La parte superiore della collina è formata dal “tufo rosso a scorie nere”, una tipica formazione piroclastica originatasi circa 0.4 milioni di anni fa a seguito dell'attività dell'apparato vulcanico vulsino. In questa formazione si possono distinguere due facies litologiche diverse: una grigiastra, poco cementata, comunemente denominata pozzolana e l'altra rossastra, più cementata corrispondente al tufo.

Il basamento del Colle è costituito da argille plioceniche di ambiente marino. La superficie limite superiore del basamento argilloso è inclinata verso NE con un angolo di 5° nell'estremo settore occidentale della Rupe e di 2° circa dal centro fino al limite orientale della stessa. Un pozzo eseguito sul versante nord è rimasto entro le argille fino a quota 100 s.l.m., quota corrispondente al fondo valle del Paglia. Non si può escludere la presenza di livelli sabbiosi di un certo spessore a quote inferiori come riscontrato nella galleria di Castiglione in Teverina della nuova direttissima Roma-Firenze

Tra la formazione piroclastica ed il substrato argilloso è interposto un banco di 5-15 metri di spessore costituito da sedimenti fluvio-lacustri (“Formazione dell'Albornoz”): sabbie, ghiaie, diatomiti e materiali vulcanici rimaneggiati. Al disopra della formazione piroclastica, nella parte orientale del Colle è presente una placca di travertino dello spessore di 2-3 metri.

Uno spessore variabile di detriti di falda e di frana, costituito da materiale argilloso e piroclastico, ricopre la formazione argillosa nella parte di pendio sottostante la Rupe cosicché le argille affiorano solo in corrispondenza dei fossi e dei cigli di frana recenti.

1.4 TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI

Gli studi effettuati per procedere alla progettazione degli interventi di mitigazione dei fenomeni presenti hanno confermato quali cause delle frane e dei dissesti l'azione delle acque superficiali e di

quelle profonde mentre la parte riguardante la Rupe fenomeni di detensionamento in parete e scalzamento al piede della placca tufacea.

Gli interventi di risanamento possono sinteticamente essere riassunti come segue:

- Consolidamento delle pareti della Rupe
- Stabilizzazione delle pendici
- Sistemazione idraulica forestale dei fossi
- Impermeabilizzazione delle aree urbane
- Restauro delle murature
- Sistema di monitoraggio per il controllo dei parametri influenzanti i possibile dissesti.

1.5 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Al fine di acquisire gli elementi necessari ad una definizione globale oltre che locale in grado di rappresentare l'intera area e le condizioni di stabilità dell'intero abitato di Orvieto, sono state individuate 6 aree campione.

In ciascuna di esse si è quindi provveduto all'istallazione di una serie di strumenti in grado di seguire nel tempo l'evoluzione dei luoghi. Sulla base di relazione di settore disponibili e consultabili, nel presente studio si è provveduto razionalmente a catalogare gli strumenti sino ad ora installati nelle aree strumentate oggetto di analisi, evidenziando inoltre i principali risultati ottenuti dalle diverse campagne di monitoraggio condotte.

Per il controllo della piezometrica sono stati installati una serie di piezometri, sia sul pianoro tufaceo che lungo le pendici, mentre per il controllo dei movimenti sono stati realizzati una serie di tubi inclinometrici, prevalentemente in prossimità dei piezometri, alcuni dei quali attrezzati su due livelli con sensori fissi.

Nella figura 1.5.1 è riportata una sezione schematica in cui è indicata la disposizione dei vari strumenti.

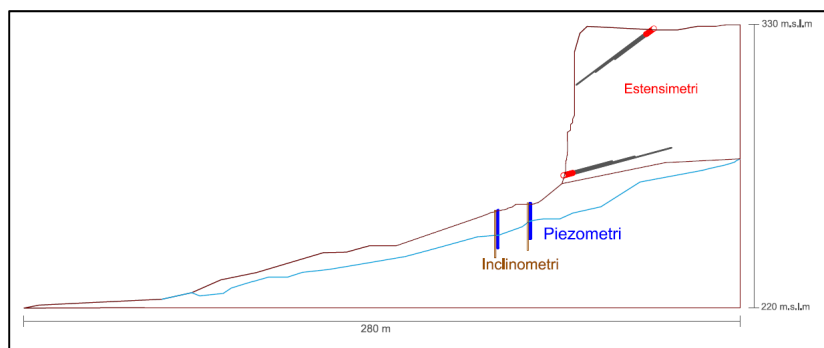


Figura 1.5.1 – Orvieto: Strumentazione Geotecnica – Schema sezione tipo

Le notizie sulla tipologia e la quantità degli strumenti presenti nelle sei zone sono state in parte fornite dal Comune di Orvieto, in parte direttamente sul posto in quanto esiste un centro di documentazione presso l'Osservatorio.

La raccolta dei dati è stata suddivisa per zona e per tipologia tenendo presente che l'area è monitorata complessivamente da:

- ❖ Monitoraggio geognostico: costituito da N. 122 piezometri (di cui 54 acquisiti in automatico), N. 113 tubi inclinometrici (di cui 16 a doppio sensore elettrolitico acquisiti in automatico), N. 53 estensimetri di cui 24 a base tripla tutti ad acquisizione automatica, N. 2 celle di carico poste sotto due testate appartenenti rispettivamente al primo ed al secondo ordine dei tiranti disposti in sommità della paratia di monte del parcheggio ex Campo della Fiera, N. 5 basi clinometriche installate alla base di alcuni Arconi sottostanti la SS 71, N.16 Centraline di acquisizione dati e N. 1 centrale meteo;

❖ Monitoraggio topografico: articolato in:

- controllo degli spostamenti delle pareti della Rupe mediante lettura con stazione totale di N. 42 prismi posizionati in parete nelle 6 zone in cui è stata suddivisa l'area;
- controllo dei movimenti globali delle pendici mediante N. 25 pilastri GPS radicati nel terreno lungo le pendici circostanti la Rupe e N. 6 pilastri posizionati all'esterno dell'area di osservazione.

I dati così raccolti sono convogliati al centro di elaborazione presso l'Osservatorio della Rupe di Orvieto, dove le informazioni acquisite in modalità automatica vengono inserite automaticamente nel Database del programma S.I.O.R., sistema informativo sviluppato e personalizzato per le esigenze dell'Osservatorio sull'interfaccia GIS del software GIS ELA©.

Infine si evidenzia che nella zona di Rocca Ripesena il monitoraggio consta di N. 1 inclinometro a lettura manuale, N. 4 estensimetri a doppia base, a lettura automatica, e N. 4 estensimetri a base tripla a lettura manuale; a questa zona è stato assegnato il numero 7.

Monitoraggio geotecnico

Di seguito si riportano una serie di tabelle in è stata riassunta complessivamente, suddividendola per tipologia, la strumentazione presente nell'area oggetto di monitoraggio.

Tabella 1.5.1 – Centraline installate

Zona	Cod. centralina	Data installazione	Stato di funzionamento	
1 - Istituto Professionale	1C1	01.01.1995	Montata	
	1C2	01.01.1995	Montata	Funzionante
2 - Fosso della Civetta	2C1	01.01.1995	Montata	
	2C2	01.01.1995		
3 - Conce	3C1	01.01.1995	Montata	Funzionante
	3C2/METEO	01.01.1995		
	3C3	01.01.1995	Montata	Funzionante
4 - Fosso San Benedetto	4C1	01.01.1995	Smontata	
	4C2	01.01.1995	Smontata	
	4C3	01.01.1995	Smontata	
5 - Porta Cassia	5C1	01.01.1995	Montata	
	5C2	01.01.1995	Smontata	
	5C3	01.01.1995	Smontata	Funzionante
	5C4	01.01.1995	Montata	
6 - San Bernardino	6C1	01.01.1995	Smontata	Funzionante
	6C2	01.01.1995	Smontata	Funzionante
7 - Rocca Ripesena	7C1			
Totale			17	

Tabella 1.5.2 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica ad acquisizione **automatica**
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento							
			Funzionante		Anomalie e/o scollegato		Non funzionante e/o rimosso		No info aggiornate	
Estensimetri a base singola	29	53	13	32	13	15	3	6		
Estensimetri base tripla	24		19		2	3				
Inclinometri	16		9				7			
Inclinometro fisso a 6 basi	1						1			
Piezometri	54		49		3		2			
Celle di carico	2								2	

Tabella 1.5.3 – Struttura e stato di funzionamento della strumentazione geotecnica a lettura **manuale**
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale	Sato di funzionamento		
		Funzionante	Fuori uso	No info aggiornate
Tubi Inclinatorici	64	53	11	
Piezometri	35	28	6	1
Basi Clinometriche	5			5

Tabella 1.5.4 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica ad acquisizione **automatica** della zona 7
Rocca Ripesena (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento					
			Funzionante		Anomalie e/o scollegato	Non funzionante e/o rimosso		No info aggiornate
Estensimetri a base doppia	4	4	4	4				

Tabella 1.5.5 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica a lettura **manuale** della zona 7
Rocca Ripesena (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento		
			Funzionante	Fuori uso	No info aggiornate
Estensimetri a base tripla	4		4		
Tubi Inclinatorici	1		1		

Inoltre, nell'area circostante la Rupe di Orvieto, nel corso di campagne di indagine e controllo effettuate in passato (prima del 1993) era stata installata una strumentazione geognostica che al giorno d'oggi risulta essere in parte fuori uso. Per completezza di informazioni, il quadro descrittivo aggiornato al dicembre del 1992 viene sintetizzato in tabella 1.5.6.

Tabella 1.5.6 – Struttura e situazione della strumentazione geotecnica installata antecedentemente il 1993

Tipologia	N. Totale	Sato di funzionamento		
		Funzionante	Fuori uso	Rimosso
Estensimetri	41			41
Inclinometri	33	19	14	
Piezometri	33	21	12	

Note

Estensimetri: sono stati riqualificati.

Inclinometri: di questi 33 inclinometri si hanno notizie solo del OI15 ubicato nella zona del Fosso del Livio; degli altri dei Piezometri si conosce solo l'ubicazione e lo stato di funzionamento aggiornato a Dicembre 1992 che è riportata nella planimetria generale.

Monitoraggio geodetico

Ad integrazione della rete di monitoraggio sopra riportata è stata predisposta una rete geodetica costituita da una serie di caposaldi posizionati lungo le pendici sottostanti la Rupe da cui traguardare i punti di controllo ubicati prevalentemente in corrispondenza del ciglio della Rupe; completa la configurazione della rete una serie di caposaldi in corrispondenza di punti molto lontani rispetto alle zone sotto osservazione.

La rete così descritta è costituita da 42 prismi ottici installati sulla parete tufacea, da 25 pilastri installati lungo le pendici del colle e da 6 caposaldi posizionati ad una distanza di sicurezza dal colle.

Tabella 1.5.7 – Struttura della sottorete geodetica
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Punti	Ubicazione	Strumentazione	Tipologia	N. Totale
Poligonale esterna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	6
Poligonale interna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	25
Punti di controllo	Parete	Prismi in parete	Prismi riflettori	42

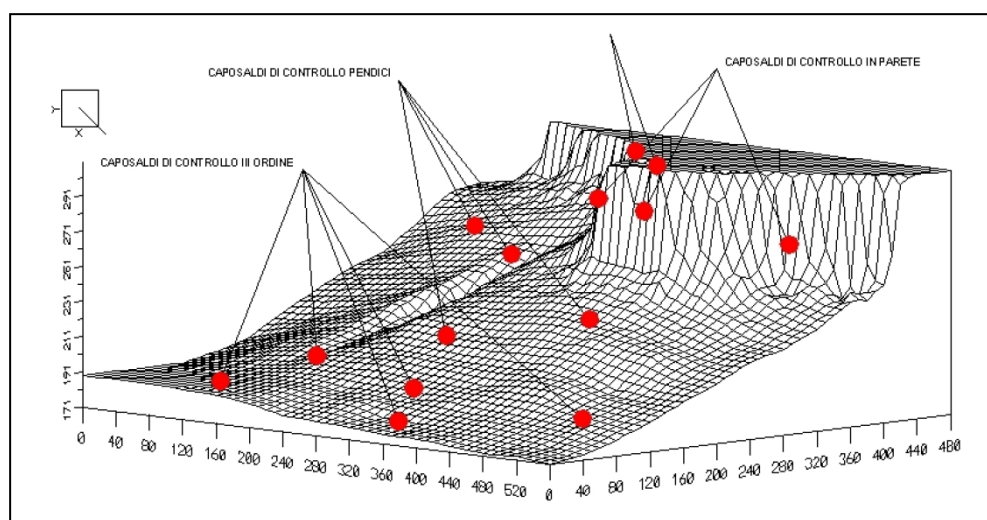


Figura 1.5.2 – Orvieto: Rete Geodetica – Schema sezione tipo

Nelle tabelle che seguono si riportano le coordinate geografiche e cartesiane della rete fiduciale dei punti esterni e i vettori processati tra gli stessi punti.

Tabella 1.5.8 – Rete fiduciale dei punti esterni - Coordinate in WGS84 – Geografiche
(Fonte: Osservatorio della Rupe- Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Punti Fiduciali	Coordinate			σ (mm)			Corr. (%)		
	Latitudine	Longitudine	Altezza (m)	N	E	H	NE	NH	EH
A	42°43'03.65443"N	12°05'45.16995"E	270.31940	0.5	0.4	1.1	6	-20	0
B	42°42'34.37211"N	12°06'11.72051"E	285.79617	0.4	0.3	0.9	-3	-18	5
C	42°42'39.26642"N	12°06'34.17313"E	228.22936	0.5	0.3	0.9	10	-17	3
D	42°42'56.18625"N	12°07'42.36066"E	263.94299	0.6	0.4	1.2	25	-9	-13
e	42°43'30.90294"N	12°06'46.57677"E	233.40771	0.4	0.3	0.7	7	-20	6
F	42°43'41.91137"N	12°06'06.67293"E	194.88289	1.6	1.3	3.5	-1	-29	34
G	42°43'58.08340"N	12°07'11.00521"E	164.58575	1.3	0.8	2.7	11	-24	0

Tabella 1.5.9 – Rete fiduciale dei punti esterni - Coordinate in WGS84 – Cartesiane
(Fonte: Osservatorio della Rupe- Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Punti Fiduciali	Coordinate (m)			σ (mm)			Corr. (%)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	XY	XZ	YZ
A	4589281.33421	983511.54849	4304695.29062	0.9	0.4	0.8	37	66	34
B	4589765.14797	984233.18163	4304041.85105	0.7	0.4	0.6	40	61	29
C	4589516.46067	984702.42263	4304113.78185	0.8	0.4	0.6	32	51	30
D	4588870.07270	986150.68294	4304521.64227	1.0	0.4	0.9	18	54	29
e	4588404.05160	984752.37704	4305287.99248	0.6	0.3	0.5	38	53	32
F	4588341.43508	983810.43355	4305511.40003	2.9	1.6	2.3	57	65	55
G	4587681.53095	985165.68221	4305857.41654	2.3	0.9	1.8	43	60	38

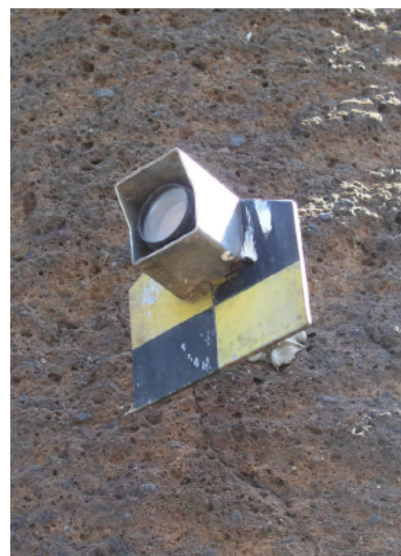


Figura 1.5.3 – Orvieto: Orvieto: Rete Geodetica – Pilastrino e prisma riflettore

Tabella 1.5.10 – Vettori processati - Coordinate in WGS84 – Geografiche
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

		Coordinate (m)				σ (mm)			Corr. (%)		
	Da – a	Latitudine	Longitudine	Altezza (m)	Lunghezza (m)	N	E	H	NE	NH	EH
1	B-A	903.6456	-604.1490	-15.5709	1087.1126	0.5	0.4	1.3	9	-19	-10
2	B-C	151.0513	510.9534	-57.5879	535.9163	0.7	0.5	1.3	-9	-10	13
3	D-C	-521.9486	-1551.7417	-35.9232	1637.5662	0.7	0.6	1.5	32	-13	-30
4	D-G	1910.0839	-713.2975	-99.6837	2041.3600	1.0	0.6	2.1	7	-28	4
5	e-A	-840.7182	-1397.2909	36.7057	1631.1273	0.8	0.5	1.6	4	-22	3
6	e-B	-1744.4358	-793.2481	52.0997	1917.0324	0.8	0.6	1.5	-24	-22	6
7	e-C	-1593.4291	-282.2699	-5.3858	1618.2464	0.8	0.6	1.3	19	-26	7
8	e-D	-1071.2008	1269.3850	30.3197	1661.2431	0.9	0.6	1.5	35	1	-10
9	e-F	339.7530	-907.8355	-38.5463	970.0944	0.7	0.6	1.6	-3	-2	26
10	e-G	838.7665	555.7163	-68.8753	1008.5106	1.1	0.7	2.1	25	-15	-3
11	F-A	-1180.5501	-489.2928	75.3083	1280.1473	1.4	1.1	3.0	-2	-30	38
12	F-G	499.2057	1463.4828	-30.4841	1546.5825	1.0	0.8	2.2	7	-27	18

Tabella 1.5.11 – Vettori processati - Coordinate in WGS84 – Cartesiane
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

		Coordinate (m)				σ (mm)			Corr. (%)		
	Da – a	X	Y	Z	Lunghezza	X	Y	Z	XY	XZ	YZ
1	B-A	-483.8149	-721.6334	653.4387	1087.1126	1.1	0.5	0.9	30	69	29
2	B-C	-248.6867	469.2409	71.9319	535.9163	1.0	0.6	0.9	45	56	28
3	D-C	646.3879	-1448.2597	-407.8601	1637.5662	1.3	0.5	1.1	0	60	18
4	D-G	-1188.5418	-985.0007	1335.7743	2041.3600	1.9	0.7	1.4	48	62	40
5	e-A	877.2845	-1240.8281	-592.7005	1631.1273	1.4	0.6	1.1	42	62	34
6	e-B	1361.0955	-519.1962	-1246.1411	1917.0324	1.3	0.6	1.1	48	57	18
7	e-C	1112.4082	-49.9551	-1174.2121	1618.2464	1.2	0.6	0.9	29	42	35
8	e-D	466.0212	1398.3066	-766.3495	1661.2431	1.3	0.6	1.2	12	49	33
9	e-F	-62.5712	-941.9368	223.4349	970.0944	1.2	0.7	1.2	50	66	44
10	e-G	-722.5004	413.3092	569.4402	1008.5106	1.8	0.7	1.6	35	55	40
11	F-A	939.8991	-298.8851	-816.1094	1280.1473	2.5	1.3	2.0	60	65	57
12	F-G	-659.9096	1355.2511	346.0221	1546.5825	1.9	0.9	1.5	49	63	48

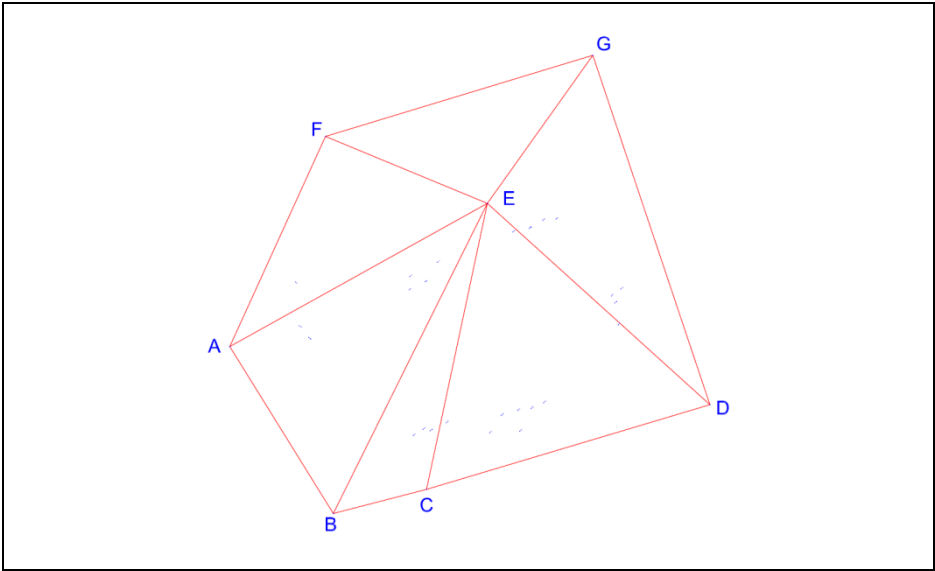


Figura 8 – Orvieto: Rete Geodetica - fiduciaria punti esterni

1.5.1 Zona 1 – Istituto Professionale – Fosso del Livio

L'area strumentata 1, denominata Istituto Professionale – Fosso del Livio è situata nella parte sud ovest dell'abitato storico di Orvieto.

Nella zona, per il controllo di possibili spostamenti in profondità e in superficie, delle variazioni del livello statico della falda e per il controllo delle pareti tufacee della rupe, è stata installata una strumentazione ad acquisizione sia automatica che manuale costituita da sensori di tipologia diversa in modo da rispondere al meglio alle esigenze del monitoraggio (Figura 1.5.1.1).

In particolare:

- ✓ la strumentazione automatica è costituita complessivamente di n.7 estensimetri a corda vibrante, 2 inclinometri biassiali elettrolitici e 8 piezometri con cella di Casagrande; il loro stato di funzionamento viene evidenziato nella tabella 1.5.1.1;
- ✓ la strumentazione manuale conta la presenza di n.13 tubi inclinometrici, di n. 9 celle piezometriche e di una rete geodetica costituita da n. 4 pilastri GPS disposti sulla pendice e n. 7 prismi riflettori disposti in parete come meglio esposto nelle tabelle 1.5.1.2 e 1.5.1.3.

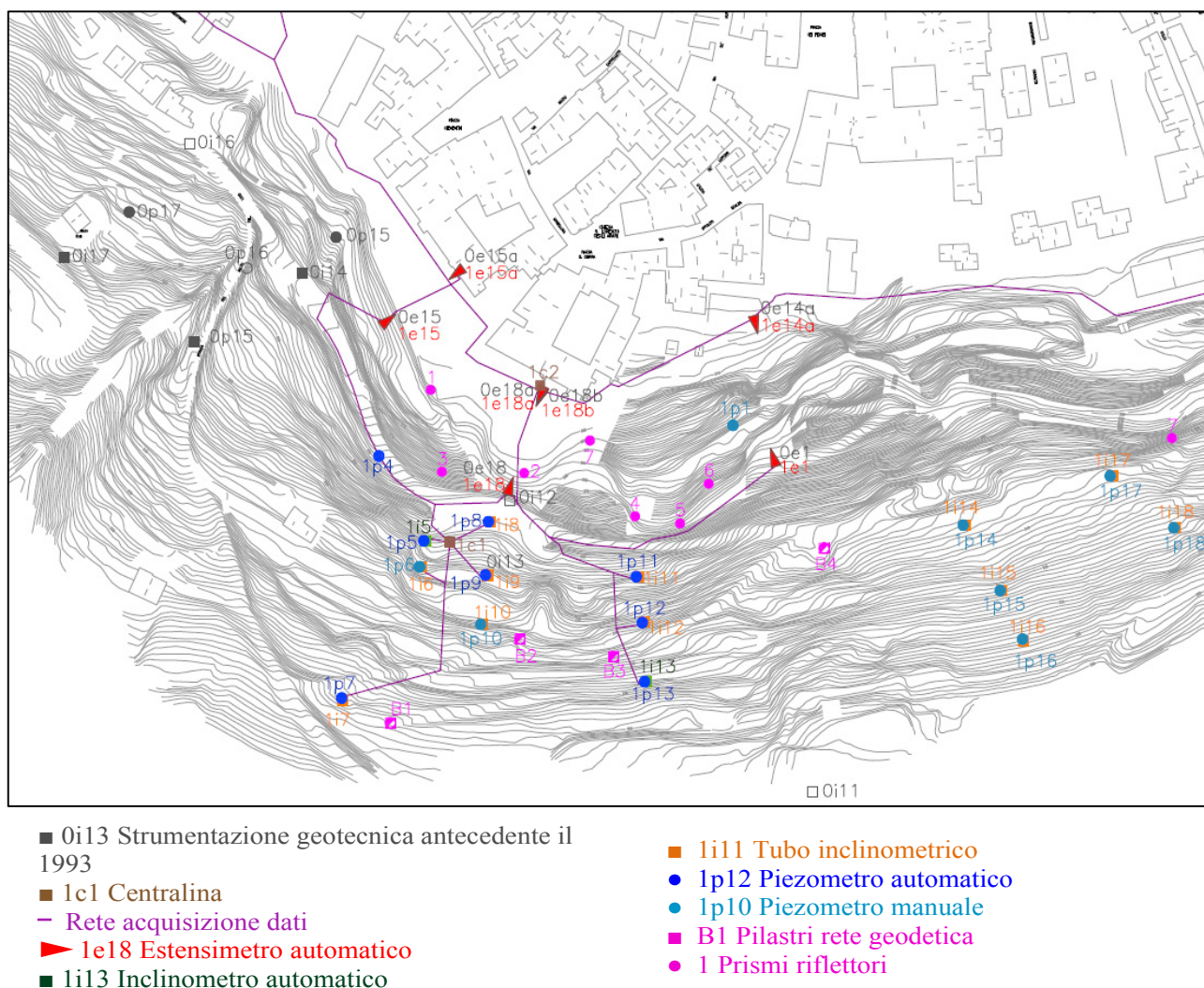


Figura 1.5.1.1 – Orvieto: **Zona 1** Località Istituto Professionale – Fosso del Livio – Ubicazione della strumentazione

Tabella 1.5.1.1 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica ad acquisizione **automatica** della zona 1
Istituto Professionale – Fosso del Livio (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento			
			Funzionante	Anomalie e/o scollegato	Non funzionante e/o rimosso	No info aggiornate
Estensimetri a base singola	2	7		1	1	
Estensimetri base tripla	5		3	2	2	
Inclinometri	2				2	
Piezometri	8		8			

Tabella 1.5.1.2 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica a lettura **manuale** della zona 1
Istituto Professionale – Fosso del Livio (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento		
			Funzionante	Fuori uso	No info aggiornate
Tubi Inclinometrici	13		10	3	
Piezometri	9		8		1

Tabella 1.5.1.3 – Struttura della sottorete geodetica della zona 1
Istituto Professionale – Fosso del Livio (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Punti	Ubicazione	Strumentazione	Tipologia	N. Totale
Poligonale esterna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	1
Poligonale interna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	4
Punti di controllo	Parete	Prismi in parete	Prismi riflettori	7

Per completezza di informazione si riporta nella tabella 1.5.1.4 anche la quantità e la tipologia della strumentazione installata nel periodo antecedente il 1993 della quale non è stato possibile reperire la documentazione.

Tabella 1.5.1.4 – Struttura e situazione della strumentazione geotecnica installata antecedentemente il **1993** nella zona 1
Istituto Professionale – Fosso del Livio

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento		
			Funzionante	Fuori uso	Rimosso
Estensimetri	7				7
Inclinometri	7		3	4	
Piezometri	3		2	1	

Note

Estensimetri: sono stati riqualificati e corrispondono a quelli automatici riportati nella Tab. 1.5.1.1.1.

Inclinometri: di questi 7 inclinometri si hanno notizie solo del OI15 ubicato nella zona del Fosso del Livio; degli altri denominati OI11-OI12-OI13-OI14-OI16-OI17 e dei **Piezometri:** OP15- OP16- OP17 si conosce solo l'ubicazione e lo stato di funzionamento aggiornato a Dicembre 1992 che è riportata nella planimetria generale.

1.5.1.1 Misure estensimetriche

Nell'area risultano essere stati installati nel gennaio del 1995 n. 7 estensimetri a corda vibrante, di cui 5 a base tripla e 2 a base singola; 4 sono disposti alla sommità e 3 al piede della parete (Figura 1.5.1.1).

L'acquisizione dei dati è di tipo automatico e affluiscono alle due centraline (1C1, 1C2) ubicate rispettivamente davanti al muro di contenimento ad arco esistente al piede della parete della rupe e nella cantina del Convento del Buon Gesù. Gli estensimetri sono muniti di sensore del tipo a corda vibrante e misuratore di temperatura; la loro base di misura, così come il loro stato di funzionamento, sono descritte in tabella 1.5.1.1.1.

Tabella 1.5.1.1.1 – Estensimetri automatici della zona I Istituto Professionale – Fosso del Livio ⇨ Centraline 1C1 - 1C2 (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
1E01	1E01/1	01.01.1995	1C1	20.00	60.00	
	1E01/2	01.01.1995	1C1	40.00	60.00	
	1E01/3	01.01.1995	1C1	60.00	60.00	
1E15	1E15/1	01.01.1995	1C1	20.00	60.00	
	1E15/2	01.01.1995	1C1	40.00	60.00	
	1E15/3	01.01.1995	1C1	60.00	60.00	Il sensore è bloccato, ossid cilindro
1E18	1E18/1	01.01.1995	1C2	27.70	41.70	
	1E18/2	01.01.1995	1C2	11.60	41.70	Il sensore è stato scollegato
	1E18/3	01.01.1995	1C1	47.70	41.70	Il sensore è stato scollegato
1E18A	1E18A/1	01.01.1995	1C2	18.00	36.00	
	1E18A/2	01.01.1995	1C2	27.00	36.00	
	1E18A/3	01.01.1995	1C2	36.00	36.00	
1E18B	1E18B/1	01.01.1995	1C2	27.20	27.20	
	1E18B/2	01.01.1995	1C2	20.20	27.20	
	1E18B/3	01.01.1995	1C2	14.20	27.20	
1E14A	1E14A	01.01.1995	1C2	20.00	20.00	Il sensore, guasto, è stato rimosso
1E15A	1E15A	01.01.1995	1C2	36.20	36.20	Il sensore è stato scollegato

Di seguito si riportano, a titolo di esempio, alcuni dei grafici ricavati con le letture acquisite in automatico.

Estensimetro 1E01

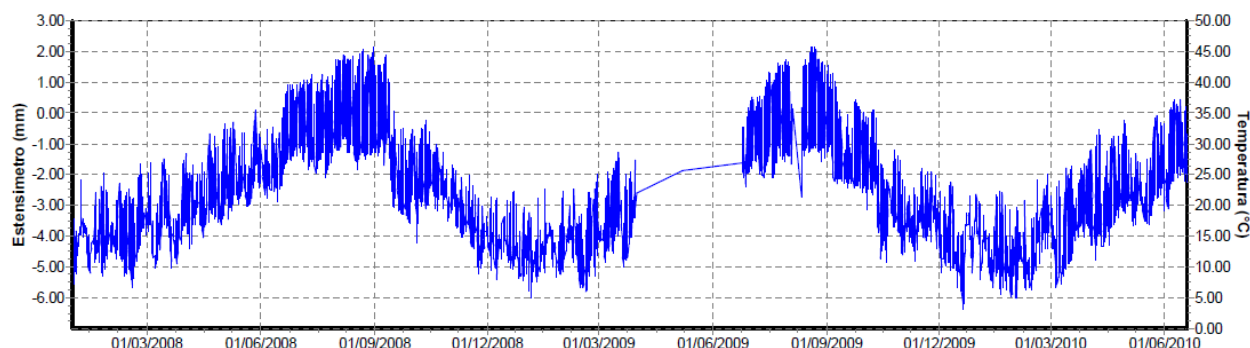


Fig. 1.5.1.1.1 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

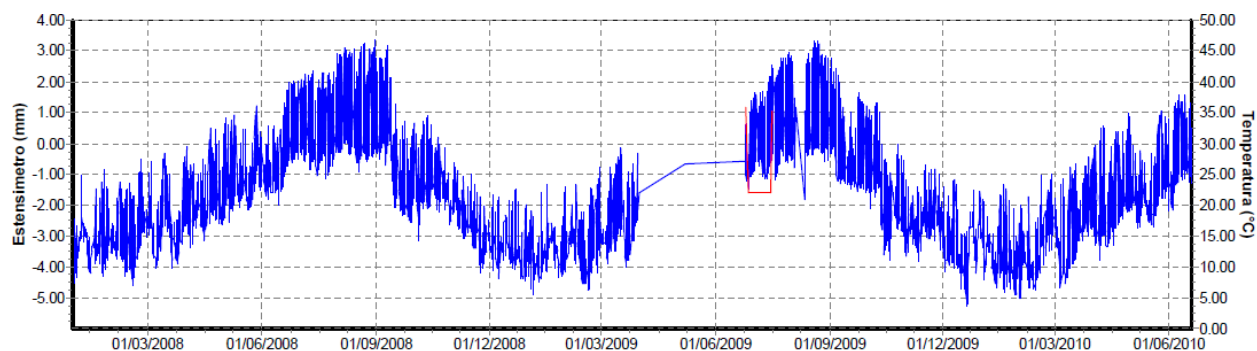


Fig. 1.5.1.1.2 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

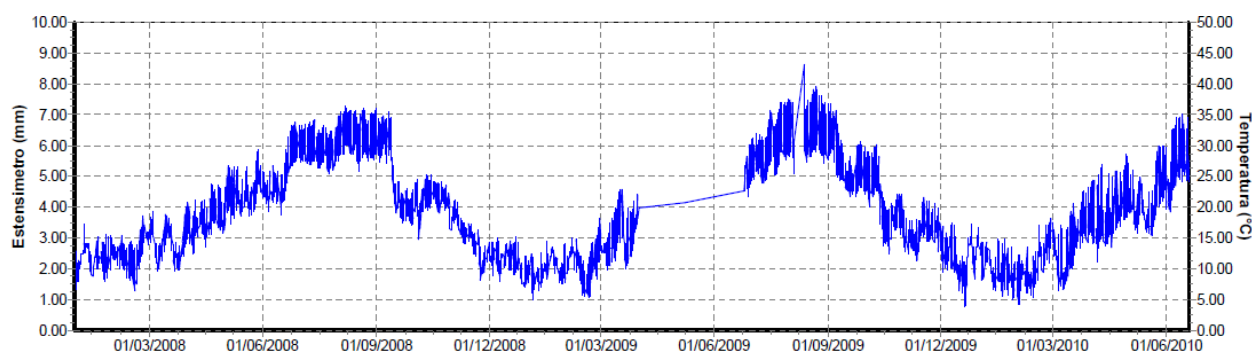
Estensimetro 1E15

Fig. 1.5.1.1.3 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

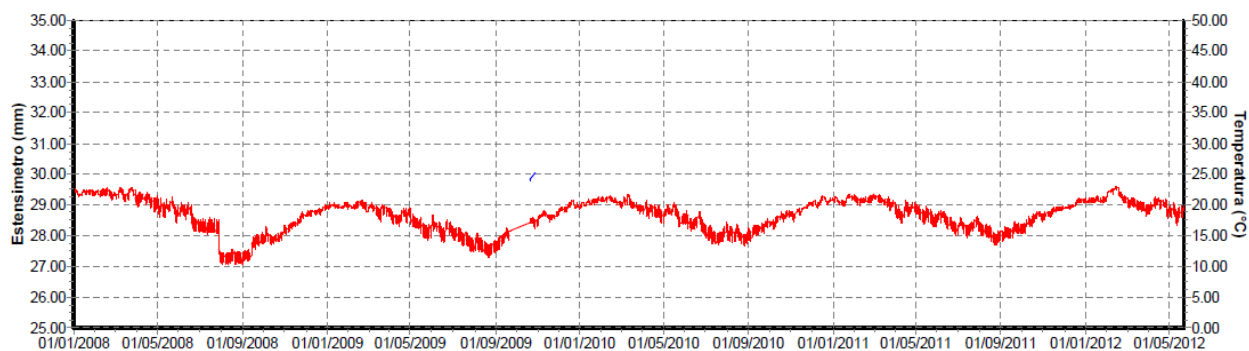
Estensimetro 1E18A

Fig. 1.5.1.1.4 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

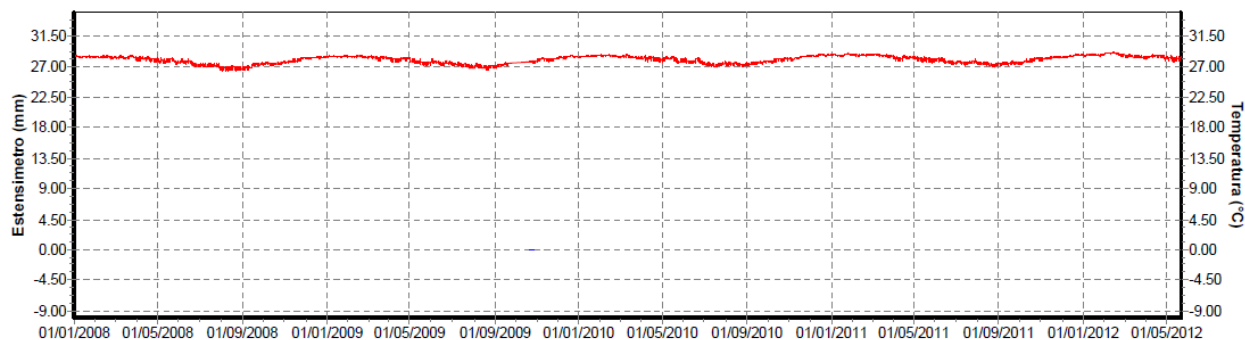


Fig. 1.5.1.1.5 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

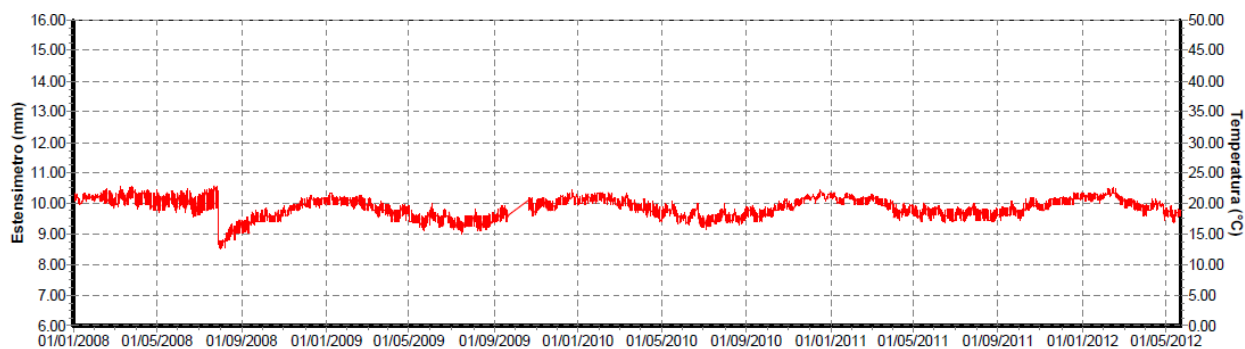


Fig. 1.5.1.1.6 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

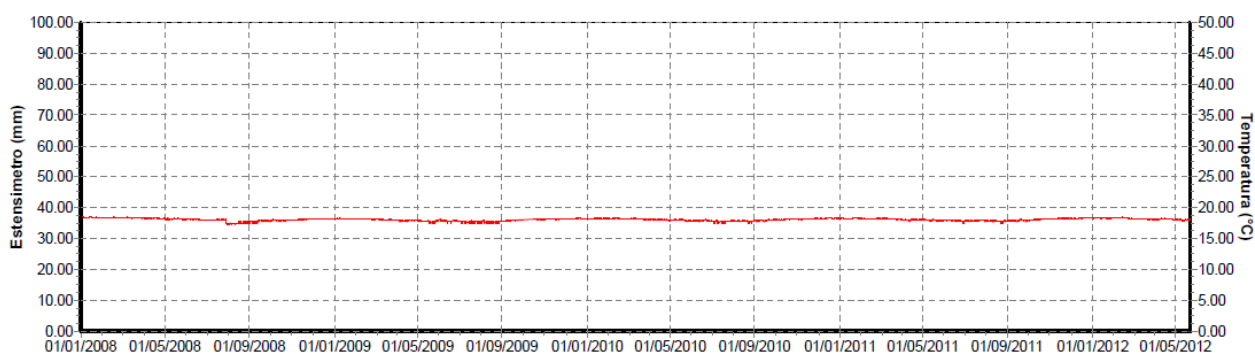
Estensimetro 1E18B

Fig. 1.5.1.1.7 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

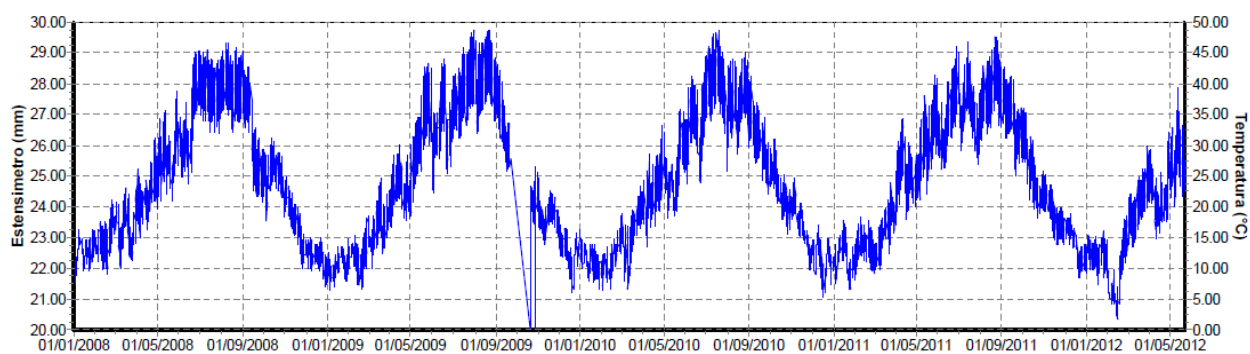


Fig. 1.5.1.1.8 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

Al fine di un controllo delle grandezze acquisite automaticamente, ciascun sensore estensimetrico è dotato di un dispositivo per la lettura anche di tipo manuale. Le informazioni così ricavate manualmente, nel periodo 2003 – 2008, sono riportate in tabella 1.5.1.1.2.

*Tabella 1.5.1.1.2 – Estensimetri automatici – Letture di controllo manuali della zona 1
Istituto Professionale – Fosso del Livio (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Codice Strumento	Codice Sensore	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Spostamento (mm)	Data	Spostamento (mm)	
1E01	1E01/1	26.03.2003	23.84	19.04.2004	23.83	3
	1E01/2	26.03.2003	54.32	20.11.2008	62.10	16
	1E01/3	26.03.2003	-7.32	20.11.2008	-19.23	17
1E15	1E15/1	26.03.2003	26.25	20.11.2008	26.27	15
	1E15/2	26.03.2003	25.62	20.11.2008	26.59	17
	1E15/3	26.03.2003	24.35	20.11.2008	24.53	17
1E18	1E18/1	26.03.2003	36.22	20.11.2008	36.70	15
	1E18/2	26.03.2003	38.07	20.11.2008	41.22	15
	1E18/3	26.03.2003	38.17	20.11.2008	38.50	15
1E18A	1E18A/1	03.04.2003	21.05	23.12.2008	21.26	15
	1E18A/2	03.04.2003	21.65	23.12.2008	21.74	15
	1E18A/3					
1E18B	1E18B/1	03.04.2003	19.25	23.12.2008	20.17	15
	1E18B/2	03.04.2003	21.85	23.12.2008	21.96	15
	1E18B/3	03.04.2003	21.52	23.12.2008	21.66	15
1E14A	1E14A	27.03.2003	-1.15	10.09.2003	-1.11	2
1E15A	1E15A	27.03.2003	60.95	31.07.2008	60.61	12

1.5.1.2 Misure inclinometriche

Le diverse fonti consultate e la strumentazione analizzata sono raccolte nelle tabelle 1.5.1.2.2 e 1.5.1.2.3.

Nell'area dell'Istituto Professionale risultano essere stati installati 2 inclinometri biassiali elettrolitici. Le caratteristiche generali e il loro stato di funzionamento sono riportate nella tabella 1.5.1.2.1.

Come riportato nelle specifiche tabelle per questo tipo di inclinometro sono state effettuate, prima delle loro messa in opera, delle letture con sonda manuale per la definizione della zona in cui posizionare gli strumenti.

Nel tempo, ove possibile, alcuni di loro sono stati rimossi per effettuare misure di controllo e la manutenzione degli strumenti.

Tabella 1.5.1.2.1 – Inclinometri automatici della zona 1 Istituto Professionale – Fosso del Livio ⇨ Centralina 1C1
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
1I05	1I05A	01.01.1995	1C1	10.00	18.00	Il sensore è bloccato a 8 metri dal p.c. (sensore a f.s.)
	1I05B	01.01.1995	1C1	12.00	18.00	Il sensore è bloccato a 8 metri dal p.c. (tubo deform.)
1I13	1I13A	01.01.1995	1C1	14.00	18.00	Il sensore è bloccato a 5 metri dal p.c. (tubo deform.)
	1I13B	01.01.1995	1C1	16.00	18.00	Il sensore è bloccato a 5 metri dal p.c. (tubo deform.)

Inclinometro 1I05

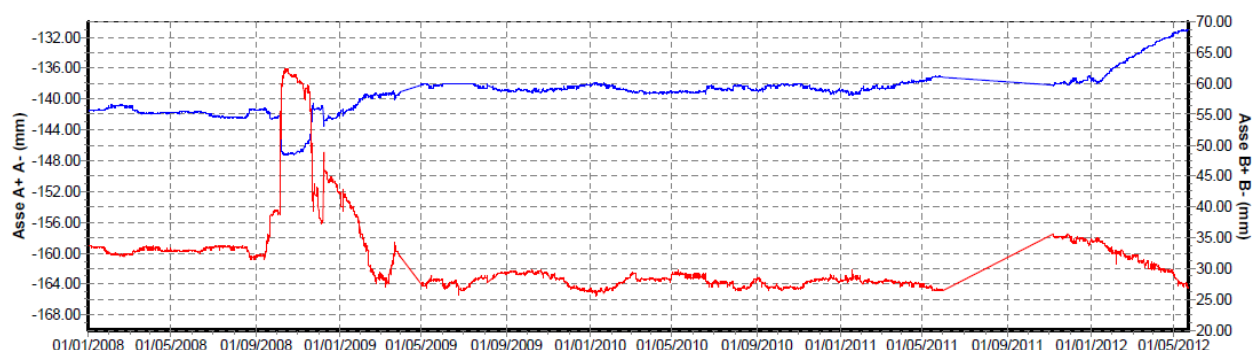


Fig. 1.5.1.2.1 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

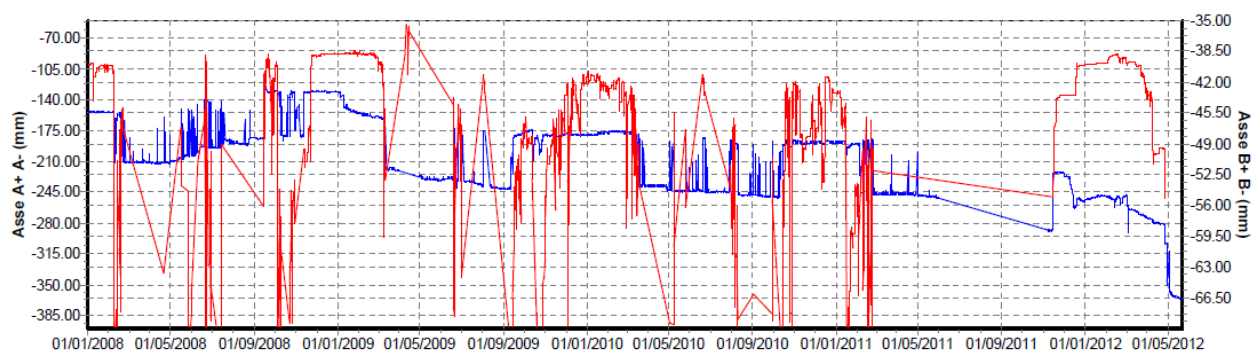


Fig. 1.5.1.2.2 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

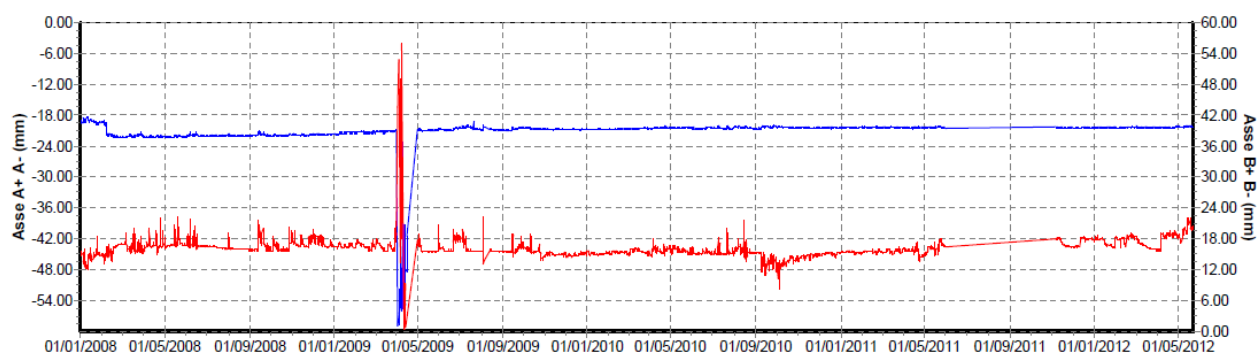
Inclinometro III3

Fig. 1.5.1.2.3 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

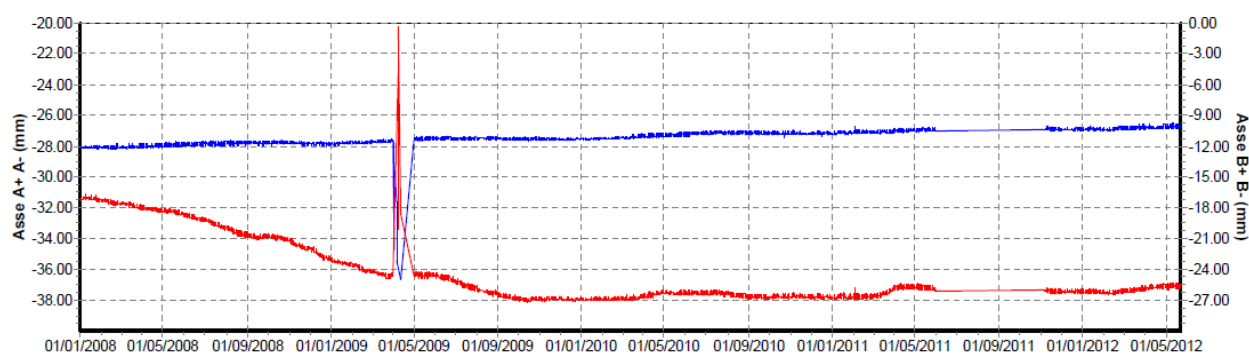
Sensore A

Fig. 1.5.1.2.4 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

Tabella 1.5.1.2.2 – Caratteristiche degli inclinometri della zona 1 Istituto Professionale – Fosso del Livio

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota (m.s.l.m.)	Azimut ° Guida A+ da Nord (Lett. di zero)	Letture di zero	Letture N°	Fonte e Anno di riferimento
I02	IP_I02	42.00		330	06.04.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I02	IP_I02	40.00			17.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I05*	IP_I05	18.00		74	14.09.1992	4	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I06	IP_I06	15.00		78	14.02.1992	4	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I06	IP_I06	15.00			05.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I06	IP_I06	15.00			05.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006
I07	IP_I07	15.00		60	19.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I07	IP_I07	15.00			05.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008

I07	IP_I07	15.00			05.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006
I08	IP_I08	18.00		154	14.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I09	IP_I09	18.00		118	14.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I09	IP_I09	18.00			05.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006
I10	IP_I10	18.00		108	16.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I10	IP_I10	17.00			05.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I10	IP_I10	17.00			05.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006
I11	IP_I11	15.00		127	11.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I11	IP_I11	15.00			05.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I11	IP_I11	15.00			05.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006
I12	IP_I12	15.00		104	15.09.1992	5	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I13*	IP_I13	12.00		64	16.09.1992	5	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I14	IP_I14	15.00		64	11.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I14	IP_I14	15.00			04.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I15	IP_I15	15.00		90	15.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I15	IP_I15	15.00			04.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I15	IP_I15	15.00			04.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006
I16	IP_I16	15.00		104	15.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I17	IP_I17	12.00		88	11.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I17	IP_I17	12.00			04.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I18	IP_I18	12.00		110	11.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I18	IP_I18	12.00			04.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I18	IP_I18	12.00			04.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006

Nota:

* *Inclinometro automatico corredato di due sensori.*

Tabella 1.5.1.2.3 – Caratteristiche dell'inclinometro O15 della zona 1 Fosso del Livio

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota (m.s.l.m.)	Azimut ° Guida A ⁺ da Nord (Lett. di zero)	Letture di zero	Letture N°	Fonte e Anno di riferimento
O115	IP_FSL_I15	15.00			12.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006

Tabella 1.5.1.2.4 – Letture inclinometriche manuali della zona 1 Istituto Professionale – Fosso del Livio
(Fonte: Osservatorio della Rupe Anno 1992 - 1994)

Tubo N.	Profondità (m.)	Letture di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I02	42.00	06.04.1992	05.05.1993	12.08.1993	22.03.1994					
I05*	18.00	14.09.1992	11.01.1993	28.04.1993	09.08.1993					
I06	15.00	16.03.1993	28.04.1993	09.08.1993	21.03.1994					
I07	15.00	19.09.1992	12.01.1993	17.03.1993	28.04.1993	09.08.1993	22.03.1994			
I08	18.00	14.09.1992	11.01.1993	16.03.1993	28.04.1993	09.08.1993	21.03.1994			
I09	18.00	14.09.1992	11.01.1993	16.03.1993	28.04.1993	09.08.1993	21.03.1994			
I10	18.00	16.09.1992	11.01.1993	16.03.1993	28.04.1993	09.08.1993	21.03.1994			
I11	15.00	11.09.1992	11.01.1993	16.03.1993	28.04.1993	09.08.1993	21.03.1994			
I12	15.00	15.09.1992	11.01.1993	16.03.1993	28.04.1993	10.08.1993				
I13*	12.00	16.09.1992	12.01.1993	17.03.1993	28.04.1993	09.08.1993				
I14	15.00	11.09.1992	12.01.1993	17.03.1993	28.04.1993	10.08.1993	22.03.1994			
I15	15.00	15.09.1992	12.01.1993	17.03.1993	28.04.1993	10.08.1993	22.03.1994			
I16	15.00	15.09.1992	12.01.1993	17.03.1993	28.04.1993	10.08.1993	22.03.1994			
I17	12.00	11.09.1992	12.01.1993	16.03.1993	29.04.1993	10.08.1993	22.03.1994			
I18	12.00	11.09.1992	12.01.1993	17.03.1993	29.04.1993	09.08.1993	22.03.1994			

Nota:

* Inclinometro automatico corredato di due sensori.

Sono stati individuati anche i seguenti strumenti dei quali si conosce, al momento, la sola ubicazione topografica OI11-OI12-OI13-OI14-OI16-OI17.

Tabella 1.5.1.2.5 – Letture inclinometriche manuali della zona 1 Istituto Professionale – Fosso del Livio
(Fonte: Osservatorio della Rupe Anno 2003 - 2008)

Tubo N.	Profondità (m.)	Letture di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I02	40.00	17.06.2003	06.09.2015	29.03.2005	01.09.2005	26.04.2006	02.10.2006	08.05.2007	21.11.2007	29.05.2008
I06	15.00	05.06.2003	03.09.2004	21.03.2005	24.08.2005	14.03.2006	29.09.2006	07.05.2007	20.11.2007	27.05.2008
I07	15.00	05.06.2003	11.08.2004	21.03.2005	24.08.2005	15.03.2006	29.09.2006	07.05.2007	20.11.2007	27.05.2008
I10	17.00	05.06.2003	03.09.2004	21.03.2005	24.08.2005	14.03.2006	29.09.2006	07.05.2007	20.11.2007	27.05.2008
I11	15.00	05.06.2003	03.09.2004	21.03.2005	24.08.2005	14.03.2006	29.09.2006	07.05.2007	20.11.2007	27.05.2008
I14	15.00	04.06.2003	11.08.2004	21.03.2005	30.08.2005	14.03.2006	22.09.2006	26.04.2007	07.11.2007	26.05.2008
I15	15.00	04.06.2003	10.08.2004	21.03.2005	30.08.2005	14.03.2006	29.09.2006	26.04.2007	20.11.2007	26.05.2008
I17	12.00	04.06.2003	11.08.2004	23.03.2005	30.08.2005	15.03.2006	22.09.2006	26.04.2007	07.11.2007	19.05.2008
I18	12.00	04.06.2003	11.08.2004	23.03.2005	30.08.2005	15.03.2006	22.09.2006	26.04.2007	07.11.2007	19.05.2008

Tabella 1.5.1.2.6 – Letture inclinometriche manuali della zona 1 Istituto Professionale – Fosso del Livio

(Fonte: Regione Umbria)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I06	15.00	05.06.2003	04.07.2003	03.10.2004	17.05.2004	03.09.2004	21.03.2005	24.08.2005	14.03.2006	29.09.2006
I07	15.00	05.06.2003	03.07.2003	02.10.2004	17.05.2004	11.08.2004	31.03.2005	24.08.2005	15.03.2006	29.09.2006
I09	18.00	05.06.2003	04.07.2003	03.10.2004	17.05.2004	03.09.2004	21.03.2005	24.08.2005	14.03.2006	29.09.2006
I10	17.00	05.06.2003	04.07.2003	03.10.2004	17.05.2004	03.09.2004	21.03.2005	24.08.2005	14.03.2006	29.09.2006
I11	15.00	05.06.2003	03.07.2003	03.10.2004	17.05.2004	03.09.2004	21.03.2005	24.08.2005	14.03.2006	29.09.2006
I15	15.00	04.06.2003	03.07.2003	02.10.2003	11.05.2004	10.08.2004	21.03.2005	30.08.2005	14.03.2006	29.09.2006
I18	12.00	04.06.2003	03.07.2003	02.10.2003	03.05.2004	11.08.2004	23.03.2005	30.08.2005	15.03.2006	22.09.2006

Tabella 1.5.1.2.7 – Lettura inclinometrica manuale della zona 1 Fosso del Livio

(Fonte: Regione Umbria)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I15	15.00	12.06.2003	17.07.2003	06.10.2003	18.05.2004	08.07.2004	24.03.2005	31.08.2005	24.03.2006	20.09.2006

Inclinometro IP_I02

L’inclinometro non denuncia deformazioni di rilievo; la deformata risultante nel periodo 2003-2008 di cui alla fig. 1.5.1.2.6 è sicuramente influenzata dalla presenza di errori sistematici.

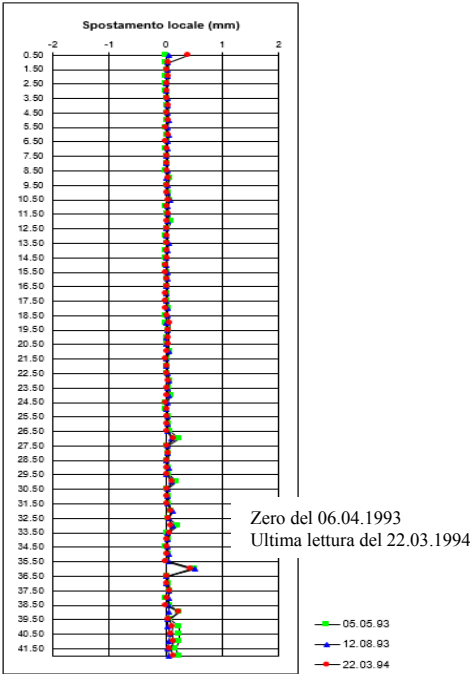


Fig. 1.5.1.2.5 **IP_I02** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

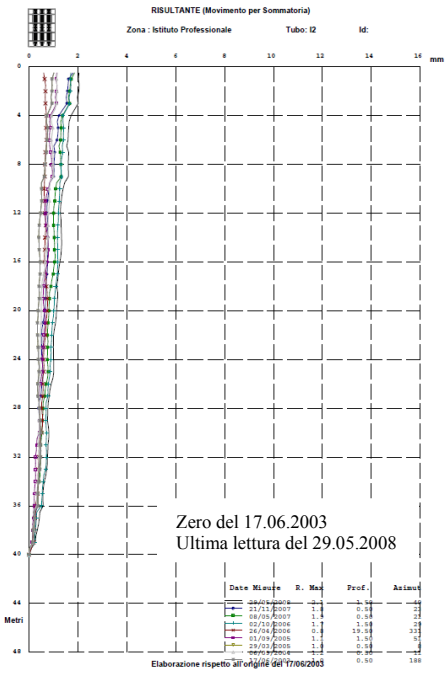
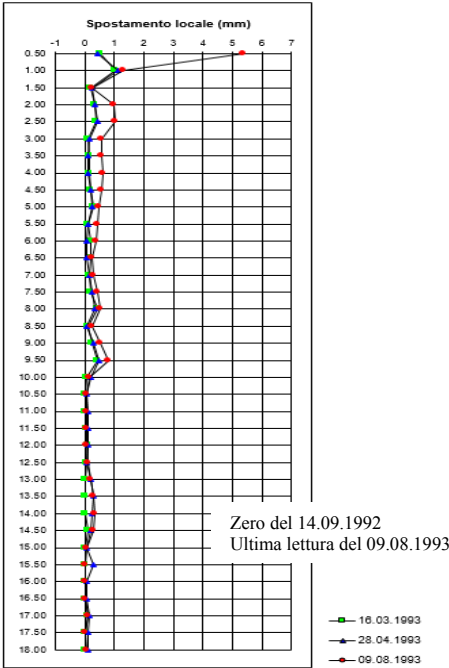


Fig. 1.5.1.2.6 **IP_I02** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		IP_I02	
Lettura dello zero		06.04.93	17.06.03
Ultima lettura		22.03.94	29.05.08
N. Tot. letture effettuate		4	9
Profondità del tubo (m)		42.00	40.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	36.0 – 36.5	-
	Risultante (mm)	0.45	-
	Errore stimato (mm)	1.87	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.00	-
		5.08	-

Inclinometro IP_I05

Di questo inclinometro, che a partire dal 1993 è stato attrezzato con doppio sensore automatico, è disponibile solo il grafico della deformata locale da cui si evince l'assenza di deformazioni, fatta salva quella nel primo metro dovuta, probabilmente, ad un disturbo arrecato alla testa dello strumento.



IP_I05			
Lettura dello zero		14.09.92	
Ultima lettura		09.08.93	
N. Tot. letture effettuate		4	
Profondità del tubo (m)		18.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	9.5 – 10.0	
	Locale (mm)	0.81	
	Errore stimato (mm)	2.53	
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.32	
		17.56	

Fig. 1.5.1.2.7 IP_I05 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

Inclinometro IP 106

Le letture effettuate nei tre periodi di osservazione mostrano chiaramente la presenza di una deformazione alla profondità di 10 metri dal p.c. dell'ordine di 15 mm ed una che interessa i primi 3 metri della parte alta dell'inclinometro.

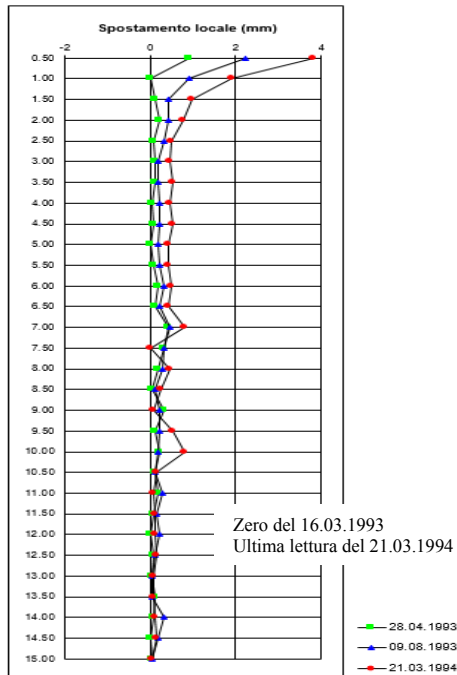


Fig. 1.5.1.2.8 **IP_106** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

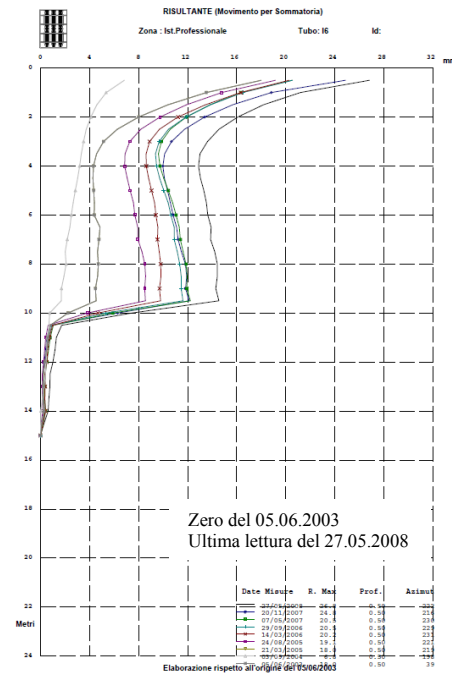


Fig. 1.5.1.2.9 **IP_106** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

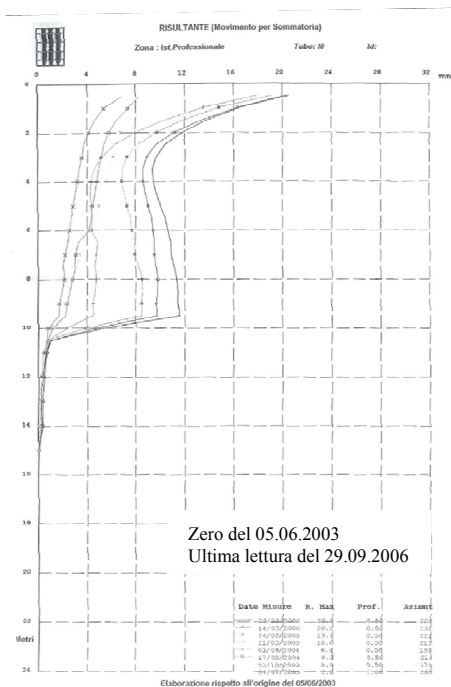


Fig. 1.5.1.2.10 **IP_106** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		IP_106		
	Letture dello zero	16.03.93	05.06.03	05.06.03
	Ultima lettura	21.03.94	27.05.08	29.09.06
	N. Tot. letture effettuate	4	9	9
	Profondità del tubo (m)	15.00	15.00	15.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	10.0 – 10.5	9.5 – 10.0	9.5 – 10.0
	Risultante (mm)	0.80	15.00	11.85
	Errore stimato (mm)	1.61	1.74	1.74
Qualità della misura (I.d.Q.)		8.81	-	-
		15.15	-	-

Inclinometro IP 107

I dati forniti dalla lettura dell'inclinometro fatta da due soggetti diversi in periodi simili denunciano la presenza di una deformazione ascrivibile ad una possibile superficie di scivolamento tra 6 e 8 metri di profondità e velocità di alcuni mm/anno.

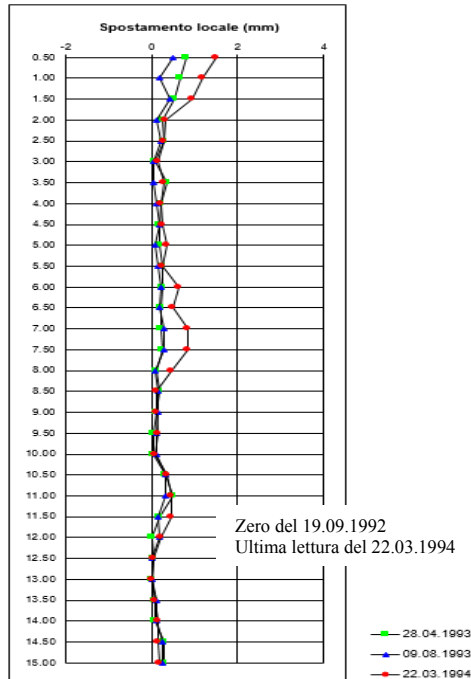


Fig. 1.5.1.2.11 **IP_107** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

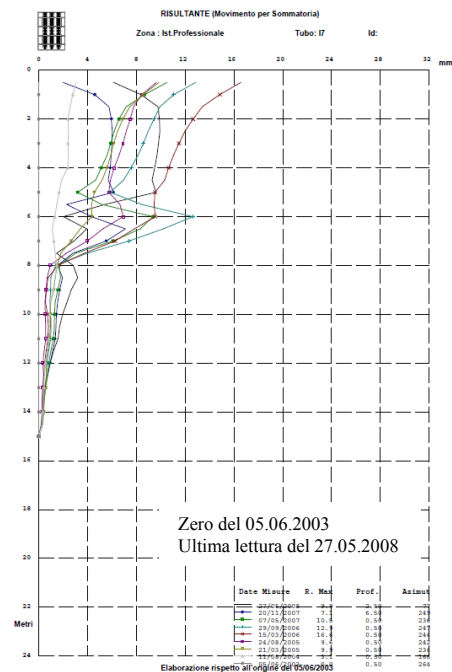


Fig. 1.5.1.2.12 **IP_107** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

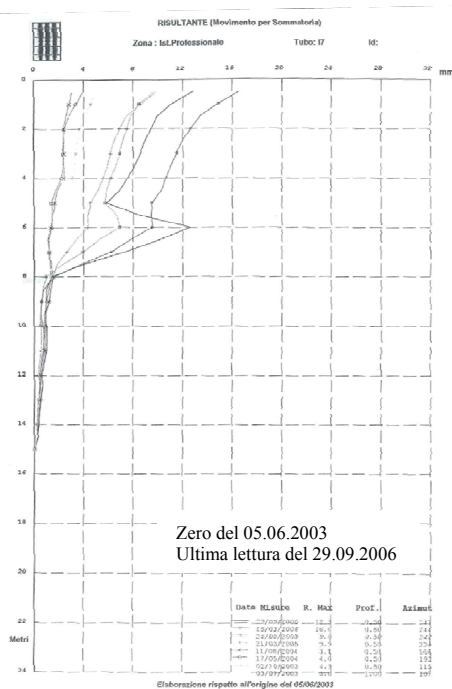
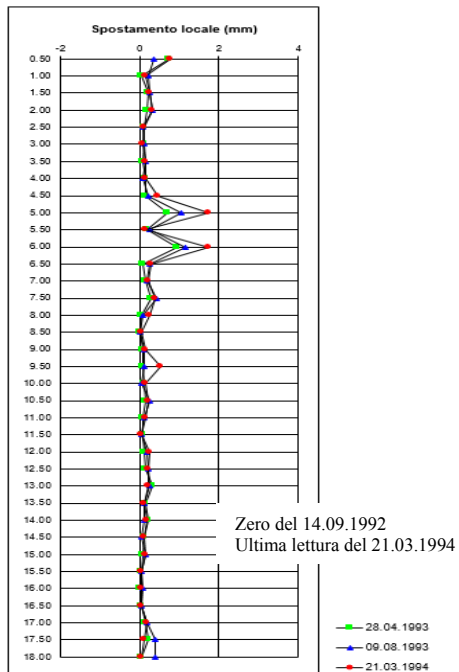


Fig. 1.5.1.2.13 **IP_107** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		IP_107		
Letture dello zero		19.09.92	05.06.03	05.06.03
Ultima lettura		22.03.94	27.05.08	29.09.06
N. Tot. letture effettuate		6	9	9
Profondità del tubo (m)		15.00	15.00	15.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	7.5 – 8.5	5.0 – 8.0	6.0 – 8.0
	Risultante (mm)	0.85	9.50	12.50
	Errore stimato (mm)	2.27	2.92	2.66
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.13	-	-
		2.55	-	-

Inclinometro IP I08

L'inclinometro denuncia la presenza di deformazioni ascrivibili a una superficie di scivolamento alla profondità 6 metri dal piano campagna con velocità di 10 mm/anno. Tubo si è interrotto successivamente alla lettura del maggio 2004.



IP_I08			
Lettura dello zero	14.09.92		
Ultima lettura	21.03.94		
N. Tot. letture effettuate	6		
Profondità del tubo (m)	18.00		
Passo di lettura (m)	0.50		
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.0 – 6.5	
	Locale (mm)	1.73	
	Errore stimato (mm)	3.68	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.99	
		14.97	

Fig. 1.5.1.2.14 **IP_I08** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

Inclinometro IP 109

Superficie di scivolamento a - 13 metri dal piano campagna con spostamento massimo di circa 10 mm e velocità di 3-4 mm/anno.

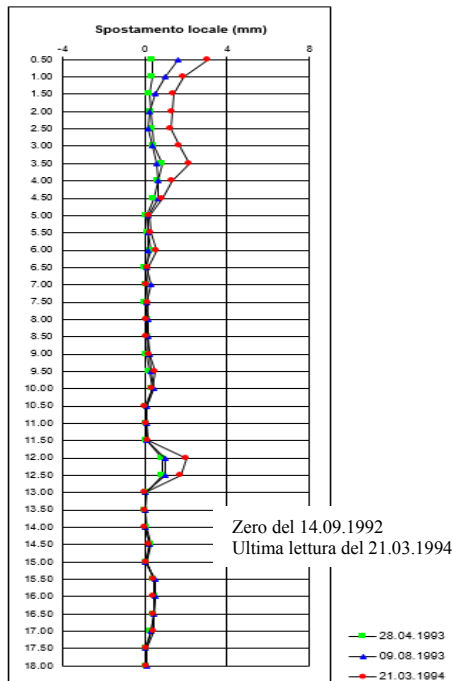


Fig. 1.5.1.2.15 **IP_109** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

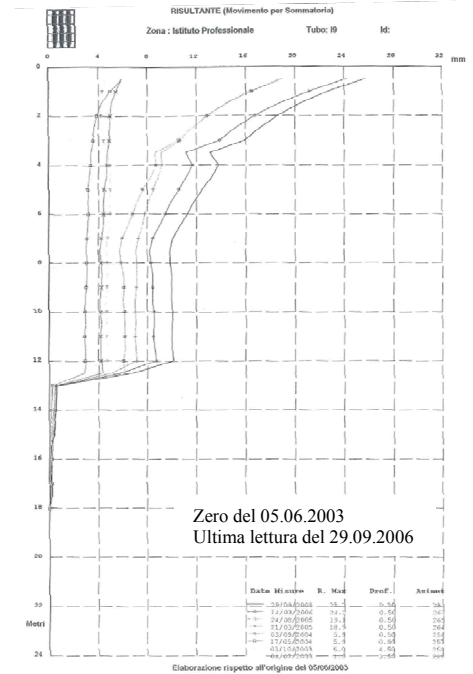


Fig. 1.5.1.2.16 **IP_109** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		IP_109	
Lettura dello zero		14.09.92	05.06.03
Ultima lettura		21.03.94	29.09.06
N. Tot. letture effettuate		6	9
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	12.0 – 13.0	12.0 – 13.0
	Risultante (mm)	2.03	10.00
	Errore stimato (mm)	1.87	1.87
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.76	-
		13.58	-

Inclinometro IP I10

Si notano due superfici di scivolamento rispettivamente a 8,5 e 12 metri di profondità con spostamenti massimi registrati di circa 5 mm/anno in corrispondenza della prima superficie e di 1,5 mm/anno per quella più profonda.

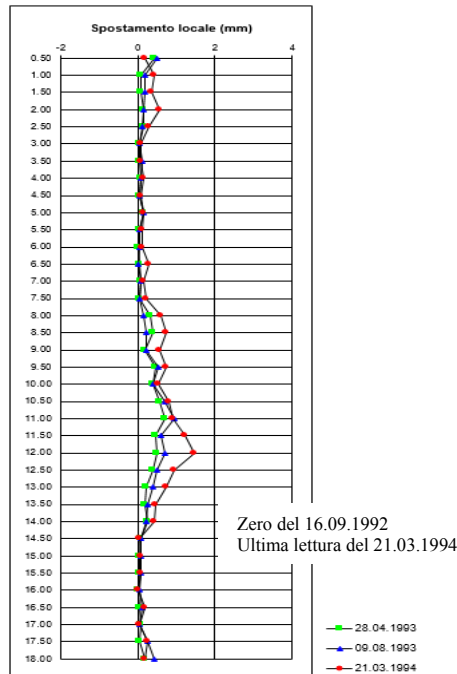


Fig. 1.5.1.2.17 IP_I10 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

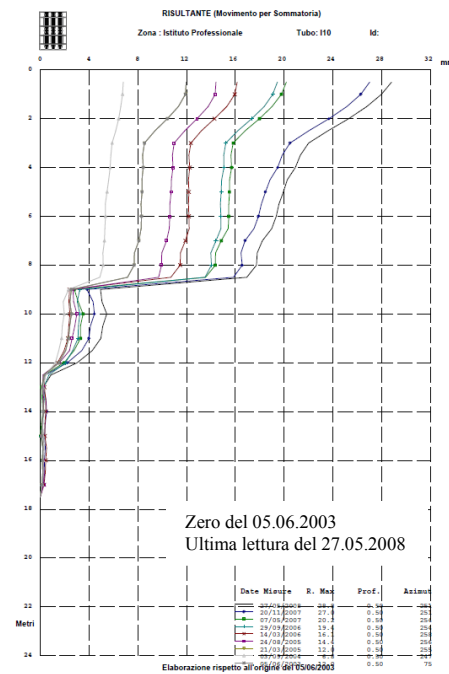


Fig. 1.5.1.2.18 IP_I10 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

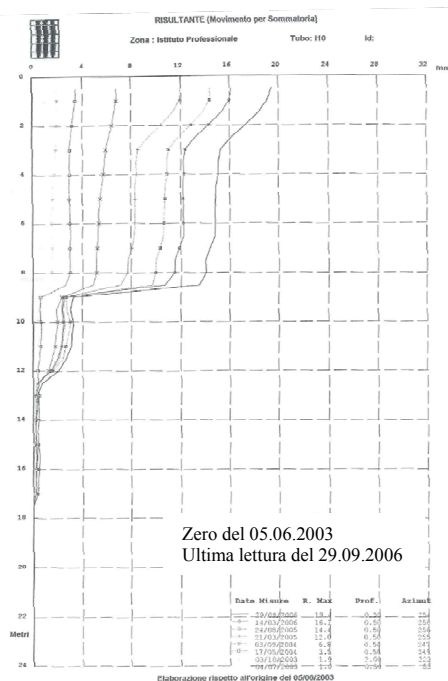


Fig. 1.5.1.2.19 IP_I10 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		IP_I10		
Lettura dello zero		16.09.92	05.06.03	05.06.03
Ultima lettura		21.03.94	27.05.08	29.09.06
N. Tot. letture effettuate		6	9	9
Profondità del tubo (m)		18.00	17.00	17.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	8.0 – 9.0	8.0 – 9.0
	Risultante (mm)	-	17.50	14.00
	Errore stimato (mm)	-	2.66	2.66
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	12.0 – 14.5	11.5 – 12.5	11.5 – 12.5
	Risultante (mm)	1.47	5.00	3.75
	Errore stimato (mm)	1.87	1.74	1.74
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.35	-	-
		18.59	-	-

Inclinometro IP I11

Le lettura di questo inclinometro denotano la presenza di errori sistematici che influenzano l'interpretazione dei dati nel suo complesso; è possibile, comunque, individuare uno stato di deformazione a partire da 4-5 metri dal p.c. con accentuazione nella parte sommitale (2 metri dal p.c.)

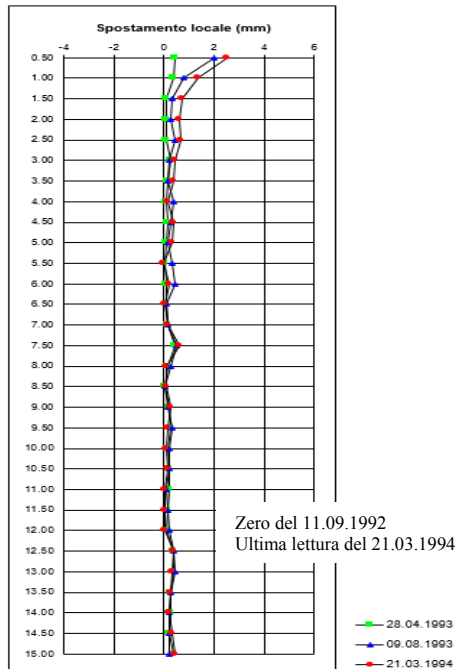


Fig. 1.5.1.2.20 **IP_I11** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

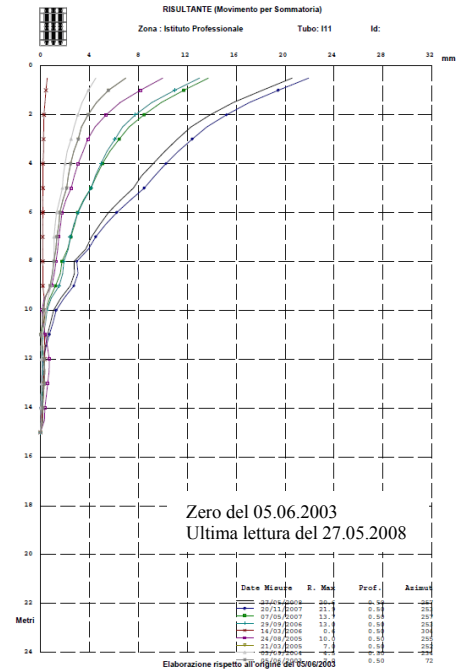


Fig. 1.5.1.2.21 **IP_I11** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

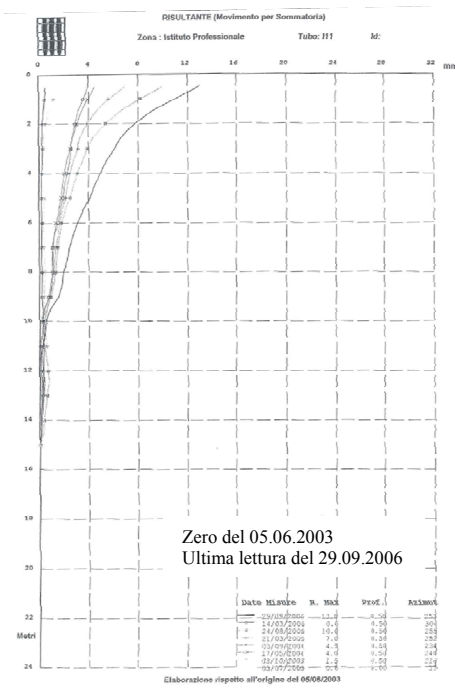


Fig. 1.5.1.2.22 **IP_I11** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

IP_I11			
Letture dello zero	11.09.92	05.06.03	05.06.03
Ultima lettura	21.03.94	27.05.08	29.09.06
N. Tot. letture effettuate	6	9	9
Profondità del tubo (m)	15.00	15.00	15.00
Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50

Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	7.5 – 8.5	8.0 – 10.0	8.0 – 10.0
	Risultante (mm)	0.63	3.25	3.25
	Errore stimato (mm)	2.27	2.14	2.14
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.30	-	-
		3.65	-	-

Inclinometro IP_I12

L'inclinometro evidenzia una deformazione a palla profondità di 5 metri dal p.c.

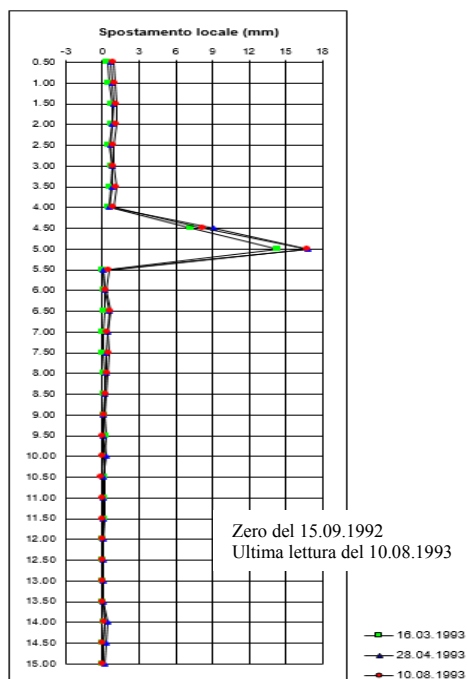


Fig. 1.5.1.2.23 **IP_I12** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		IP_I12	
Lettura dello zero		15.09.92	
Ultima lettura		10.08.93	
N. Tot. letture effettuate		5	
Profondità del tubo (m)		15.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.0 – 5.5	
	Locale (mm)	16.83	
	Errore stimato (mm)	2.92	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Qualità della misura (I.d.Q.)		13.64	
		20.06	

Inclinometro IP_I13

Di questo inclinometro, che a partire dal 1993 è stato attrezzato con doppio sensore automatico, è disponibile solo il grafico della deformata locale che non mostra la presenza deformazioni di rilievo, fatta salva quelle dei primi metri del tubo inclinometrico.

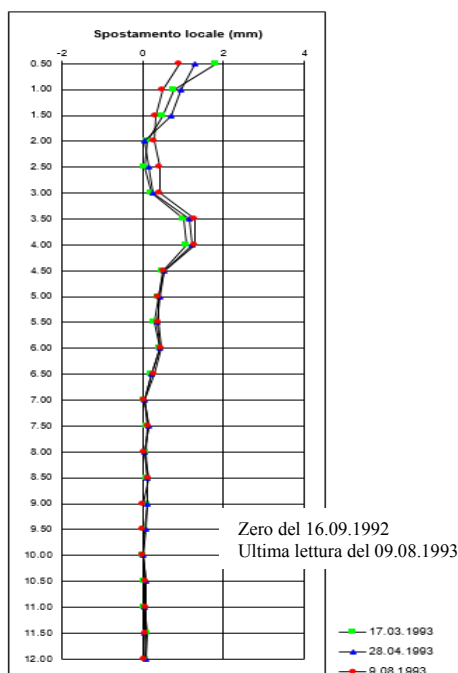


Fig. 1.5.1.2.24 **IP_I13** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		IP_I13*	
Lettura dello zero		16.09.92	
Ultima lettura		09.08.93	
N. Tot. letture effettuate		5	
Profondità del tubo (m)		12.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	4.0 – 7.0	
	Risultante (mm)	1.30	
	Errore stimato (mm)	2.40	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.94	
		11.50	

Inclinometro IP I14

L'inclinometro non denota particolari segni di deformazioni locali ascrivibili a possibili superfici di scivolamento.

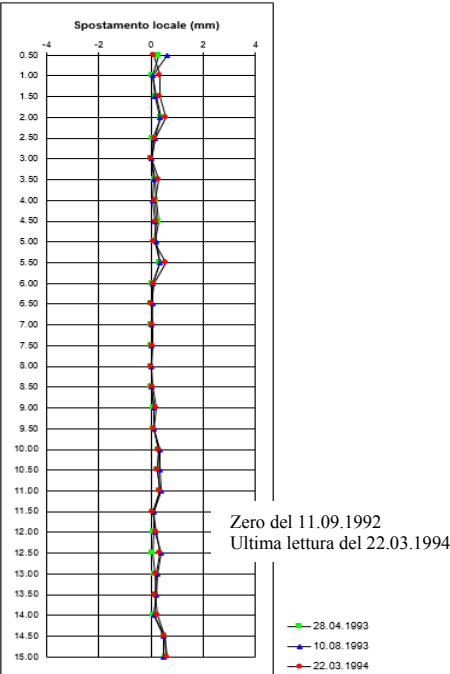


Fig. 1.5.1.2.25 **IP_I14** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

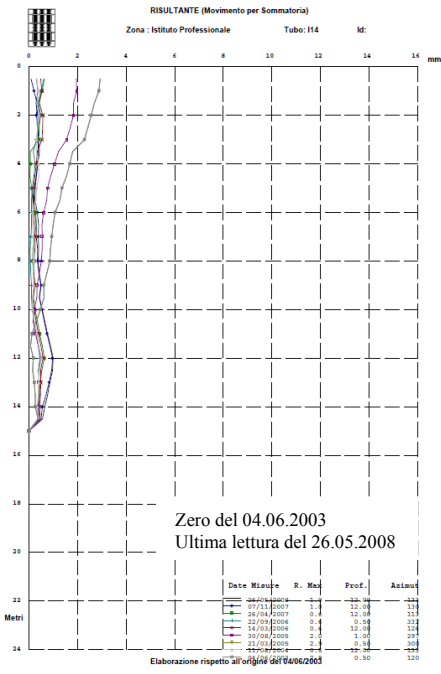


Fig. 1.5.1.2.26 **IP_I14** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		IP_I14	
Lettura dello zero		11.09.92	04.06.03
Ultima lettura		22.03.94	26.05.08
N. Tot. letture effettuate		6	9
Profondità del tubo (m)		15.00	15.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	12.5 – 14.0	12.0 – 15.0
	Risultante (mm)	0.35	0.75
	Errore stimato (mm)	0.91	1.05
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.24	-
		11.34	-

Inclinometro IP I15

L'inclinometro mette in evidenza una significativa deformazione ascrivibile ad una superficie di scivolamento a 6 metri di profondità dal p.c. con velocità di circa 4-5 mm/anno.

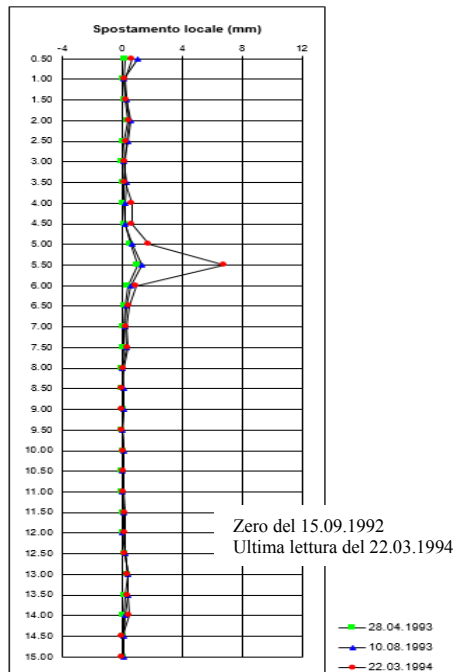


Fig. 1.5.1.2.27 IP_I15 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

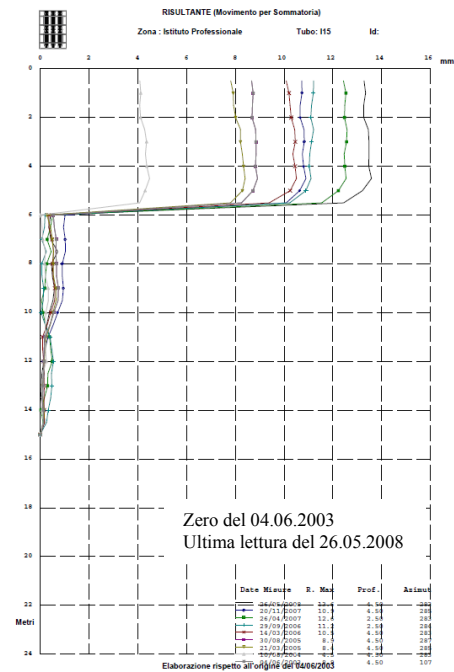


Fig. 1.5.1.2.28 IP_I15 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

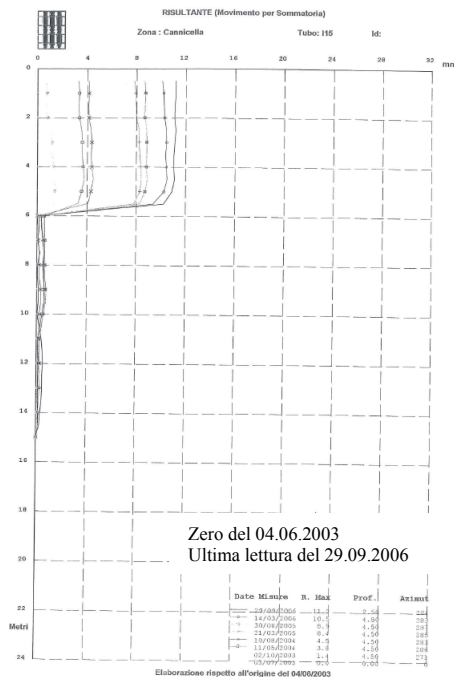
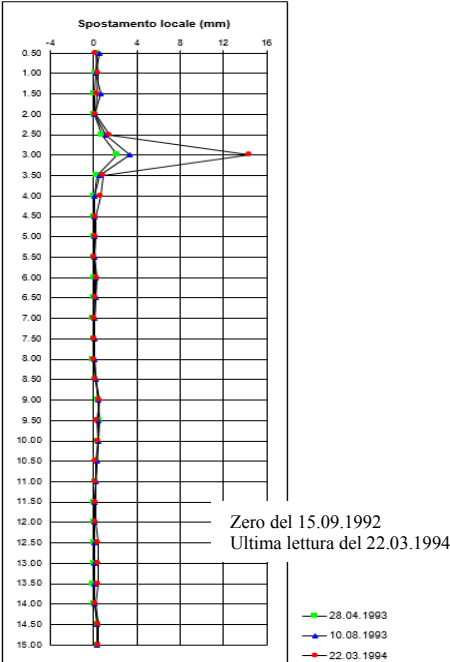


Fig. 1.5.1.2.29 IP_I15 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		IP_I15		
	Letture dello zero	15.09.92	04.06.03	04.06.03
	Ultima lettura	22.03.94	26.05.08	29.09.06
	N. Tot. letture effettuate	6	9	9
	Profondità del tubo (m)	15.00	15.00	15.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.5 – 6.0	4.5 – 6.0	4.5 – 6.0
	Risultante (mm)	6.80	13.50	11.50
	Errore stimato (mm)	2.79	3.04	3.04
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.86	-	-
		15.49	-	-

Inclinometro IP 116

L'inclinometro nel suo breve periodo di funzionamento mostra una netta deformazione intorno ai 3 metri di profondità dal p.c.



		IP_116	
Lettura dello zero		15.09.92	
Ultima lettura		22.03.94	
N. Tot. letture effettuate		6	
Profondità del tubo (m)		15.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	3.0 – 3.5	
	Risultante (mm)	14.46	
	Errore stimato (mm)	3.42	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.41	
		9.41	

Fig. 1.5.1.2.30 IP_116 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

Inclinometro IP I17

Le letture di questo inclinometro denunciano un possibile stato di modesta deformazione intorno ai 4 metri dal p.c. che nella parte alta (1-2 metri) tende ad aumentare.

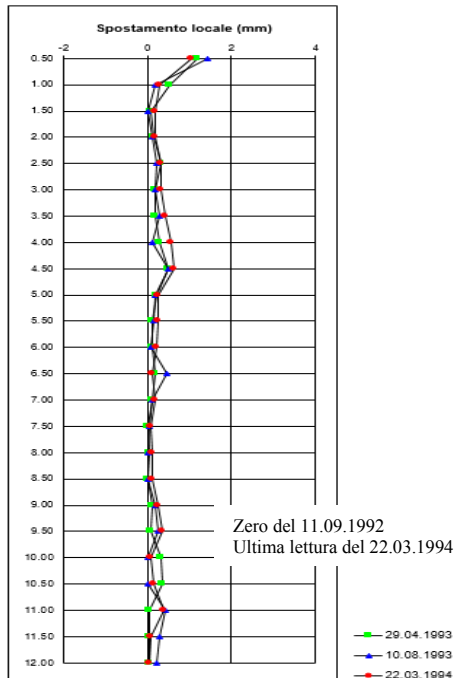


Fig. 1.5.1.2.31 **IP_I17** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

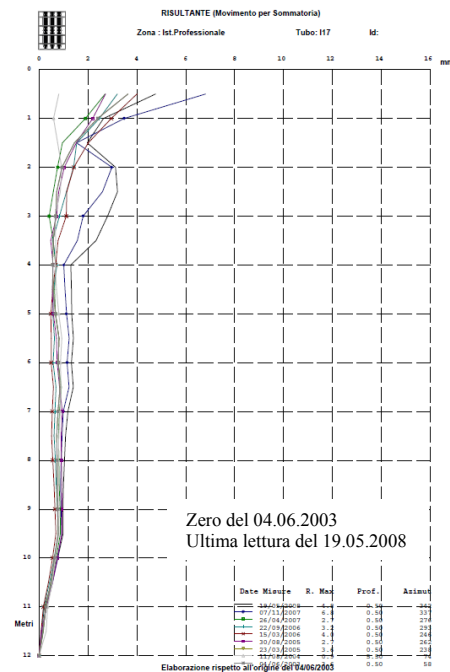


Fig. 1.5.1.2.32 **IP_I17** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		IP_I17	
Letture dello zero		11.09.92	04.06.03
Ultima lettura		22.03.94	19.05.08
N. Tot. letture effettuate		6	9
Profondità del tubo (m)		12.00	12.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	0.00-1,50	1,50
	Risultante (mm)	1,50	4.25
	Errore stimato (mm)	2.40	2.92
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	10.0 – 11.5	9.5 – 11.0
	Risultante (mm)	0.38	1.00
	Errore stimato (mm)	0.45	0.91
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.80	-
		20.62	-

Inclinometro IP I18

L'inclinometro evidenzia una zona di deformazione compresa tra i 3 e i 6 metri dal p.c. con maggior intensità nella fascia di terreno tra i 3 e i 4 metri dal p.c. e velocità di circa 15 mm/anno.

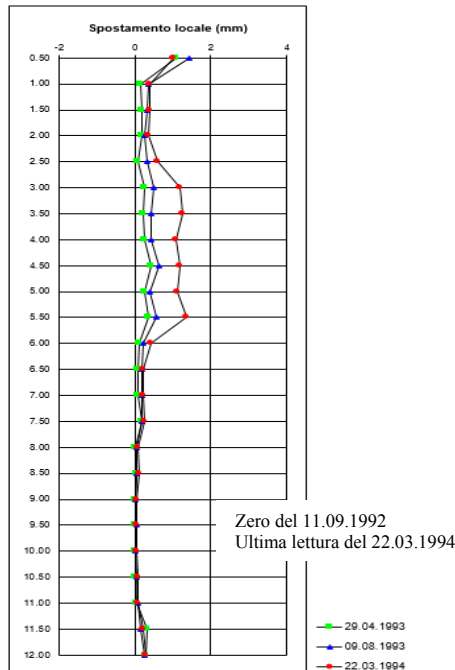


Fig. 1.5.1.2.33 **IP_I18** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

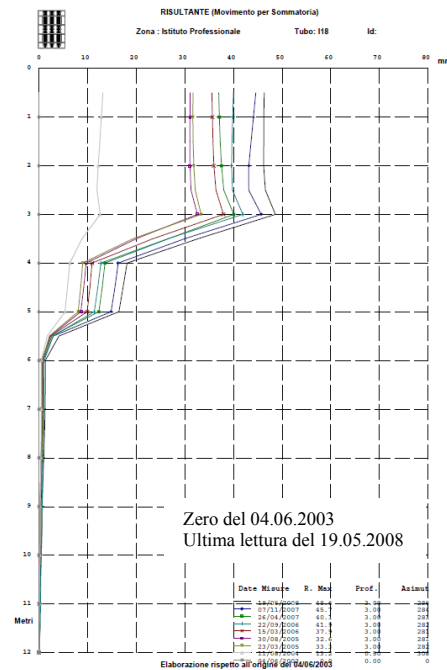


Fig. 1.5.1.2.34 **IP_I18** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

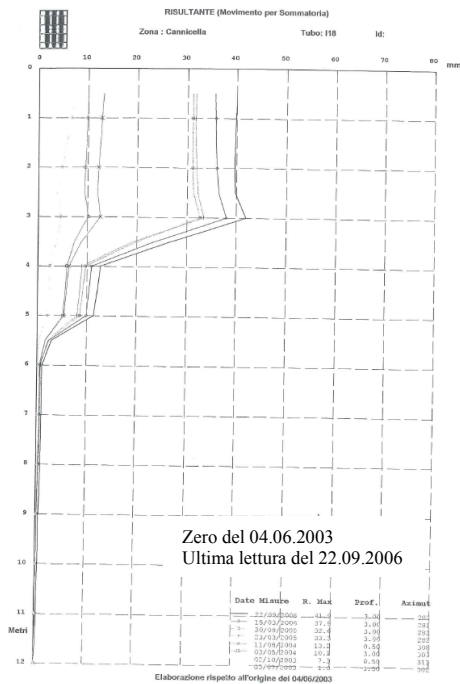
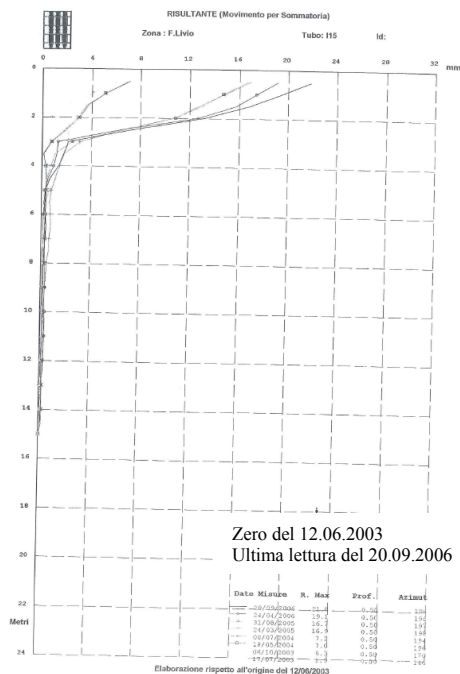


Fig. 1.5.1.2.35 **IP_I18** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		IP_I18		
	Lettura dello zero	11.09.92	04.06.03	04.06.03
	Ultima lettura	22.03.94	19.05.08	22.09.06
	N. Tot. letture effettuate	6	9	9
	Profondità del tubo (m)	12.00	12.00	12.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	3.0 – 6.0	3.0 – 6.0	3.0 – 6.0
	Risultante (mm)	1.20	47.50	42.00
	Errore stimato (mm)	2.66	2.66	2.66
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.88	-	-
		7.45	-	-

Inclinometro IP FSL 115

Questo inclinometro situato lungo la sponda del Fosso del Livio denota una deformazione, di circa 13 mm, a partire da 5 metri dal p.c. che assume valori più elevati dai 3 metri fino al p.c.



		IP_FSL_I15	
Lettura dello zero			12.06.03
Ultima lettura			20.09.06
N. Tot. letture effettuate			9
Profondità del tubo (m)			15.00
Passo di lettura (m)			0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)		2.0 – 5.0
	Risultante (mm)		13.00
	Errore stimato (mm)		3.68
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)		-
	Risultante (mm)		-
	Errore stimato (mm)		-
Qualità della misura (I.d.Q.)			-
			-

Fig. 1.5.1.2.36 **IP_FSL_I15**
Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

1.5.1.3 Misure piezometriche

I piezometri presenti nella zona sono complessivamente 17 di cui 8 a lettura automatica. Nella tabella 1.5.1.3.1 che segue sono riportati i codici e le caratteristiche dei piezometri a lettura automatica.

Tabella 1.5.1.3.1 – Piezometri automatici della zona 1 Istituto Professionale – Fosso del Livio ⇨ Centralina 1C1
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Lettura freaticometrica (m)	Quota di riposizionamento (m)	Note
1P04	01.01.1995	1C1	20.70	21.50	18.05	21.00	
1P05	01.01.1995	1C1	10.70	12.00	10.50	11.50	
1P07	01.01.1995	1C1	9.70	10.50	5.80	9.50	
1P08	01.01.1995	1C1	12.70	13.50	10.50	12.00	
1P09	01.01.1995	1C1	13.70	14.50	0.00	13.00	
1P11	01.01.1995	1C1	10.70	11.50	10.20	10.50	
1P12	01.01.1995	1C1	9.70	10.50	0.00	9.00	
1P13	01.01.1995	1C1	8.20	9.00	3.50	7.70	

Nelle figure che seguono sono riportati i dati ottenuti nel periodo di monitoraggio compreso tra il gennaio del 2008 e il luglio 2010.

Piezometro 1P04

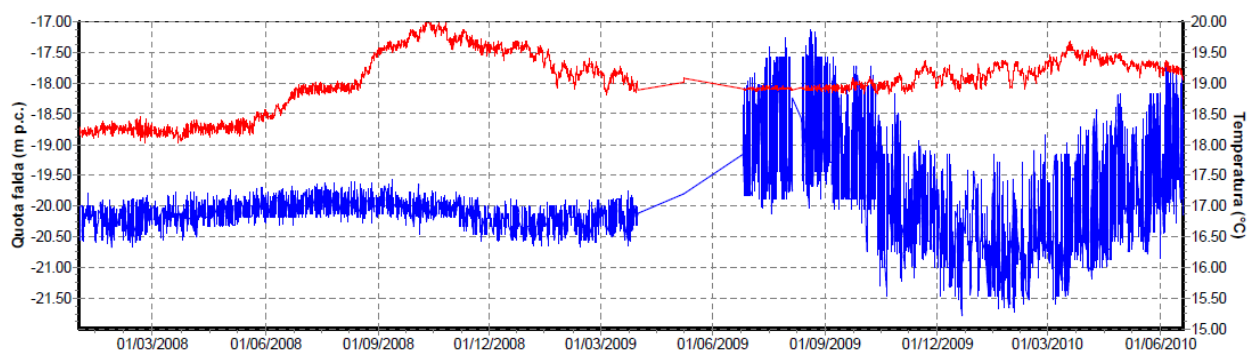


Fig. 1.5.1.3.1 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Piezometro 1P05

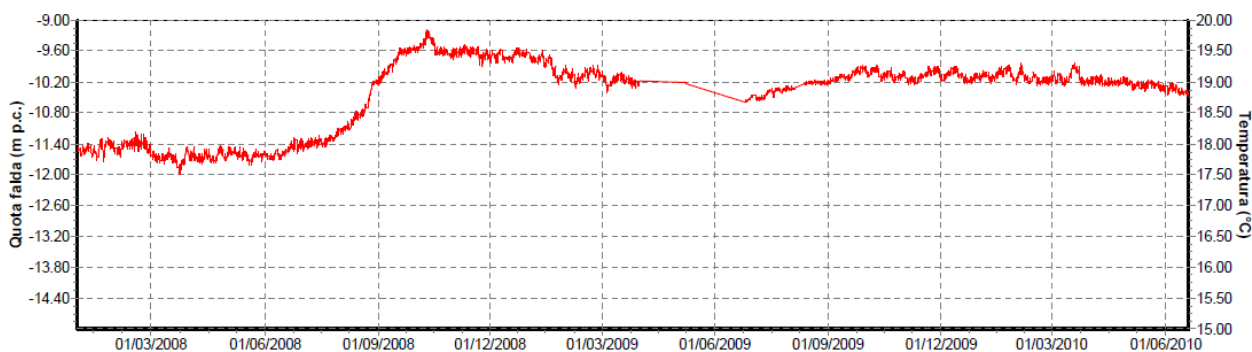


Fig. 1.5.1.3.2 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

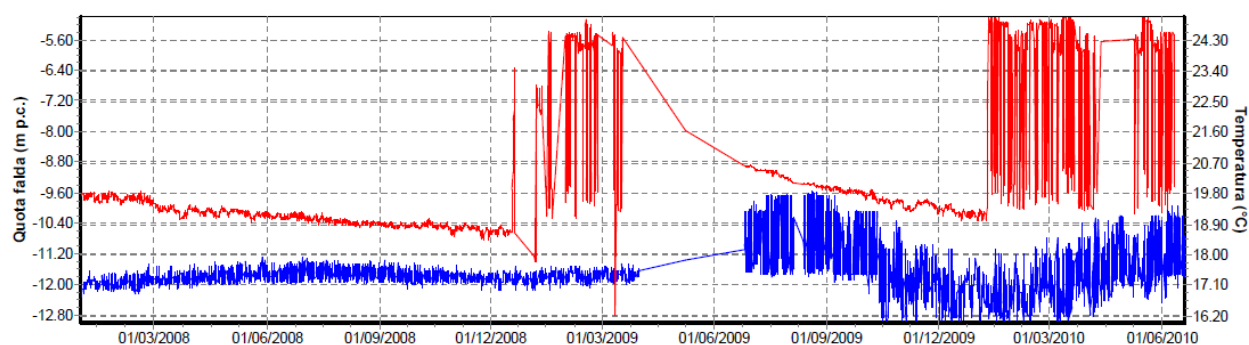
Piezometro IP07

Fig. 1.5.1.3.3 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

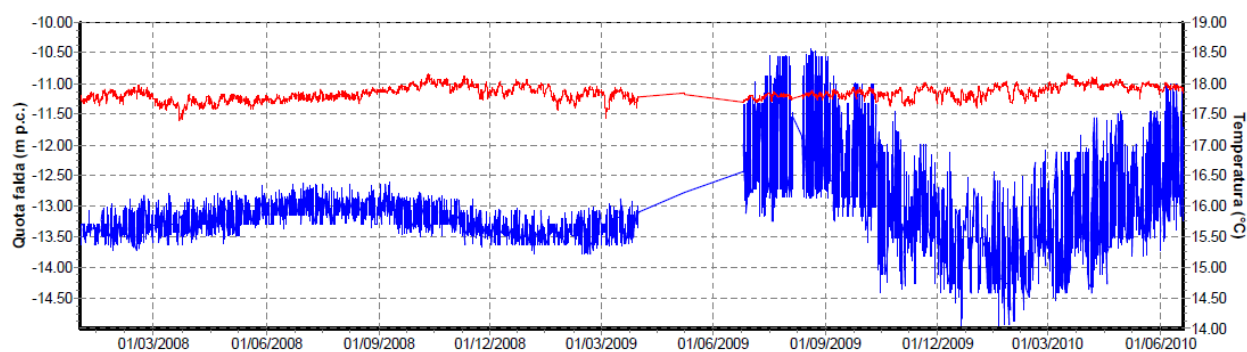
Piezometro IP08

Fig. 1.5.1.3.4 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

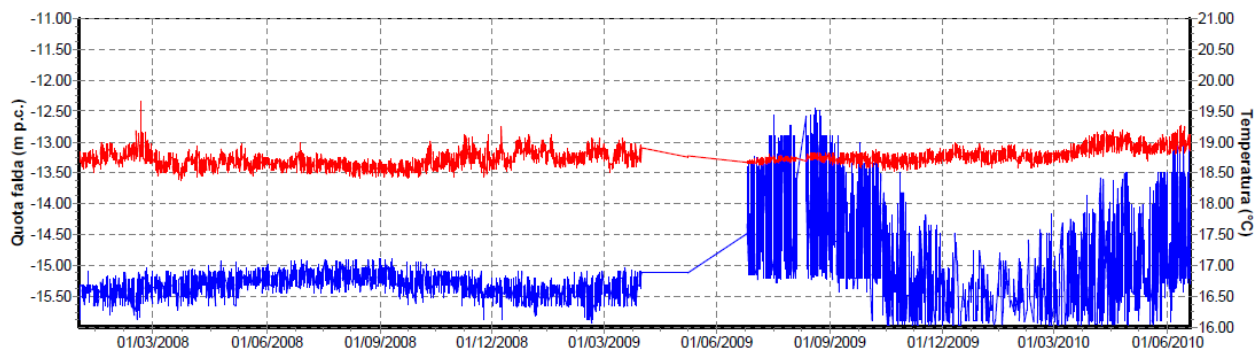
Piezometro IP09

Fig. 1.5.1.3.5 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

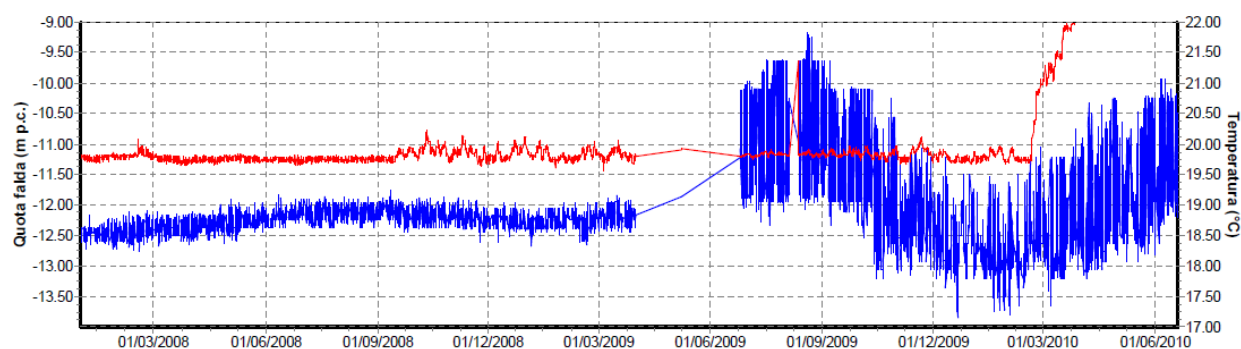
Piezometro IP11

Fig. 1.5.1.3.6 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

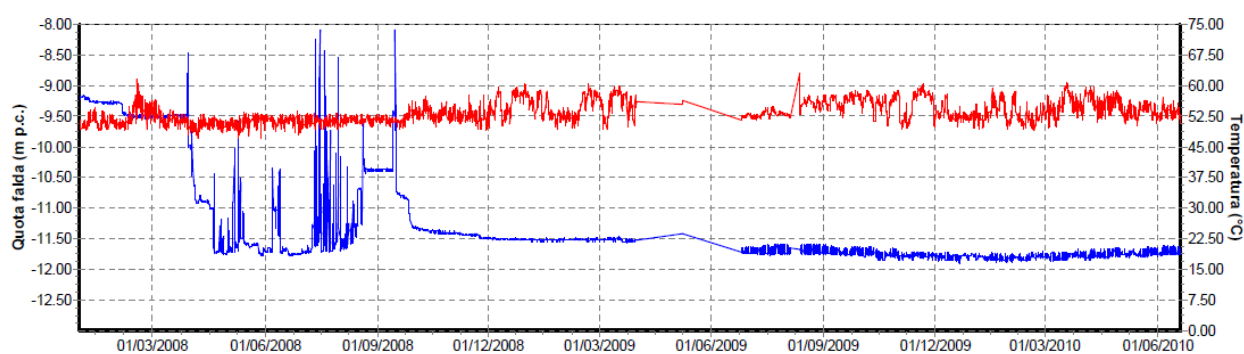
Piezometro IP12

Fig. 1.5.1.3.7 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

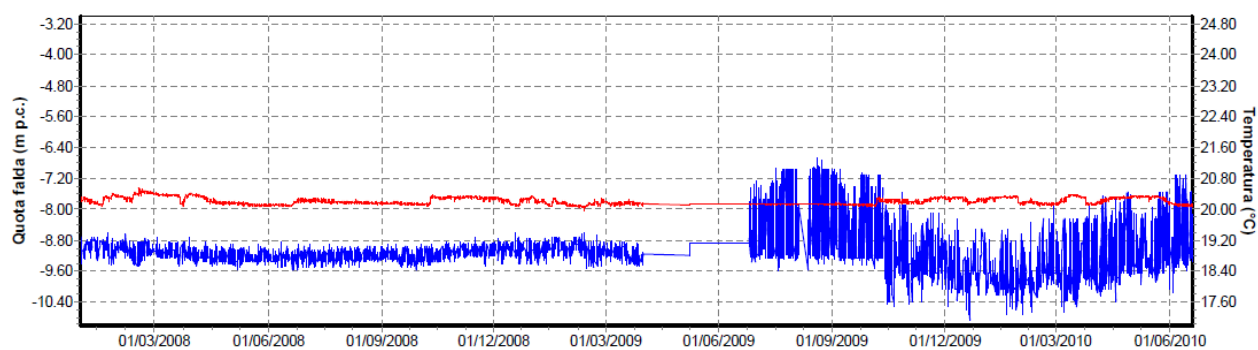
Piezometro IP13

Fig. 1.5.1.3.8 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Nel periodo compreso tra il 2003 ed il 2008, sempre da parte dell'Osservatorio della Rupe di Orvieto, è stata condotta una campagna di letture piezometriche manuali delle quali, di seguito, si riportano i valori riscontrati all'inizio ed alla fine del periodo di controllo (tab. 1.5.1.3.2).

*Tabella 1.5.1.3.2 – Strumentazione piezometrica manuale – Campagna di indagine a lettura manuale della zona 1
Istituto Professionale – Fosso del Livio (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
1P01						
1P02	-41.00	17.06.2003	-36.85	29.05.2008	-36.75	10
1P06	-12.00	05.06.2003	-11.72	10.09.2008	-11.48	12
1P10	-14.50	05.06.2003	-10.08	10.09.2008	-11.40	12
1P14		04.06.2003	-6.03	09.09.2008	-6.68	12
1P15		04.06.2003	-5.14	10.09.2008	-6.20	11
1P16		04.06.2003	-5.50	09.10.2006	-6.10	5
1P17		04.06.2003	-3.85	09.09.2008	-3.88	12
1P18		04.06.2003	-4.00	09.09.2008	-4.37	12

Anche per i piezometri a lettura automatica sono state effettuate delle misure di controllo manuali (lettura diretta con freatimetro) i cui dati sono riportati nella tabella che segue (tab. 1.5.1.3.3).

*Tabella 1.5.1.3.3 – Piezometri automatici – Letture di controllo manuali della zona 1
Istituto Professionale – Fosso del Livio (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
1P04		08.10.2003	-18.81	10.09.2008	-17.08	9
1P05		03.10.2003	-10.34	10.09.2008	-8.63	11
1P07		11.06.2003	-4.8	10.09.2008	-8.63	13
1P08		05.06.2003	-10.13	10.09.2008	-10.10	13
1P09		05.06.2003	-12.1	10.09.2008	-12.25	13
1P11		05.06.2003	-10.03	10.09.2008	-10.80	13
1P12		03.10.2003	-	10.09.2008	-	0
1P13		08.10.2003	-5.76	05.06.2007	-6.90	7

Di seguito si riportano i grafici dei piezometri a lettura manuale relativi al periodo 2003-2008.

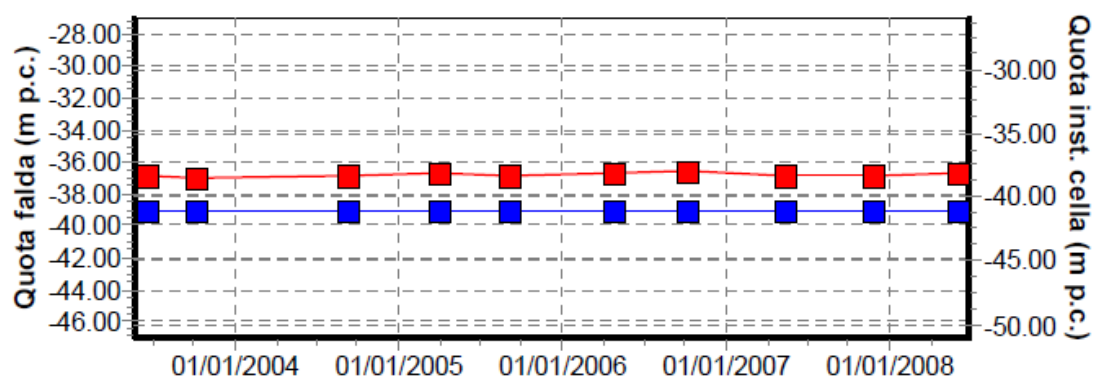
Piezometro IP02

Fig. 1.5.1.3.9 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

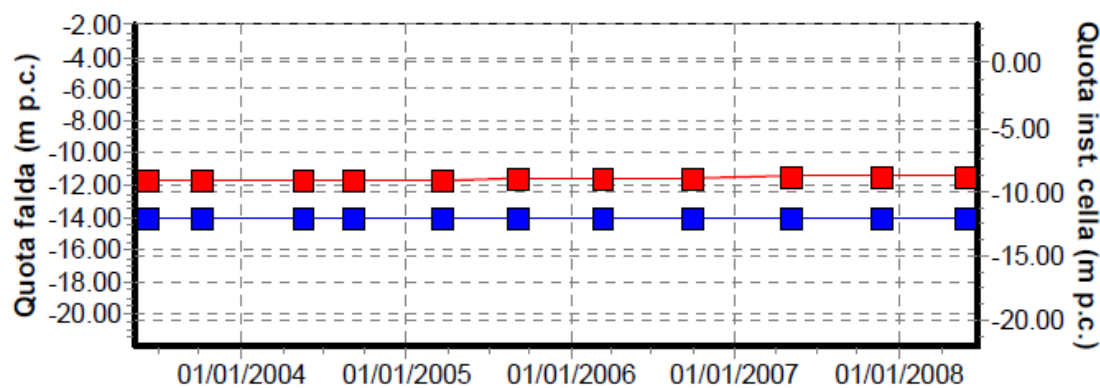
Piezometro IP06

Fig. 1.5.1.3.10 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

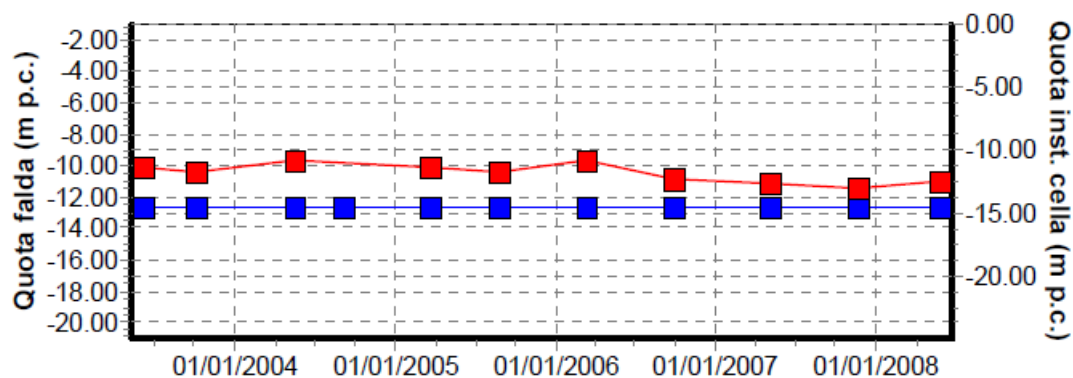
Piezometro IP10

Fig. 1.5.1.3.11 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

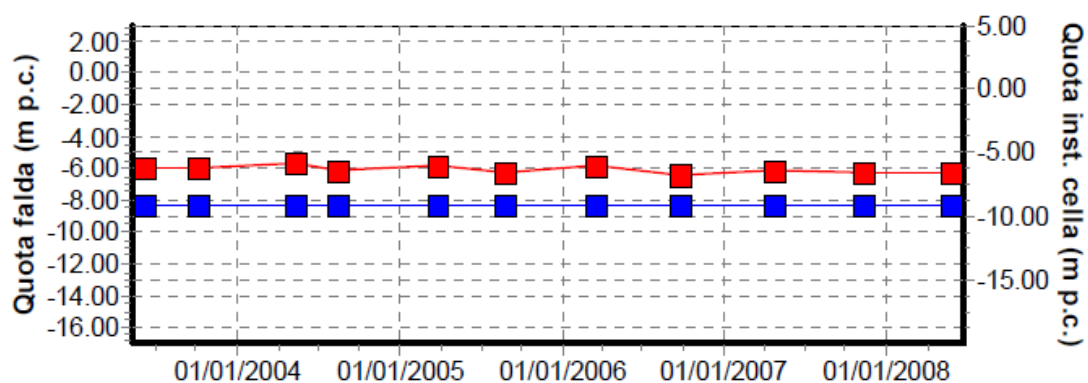
Piezometro IP14

Fig. 1.5.1.3.12 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

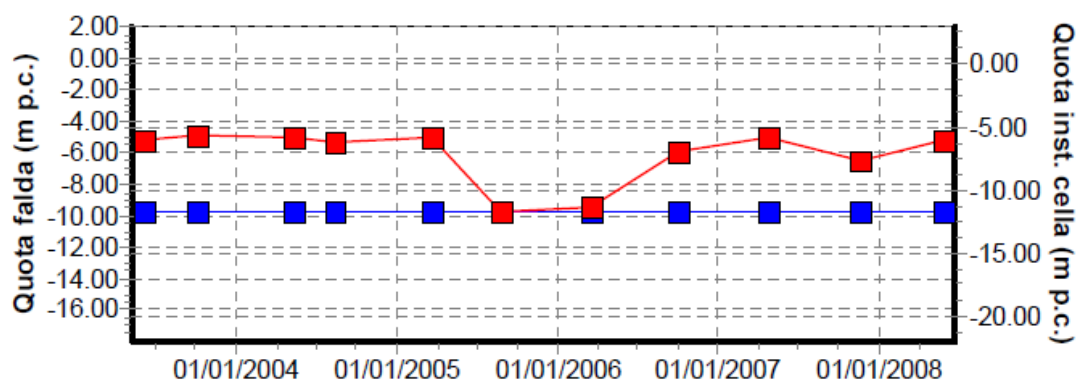
Piezometro IP15

Fig. 1.5.1.3.13 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

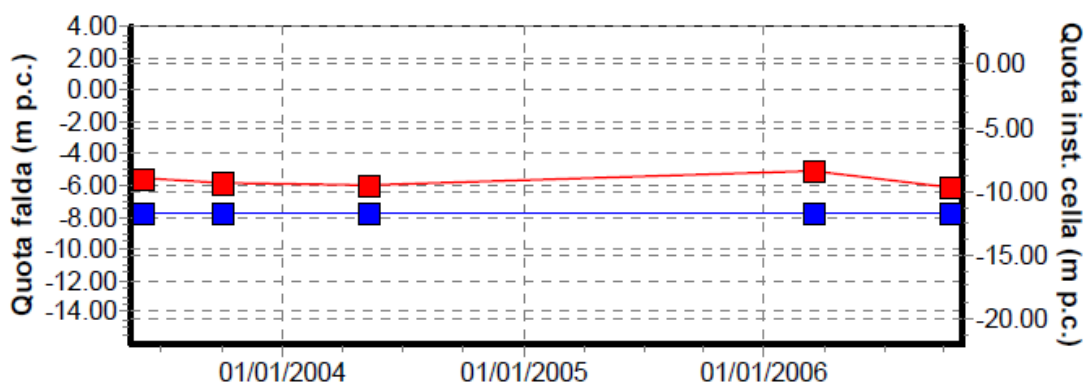
Piezometro IP16

Fig. 1.5.1.3.14 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

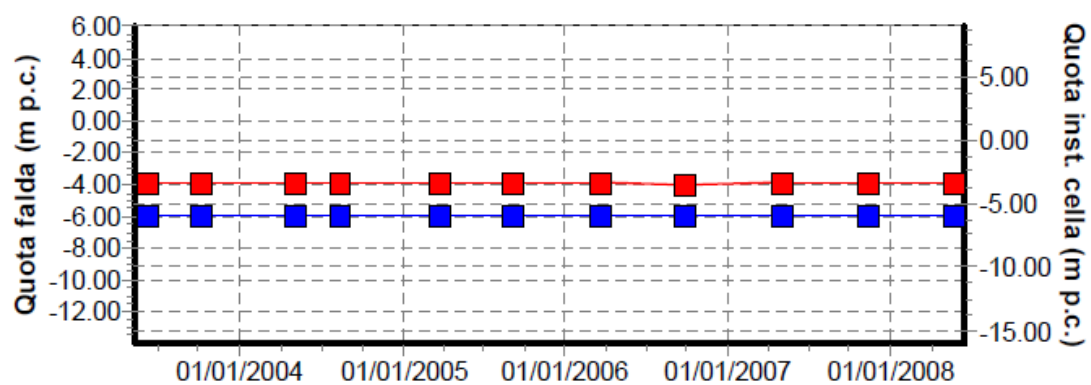
Piezometro IP17

Fig. 1.5.1.3.15 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

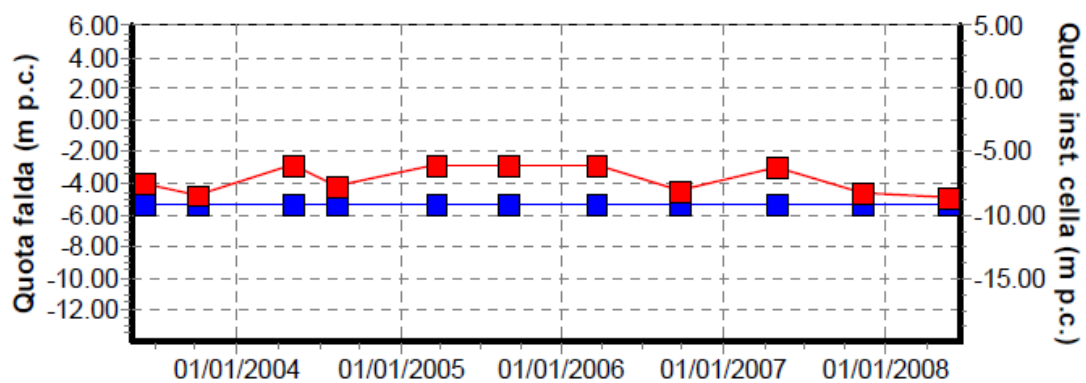
Piezometro IP18

Fig. 1.5.1.3.16 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

1.5.1.4 Rilievi geodetici

La rete geodetica di questa zona si compone di 4 punti di controllo GPS interni ubicati nella pedice sottostante la Rupe e da 7 prismi ottici posizionati sulla parte tufacea in corrispondenza del ciglio della Rupe stessa. in modo da avere una copertura ottimale dell'intera area sottoposta a controllo. Si ricorda che le reti locali, come questa, sono riferite alla rete di caposaldi GPS esterni disposti a convenevole distanza dalle pendici della Rupe.

Le tabelle che seguono riportano i dati caratteristici di partenza e i dati osservati nell'anno 2007.

Tabella 1.5.1.4.1 – Sottorete dei punti della zona 1 Istituto Professionale – Fosso del Livio – Coordinate in WGS84 – Geografiche (Fonte: Osservatorio della Rupe- Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Punti	Coordinate			σ (mm)			Corr. (%)		
	Latitudine	Longitudine	Altezza (m)	N	E	H	NE	NH	EH
B	42°42'34.37210"N	12°06'11.72051"E	285.7962	0.0	0.0	0.0	0	0	0
B1	42°42'48.83603"N	12°06'30.51970"E	273.4822	0.7	0.4	1.3	6	-43	-10
B2	42°42'50.00659"N	12°06'32.86665"E	289.0684	1.0	0.8	2.4	-8	-48	12
B3	42°42'49.81305"N	12°06'34.61449"E	285.1137	1.9	1.3	3.6	9	-36	20
B4	42°42'51.35355"N	12°06'38.44230"E	295.0350	0.6	0.4	1.2	24	-40	15

Tabella 1.5.1.4.2 – Sottorete dei punti della zona 1 Istituto Professionale – Fosso del Livio – Coordinate in WGS84 – Cartesiane (Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Punti	Coordinate (m)			σ (mm)			Corr. (%)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	XY	XZ	YZ
B	4589765.14802	984233.18161	4304041.85100	0.0	0.0	0.0	0	0	0
B1	4589370.55740	984586.08837	4304361.45962	1.2	0.5	0.8	37	62	26
B2	4589346.59363	984635.56993	4304398.57299	2.1	0.9	1.4	54	74	45
B3	4589339.37003	984674.69937	4304391.50216	3.2	1.5	2.3	49	56	48
B4	4589296.69395	984754.63085	4304433.16075	1.1	0.4	0.8	51	65	60

Tabella 1.5.1.4.3 – Coordinate nel Sistema di riferimento locale della rete geodetica della zona 1 Istituto Professionale – Fosso del Livio (Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Codice	X (m)	Y (m)	Z (m)
B01	0.0	0.0	0.0
B02	0.0	64.480	15.569
B03	27.234	94.093	11.642
B04	36.693	192.857	21.580
P01	-106.322	86.701	75.276
P02	-56.521	102.027	68.417
P03	-74.835	88.917	70.158
P04	-16.734	132.262	58.090
P05			
P06			
P07	-53.108	132.568	72.596

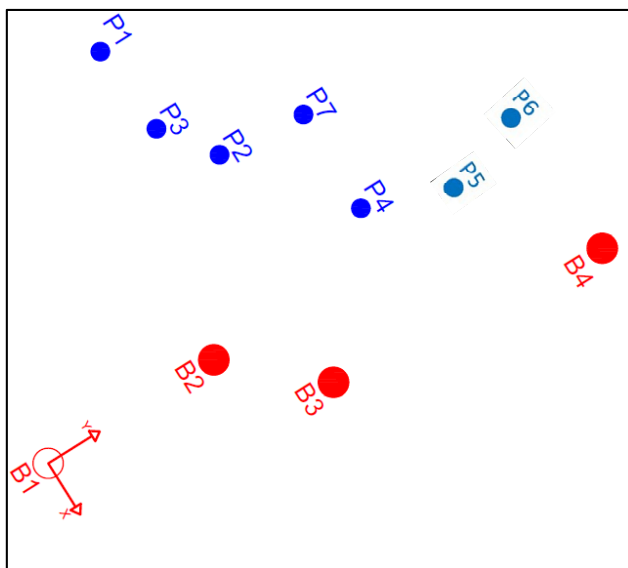


Figura 1.5.1.4.1 – Orvieto: Rete Geodetica zona 1 – Sistema di Riferimento Locale – Schema di lettura

Nella tabella 1.5.1.4.4 sono riportate le differenze cumulate delle letture dei prismi rispetto alla lettura di riferimento del Dicembre 2007.

Tabella 1.5.1.4.4 – Differenze cumulate (Lettura di riferimento: Rilievo del Dicembre 2007) della zona 1
Istituto Professionale – Fosso del Livio (Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Codice	Δx (cm)	Δy (cm)	$\Delta x \Delta y$ (cm)	Δz (cm)
B01	0.0	0.0	0.0	0.0
B02	0.0	-0.2	0.2	-0.5
B03	0.3	0.9	0.9	-0.6
B04	2.4	0.4	2.4	-0.5
P01	0.3	1.4	1.4	-0.6
P02	0.1	-0.2	0.2	-0.1
P03	1.3	0.9	1.6	-1.1
P04	3.0	1.0	3.2	-0.5
P05				
P06				
P07	2.3	-0.3	2.3	-0.6

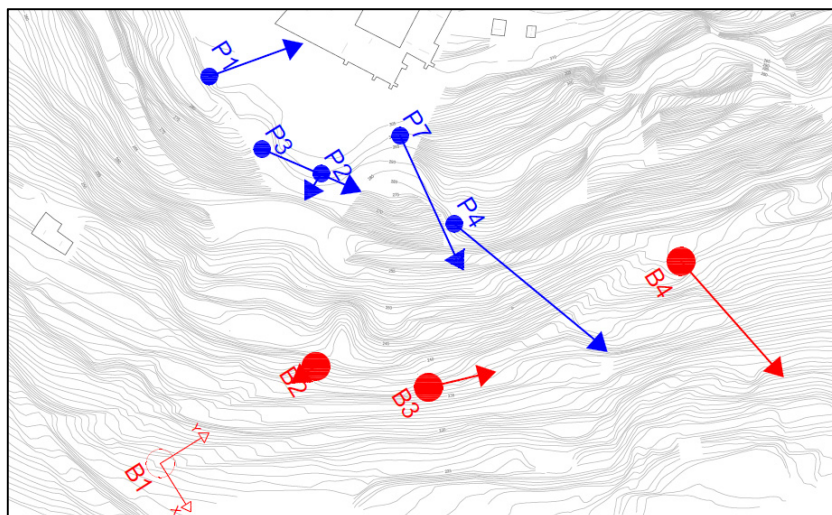


Figura 1.5.1.4.2 – Orvieto: Rete Geodetica zona 1 – Sistema di Riferimento Locale – Spostamenti

1.5.2 Zona 2 – Fosso della Civetta

L'area strumentata 2, denominata Fosso della Civetta è situata nella parte sud dell'abitato storico di Orvieto.

Nella zona, per il controllo di possibili spostamenti in profondità e in superficie, delle variazioni del livello statico della falda e per il controllo delle pareti tufacee della rupe, è stata installata una strumentazione ad acquisizione sia automatica che manuale costituita da sensori di tipologia diversa in modo da rispondere al meglio alle esigenze del monitoraggio (Figura 1.5.2.1).

In particolare:

- ✓ la strumentazione automatica è costituita complessivamente di n. 9 estensimetri a corda vibrante, 4 inclinometri biassiali elettrolitici e 14 piezometri con cella di Casagrande; il loro stato di funzionamento viene evidenziato nella tabella 1.5.2.1;
- ✓ la strumentazione manuale si compone di n.11 tubi inclinometrici, di n. 2 celle piezometriche e di una rete geodetica costituita da n. 4 pilastri GPS disposti lungo la pendice e n. 7 prismi riflettori disposti in parete come meglio esposto nelle tabelle 1.5.2.2 e 1.5.2.3.

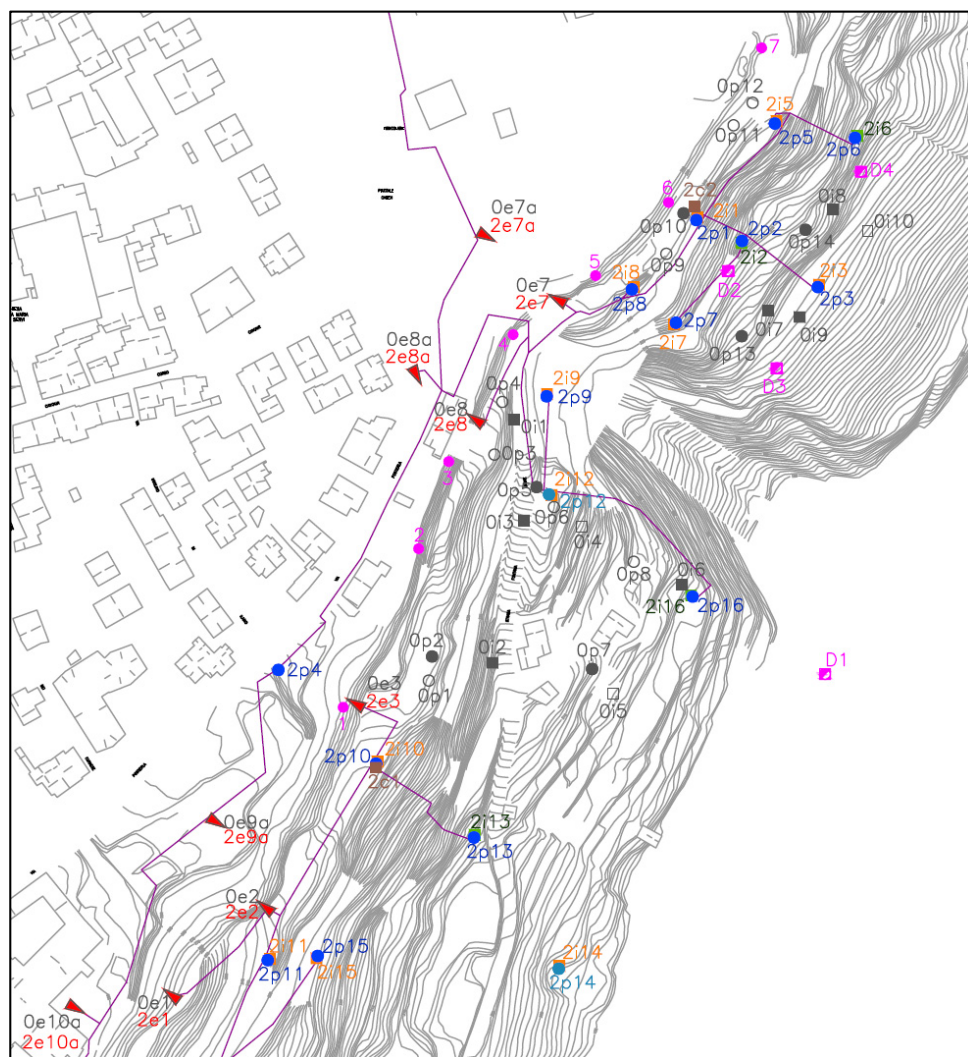


Tabella 1.5.2.1 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica ad acquisizione **automatica** della zona 2
Fosso della Civetta (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento			
			Funzionante	Anomalie e/o scollegato	Non funzionante e/o rimosso	No info aggiornate
Estensimetri a base singola	4	9		4		
Estensimetri base tripla	5		4	4	1	1
Inclinometri	4		1		3	
Piezometri	14		13	1		

Tabella 1.5.2.2 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica a lettura **manuale** della zona 2
Fosso della Civetta (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento		
			Funzionante	Fuori uso	No info aggiornate
Tubi Inclinometrici	11		7	4	
Piezometri	2		1	1	

Tabella 1.5.2.3 – Struttura della sottorete geodetica della zona 2
Fosso della Civetta (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Punti	Ubicazione	Strumentazione	Tipologia	N. Totale
Poligonale esterna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	1
Poligonale interna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	4
Punti di controllo	Parete	Prismi in parete	Prismi riflettori	7

Per completezza di informazione si riporta nella tabella 1.5.2.4 anche la quantità e la tipologia della strumentazione installata nel periodo antecedente il 1993 della quale non è stato possibile reperire la documentazione.

Tabella 1.5.2.4 – Struttura e situazione della strumentazione geotecnica installata antecedentemente il **1993** nella zona 2
Fosso della Civetta

Tipologia	N. Totale	Sato di funzionamento		
		Funzionante	Fuori uso	Rimosso
Estensimetri	9			9
Inclinometri	10	7	3	
Piezometri	14	6	8	

Note

Estensimetri: sono stati riqualificati e corrispondono a quelli automatici riportati nella Tab. 1.5.2.1.1.

Inclinometri: OI01-OI02-OI03-OI04-OI05-OI06-OI07-OI08-OI09-OI10 e **Piezometri:** OP01-OP02-OP03-OP04-OP05-OP06-OP07-OP08-OP09-OP10-OP11-OP12-OP13-OP14 si conosce solo l'ubicazione e lo stato di funzionamento aggiornato a Dicembre 1992 che è riportata nella planimetria generale.

1.5.2.1 Misure estensimetriche

Nell'area risultano essere stati installati nel gennaio del 1995 n. 9 estensimetri a corda vibrante, di cui 5 a base tripla e 4 a base singola; 4 sono disposti alla sommità e 5 al piede della parete (Figura 1.5.2.1).

L'acquisizione dei dati è di tipo automatico e affluiscono alle due centraline (2C1, 2C2) ubicate piede della rupe. Gli estensimetri sono muniti di sensore del tipo a corda vibrante e misuratore di temperatura; la loro base di misura, così come il loro stato di funzionamento, sono descritte in tabella 1.5.2.1.1.

Tabella 1.5.2.1.1 – Estensimetri automatici della zona 2 Fosso della Civetta ⇨ Centraline 1C2-2C1-2C2
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
2E01	2E01/1	01.01.1995	2C1	20.00	60.00	
	2E01/2	01.01.1995	2C1	40.00	60.00	
	2E01/3	01.01.1995	2C1	60.00	60.00	
2E02	2E02/1	01.01.1995	2C1	20.00	60.00	
	2E02/2	01.01.1995	2C1	40.00	60.00	
	2E02/3	01.01.1995	2C1	60.00	60.00	
2E03	2E03/1	01.01.1995	2C1	10.00	30.00	
	2E03/2	01.01.1995	2C1	20.00	30.00	
	2E03/3	01.01.1995	2C1	30.00	30.00	
2E07	2E07/1	01.01.1995	2C2	20.00	60.00	Il sensore è bloccato (ossidaz.cilindro)
	2E07/2	01.01.1995	2C2	40.00	60.00	Il sensore è bloccato (ossidaz.cilindro)
	2E07/3	01.01.1995	2C2	60.00	60.00	Il sensore è bloccato (ossidaz.cilindro)
2E07A	2E07A	01.01.1995	2C1	38.80	38.80	Anomalie sul segnale della linea
2E08	2E08/1	01.01.1995	2C2	20.00	60.00	
	2E08/2	01.01.1995	2C2	40.00	60.00	
	2E08/3	01.01.1995	2C2	60.00	60.00	
2E08A	2E08A	01.01.1995	2C1	38.50	38.50	Anomalie sul segnale della linea
2E09A	2E09A	01.01.1995	1C2	20.00	20.00	Sensore scollegato
2E10A	2E10A	01.01.1995	1C2	20.00	20.00	Sensore scollegato

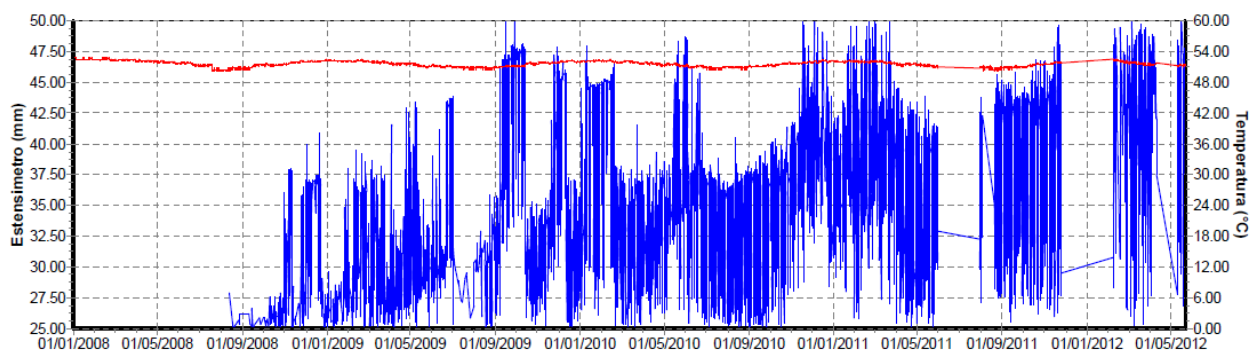
Estensimetro 2E01

Fig. 1.5.2.1.1 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

Fig. 1.5.2.1.2 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

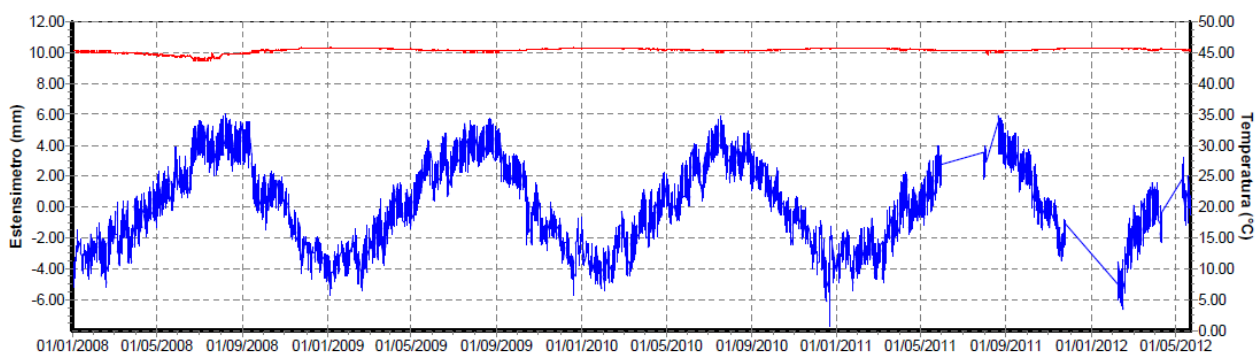
Sensore 2

Fig. 1.5.2.1.3 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

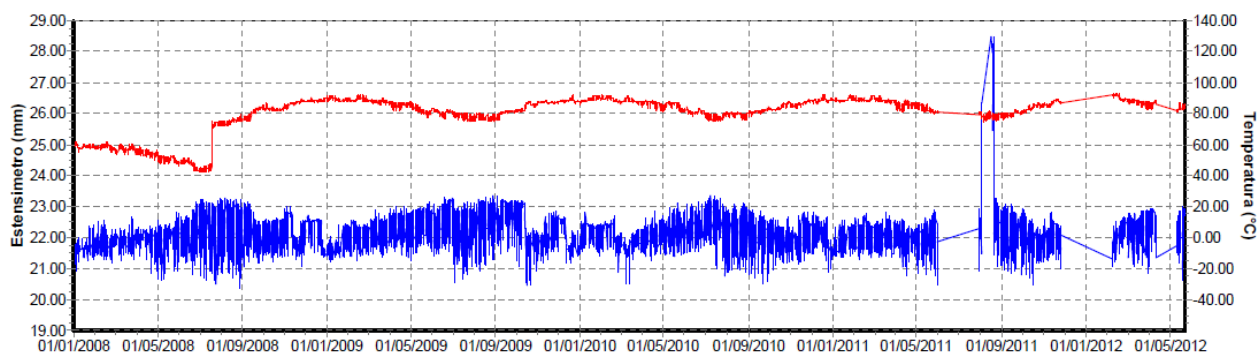
Estensimetro 2E02

Fig. 1.5.2.1.4 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

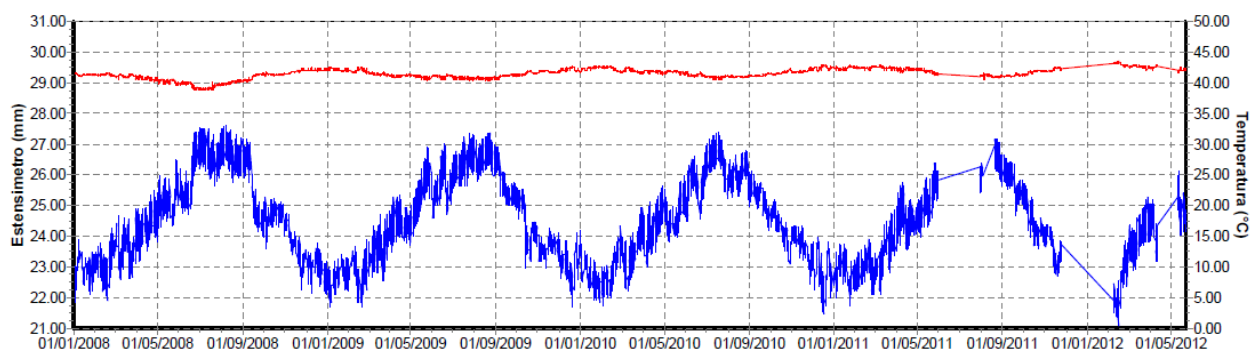
Sensore 1

Fig. 1.5.2.1.5 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

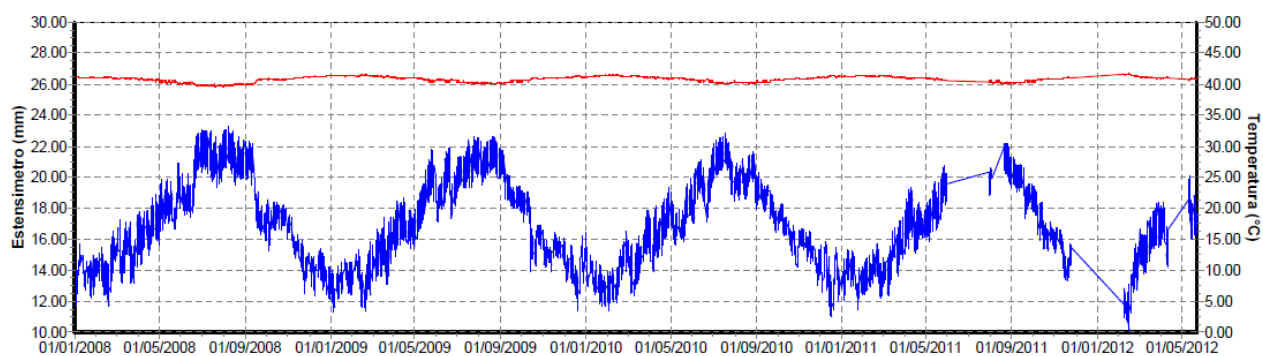
Sensore 2

Fig. 1.5.2.1.6 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

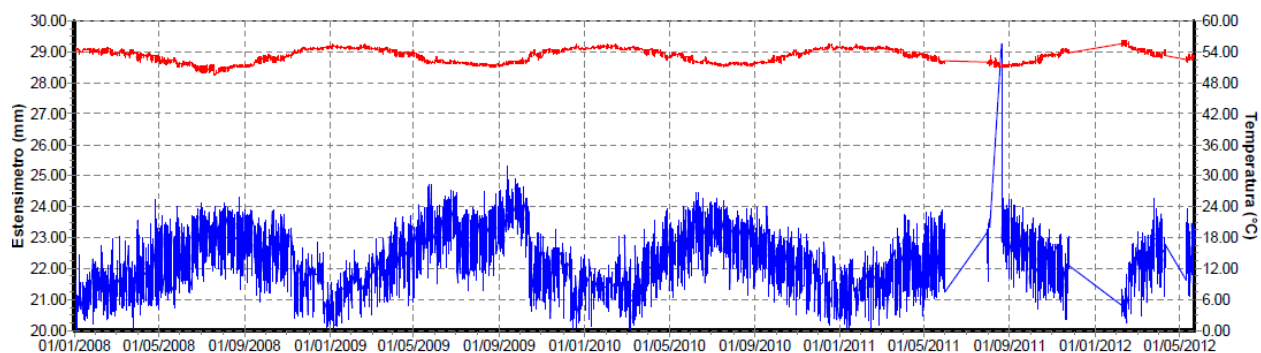
Estensimetro 2E03

Fig. 1.5.2.1.7 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

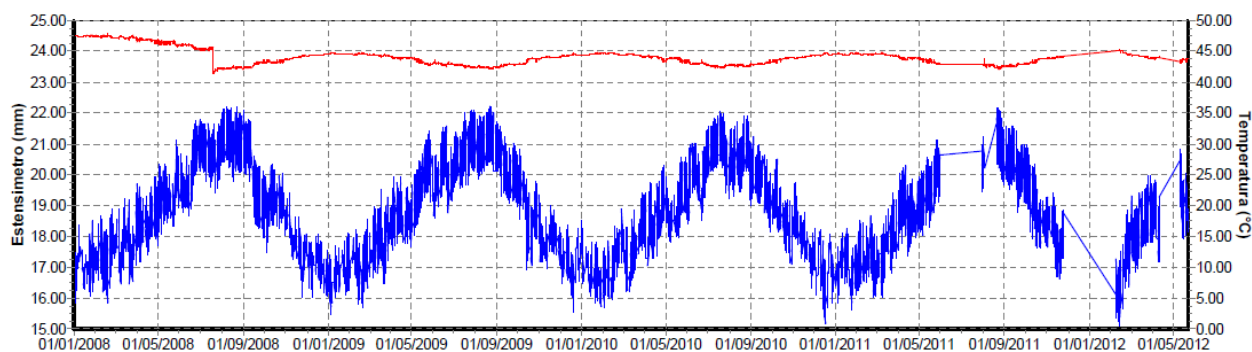
Sensore 1

Fig. 1.5.2.1.8 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

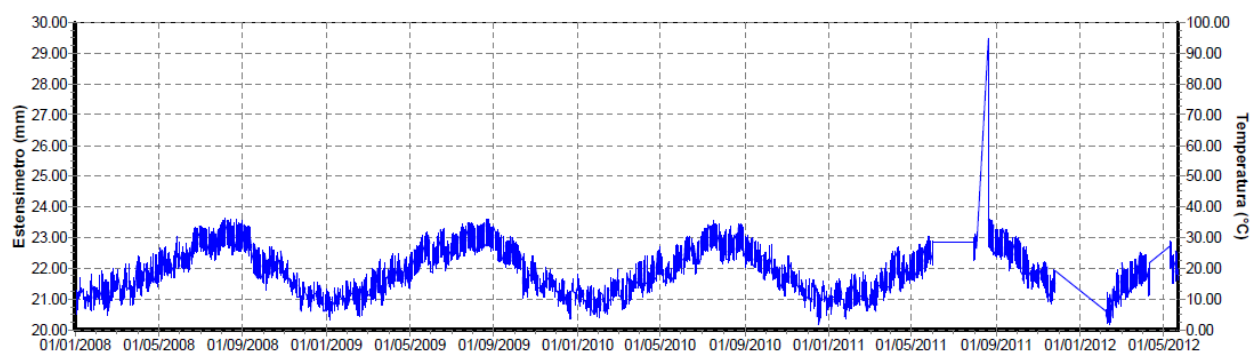
Sensore 2

Fig. 1.5.2.1.9 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

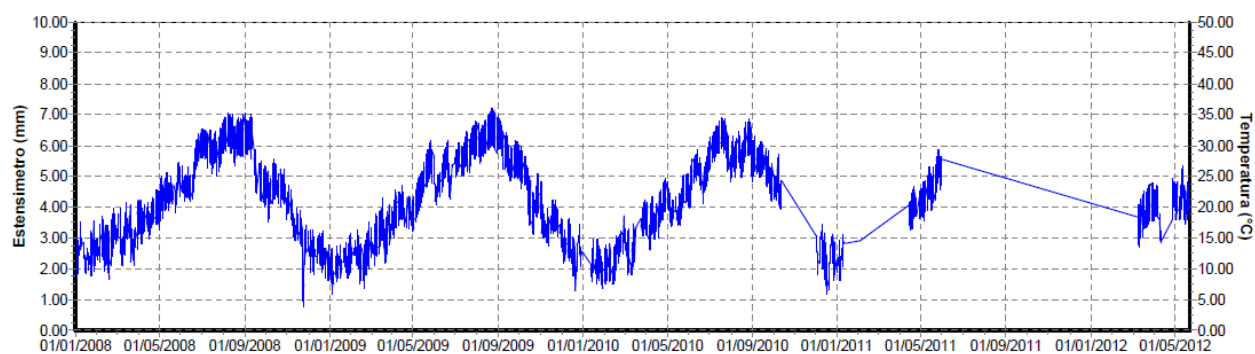
Estensimetro 2E07

Fig. 1.5.2.1.10 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

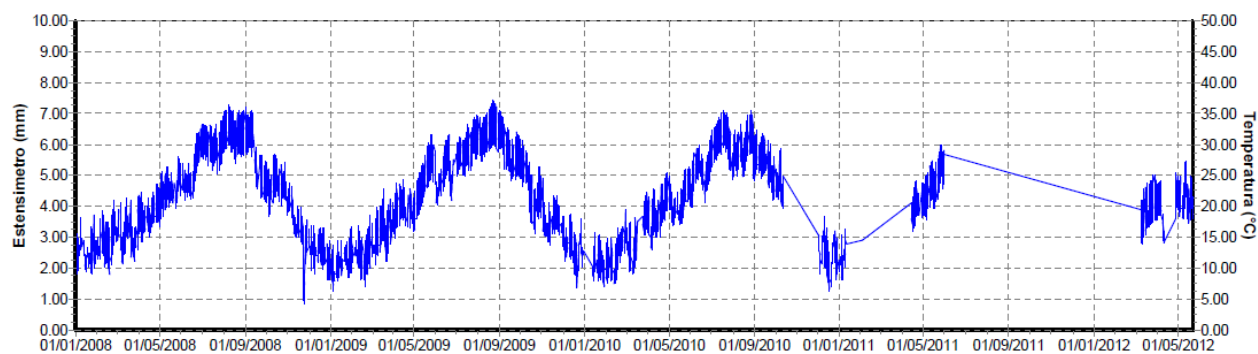
Sensore 1

Fig. 1.5.2.1.11 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

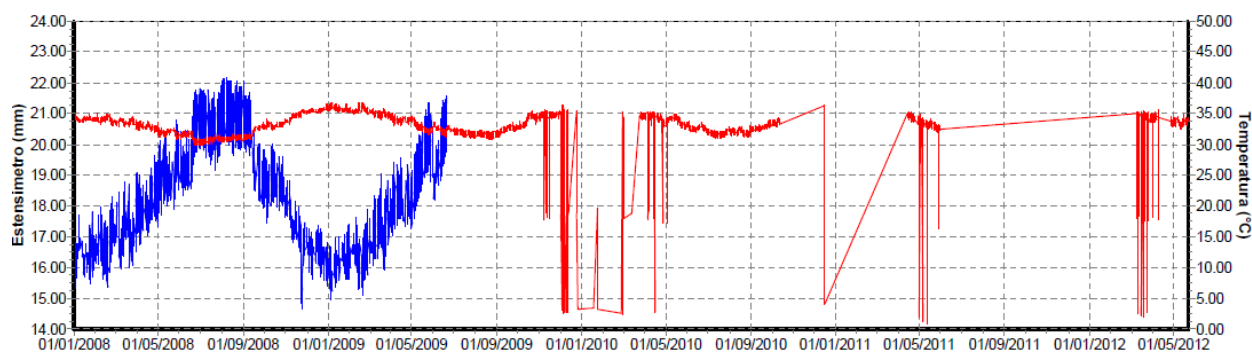
Estensimetro 2E08

Fig. 1.5.2.1.12 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

Fig. 1.5.2.1.13 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

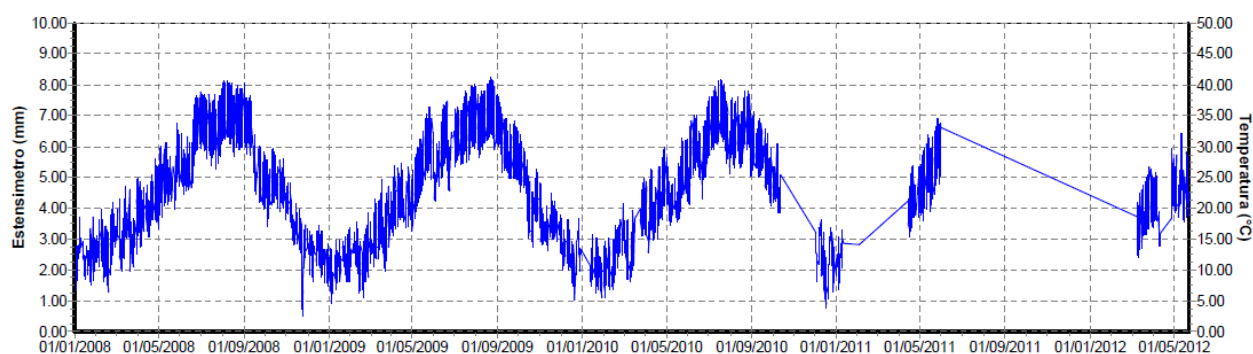
Sensore 2

Fig. 1.5.2.1.14 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

Al fine di un controllo delle grandezze acquisite automaticamente, ciascun sensore estensimetrico è dotato di un dispositivo per la lettura anche di tipo manuale. Le informazioni così ricavate manualmente, nel periodo 2003 – 2008, sono riportate in tabella 1.5.2.1.2.

*Tabella 1.5.2.1.2 – Estensimetri automatici – Letture di controllo manuali della zona 2
Fosso della Civetta (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Nome Strumento	Nome Base	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Spostamento (mm)	Data	Spostamento (mm)	
2E01	2E01/1	25.03.2003	37.35	20.11.2008	40.35	18
	2E01/2	25.03.2003	6.01	31.05.2005	7.04	4
	2E01/3	25.03.2003	35.73	20.11.2008	41.24	18
2E02	2E02/1	25.03.2003	55.98	19.11.2008	61.40	16
	2E02/2	25.03.2003	54.09	19.11.2008	61.62	16
	2E02/3	25.03.2003	50.66	19.11.2008	57.74	16
2E03	2E03/1	25.03.2003	50.99	19.11.2008	55.45	17
	2E03/2	25.03.2003	47.34	19.11.2008	52.52	17
	2E03/3	25.03.2003	52.10	19.11.2008	55.82	17
2E07	2E07/1	21.03.2003	21.51	19.11.2008	21.61	16
	2E07/2	21.03.2003	21.27	19.11.2008	22.09	16
	2E07/3	21.03.2003	21.74	19.11.2008	22.21	16
2E07A	2E07A	26.03.2003	61.85	29.12.2008	62.14	16
2E08	2E08/1	21.03.2003	19.29	19.11.2008	19.33	16
	2E08/2	21.03.2003	19.31	19.11.2008	19.44	16
	2E08/3	21.03.2003	20.19	19.11.2008	20.07	16
2E08A	2E08A	26.03.2003	62.11	29.12.2008	82.87	13
2E09A	2E09A	26.03.2003	60.50	29.12.2008	61.17	16
2E10A	2E10A	26.03.2003	59.32	29.12.2008	59.74	15

1.5.2.2 Misure inclinometriche

Le diverse fonti consultate e la strumentazione analizzata sono raccolte nelle tabelle 1.5.2.2.2 e 1.5.2.2.3.

Nell'area del Fosso delle Civetta risultano essere stati installati 4 inclinometri biassiali elettrolitici. Le caratteristiche generali e il loro stato di funzionamento vengono riportate nella tabella 1.5.2.2.1.

Come riportato nelle specifiche tabelle per questo tipo di inclinometro sono state effettuate, prima delle loro messa in opera, delle letture con sonda manuale per la definizione della zona in cui posizionare gli strumenti.

Nel tempo, ove possibile, alcuni di loro sono stati rimossi per effettuare misure di controllo e la manutenzione degli strumenti.

Tabella 1.5.2.2.1 – Inclinometri automatici della zona 2 Fosso della Civetta ⇨ Centraline 2C1-2C2
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
2I02	2I02A	01.01.1995	2C2	3.00	18.00	Il sensore è bloccato a 5 metri dal p.c. (tubo deform.)
	2I02B	01.01.1995	2C2	5.00	18.00	Il sensore è bloccato a 5 metri dal p.c. (Anom B+)
2I06	2I06A	01.01.1995	2C2	4.00	18.00	Il sensore è bloccato a 4.5 metri p.c. (tubo deform.)
	2I06B	01.01.1995	2C2	6.00	18.00	Il sensore è bloccato a 5 metri dal p.c. (tubo deform.)
2I13	2I13A	01.01.1995	2C1	6.00	9.00	
	2I13B	01.01.1995	2C1	8.00	9.00	
2I16	2I16A	01.01.1995	2C2	6.00	18.00	Il sensore è bloccato a 6 metri dal p.c. (tubo deform.)
	2I16B	01.01.1995	2C2	8.00	18.00	Il sensore è bloccato a 6 metri dal p.c. (tubo deform.)

Inclinometro 2I02

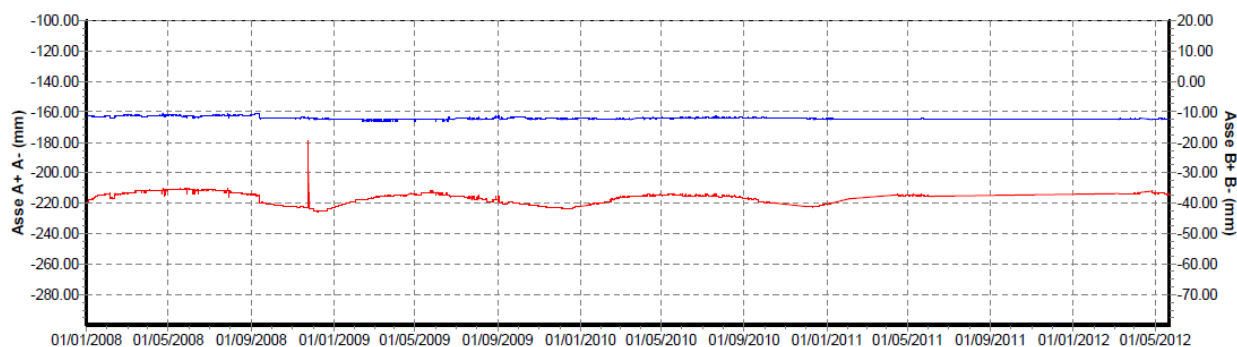


Fig. 1.5.2.2.1 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

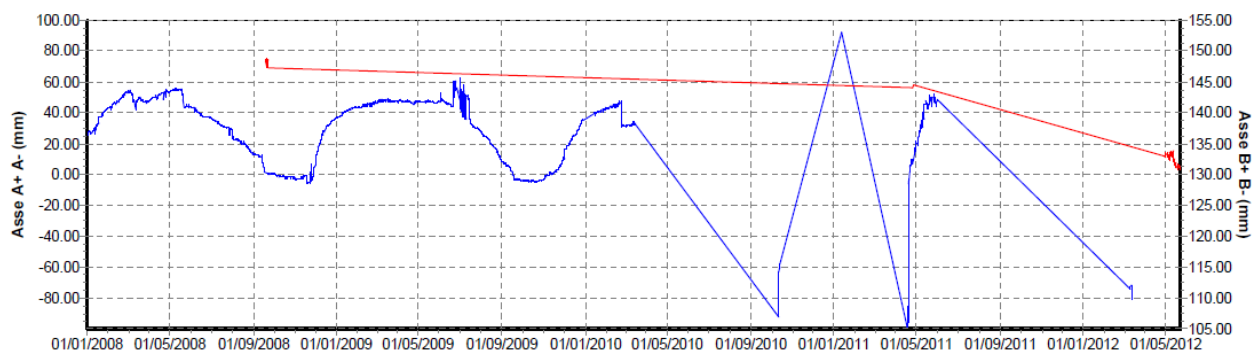


Fig. 1.5.2.2.2 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

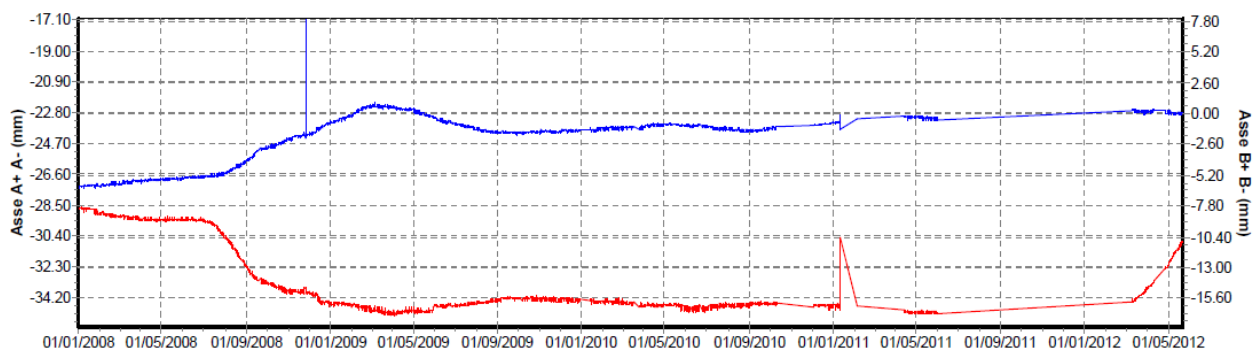
Sensore BInclinometro 2I06

Fig. 1.5.2.2.3 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

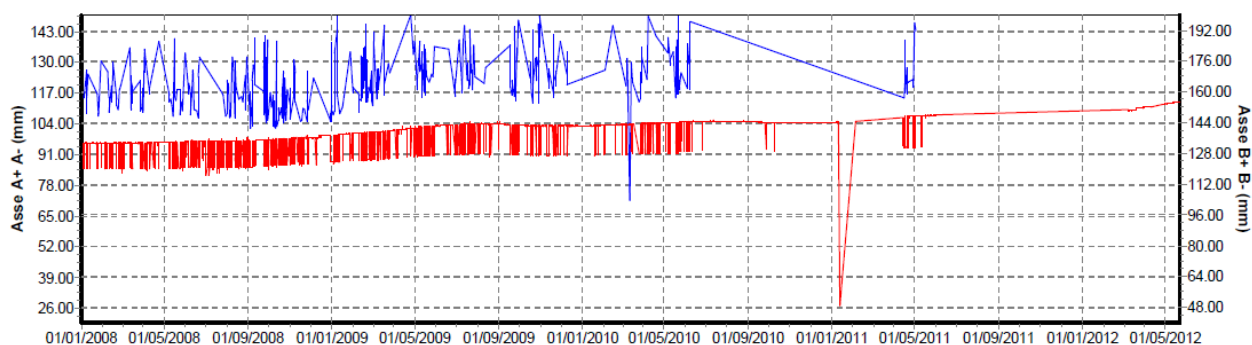
Sensore A

Fig. 1.5.2.2.4 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

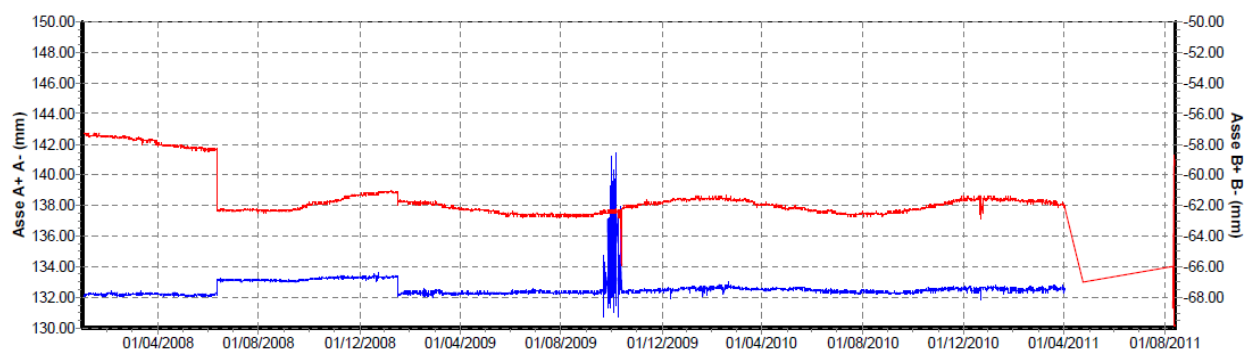
Inclinometro 2I13

Fig. 1.5.2.2.5 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

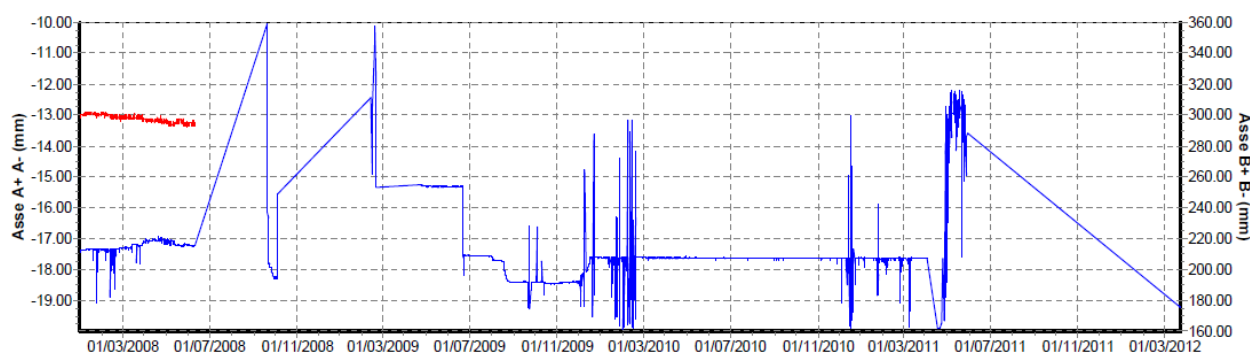
Sensore A

Fig. 1.5.2.2.6 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

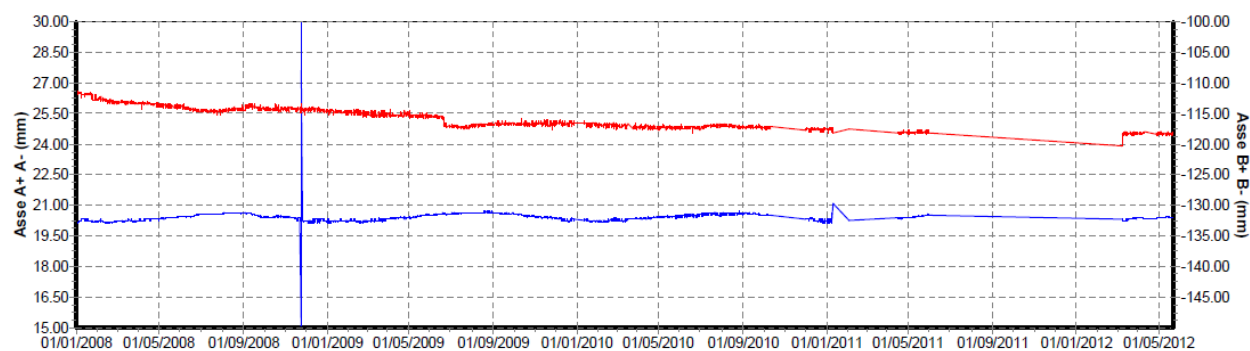
Sensore BInclinometro 2I16

Fig. 1.5.2.2.7 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

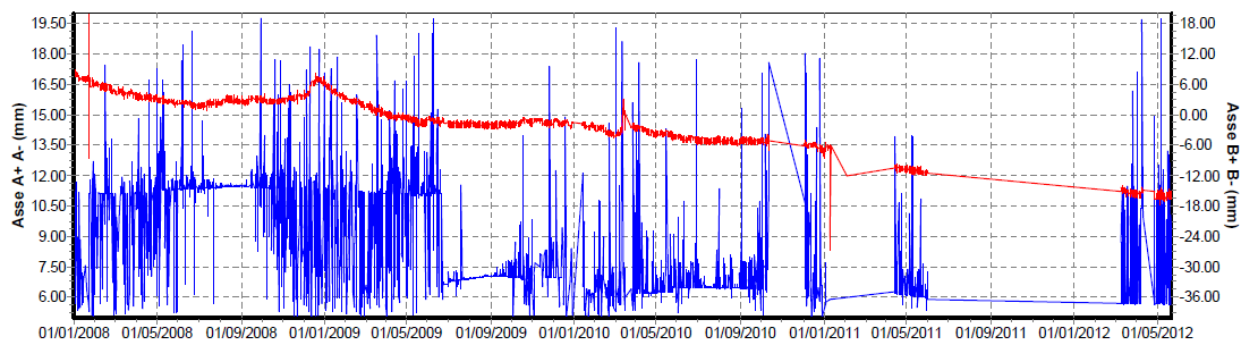


Fig. 1.5.2.2.8 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

Tabella 1.5.2.2.2 – Caratteristiche degli inclinometri della zona 2 Fosso della Civetta

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota (m.s.l.m.)	Azimut ° Guida A ⁺ da Nord (Lett. di zero)	Letture di zero	Letture N°	Fonte e Anno di riferimento
I01	CI_I01	18.00		138	03.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I01	CI_I01	18.00			22.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I02*	CI_I02	18.00		64	07.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I03	CI_I03	18.00		66	07.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I05	CI_I05	18.00			22.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I05	CI_I05	18.00		66	03.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I06*	CI_I06	18.00		74	07.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I07	CI_I07	12.00		54	06.04.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I08	CI_I08	18.00		80	05.04.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I08	CI_I08	18.00			22.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I09	CI_I09	18.00			03.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I09	CI_I09	18.00		32	27.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I10	CI_I10	27.00		88	08.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I10	CI_I10	27.00			23.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I11	CI_I11	27.00		86	07.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I11	CI_I11	27.00			23.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I11	CI_I11	27.00			23.05.2003	9	Regione Umbria periodo Anno 2003 - 2006
I12	CI_I12	17.00		34	07.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I12	CI_I12	17.00			22.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I13*	CI_I13	9.00		50	06.04.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994

I13*	CI_I13	9.00			29.04.2005	4	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I14	CI_I14	9.00		4	07.09.1992	3	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I15	CI_I15	17.00		26	06.04.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I15	CI_I15	17.00			27.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I15	CI_I15	17.00			27.05.2003	9	Regione Umbria periodo Anno 2003 – 2006
I16*	CI_I16	18.00		64	04.05.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994

Nota:

* Inclinatorio automatico corredato di due sensori.

Tabella 1.5.2.2.3 – Letture inclinometriche manuali della zona 2 Fosso della Civetta
(Fonte Osservatorio della Rupe di Orvieto Anno 1992 -1994)

Tubo N.	Profondità (m.)	Letture di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I01	18.00	03.09.1992	13.01.1993	05.04.1993	04.05.1993	12.08.1993	22.03.1994			
I02*	18.00	07.09.1992	13.01.1993	06.04.1993	05.05.1993	13.08.1993	23.03.1994			
I03	18.00	07.09.1992	13.01.1993	06.04.1993	05.05.1993	12.08.1993	23.03.1994			
I05	18.00	03.09.1992	13.01.1993	05.04.1993	04.05.1993	13.08.1993	22.03.1994			
I06*	18.00	07.09.1992	13.01.1993	06.04.1993	05.05.1993	12.08.1993	23.03.1994			
I07	12.00	06.04.1993	04.05.1993	13.08.1993	23.03.1994					
I08	18.00	05.04.1993	04.05.1993	12.08.1993	18.03.1994					
I09	18.00	03.09.1992	13.01.1993	06.04.1993	04.05.1993	13.08.1993	18.03.1994			
I10	27.00	08.09.1992	13.01.1993	06.04.1993	05.05.1993	23.08.1993	18.03.1994			
I11	27.00	07.09.1992	13.01.1993	05.04.1993	04.05.1993	23.08.1993	17.03.1994			
I12	17.00	07.09.1992	13.01.1993	05.04.1993	04.05.1993	13.08.1993	18.03.1994			
I13*	9.00	06.04.1993	05.05.1993	13.08.1993	17.03.1994					
I14	9.00	07.09.1992	05.05.1993	13.08.1993	17.03.1994					
I15	17.00	06.04.1993	04.05.1993	12.08.1993	18.03.1994					
I16*	18.00	04.05.1993	13.08.1993	18.03.1994						

Nota:

* Inclinatorio automatico corredato di due sensori.

Sono stati individuati anche i seguenti strumenti dei quali si conosce, al momento, la sola ubicazione topografica OI01-OI02-OI03-OI04-OI05-OI06-OI07-OI08- OI09-OI10.

Tabella 1.5.2.2.4 – Letture inclinometriche manuali della zona 2 Fosso della Civetta
(Fonte Osservatorio della Rupe di Orvieto Anno 2003 -2008)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I01	18.00	22.05.2003	05.08.2004	14.03.2005	08.08.2005	27.03.2006	08.09.2006	12.04.2007	02.11.2007	22.04.2008
I05	18.00	22.05.2003	05.08.2004	14.03.2005	08.08.2005	27.03.2006	08.09.2006	12.04.2007	02.11.2007	22.04.2008
I08	18.00	22.05.2003	05.08.2004	14.03.2005	08.08.2005	27.03.2006	08.09.2006	12.04.2007	02.11.2007	22.04.2008
I09	18.00	27.05.2003	06.08.2004	14.03.2005	09.08.2005	06.04.2006	08.09.2006	18.04.2007	02.11.2007	08.05.2008
I10	27.00	23.05.2003	06.08.2004	15.03.2005	09.08.2005	06.04.2006	18.09.2006	18.04.2007	06.11.2007	08.05.2008
I11	27.00	23.05.2003	06.08.2004	15.03.2005	09.08.2005	06.04.2006	18.09.2006	18.04.2007	06.11.2007	08.05.2008
I12	17.00	22.05.2003	06.08.2004	14.03.2005	09.08.2005	06.04.2006	08.09.2006	18.04.2007	02.11.2007	08.05.2008
I13*	9.00	29.04.2005	05.05.2006	14.05.2007	11.06.2008					
I15	17.00	27.05.2003	06.08.2004	15.03.2005	11.08.2005	06.04.2006	18.09.2006	18.04.2007	02.11.2007	09.05.2008

Nota:

* Inclinometro automatico corredato di due sensori.

Sono stati individuati anche i seguenti strumenti dei quali si conosce, al momento, la sola ubicazione topografica OI01-OI02-OI03-OI04-OI05-OI06-OI07-OI08- OI09-OI10.

Tabella 1.5.2.2.5 – Letture inclinometriche manuali della zona 2 Fosso della Civetta
(Fonte: Regione Umbria)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I11	27.00	23.05.2003	01.08.2003	29.09.2003	28.04.2004	06.08.2004	15.03.2005	09.08.2005	06.04.2006	18.09.2006
I15	17.00	27.05.2003	01.07.2003	28.09.2003	05.04.2004	06.08.2004	13.03.2005	11.08.2005	08.04.2006	18.09.2006

Inclinometro CI_I01

I dati forniti dall'inclinometro mostrano l'inizio di una modesta deformazione a partire dalla profondità di 4 metri dal p.c. con incremento a 1.5 metri dal p.c.

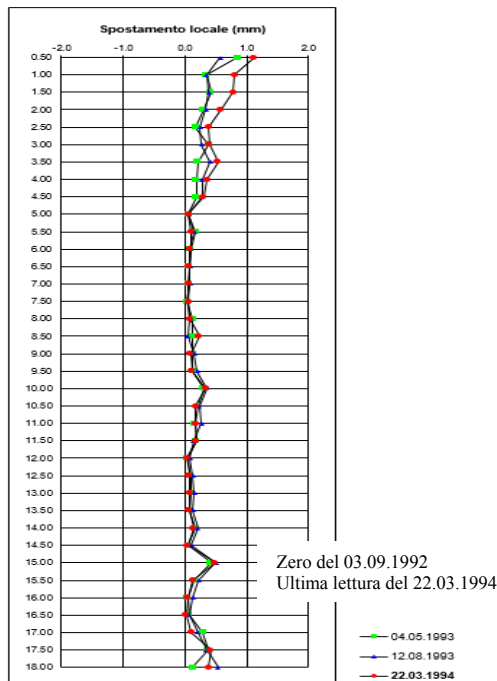


Fig. 1.5.2.2.9 **CI_I01** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

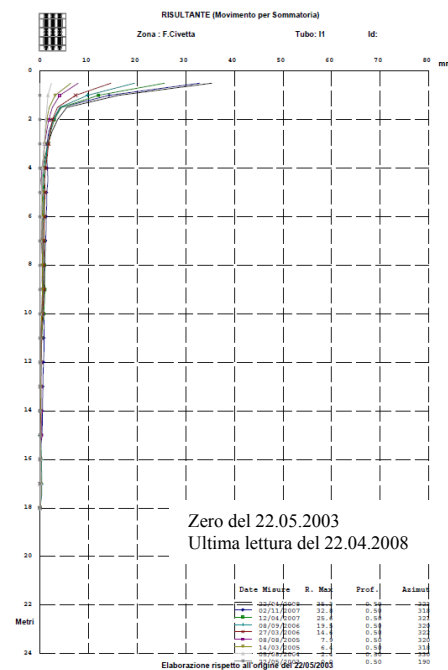
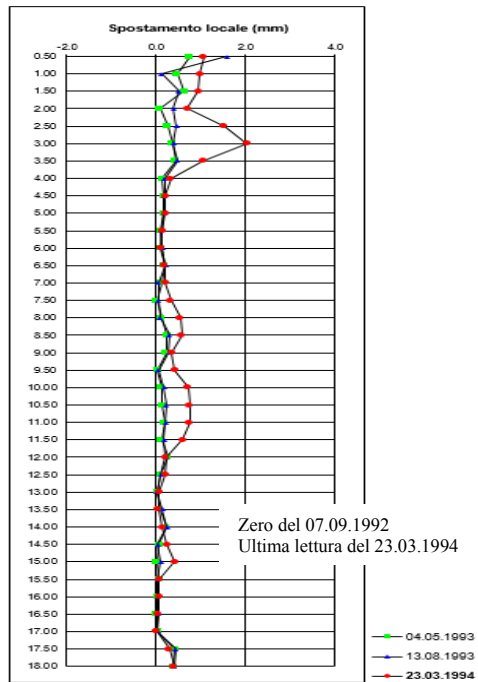


Fig. 1.5.2.2.10 **CI_I01** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CI_I01	
Lettura dello zero		03.09.92	22.05.03
Ultima lettura		22.03.94	22.04.08
N. Tot. letture effettuate		6	9
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.0 – 5.0	1.0 – 4.0
	Risultante (mm)	0.81	25.00
	Errore stimato (mm)	4.67	4.67
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	15.0 – 16.0	-
	Risultante (mm)	0.49	-
	Errore stimato (mm)	1.05	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.97	-
		7.89	-

Inclinometro CI_I02

Sono presenti modeste deformazioni a 2÷4 e a 10÷13 metri dal p.c.

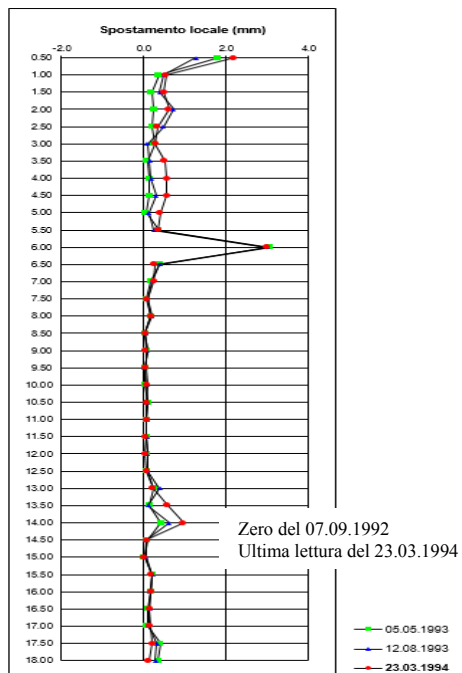


		CI_I02	
Lettura dello zero		07.09.92	
Ultima lettura		23.03.94	
N. Tot. letture effettuate		6	
Profondità del tubo (m)		18.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	3.0 – 4.0	
	Locale (mm)	2.03	
	Errore stimato (mm)	4.18	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	10.0 – 13.0	
	Locale (mm)	0.71	
	Errore stimato (mm)	2.40	
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.74	
		11.45	

Fig. 1.5.2.2.11 **CI_I02** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

Inclinometro CI_I03

Il tubo 3 risulta interrotto a circa 6 metri dal p.c. dove le letture evidenziano una netta deformazione locale.



		CI_I03	
Lettura dello zero		07.09.92	
Ultima lettura		23.03.94	
N. Tot. letture effettuate		6	
Profondità del tubo (m)		18.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.0 – 6.5	
	Locale (mm)	2.99	
	Errore stimato (mm)	3.42	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	14.0 – 14.5	
	Locale (mm)	0.95	
	Errore stimato (mm)	1.33	
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.00	
		17.08	

Fig. 1.5.2.2.12 **CI_I03** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

Inclinometro CI_I05

L'inclinometro risulta interrotto a 13 metri dal p.c.; nel periodo di osservazione sono presenti modeste deformazioni nel tratto da 12÷14 dal p.c. per poi proseguire finì alla superficie.

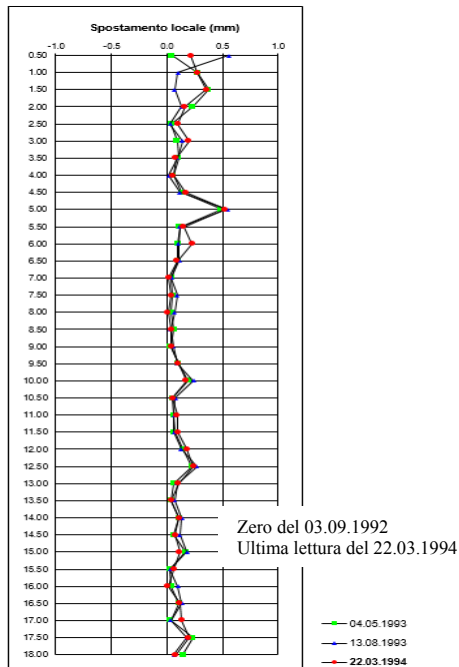


Fig. 1.5.2.2.13 **CI_I05** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

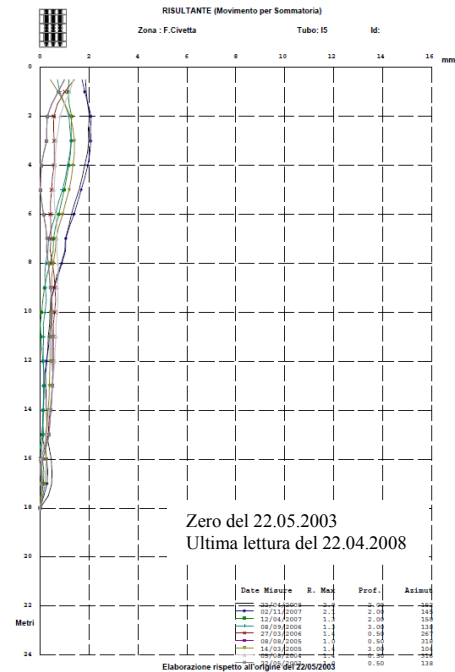


Fig. 1.5.2.2.14 **CI_I05** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CI_I05	
Lettura dello zero		03.09.92	22.05.03
Ultima lettura		22.03.94	22.04.08
N. Tot. letture effettuate		6	9
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.0 – 5.5	7.0 – 9.0
	Risultante (mm)	0.52	1.25
	Errore stimato (mm)	3.68	3.17
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	12.5 – 13.0	13.0 – 16.0
	Risultante (mm)	0.24	0.5
	Errore stimato (mm)	1.74	1.61
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.03	-
		11.91	-

Inclinometro CI_I06

L'inclinometro denuncia la presenza di deformazioni a partire dalla profondità di 6 metri dal p.c.

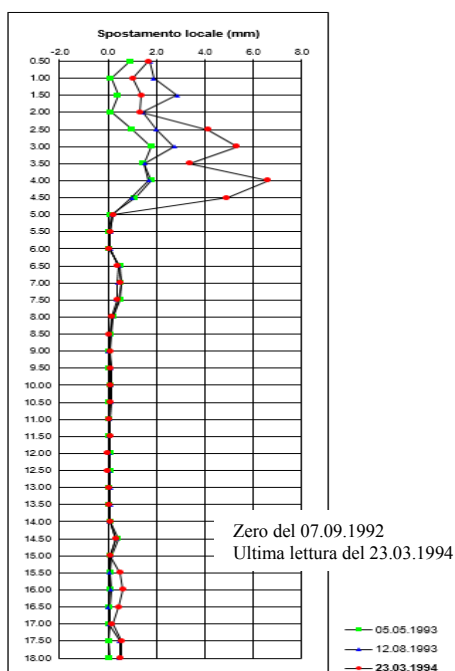


Fig. 1.5.2.2.15 CI_I06 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CI_I06	
Lettura dello zero		07.09.92	
Ultima lettura		23.03.94	
N. Tot. letture effettuate		6	
Profondità del tubo (m)		18.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	4.0 – 5.0	
	Locale (mm)	6.62	
	Errore stimato (mm)	3.93	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.57	
		13.61	

Inclinometro CI_I07

L'inclinometro denuncia la presenza di modeste deformazione a partire 3 metri dal p.c.

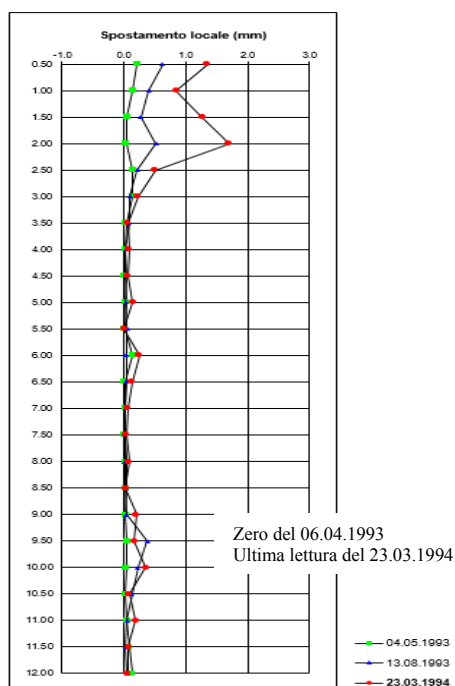


Fig. 1.5.2.2.16 CI_I07 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CI_I07	
Lettura dello zero		06.04.93	
Ultima lettura		23.03.94	
N. Tot. letture effettuate		4	
Profondità del tubo (m)		12.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	2.0 – 3.5	
	Risultante (mm)	1.70	
	Errore stimato (mm)	2.92	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.27	
		13.28	

Inclinometro CI I08

L’inclinometro mostra una deformazione tra 1 18 e i 14 metri dal p.c. ; probabilmente la deformazione ha inizio oltre la profondità dell’tubo inclinometrico.

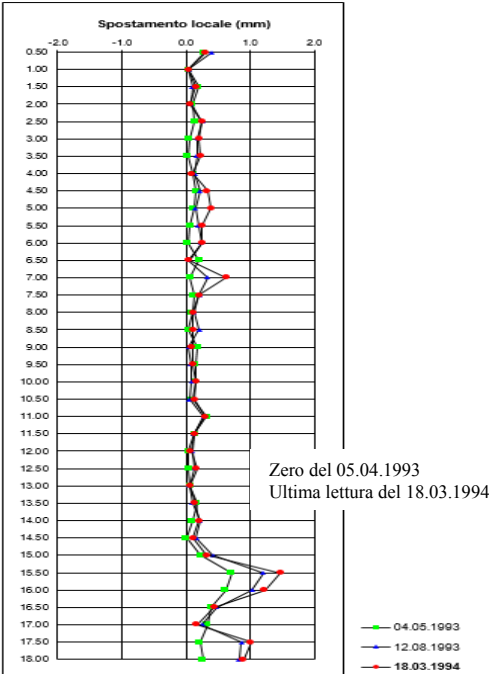


Fig. 1.5.2.2.17 **CI_I08** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

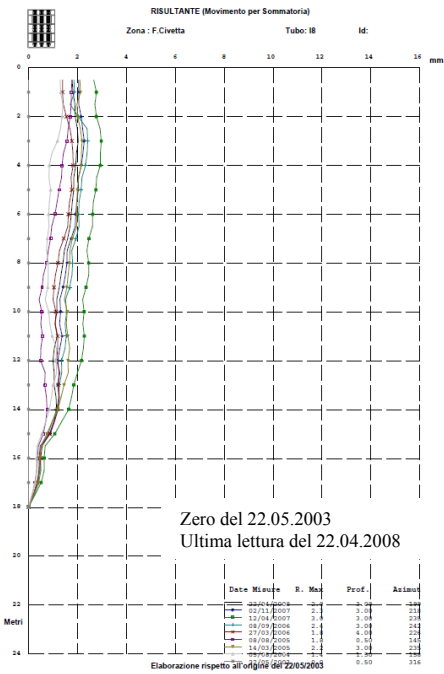


Fig. 1.5.2.2.18 **CI_I08** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CI_I08	
Lettura dello zero		05.04.93	22.05.03
Ultima lettura		18.03.94	22.04.08
N. Tot. letture effettuate		4	9
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	14.0-18.0	14.0--18.0
	Risultante (mm)	1.47	0.75
	Errore stimato (mm)	0.91	0.91
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.31	-
		17.92	-

Inclinometro CI I09

L'inclinometro è interrotto alla profondità di 11 metri dal p.c.; deformazioni modeste sono presenti a partire da 6 metri dal p.c. e possibili deformazioni di scarsa entità intorno a 12-14 metri dal p.c.

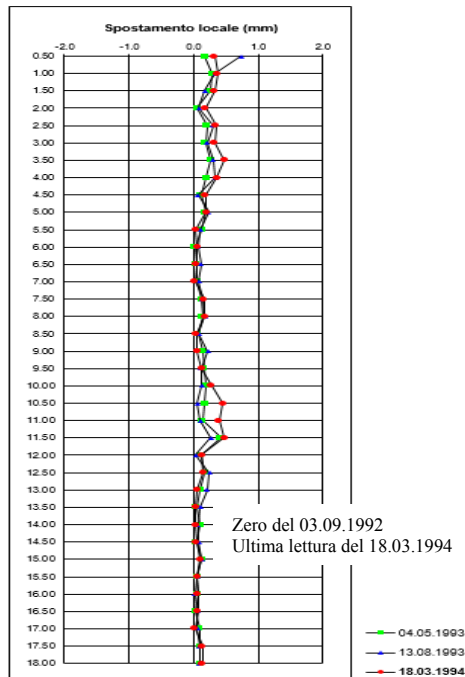


Fig. 1.5.2.2.19 CI_I09 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

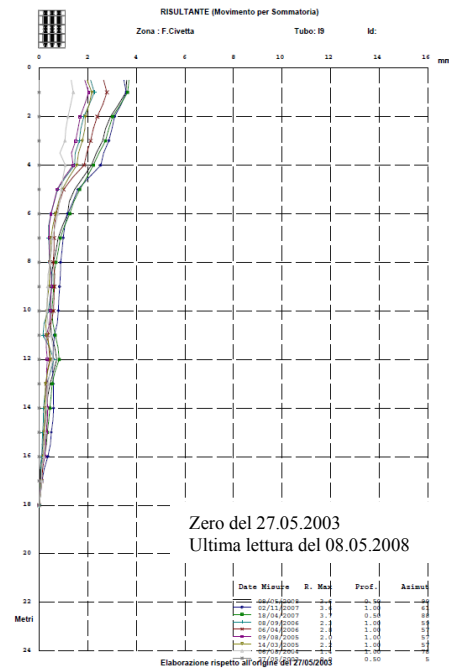


Fig. 1.5.2.2.20 CI_I09 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CI_I09	
Lettura dello zero		03.09.92	27.05.03
Ultima lettura		18.03.94	08.05.08
N. Tot. letture effettuate		6	9
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	3.5 – 4.5	3.0 – 6.0
	Risultante (mm)	0.47	3.25
	Errore stimato (mm)	4.05	4.18
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	12.0-14.0	12.0- 14.0
	Risultante (mm)	0.48	1.00
	Errore stimato (mm)	2.01	1.87
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.21	-
		14.54	-

Inclinometro CI 110

L'inclinometro risulta interrotto a 13 metri dal p.c.; sono presenti deformazioni anche tra 16 e 20 metri dal p.c..

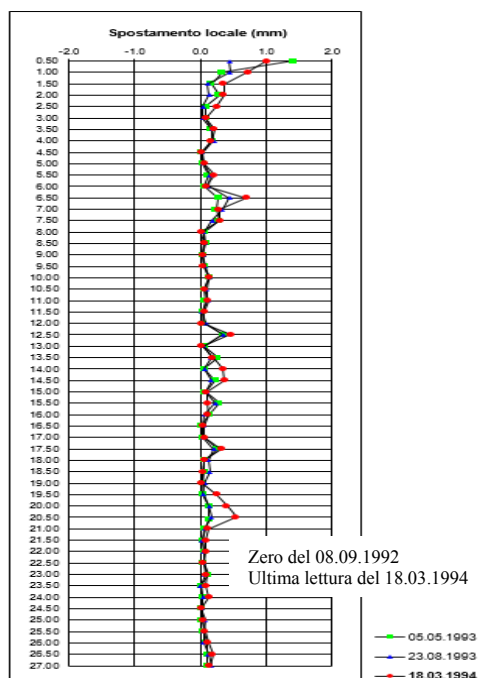


Fig. 1.5.2.2.21 **CI_I10** *Grafici degli spostamenti locali*
Fonte: Osservatorio della Rupe

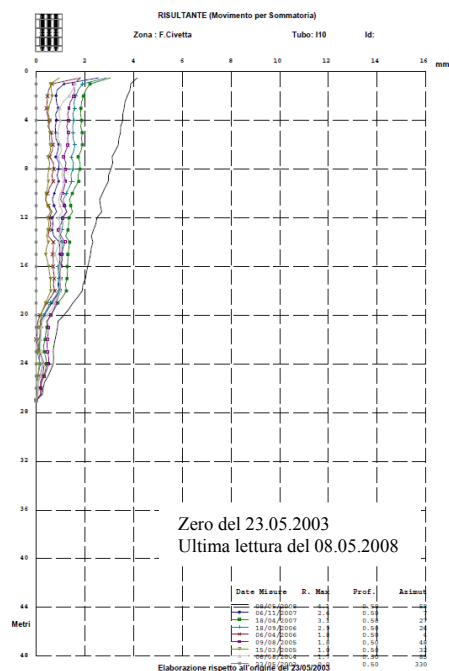


Fig. 1.5.2.2.22 **CI_I10** *Grafici degli spostamenti totali*
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CI_110		
Lettura dello zero		08.09.92	23.05.03	
Ultima lettura		18.03.94	08.05.08	
N. Tot. letture effettuate		6	9	
Profondità del tubo (m)		27.00	27.00	
Passo di lettura (m)		0.50	0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.5 – 8.0	-	
	Risultante (mm)	0.70	-	
	Errore stimato (mm)	5.53	-	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	20.5 – 21.0	18.0 – 20.0	
	Risultante (mm)	0.54	1.90	
	Errore stimato (mm)	2.01	2.66	
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.83	-	
		18.89	-	

Inclinometro CI 111

Le letture indicano la presenza di una superficie di scivolamento a 15 metri di profondità dal p.c., con spostamenti molto lenti di circa 3-4 mm/anno, e deformazioni accentuate nei primi due metri.

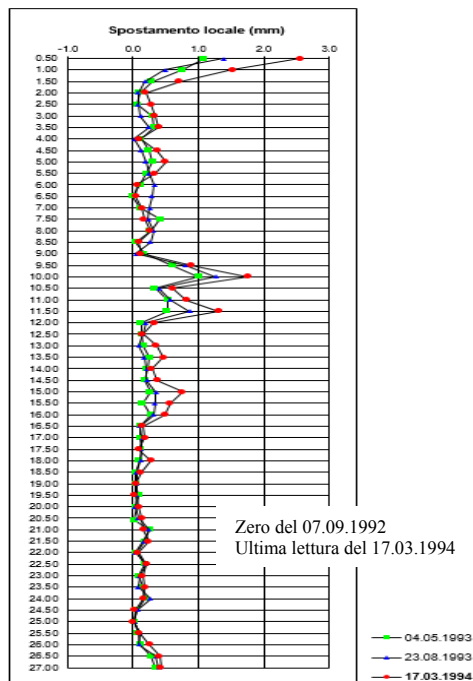


Fig. 1.5.2.2.23 **CI_111** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

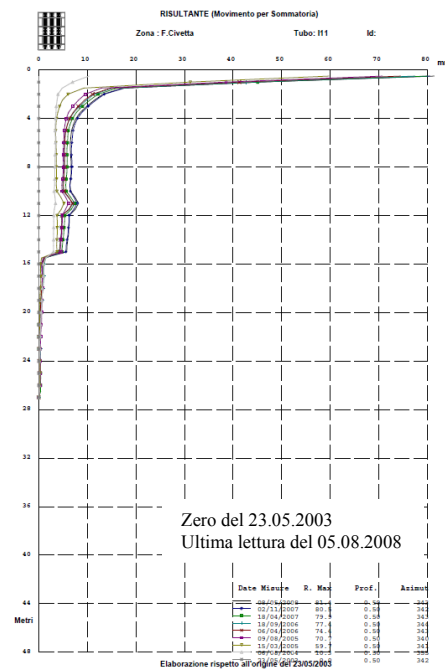


Fig. 1.5.2.2.24 **CI_111** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

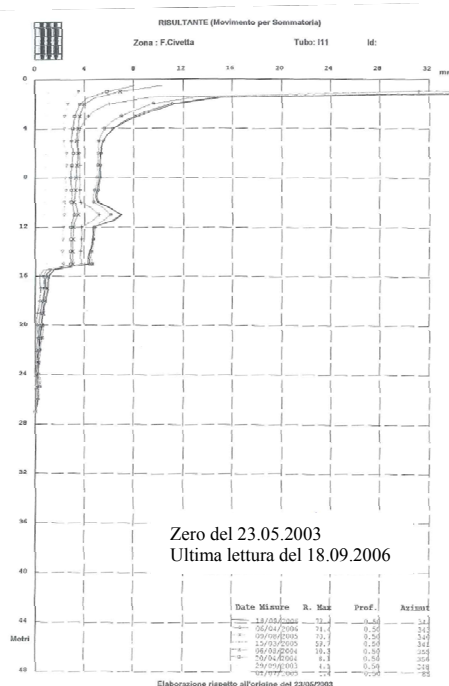


Fig. 1.5.2.2.25 **CI_111** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		CI_111		
	Letture dello zero	07.09.92	23.05.03	23.05.03
	Ultima lettura	17.03.94	08.05.08	13.09.06
	N. Tot. letture effettuate	6	9	9
	Profondità del tubo (m)	27.00	27.00	27.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	10.0 – 16.5	11.0 – 15.0	11.0 – 15.0
	Risultante (mm)	1.76	8.25	7.00
	Errore stimato (mm)	4.67	4.43	4.43
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.49	-	-
		12.43	-	-

Inclinometro CI I12

Le letture effettuate indicano la presenza di deformazioni a partire da 8 metri dal p.c. e fino alla superficie; una maggiore accuratezza delle letture ed un filtraggio dei dati potrebbe fornire indicazioni più precise.

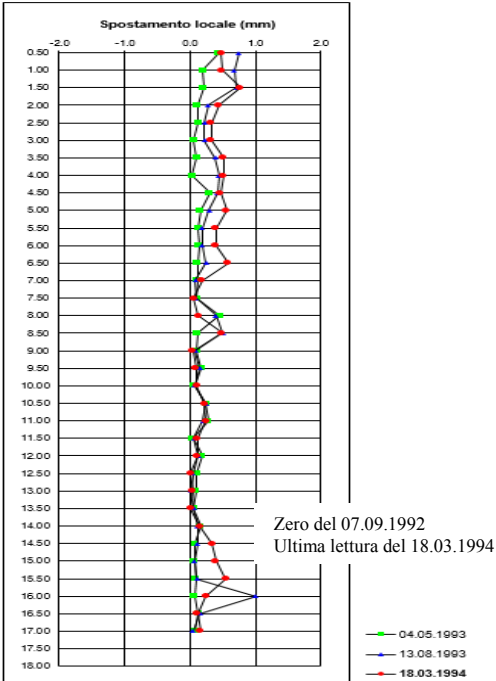


Fig. 1.5.2.2.26 **CI_I12** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

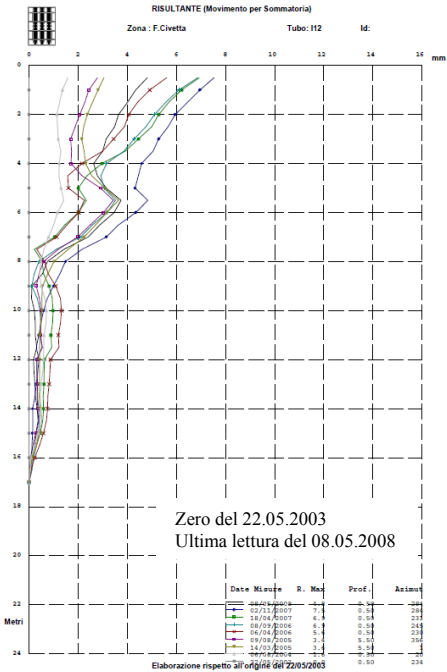


Fig. 1.5.2.2.27 **CI_I12** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CI_I12	
Lettura dello zero		07.09.92	22.05.03
Ultima lettura		18.03.94	08.05.08
N. Tot. letture effettuate		6	9
Profondità del tubo (m)		17.00	17.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.5 – 8.5	5.5 – 8.5
	Risultante (mm)	0.58	3.75
	Errore stimato (mm)	3.04	3.04
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	15.5 – 16.5	-
	Risultante (mm)	0.55	-
	Errore stimato (mm)	0.61	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		17.39	-
		13.72	-

Inclinometro CI 113

Nel periodo delle letture manuali non si hanno deformazioni apprezzabili.

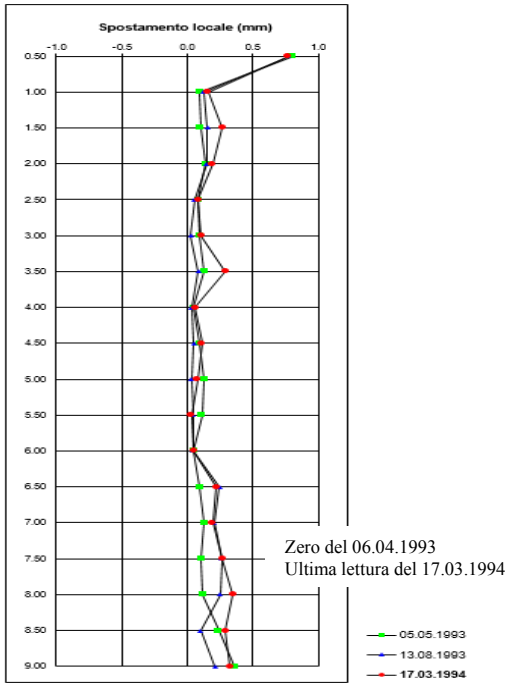


Fig. 1.5.2.2.28 **CI_113** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

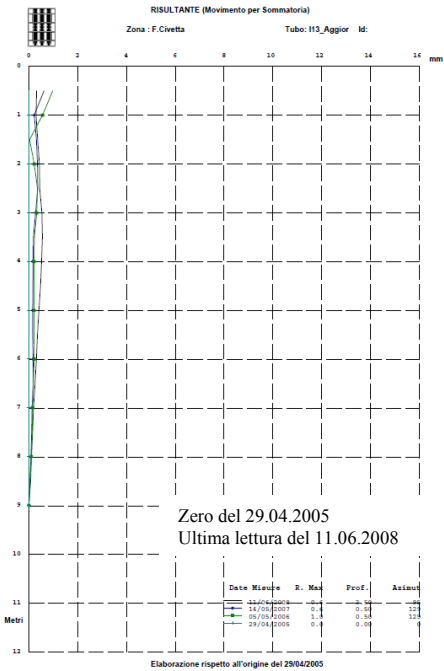
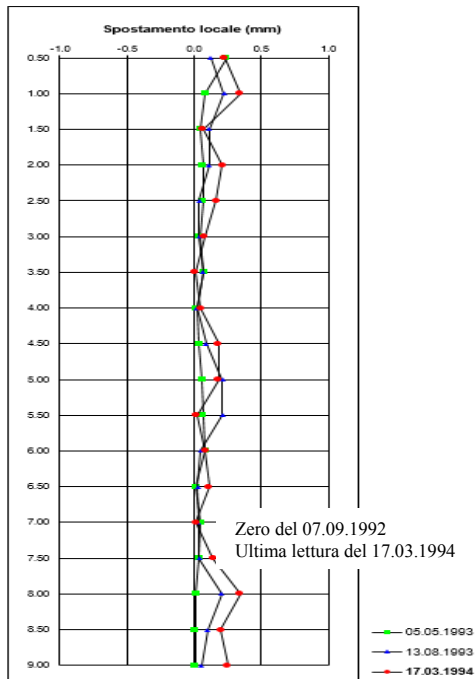


Fig. 1.5.2.2.29 **CI_113** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CI_113	
Lettura dello zero		06.04.93	29.04.05
Ultima lettura		17.03.94	11.06.08
N. Tot. letture effettuate		4	4
Profondità del tubo (m)		9.00	9.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.04	-
		15.26	-

Inclinometro CI_I14

Nel periodo delle letture manuali non si hanno deformazioni apprezzabili.



		CI_I14		
Lettura dello zero		07.09.92		
Ultima lettura		17.03.94		
N. Tot. letture effettuate		4		
Profondità del tubo (m)		9.00		
Passo di lettura (m)		0.50		
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-		
	Risultante (mm)	-		
	Errore stimato (mm)	-		
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-		
	Risultante (mm)	-		
	Errore stimato (mm)	-		
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.43		
		14.06		

Fig. 1.5.2.2.30 **CI_I14** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

Inclinometro CI_I15

L'inclinometro indica la presenza netta di una superficie di scivolamento a circa 6 metri di profondità dal p.c. con velocità molto bassa (3-4 mm/anno).

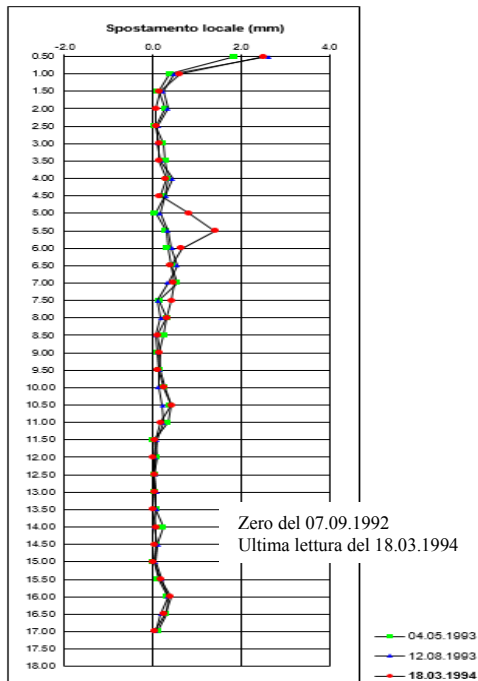


Fig. 1.5.2.2.31 **CI_I15** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

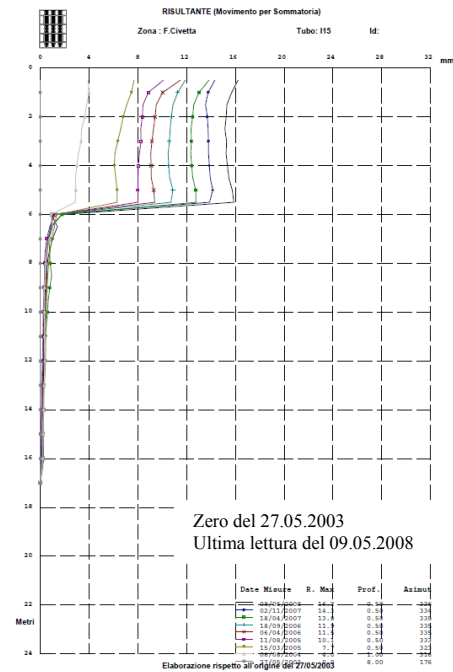


Fig. 1.5.2.2.32 **CI_I15** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

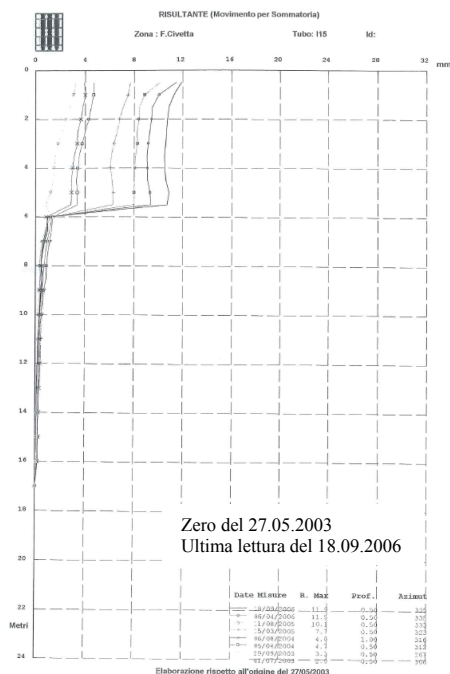
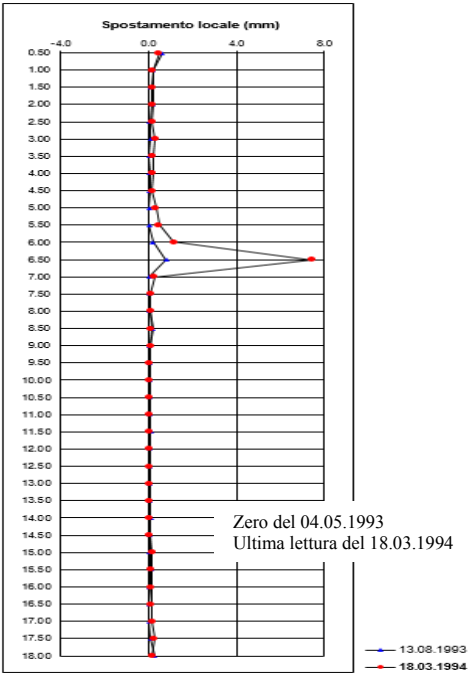


Fig. 1.5.2.2.33 **CI_I15** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		CI_I15		
	Lettura dello zero	06.04.93	27.05.03	27.05.03
	Ultima lettura	18.03.94	09.05.08	18.09.06
	N. Tot. letture effettuate	4	9	9
	Profondità del tubo (m)	17.00	17.00	17.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.5 – 8.5	5.5 – 6.0	5.5 – 6.0
	Risultante (mm)	1.42	15.75	11.00
	Errore stimato (mm)	3.30	3.30	3.30
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.80	-	-
		13.25	-	-

Inclinometro CI I16



		CI_I16		
Lettura dello zero		04.05.93		
Ultima lettura		18.03.94		
N. Tot. letture effettuate		3		
Profondità del tubo (m)		18.00		
Passo di lettura (m)		0.50		
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.5 – 7.0		
	Risultante (mm)	7.41		
	Errore stimato (mm)	3.30		
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-		
	Risultante (mm)	-		
	Errore stimato (mm)	-		
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.52		
		16.43		

Fig. 1.5.2.2.33 CI_I16 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

1.5.2.3 Misure piezometriche

I piezometri presenti nella zona sono complessivamente 16 di cui 14 a lettura automatica. Nella tabella 1.5.1.3.1 che segue sono riportati i codici e le caratteristiche dei piezometri a lettura automatica.

Tabella 1.5.2.3.1 – Piezometri automatici della zona 2 Fosso della Civetta ⇨ Centraline 1C2-2C1-2C2
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Lettura freaticometrica (m)	Quota di riposizionamento (m)	Note
2P01	01.01.1995	2C2	13.00	15.00	5.80	13.00	
2P02	01.01.1995	2C2	13.00	15.00	-2.25	13.00	
2P03	01.01.1995	2C2	13.00	15.00	-5.60	13.30	
2P04	01.01.1995	1C2	51.00	57.50	-	51.00	Sensore scollegato
2P05	01.01.1995	2C2	13.00	15.00	11.00	13.50	
2P06	01.01.1995	2C2	13.00	15.00	12.20	13.00	
2P07	01.01.1995	2C2	5.00	7.00	4.80	6.00	
2P08	01.01.1995	2C2	14.00	15.00	11.90	14.00	
2P09	01.01.1995	2C2	12.00	15.00	3.10	12.00	
2P10	01.01.1995	2C1	21.00	23.00	17.80	21.00	
2P11	01.01.1995	2C1	18.00	19.00	15.90	18.70	
2P13	01.01.1995	2C1	5.00	7.50	2.00	5.00	
2P15	01.01.1995	2C1	11.00	13.00	7.90	11.00	
2P16	01.01.1995	2C2	11.00	13.00	6.60	11.00	

Piezometro 2P01

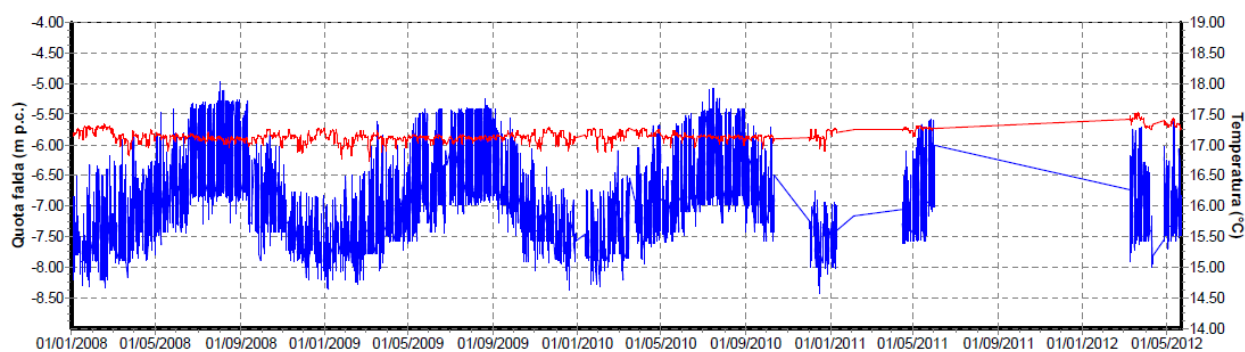


Fig. 1.5.2.3.1 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

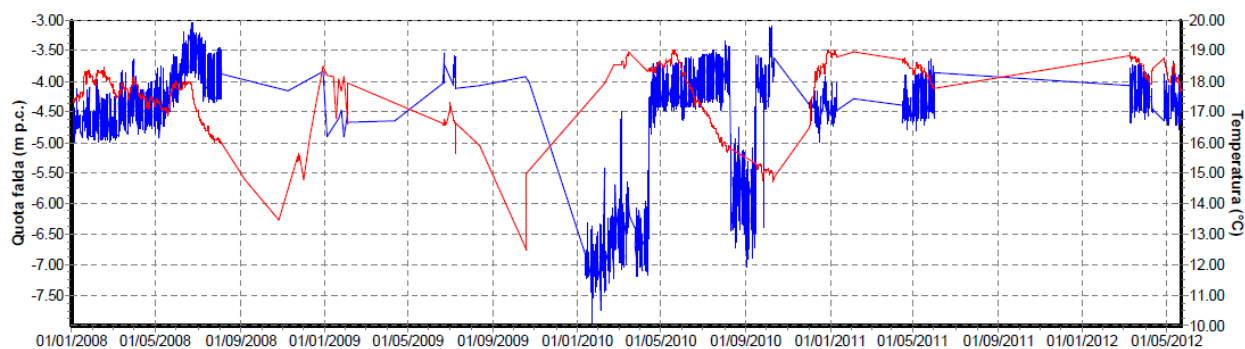
Piezometro 2P02

Fig. 1.5.2.3.2 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

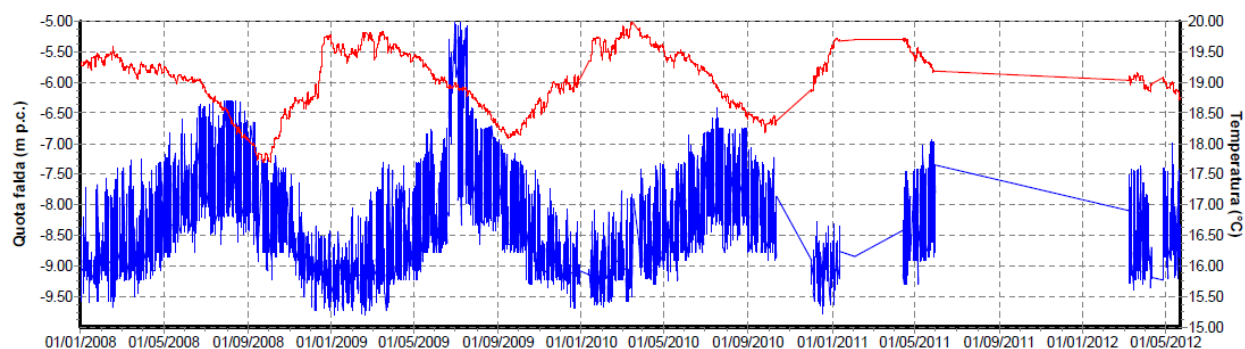
Piezometro 2P03

Fig. 1.5.2.3.3 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

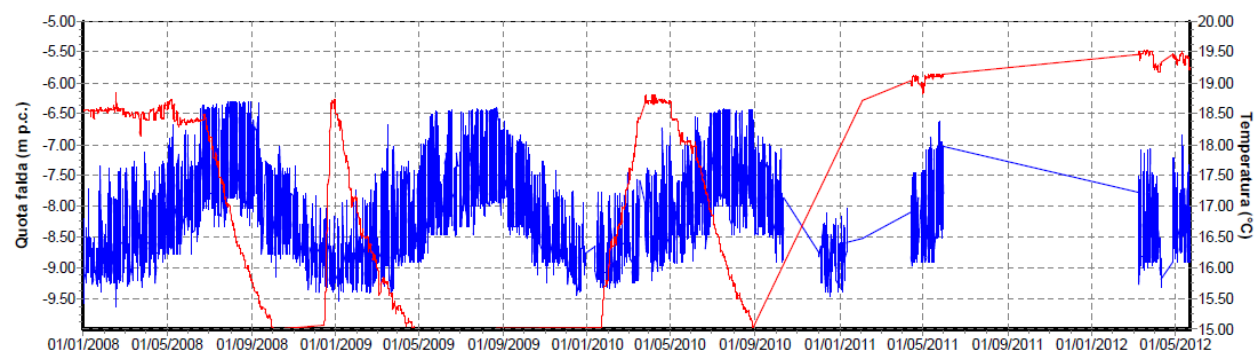
Piezometro 2P05

Fig. 1.5.2.3.4 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

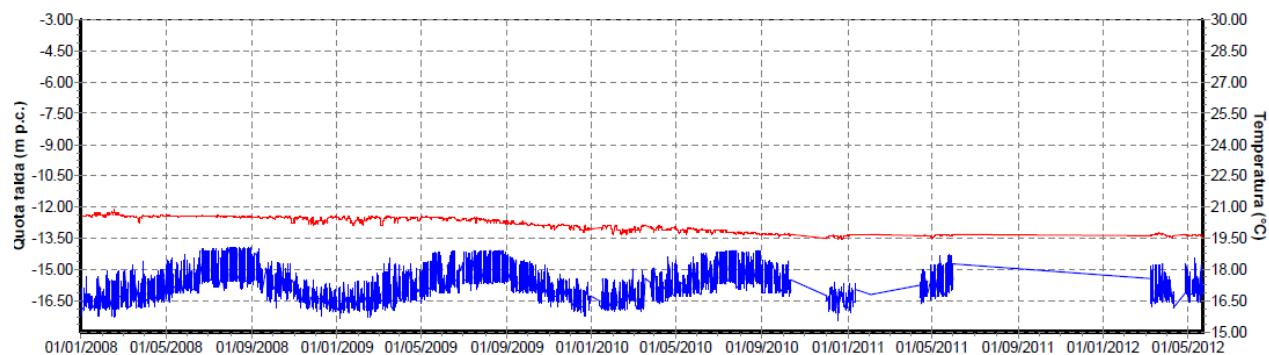
Piezometro 2P06

Fig. 1.5.2.3.4 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

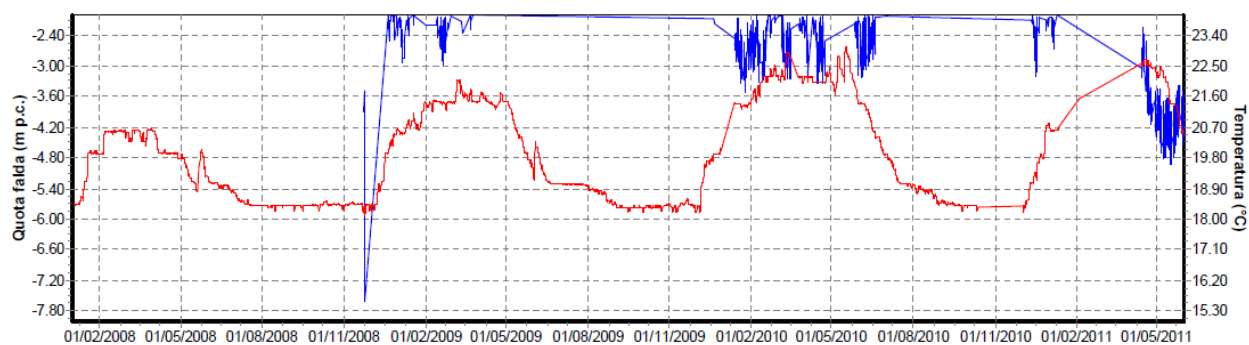
Piezometro 2P07

Fig. 1.5.2.3.6 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

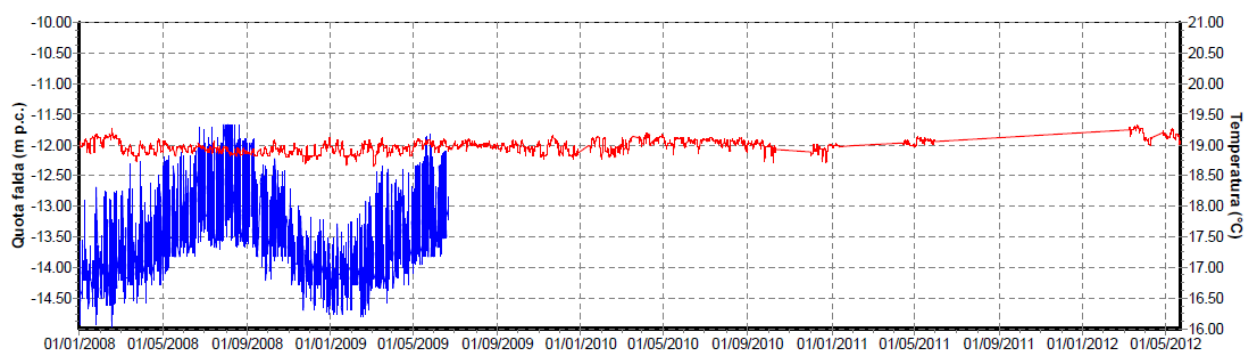
Piezometro 2P08

Fig. 1.5.2.3.7 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

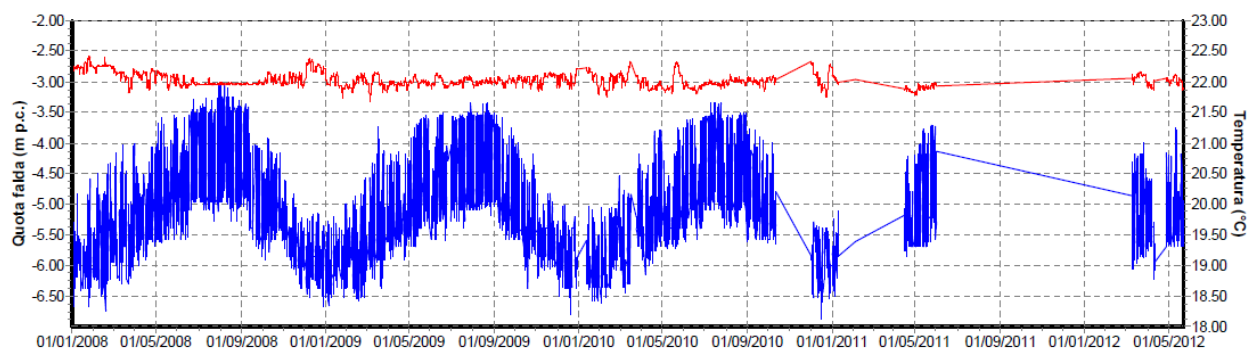
Piezometro 2P09

Fig. 1.5.2.3.8 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

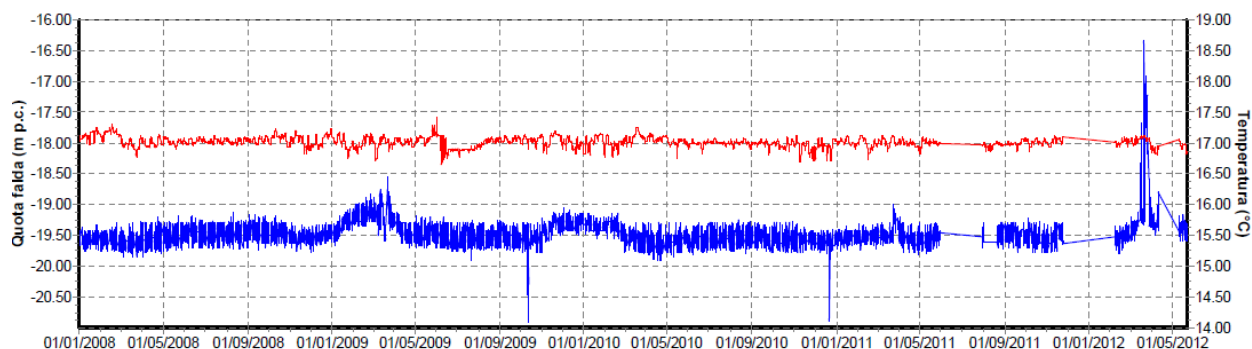
Piezometro 2P10

Fig. 1.5.2.3.9 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

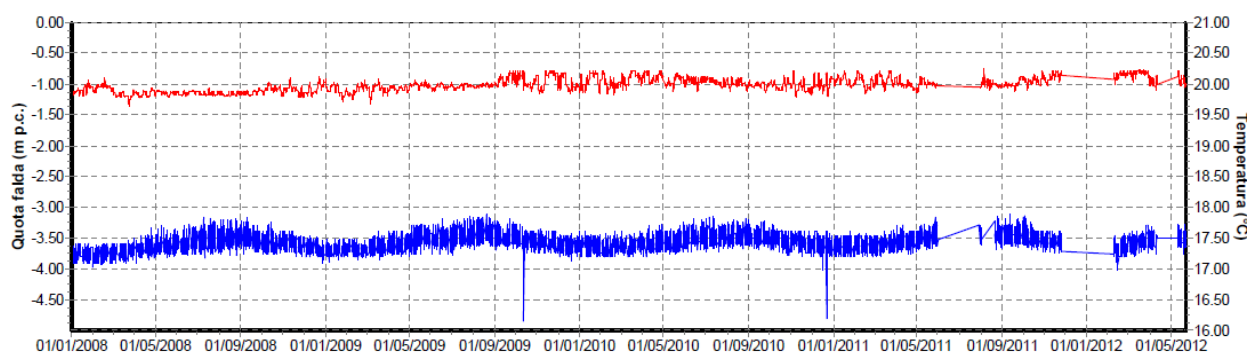
Piezometro 2P11

Fig. 1.5.2.3.10 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

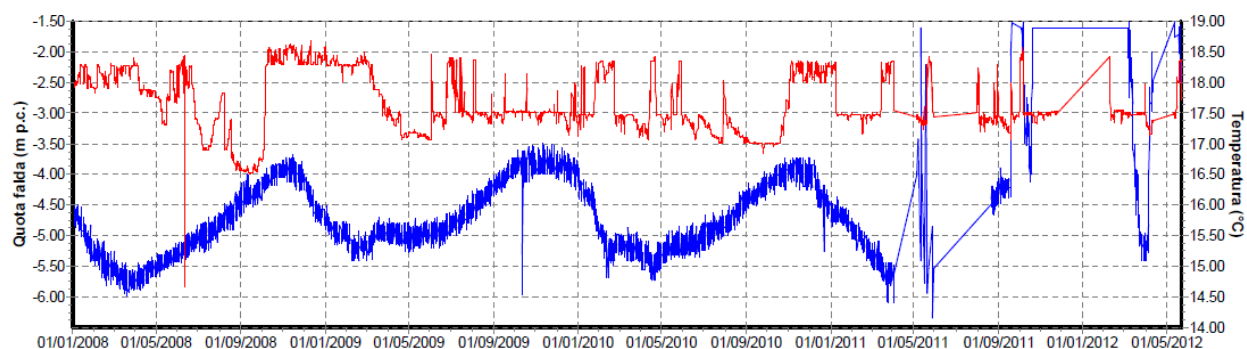
Piezometro 2P13

Fig. 1.5.2.3.11 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

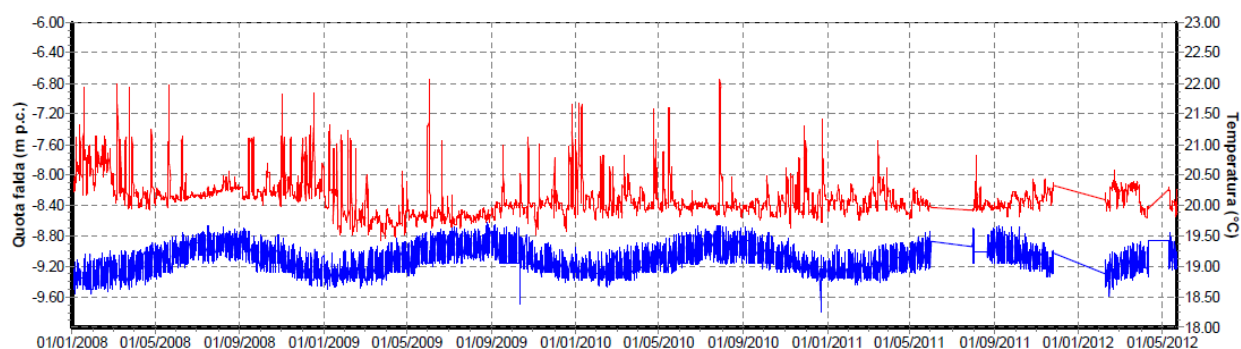
Piezometro 2P15

Fig. 1.5.2.3.12 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

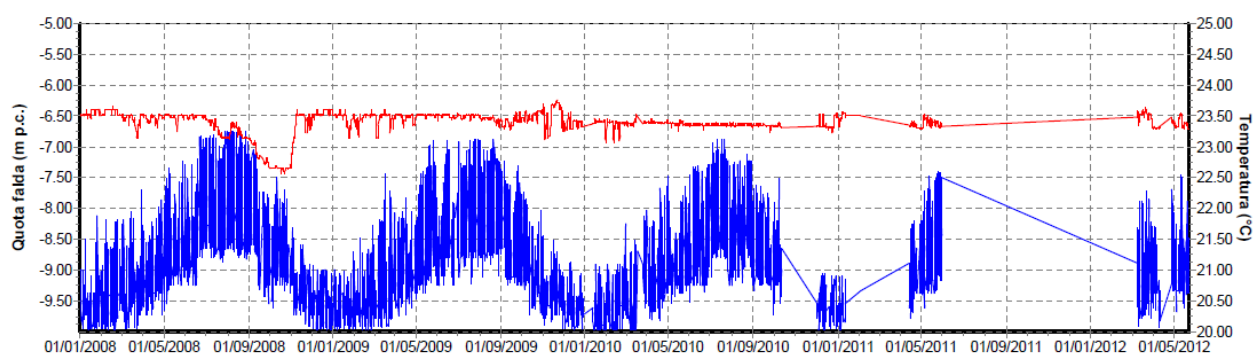
Piezometro 2P16

Fig. 1.5.2.3.13 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Nel periodo compreso tra il 2003 ed il 2008 sempre da parte dell'Osservatorio della Rupe di Orvieto, è stata condotta una campagna di letture piezometriche manuali delle quali, di seguito, si riportano i valori riscontrati all'inizio ed alla fine del periodo di controllo (tab. 1.5.2.3.2).

*Tabella 1.5.2.3.2– Strumentazione piezometrica manuale – Campagna di indagine a lettura manuale della zona 2
Fosso della Civetta (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
2P12	-15.00	22.05.2003	-	04.09.2008	-	0
2P14	-7.00	23.05.2003	-2.03	08.05.2007	-2.53	9

Per quanto attiene i piezometri a lettura automatica sono state effettuate delle misure di controllo manuali (lettura diretta con freatimetro) i cui dati sono anche essi riportati nella tabella che segue (tab. 1.5.2.3.3).

*Tabella 1.5.2.3.3– Piezometri automatici – Letture di controllo manuali della zona 2
Fosso della Civetta (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
2P01		22.05.2003	-5.10	03.09.2008	-4.95	13
2P02		14.03.2005	-1.94	03.09.2008	-3.70	9
2P03		29.05.2003	-5.25	03.09.2008	-6.48	11
2P04		08.10.2003	-	03.09.2008	-	0
2P05		22.05.2003	-11.45	03.09.2008	-8.75	13
2P06		08.10.2003	-11.70	03.09.2008	-12.06	10
2P07		29.05.2003	-6.22	09.05.2008	-4.90	10
2P08		22.05.2003	-11.41	03.09.2008	-11.40	13
2P09		27.05.2003	-14.50	04.09.2008	-4.43	13
2P10		23.05.2003	-17.50	04.09.2008	-17.41	13
2P11		23.05.2003	-16.20	04.09.2008	-16.20	13
2P13		08.10.2003	-2.43	23.09.2008	-2.73	11
2P15		27.05.2003	-3.75	04.09.2008	-7.82	13
2P16		08.10.2003	-7.20	23.09.2008	-6.54	8

Di seguito si riportano per i piezometri a lettura manuale i grafici delle letture effettuate nel periodo 2003-2008.

Piezometro 2P12

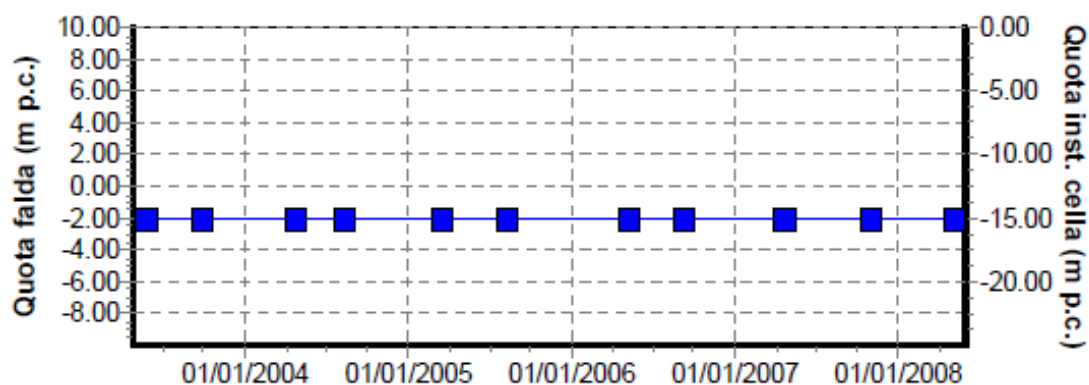


Fig. 1.5.2.3.14 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Piezometro 2P14

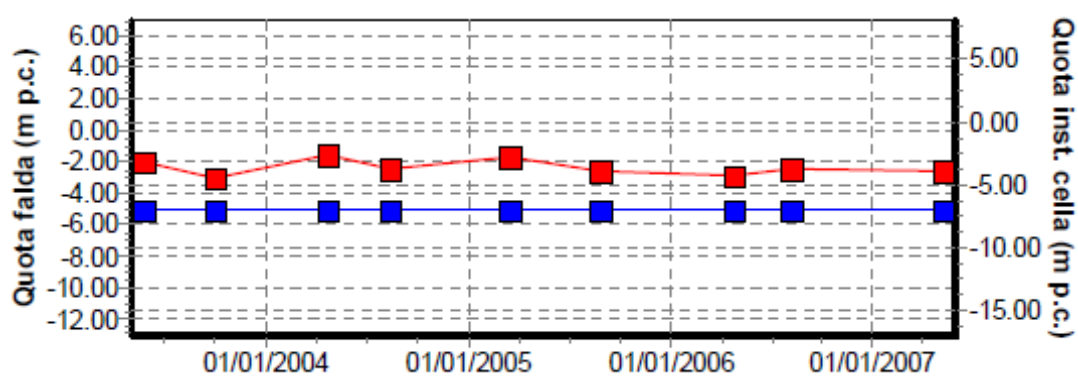


Fig. 1.5.2.3.15 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

1.5.2.4 Rilievi geodetici

La rete geodetica di questa zona si compone di 4 punti di controllo GPS interni ubicati nella pedice sottostante la Rupe e da 7 prismi ottici posizionati sulla parte tufacea in corrispondenza del ciglio della Rupe stessa. In modo da avere una copertura ottimale dell'intera area da sottoporre a controllo. Si ricorda che le reti locali, come questa, sono riferite alla rete di caposaldi GPS esterni disposti a convenevole distanza dalle pendici della Rupe.

Le tabelle che seguono riportano i dati caratteristici di partenza e i dati osservati nell'anno 2007.

*Tabella 1.5.2.4.1 – Sottorete dei punti della zona 2 Fosso della Civetta – Coordinate in WGS84 – Geografiche
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Punti	Coordinate			σ (mm)			Corr. (%)		
	Latitudine	Longitudine	Altezza (m)	N	E	H	NE	NH	EH
D	42°42'56.17169"N	12°07'42.33375"E	265.56919	0	0	0	0	0	0
D1	42°43'09.93355"N	12°07'19.43208"E	231.32416	2	2.9	6	-32	-15	55
D2	42°43'15.04981"N	12°07'17.51232"E	267.66176	1.8	1	4.3	6	-78	21
D3	42°43'13.82731"N	12°07'18.41281"E	254.84748	0.4	0.4	1.1	9	7	57
D4	42°43'16.38584"N	12°07'19.76570"E	260.40746	1.1	0.7	2.6	-35	-86	52

*Tabella 1.5.2.4.2 – Sottorete dei punti della zona 2 Fosso della Civetta – Coordinate in WGS84 – Cartesiane
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Punti	Coordinate (m)			σ (mm)			Corr. (%)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	XY	XZ	YZ
D	4588871.667	986150.3993	4304522.415	0	0	0	0	0	0
D1	4588674.864	985575.1074	4304811.195	4.4	3.5	4.1	69	80	57
D2	4588605.417	985515.5136	4304951.839	4.1	1.4	2	70	81	76
D3	4588616.933	985538.9435	4304915.43	0.8	0.5	0.8	70	75	70
D4	4588562.092	985558.6499	4304977.207	2.5	1	1.2	80	87	81

*Tabella 1.5.2.4.3 – Coordinate nel Sistema di riferimento locale della rete geodetica della zona 2 Fosso della Civetta
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Codice	X (m)	Y (m)	Z (m)
D01			
D02	0.0	42.927	12.825
D03	0.0	0.0	0.0
D04	64.727	54.704	5.615
P01	-213.730	-42.927	67.201
P02			
P03	-132.795	25.305	60.871
P04	-87.504	58.826	54.217
P05	-47.848	65.058	56.881
P06	-8.946	78.004	45.943
P07	49.729	117.084	54.591

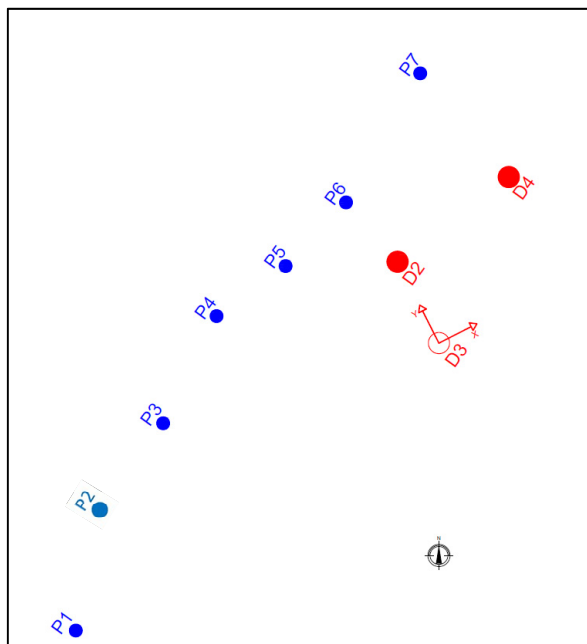


Figura 1.5.2.4.1 – Orvieto: Rete Geodetica zona 2 – Sistema di Riferimento Locale – Schema di lettura

Nella tabella che segue sono riportate le differenze cumulate delle letture dei prismi rispetto alla lettura di riferimento del Dicembre 2007.

Tabella 1.5.2.4.4 – Differenze cumulate (Lettura di riferimento: Rilievo del Dicembre 2007) della zona 2 Fosso della Civetta (Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Codice	Δx (cm)	Δy (cm)	$\Delta x \Delta y$ (cm)	Δz (cm)
D01				
D02	0.0	-0.3	0.3	1.6
D03	0.0	0.0	0.0	0.0
D04	-0.4	1.7	1.7	0.3
P01	-0.9	3.3	3.4	1.0
P02				
P03	-0.3	2.5	2.5	1.2
P04	0.0	2.8	2.8	1.7
P05	0.0	2.2	2.2	0.5
P06	0.1	1.9	1.9	0.5
P07	0.1	1.2	1.2	1.7

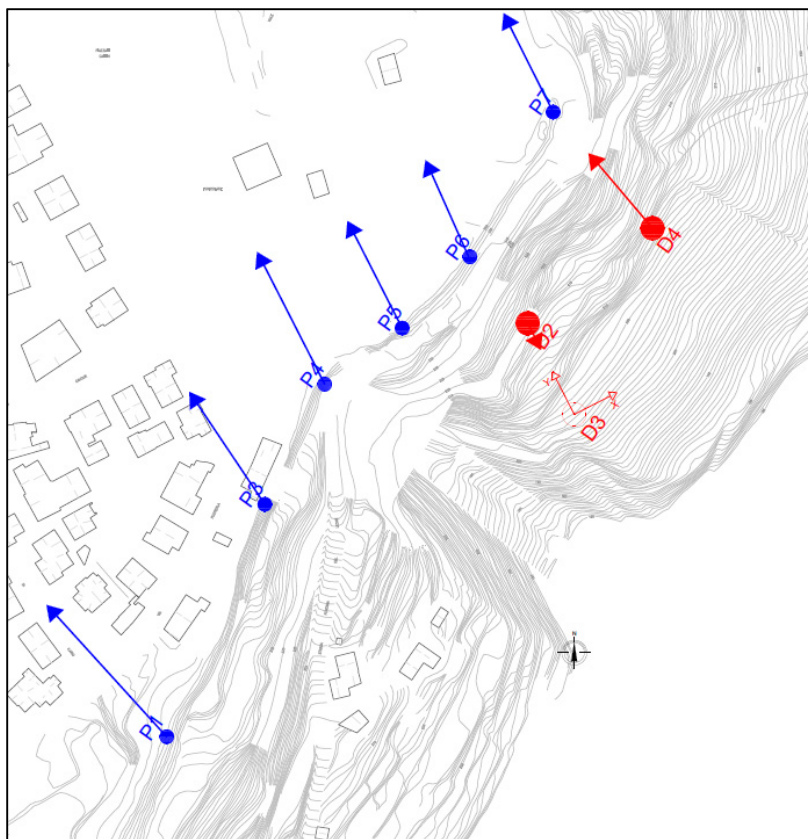


Figura 1.5.2.4.2 – Orvieto: Rete Geodetica zona 2 – Sistema di Riferimento Locale – Spostamenti

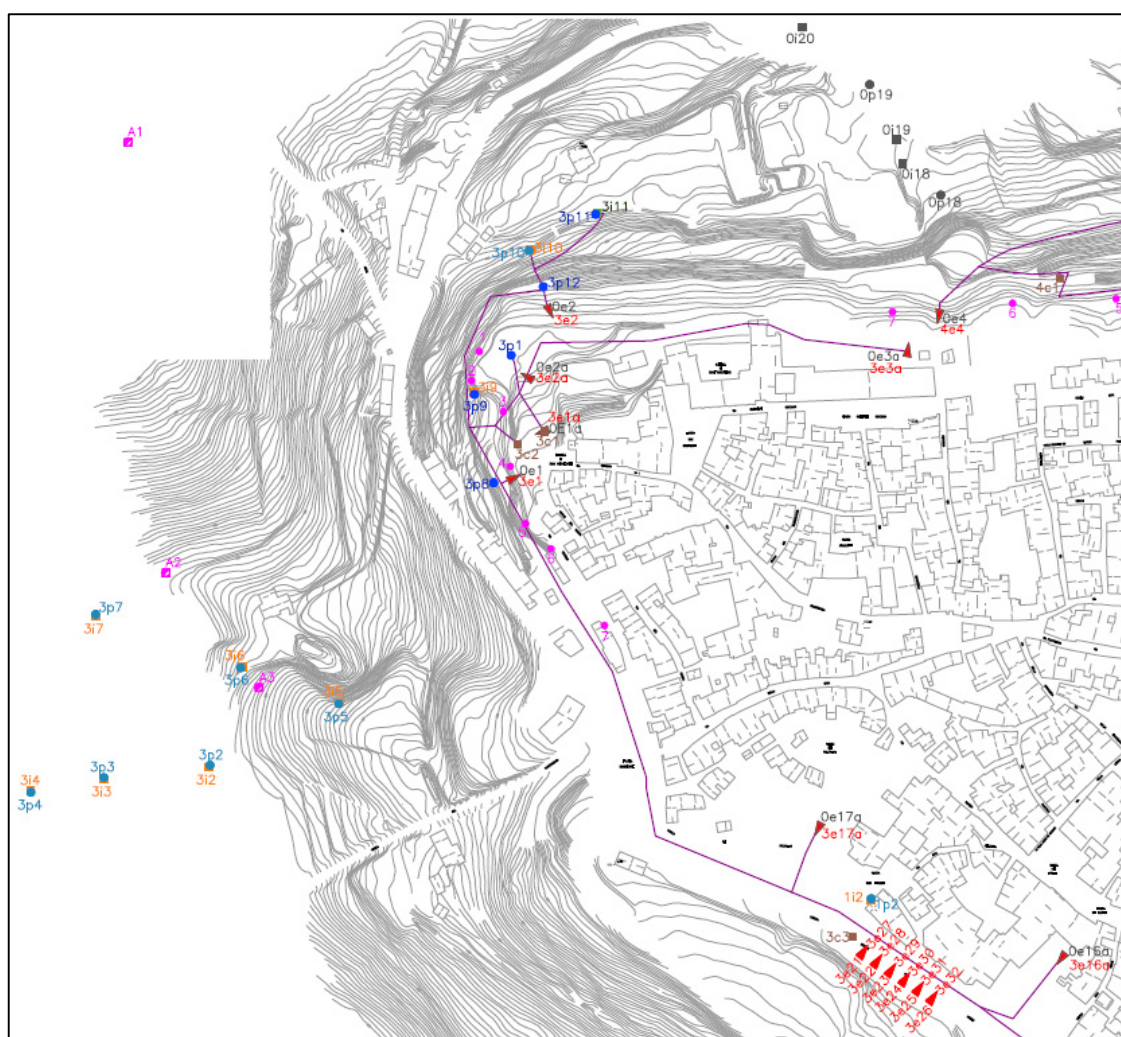
1.5.3 Zona 3 – Conce

L'area strumentata 3, denominata delle Conce è situata nella parte ovest dell'abitato storico di Orvieto.

Nella zona, per il controllo di possibili spostamenti in profondità e in superficie, delle variazioni del livello statico della falda e per il controllo delle pareti tufacee della rupe, è stata installata una strumentazione ad acquisizione sia automatica che manuale costituita da sensori di tipologia diversa in modo da rispondere al meglio alle esigenze del monitoraggio (Figura 1.5.3.1).

In particolare:

- ✓ la strumentazione automatica è costituita complessivamente di n. 7 estensimetri a corda vibrante (n. 5 a base singola e n. 2 a base tripla), n.12 estensimetri di tipo potenziometrico, n. 1 inclinometro biassiale elettrolitico, n. 5 piezometri con cella di Casagrande e n. 2 celle di carico; il loro stato di funzionamento viene evidenziato nella tabella 1.5.3.1;
- ✓ la strumentazione manuale si compone di n.8 tubi inclinometrici, di n. 7 celle piezometriche, n. 5 basi clinometriche e di una rete geodetica costituita da n. 3 pilastri GPS disposti lungo la pendice e n. 7 prismi riflettori disposti in parete come meglio esposto nelle tabelle 1.5.3.2 e 1.5.3.3.



- | | |
|--|------------------------------|
| ■ Oi13 Strumentazione geotecnica antecedente il 1993 | ■ 3i4 Tubo inclinometrico |
| ■ 3c2 Centralina | ● 3p8 Piezometro automatico |
| — Rete acquisizione dati | ● 3p2 Piezometro manuale |
| ▶ 3e16a Estensimetro automatico | ■ A3 Pilastri rete geodetica |
| ■ 3i11 Inclinometro automatico | ● 1 Prismi riflettori |

Figura 1.5.3.1 – Orvieto: Orvieto: **Zona 3** Località Conce – Ubicazione della strumentazione

Si evidenzia che nel calcolo della strumentazione complessiva installata in zona 3 rientrano anche la strumentazione installata nel parcheggio Ex campo della fiera (Fonte: Raggruppamento di Imprese).

Al fine di meglio specificare le quantità e la loro ubicazione, si riportano le tabelle che seguono.

*Tabella 1.5.3.1 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica ad acquisizione **automatica** della zona 3*
Conce (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento							
			Funzionante		Anomalie e/o scollegato		Non funzionante e/o rimosso		No info aggiornate	
Estensimetri a base singola	17	19	12	14	4	4	1	1		
Estensimetri base tripla	2		2							
Inclinometri	1		1							
Inclinometro fisso a 6 basi	1						1			
Piezometri	5		4				1			
Celle di carico	2								2	

Note
Estensimetri a base singola: Tra i 17 strumenti presenti, 12 risultano essere installati negli Arconi 1,5,8 del Parcheggio ex Campo della Fiera.
Inclinometro fisso a 6 basi: installato nel palo ϕ 1000 mm della paratia di monte del Parcheggio ex Campo della Fiera, risulta essere stato spostato su altra postazione.
Celle di Carico: Installate nei tiranti della paratia di monte del Parcheggio ex Campo della Fiera, ad oggi non si hanno informazioni aggiornate sullo stato di funzionamento. Le ultime letture eseguite risalgono ad Aprile del 1996.

*Tabella 1.5.3.2 – Struttura e stato di funzionamento della strumentazione geotecnica a lettura **manuale** della zona 3*
Conce (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento		
			Funzionante	Fuori uso	No info aggiornate
Tubi Inclinometrici	9		9		
Piezometri	7		6	1	
Basi Clinometriche	5				5

Note
Tubi inclinometrici: Si evidenzia la presenza dell'inclinometro Ecf_I01 ubicato nel palo ϕ 1000 mm della paratia di monte del Parcheggio ex Campo della Fiera.
Basi clinometriche: Installate negli arconi del parcheggio ex Campo della Fiera, ad oggi non si hanno informazioni aggiornate sullo stato di funzionamento. Le ultime letture eseguite risalgono al Gennaio del 1997.

Tabella 1.5.3.3 – Struttura della sottorete geodetica della zona 3
Conce (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Punti	Ubicazione	Strumentazione	Tipologia	N. Totale
Poligonale esterna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	1
Poligonale interna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	3
Punti di controllo	Parete	Prismi in parete	Prismi riflettori	7

Per completezza di informazione si riporta nella tabella 1.5.3.4 anche la quantità e la tipologia della strumentazione installata nel periodo antecedente il 1993 della quale non è stato possibile reperire la documentazione.

Tabella 1.5.3.4 – Struttura e situazione della strumentazione geotecnica installata antecedentemente il 1993 nella zona 3 Conce

Tipologia	N. Totale	Sato di funzionamento		
		Funzionante	Fuori uso	Rimosso
Estensimetri	7			7
<u>Nota</u> Estensimetri: sono stati riqualificati e corrispondono a quelli automatici riportati nella Tab. 1.5.3.1.1.				

1.5.3.1 Misure estensimetriche

Nell'area risultano essere stati installati nel gennaio del 1995 n. 7 estensimetri a corda vibrante, di cui 2 a base tripla e 5 a base singola; 5 sono disposti alla sommità e 2 al piede della parete (Figura 1.5.3.1). Sono inoltre presenti n. 12 estensimetri nella zona del parcheggio posizionati al piede ed in sommità degli arconi che sostengono la strada di accesso alla cittadina in corrispondenza di Porta Romana.

L'acquisizione dei dati è di tipo automatico e affluisce alla centralina 3C1, ubicata al piede della Rupe. Gli estensimetri sono muniti di sensore del tipo a corda vibrante e misuratore di temperatura; la loro base di misura, così come il loro stato di funzionamento, sono descritte in tabella 1.5.3.1.1.

Tabella 1.5.3.1.1– Estensimetri automatici della zona 3 Conce \Rightarrow Centralina 3C1
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
3E01	3E01/1	01.01.1995	3C1	20.00	60.00	Sensore rimosso. Postazione strum. n.s.
	3E01/2	01.01.1995	3C1	40.00	60.00	
	3E01/3	01.01.1995	3C1	60.00	60.00	
3E01A	3E01A	01.01.1995	3C1	35.50	35.50	Postazione strum.dannegg (att.vandal.)
3E02	3E02/1	01.01.1995	3C1	20.00	60.00	
	3E02/2	01.01.1995	3C1	40.00	60.00	
	3E02/3	01.01.1995	3C1	60.00	60.00	
3E02A	3E02A	01.01.1995	3C1	37.00	37.00	Anomalie sul segnale di linea.
3E03A	3E03A	01.01.1995	3C1	20.00	20.00	Anomalie sul segnale di linea.
3E16A	3E16A	01.01.1995	3C1	20.00	20.00	Anomalie sul segnale di linea.
3E17A	3E17A	01.01.1995	3C1	20.00	20.00	Anomalie sul segnale di linea.

Estensimetro 3E01

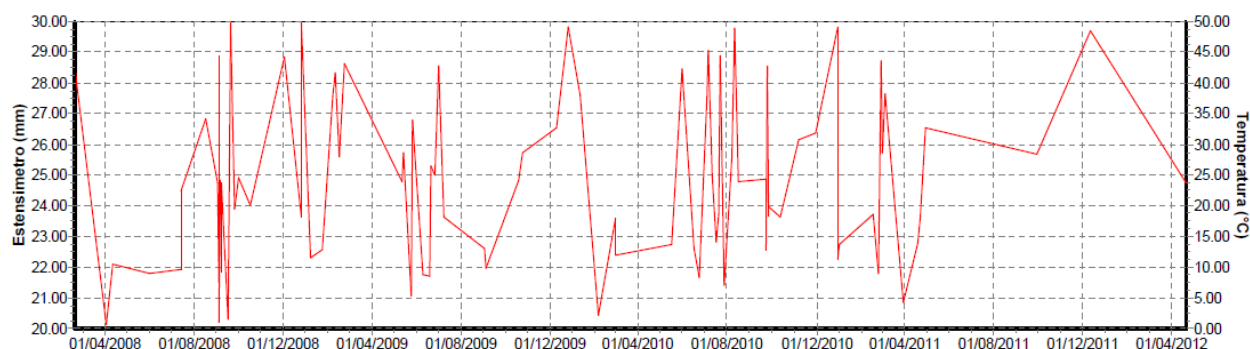


Fig. 1.5.3.1.1 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

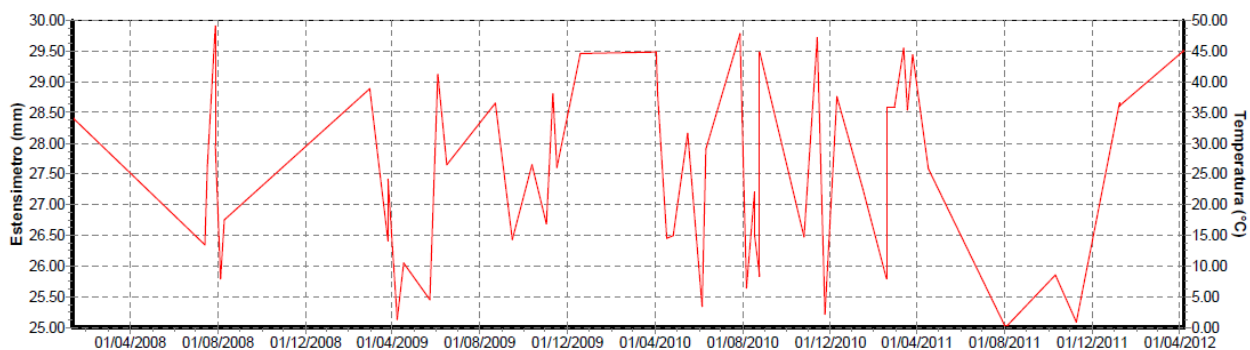


Fig. 1.5.3.1.2 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

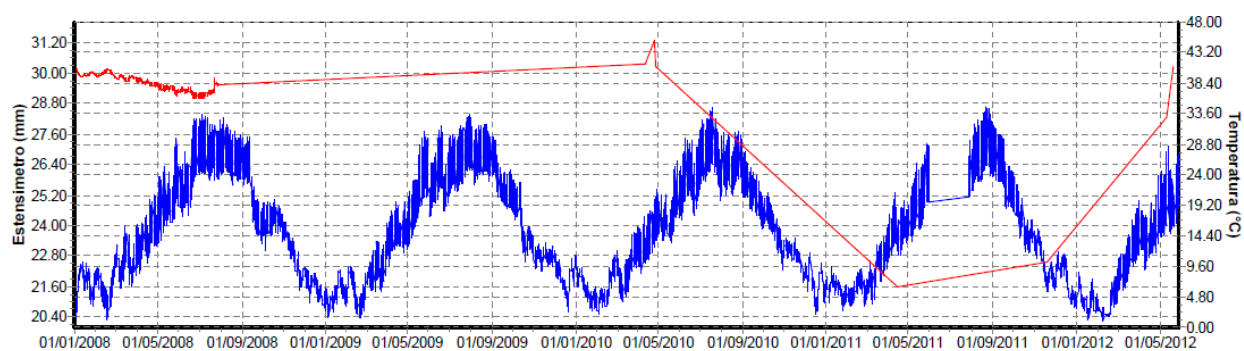
Estensimetro 3E01A

Fig. 1.5.3.1.3 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

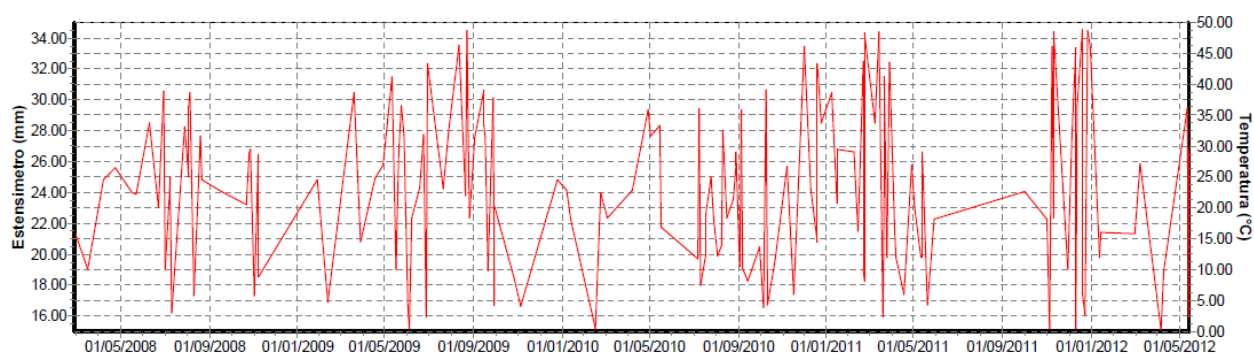
Sensore AEstensimetro 3E02

Fig. 1.5.3.1.4 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

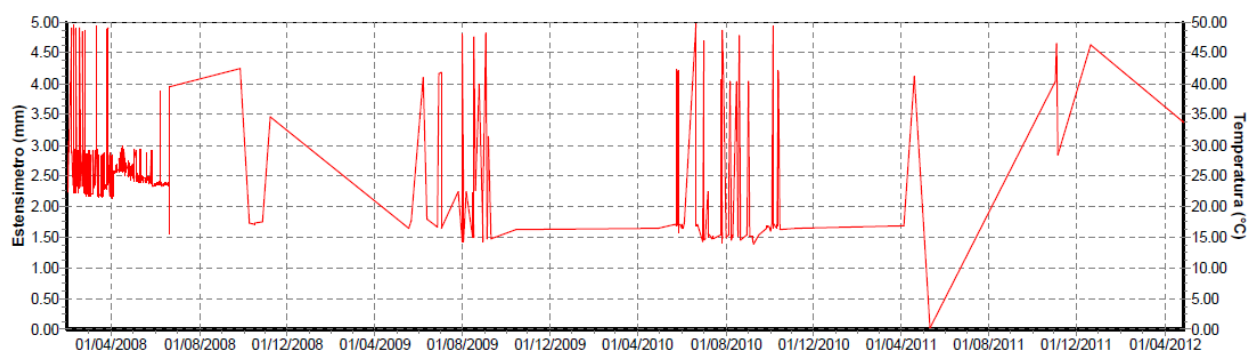
Sensore 1

Fig. 1.5.3.1.5 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

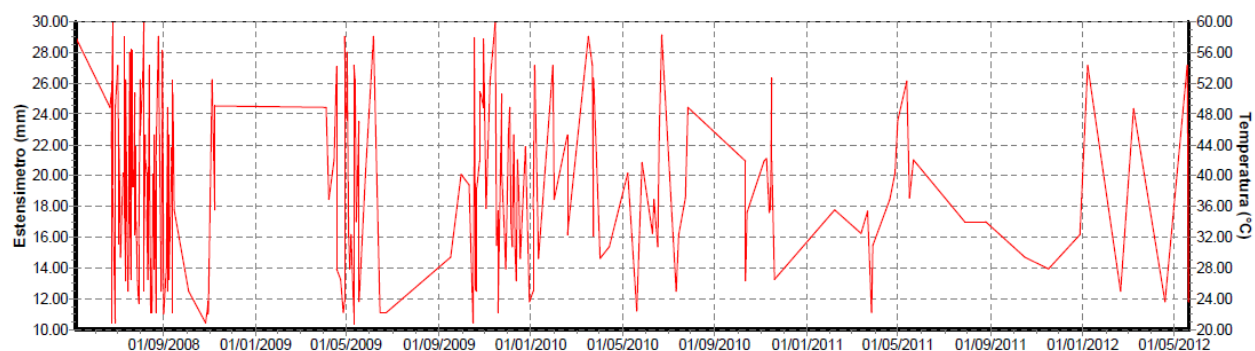
Estensimetro 3E02A

Fig. 1.5.3.1.6 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

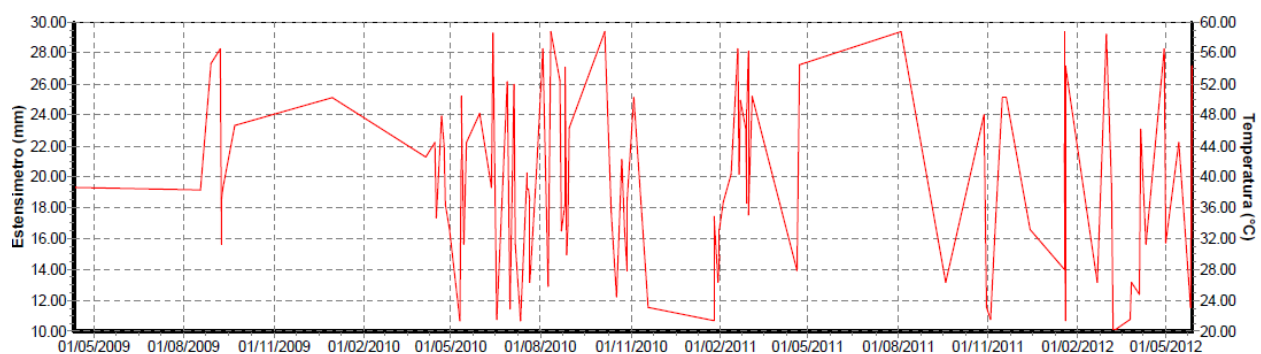
Estensimetro 3E03A

Fig. 1.5.3.1.7 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

Al fine di un controllo delle grandezze acquisite automaticamente, ciascun sensore estensimetrico è dotato di un dispositivo per la lettura anche di tipo manuale. Le informazioni così ricavate manualmente, nel periodo 2003 – 2008, sono riportate in tabella 1.5.3.1.2.

*Tabella 1.5.3.1.2 – Estensimetri automatici – Letture di controllo manuali della zona 3 Conce
(Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Codice Strumento	Codice Sensore	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Spostamento (mm)	Data	Spostamento (mm)	
3E01	3E01/1	27.04.2004	18.45	17.11.2008	19.84	14
	3E01/2	13.03.2003	14.21	17.11.2008	14.65	19
	3E01/3	13.03.2003	3.34	17.11.2008	3.21	19
3E01A	3E01A	26.03.2004	61.13	20.11.2008	61.92	16
3E02	3E02/1	13.03.2003	20.39	17.11.2008	20.62	17
	3E02/2	13.03.2003	18.77	17.11.2008	19.44	17
	3E02/3	13.03.2003	17.58	17.11.2008	17.89	18
3E02A	3E02A	26.03.2004	62.81	20.11.2008	63.05	16
3E03A	3E03A	26.03.2004	63.68	29.12.2008	63.35	17
3E16A	3E16A	27.03.2004	62.92	29.12.2008	62.85	16
3E17A	3E17A	27.03.2004	62.38	29.12.2008	82.69	15

Di seguito si riporta l'ubicazione dei 12 estensimetri degli arconi (tab. 1.5.3.1.3). e i grafici delle letture effettuate.

*Tabella 1.5.3.1.3 – Estensimetri automatici della zona Parcheggio ex Campo della Fiera
(Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Vecchio Codice	Nuovo Codice	Ubicazione	Note
Est.1	3E21	1°Arcone – SS 71 (piede)	
Est.7	3E27	1°Arcone – SS 71 (volta)	
Est.2	3E22	1°Arcone – SS 71 (piede)	
Est.8	3E28	1°Arcone – SS 71 (volta)	
Est.3	3E23	5°Arcone – SS 71 (piede)	
Est.9	3E29	5°Arcone – SS 71 (volta)	
Est.4	3E24	5°Arcone – SS 71 (piede)	
Est.10	3E30	5°Arcone – SS 71 (volta)	
Est.5	3E25	8°Arcone – SS 71 (piede)	
Est.11	3E31	8°Arcone – SS 71 (volta)	
Est.6	3E26	8°Arcone – SS 71 (piede)	
Est.12	3E32	8°Arcone – SS 71 (volta)	

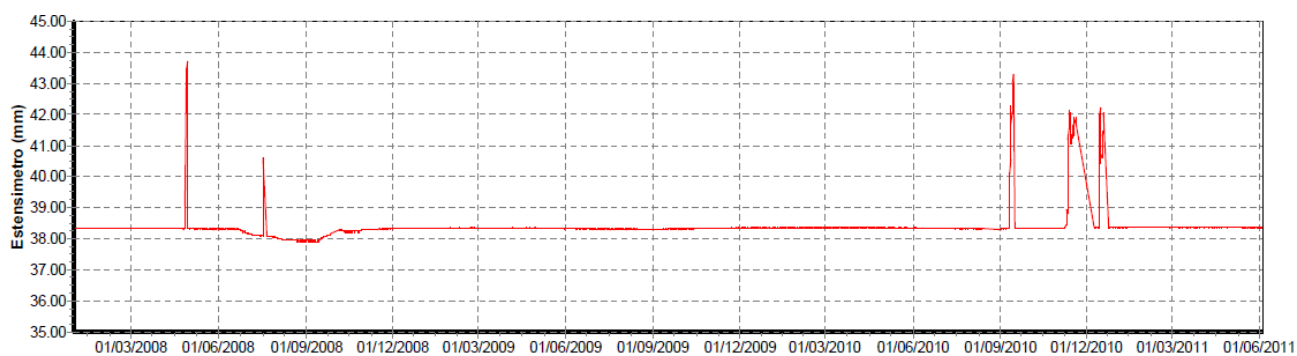
Estensimetro 3E21

Fig. 1.5.3.1.8 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

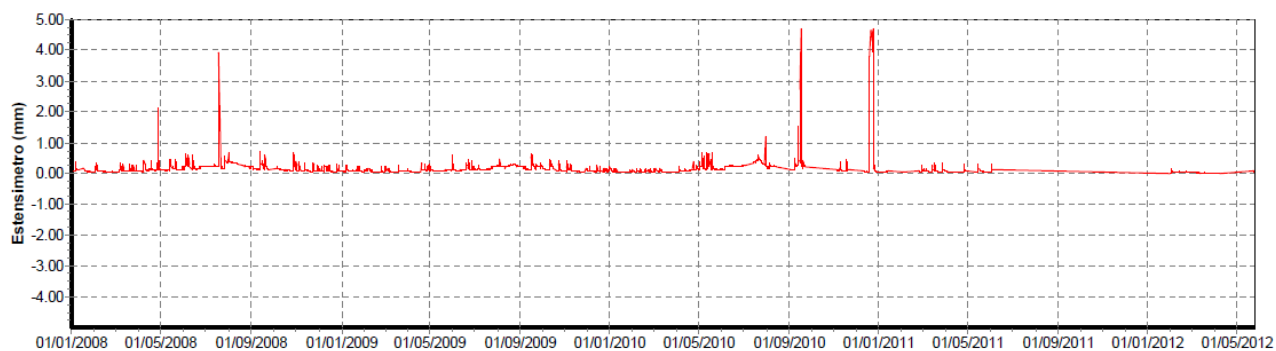
Estensimetro 3E22

Fig. 1.5.3.1.9 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

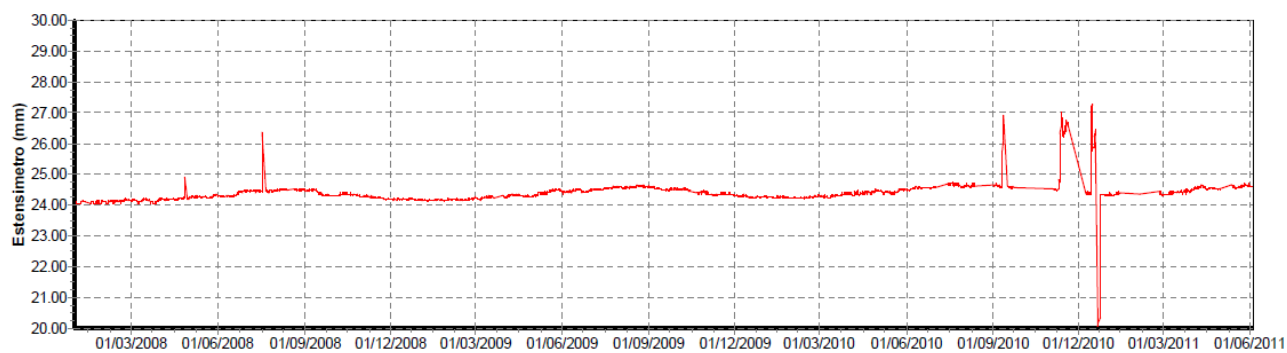
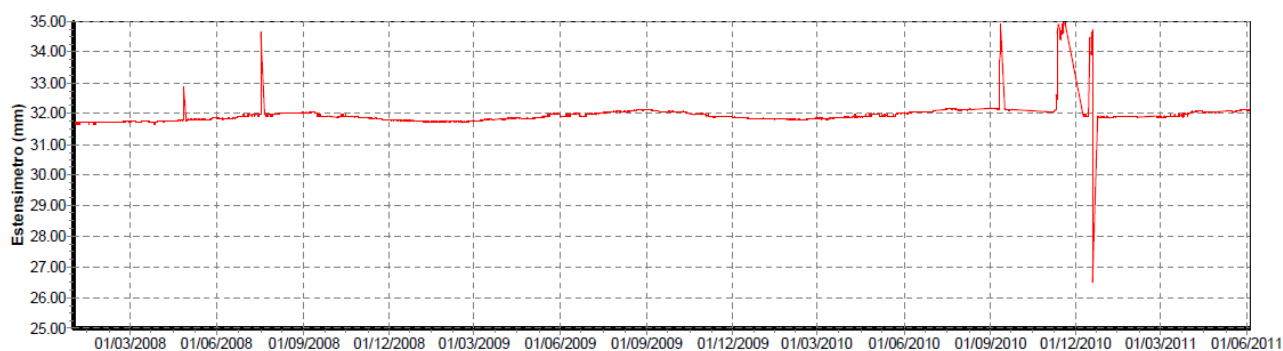
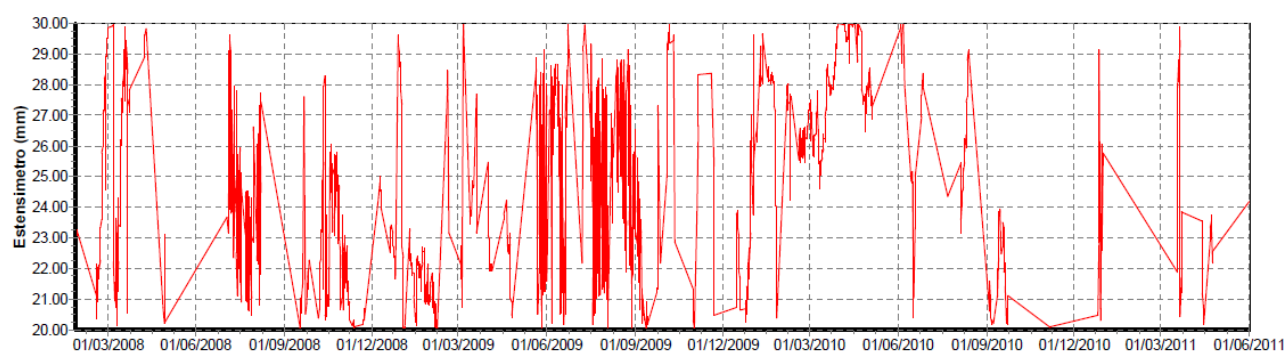
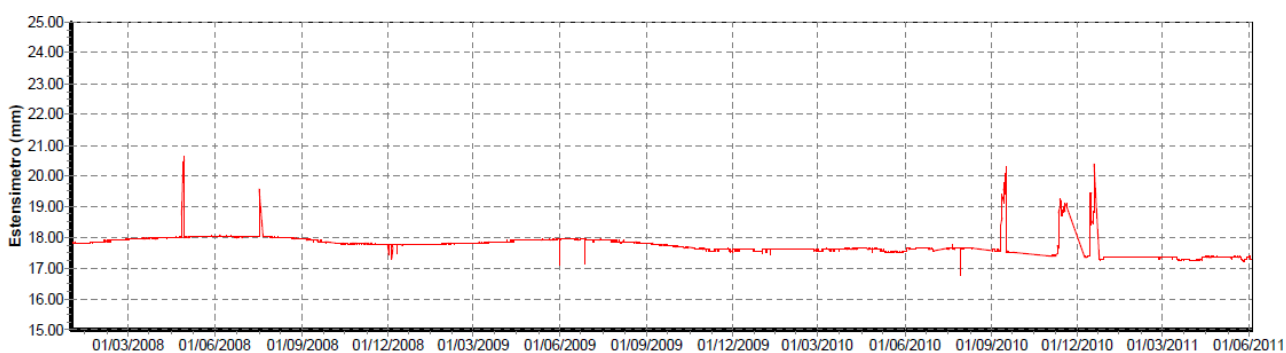
Estensimetro 3E23

Fig. 1.5.3.1.10 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Estensimetro 3E24Fig. 1.5.3.1. 11 *Lecture estensimetriche* (Fonte: Osservatorio della Rupe)Estensimetro 3E25Fig. 1.5.3.1. 12 *Lecture estensimetriche* (Fonte: Osservatorio della Rupe)Estensimetro 3E26Fig. 1.5.3.1.13 *Lecture estensimetriche* (Fonte: Osservatorio della Rupe)

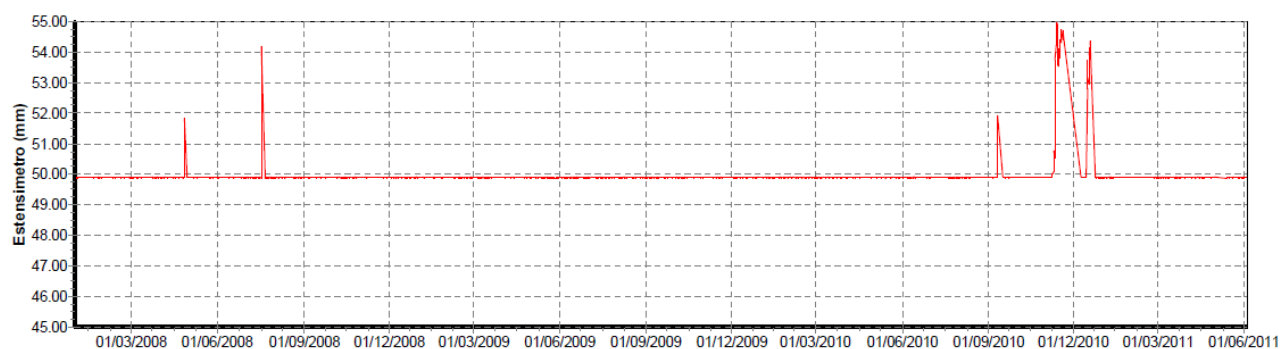
Estensimetro 3E27

Fig. 1.5.3.1.14 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

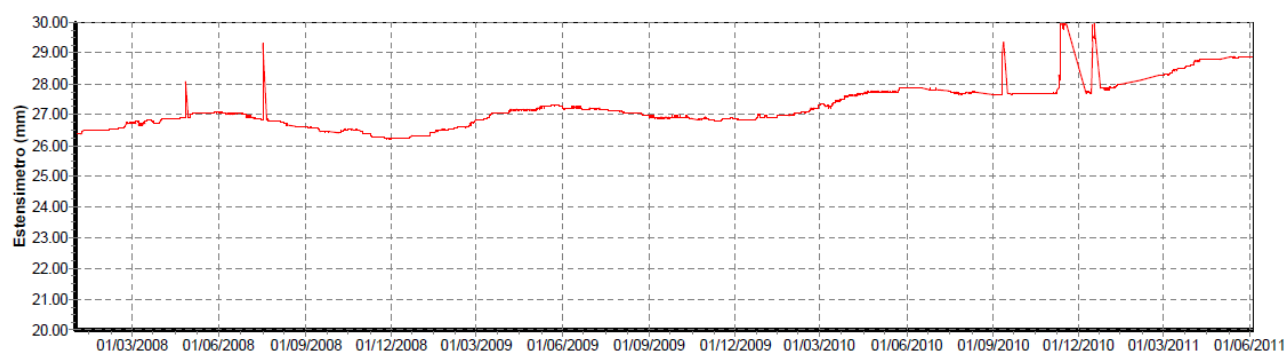
Estensimetro 3E28

Fig. 1.5.3.1.15 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

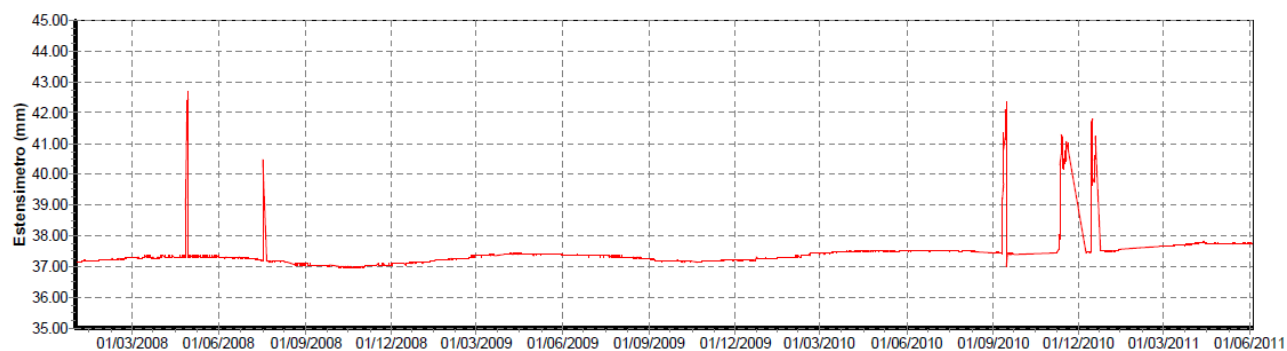
Estensimetro 3E29

Fig. 1.5.3.1.16 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

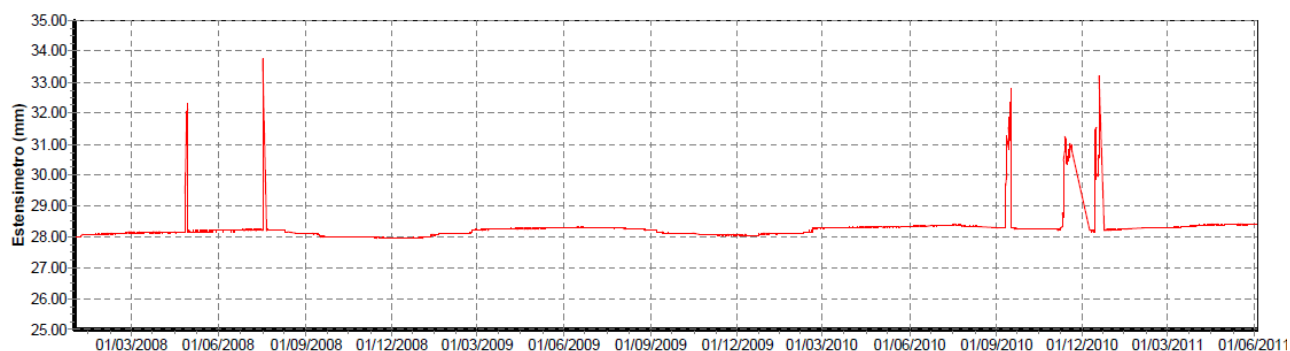
Estensimetro 3E30

Fig. 1.5.3.1.17 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

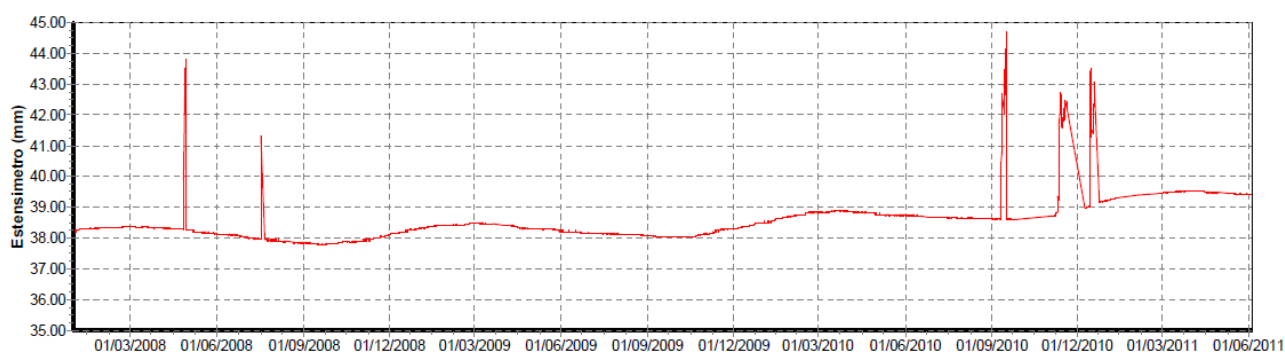
Estensimetro 3E31

Fig. 1.5.3.1.18 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

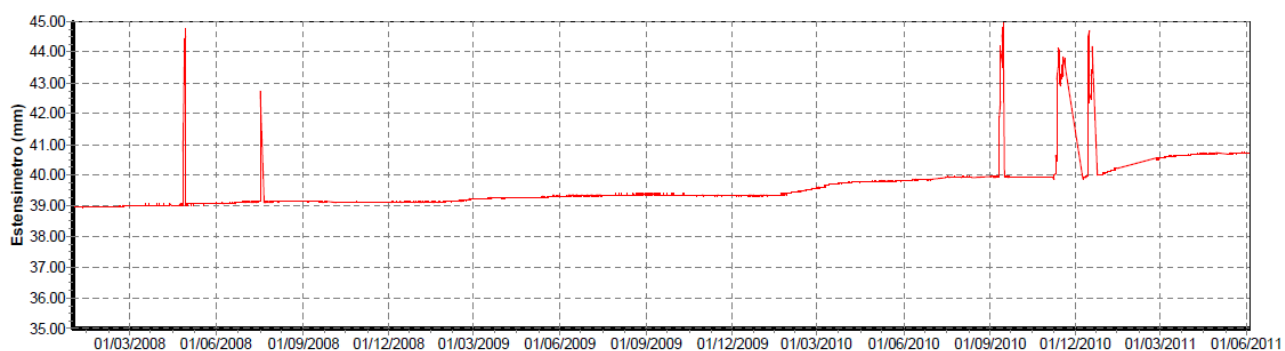
Estensimetro 3E32

Fig. 1.5.3.1.19 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

1.5.3.2 Misure inclinometriche

Le diverse fonti consultate e la strumentazione analizzata sono raccolte nelle tabelle 1.5.3.2.3 e 1.5.3.2.4.

In questa area risulta essere stato installato 1 inclinometro biassiale elettrolitico. Le caratteristiche generali e il suo stato di funzionamento è riportato nella tabella 1.5.3.2.1.

Come riportato nelle specifiche tabelle per questo tipo di inclinometro sono state effettuate, prima delle loro messa in opera, delle letture con sonda manuale per la definizione della zona in cui posizionare gli strumenti.

Nel tempo, ove possibile, alcuni di loro sono stati rimossi per effettuare misure di controllo e la manutenzione degli strumenti.

Tabella 1.5.3.2.1 – Inclinometri automatici della zona 3 Conce \Rightarrow Centralina 3C1
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
3I11	3I11A	01.01.1995	3C1	15.00	24.00	
	3I11B	01.01.1995	3C1	17.00	24.00	

Inclinometro 3I11

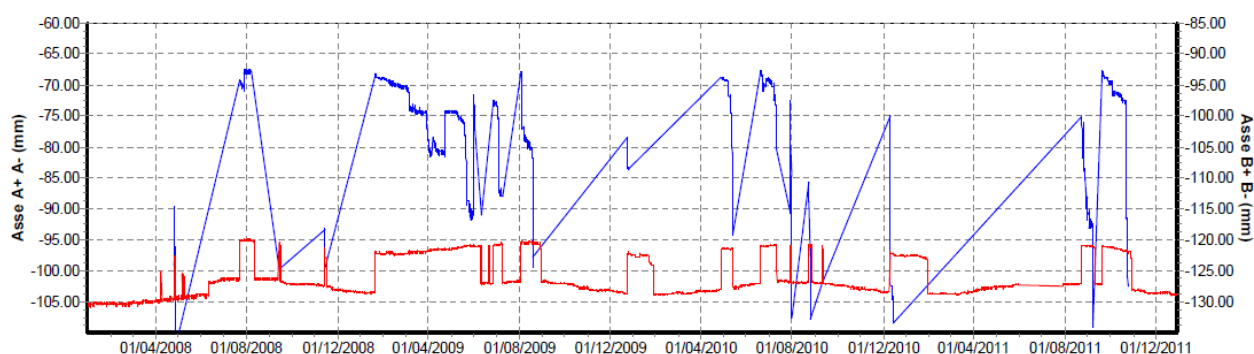


Fig. 1.5.3.2.1 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

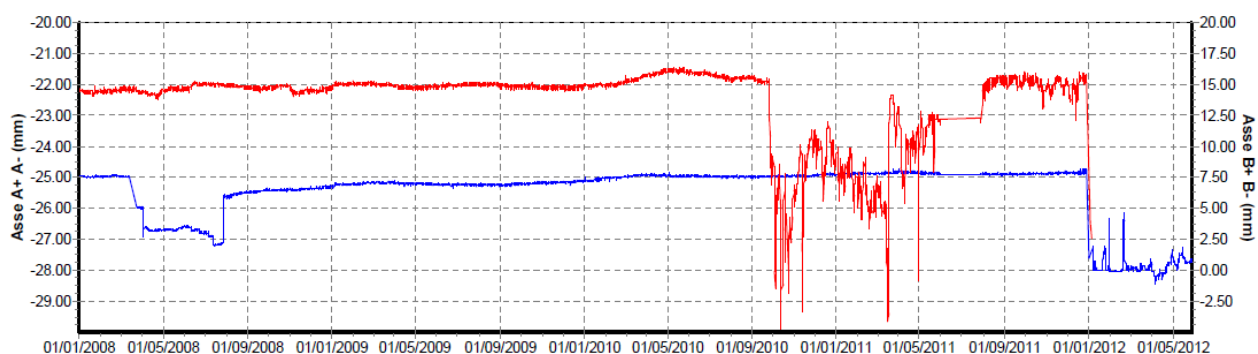


Fig. 1.5.3.2.2 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

Nel corso delle costruzione del parcheggio nell'area del Campo della Fiera fu installato, per un periodo di tempo, all'interno di un palo della paratia di contenimento del fronte di scavo un inclinometro fisso costituito da sei basi di lettura di cui nella tabella 1.5.3.2.2. si riportano le specifiche e a seguire i grafici dei dati rilevati nel periodo.

Tabella 1.5.3.2.2 – Inclinometri fisso a 6 basi della zona Parcheggio ex Campo della Fiera
(Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Tubo inclinometrico	Codice	Ubicazione	Note
1	EL1	Palo ϕ 1000 mm paratia di monte	Istallato a prof. 2.00 m nel tubo inclinometrico
	EL2	Palo ϕ 1000 mm paratia di monte	Istallato a prof. 4.00 m nel tubo inclinometrico
	EL3	Palo ϕ 1000 mm paratia di monte	Istallato a prof. 6.00 m nel tubo inclinometrico
	EL4	Palo ϕ 1000 mm paratia di monte	Istallato a prof. 8.00 m nel tubo inclinometrico
	EL5	Palo ϕ 1000 mm paratia di monte	Istallato a prof. 10.00 m nel tubo inclinometrico
	EL6	Palo ϕ 1000 mm paratia di monte	Istallato a prof. 12.00 m nel tubo inclinometrico

Inclinometro EL1

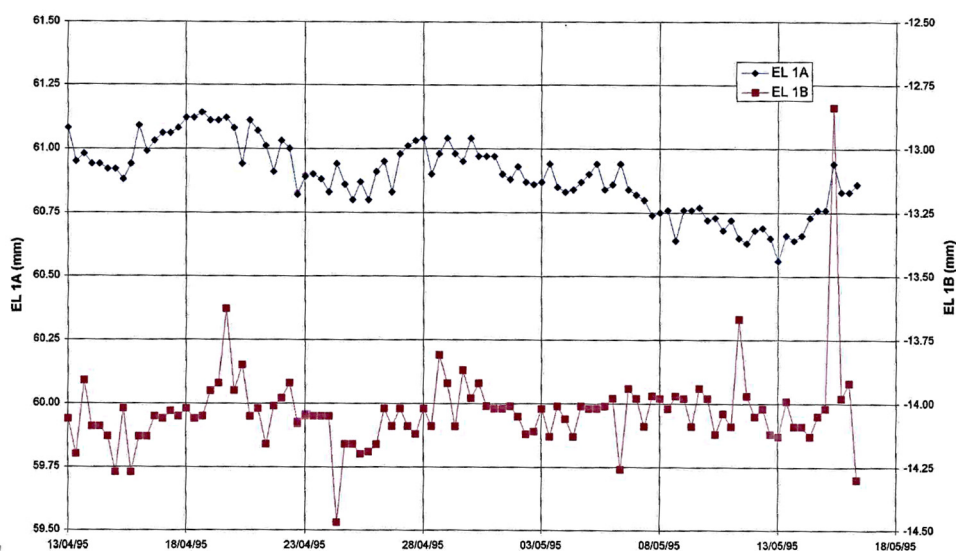


Fig. 1.5.3.2.3 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

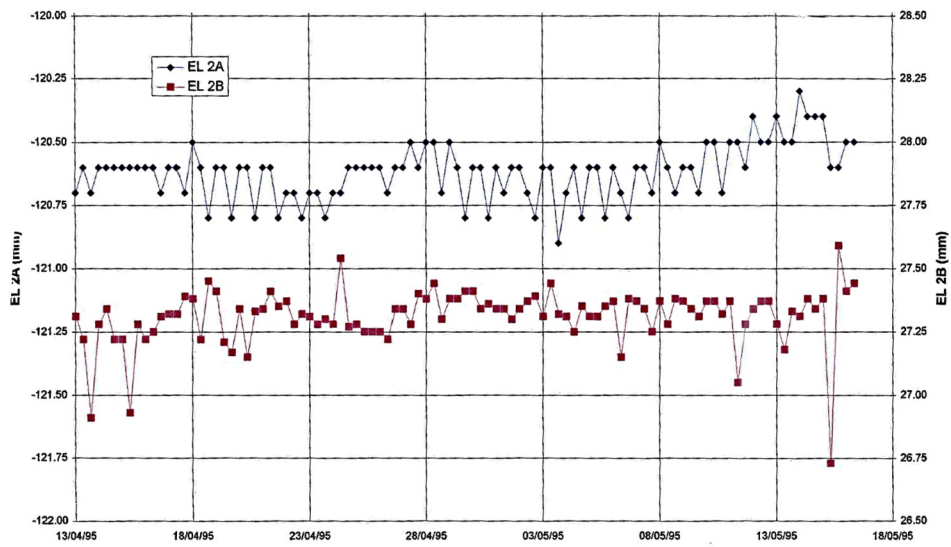
Inclinometro EL2

Fig. 1.5.3.2.4 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

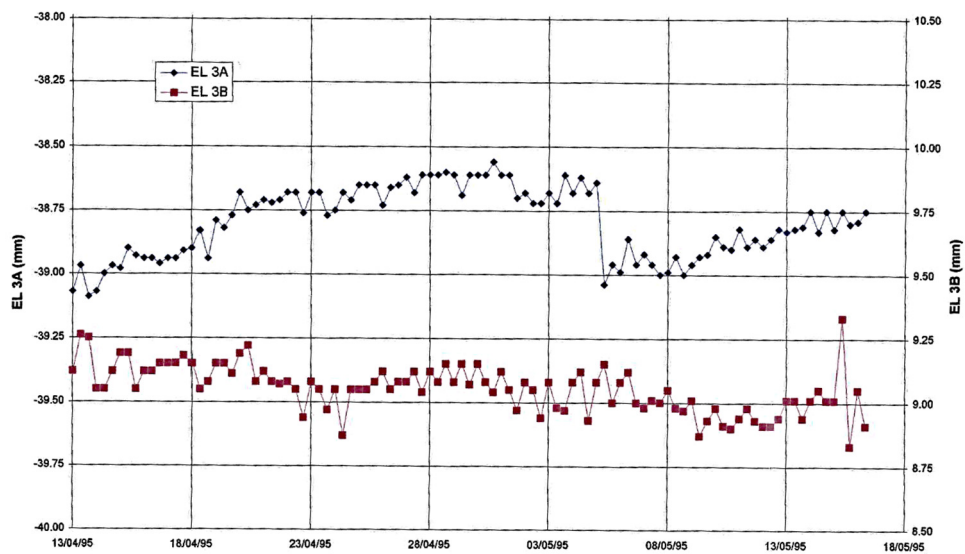
Inclinometro EL3

Fig. 1.5.3.2.5 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

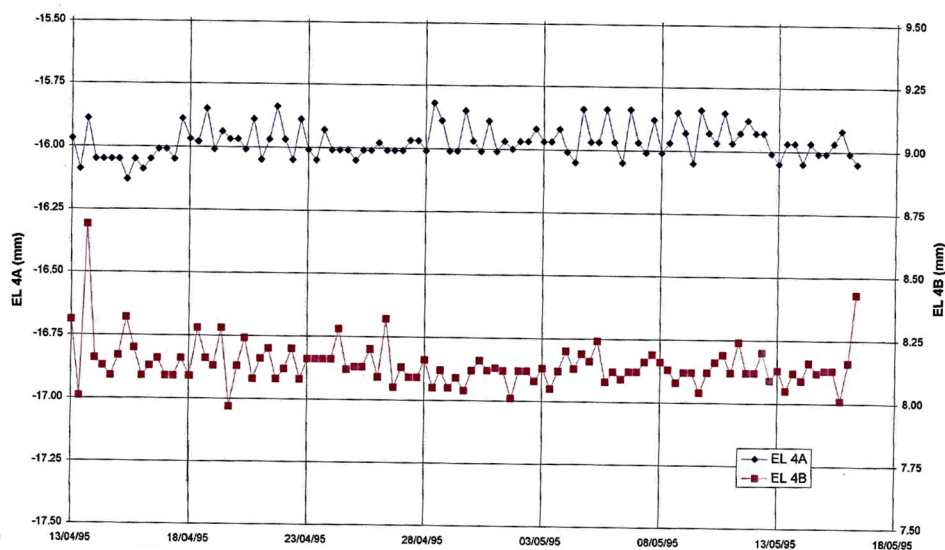
Inclinometro EL4

Fig. 1.5.3.2.6 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

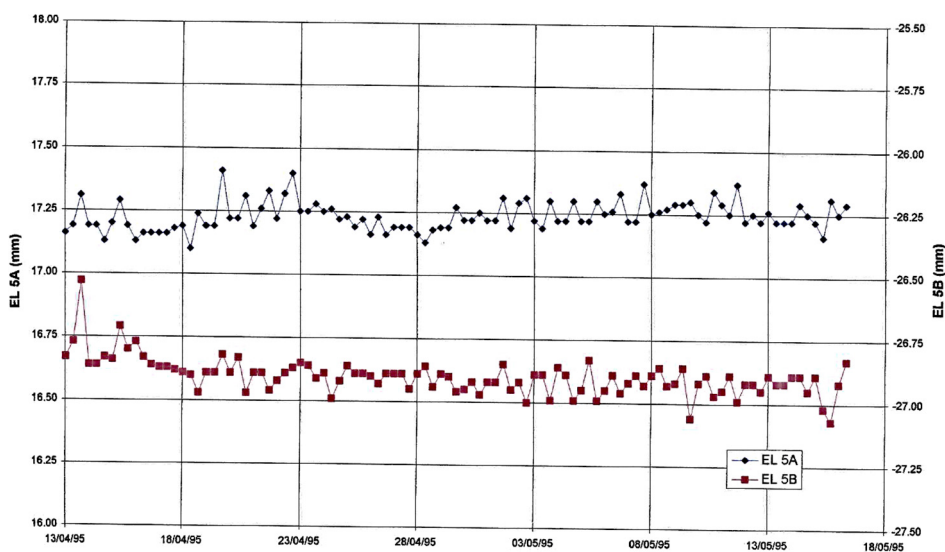
Inclinometro EL5

Fig. 1.5.3.2.7 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

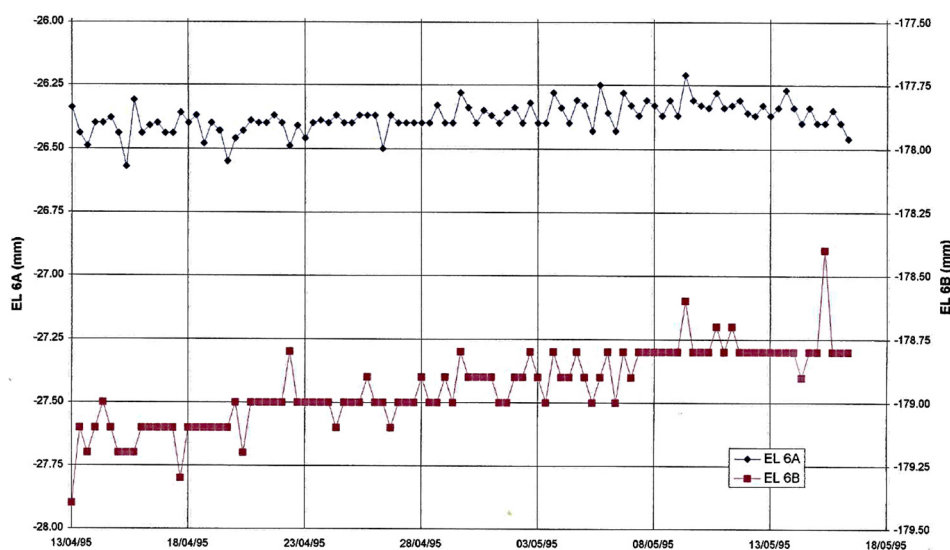
Inclinometro EL6

Fig. 1.5.3.2.8 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tabella 1.5.3.2.3 – Caratteristiche degli inclinometri della zona 3 Conce

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota (m.s.l.m.)	Azimut ° Guida A ⁺ da Nord (Lett. di zero)	Letture di zero	Letture N°	Fonte e Anno di riferimento
I02	CO_I02	18.00		84	25.08.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 1994
I02	CO_I02	18.00			25.08.1993	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 2008
I03	CO_I03	12.00		10	25.08.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 1994
I03	CO_I03	12.00			11.05.2003	6	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 2008
I04	CO_I04	12.00		70	26.08.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 1994
I04	CO_I04	12.00			12.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 2008
I05	CO_I05	21.00		8	26.08.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 1994
I05	CO_I05	21.00			13.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 2008
I06	CO_I06	18.00		12	15.07.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 1994
I06	CO_I06	18.00			12.05.2003	6	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 2008
I07	CO_I07	10.50		42	16.07.1994	4	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 1994
I07	CO_I07	10.00			12.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 2008
I07	CO_I07	10.00			12.05.2003	9	Regione Umbria periodo Anno 2003 - 2006
I09	CO_I09	24.00		352	26.10.1994	4	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 1994
I09	CO_I09	24.00			08.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 2008

I10	CO_I10	12.00		76	21.10.1994	4	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 1994
I10	CO_I10	12.00			13.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 2008
I10	CO_I10	12.00			21.09.1994	9	Regione Umbria periodo Anno 2003 - 2006
I11*	CO_I11	24.00		105	21.10.1994	4	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 1994
I11*	CO_I11	24.00			21.09.1994	6	Osservatorio della Rupe periodo 1993 - 2008

Nota:
* *Inclinometro automatico corredato di due sensori.*

Tabella 1.5.3.2.4 – Letture inclinometriche manuali della zona 3 Conce
(Fonte Osservatorio della Rupe di Orvieto Anno 1993 -1994)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I02	18.00	25.08.1993	21.03.1994	15.07.1994	26.10.1994					
I03	12.00	25.08.1993	21.03.1994	15.07.1994	26.10.1994					
I04	12.00	26.08.1993	21.03.1994	15.07.1994	26.10.1994					
I05	21.00	26.08.1993	21.03.1994	16.07.1994	26.10.1994					
I06	18.00	15.07.1993	25.08.1993	21.03.1994	26.10.1994					
I07	10.50	03.09.1993	21.03.1994	15.07.1994	26.10.1994					
I09	24.00	26.08.1993	21.03.1994	16.07.1994	26.10.1994					
I10	12.00	21.10.1994	26.10.1994							
I11*	24.00	21.10.1994	26.10.1994							

Nota:
* *Inclinometro automatico corredato di due sensori.*

Tabella 1.5.3.2.5 – Letture inclinometriche manuali della zona 3 Conce
(Fonte Osservatorio della Rupe di Orvieto Anno 1993 -2008)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I02	18.00	25.08.1993	01.09.2004	16.03.2005	28.07.2005	04.04.2006	04.09.2006	23.03.2007	12.09.2007	02.04.2008
I03	12.00	11.05.2003	17.06.2003	25.08.2004	21.03.2004	15.07.2004	26.10.2004			
I04	12.00	12.05.2003	02.08.2004	08.03.2005	28.07.2005	04.04.2006	04.09.2006	23.03.2007	12.09.2007	02.04.2008
I05	21.00	13.05.2003	01.08.2004	16.03.2005	28.07.2005	04.04.2006	04.09.2006	23.03.2007	12.09.2007	02.04.2008
I06	18.00	12.05.2003	18.06.2003	18.09.2003	01.04.2004	01.09.2004	16.03.2005			
I07	10.00	12.05.2003	20.09.2004	16.03.2005	28.07.2005	04.04.2006	04.09.2006	23.03.2007	12.09.2007	02.04.2008
I09	24.00	08.05.2003	02.08.2004	08.03.2005	28.07.2005	15.03.2006	04.09.2006	23.03.2007	12.09.2007	02.04.2008
I10	12.00	13.05.2003	02.08.2004	08.03.2005	28.07.2005	04.04.2006	04.09.2006	30.03.2007	12.09.2007	02.04.2008
I11*	24.00	21.09.1994	26.10.1994	12.05.2005	04.05.2006	17.05.2007	10.06.2008			

Nota:
* *Inclinometro automatico corredato di due sensori.*

Tabella 1.5.3.2.6 – Letture inclinometriche manuali della zona 3 Conce
(Fonte: Regione Umbria)

Tubo N.	Profondità (m.)	Letture di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I07	18.00	12.05.2003	18.06.2003	18.09.2003	01.04.2004	20.09.2004	26.03.2005	03.07.2005	04.04.2006	04.09.2006
I10	12.00	13.05.2003	18.06.2003	18.09.2003	01.04.2004	02.08.2004	08.03.2005	28.07.2005	04.04.2006	04.09.2006

Inclinometro CO_I02

Le letture risultano affette da errori sistematici per cui solo dopo un trattamento dei dati, con l'eliminazione di questi, si potrà meglio interpretare quanto fornito dallo strumento; tuttavia non sembrano essere presenti deformazioni di rilievo.

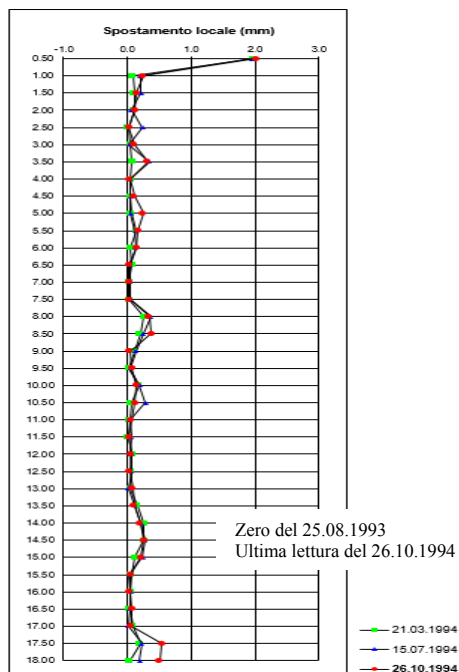


Fig. 1.5.3.2.9 CO_I02 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

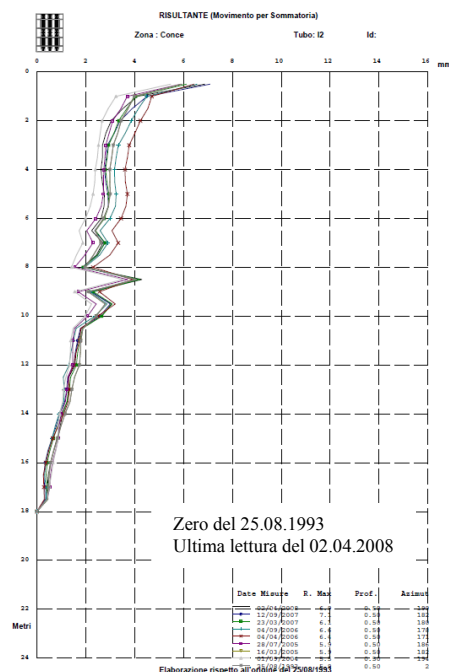


Fig. 1.5.3.2.10 CO_I02 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

CO_I02			
Letture dello zero		25.08.93	25.08.93
Ultima lettura		26.10.94	02.04.08
N. Tot. letture effettuate		4	9
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	8.5 – 9.0	8.5 – 9.0
	Risultante (mm)	0.37	4.25
	Errore stimato (mm)	2.79	2.79
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.07	-
		15.13	-

Inclinometro CO I03

L'inclinometro mette in evidenza una deformazione superficiale a 2 metri dal p.c. con propagazione fina alla superficie.

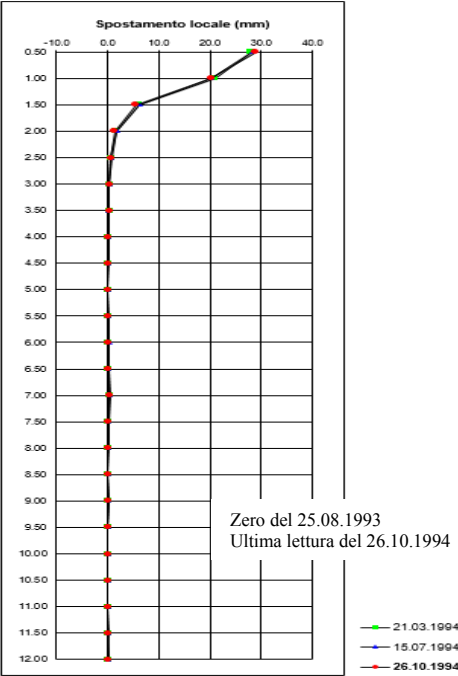


Fig. 1.5.3.2.11 CO_I03 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

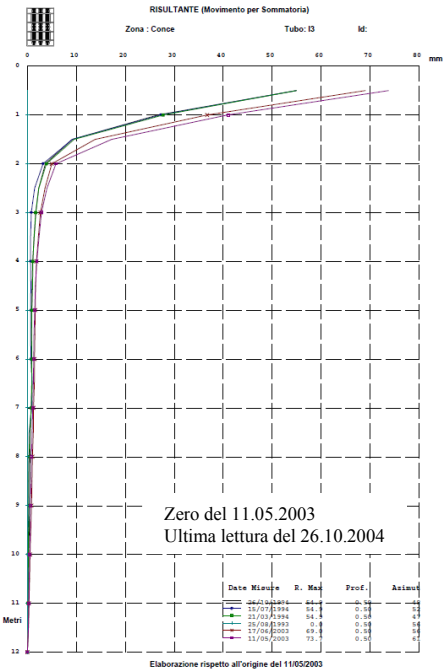


Fig. 1.5.3.2.12 CO_I03 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CO_I03	
Lettura dello zero		25.08.93	11.05.93
Ultima lettura		26.10.94	16.10.04
N. Tot. letture effettuate		4	6
Profondità del tubo (m)		12.00	12.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.0 – 2.0	1.0 – 2.0
	Risultante (mm)	20.17	27.50
	Errore stimato (mm)	3.17	3.17
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.18	-
		10.10	-

Inclinometro CO_I04

Le letture risultano affette da errori sistematici per cui solo dopo un trattamento dei dati, con l'eliminazione di questi, si potrà meglio interpretare quanto fornito dallo strumento; tuttavia sembrano essere presenti deformazioni di rilievo.

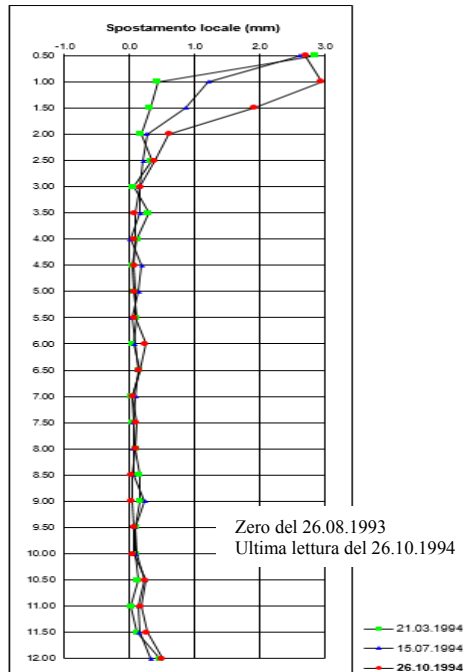


Fig. 1.5.3.2.13 CO_I04 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

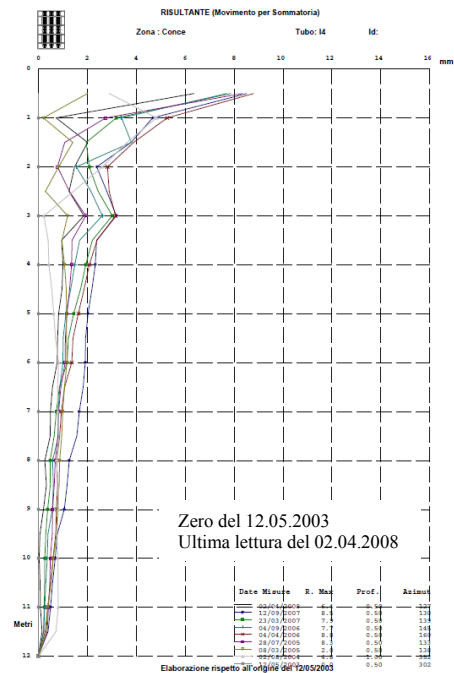


Fig. 1.5.3.2.14 CO_I04 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CO_I04	
Lettura dello zero		26.08.93	12.05.03
Ultima lettura		26.10.94	02.04.08
N. Tot. letture effettuate		4	9
Profondità del tubo (m)		12.00	12.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.0 – 2.0	-
	Risultante (mm)	2.95	-
	Errore stimato (mm)	3.17	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.51	-
		20.88	-

Inclinometro CO 105

Le letture risultano affette da errori sistematici per cui solo dopo un trattamento dei dati, con l’eliminazione di questi, si potrà meglio interpretare quanto fornito dallo strumento; tuttavia non sembrano essere presenti deformazioni di rilievo.

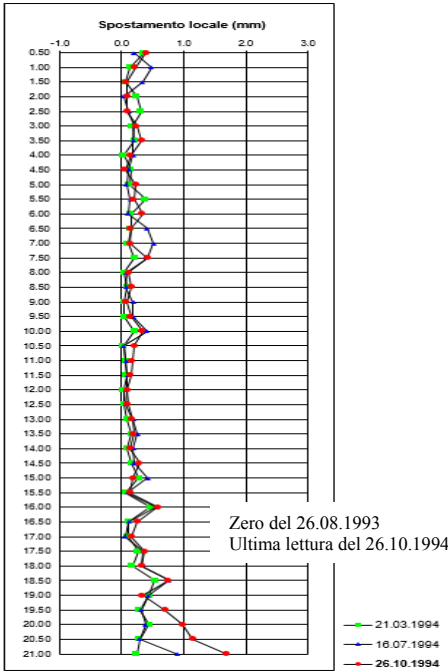


Fig. 1.5.3.2.15 CO_105 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

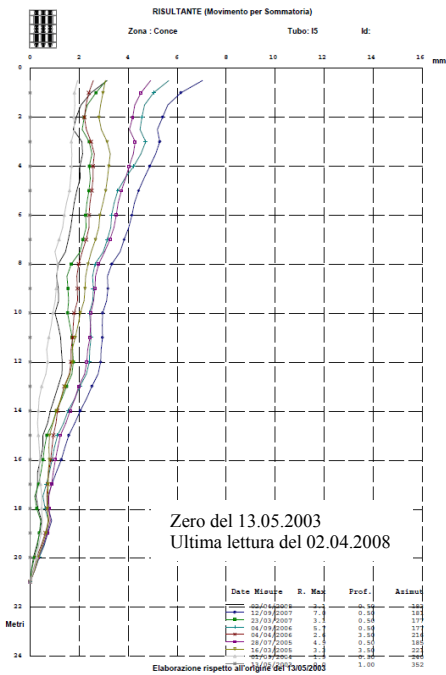


Fig. 1.5.3.2.16 CO_105 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CO_105	
	Lettura dello zero	26.08.93	13.05.03
	Ultima lettura	26.10.94	02.04.08
	N. Tot. letture effettuate	4	9
	Profondità del tubo (m)	21.00	21.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	18.0 – 19.0	18.0 – 21.0
	Risultante (mm)	0.82	1.00
	Errore stimato (mm)	1.05	1.05
Qualità della misura (I.d.Q.)		7.57	-
		17.33	-

Inclinometro CO I06

Le letture risultano affette da errori sistematici per cui solo dopo un trattamento dei dati, con l’eliminazione di questi, si potrà meglio interpretare quanto fornito dallo strumento; tuttavia non sembrano essere presenti deformazioni di rilievo.

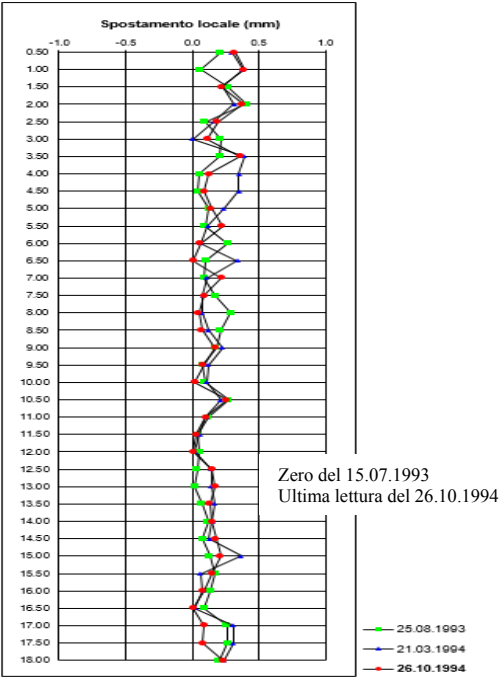


Fig. 1.5.3.2.17 CO_I06 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

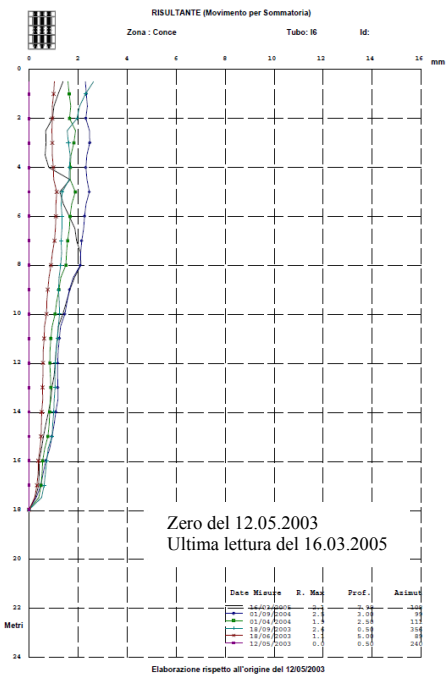


Fig. 1.5.3.2.18 CO_I06 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CO_I06	
Lettura dello zero		15.07.93	12.05.03
Ultima lettura		26.10.94	16.03.08
N. Tot. letture effettuate		4	6
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	15.0 – 16.5	17.0 – 18.0
	Risultante (mm)	0.22	0.75
	Errore stimato (mm)	1.05	0.47
Qualità della misura (I.d.Q.)		6.88	-
		18.65	-

Inclinometro CO I07

Dall'esame delle letture si evidenzia la presenza di una deformazione localizzata a 3,5 metri dal p.c.

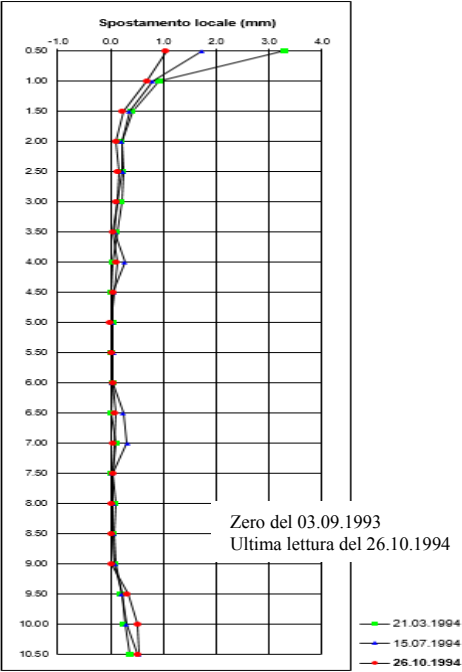


Fig. 1.5.3.2.19 CO_I07 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

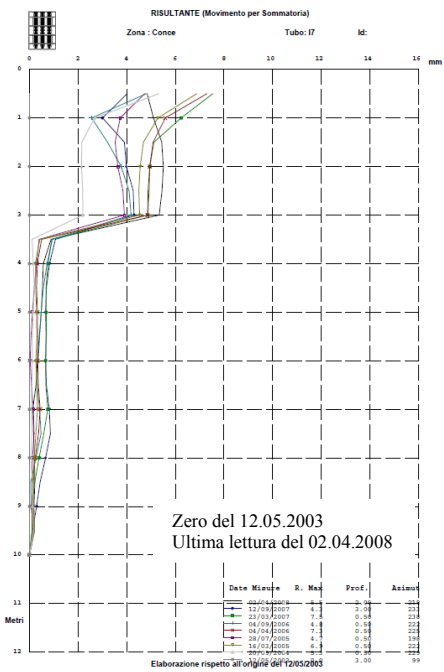


Fig. 1.5.3.2.20 CO_I07 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

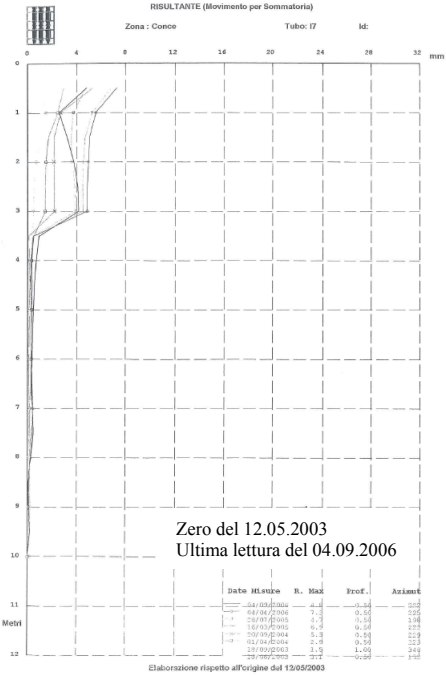


Fig. 1.5.3.2.21 CO_I07 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

CO_I07			
Letture dello zero		03.09.93	12.05.03
Ultima lettura		26.10.94	02.04.08
N. Tot. letture effettuate		4	9
Profondità del tubo (m)		10.50	10.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.0 – 3.5	3.0 – 3.5
	Risultante (mm)	0.69	5.25
	Errore stimato (mm)	2.79	2.14
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.02	-
		14.84	-

Inclinometro CO 109

Le letture risultano affette da errori sistematici per cui solo dopo un trattamento dei dati, con l'eliminazione di questi, si potrà meglio interpretare quanto fornito dallo strumento; tuttavia non sembrano essere presenti deformazioni di rilievo.

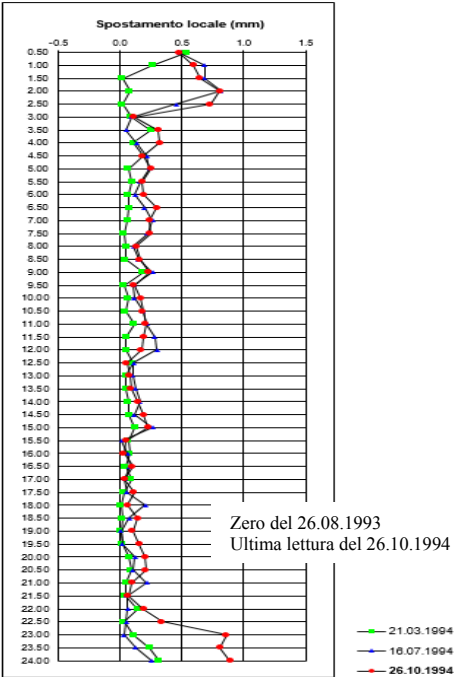


Fig. 1.5.3.2.22 CO_109 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

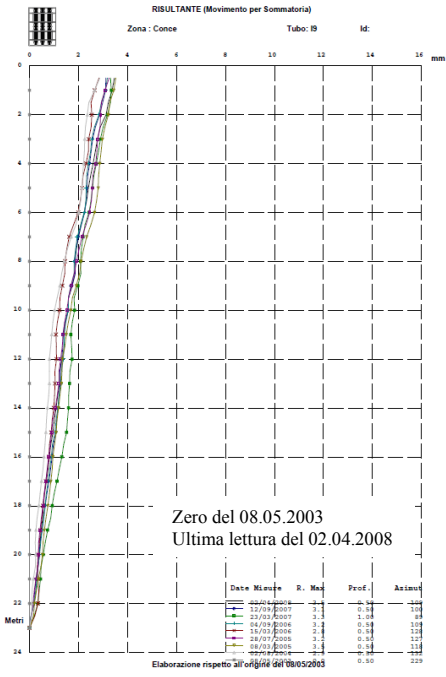


Fig. 1.5.3.2.23 CO_109 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CO_109	
Lettura dello zero		26.08.93	08.05.03
Ultima lettura		26.10.94	02.04.08
N. Tot. letture effettuate		4	9
Profondità del tubo (m)		24.00	24.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.97	-
		12.03	-

Inclinometro CO_I10

Le letture risultano affette da errori sistematici per cui solo dopo un trattamento dei dati, con l'eliminazione di questi, si potrà meglio interpretare quanto fornito dallo strumento; tuttavia non sembrano essere presenti deformazioni di rilievo salvo quella a profondità di circa 4.5 metri dal p.c.

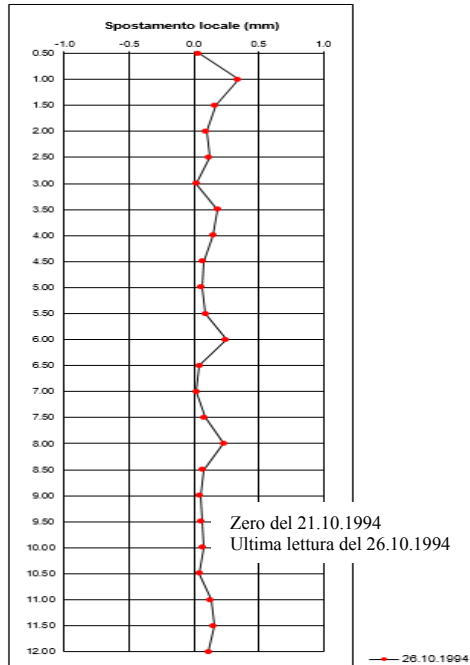


Fig. 1.5.3.2.24 CO_I10 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

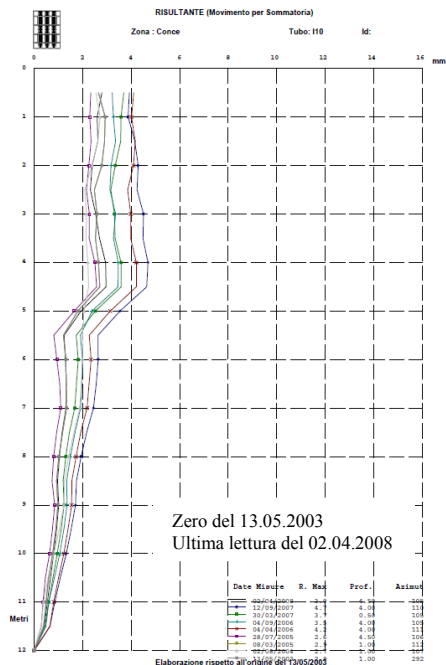


Fig. 1.5.3.2.25 CO_I10 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

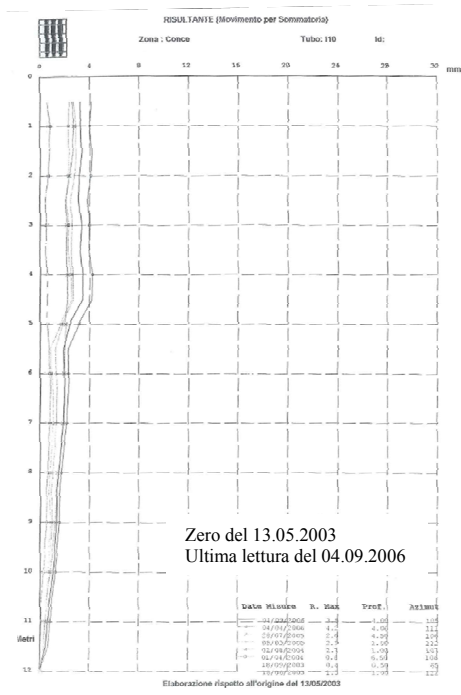


Fig. 1.5.3.2.26 CO_I10 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		CO_I10		
Letture dello zero		21.09.94	13.05.03	13.05.03
Ultima lettura		26.10.94	02.04.08	04.09.06
N. Tot. letture effettuate		2	9	9
Profondità del tubo (m)		12.00	12.00	12.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.0 – 6.5	4.5 – 5.5	4.5 – 5.5
	Risultante (mm)	0.25	5.0	4.0
	Errore stimato (mm)	1.87	2.27	2.27
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	11.5 – 12.0	11.5 – 12.0
	Risultante (mm)	-	1.0	1.0
	Errore stimato (mm)	-	0.27	0.27
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.48	-	-
		17.60	-	-

Inclinometro CO III

Le letture risultano affette da errori sistematici per cui solo dopo un trattamento dei dati, con l’eliminazione di questi, si potrà meglio interpretare quanto fornito dallo strumento; tuttavia non sembrano essere presenti deformazioni di rilievo salvo quella tra la profondità compresa tra 15 e 17 metri dal p.c.

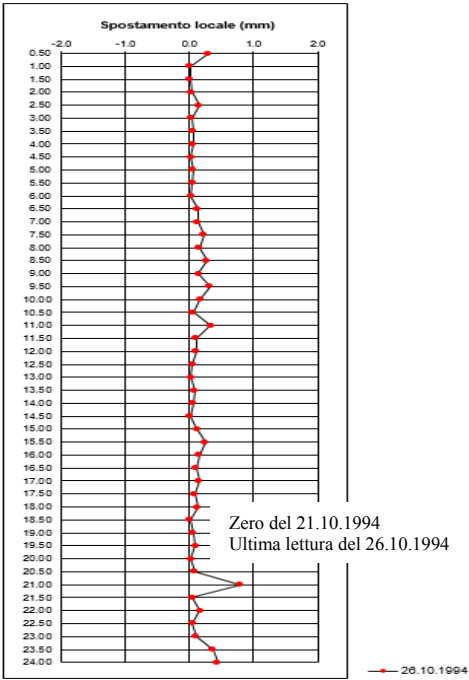


Fig. 1.5.3.2.27 CO_III1 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

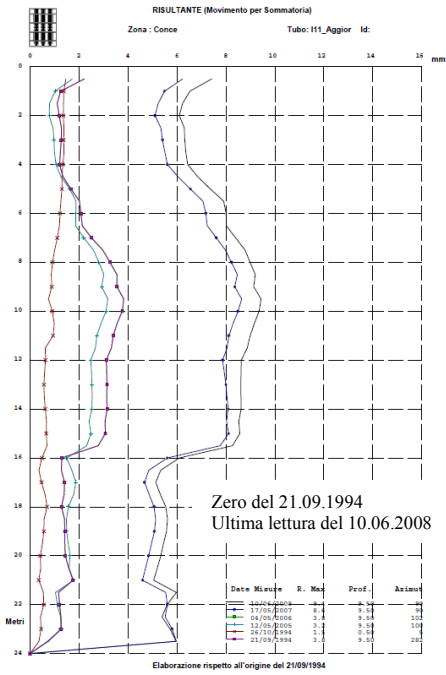


Fig. 1.5.3.2.28 CO_III1 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		CO_III1	
Lettura dello zero		21.09.94	13.05.03
Ultima lettura		26.10.94	10.06.08
N. Tot. letture effettuate		2	6
Profondità del tubo (m)		24.00	24.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	15.0-17.0
	Risultante (mm)	-	8.00
	Errore stimato (mm)	-	0.45
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.37	-
		18.90	-

Tabella 1.5.3.2.7 – Caratteristiche dell'inclinometro manuale della zona Parcheggio ex Campo della Fiera

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota (m.s.l.m.)	Azimut ° Guida A ⁺ da Nord (Lett. di zero)	Letture di zero	Letture N°	Fonte e Anno di riferimento
I01	ECf_I01	22.00		0	15.11.1990	34	Raggruppamento di Imprese periodo 1990 - 1997

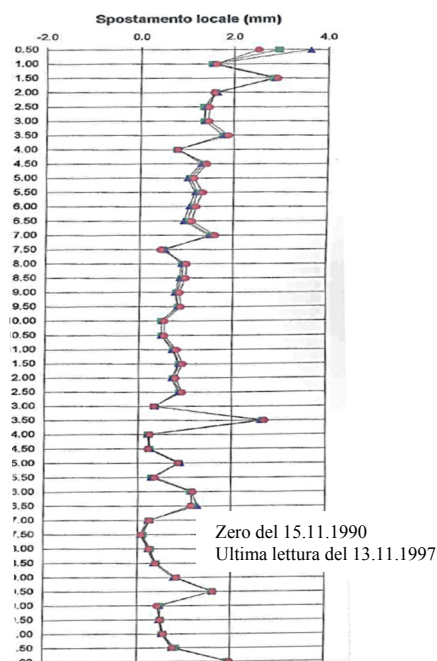
Tabella 1.5.3.2.8 – Letture inclinometriche manuali della zona Parcheggio ex Campo della Fiera

(Fonte: Raggruppamento di imprese 1990 - 1997)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	31° lettura (data)	32° lettura (data)	33° lettura (data)	34° lettura (data)	35° lettura (data)	36° lettura (data)	37° lettura (data)	38° lettura (data)
I01	22.00	15.11.1990	15.05.1995	26.04.1996	13.01.1997	-	-	-	-	

Inclinometro ECf_I01

Le letture non sembrano indicare presenza deformazioni.



ECf_I01			
Lettura dello zero		15.11.90	
Ultima lettura		13.11.97	
N. Tot. letture effettuate		33	
Profondità del tubo (m)		22.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	13.5 – 14.0	
	Risultante (mm)	2.75	
	Errore stimato (mm)	2.53	
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.36	
		5.09	

Fig. 1.5.3.2.29 ECf_I11
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Raggruppamento di Imprese

1.5.3.3 Misure piezometriche

I piezometri presenti nella zona sono complessivamente 12 di cui 5 a lettura automatica.

Tabella 1.5.3.3.1 – Piezometri automatici della zona 3 Conce Centralina ⇨ 3C1
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Lettura freaticometrica (m)	Quota di riposizionamento (m)	Note
3P01	01.01.1995	3C1	5.00	51.50		50.00	Sensore rimosso
3P08	01.01.1995	3C1	21.00	23.80	19.50	22.50	
3P09	01.01.1995	3C1	18.00	21.00	13.00	19.00	
3P11	01.01.1995	3C1	13.00	20.00	10.00	13.00	
3P12	01.01.1995	3C1	15.00	20.50	12.50	15.00	

Piezometro 3P08

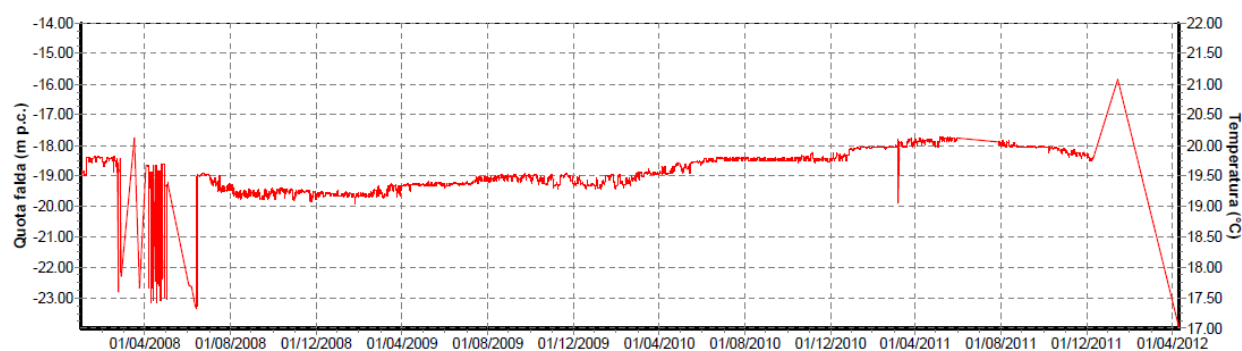


Fig. 1.5.3.3.1 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Piezometro 3P09

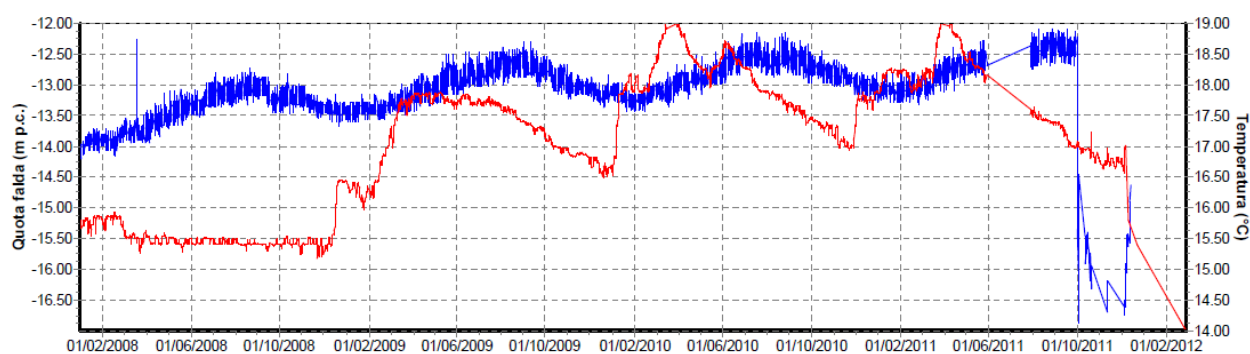


Fig. 1.5.3.3.2 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

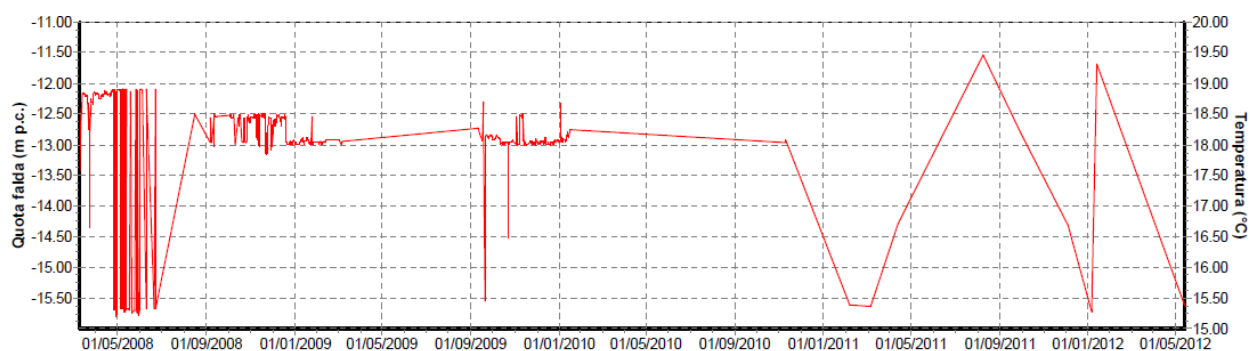
Piezometro 3P11

Fig. 1.5.3.3.3 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

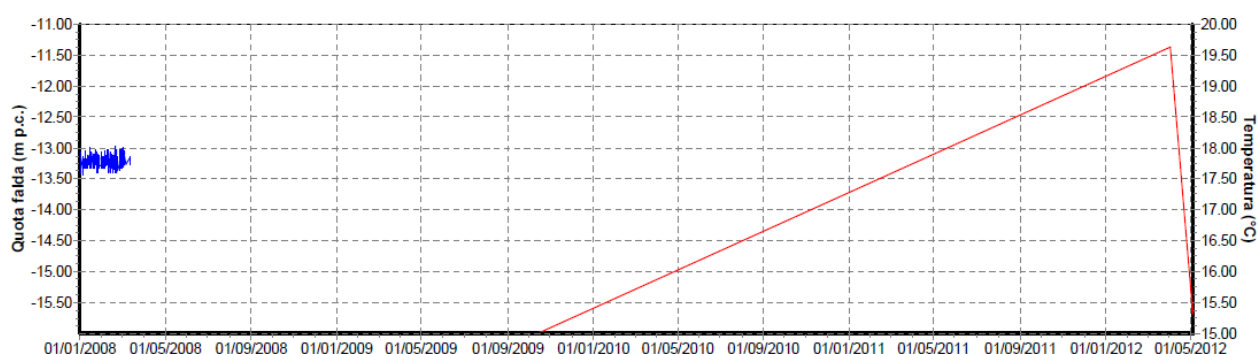


Fig. 1.5.3.3.4 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Nel periodo compreso tra il 2003 ed il 2008 sempre da parte dell'Osservatorio della Rupe di Orvieto, è stata condotta una campagna di letture piezometriche manuali delle quali, di seguito, si riportano i valori riscontrati all'inizio ed alla fine del periodo di controllo (tab. 1.5.3.3.2).

Tabella 1.5.3.3.2 –Strumentazione piezometrica manuale– Campagna di indagine a lettura manuale della zona 3 Conce
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
3P02	-15.50	12.05.2003	-12.45	02.04.2008	-12.02	10
3P03	-9.80	12.05.2003	-4.96	19.09.2003	-	2
3P04	-9.30	12.05.2003	-6.62	04.04.2006	-5.58	7
3P05	-18.10	13.05.2003	-7.42	26.08.2008	-9.10	11
3P06	-16.00	12.05.2003	-7.92	26.08.2008	-9.35	12
3P07	-9.60	12.05.2003	-5.85	02.04.2008	-6.80	10
3P10	-8.00	13.05.2003	-4.78	26.08.2008	-6.70	12

Per quanto attiene i piezometri a lettura automatica sono state effettuate delle misure di controllo manuali (lettura diretta con freatimetro) i cui dati sono anche essi riportati nella tabella che segue (tab. 1.5.3.3.3).

Tabella 1.5.3.3.3 – Piezometri automatici – Letture di controllo manuali della zona 3 Conce
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
3P01		10.10.2003	-48.14	24.09.2008	-47.18	9
3P08		19.09.2003	-17.40	26.08.2008	-17.53	11
3P09		13.05.2003	-15.12	26.08.2008	-16.02	13
3P11		19.09.2003	-10.86	24.08.2008	-12.05	11
3P12		19.09.2003	-15.77	02.04.2008	-15.75	10

Di seguito si riportano i grafici dei piezometri a lettura manuale relativi al periodo 2003-2008.

Piezometro 3P02

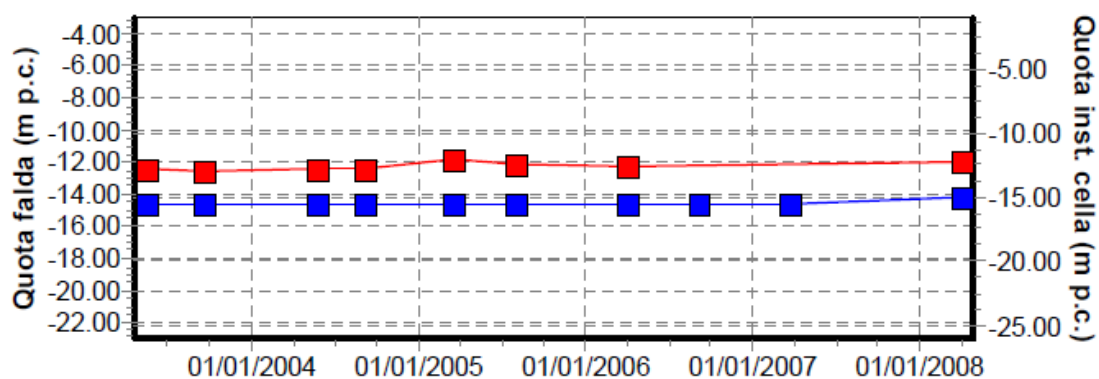


Fig. 1.5.3.3.5 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Piezometro 3P03

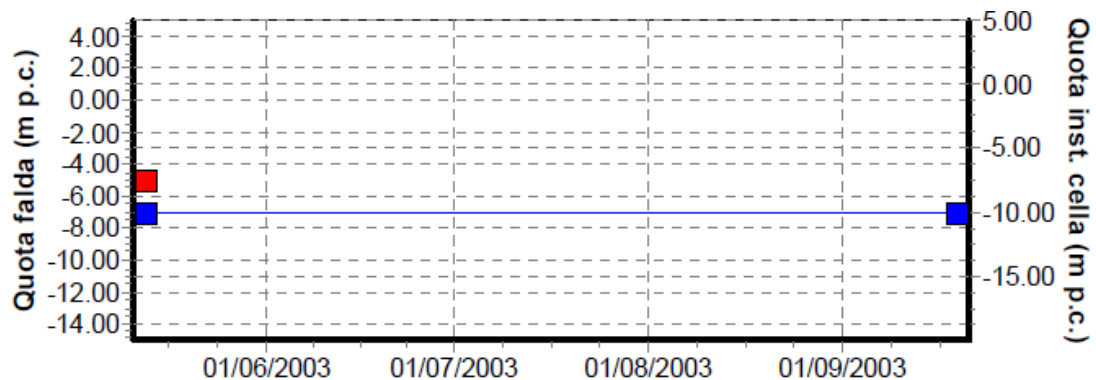


Fig. 1.5.3.3.6 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

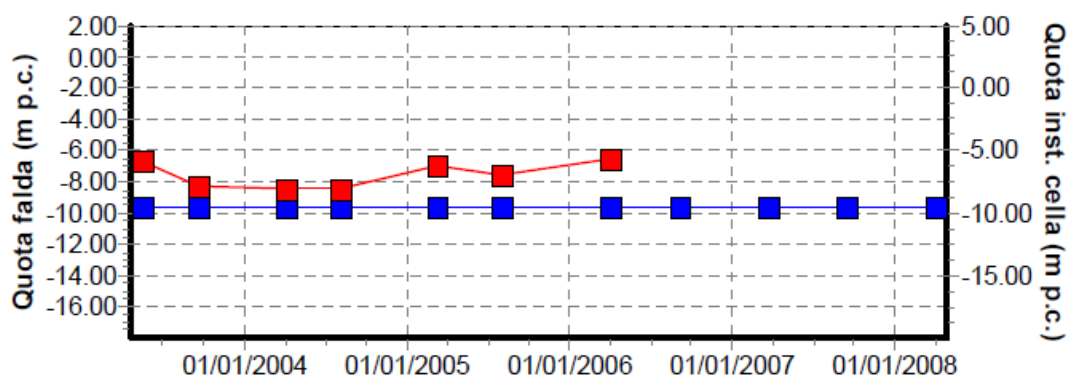
Piezometro 3P04

Fig. 1.5.3.3.7 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

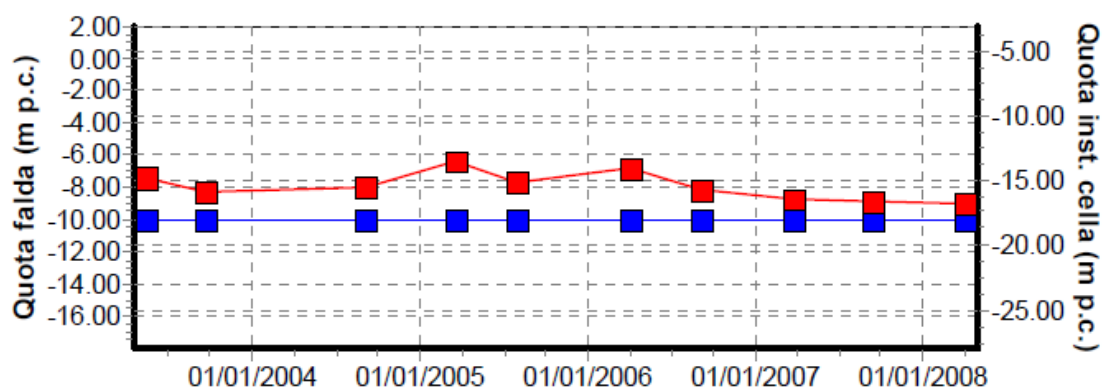
Piezometro 3P05

Fig. 1.5.3.3.8 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

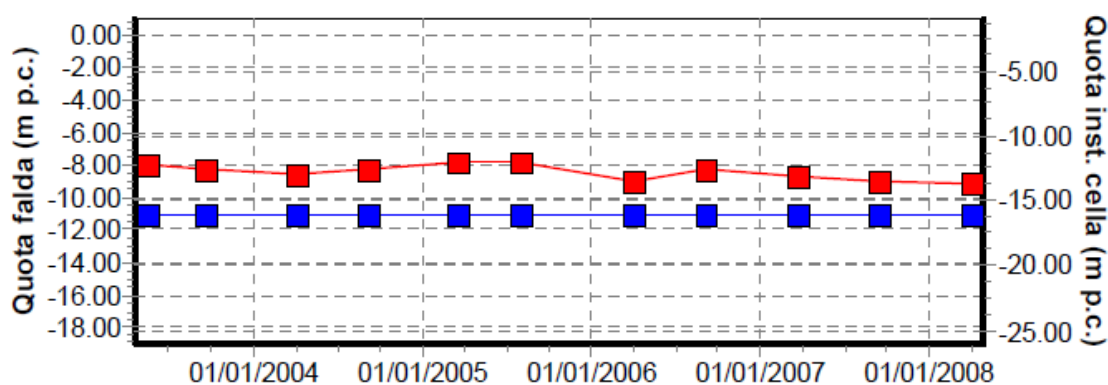
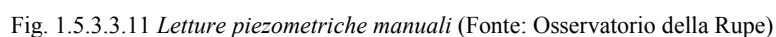
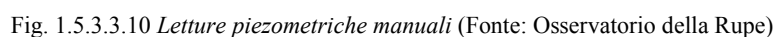
Piezometro 3P06

Fig. 1.5.3.3.9 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Piezometro 3P10



1.5.3.4 Misure delle celle di carico tetste ancoraggi

Tabella 1.5.3.4.1 – Celle di carico automatiche della zona Parcheggio ex Campo della Fiera
(Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Codice	Ubicazione	Note
1CC	Tiranti 1°Ordine paratia di monte Parcheggio ex Campo della Fiera	
2CC	Tiranti 2°Ordine Parcheggio ex Campo della Fiera	

Di seguito si riportano i grafici delle letture delle due celle di carico disponibili.

Cella di carico 1CC

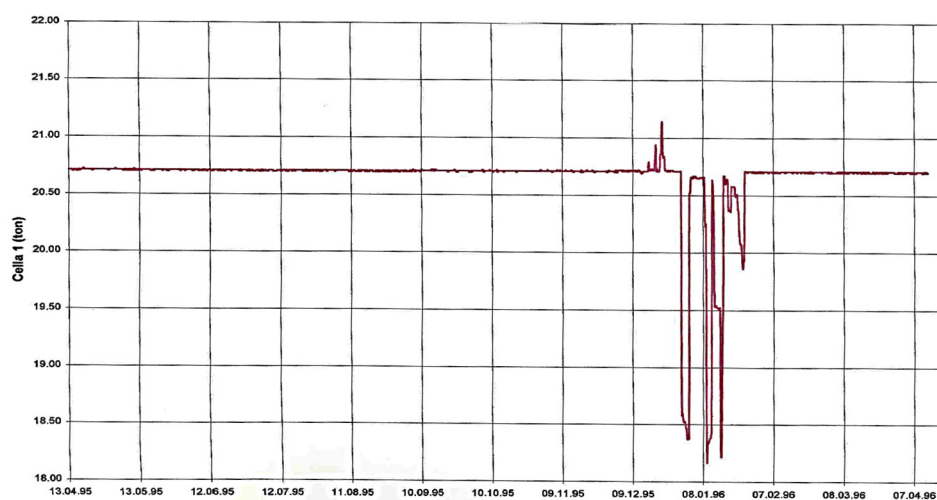


Fig. 1.5.3.4.1 Letture celle di carico (Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Cella di carico 2CC

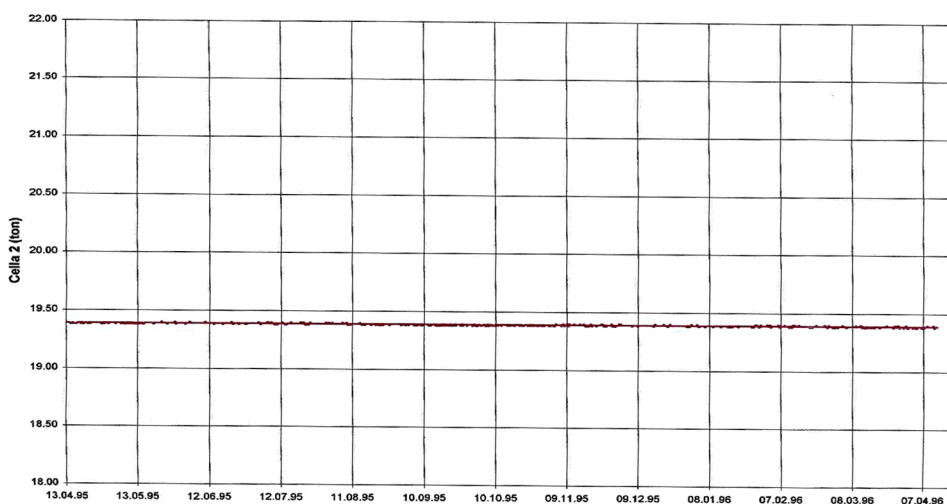


Fig. 1.5.3.4.2 Letture celle di carico (Fonte: Raggruppamento di Imprese)

1.5.3.5 Misure clinometriche

*Tabella 1.5.3.5.1 – Basi clinometriche della zona Parcheggio ex Campo della Fiera
(Fonte: Raggruppamento di Imprese)*

Codice	Ubicazione	Prima lettura (data)	Ultima lettura (data)
Clin1	Arconi - Parcheggio ex Campo della Fiera	19.01.1996	21.01.1997
Clin2	Arconi - Parcheggio ex Campo della Fiera	19.01.1996	21.01.1997
Clin3	Arconi - Parcheggio ex Campo della Fiera	19.01.1996	21.01.1997
Clin4	Arconi - Parcheggio ex Campo della Fiera	13.01.1997	21.01.1997
Clin5	Arconi - Parcheggio ex Campo della Fiera	13.01.1997	21.01.1997

*Tabella 1.5.3.5.2 – Letture clinometriche manuali zona Parcheggio ex Campo della Fiera
(Fonte: Raggruppamento di imprese)*

Clinometro	Letture di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
Clin1	19.01.1996	23.01.1996	09.02.1996	09.04.1996	24.04.1996	10.05.1996	28.06.1996	04.07.1996	31.07.1996
Clin2	19.01.1996	23.01.1996	09.02.1996	09.04.1996	24.04.1996	10.05.1996	28.06.1996	04.07.1996	31.07.1996
Clin3	19.01.1996	23.01.1996	09.02.1996	09.04.1996	24.04.1996	10.05.1996	28.06.1996	04.07.1996	31.07.1996
Clin4	13.01.1997	21.01.1997							
Clin5	13.01.1997	21.01.1997							
Clinometro	9° lettura (data)	10° lettura (data)	11° lettura (data)	12° lettura (data)	13° lettura (data)				
Clin1	18.08.1996	28.11.1996	16.12.1996	08.01.1997	21.01.1997				
Clin2	18.08.1996	28.11.1996	16.12.1996	08.01.1997	21.01.1997				
Clin3	18.08.1996	28.11.1996	16.12.1996	08.01.1997	21.01.1997				

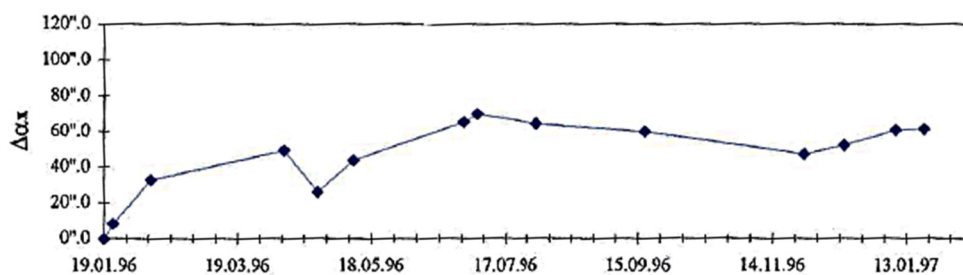
Clinometro Clin1

Fig. 1.5.3.5.1 Letture clinometriche (Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Asse X

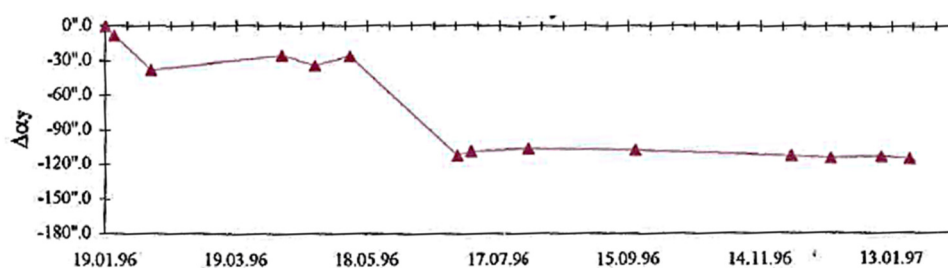


Fig. 1.5.3.5.2 Letture clinometriche (Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Asse Y

Clin1	
Lettura dello zero	19.01.96
Ultima lettura	21.01.97
N. ultima lettura	14
$\alpha_x(^{\circ})$ Lettura dello zero	1' 04".0
$\alpha_y(^{\circ})$ Lettura dello zero	-2' 56".5
$\alpha_x(^{\circ})$ Ultima lettura	2' 05".5
$\alpha_y(^{\circ})$ Ultima lettura	-4' 50".5
$\Delta\alpha_x (^{\circ})$	1' 01".5
$\Delta\alpha_y (^{\circ})$	-1' 54".0

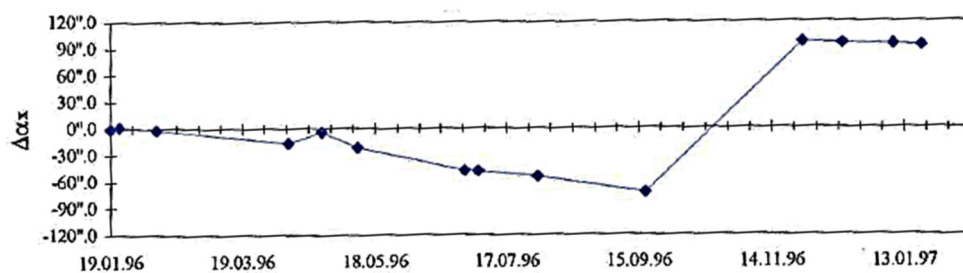
Clinometro Clin2

Fig. 1.5.3.5.3 Letture clinometriche (Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Asse X

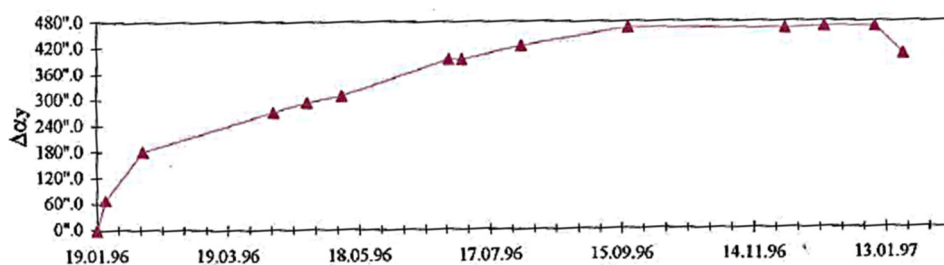


Fig. 1.5.3.5.4 Letture clinometriche (Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Asse Y

Clin2	
Lettura dello zero	19.01.96
Ultima lettura	21.01.97
N. ultima lettura	14
$\alpha_x(^{\circ})$ Lettura dello zero	1' 05".0
$\alpha_y(^{\circ})$ Lettura dello zero	-0' 48".0
$\alpha_x(^{\circ})$ Ultima lettura	2' 38".0
$\alpha_y(^{\circ})$ Ultima lettura	-5' 57".5
$\Delta\alpha_x (^{\circ})$	1' 33".0
$\Delta\alpha_y (^{\circ})$	6' 45".5

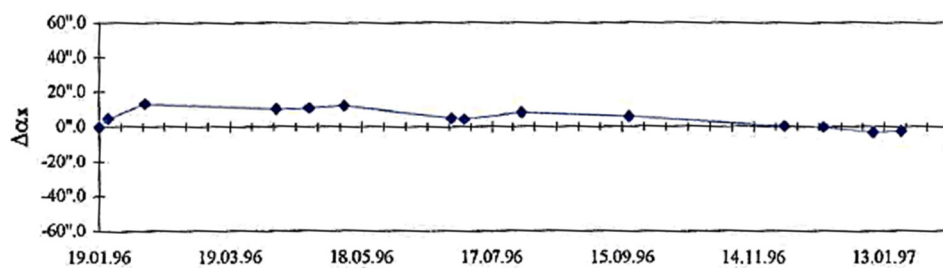
Clinometro Clin3

Fig. 1.5.3.5.5 Letture clinometriche (Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Asse X

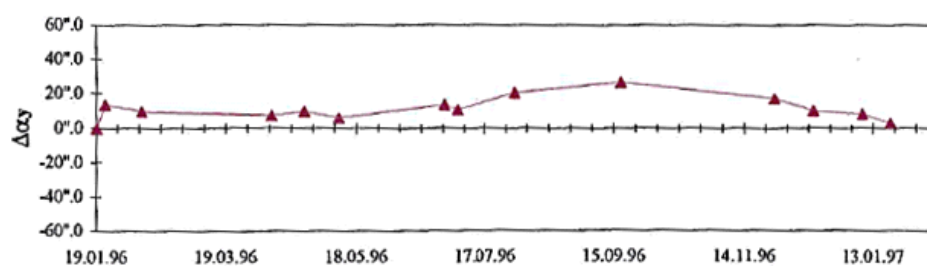


Fig. 1.5.3.5.6 Letture clinometriche (Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Asse Y

Clin3	
Lettura dello zero	19.01.96
Ultima lettura	21.01.97
N. ultima lettura	14
$\alpha_x(^{\circ})$ Lettura dello zero	-4' 40".0
$\alpha_y(^{\circ})$ Lettura dello zero	1' 10".0
$\alpha_x(^{\circ})$ Ultima lettura	-4' 42".0
$\alpha_y(^{\circ})$ Ultima lettura	1' 13".0
$\Delta\alpha_x (^{\circ})$	-0' 02".0
$\Delta\alpha_y (^{\circ})$	0' 03".0

Clinometro Clin4

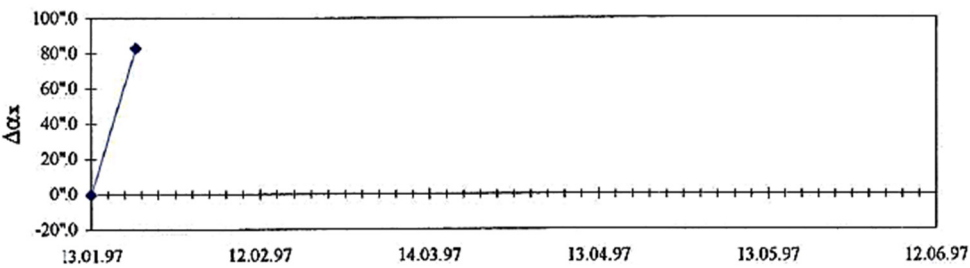


Fig. 1.5.3.5.7 Letture clinometriche (Fonte: Raggruppamento di Imprese) Asse X

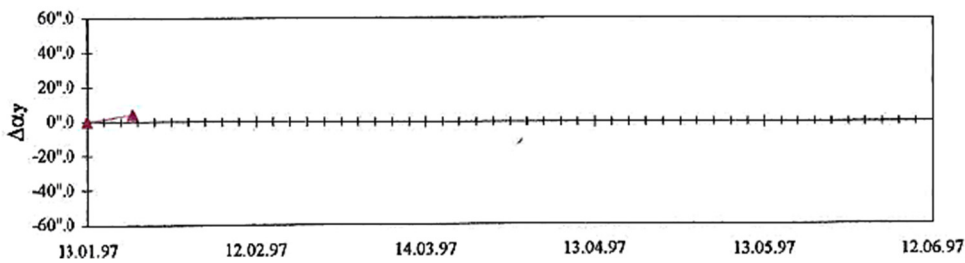


Fig. 1.5.3.5.8 Letture clinometriche (Fonte: Raggruppamento di Imprese) Asse Y

Clin4	
Lettura dello zero	13.01.97
Ultima lettura	21.01.97
N. ultima lettura	2
αx(°) Lettura dello zero	10' 21".5
αy(°) Lettura dello zero	1' 04".5
αx(°) Ultima lettura	11' 45".0
αy(°) Ultima lettura	1' 09".0
Δαx (°)	1' 23".5
Δαy(°)	0' 24".5

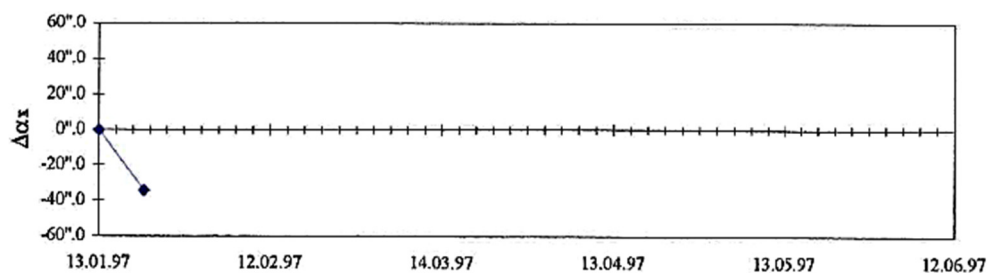
Clinometro Clin5

Fig. 1.5.3.5.9 Letture clinometriche (Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Asse X

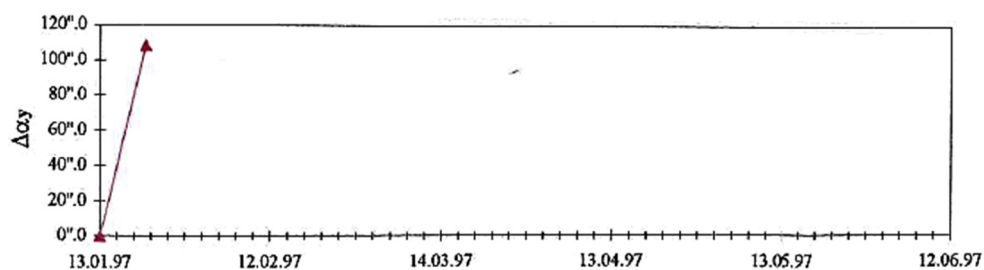


Fig. 1.5.3.5.10 Letture clinometriche (Fonte: Raggruppamento di Imprese)

Asse Y

Clin5	
Lettura dello zero	13.01.97
Ultima lettura	21.01.97
N. ultima lettura	2
$\alpha x(^{\circ})$ Lettura dello zero	7' 03".0
$\alpha y(^{\circ})$ Lettura dello zero	-7' 06".5
$\alpha x(^{\circ})$ Ultima lettura	6' 29".0
$\alpha y(^{\circ})$ Ultima lettura	-5' 18".0
$\Delta\alpha x (^{\circ})$	-0' 34".0
$\Delta\alpha y (^{\circ})$	1' 48".5

1.5.3.6 Rilievi geodetici

La rete geodetica di questa zona si compone di 3 punti di controllo GPS interni ubicati nella pedice sottostante la Rupe e da 7 prismi ottici posizionati sulla parte tufacea in corrispondenza del ciglio della Rupe stessa. in modo da avere una copertura ottimale dell'intera area da sottoporre a controllo. Si ricorda che le reti locali, come questa, sono riferite alla rete di caposalda GPS esterni disposti a convenevole distanza dalle pendici della Rupe.

Le tabelle che seguono riportano i dati caratteristici di partenza e i dati osservati nell'anno 2007.

*Tabella 1.5.3.6.1 – Sottorete dei punti della zona 3 Conce – Coordinate in WGS84 – Geografiche
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Punti	Coordinate			σ (mm)			Corr. (%)		
	Latitudine	Longitudine	Altezza (m)	N	E	H	NE	NH	EH
A	42°43'03.63111"N	12°05'45.16295"E	270.05946	0.0	0.0	0.0	0	0	0
A1	42°43'15.62438"N	12°06'00.61703"E	247.94641	1.1	0.8	2.9	-1	14	12
A2	42°43'07.77983"N	12°06'01.91924"E	271.65129	0.8	0.6	1.9	4	21	12
A3	42°43'05.74449"N	12°06'04.32282"E	282.24076	1.3	1.2	3.5	-7	1	4

*Tabella 1.5.3.6.2 – Sottorete dei punti della zona 3 Conce – Coordinate in WGS84 – Cartesiane
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Punti	Coordinate (m)			σ (mm)			Corr. (%)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	XY	XZ	YZ
A	4589281.65827	983511.45514	4304694.58546	0.0	0.0	0.0	0	0	0
A1	4588946.57286	983799.26052	4304951.48969	2.1	1.0	2.2	49	75	43
A2	4589117.96781	983866.30909	4304789.72503	1.3	0.7	1.5	42	71	40
A3	4589155.77201	983930.34896	4304750.76388	2.6	1.3	2.6	39	77	34

*Tabella 1.5.3.6.3 – Coordinate nel Sistema di riferimento locale della rete geodetica della zona 3 Conce
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Codice	X (m)	Y (m)	Z (m)
A01	-202.038	136.586	-23.771
A02	0.0	0.0	0.0
A03	83.284	0.0	10.55
P01	15.563	215.370	52.759
P02	24.586	201.653	56.833
P03	49.419	204.560	54.216
P04	75.771	188.132	57.919
P05	106.208	174.587	63.389
P06	126.095	176.659	61.760
P07	178.655	172.882	54.736

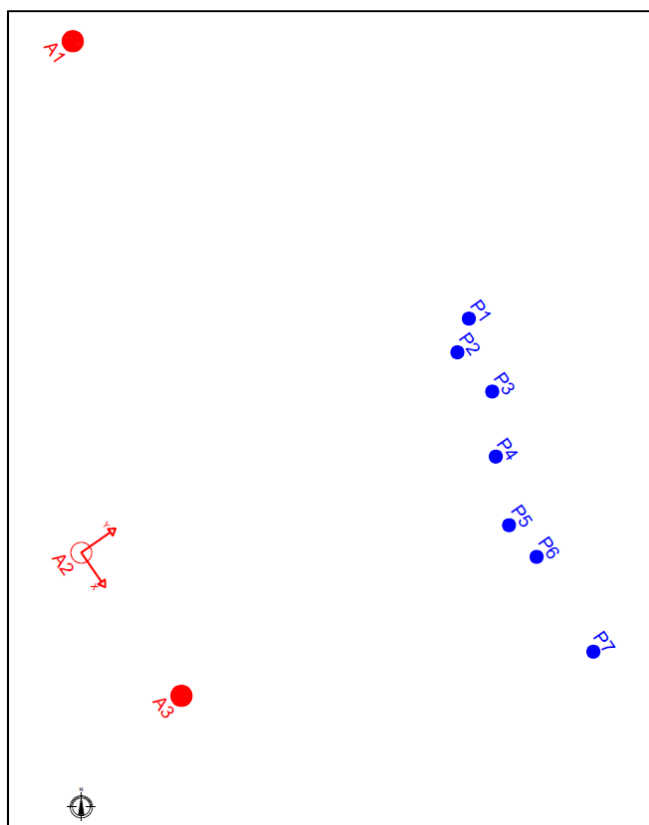


Figura 1.5.3.6.1 – Orvieto: Rete Geodetica zona 3 – Sistema di Riferimento Locale – Schema di lettura

Nella tabella che segue sono riportate le differenze cumulate delle letture dei prismi rispetto alla lettura di riferimento del Dicembre 2007.

Tabella 1.5.3.6.4 – Differenze cumulate (Lettura di riferimento: Rilievo del Dicembre 2007) della zona 3 Conce
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Codice	Δx (cm)	Δy (cm)	$\Delta x \Delta y$ (cm)	Δz (cm)
A01	-0.5	-2.2	2.3	-0.7
A02	0.0	0.0	0.0	-0.7
A03	0.2	0.0	0.2	0.0
P01	-2.5	-0.6	2.6	-0.1
P02	-0.6	-0.4	0.7	0.1
P03	-0.4	-0.4	0.6	-0.5
P04	0.1	0.3	0.3	0.3
P05	-0.6	-0.4	0.7	1.2
P06	-0.6	-0.7	0.9	-0.4
P07	-1.1	-0.8	1.4	0.0

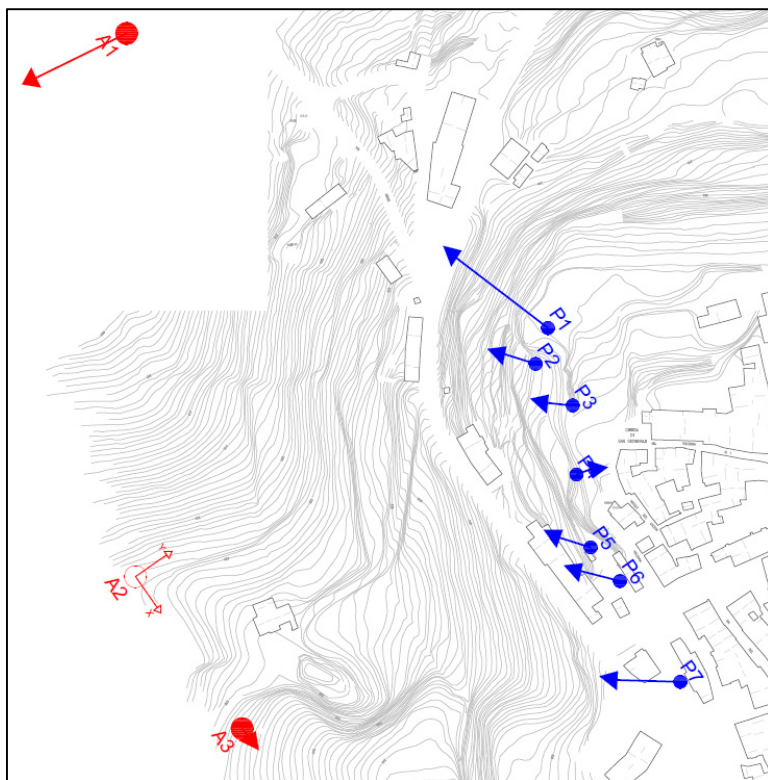


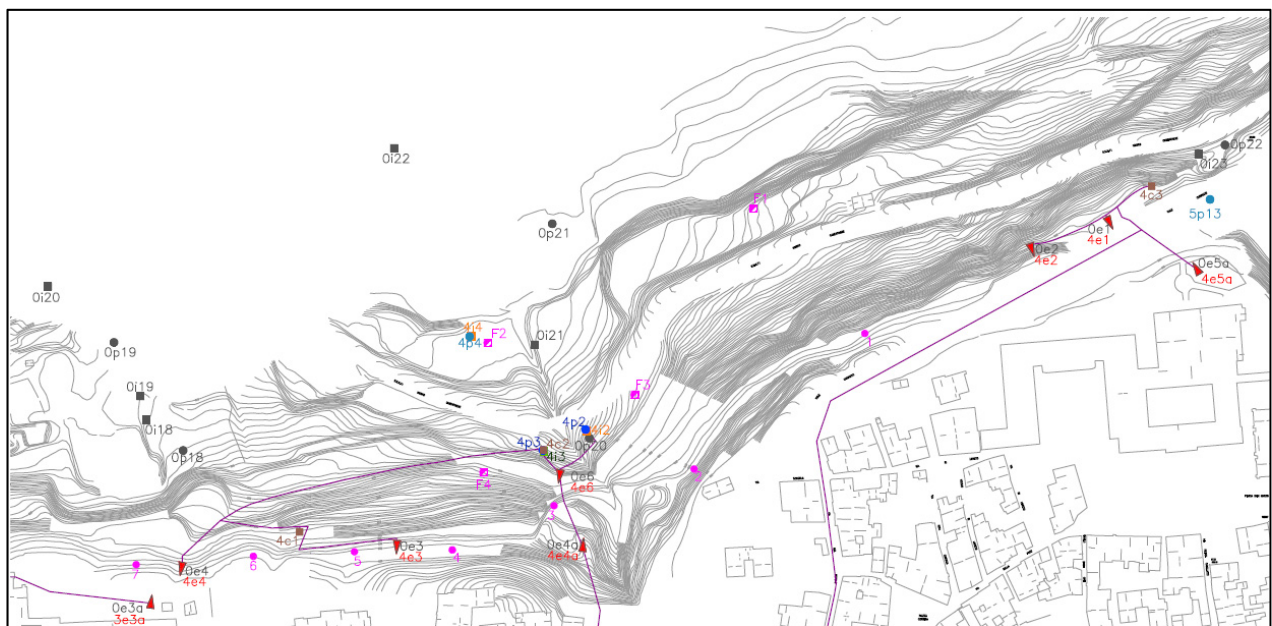
Figura 1.5.3.6.2 – Orvieto: Rete Geodetica zona 3 – Sistema di Riferimento Locale – Spostamenti

1.5.4 Zona 4 – Fosso San Benedetto

Nella zona, per il controllo di possibili spostamenti in profondità e in superficie, delle variazioni del livello statico della falda e per il controllo delle pareti tufacee della rupe, è stata installata una strumentazione ad acquisizione sia automatica che manuale costituita da sensori di tipologia diversa in modo da rispondere al meglio alle esigenze del monitoraggio (Figura 1.5.4.1).

In particolare:

- ✓ la strumentazione automatica è costituita complessivamente di n.7 estensimetri a corda vibrante, n. 1 inclinometro biassiale elettrolitico e 3 piezometri con cella di Casagrande; il loro stato di funzionamento viene evidenziato nella tabella 1.5.4.1;
- ✓ la strumentazione manuale conta la presenza di n.2 tubi inclinometrici, di n. 1 cella piezometrica e di una rete geodetica costituita da n. 4 pilastri GPS disposti sulla pendice e n. 7 prismi riflettori disposti in parete come meglio esposto nelle tabelle 1.5.4.2 e 1.5.4.3.



- | | |
|--|--------------------------------|
| ■ Op21 Strumentazione geotecnica antecedente il 1993 | ■ 4i2 Tubo inclinometrico |
| ■ 4c2 Centralina | ● 4p2 Piezometro automatico |
| — Rete acquisizione dati | ● 4p4 Piezometro manuale |
| ▶ 4ea4 Estensimetro automatico | ■ F3 Pilastrini rete geodetica |
| ■ 4i3 Inclinometro automatico | ● 1 Prismi riflettori |

Figura 1.5.4.1 – Orvieto: **Zona 4** Località Fosso San Benedetto – Ubicazione della strumentazione

Tabella 1.5.4.1 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica ad acquisizione **automatica** della zona 4 Fosso San Benedetto (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento							
			Funzionante		Anomalie e/o scollegato		Non funzionante e/o rimosso		No info aggiornate	
Estensimetri a base singola	2	7	1	5	1	1		1		
Estensimetri base tripla	5		4						1	
Inclinometri	1		1							
Piezometri	3		1		2					

Tabella 1.5.4.2 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica a lettura **manuale** della zona 4
Fosso San Benedetto (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale	Sato di funzionamento		
		Funzionante	Fuori uso	No info aggiornate
Tubi Inclinometrici	2	2		
Piezometri	1		1	

Tabella 1.5.4.3 – Struttura della sottorete geodetica della zona 4
Fosso San Benedetto (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Punti	Ubicazione	Strumentazione	Tipologia	N. Totale
Poligonale esterna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	1
Poligonale interna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	4
Punti di controllo	Parete	Prismi in parete	Prismi riflettori	7

Per completezza di informazione si riporta nella tabella 1.5.4.4 anche la quantità e la tipologia della strumentazione installata nel periodo antecedente il 1993 della quale non è stato possibile reperire la documentazione.

Tabella 1.5.4.4 – Struttura e situazione della strumentazione geotecnica installata antecedentemente il **1993** nella zona 4
Fosso San Benedetto

Tipologia	N. Totale	Sato di funzionamento		
		Funzionante	Fuori uso	Rimosso
Estensimetri	7			7
Inclinometri	5	5		
Piezometri	5	5		
<p><u>Note</u> Estensimetri: sono stati riqualificati e corrispondono a quelli automatici riportati nella Tab. 1.5.4.1.1. Inclinometri: OI18-OI19-OI20-OI21-OI22 e Piezometri: OP18-OP19-OP20-OP21-OP22 si conosce solo l'ubicazione e lo stato di funzionamento aggiornato a Dicembre 1992 che è riportata nella planimetria generale.</p>				

1.5.4.1 Misure estensimetriche

Nell'area risultano essere stati installati nel gennaio del 1995 n. 7 estensimetri a corda vibrante, di cui 5 a base tripla e 2 a base singola; 2 sono disposti alla sommità e 5 al piede della parete (Figura 1.5.3.1). Sono inoltre presenti n. 12 estensimetri nella zona del parcheggio posizionati al piede ed in sommità degli arconi che sostengono la strada di accesso alla cittadina in corrispondenza di Porta Romana.

L'acquisizione dei dati è di tipo automatico e affluiscono alle due centraline (4C1, 4C2, 4C3) ubicate rispettivamente davanti al muro di contenimento ad arco esistente al piede della parete della rupe e nella cantina del Convento del Buon Gesù. Gli estensimetri sono muniti di sensore del tipo a corda vibrante e misuratore di temperatura; la loro base di misura, così come il loro stato di funzionamento, sono descritte in tabella 1.5.3.1.1.

Tabella 1.5.4.1.1 – Estensimetri automatici della zona 4 Fosso San Benedetto ⇨ Centraline 4C1-4C2-4C3
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
4E01	4E01/1	01.01.1995	4C3	10.00	30.00	Il sensore è bloccato (ossidaz.cilindro)
	4E01/2	01.01.1995	4C3	20.00	30.00	
	4E01/3	01.01.1995	4C3	30.00	30.00	
4E02	4E02/1	01.01.1995	4C3	10.00	30.00	
	4E02/2	01.01.1995	4C3	20.00	30.00	
	4E02/3	01.01.1995	4C3	30.00	30.00	
4E03	4E03/1	01.01.1995	4C1	10.00	30.00	Sensore funzionante. Rimosso
	4E03/2	01.01.1995	4C1	20.00	30.00	
	4E03/3	01.01.1995	4C1	30.00	30.00	Sensore sostituito.
4E04	4E04/1	01.01.1995	4C1	10.00	30.00	Linea interrotta.
	4E04/2	01.01.1995	4C1	20.00	30.00	Sensore funzionante. Rimosso
	4E04/3	01.01.1995	4C1	30.00	30.00	
4E04A	4E04A	01.01.1995	4C2	20.00	20.00	
4E05A	4E05A	01.01.1995	4C3	20.00	20.00	Linea interrotta.
4E06	4E06/1	01.01.1995	4C2	20.00	60.00	
	4E06/2	01.01.1995	4C2	40.00	60.00	
	4E06/3	01.01.1995	4C2	60.00	60.00	

Estensimetro 4E01

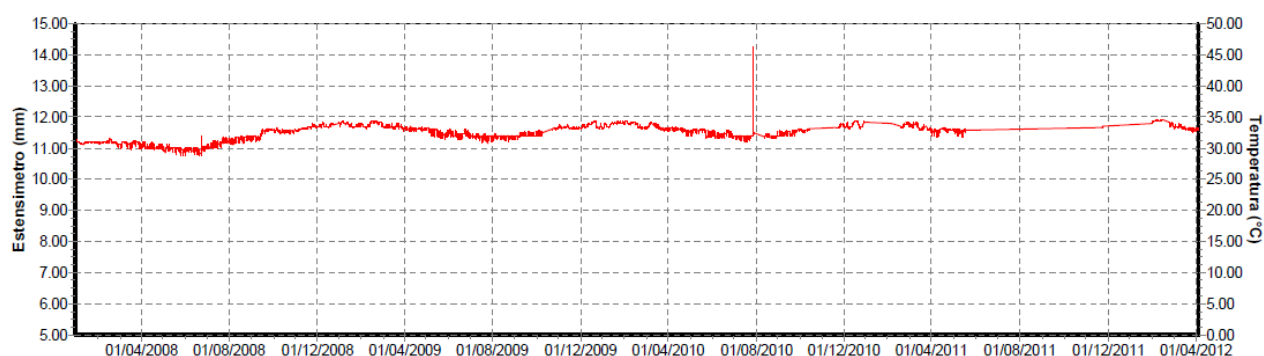


Fig. 1.5.4.1.1 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

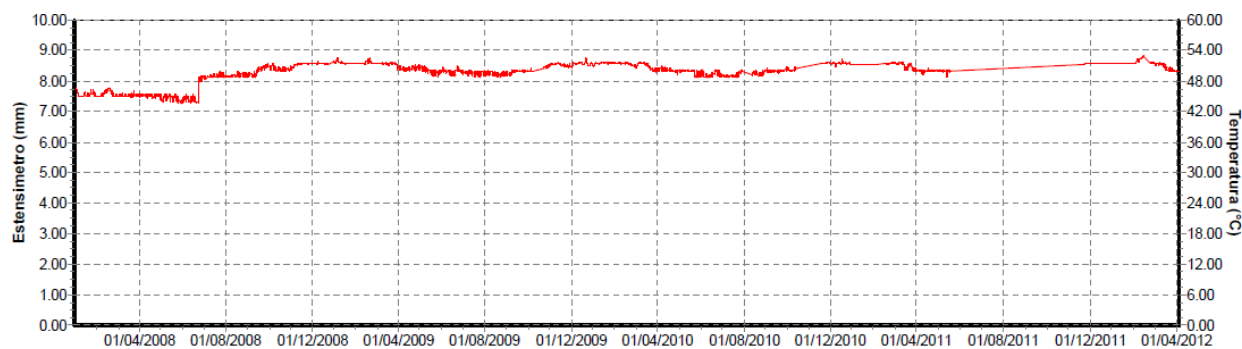


Fig. 1.5.4.1.1 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

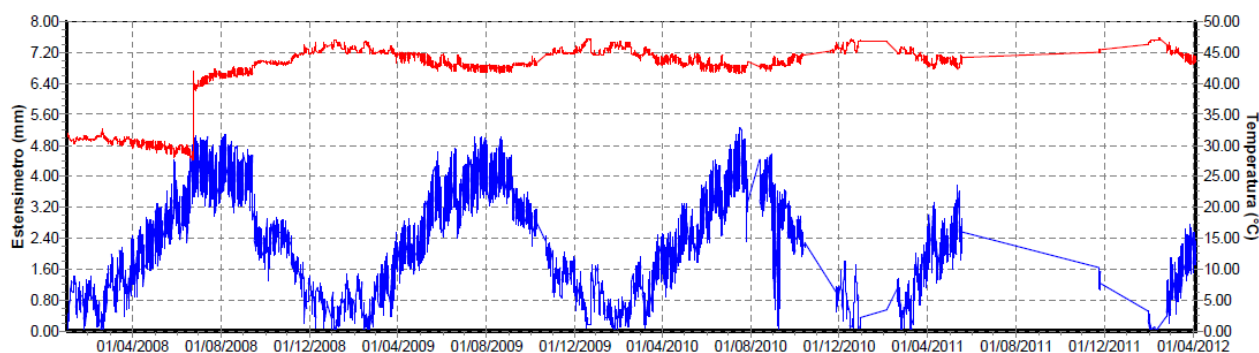


Fig. 1.5.4.1.3 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

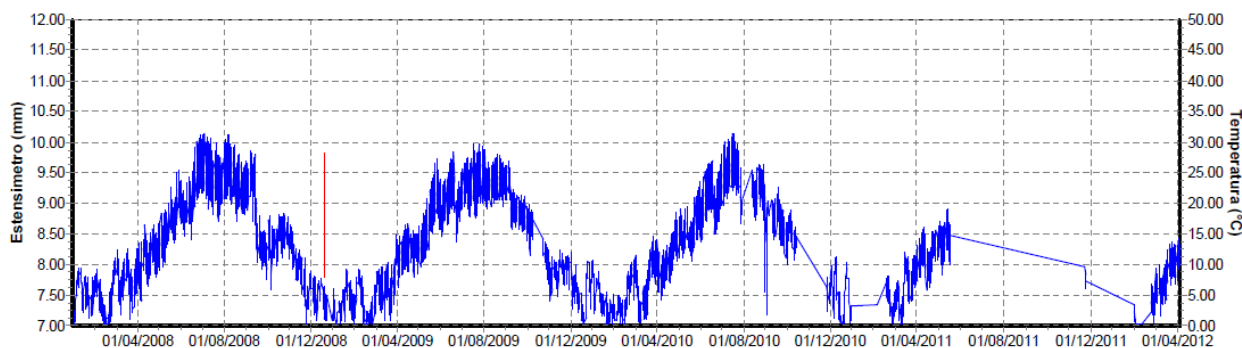
Estensimetro 4E02

Fig. 1.5.4.1.4 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

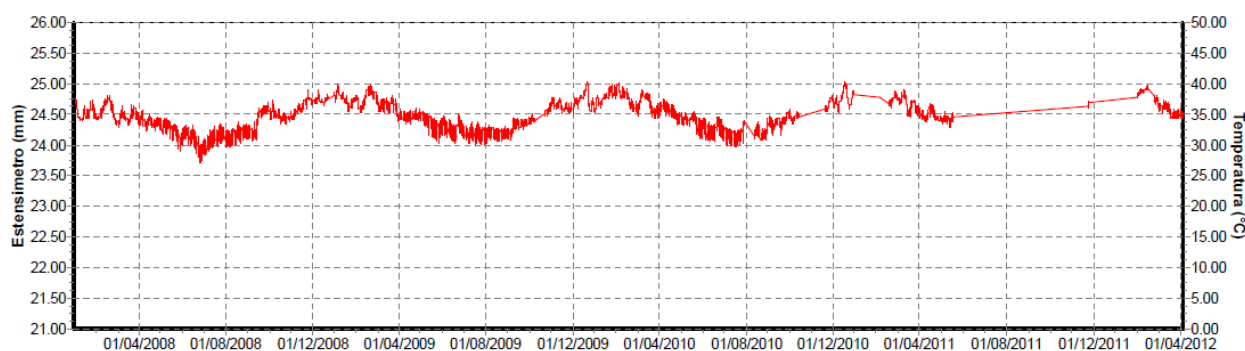


Fig. 1.5.4.1.5 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

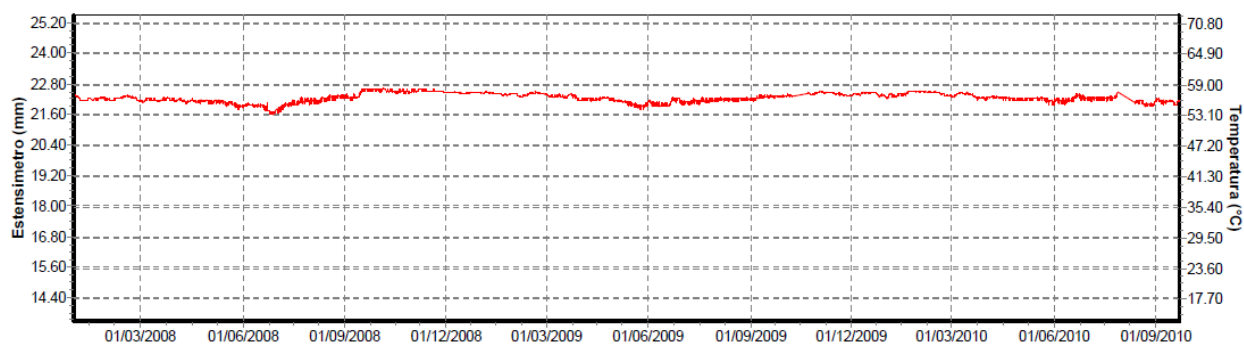


Fig. 1.5.4.1.6 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

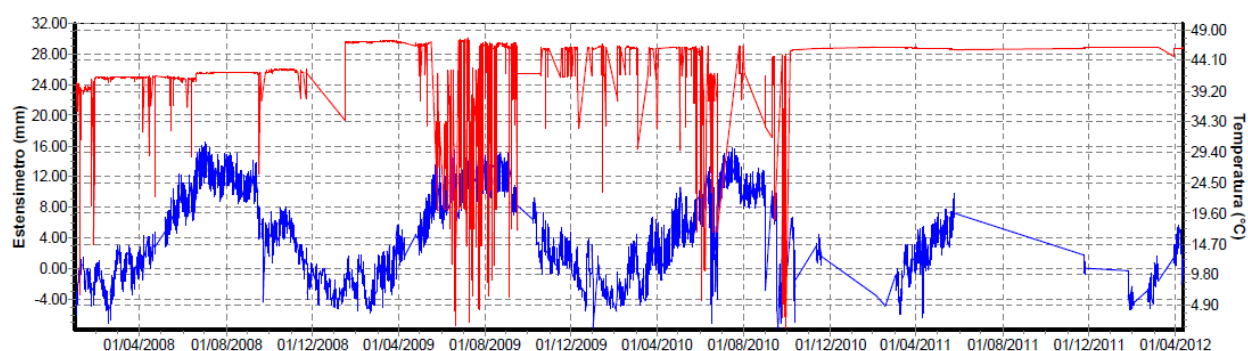
Estensimetro 4E03

Fig. 1.5.4.1.7 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

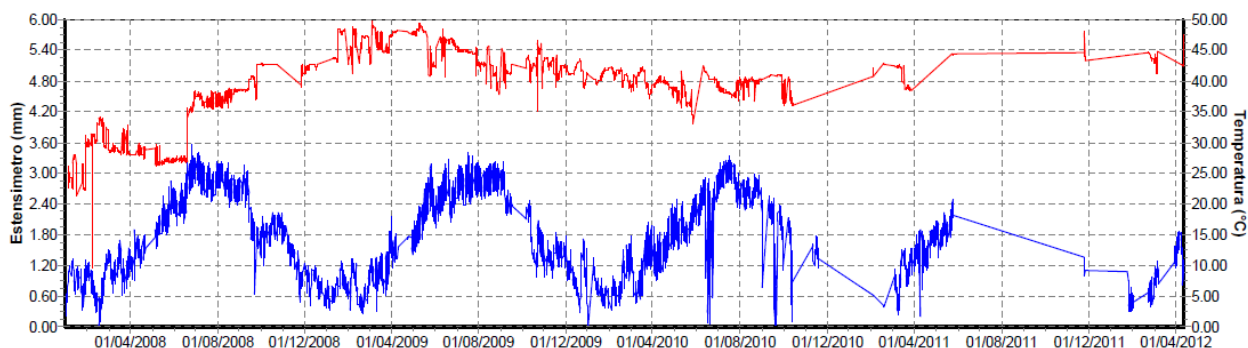


Fig. 1.5.4.1.8 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

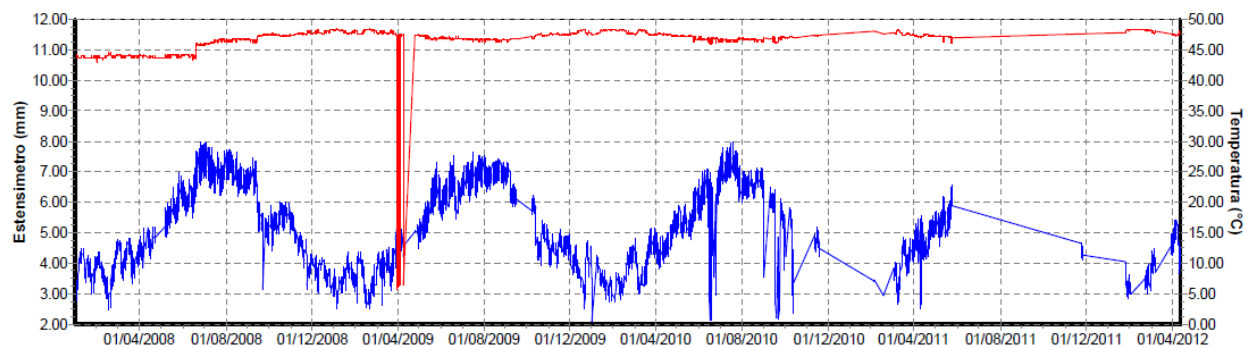
Estensimetro 4E04

Fig. 1.5.4.1.9 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

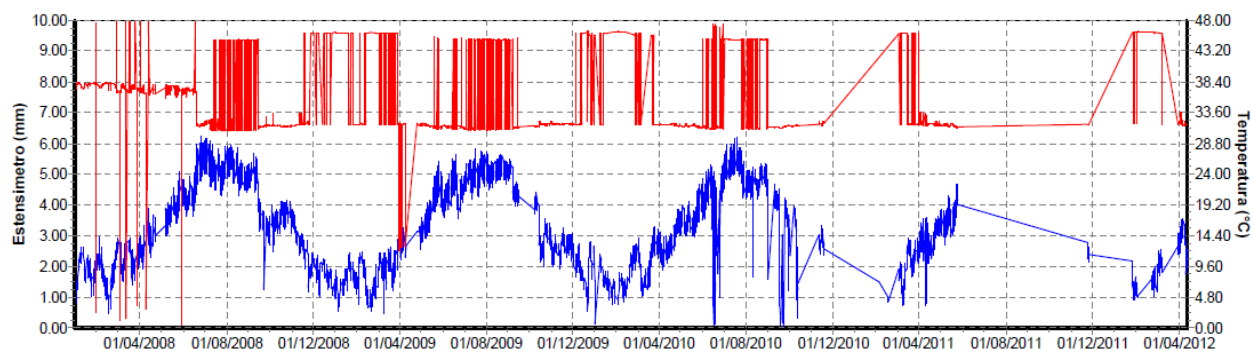


Fig. 1.5.4.1.10 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

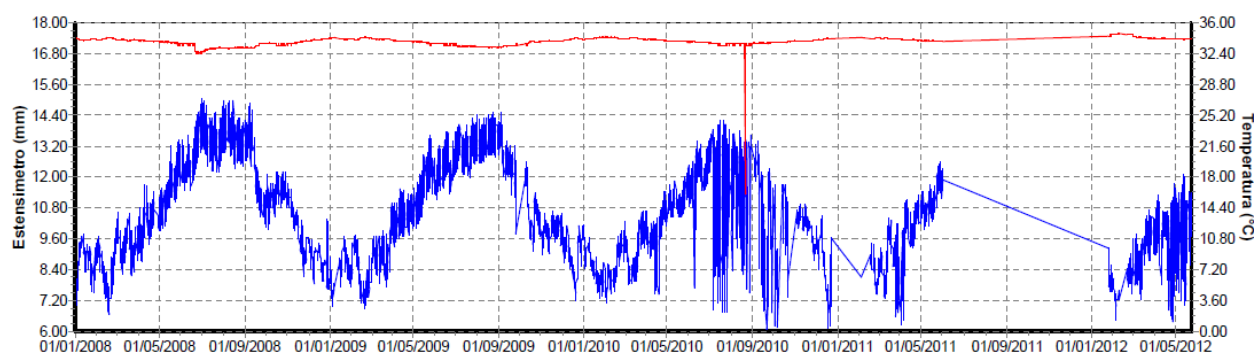
Estensimetro 4E06

Fig. 1.5.4.1.11 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

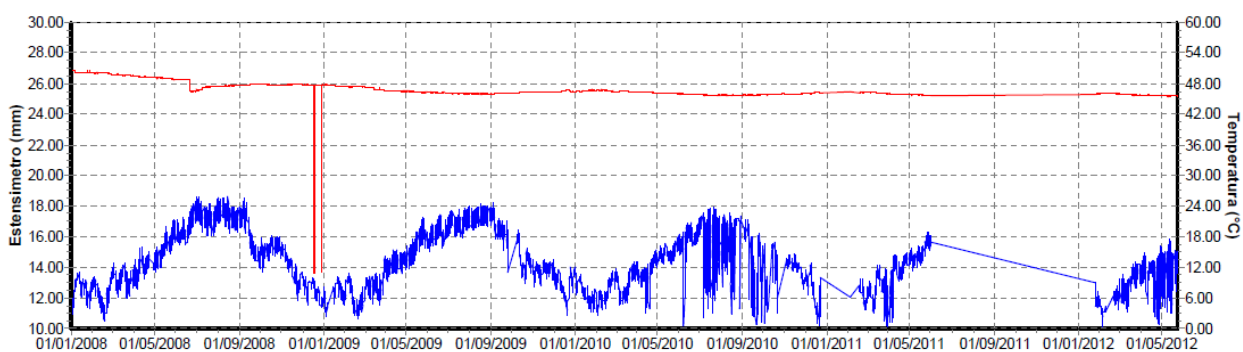


Fig. 1.5.4.1.12 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

Al fine di un controllo delle grandezze acquisite automaticamente, ciascun sensore estensimetrico è dotato di un dispositivo per la lettura anche di tipo manuale. Le informazioni così ricavate manualmente, nel periodo 2003 – 2008, sono riportate in tabella 1.5.4.1.2.

*Tabella 1.5.4.1.2 – Estensimetri automatici – Letture di controllo manuali della zona 4
Fosso San Benedetto (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Codice Strumento	Codice Sensore	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Spostamento (mm)	Data	Spostamento (mm)	
4E01	4E01/1	13.03.2003	34.19	17.11.2008	36.09	17
	4E01/2	13.03.2003	41.16	17.11.2008	46.81	17
	4E01/3	13.03.2003	32.80	17.11.2008	36.55	17
4E02	4E02/1	10.09.2003	36.02	23.11.2007	35.96	9
	4E02/2	10.09.2003	40.26	23.11.2007	43.43	13
	4E02/3	10.09.2003	40.01	23.11.2007	42.16	12
4E03	4E03/1	13.03.2003	38.98	17.11.2008	41.12	19
	4E03/2	13.03.2003	35.91	17.11.2008	39.15	23
	4E03/3	13.03.2003	10.38	24.05.2005	10.30	7
4E04	4E04/1	18.03.2003	9.45	17.11.2008	22.31	17
	4E04/2	18.03.2003	-3.10	20.05.2005	-2.98	7
	4E04/3	18.03.2003	37.71	17.11.2008	40.84	17
4E05A	4E05A	19.05.2004	58.80	26.06.2007	58.16	11
4E06	4E06/1	13.03.2003	54.26	17.11.2008	58.80	17
	4E06/2	13.03.2003	55.42	17.11.2008	63.59	17
	4E06/3	13.03.2003	51.79	17.11.2008	58.29	17

1.5.4.2 Misure inclinometriche

Le diverse fonti consultate e la strumentazione analizzata sono raccolte nelle tabelle 1.5.4.2.2 e 1.5.4.2.3.

In questa area risulta essere stato installato 1 inclinometro biassiale elettrolitico. Le caratteristiche generali e il suo stato di funzionamento è riportato nella tabella 1.5.4.2.1.

Come riportato nelle specifiche tabelle per questo tipo di inclinometro sono state effettuate, prima delle loro messa in opera, delle letture con sonda manuale per la definizione della zona in cui posizionare gli strumenti.

Nel tempo, ove possibile, alcuni di loro sono stati rimossi per effettuare misure di controllo e la manutenzione degli strumenti.

Tabella 1.5.4.2.1 – Inclinometri automatici della zona 4 Fosso San Benedetto ⇨ Centralina 4C2
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
4I03	4I03A	01.01.1995	4C2	8.00	21.00	
	4I03B	01.01.1995	4C2	10.00	21.00	

Inclinometro 4I03

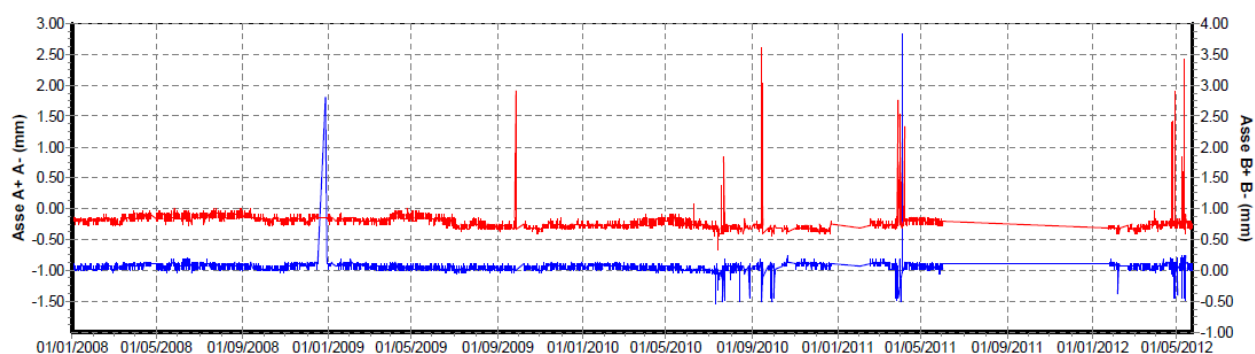


Fig. 1.5.4.2.1 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

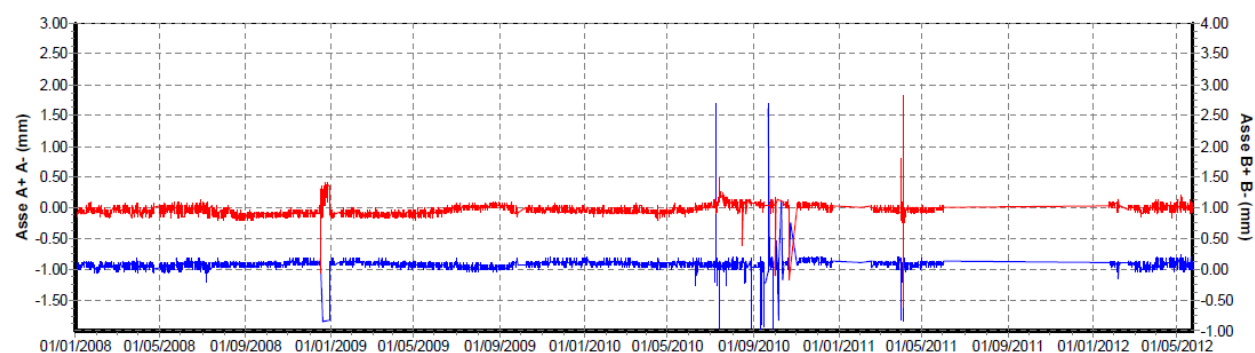


Fig. 1.5.4.2.2 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

Tabella 1.5.4.2.2 – Caratteristiche degli inclinometri della zona 4 Fosso San Benedetto

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota (m.s.l.m.)	Azimut ° Guida A ⁺ da Nord (Lett. di zero)	Letture di zero	Letture N°	Fonte e Anno di riferimento
I02	SBd_I02	21.50		58	18.03.1994	4	Osservatorio della Rupe anno 1994
I02	SBd_I02	21.00			13.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I03*	SBd_I03	21.00		64	18.03.1994	4	Osservatorio della Rupe anno 1994
I03*	SBd_I03	21.00			21.04.2005	4	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008
I04	SBd_I04	24.00		52	18.03.1994	4	Osservatorio della Rupe anno 1994
I04	SBd_I04	24.00			13.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 -2008

Nota:

* Inclinometro automatico corredato di due sensori.

Tabella 1.5.4.2.3 – Letture inclinometriche manuali della zona 4 Fosso San Benedetto
(Fonte Osservatorio della Rupe Anno 1992 -1994)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I02	21.50	18.03.1994	16.07.1994	22.09.1994	27.10.1994					
I03*	21.00	18.03.1994	15.07.1994	21.09.1994	27.10.1994					
I04	24.00	18.03.1994	16.07.1994	21.09.1994	27.10.1994					

Nota:

* Inclinometro automatico corredato di due sensori.

Sono stati individuati anche i seguenti strumenti dei quali si conosce, al momento, la sola ubicazione topografica OI18-OI19-OI20-OI21-OI22.

Tabella 1.5.4.2.4 – Letture inclinometriche manuali della zona 4 Fosso San Benedetto
(Fonte Osservatorio della Rupe Anno 2003 - 2008)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I02	21.00	13.05.2003	02.08.2004	08.03.2005	02.08.2005	07.04.2006	14.09.2006	30.03.2007	13.09.2007	04.04.2008
I03*	21.00	21.04.2005	27.04.2006	17.05.2007	16.06.2008					
I04	24.00	13.05.2003	03.08.2004	09.03.2005	02.08.2005	04.04.2006	06.09.2006	30.03.2007	13.09.2007	04.04.2008

Nota:

* Inclinometro automatico corredato di due sensori.

Sono stati individuati anche i seguenti strumenti dei quali si conosce, al momento, la sola ubicazione topografica OI18-OI19-OI20-OI21-OI22.

Inclinometro SBd I02

Le letture risultano affette da errori sistematici per cui solo dopo un trattamento dei dati, con l'eliminazione di questi, si potrà meglio interpretare quanto fornito dallo strumento; tuttavia non sembrano essere presenti deformazioni.

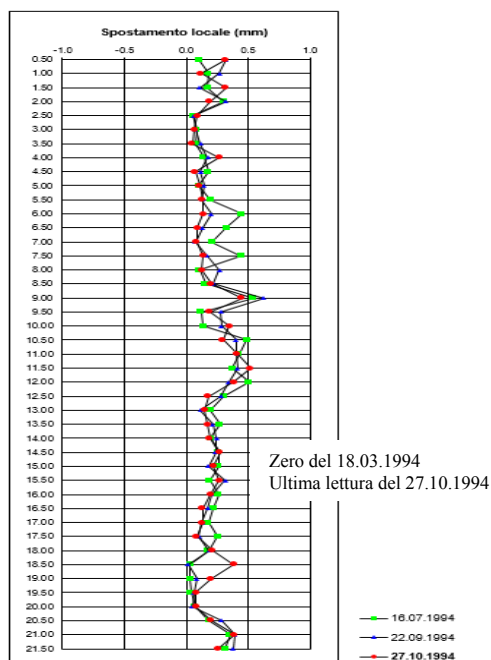


Fig. 1.5.4.2.3 **SBd_I02** *Grafici degli spostamenti locali*
Fonte: Osservatorio della Rupe

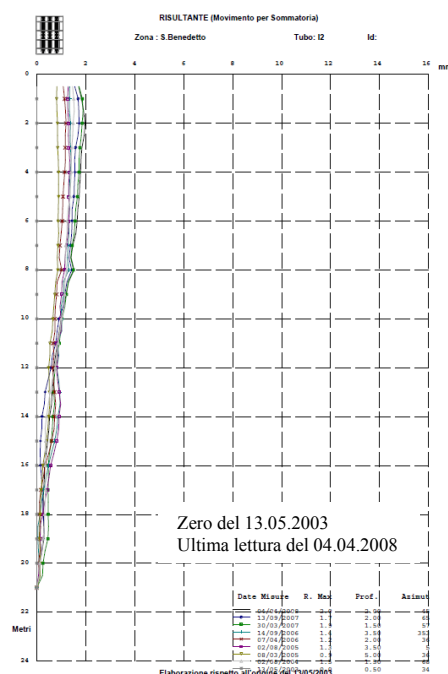


Fig. 1.5.4.2.4 **SBd_I02** *Grafici degli spostamenti totali*
Fonte: Osservatorio della Rupe

		SBd_I02		
Lettura dello zero		18.03.94	13.05.03	
Ultima lettura		27.10.94	04.04.08	
N. Tot. letture effettuate		4	9	
Profondità del tubo (m)		21.50	21.00	
Passo di lettura (m)		0.50	0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-	
	Risultante (mm)	-	-	
	Errore stimato (mm)	-	-	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	18.5 – 20.0	19.0 – 21.0	
	Risultante (mm)	0.38	0.50	
	Errore stimato (mm)	1.05	0.76	
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.13	-	
		10.78	-	

Inclinometro SBd 103

Le letture risultano affette da errori sistematici per cui solo dopo un trattamento dei dati, con l'eliminazione di questi, si potrà meglio interpretare quanto fornito dallo strumento; tuttavia non sembrano essere presenti deformazioni se non una a circa 2.5 metri dal p.c. di entità irrilevante.

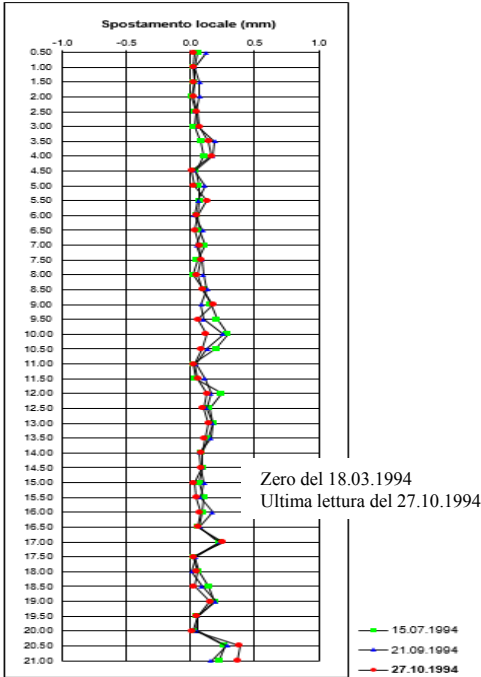


Fig. 1.5.4.2.5 SBd_103 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

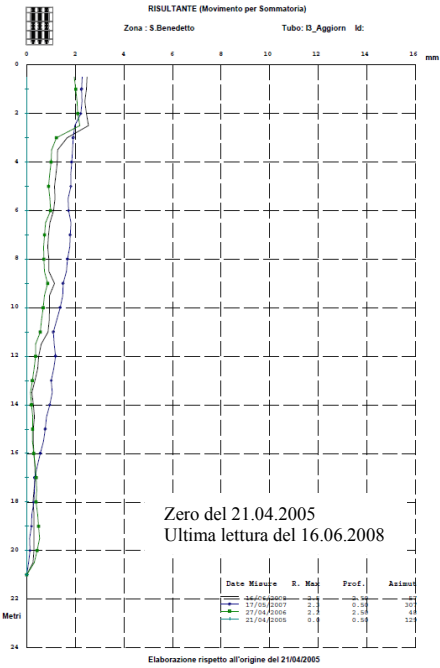


Fig. 1.5.4.2.6 SBd_103 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		SBd_103	
Lettura dello zero		18.03.94	21.04.05
Ultima lettura		27.10.94	16.06.08
N. Tot. letture effettuate		4	4
Profondità del tubo (m)		21.00	21.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.97	-
		8.90	-

Inclinometro SBd 104

Le letture risultano affette da errori sistematici per cui solo dopo un trattamento dei dati, con l'eliminazione di questi, si potrà meglio interpretare quanto fornito dallo strumento; tuttavia non sembrano essere presenti deformazioni.

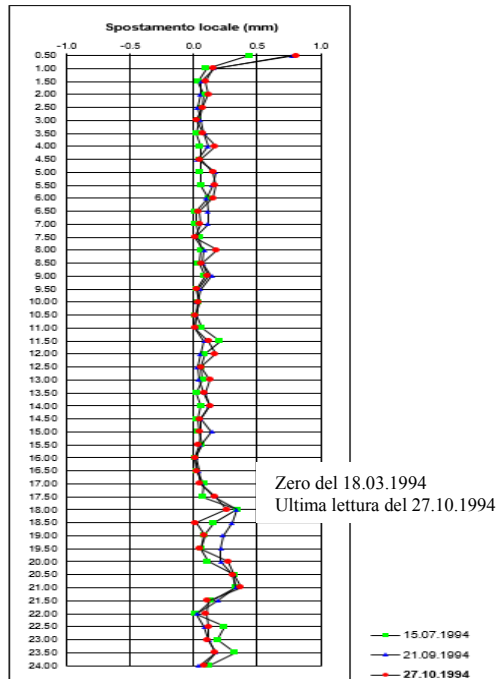


Fig. 1.5.4.2.7 SBd_I04 Grafici degli spostamenti locali

Fonte: Osservatorio della Rupe

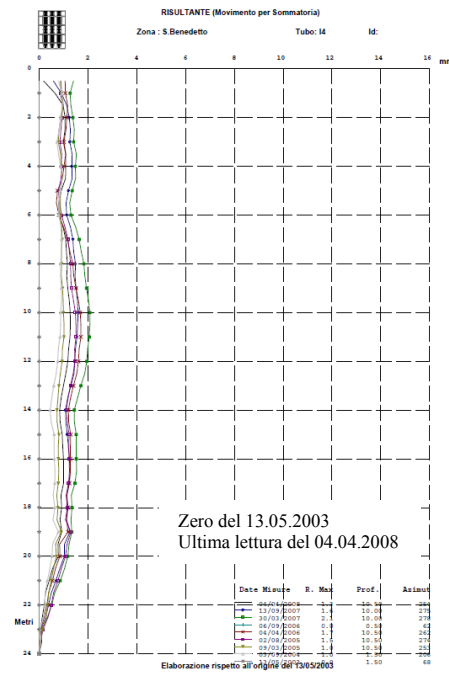


Fig. 1.5.4.2.8 SBd_I04 Grafici degli spostamenti totali

Fonte: Osservatorio della Rupe

		SBd_I04	
Lettura dello zero		18.03.94	13.05.03
Ultima lettura		27.10.94	04.04.08
N. Tot. letture effettuate		4	9
Profondità del tubo (m)		24.00	24.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	21.0 – 22.0	20.0 – 23.0
	Risultante (mm)	0.37	1.25
	Errore stimato (mm)	1.05	1.33
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.05	-
		7.97	-

1.5.4.3 Misure piezometriche

I piezometri presenti nella zona sono complessivamente 4 di cui 3 a lettura automatica.

Tabella 1.5.4.3.1 – Piezometri automatici della zona 4 Fosso San Benedetto ⇨ Centralina 4C2
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Lettura freaticometrica (m)	Quota di riposizionamento (m)	Note
4P01	01.01.1995	4C2	59.00	65.00	61.50	-1.30	Anom. sul segnale
4P02	01.01.1995	4C2	12.00	18.00	8.10	12.00	Anom. sul segnale
4P03	01.01.1995	4C2	15.00	15.00	11.00	15.00	

Piezometro 4P03

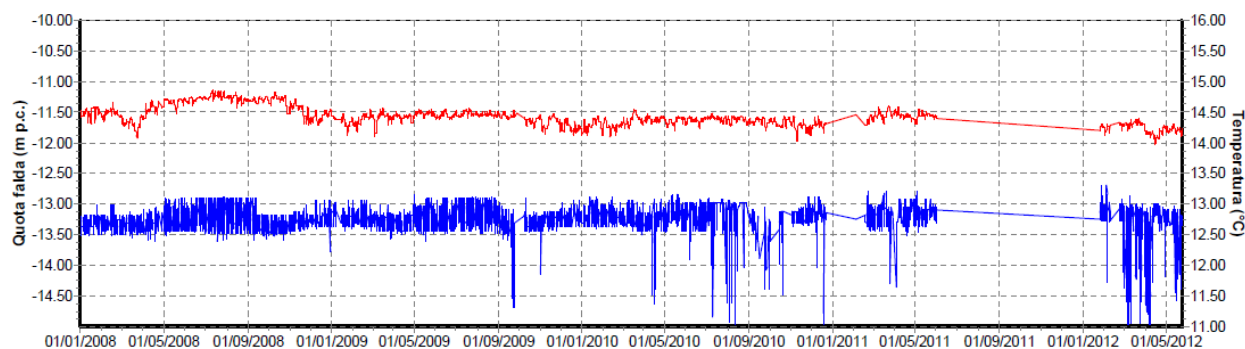


Fig. 1.5.4.3.1 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Nel periodo compreso tra il 2003 ed il 2008 sempre da parte dell'Osservatorio della Rupe di Orvieto, è stata condotta una campagna di letture piezometriche manuali delle quali, di seguito, si riportano i valori riscontrati all'inizio ed alla fine del periodo di controllo (tab. 1.5.4.3.2).

Tabella 1.5.4.3.2 – Strumentazione piezometrica manuale – Campagna di indagine a lettura manuale della zona 4 Fosso San Benedetto (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
4P04	-20.00	19.09.2003	-18.22	09.03.2005	-18.01	4

Per quanto attiene i piezometri a lettura automatica sono state effettuate delle misure di controllo manuali (lettura diretta con freatimetro) i cui dati sono anche essi riportati nella tabella che segue (tab. 1.5.4.3.3).

*Tabella 1.5.4.3.3 – Piezometri automatici – Letture di controllo manuali della zona 4
Fosso San Benedetto (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
4P01		07.10.2003	-51.64	27.08.2008	-38.60	10
4P02		13.05.2003	-7.95	27.08.2008	-7.98	13
4P03		19.09.2003	-10.98	27.08.2008	-11.08	10

Di seguito si riportano i grafici dei piezometri a lettura manuale relativi al periodo 2003-2008.

Piezometro 4P04

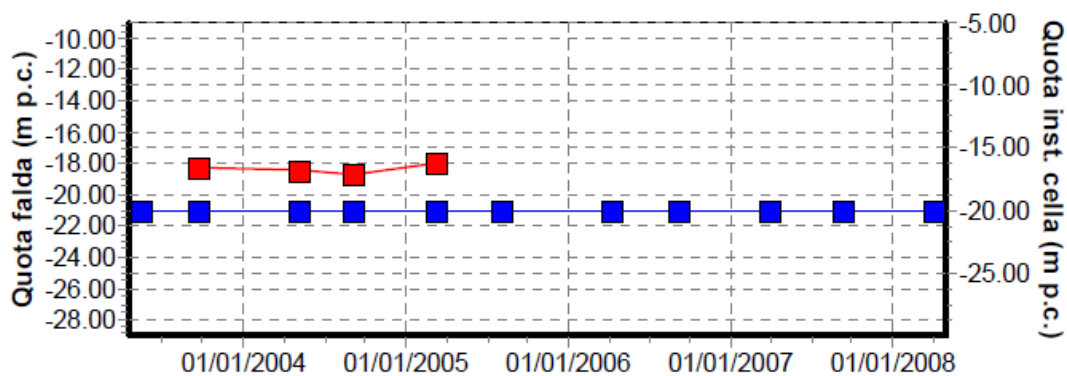


Fig. 1.5.4.3.2 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

1.5.4.4 Rilievi geodetici

La rete geodetica di questa zona si compone di 4 punti di controllo GPS interni ubicati nella pedice sottostante la Rupe e da 7 prismi ottici posizionati sulla parte tufacea in corrispondenza del ciglio della Rupe stessa. in modo da avere una copertura ottimale dell'intera area da sottoporre a controllo. Si ricorda che le reti locali, come questa, sono riferite alla rete di caposaldi GPS esterni disposti a convenevole distanza dalle pendici della Rupe.

Le tabelle che seguono riportano i dati caratteristici di partenza e i dati osservati nell'anno 2007.

*Tabella 1.5.4.4.1 – Sottorete dei punti della zona 4 Fosso San Benedetto – Coordinate in WGS84 – Geografiche
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Punti	Coordinate			σ (mm)			Corr. (%)		
	Latitudine	Longitudine	Altezza (m)	N	E	H	NE	NH	EH
F	42°43'41.91137"N	12°06'06.67292"E	194.88289	0	0	0	0	0	0
F1	42°43'20.03989"N	12°06'34.96954"E	288.99042	1.2	1.3	5.1	38	45	33
F2	42°43'17.36436"N	12°06'28.36659"E	278.57345	2.7	2	5.6	23	8	36
F3	42°43'16.49237"N	12°06'32.12949"E	291.90216	2.4	2.7	9.6	38	41	15
F4	42°43'14.94875"N	12°06'28.37552"E	299.0857	3.2	1.8	6.1	29	29	22

*Tabella 1.5.4.4.2 – Sottorete dei punti della zona 4 Fosso San Benedetto – Coordinate in WGS84 – Cartesiane
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Punti	Coordinate (m)			σ (mm)			Corr. (%)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	XY	XZ	YZ
F	4588341.435	983810.4335	4305511.4	0	0	0	0	0	0
F1	4588721.759	984550.4487	4305079.438	3.3	1.6	3.9	61	90	71
F2	4588800.56	984413.6981	4305011.715	4.2	2.3	4.4	51	59	58
F3	4588810.024	984503.2953	4305000.989	6.4	3	7.4	44	89	60
F4	4588864.699	984427.6656	4304970.867	4.3	2.1	5.4	44	57	52

*Tabella 1.5.4.4.3 – Coordinate nel Sistema di riferimento locale della rete geodetica della zona 4 Fosso San Benedetto
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Codice	X (m)	Y (m)	Z (m)
F01	0.0	171.411	10.408
F02	0.0	0.0	0.0
F03	64.818	62.069	13.270
F04	65.406	-35.726	20.446
P01	93.064	196.320	53.285
P02	118.324	73.329	58.234
P03	100.783	-8.273	39.923
P04	97.080	-72.048	49.813
P05	72.615	-122.843	49.048
P06	48.617	-176.019	52.747
P07	22.451	-238.460	49.997

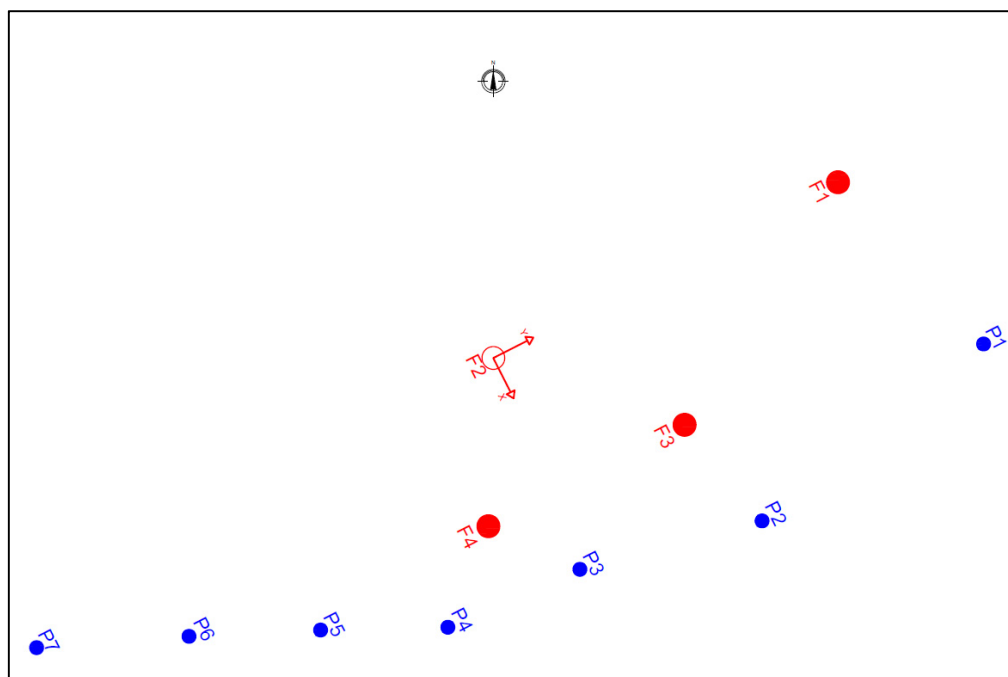


Figura 1.5.4.4.1 – Orvieto: Rete Geodetica zona 4 – Sistema di Riferimento Locale – Schema di lettura

Nella tabella che segue sono riportate le differenze cumulate delle letture dei prismi rispetto alla lettura di riferimento del Dicembre 2007.

Tabella 1.5.4.4.4 – Differenze cumulate (Lettura di riferimento: Rilievo del Dicembre 2007) della zona 4 Fosso San Benedetto (Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Codice	Δx (cm)	Δy (cm)	$\Delta x \Delta y$ (cm)	Δz (cm)
F01	0.0	-0.5	0.5	0.4
F02	0.0	0.0	0.0	0.0
F03	0.5	-0.2	0.5	0.5
F04	-0.1	-0.3	0.3	0.7
P01	-0.2	-0.6	0.6	-1.2
P02	-0.7	0.3	0.8	-0.1
P03	0.4	0.2	0.4	-0.1
P04	0.3	0.2	0.4	-1.1
P05	0.7	0.4	0.8	0.6
P06	-0.1	0.3	0.3	-0.1
P07	0.5	0.3	0.6	0.1

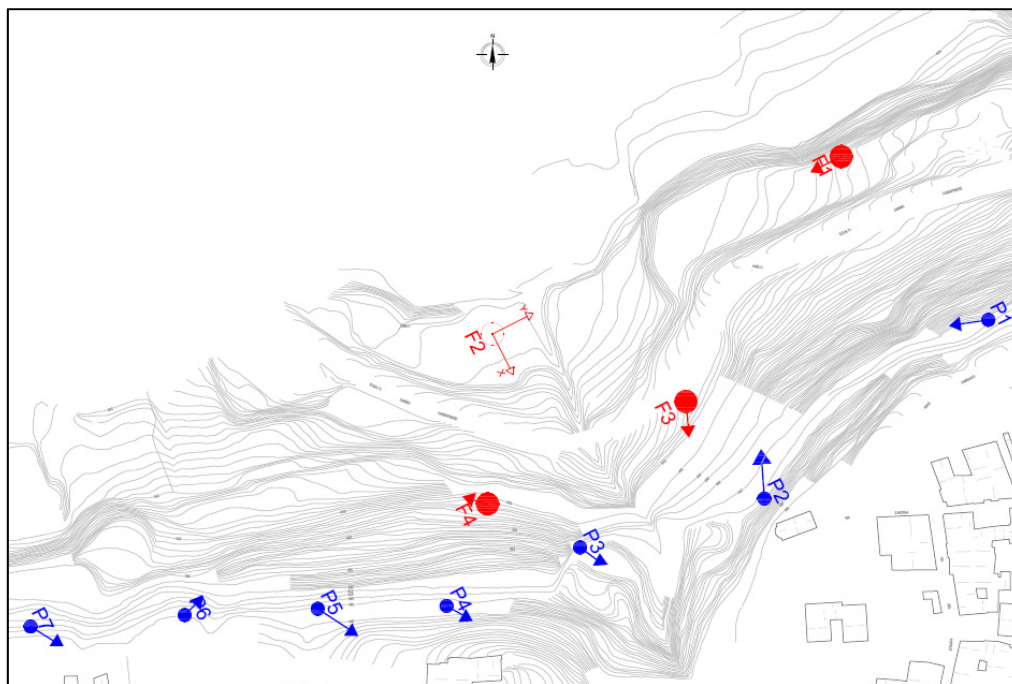


Figura 1.5.4.4.2 – Orvieto: Rete Geodetica zona 4 – Sistema di Riferimento Locale – Spostamenti

1.5.5 Zona 5 – Porta Cassia – Fosso San Zero

Nella zona, per il controllo di possibili spostamenti in profondità e in superficie, delle variazioni del livello statico della falda e per il controllo delle pareti tufacee della rupe, è stata installata una strumentazione ad acquisizione sia automatica che manuale costituita da sensori di tipologia diversa in modo da rispondere al meglio alle esigenze del monitoraggio (Figura 1.5.5.1).

In particolare:

- ✓ la strumentazione automatica è costituita complessivamente di n.5 estensimetri a corda vibrante, 5 inclinometri biassiali elettrolitici e 15 piezometri con cella di Casagrande; il loro stato di funzionamento viene evidenziato nella tabella 1.5.5.1;
- ✓ la strumentazione manuale conta la presenza di n. 22 tubi inclinometrici, di n. 14 celle piezometriche e di una rete geodetica costituita da n. 4 pilastri GPS disposti sulla pendice e n. 7 prismi riflettori disposti in parete come meglio esposto nelle tabelle 1.5.5.2 e 1.5.5.3.

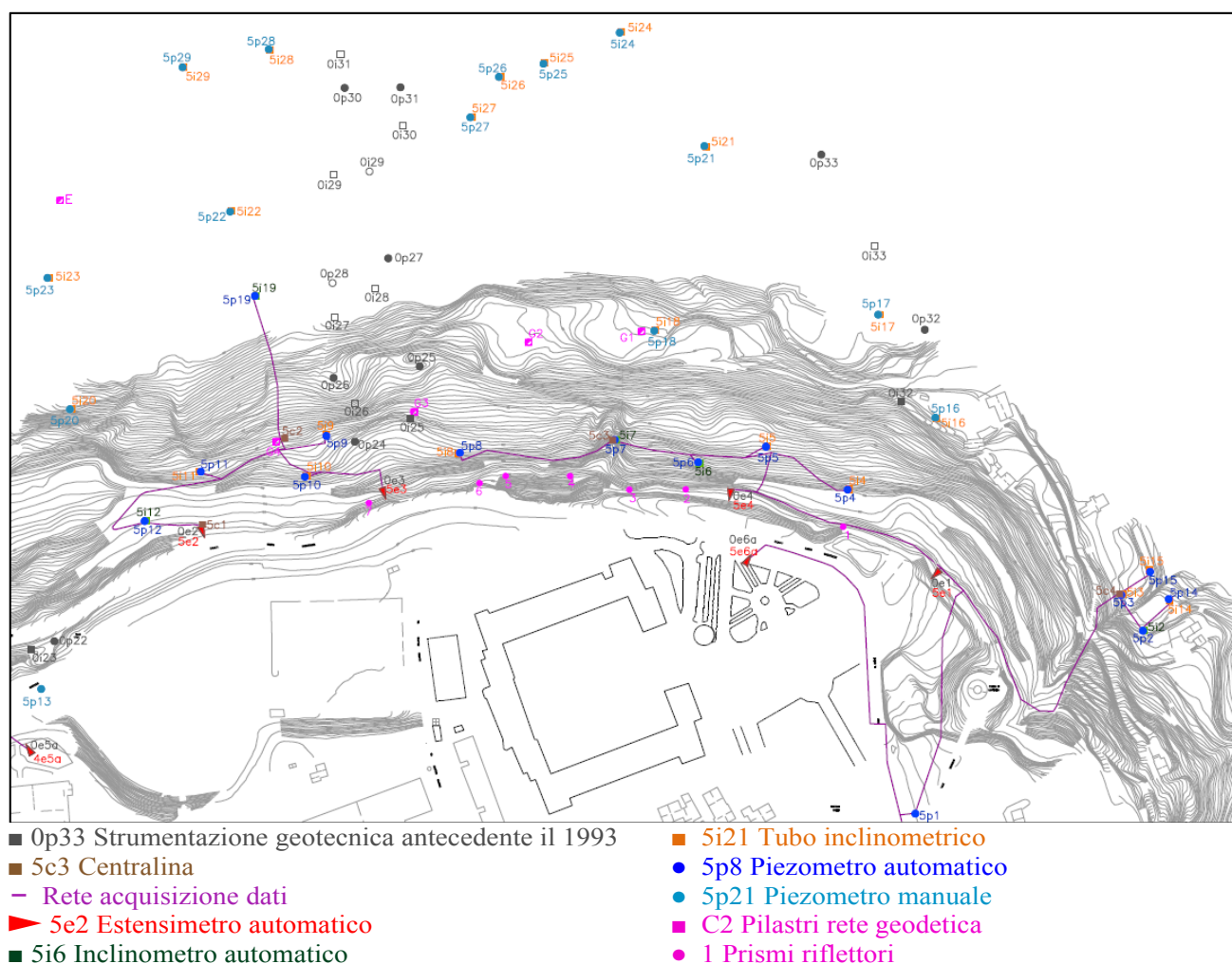


Figura 1.5.5.1 – Orvieto: Orvieto: **Zona 5** Località Porta Cassia – Fosso San Zero – Ubicazione della strumentazione

Tabella 1.5.5.1 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica ad acquisizione **automatica** della zona 5
Porta Cassia – Fosso San Zero (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento			
			Funzionante	Anomalie e/o scollegato	Non funzionante e/o rimosso	No info aggiornate
Estensimetri a base singola	1	5	3	1	1	
Estensimetri base tripla	4				1	
Inclinometri	5		4		1	
Piezometri	15		15			

Tabella 1.5.5.2 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica a lettura **manuale** della zona 5
Porta Cassia – Fosso San Zero (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento		
			Funzionante	Fuori uso	No info aggiornate
Tubi Inclinometrici	22		18	4	
Piezometri	14		12	2	

Tabella 1.5.5.3 – Struttura della sottorete geodetica della zona 5
Porta Cassia – Fosso San Zero (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Punti	Ubicazione	Strumentazione	Tipologia	N. Totale
Poligonale esterna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	1
Poligonale interna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	4
Punti di controllo	Parete	Prismi in parete	Prismi riflettori	7

Per completezza di informazione si riporta nella tabella 1.5.5.4 anche la quantità e la tipologia della strumentazione installata nel periodo antecedente il 1993 della quale non è stato possibile reperire la documentazione.

Tabella 1.5.5.4 – Struttura e situazione della strumentazione geotecnica installata antecedentemente il **1993** nella zona 5
Porta Cassia – Fosso San Zero (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento		
			Funzionante	Fuori uso	Rimosso
Estensimetri	5				5
Inclinometri	11		4	7	
Piezometri	11		8	3	

Note

Estensimetri: sono stati riqualificati e corrispondono a quelli automatici riportati nella Tab. 1.5.5.1.1.

Inclinometri: OI23-OI24-OI25-OI26-OI27-OI28-OI29-OI30-OI31-OI32-OI33 e **Piezometri:** OP23-OP24-OP25-OP26-OP27-OP28-OP29-OP30-OP31-OP32-OP33 si conosce solo l'ubicazione e lo stato di funzionamento aggiornato a Dicembre 1992 che è riportata nella planimetria generale.

1.5.5.1 Misure estensimetriche

Nell'area risultano essere stati installati nel gennaio del 1995 n. 5 estensimetri a corda vibrante, di cui 4 a base tripla e 1 a base singola; 1 è disposto alla sommità e 4 al piede della parete (Figura 1.5.5.1). L'acquisizione dei dati è di tipo automatico e affluiscono alle tre centraline (5C1, 5C2, 5C3) ubicate al piede della Rupe. Gli estensimetri sono muniti di sensore del tipo a corda vibrante e misuratore di temperatura; la loro base di misura, così come il loro stato di funzionamento, sono descritte in tabella 1.5.5.1.1.

Tabella 1.5.5.1.1 – Estensimetri automatici della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero → Centraline 5C1-5C2-5C3
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
5E01	5E01/1	01.01.1995	5C3	10.00	30.00	
	5E01/2	01.01.1995	5C3	20.00	30.00	
	5E01/3	01.01.1995	5C3	30.00	30.00	
5E02	5E02/1	01.01.1995	5C1	20.00	60.00	
	5E02/2	01.01.1995	5C1	40.00	60.00	
	5E02/3	01.01.1995	5C1	60.00	60.00	
5E03	5E03/1	01.01.1995	5C2	20.00	60.00	Anomalie sul segnale. Linea ricablata.
	5E03/2	01.01.1995	5C2	40.00	60.00	Anomalie sul segnale. Linea ricablata.
	5E03/3	01.01.1995	5C2	60.00	60.00	Anomalie sul segnale. Linea ricablata.
5E04	5E04/1	01.01.1995	5C3	10.00	30.00	
	5E04/2	01.01.1995	5C3	20.00	30.00	
	5E04/3	01.01.1995	5C3	30.00	30.00	
5E06A	5E06A	01.01.1995	5C3	20.00	20.00	Sensore guasto rimosso. Postazione strum. n.s.

Estensimetro 5E01

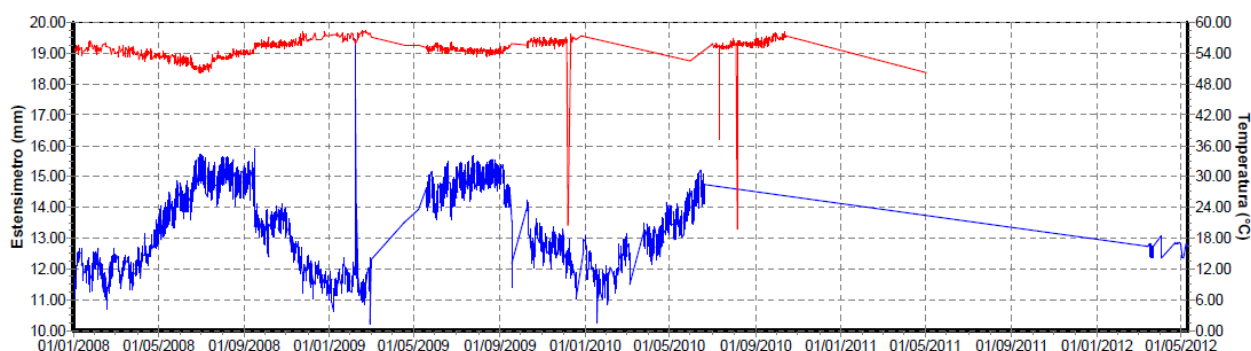


Fig. 1.5.5.1.1 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

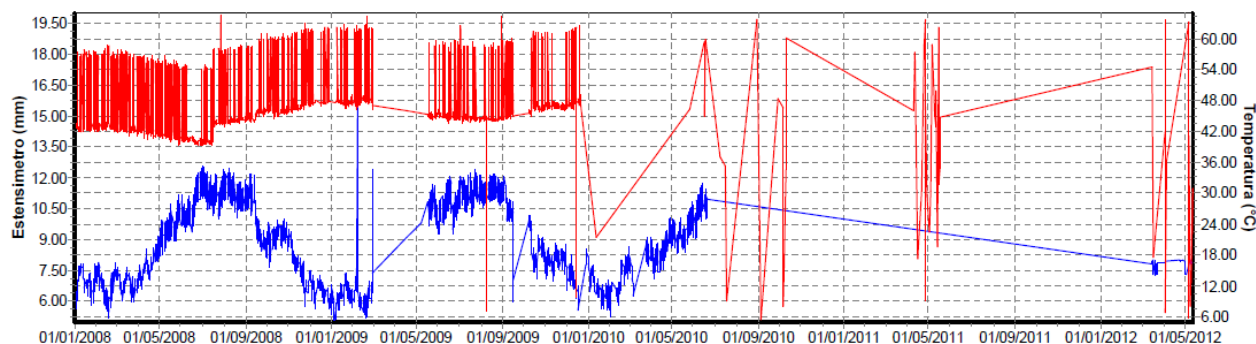


Fig. 1.5.5.1.2 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

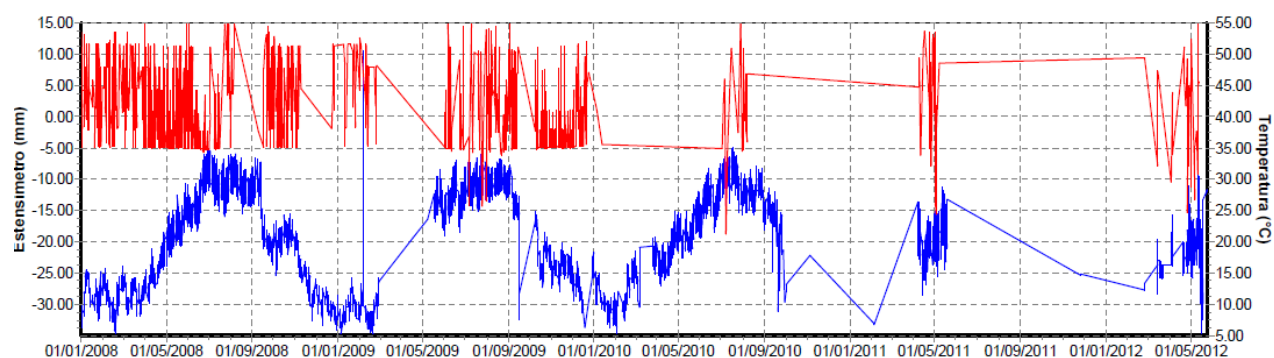


Fig. 1.5.5.1.3 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

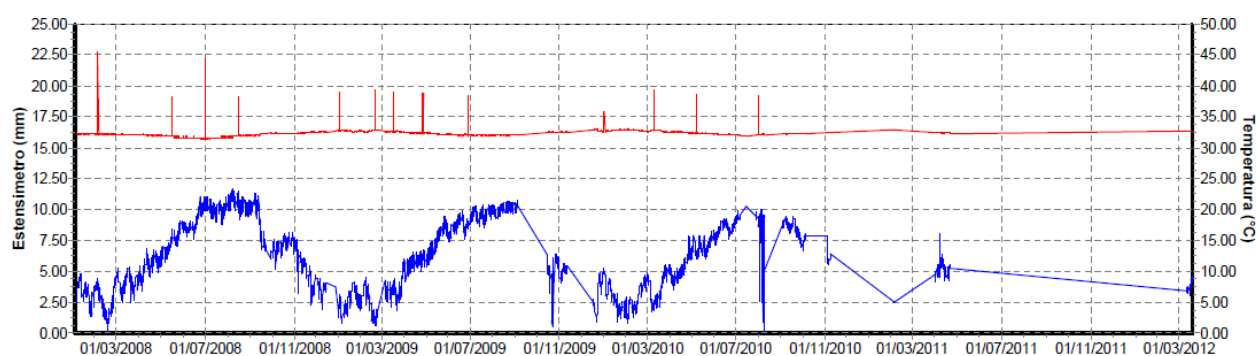
Estensimetro 5E02

Fig. 1.5.5.1.4 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

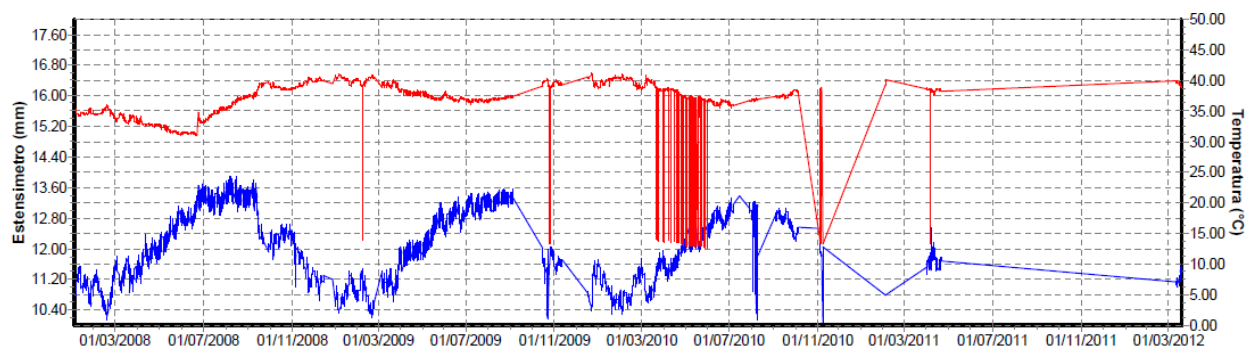


Fig. 1.5.5.1.5 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

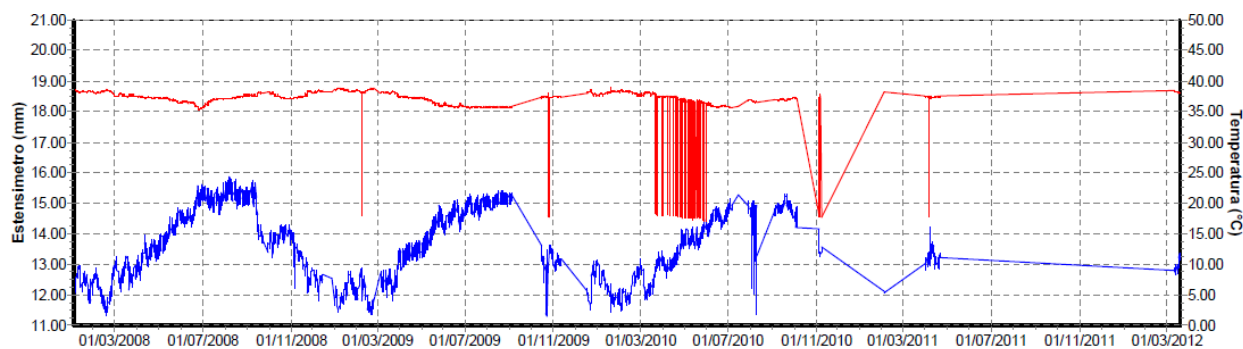


Fig. 1.5.5.1.6 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

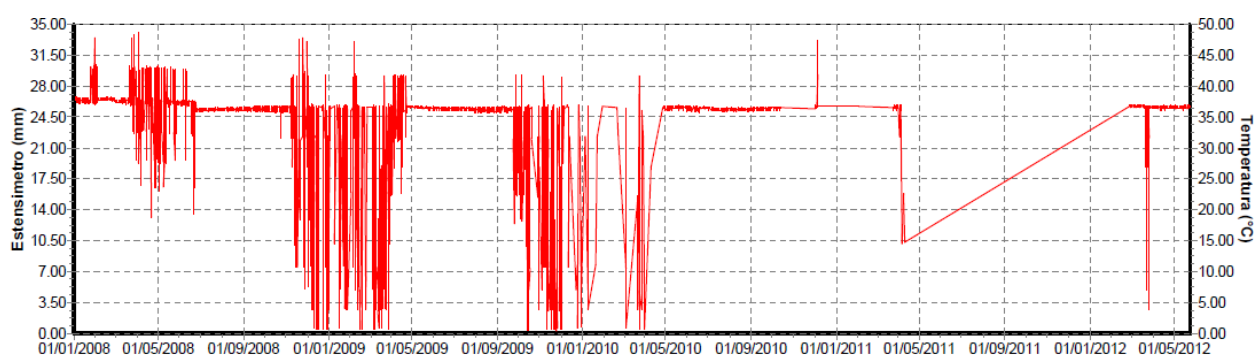
Estensimetro 5E03

Fig. 1.5.5.1.7 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

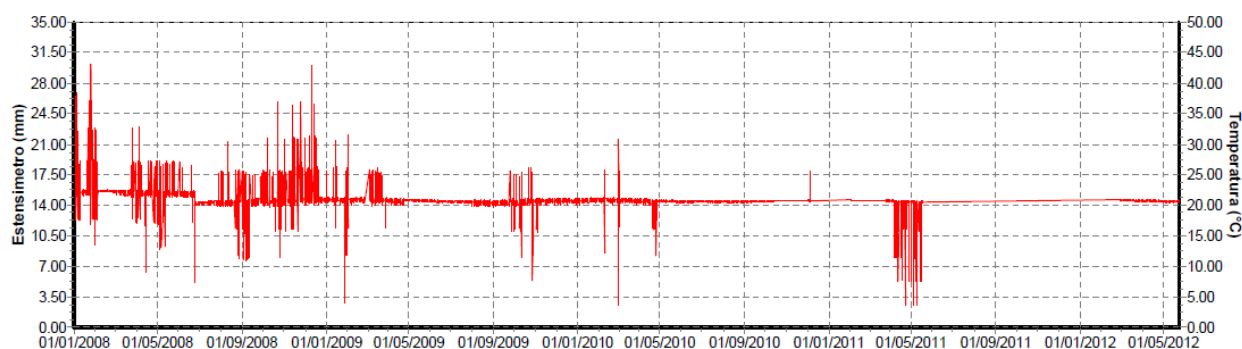
Sensore 1

Fig. 1.5.5.1.8 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

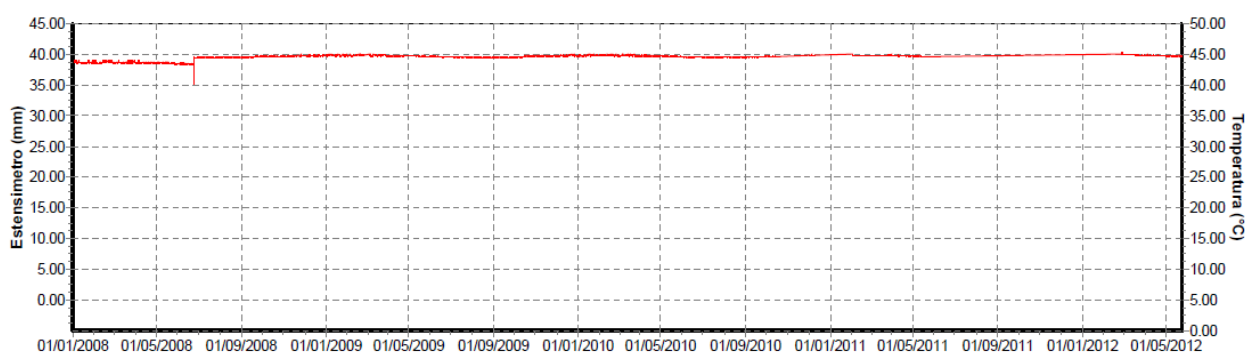
Sensore 2

Fig. 1.5.5.1.9 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

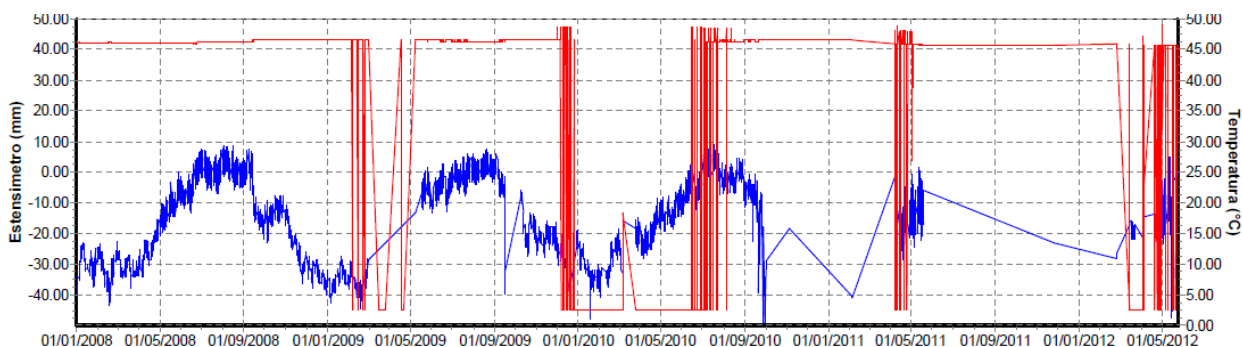
Sensore 3Estensimetro 5E04

Fig. 1.5.5.1.10 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

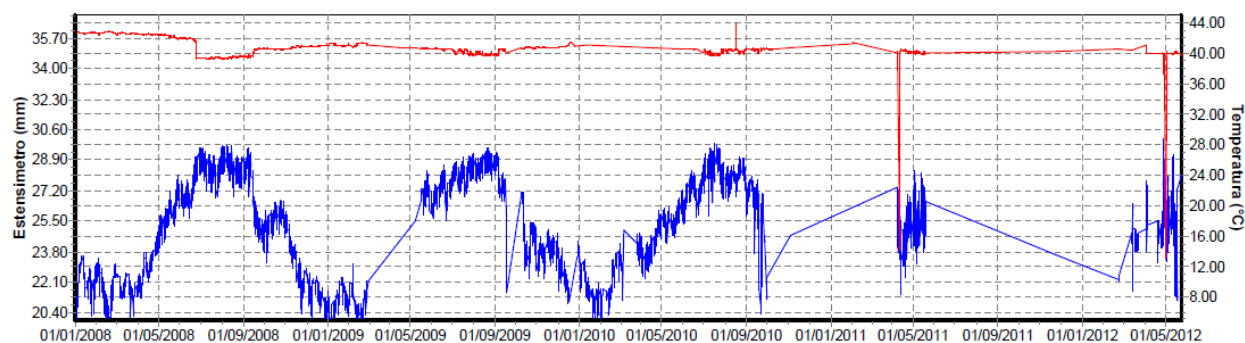


Fig. 1.5.5.1.11 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

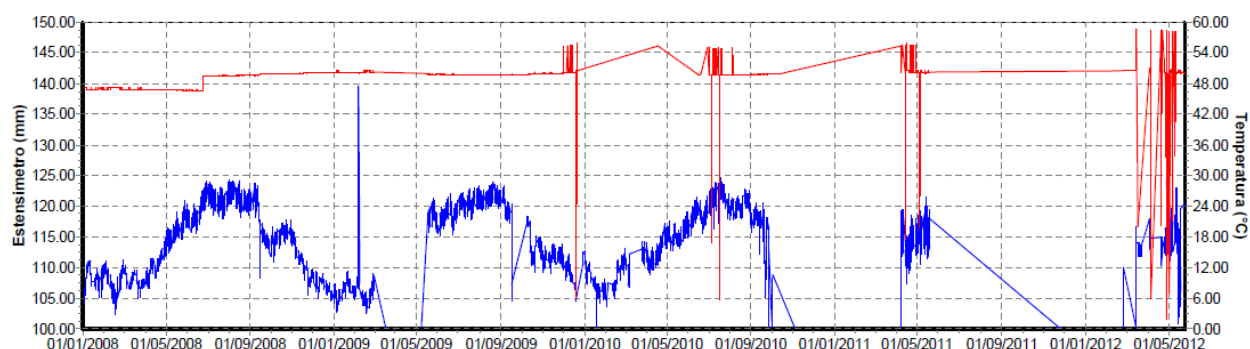


Fig. 1.5.5.1.12 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

Al fine di un controllo delle grandezze acquisite automaticamente, ciascun sensore estensimetrico è dotato di un dispositivo per la lettura anche di tipo manuale. Le informazioni così ricavate manualmente, nel periodo 2003 – 2008, sono riportate in tabella 1.5.5.1.2.

Tabella 1.5.5.1.2 – Estensimetri automatici – Letture di controllo manuali della zona 5
Porta Cassia – Fosso San Zero (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Spostamento (mm)	Data	Spostamento (mm)	
5E01	5E01/1	18.03.2003	42.81	18.11.2008	45.36	17
	5E01/2	18.03.2003	42.25	18.11.2008	45.02	17
	5E01/3	18.03.2003	36.83	18.11.2008	40.91	17
5E02	5E02/1	18.03.2003	58.71	18.11.2008	58.50	16
	5E02/2	18.03.2003	54.21	18.11.2008	58.24	16
	5E02/3	18.03.2003	60.64	18.11.2008	61.25	16
5E03	5E03/1	18.03.2003	55.85	18.11.2008	58.93	17
	5E03/2	18.03.2003	60.72	18.11.2008	57.69	17
	5E03/3	18.03.2003	57.67	18.11.2008	71.25	17
5E04	5E04/1	18.03.2003	66.57	18.11.2008	72.22	17
	5E04/2	18.03.2003	68.93	18.11.2008	79.19	17
	5E04/3	18.03.2003	60.34	18.11.2008	65.44	17
5E06A	5E06A	26.03.2003	8.12	21.10.2004		3

1.5.5.2 Misure inclinometriche

Le diverse fonti consultate e la strumentazione analizzata sono raccolte nelle tabelle 1.5.5.2.2 e 1.5.5.2.3.

In questa area risultano essere installati n. 5 inclinometri biassiali elettrolitici. Le caratteristiche generali e il lo stato di funzionamento vengono riportate nella tabella 1.5.5.2.1.

Come riportato nelle specifiche tabelle per questo tipo di inclinometro sono state effettuate, prima delle loro messa in opera, delle letture con sonda manuale per la definizione della zona in cui posizionare gli strumenti. Nel tempo, ove possibile, alcuni di loro sono stati rimossi per effettuare misure di controllo e la manutenzione degli strumenti.

Tabella 1.5.5.2.1 – Inclinometri automatici della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero ⇨ Centraline 5C1-5C2-5C3-5C4 (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
5I02	5I02A	01.01.1995	5C4	8.00	18.00	
	5I02B	01.01.1995	5C4	10.00	18.00	
5I06	5I06A	01.01.1995	5C3	5.00	15.00	
	5I06B	01.01.1995	5C3	7.00	15.00	
5I07	5I07A	01.01.1995	5C3	5.00	18.00	
	5I07B	01.01.1995	5C3	7.00	18.00	
5I12	5I12A	01.01.1995	5C1	15.50	39.00	
	5I12B	01.01.1995	5C1	17.50	39.00	
5I19	5I19A	01.01.1995	5C2	6.00	10.50	Tubo deformato
	5I19B	01.01.1995	5C2	8.00	10.50	Tubo deformato.

Inclinometro 5I02

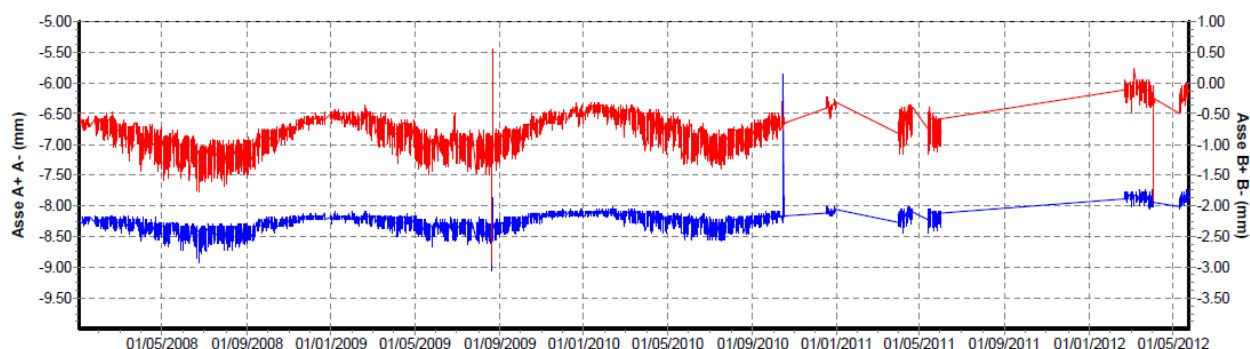


Fig. 1.5.5.2.1 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

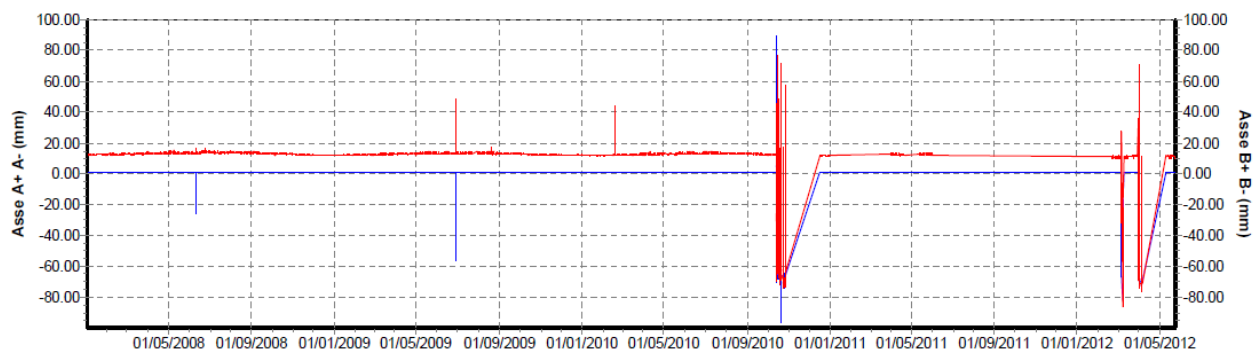


Fig. 1.5.5.2.2 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

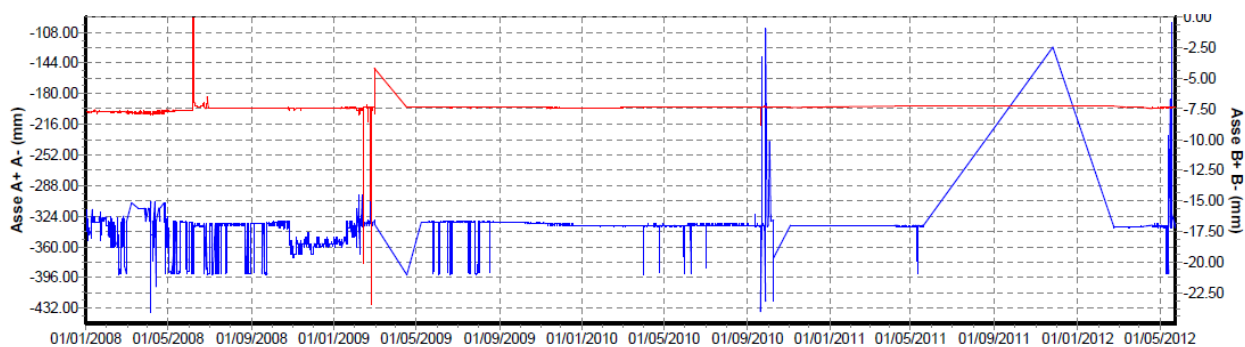
Inclinometro 5106

Fig. 1.5.5.2.3 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

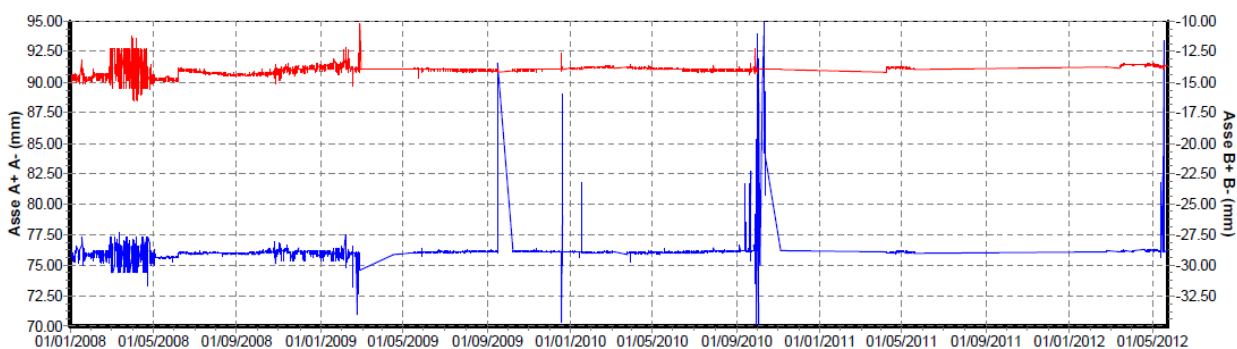


Fig. 1.5.5.2.4 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

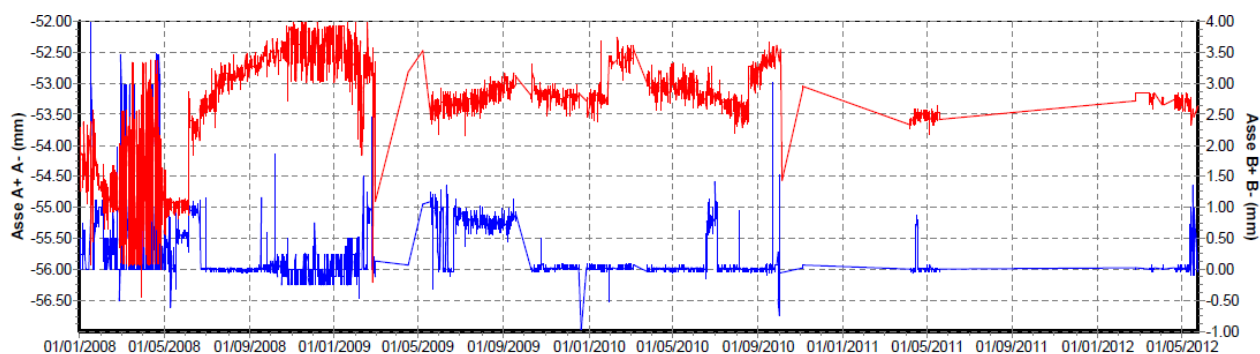
Inclinometro 5107

Fig. 1.5.5.2.5 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

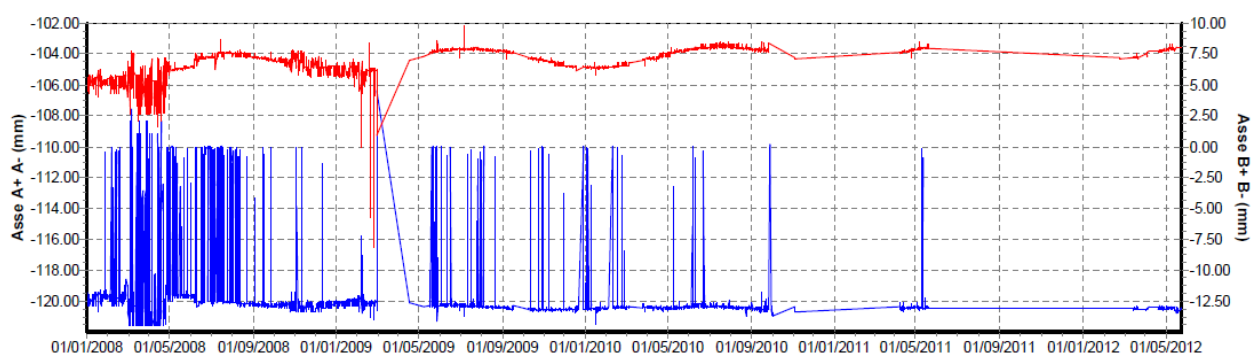


Fig. 1.5.5.2.6 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

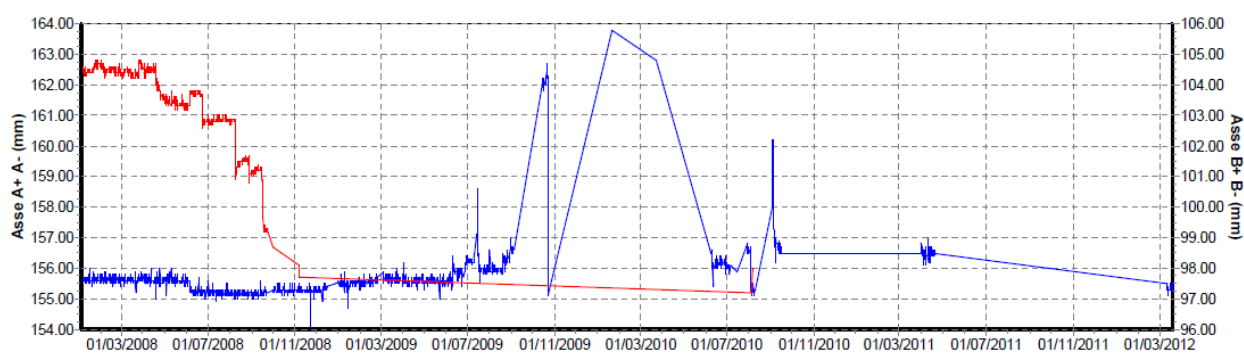
Inclinometro 5112

Fig. 1.5.5.2.7 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

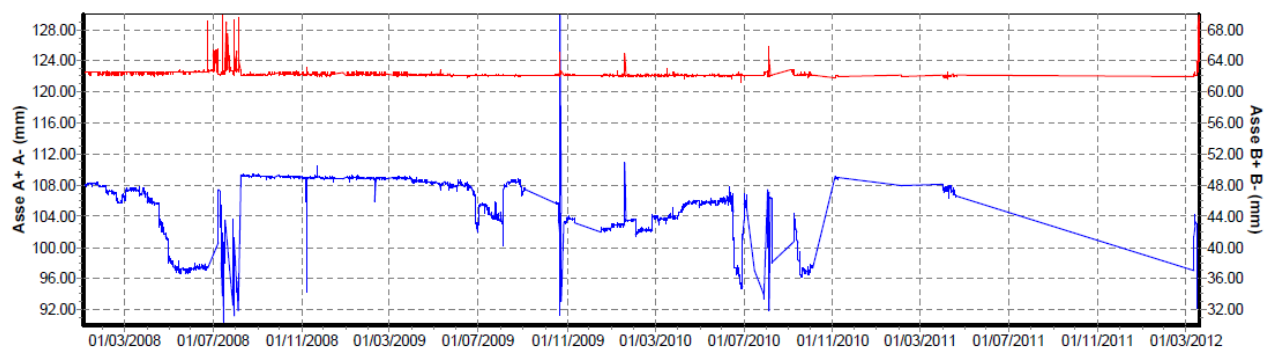


Fig. 1.5.5.2.8 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

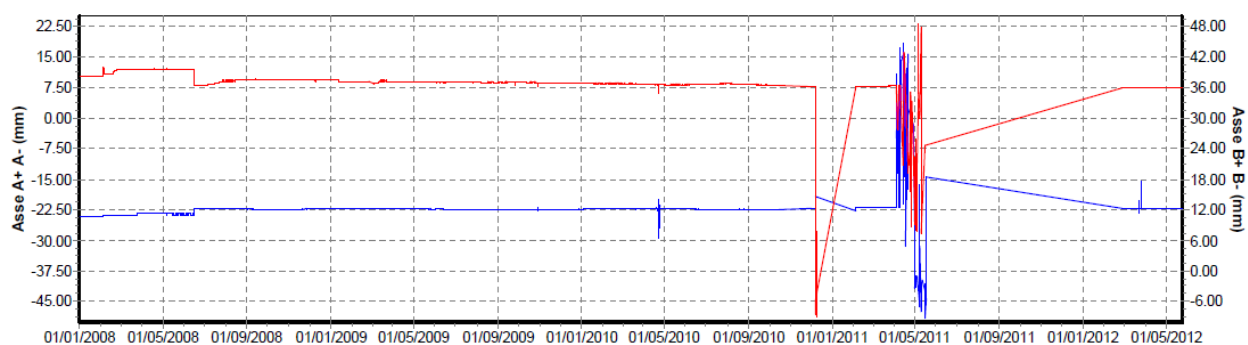
Inclinometro 5119

Fig. 1.5.5.2.9 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

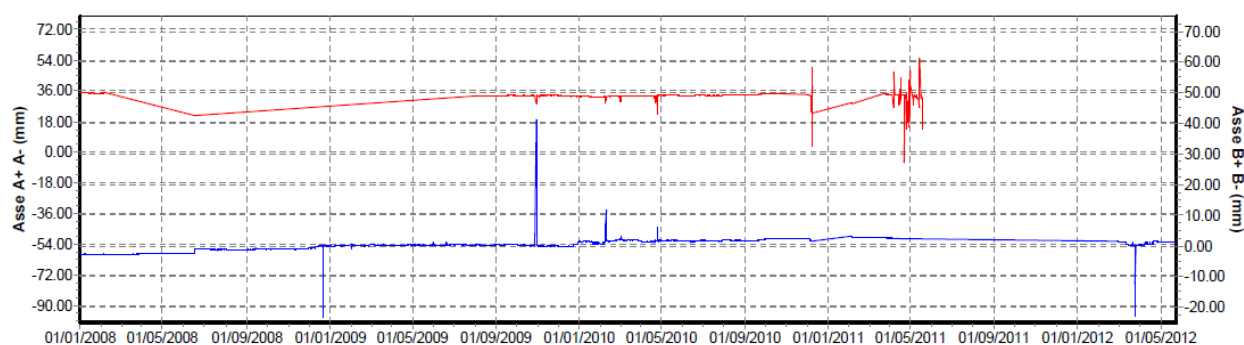


Fig. 1.5.5.2.10 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

Tabella 1.5.5.2.2 – Caratteristiche degli inclinometri della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota (m.s.l.m.)	Azimut ° Guida A+ da Nord (Lett. di zero)	Letture di zero	Letture N°	Fonte e Anno di riferimento
I02 *	PC_I02	18.00		0	03.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I02 *	PC_I02	18.00			03.09.1993	7	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008

I03	PC_I03	18.00		20	03.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I03	PC_I03	18.00			13.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I03	PC_I03	18.00			13.05.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 – 2006
I04	PC_I04	15.00		84	01.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I05	PC_I05	15.00		66	01.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I05	PC_I05	15.00			15.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I06*	PC_I06	15.00		56	07.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I06*	PC_I06	15.00			22.04.2005	4	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I07*	PC_I07	18.00		44	07.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I07*	PC_I07	18.00			07.09.1993	7	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I08	PC_I08	27.00		86	01.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I08	PC_I08	26.00			15.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I09	PC_I09	27.00		24	01.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I09	PC_I09	27.00			28.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I09	PC_I09	27.00			28.05.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 – 2006
I10	PC_I10	18.00		22	01.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I10	PC_I10	18.00			28.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I11	PC_I11	21.00		42	02.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I11	PC_I11	21.00			28.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I11	PC_I11	21.00			28.05.2003	18	Regione Umbria periodo 2003 – 2014
I12*	PC_I12	39.00		58	02.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I12*	PC_I12	39.00			02.09.1993	7	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I14	PC_I14	24.00		90	03.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I14	PC_I14	24.00			15.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I14	PC_I14	24.00			15.05.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 – 2006
I15	PC_I015	18.00		108	03.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1997
I15	PC_I15	18.00			15.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I15	PC_I15	18.00			13.05.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 – 2006
I16	PC_I16	18.00		62	12.09.1994	2	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I16	PC_I16	17.50			28.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I17	PC_I17	12.00		54	01.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I17	PC_I17	12.00			22.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008

I18	PC_I18	21.00		52	01.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1997
I18	PC_I18	21.00			15.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I19*	PC_I19	10.50		96	02.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I19*	PC_I19	10.50			07.09.1993	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I20	PC_I20	14.00		52	12.09.1994	2	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I20	PC_I20	14.00			19.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I21	PC_I21	18.00		92	09.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I21	PC_I21	18.00			19.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I22	PC_I22	19.50		38	02.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I22	PC_I22	19.00			19.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I22	PC_I22	19.00			19.05.2003	10	Regione Umbria periodo 2003 – 2006
I23	PC_I23	15.00		58	12.09.1994	2	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I23	PC_I23	14.50			19.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I23	PC_I23	14.50			19.05.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 – 2006
I24	PC_I24	14.00		90	09.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I24	PC_I24	14.00			03.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I24	PC_I24	14.00			03.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 – 2006
I25	PC_I25	14.50		56	06.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I25	PC_I25	15.00			03.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I25	PC_I25	15.00			03.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 – 2006
I26	PC_I26	14.50		82	09.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I27	PC_I27	18.00		10	09.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I28	PC_I28	11.50		92	06.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I28	PC_I28	11.50			28.05.2003	5	Regione Umbria periodo 2003 – 2006
I29	PC_I29	21.00		78	06.09.1993	3	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -1996
I29	PC_I29	21.00			28.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 1993 -2008
I29	PC_I29	21.00			28.05.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 – 2006

Nota:

* Inclinatorio automatico corredato di due sensori.

*Tabella 1.5.5.2.3 – Letture inclinometriche manuali della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero
(Fonte: Osservatorio della Rupe 1993 - 1996)*

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I02*	18.00	03.09.1993	16.03.1994	26.10.1994						
I03	18.00	03.09.1993	16.03.1994	26.10.1994						
I04	15.00	01.09.1993	15.03.1994	25.10.1994						
I05	15.00	01.09.1993	15.03.1994	25.10.1994						
I06*	15.00	07.09.1993	15.03.1994	25.10.1994						
I07*	18.00	07.09.1993	15.03.1994	25.10.1994						
I08	27.00	01.09.1993	15.03.1994	25.10.1994						
I09	27.00	01.09.1993	12.03.1994	25.10.1994						
I10	18.00	01.09.1993	12.03.1994	25.10.1994						
I11	21.00	02.09.1993	12.03.1994	25.10.1994						
I12*	39.00	02.09.1993	15.03.1994	25.10.1994						
I14	24.00	03.09.1993	16.03.1994	25.10.1994						
I15	18.00	03.09.1993	16.03.1994	26.10.1994						
I16	18.00	12.09.1994	27.10.1994							
I17	12.00	01.09.1993	15.03.1994	25.10.1994						
I18	21.00	01.09.1993	15.03.1994	25.10.1994						
I19*	10.50	02.09.1993	15.03.1994	25.10.1994						
I20	14.00	12.09.1994	27.10.1994							
I21	18.00	09.09.1993	15.03.1994	25.10.1994						
I22	19.50	02.09.1993	15.03.1994	24.10.1994						
I23	15.00	12.09.1994	27.10.1994							
I24	14.00	09.09.1993	16.03.1994	24.10.1994						
I25	14.50	06.09.1993	16.03.1994	24.10.1994						
I26	14.50	09.09.1993	16.03.1994	24.10.1994						
I27	18.00	09.09.1993	16.03.1994	24.10.1994						
I28	11.50	06.09.1993	16.03.1994	24.10.1994						
I29	21.00	06.09.1993	16.03.1994	24.10.1994						

Nota:

** Inclinometro automatico corredato di due sensori.*

Sono stati individuati anche i seguenti strumenti dei quali si conosce, al momento, la sola ubicazione topografica OI23-OI24-OI25-OI26-OI27-OI28-OI29-OI30- OI319-OI32-OI33.

Tabella 1.5.5.2.4 – Letture inclinometriche manuali 5 Porta Cassia – Fosso San Zero
(Fonte: Osservatorio della Rupe 1993 - 2008)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I02*	18.00	03.09.1993	16.03.1994	16.10.1994	12.05.2005	03.05.2006	11.05.2007	10.06.2008		
I03	18.00	13.05.2003	03.08.2004	09.03.2005	02.08.2005	20.04.2006	20.09.2006	11.04.2007	15.10.2007	08.04.2008
I05	15.00	15.05.2003	04.08.2004	09.03.2005	05.08.2005	07.04.2006	13.09.2006	03.04.2007	17.09.2007	07.04.2008
I06*	15.00	22.04.2005	28.04.2006	10.05.2007	06.06.2008					
I07*	18.00	07.09.1993	15.03.1994	25.10.1994	22.04.2005	28.04.2006	10.05.2007	06.06.2008		
I08	26.00	15.05.2003	04.08.2004	10.03.2005	05.08.2005	10.04.2006	13.09.2006	03.04.2007	18.09.2007	07.04.2008
I09	27.00	28.05.2003	04.08.2004	10.03.2005	29.07.2005	10.04.2006	13.09.2006	03.04.2007	18.09.2007	07.04.2008
I10	18.00	28.05.2003	04.08.2004	10.03.2005	29.07.2005	10.04.2006	13.09.2006	03.04.2007	18.09.2007	07.04.2008
I11	21.00	28.05.2003	04.08.2004	10.03.2005	29.07.2005	10.04.2006	13.09.2006	03.04.2007	18.09.2007	07.04.2008
I12*	39.00	02.09.1993	15.03.1994	25.10.1994	29.04.2005	03.05.2006	11.05.2007	04.06.2008		
I14	24.00	15.05.2003	03.08.2004	09.03.2005	02.08.2005	20.04.2006	20.09.2006	11.04.2007	15.10.2007	08.04.2008
I15	18.00	15.05.2003	03.08.2004	09.03.2005	02.08.2005	20.04.2006	20.09.2006	11.04.2007	15.10.2007	08.04.2008
I16	17.50	28.05.2003	03.08.2004	17.03.2005	11.08.2005	24.04.2006	02.10.2006	11.04.2007	15.10.2007	26.05.2008
I17	12.00	22.05.2003	03.08.2004	11.03.2005	29.07.2005	07.04.2006	06.09.2006	30.03.2007	17.09.2007	04.04.2008
I18	21.00	15.05.2003	03.08.2004	10.03.2005	05.08.2005	07.04.2006	06.09.2006	30.03.2007	17.09.2007	07.04.2008
I19*	10.50	07.09.1993	15.03.1994	24.10.1994	16.05.2005	26.09.2005	04.05.2006	13.10.2006	28.05.2007	16.06.2008
I20	14.00	19.05.2003	05.08.2004	11.03.2005	05.08.2005	19.04.2006	14.09.2006	10.04.2007	16.10.2007	22.04.2008
I21	18.00	19.05.2003	03.08.2004	11.03.2005	02.08.2005	07.04.2006	06.09.2006	30.03.2007	17.09.2007	04.04.2008
I22	19.00	19.05.2003	04.08.2006	13.10.2006	23.01.2007	12.04.2007	30.08.2007	16.10.2007	23.01.2008	26.05.2008
I23	14.50	19.05.2003	05.08.2004	11.03.2005	05.08.2005	19.04.2006	14.09.2006	10.04.2007	16.10.2007	22.04.2008
I24	14.00	03.06.2003	02.09.2004	17.03.2005	11.08.2005	19.04.2006	22.09.2006	10.04.2007	03.10.2007	22.04.2008
I25	15.00	03.06.2003	03.08.2004	17.03.2005	11.08.2005	19.04.2006	22.09.2006	10.04.2007	03.10.2007	22.04.2008
I29	21.00	28.05.2003	05.08.2004	11.03.2005	08.08.2005	20.04.2006	14.09.2006	10.04.2007	18.09.2007	22.04.2008

Nota:

* Inclinometro automatico corredato di due sensori.

Sono stati individuati anche i seguenti strumenti dei quali si conosce, al momento, la sola ubicazione topografica OI23-OI24-OI25-OI26-OI27-OI28-OI29-OI30- OI319-OI32-OI33.

Tabella 1.5.5.2.5 – Letture inclinometriche manuali della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero
(Fonte: Regione Umbria)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I03	18.00	13.05.2003	19.06.2003	22.09.2003	02.04.2004	03.08.2004	09.03.2005	02.08.2005	20.04.2006	20.09.2006
I09	27.00	25.08.2003	23.06.2003	23.09.2003	08.04.2004	04.08.2004	10.03.2005	29.07.2005	10.04.2006	13.09.2006
I11	21.00	25.08.2003	23.06.2003	24.09.2003	08.04.2004	04.08.2004	10.03.2005	29.07.2005	10.04.2006	13.09.2006
I14	24.00	15.05.2003	19.06.2003	22.09.2003	02.04.2004	03.08.2004	09.03.2005	02.08.2005	20.04.2006	20.09.2006
I15	24.00	13.05.2003	19.06.2003	22.09.2003	02.04.2004	03.08.2004	09.03.2005	02.08.2005	20.04.2006	20.09.2006
I22	19.00	19.05.2003	08.04.2004	10.06.2004	11.03.2005	11.08.2005	16.12.2005	19.04.2006	16.08.2006	13.10.2006
I23	14.50	19.05.2003	24.06.2003	24.09.2003	05.08.2004	11.03.2005	05.08.2005	19.04.2006	14.09.2006	
I24	14.00	03.06.2003	24.06.2003	25.09.2003	08.04.2004	02.09.2004	17.03.2005	11.08.2005	19.04.2006	22.09.2006
I25	15.00	03.06.2003	24.06.2003	25.09.2003	08.04.2004	03.08.2004	17.03.2005	11.08.2005	19.04.2006	22.09.2006
I28	11.50	28.05.2003	24.06.2003	25.09.2003	14.04.2004	05.08.2004				
I29	21.00	28.05.2003	24.06.2003	25.09.2003	14.04.2004	05.08.2004	11.03.2005	08.08.2005	20.04.2006	14.09.2006
Tubo N.	Profondità (m.)	9° lettura (data)	10° lettura (data)	11° lettura (data)	12° lettura (data)	13° lettura (data)	14° lettura (data)	15° lettura (data)	16° lettura (data)	17° lettura (data)
I09	27.00									
I11	21.00	17.12.2013	25.01.2014	13.03.2014	13.05.2014	02.07.2014	14.08.2014	17.09.2014	05.11.2014	17.12.2014
I14	24.00									
I15	24.00									
I22	19.00	23.01.07								
I23	14.50									
I24	14.00									
I25	15.00									
I28	11.50									
I29	21.00									

Inclinometro PC_I02

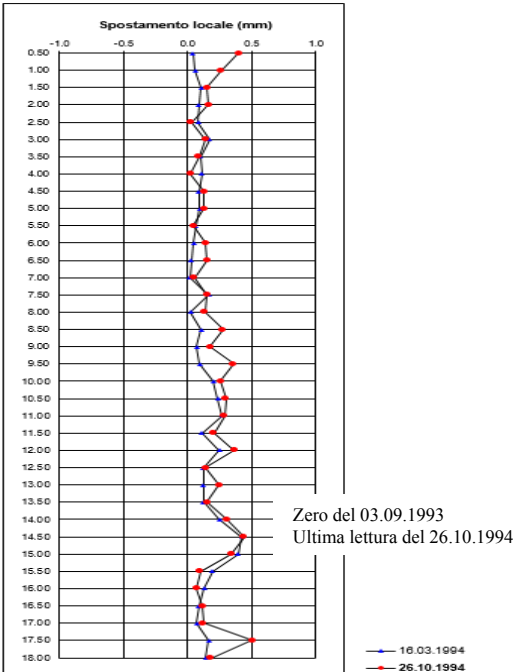


Fig. 1.5.5.2.11 PC_I02 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

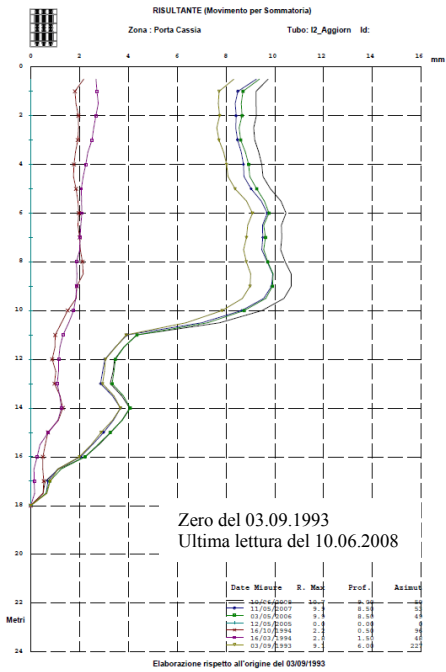


Fig. 1.5.5.2.12 PC_I02 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I02	
Lettura dello zero		03.09.93	03.09.93
Ultima lettura		26.10.94	10.06.03
N. Tot. letture effettuate		3	7
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	12.0 – 14.0
	Risultante (mm)	-	9.00
	Errore stimato (mm)	-	1.33
Qualità della misura (I.d.Q.)		6.44	-
		10.81	-

Inclinometro PC_I03

Superficie di scivolamento a 7-8 metri di profondità e velocità media di circa 3 mm/anno.

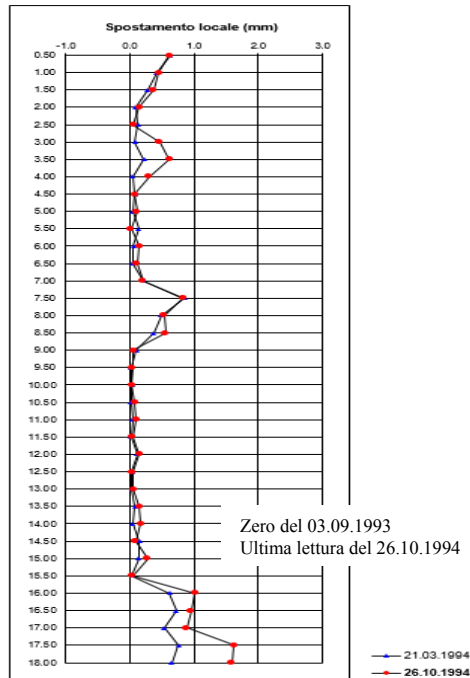


Fig. 1.5.5.2.13 PC_I03 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

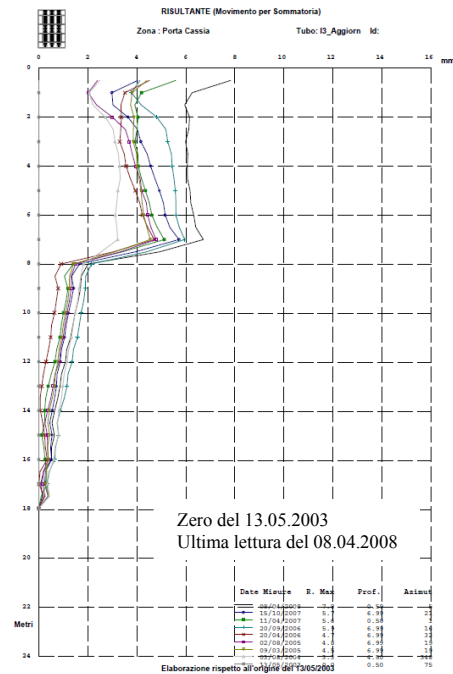


Fig. 1.5.5.2.14 PC_I03 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

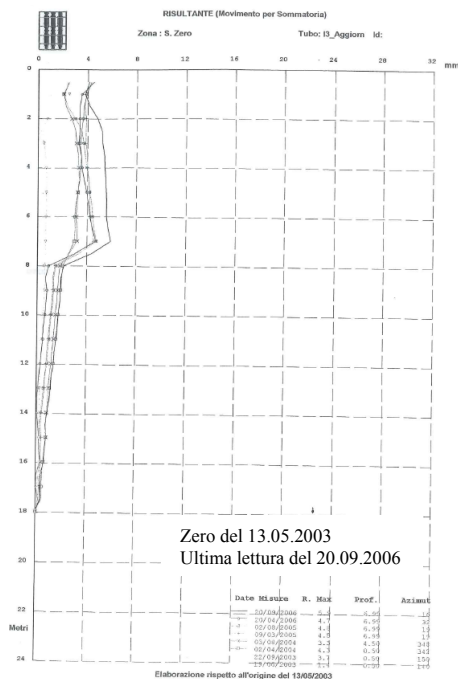
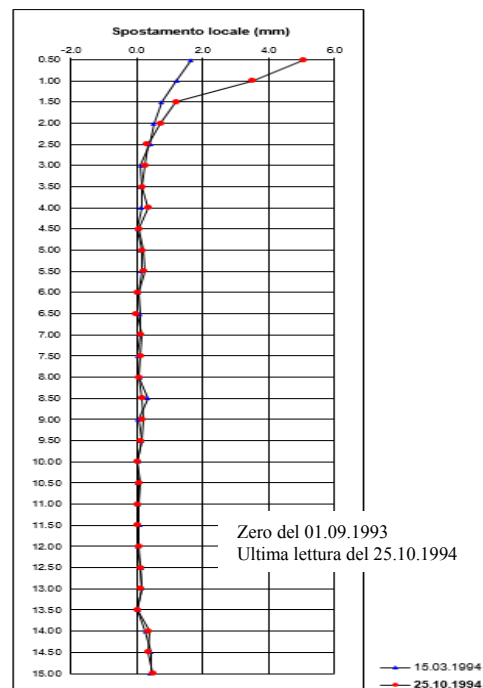


Fig. 1.5.5.2.15 PC_I03 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		PC_I03		
	Letture dello zero	03.09.93	13.05.03	13.05.03
	Ultima lettura	26.10.94	08.04.08	20.09.06
	N. Tot. letture effettuate	3	9	9
	Profondità del tubo (m)	18.00	18.00	18.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	7.5 – 9.0	7.0 – 8.0	7.0 – 8.0
	Risultante (mm)	0.61	6.75	6.75
	Errore stimato (mm)	3.04	3.17	3.17
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.17	-	-
		19.51	-	-

Inclinometro PC_I04



PC_I04			
Lettura dello zero		01.09.93	
Ultima lettura		25.10.94	
N. Tot. letture effettuate		3	
Profondità del tubo (m)		15.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.0 – 2.5	
	Locale (mm)	4.51	
	Errore stimato (mm)	3.93	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.07	
		16.29	

Fig. 1.5.5.2.16 PC_I04 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

Inclinometro PC I05

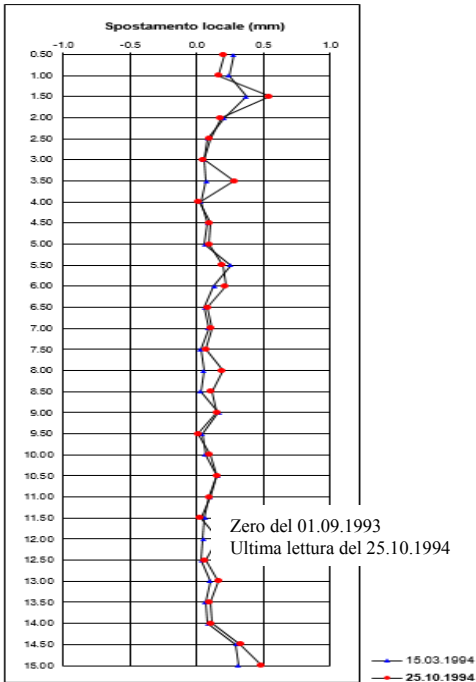


Fig. 1.5.5.2.17 **PC_I05** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

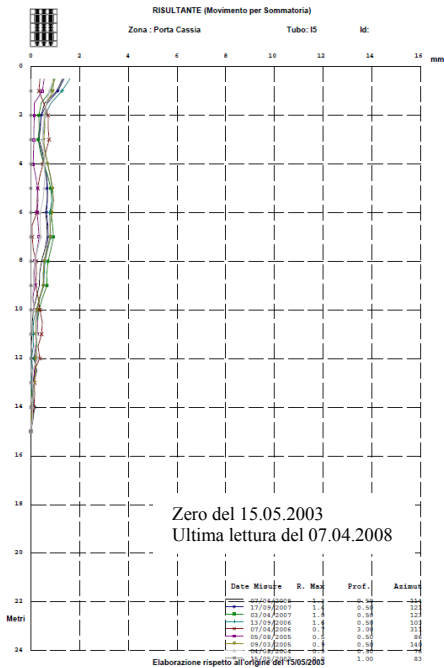


Fig. 1.5.5.2.18 **PC_I05** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I05	
Lettura dello zero		01.09.93	15.05.03
Ultima lettura		25.10.94	07.04.08
N. Tot. letture effettuate		3	9
Profondità del tubo (m)		15.00	15.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.02	-
		13.20	-

Inclinometro PC_I06

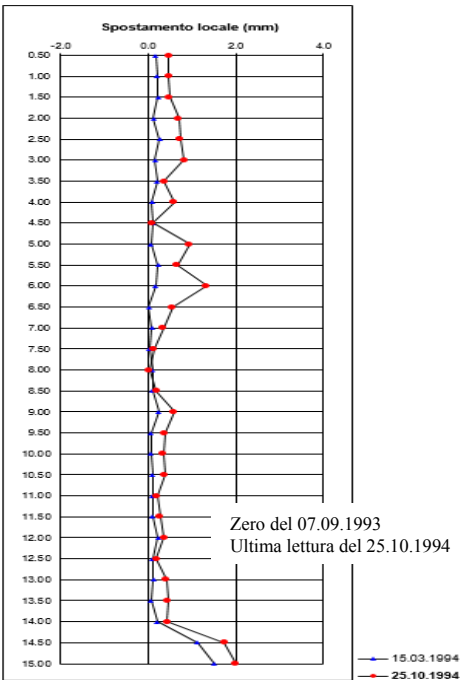


Fig. 1.5.5.2.19 **PC_I06** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

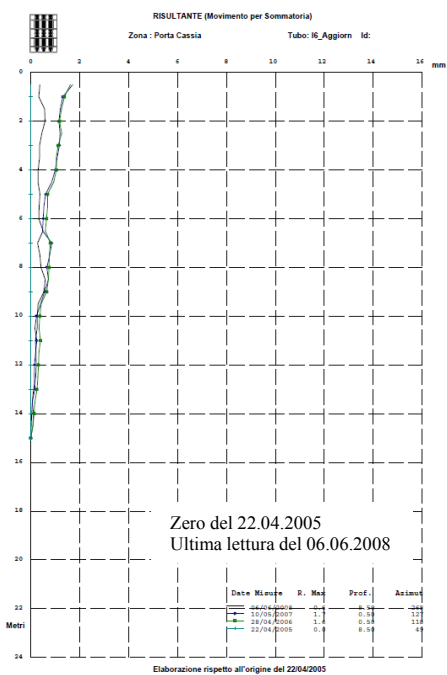


Fig. 1.5.5.2.20 **PC_I06** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I06	
Lettura dello zero		07.09.93	22.04.05
Ultima lettura		25.10.94	06.06.08
N. Tot. letture effettuate		3	4
Profondità del tubo (m)		15.00	15.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.19	-
		12.95	-

Inclinometro PC_I07

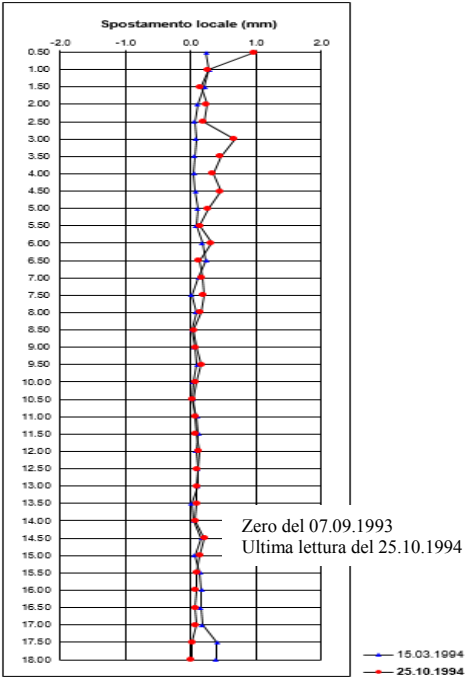


Fig. 1.5.5.2.21 PC_I07 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

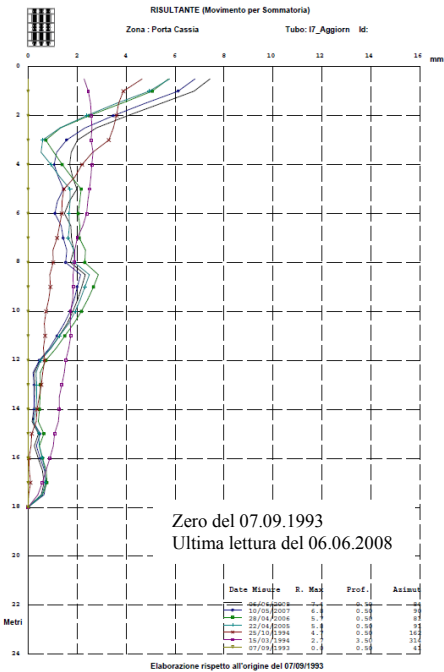


Fig. 1.5.5.2.22 PC_I07 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I07	
Lettura dello zero		07.09.93	07.09.03
Ultima lettura		25.10.94	06.06.08
N. Tot. letture effettuate		3	7
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	3.0 – 5.5	-
	Risultante (mm)	0.67	-
	Errore stimato (mm)	4.18	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	9.0 – 12.0
	Risultante (mm)	-	2.50
	Errore stimato (mm)	-	2.66
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.59	-
		13.42	-

Inclinometro PC_I08

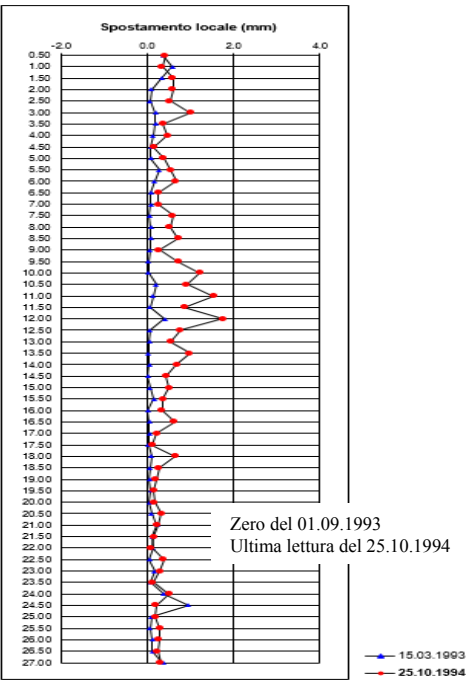


Fig. 1.5.5.2.23 PC_I08 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

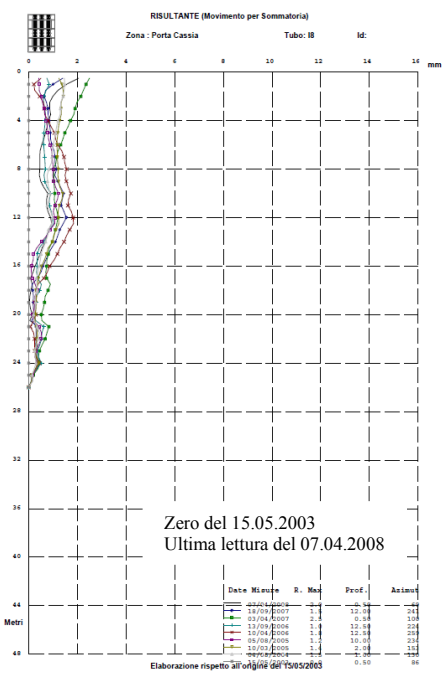


Fig. 1.5.5.2.24 PC_I08 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I08	
Lettura dello zero		01.09.93	15.05.03
Ultima lettura		25.10.94	07.04.08
N. Tot. letture effettuate		3	9
Profondità del tubo (m)		27.00	26.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	12.0 – 17.5	12.0 – 16.0
	Risultante (mm)	1.75	1.00
	Errore stimato (mm)	4.18	3.93
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.83	-
		13.73	-

Inclinometro PC_I09

Spostamenti molto lenti evidenziabili a 23 e 10 metri di profondità.

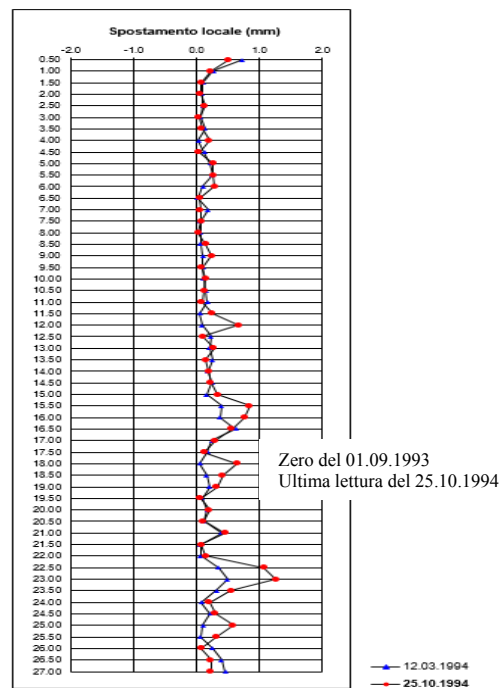


Fig. 1.5.5.2.25 PC_I09 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

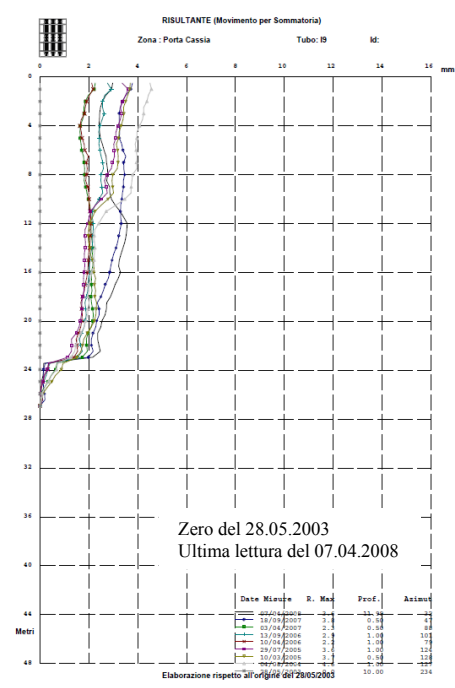


Fig. 1.5.5.2.26 PC_I09 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

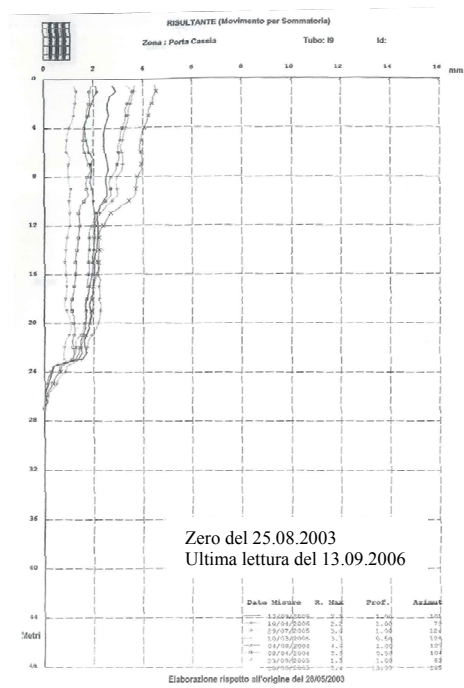


Fig. 1.5.5.2.27 PC_I09 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

PC_I09			
Letture dello zero		01.09.93	28.05.03
Ultima lettura		25.10.94	07.04.08
N. Tot. letture effettuate		3	9
Profondità del tubo (m)		27.00	27.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	23.0 – 26.0	22.0 – 23.5
	Risultante (mm)	1.26	2.50
	Errore stimato (mm)	1.33	1.61
Qualità della misura (I.d.Q.)		7.92	-
		19.03	-

Inclinometro PC I10

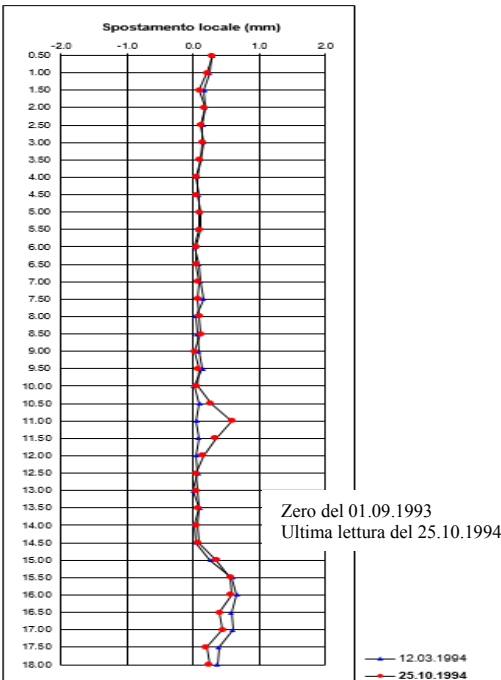


Fig. 1.5.5.2.28 PC_I10 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

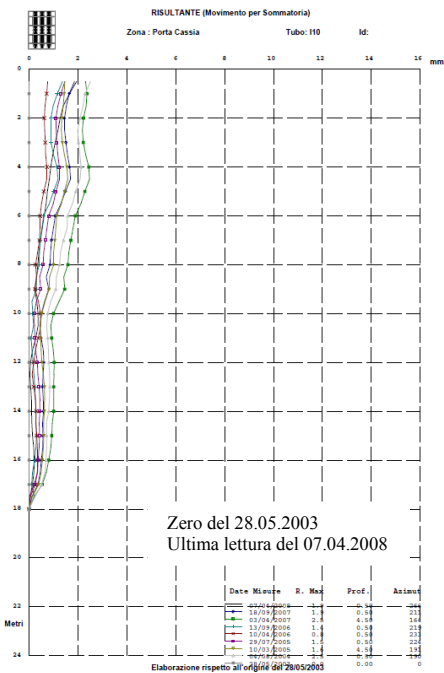


Fig. 1.5.5.2.29 PC_I10 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I10	
Lettura dello zero		01.09.93	28.05.03
Ultima lettura		25.10.94	07.04.08
N. Tot. letture effettuate		3	9
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	11.0 -12.5	-
	Risultante (mm)	0.59	-
	Errore stimato (mm)	2.14	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.52	-
		21.31	-

Inclinometro PC_I11

E' individuabile una superficie di scivolamento a 17 metri e velocità tra 1e 2 mm/anno.

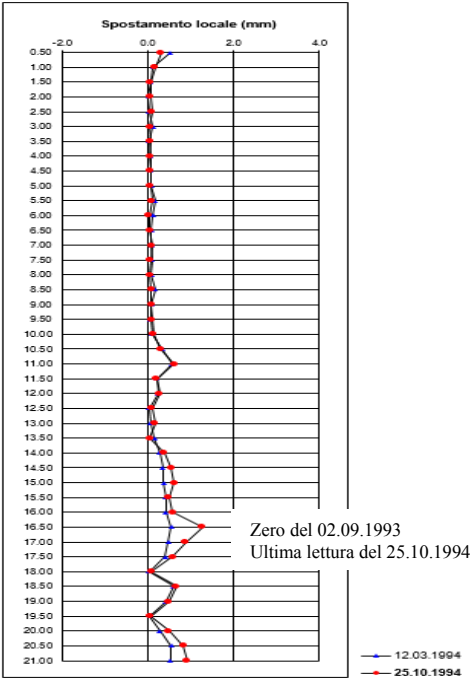


Fig. 1.5.5.2.30 PC_I11 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

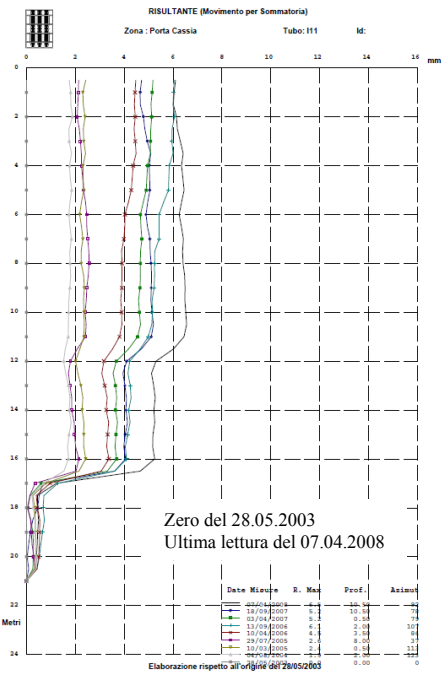


Fig. 1.5.5.2.31 PC_I11 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

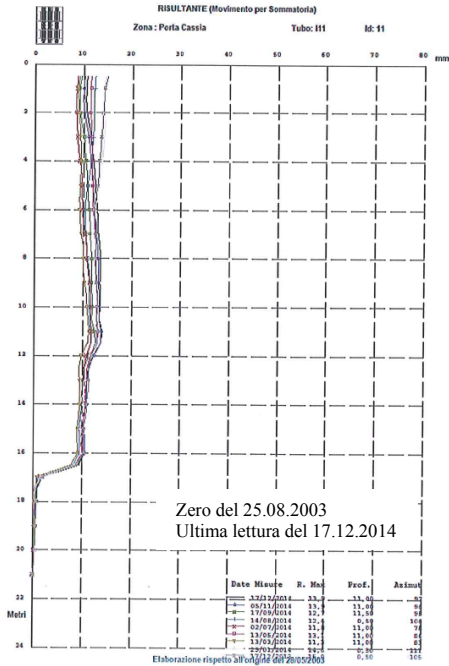


Fig. 1.5.5.2.32 PC_I11 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		PC_I11		
Letture dello zero		02.09.93	28.05.03	25.08.03
Ultima lettura		25.10.94	07.04.08	17.12.14
N. Tot. letture effettuate		3	9	18
Profondità del tubo (m)		21.00	21.00	21.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	16.5 – 19.5	16.0 – 17.0	16.0 – 17.0
	Risultante (mm)	1.28	5.25	12.00
	Errore stimato (mm)	1.47	1.61	1.61
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.12	-	-
		10.41	-	-

Inclinometro PC_I12

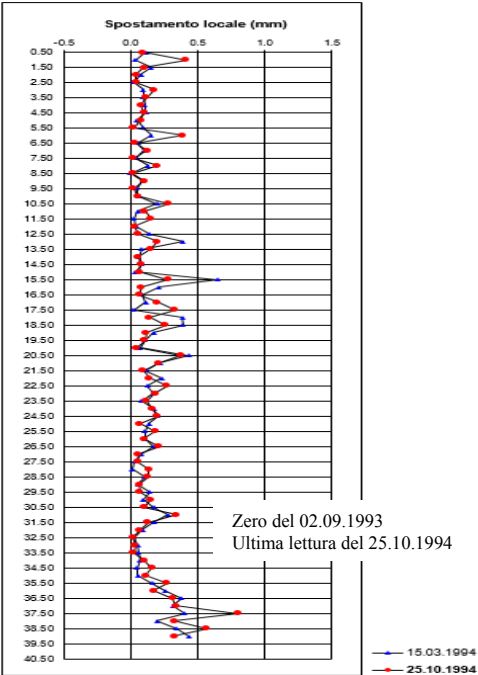


Fig. 1.5.5.2.33 PC_I12 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

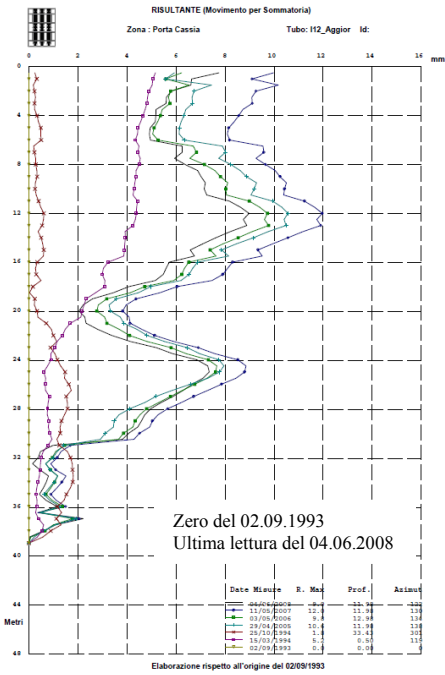


Fig. 1.5.5.2.34 PC_I12 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I12	
Lettura dello zero		02.09.93	02.09.03
Ultima lettura		25.10.94	04.06.08
N. Tot. letture effettuate		3	7
Profondità del tubo (m)		39.00	39.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		7.03	-
		17.87	-

Inclinometro PC_I14

Superficie di scivolamento a 14 metri di profondità, spostamento massimo e velocità rispettivamente di 9 mm e 3 mm/anno.

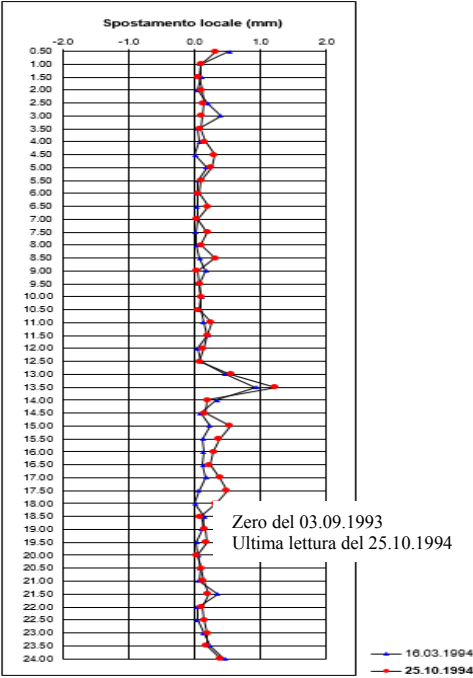


Fig. 1.5.5.2.35 PC_I14 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

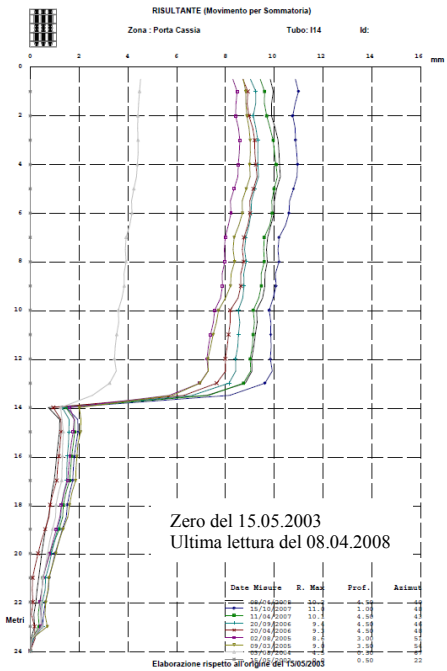


Fig. 1.5.5.2.36 PC_I14 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

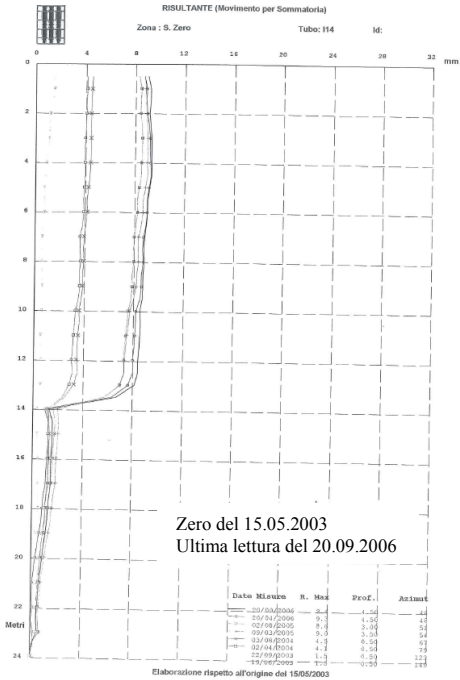


Fig. 1.5.5.2.37 PC_I14 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

PC_I14			
Letture dello zero		03.09.93	15.05.03
Ultima lettura		25.10.94	08.04.08
N. Tot. letture effettuate		3	9
Profondità del tubo (m)		24.00	24.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	13.5 – 14.0	12.5 – 14.0
	Risultante (mm)	1.23	9.25
	Errore stimato (mm)	3.04	3.30
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.64	-
		17.64	-

Inclinometro PC_I15

Superficie di scivolamento a 12 metri di profondità e caratteristiche del movimento simile al precedente strumento.

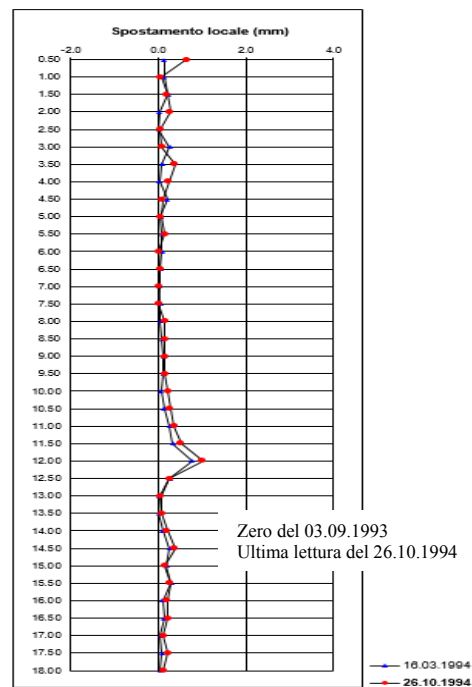


Fig. 1.5.5.2.38 **PC_I15** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

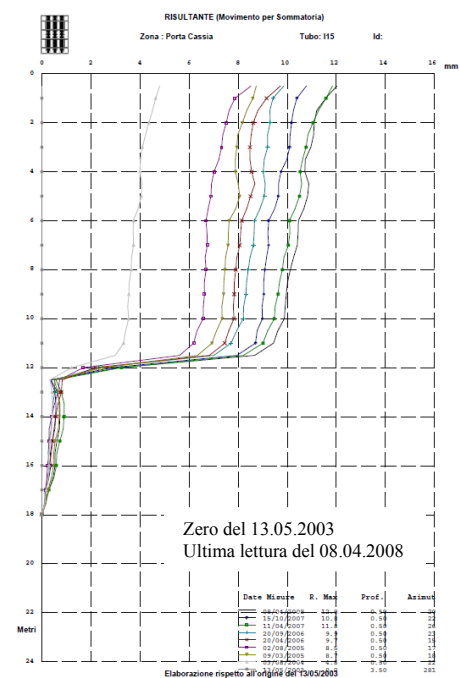


Fig. 1.5.5.2.39 **PC_I15** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

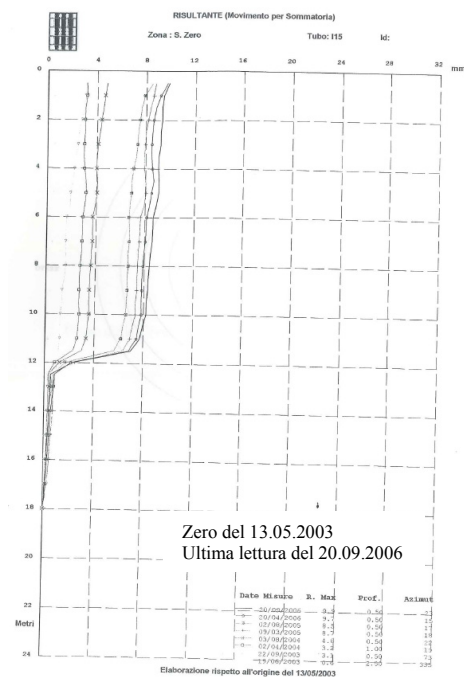


Fig. 1.5.5.2.40 **PC_I15** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		PC_I15		
Letture dello zero		03.09.93	13.05.03	13.05.03
Ultima lettura		26.10.94	08.04.08	20.09.06
N. Tot. letture effettuate		3	9	9
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	12.0 – 13.5	10.0 – 12.5	10.0 – 12.5
	Risultante (mm)	1.02	9.75	9.25
	Errore stimato (mm)	1.87	2.40	2.40
Qualità della misura (I.d.Q.)		5.34	-	-
		12.44	-	-

Inclinometro PC I16

I dati ottenuti con le letture dell'inclinometro sembrano segnalare deformazione a partire da 13 m dal p.c. di modesta entità; un filtraggio dei dati, depurandolo, per quanto possibile, da errori sistematici e casuali potrebbe fornire indicazioni più precise.

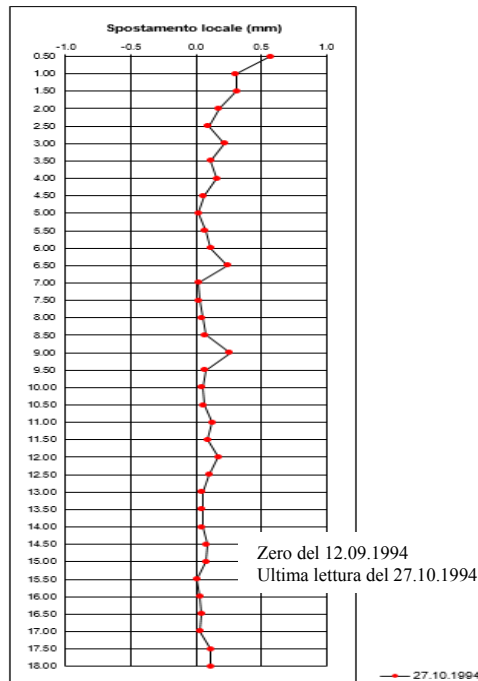


Fig. 1.5.5.2.41 **PC_I16** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

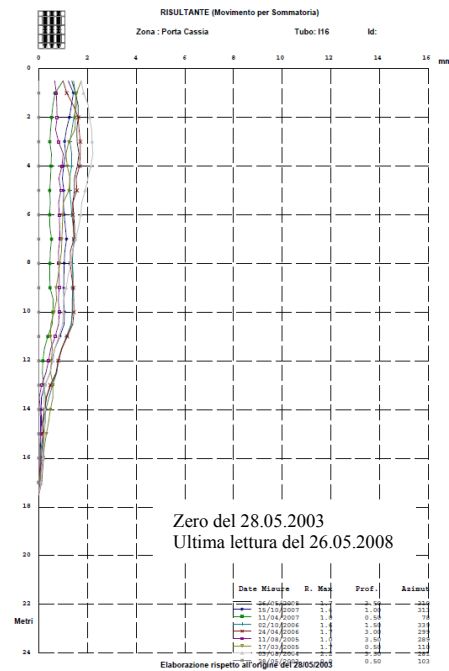


Fig. 1.5.5.2.42 **PC_I16** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I16	
Lettura dello zero		12.09.94	28.05.03
Ultima lettura		27.10.94	26.05.08
N. Tot. letture effettuate		2	9
Profondità del tubo (m)		18.00	17.50
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	10.5 – 13.5
	Risultante (mm)	-	1.50
	Errore stimato (mm)	-	2.14
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.80	-
		13.51	-

Inclinometro PC_I17

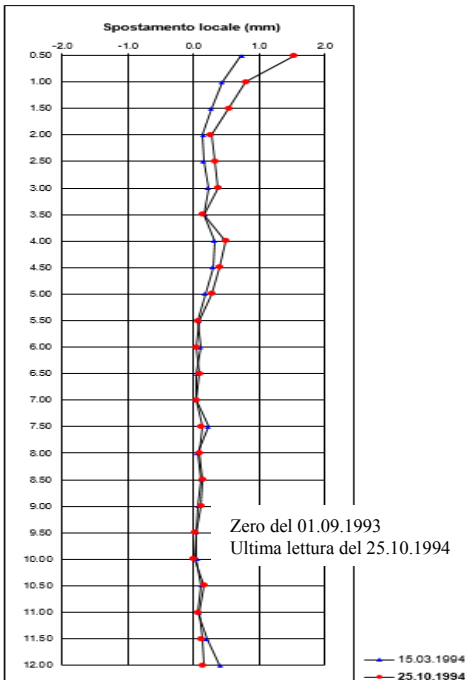


Fig. 1.5.5.2.43 PC_I17 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

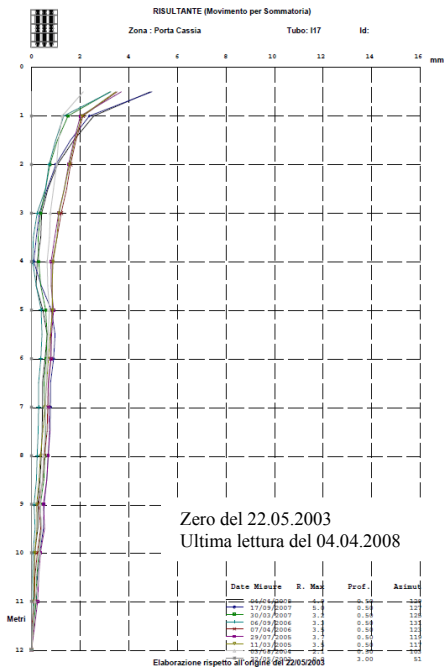


Fig. 1.5.5.2.44 PC_I17 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I17	
Lettura dello zero		01.09.93	22.05.03
Ultima lettura		25.10.94	04.04.08
N. Tot. letture effettuate		3	9
Profondità del tubo (m)		12.00	12.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	4.0 – 6.0	-
	Risultante (mm)	1.10	-
	Errore stimato (mm)	2.40	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.84	-
		9.73	-

Inclinometro PC I18

I dati ottenuti con le letture dell'inclinometro sembrano segnalare deformazione a partire da 13 m dal p.c. di modesta entità; un filtraggio dei dati, depurandolo, per quanto possibile, da errori sistematici e casuali potrebbe fornire indicazioni più precise.

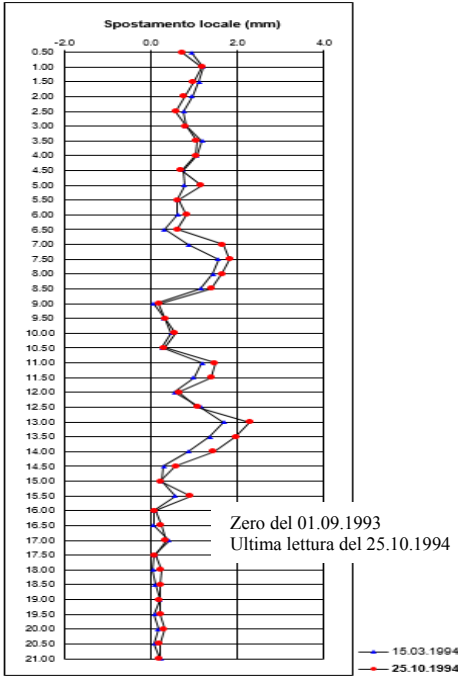


Fig. 1.5.5.2.45 PC_I18 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

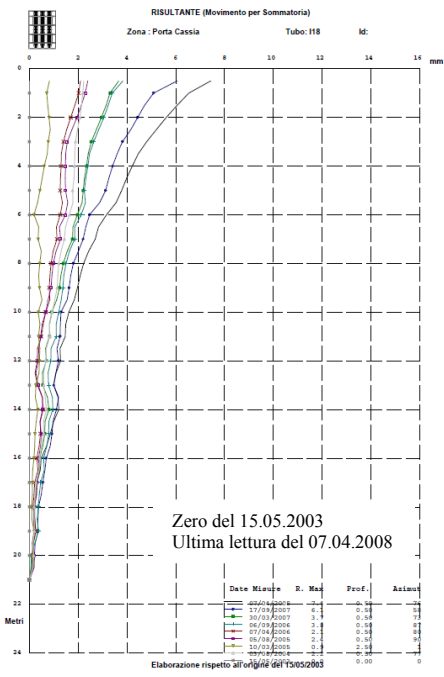


Fig. 1.5.5.2.46 PC_I18 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I18	
Lettura dello zero		01.09.93	15.05.03
Ultima lettura		25.10.94	07.04.08
N. Tot. letture effettuate		3	9
Profondità del tubo (m)		21.00	21.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	8.0 – 13.0	-
	Risultante (mm)	3.15	-
	Errore stimato (mm)	2.40	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.74	-
		19.37	-

Inclinometro PC_I19

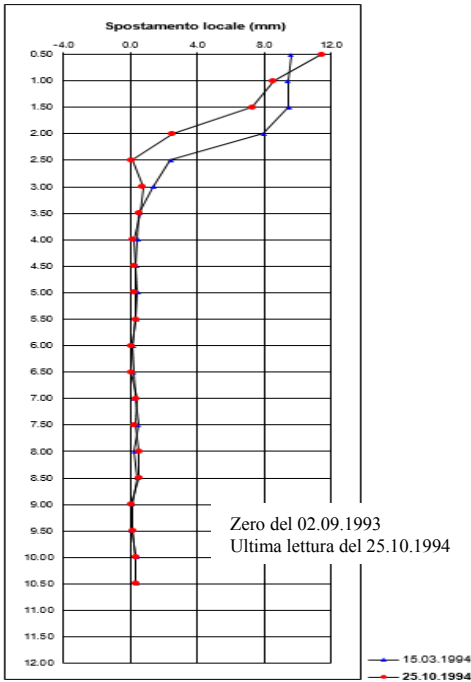


Fig. 1.5.5.2.47 PC_I19 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

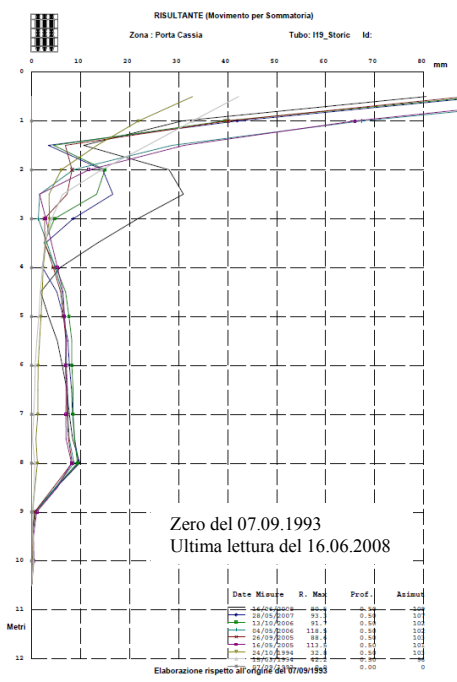


Fig. 1.5.5.2.48 PC_I19 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I19	
Lettura dello zero		02.09.93	07.09.93
Ultima lettura		25.10.94	16.06.08
N. Tot. letture effettuate		3	9
Profondità del tubo (m)		10.50	10.50
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.0 – 2.5	-
	Risultante (mm)	8.54	-
	Errore stimato (mm)	2.79	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	8.0 – 9.0
	Risultante (mm)	-	1.00
	Errore stimato (mm)	-	0.91
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.65	-
		13.39	-

Inclinometro PC I20

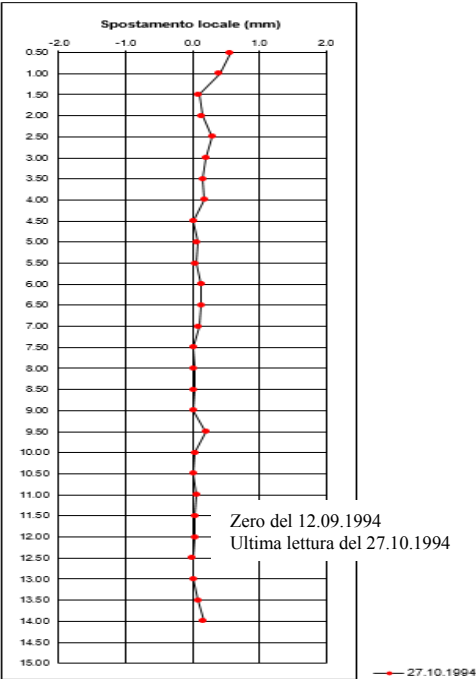


Fig. 1.5.5.2.49 PC_I20 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

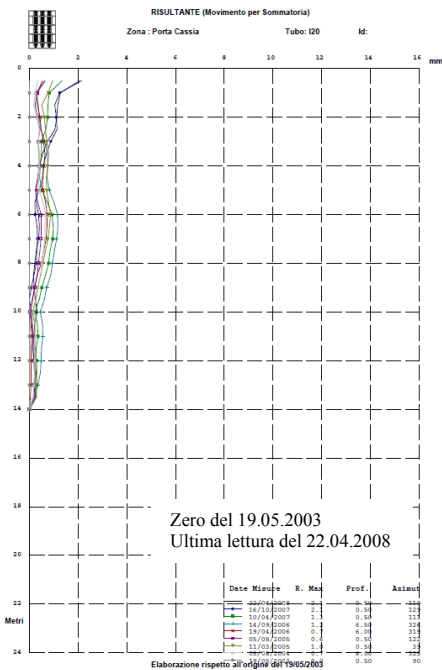


Fig. 1.5.5.2.50 PC_I20 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I20	
Lettura dello zero		12.09.94	19.05.03
Ultima lettura		27.10.94	22.04.08
N. Tot. letture effettuate		2	9
Profondità del tubo (m)		14.00	14.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	2.5 – 4.5	2.5 – 4.5
	Risultante (mm)	0.30	1.25
	Errore stimato (mm)	3.30	3.30
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.34	-
		10.42	-

Inclinometro PC_I21

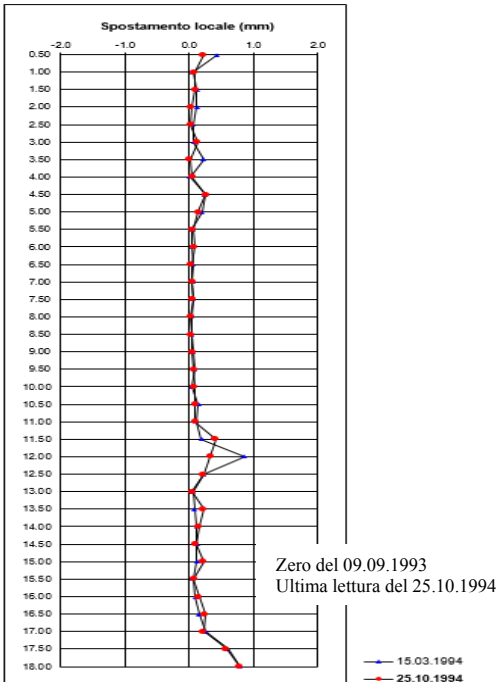


Fig. 1.5.5.2.51 PC_I21 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

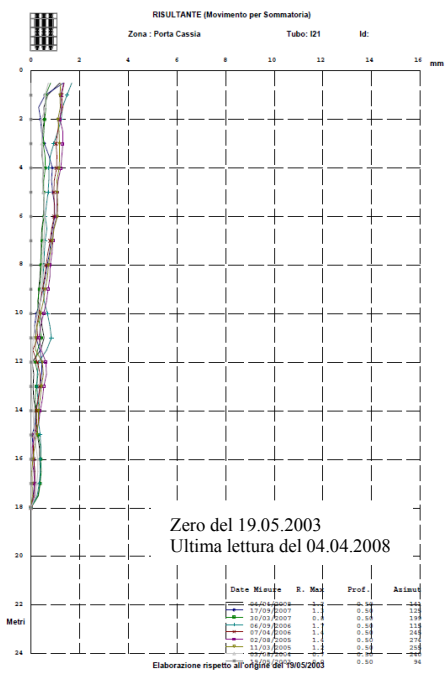


Fig. 1.5.5.2.52 PC_I21 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		PC_I21	
Lettura dello zero		09.09.93	19.05.03
Ultima lettura		25.10.94	04.04.08
N. Tot. letture effettuate		3	9
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	11.5 – 13.5	-
	Risultante (mm)	0.41	-
	Errore stimato (mm)	2.01	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.17	-
		4.79	-

Inclinometro PC I22

Superficie di scivolamento con spostamenti molto lenti (2-3 mm/anno) a circa 14 -15 metri di profondità.

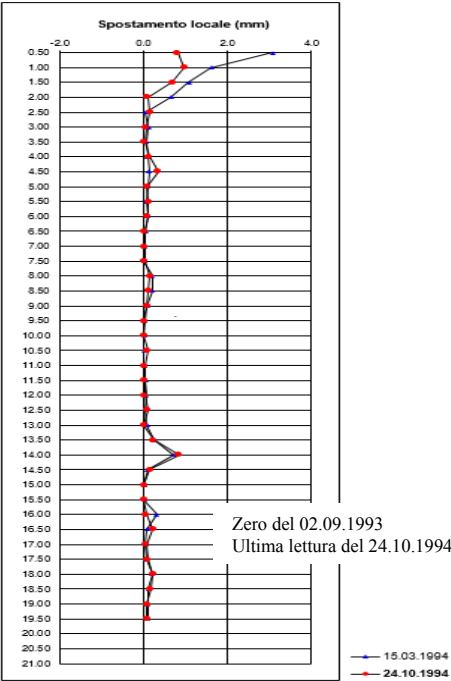


Fig. 1.5.5.2.53 PC_I22 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

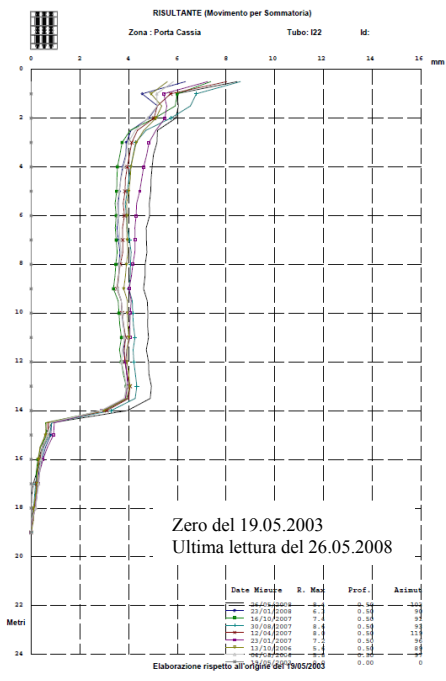


Fig. 1.5.5.2.54 PC_I22 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

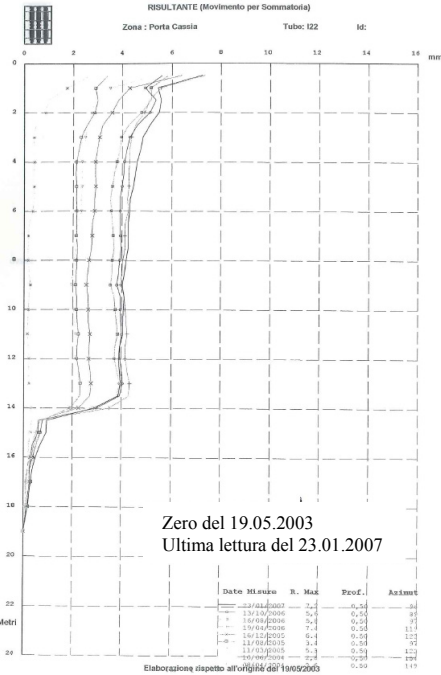


Fig. 1.5.5.2.55 PC_I22 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

PC_I22			
Letture dello zero		02.09.93	19.05.03
Ultima lettura		24.10.94	26.05.08
N. Tot. letture effettuate		3	9
Profondità del tubo (m)		19.50	19.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	14.0 – 14.5	13.5 – 14.5
	Risultante (mm)	0.84	4.75
	Errore stimato (mm)	1.74	1.87
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.65	-
		6.73	-

Inclinometro PC_I23

Superficie di scivolamento a 10-11 metri di profondità con spostamenti medi molto lenti di circa 2-3 mm/anno.

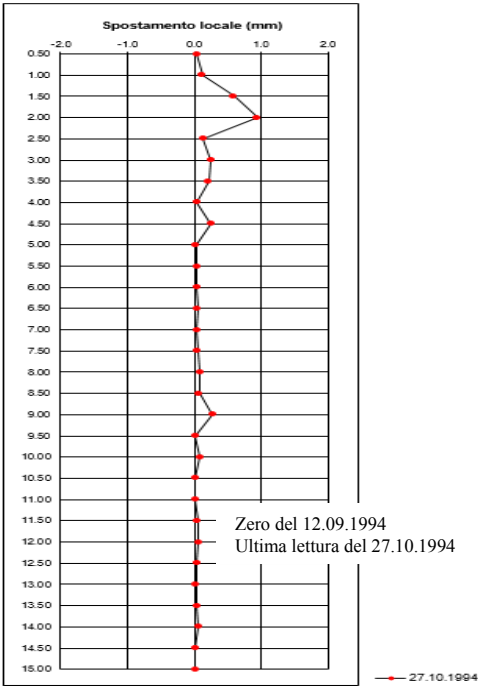


Fig. 1.5.5.2.56 **PC_I23** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

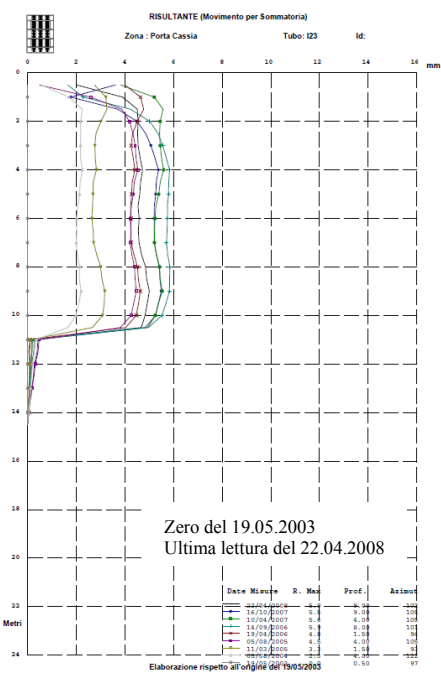


Fig. 1.5.5.2.57 **PC_I23** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

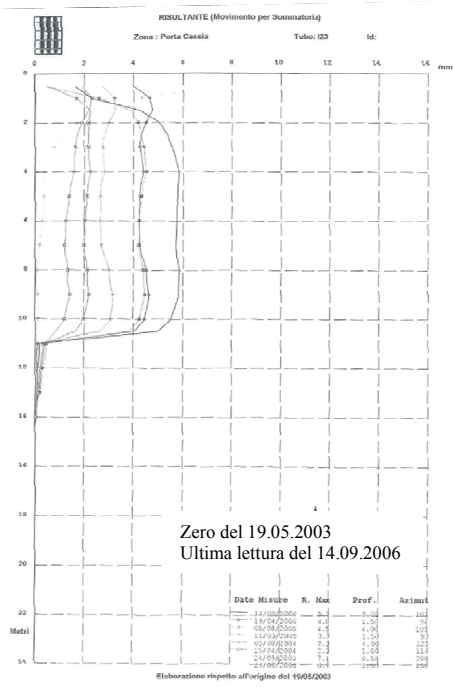


Fig. 1.5.5.2.58 **PC_I23** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

PC_I23			
Letture dello zero		12.09.94	19.05.03
Ultima lettura		27.10.94	22.04.08
N. Tot. letture effettuate		2	9
Profondità del tubo (m)		15.00	14.50
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	2.0 – 2.5	-
	Risultante (mm)	0.94	-
	Errore stimato (mm)	3.68	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	9.0 – 10.0	11.50
	Risultante (mm)	0.08	5.80
	Errore stimato (mm)	1.87	1.61
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.24	-
		12.89	-

Inclinometro PC_I24

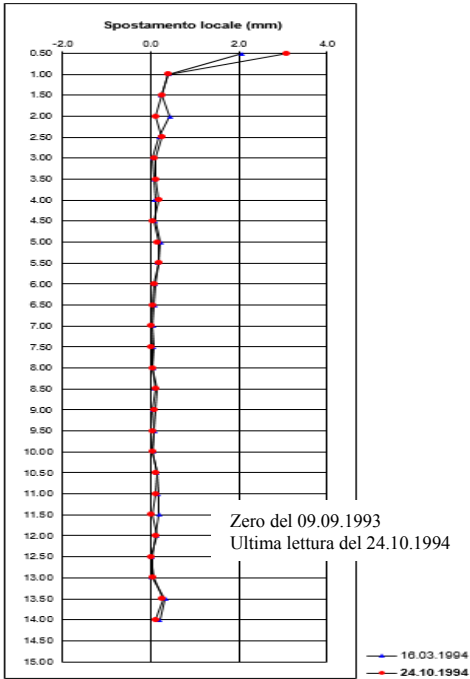


Fig. 1.5.5.2.59 PC_I24 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

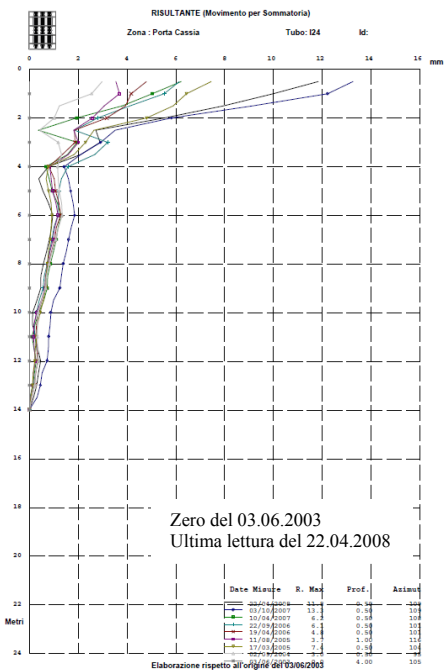


Fig. 1.5.5.2.60 PC_I24 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

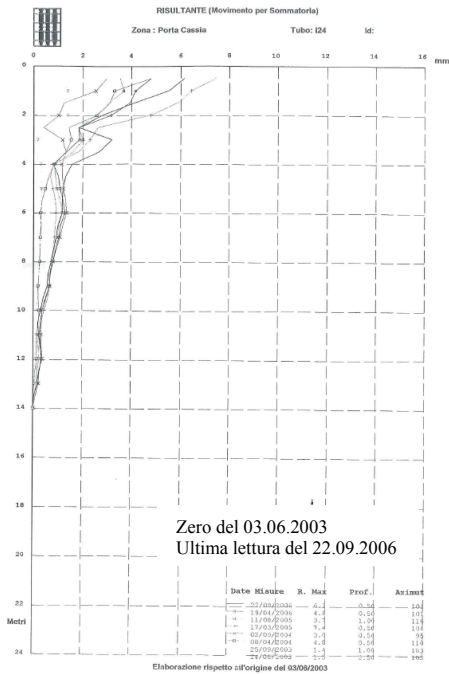


Fig. 1.5.5.2.61 PC_I24 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		PC_I24		
Lettura dello zero		09.09.93	03.06.03	03.06.03
Ultima lettura		24.10.94	22.04.08	22.09.06
N. Tot. letture effettuate		3	9	9
Profondità del tubo (m)		14.00	14.00	14.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.0 – 3.0	2.0 – 4.0	2.0 – 4.0
	Risultante (mm)	0.41	6.00	3.75
	Errore stimato (mm)	3.68	3.42	3.42
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.88	-	-
		8.64	-	-

Inclinometro PC I25

Spostamenti superficiali non superiori a 10 mm esclusivamente nei primi due metri dal piano campagna.

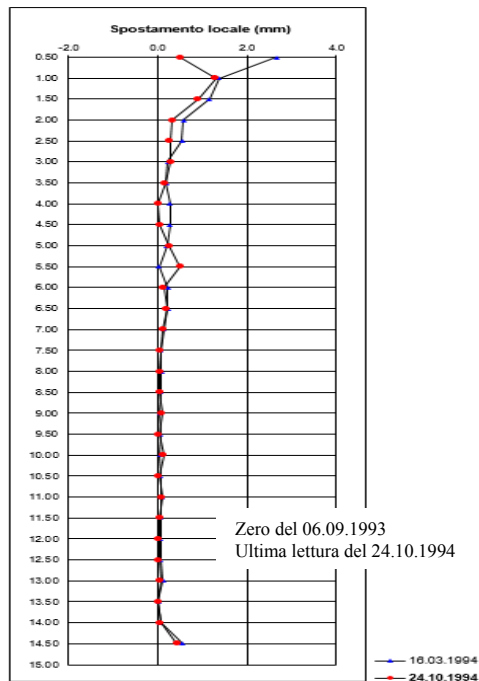


Fig. 1.5.5.2.62 **PC_I25** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

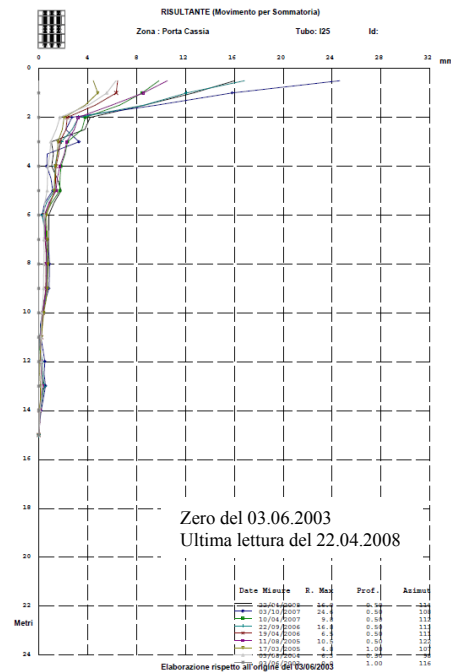


Fig. 1.5.5.2.63 **PC_I25** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

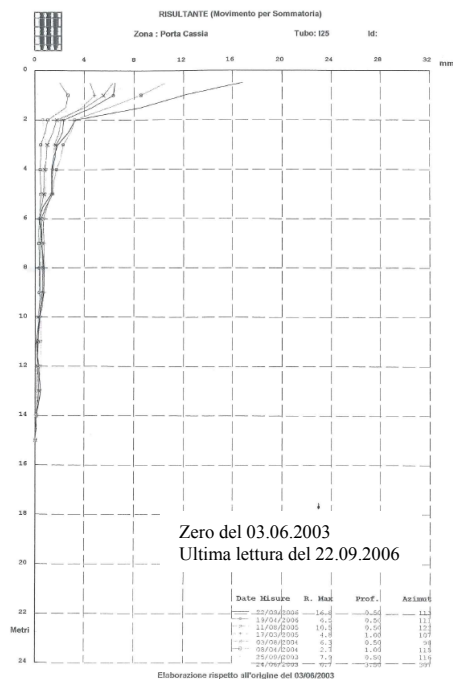
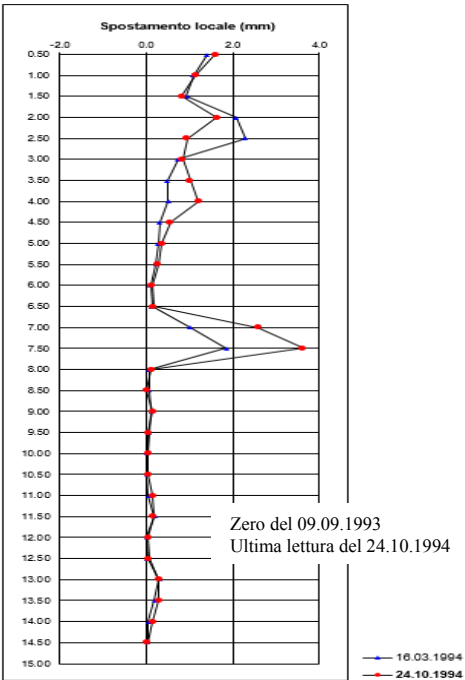


Fig. 1.5.5.2.64 **PC_I25** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		PC_I25		
	Letture dello zero	06.09.93	03.06.03	03.06.03
	Ultima lettura	24.10.94	22.04.08	22.09.06
	N. Tot. letture effettuate	3	9	9
	Profondità del tubo (m)	14.50	15.00	15.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.0 – 2.0	1.5 – 2.0	1.5 – 2.0
	Risultante (mm)	1.30	10.50	10.50
	Errore stimato (mm)	3.80	3.93	3.93
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.09	-	-
		10.57	-	-

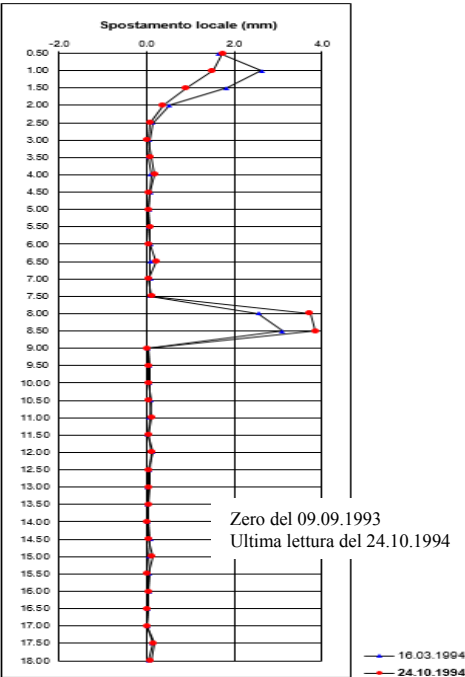
Inclinometro PC 126



		PC_126		
Lettura dello zero		09.09.93		
Ultima lettura		24.10.94		
N. Tot. letture effettuate		3		
Profondità del tubo (m)		14.50		
Passo di lettura (m)		0.50		
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	7.5 – 8.0		
	Locale (mm)	3.62		
	Errore stimato (mm)	2.14		
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-		
	Risultante (mm)	-		
	Errore stimato (mm)	-		
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.05		
		6.45		

Fig. 1.5.5.2.65 PC_126 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

Inclinometro PC I27



		PC_I27		
Lettura dello zero		09.09.93		
Ultima lettura		24.10.94		
N. Tot. letture effettuate		3		
Profondità del tubo (m)		18.00		
Passo di lettura (m)		0.50		
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	8.5 – 9.0		
	Locale (mm)	3.85		
	Errore stimato (mm)	2.79		
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-		
	Risultante (mm)	-		
	Errore stimato (mm)	-		
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.53		
		8.01		

Fig. 1.5.5.2.66 PC_I27 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

Inclinometro PC 128

Superficie di scivolamento a 5-6 metri di profondità con spostamento di circa 8mm in un anno.

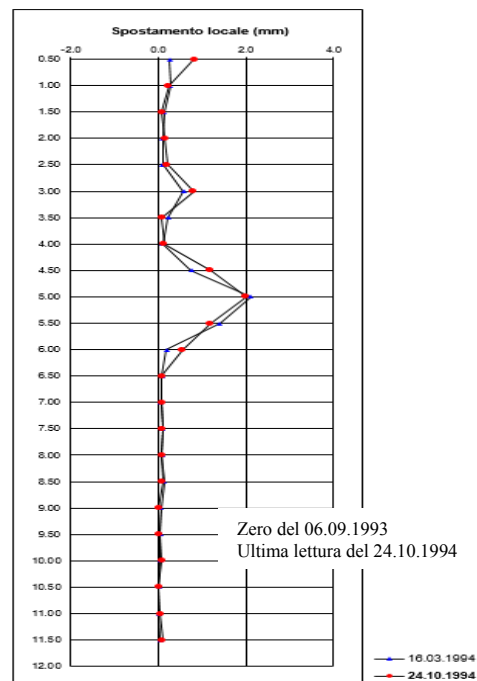


Fig. 1.5.5.2.67 **PC_128** Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

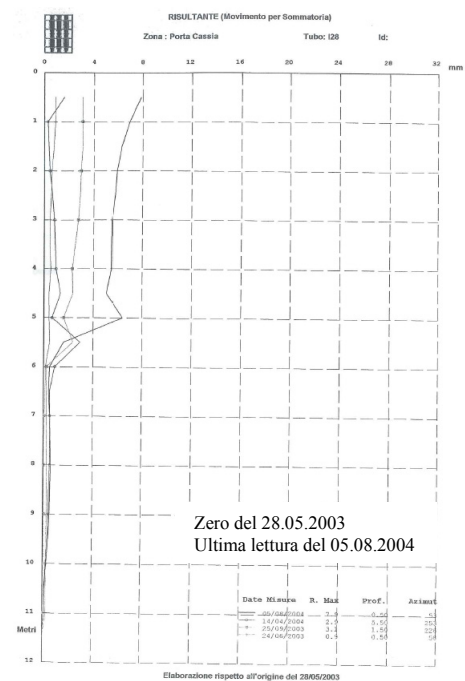


Fig. 1.5.5.2.68 **PC_128** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		PC_128	
Lettura dello zero		06.09.93	28.05.03
Ultima lettura		24.10.94	05.08.04
N. Tot. letture effettuate		3	5
Profondità del tubo (m)		11.50	11.50
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.0 – 6.5	5.0 – 6.0
	Risultante (mm)	2.01	7.50
	Errore stimato (mm)	2.01	2.01
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.40	-
		11.44	-

Inclinometro PC_I29

Superficie di scivolamento a 11 metri dal piano campagna e velocità molto bassa di 1mm/anno.

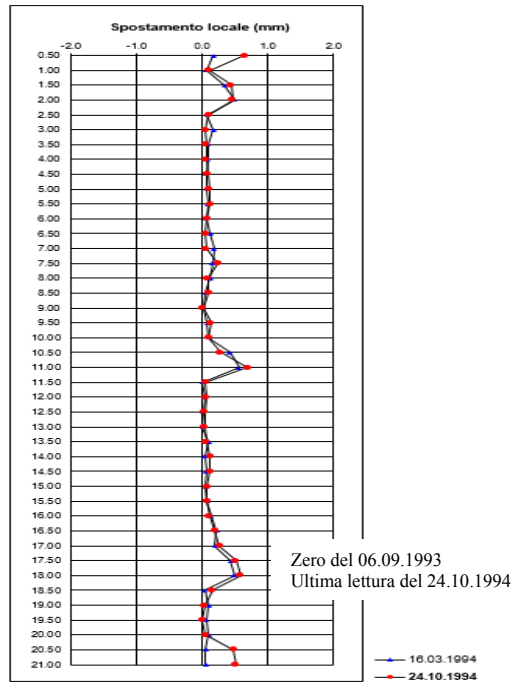


Fig. 1.5.5.2.69 PC_I29 Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

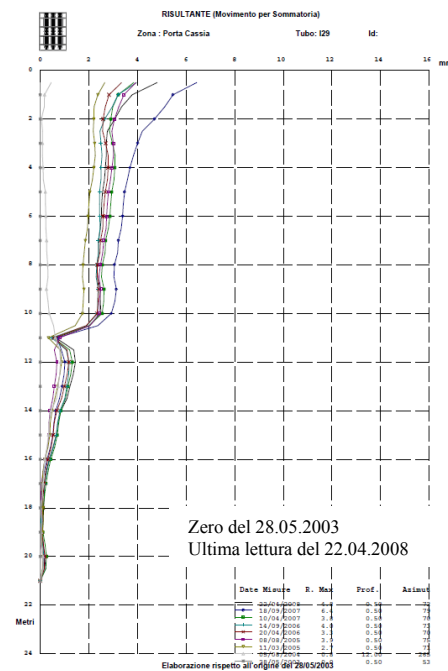


Fig. 1.5.5.2.70 PC_I29 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

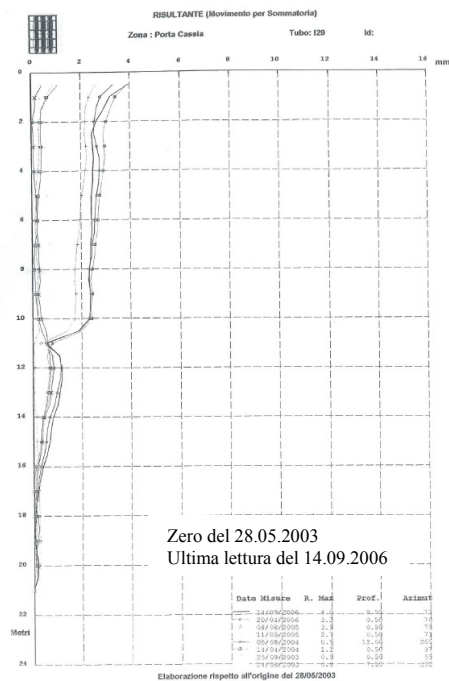


Fig. 1.5.5.2.71 PC_I29 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

PC_I29				
Letture dello zero		06.09.93	28.05.03	28.05.03
Ultima lettura		24.10.94	22.04.08	14.09.06
N. Tot. letture effettuate		3	9	9
Profondità del tubo (m)		21.00	21.00	21.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.5 – 2.5	-	-
	Risultante (mm)	0.50	-	-
	Errore stimato (mm)	5.29	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	11.0 – 11.5	10.0 – 11.0	10.0 – 11.0
	Risultante (mm)	0.69	2.50	2.50
	Errore stimato (mm)	2.92	3.17	3.17
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.03	-	-
		8.34	-	-

1.5.5.3 Misure piezometriche

I piezometri presenti nella zona sono complessivamente 29 di cui 15 a lettura automatica.

Tabella 1.5.5.3.1 – Piezometri automatici della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero ⇔ Centralina 5C1-5C2-5C3-5C4
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Lettura freaticometrica (m)	Quota di riposizionamento (m)	Note
5P01	01.01.1995	5C4	60.00	65.00		6.00	Linea ricablata
5P02	01.01.1995	5C4	13.00	15.00	7.70	13.00	
5P03	01.01.1995	5C4	13.00	15.00	6.50	13.00	
5P04	01.01.1995	5C3	11.00	12.00	9.20	11.00	
5P05	01.01.1995	5C3	11.00	12.00	6.00	11.00	
5P06	01.01.1995	5C3	11.00	12.00	6.60	11.00	
5P07	01.01.1995	5C3	13.00	15.00	7.60	13.00	
5P08	01.01.1995	5C3	22.00	24.00	17.50	22.00	
5P09	01.01.1995	5C2	23.00	24.00	18.50	23.00	
5P10	01.01.1995	5C2	13.00	15.00	11.00	13.00	
5P11	01.01.1995	5C2	14.00	18.00	11.50	14.00	
5P12	01.01.1995	5C1	34.00	36.00	28.20	34.40	
5P14	01.01.1995	5C4	19.00	21.00	10.40	19.00	
5P15	01.01.1995	5C4	13.00	15.00	5.40	13.00	
5P19	01.01.1995	5C2	5.00	6.00	2.25	5.00	

Piezometro 5P1

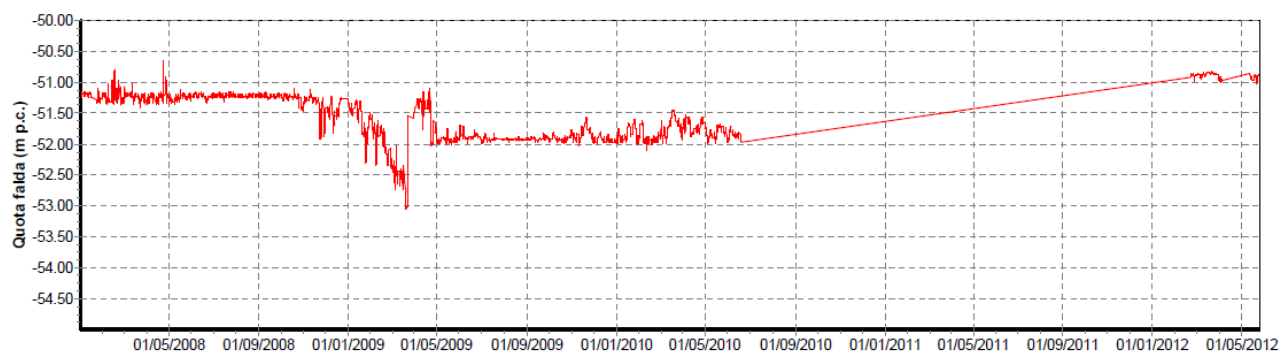


Fig. 1.5.5.3.1 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

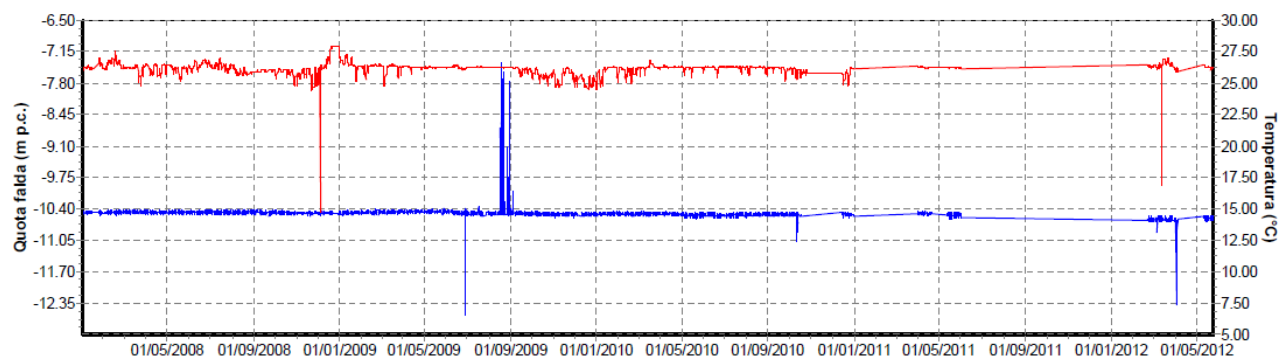
Piezometro 5P2

Fig. 1.5.5.3.2 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

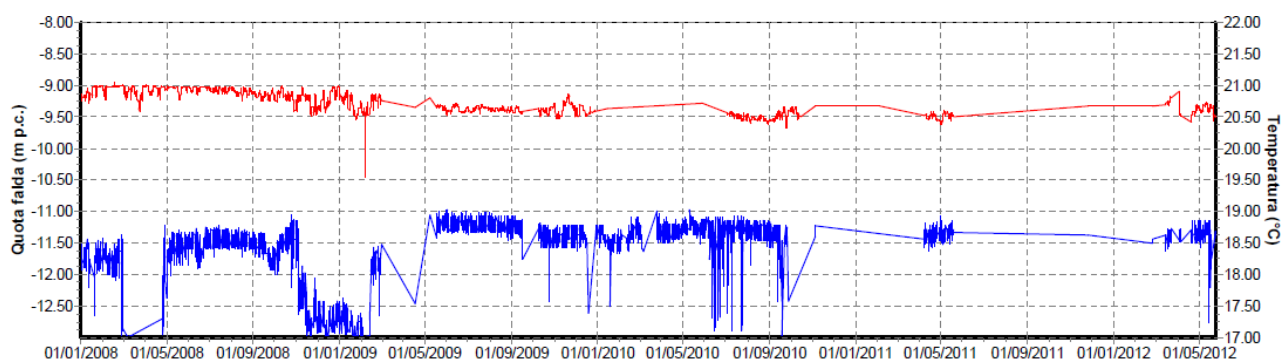
Piezometro 5P4

Fig. 1.5.5.3.3 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

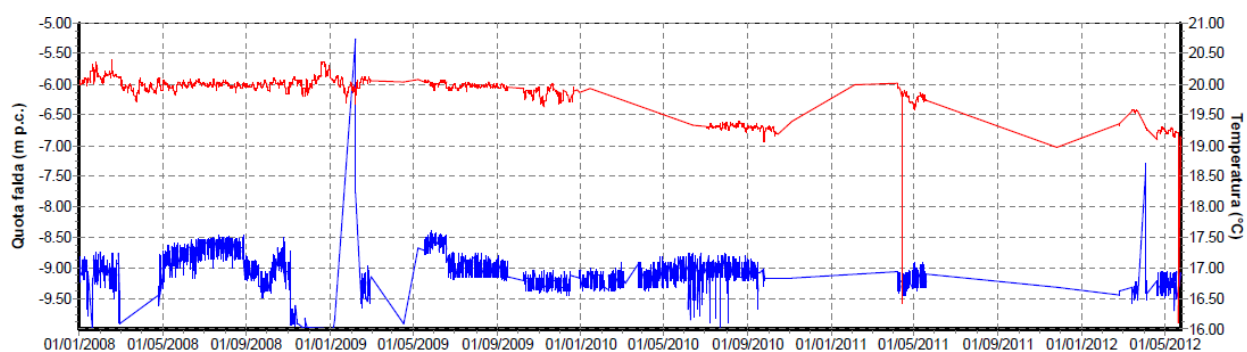
Piezometro 5P5

Fig. 1.5.5.3.4 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

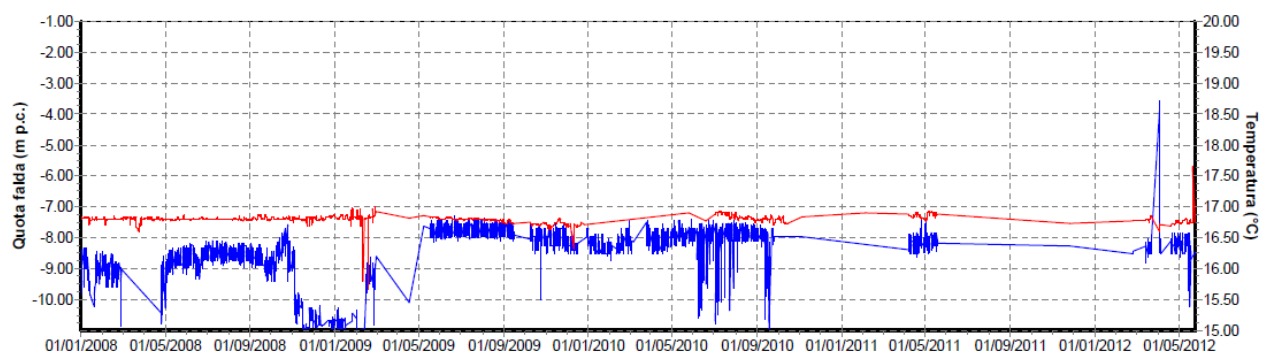
Piezometro 5P6

Fig. 1.5.5.3.5 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

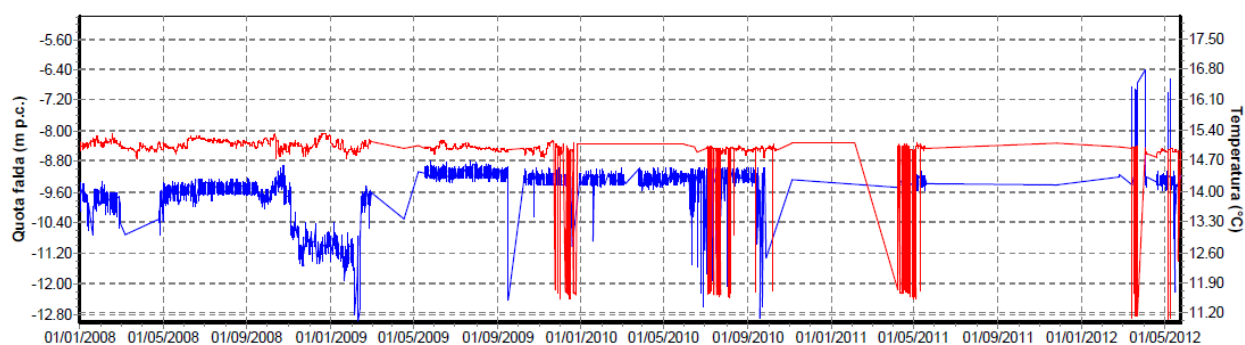
Piezometro 5P7

Fig. 1.5.5.3.6 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

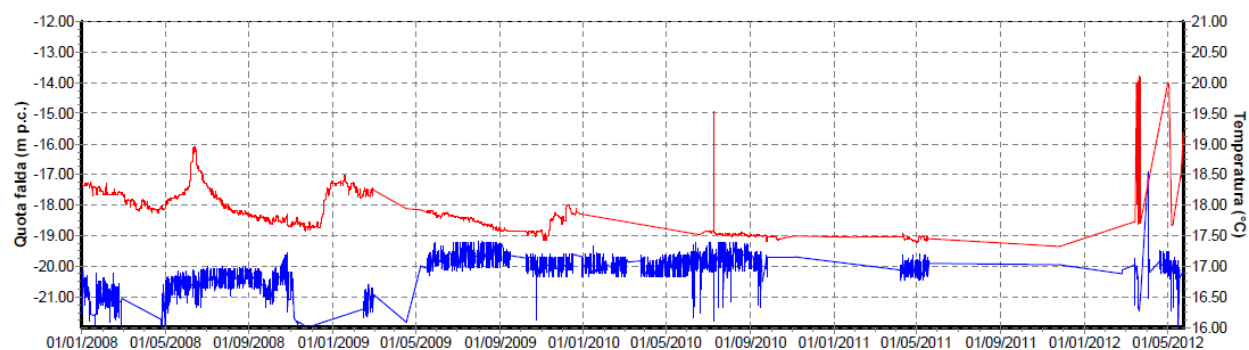
Piezometro 5P8

Fig. 1.5.5.3.7 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

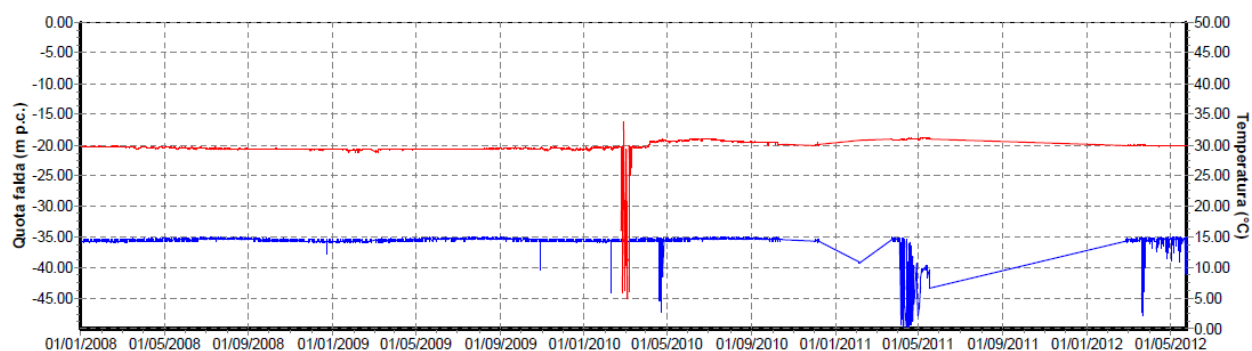
Piezometro 5P9

Fig. 1.5.5.3.8 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

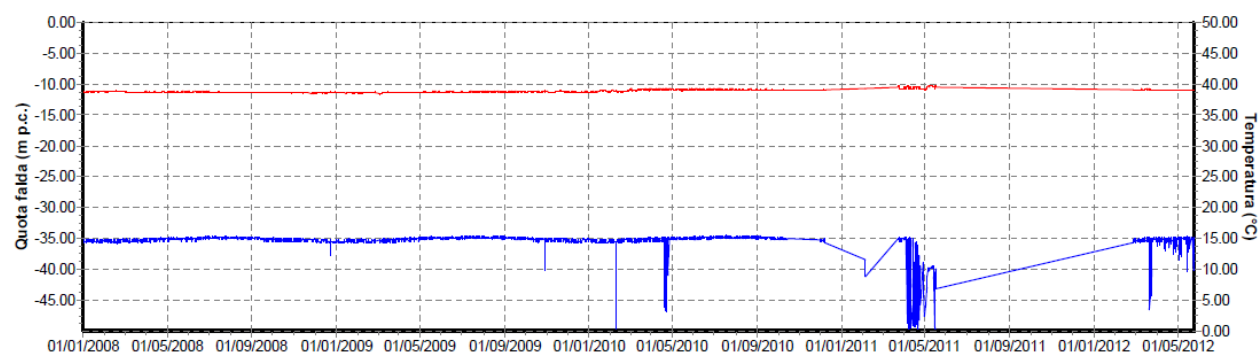
Piezometro 5P10

Fig. 1.5.5.3.9 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

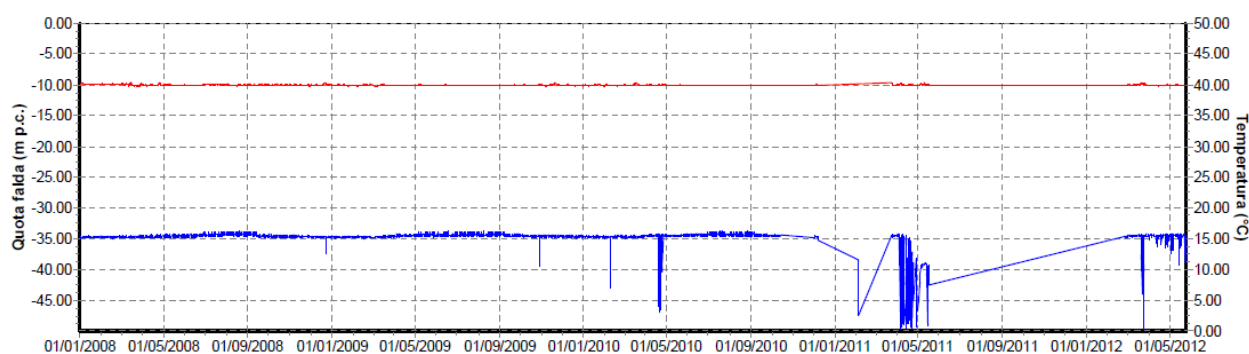
Piezometro 5P11

Fig. 1.5.5.3.10 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

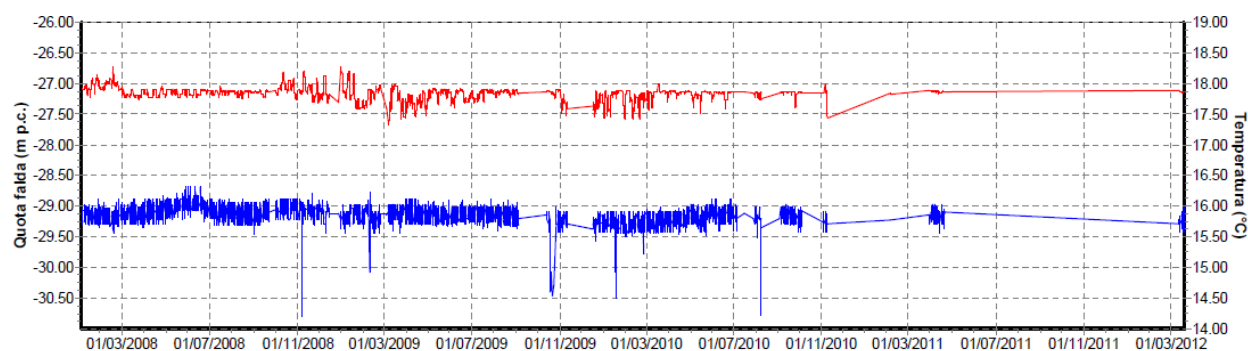
Piezometro 5P12

Fig. 1.5.5.3.11 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

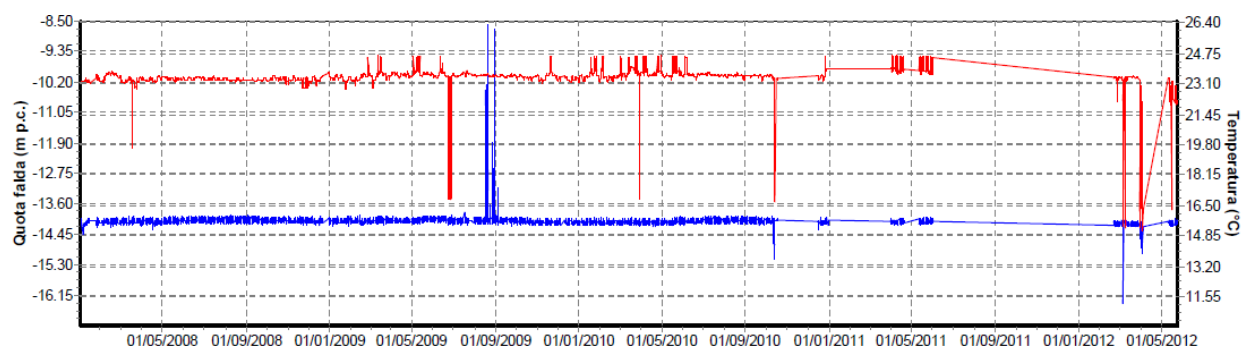
Piezometro 5P14

Fig. 1.5.5.3.12 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

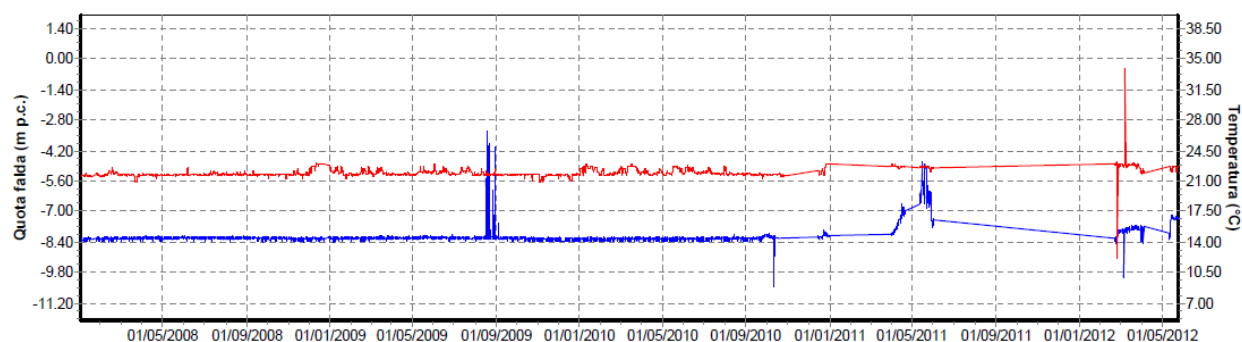
Piezometro 5P15

Fig. 1.5.5.3.13 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

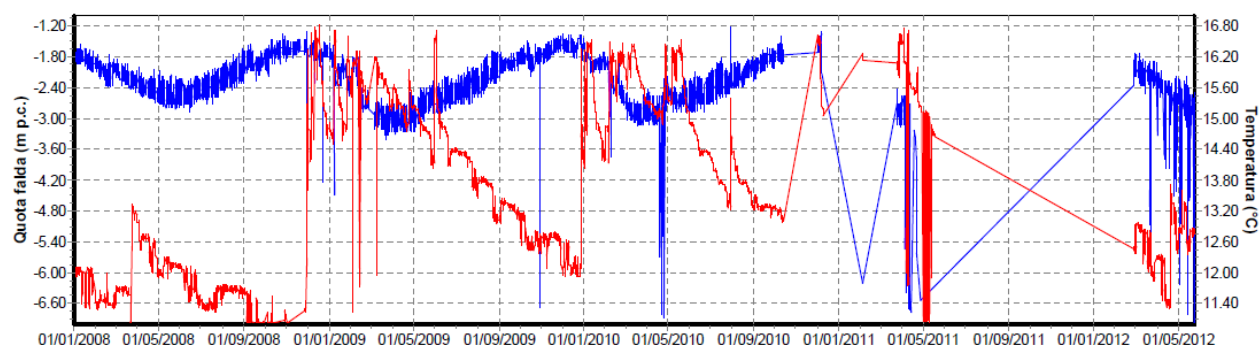
Piezometro 5P19

Fig. 1.5.5.3.14 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Nel periodo compreso tra il 2003 ed il 2008 sempre da parte dell'Osservatorio della Rupe di Orvieto, è stata condotta una campagna di letture piezometriche manuali delle quali, di seguito, si riportano i valori riscontrati all'inizio ed alla fine del periodo di controllo (tab. 1.5.5.3.2).

Tabella 1.5.5.3.2 – Strumentazione piezometrica manuale – Campagna di indagine a lettura manuale della zona 5
Porta Cassia – Fosso San Zero (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
5P14		15.05.2003	-9.55	29.08.2008	-9.35	13
5P16	-9.00	28.05.2003	-9.13	16.09.2008	-9.74	13
5P17	-9.00	22.05.2003	-2.93	27.08.2008	-3.50	13
5P18	-18.00	15.05.2003	-10.76	28.08.2008	-11.45	12
5P20	-9.00	19.05.2003	-4.95	02.09.2008	-4.93	12
5P21	-15.00	19.05.2003	-4.53	27.08.2008	-4.45	12
5P22	-18.00	19.05.2003	-3.19	26.11.2008	-3.65	20
5P23	-12.00	19.05.2003	-11.80	02.09.2008	-3.85	12
5P24	-12.00	03.06.2003	-3.56	02.09.2008	-5.06	13
5P25	-12.00	03.06.2003	-2.75	02.09.2008	-3.70	13
5P26	-12.00	20.05.2003	-2.13	02.09.2008	-3.50	9
5P27	-15.00	20.05.2003	-9.15	02.09.2008	-4.85	9
5P28	-9.00	28.05.2003	-5.84	11.03.2005	-4.35	5
5P29	-18.00	28.05.2003	-10.54	29.08.2008	-10.40	12

Per quanto attiene i piezometri a lettura automatica sono state effettuate delle misure di controllo manuali (lettura diretta con freatimetro) i cui dati sono anche essi riportati nella tabella che segue (tab. 1.5.5.3.3).

Tabella 1.5.5.3.3 – Piezometri automatici – Letture di controllo manuali della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
5P01		07.10.2003	-55.84	23.09.2008	-56.13	10
5P02		22.09.2003	-6.60	29.09.2008	-6.33	10
5P03		13.05.2003	-6,05	29.09.2008	-5.70	13
5P04		15.05.2003	-7.50	28.08.2008	-7.27	13
5P05		15.05.2003	-5.25	28.08.2008	-5.08	13
5P06		08.10.2003	-6.39	23.09.2008	-6.77	11
5P07		08.10.2003	-6.78	23.09.2008	-6.86	11
5P08		15.05.2003	-17.50	28.08.2008	-17.73	13
5P09		28.05.2003	-19.89	28.08.2008	-19.85	14
5P10		28.05.2003	-10.42	28.08.2008	-10.65	14
5P11		28.05.2003	-17.75	28.08.2008	-9.32	14
5P12		08.10.2003	-28.00	23.09.2008	-27.98	9
5P14		15.05.2003	-9.55	29.08.2008	-9.35	13
5P15		13.05.2003	-3.67	29.08.2008	-3.30	13
5P19		08.10.2003	-3.70	16.06.2008	-5.30	11

Di seguito si riportano i grafici delle letture manuali effettuate nel periodo 2003-2008.

Piezometro 5P14

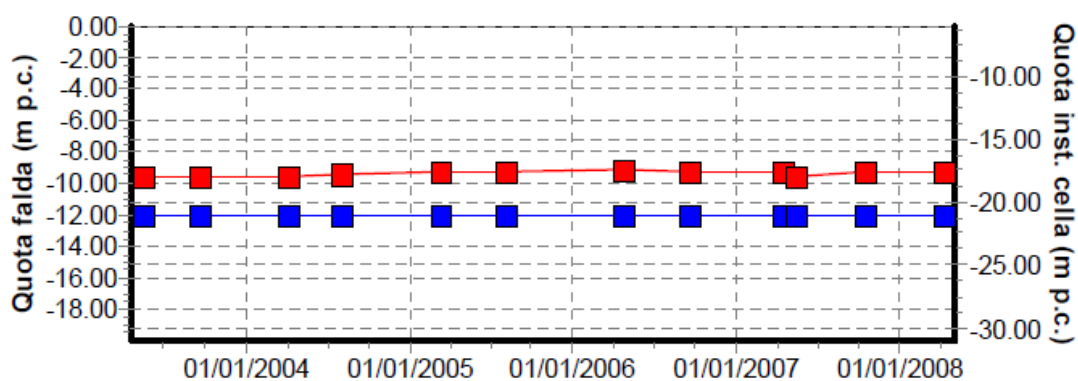


Fig. 1.5.5.3.15 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

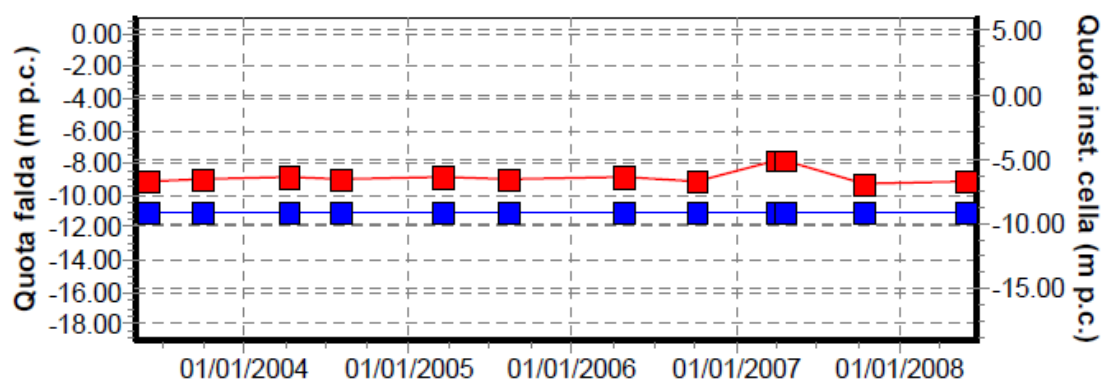
Piezometro 5P16

Fig. 1.5.5.3.16 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

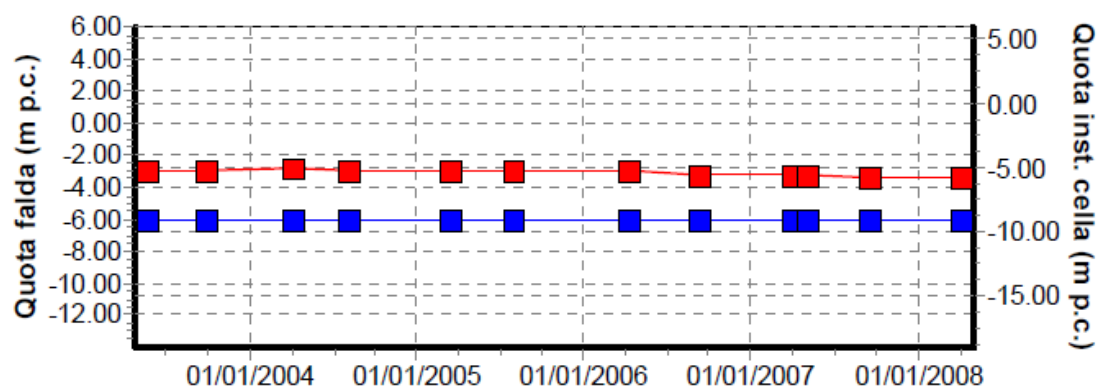
Piezometro 5P17

Fig. 1.5.5.3.17 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

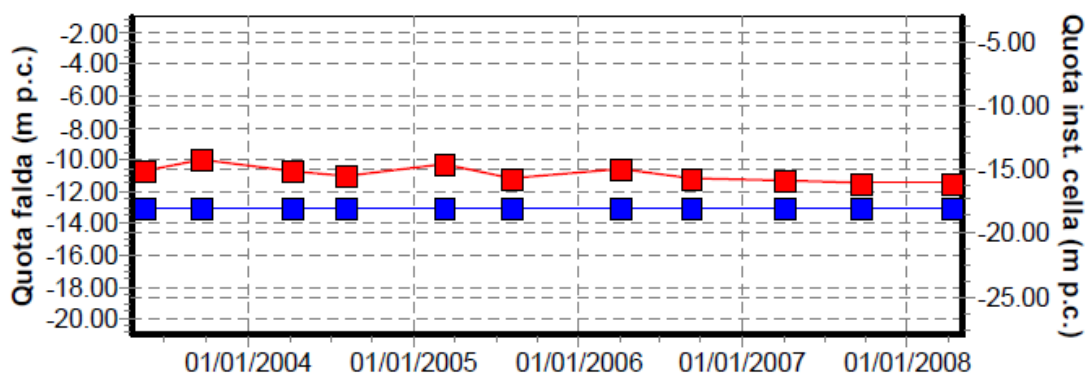
Piezometro 5P18

Fig. 1.5.5.3.18 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

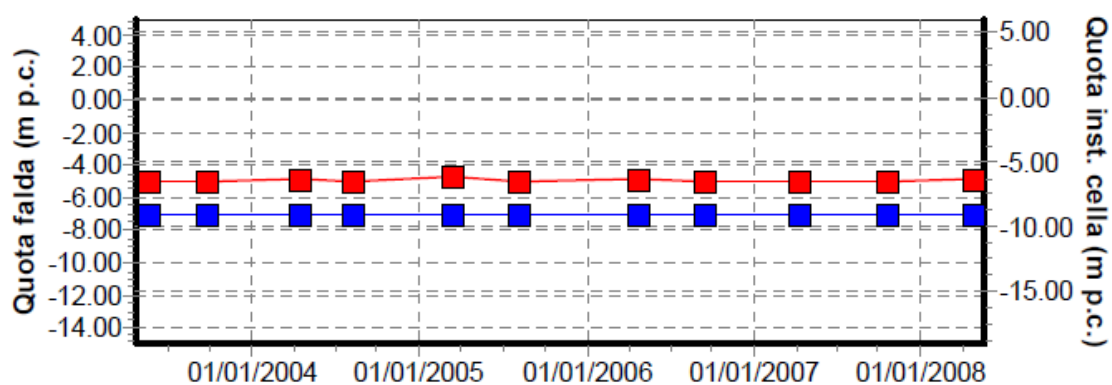
Piezometro 5P20

Fig. 1.5.5.3.19 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

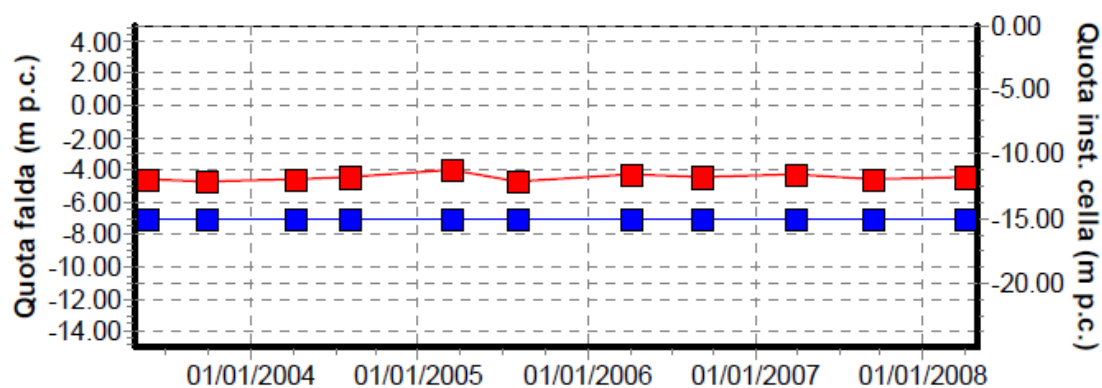
Piezometro 5P21

Fig. 1.5.5.3.20 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

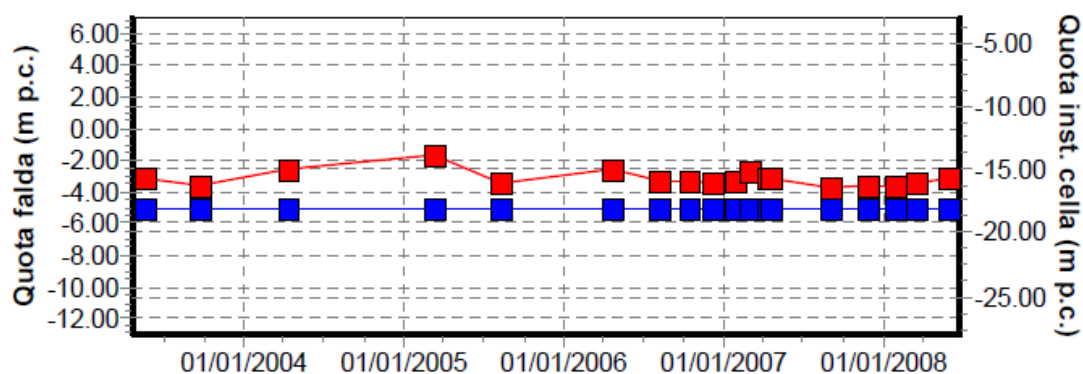
Piezometro 5P22

Fig. 1.5.5.3.21 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

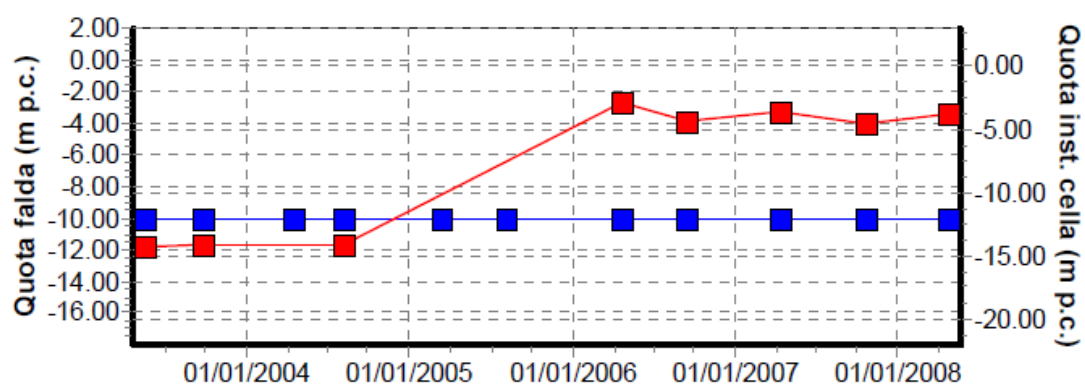
Piezometro 5P23

Fig. 1.5.5.3.22 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

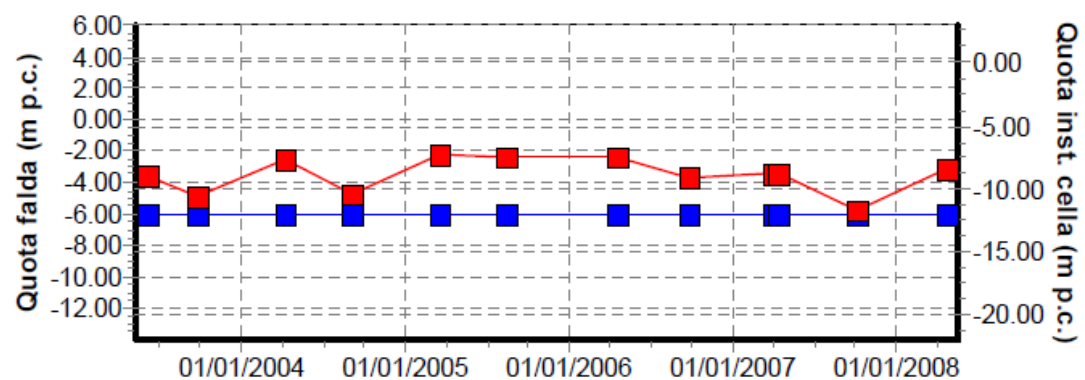
Piezometro 5P24

Fig. 1.5.5.3.23 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

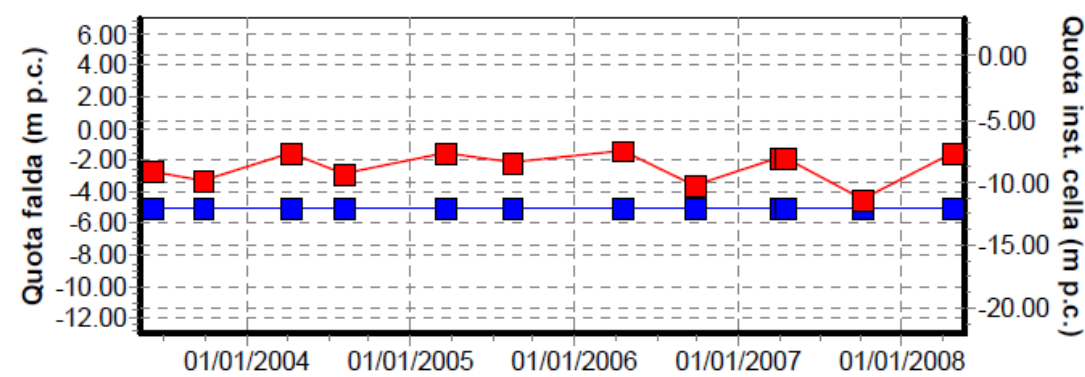
Piezometro 5P25

Fig. 1.5.5.3.24 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

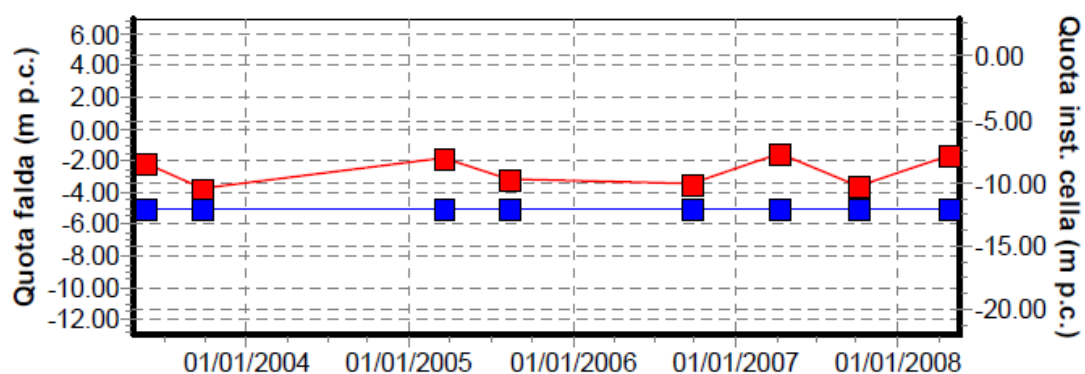
Piezometro 5P26

Fig. 1.5.5.3.25 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

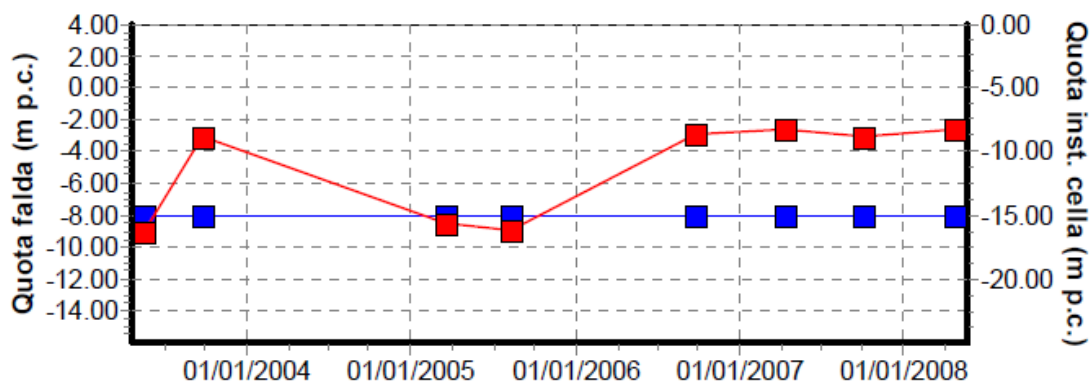
Piezometro 5P27

Fig. 1.5.5.3.26 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

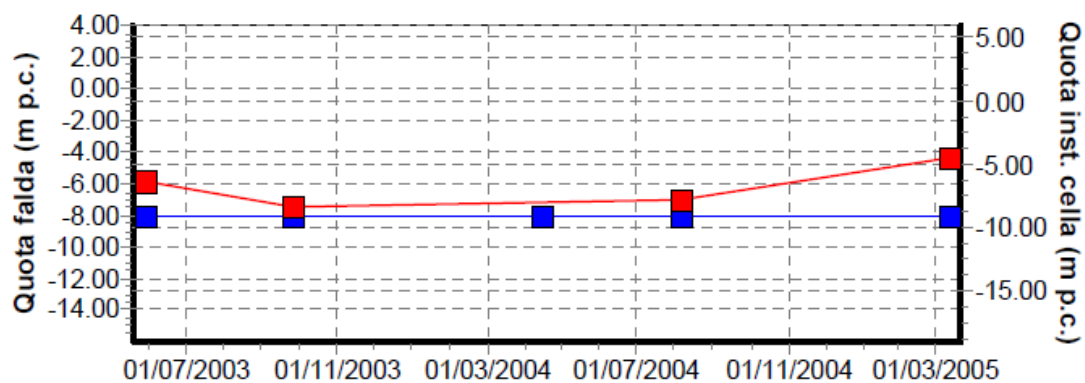
Piezometro 5P28

Fig. 1.5.5.3.27 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

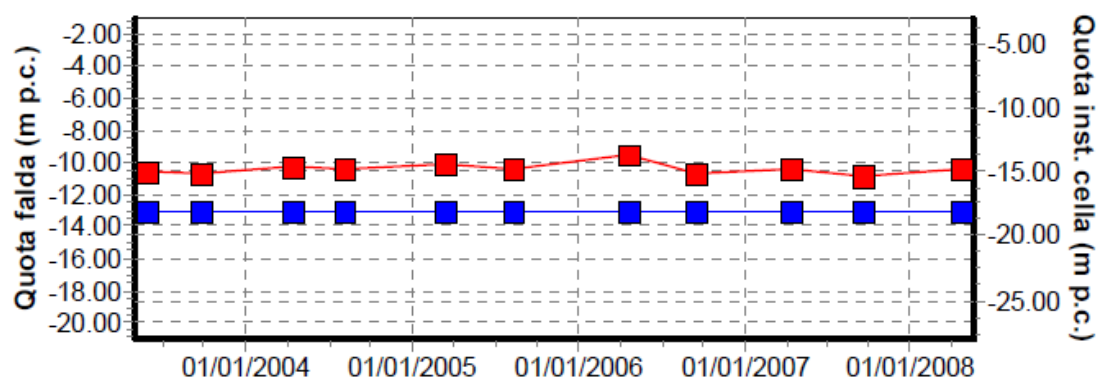
Piezometro 5P29

Fig. 1.5.5.3.28 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

1.5.5.4 Rilievi geodetici

La rete geodetica di questa zona si compone di 4 punti di controllo GPS interni ubicati nella pedice sottostante la Rupe e da 7 prismi ottici posizionati sulla parte tufacea in corrispondenza del ciglio della Rupe stessa. in modo da avere una copertura ottimale dell'intera area da sottoporre a controllo. Si ricorda che le reti locali, come questa, sono riferite alla rete di caposaldi GPS esterni disposti a convenevole distanza dalle pendici della Rupe.

Le tabelle che seguono riportano i dati caratteristici di partenza e i dati osservati nell'anno 2007.

*Tabella 1.5.5.4.1 – Sottorete dei punti della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero – Coordinate in WGS84-Geografiche
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Punti	Coordinate			σ (mm)			Corr. (%)		
	Latitudine	Longitudine	Altezza (m)	N	E	H	NE	NH	EH
G	42°43'58.08340"N	12°07'11.00520"E	164.58575	0	0	0	0	0	0
G1	42°43'28.53996"N	12°07'03.46326"E	251.54887	1	1	3.4	39	62	62
G2	42°43'28.22687"N	12°07'00.21623"E	256.25335	1.4	1.2	4.9	30	57	49
G3	42°43'26.66627"N	12°06'56.98935"E	268.65927	2.3	2.1	6.4	5	33	-23
G4	42°43'25.93336"N	12°06'53.04724"E	270.24585	1.3	1.4	3.8	7	19	-23

*Tabella 1.5.5.4.2 – Sottorete dei punti della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero – Coordinate in WGS84-Cartesiane
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Punti	Coordinate (m)			σ (mm)			Corr. (%)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	XY	XZ	YZ
G	4587681.531	985165.6821	4305857.417	0	0	0	0	0	0
G1	4588384.818	985141.2004	4305246.733	2	1.3	2.8	74	89	77
G2	4588410.114	985071.0711	4305242.828	2.9	1.6	4	70	89	72
G3	4588466.381	985008.0591	4305215.866	4.5	2	5.2	10	79	19
G4	4588501.348	984923.8295	4305200.328	2.8	1.4	2.9	6	81	16

*Tabella 1.5.5.4.3 – Coordinate nel Sistema di riferimento locale della rete geodetica della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Codice	X (m)	Y (m)	Z (m)
G01	20.057	-156.963	-17.141
G02	28.749	-82.956	-12.490
G03	0.0	0.0	0.0
G04	0.0	92.499	1.529
P01			
P02			
P03	-79.831	-127.434	47.153
P04	-62.919	-91.293	33.613
P05			
P06	-54.932	-32.106	46.810
P07	-52.422	41.549	35.432

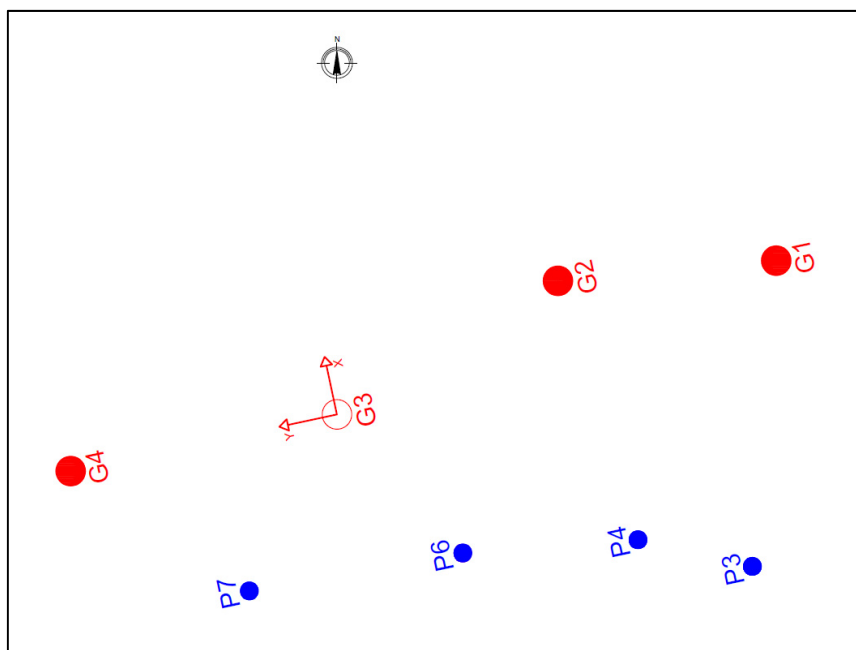


Figura 1.5.5.4.1 – Orvieto: Rete Geodetica zona 5 – Sistema di Riferimento Locale – Schema di lettura

Nella tabella che segue sono riportate le differenze cumulate delle letture dei prismi rispetto alla lettura di riferimento del Dicembre 2007.

Tabella 1.5.5.4.4 – Differenze cumulate (Lettura di riferimento: Rilievo del Dicembre 2007) della zona 5 Porta Cassia – Fosso San Zero (Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Codice	Δx (cm)	Δy (cm)	$\Delta x \Delta y$ (cm)	Δz (cm)
G01	0.2	-0.5	0.5	-0.4
G02	0.2	-0.3	0.4	-0.5
G03	0.0	0.0	0.0	0.0
G04	-	-0.1	0.1	-0.4
P01				
P02				
P03	0.9	-0.8	1.2	-0.4
P04	2.8	-0.3	2.8	0.1
P05				
P06	0.4	-0.6	0.7	-0.4
P07	0.1	0.1	0.1	0.6

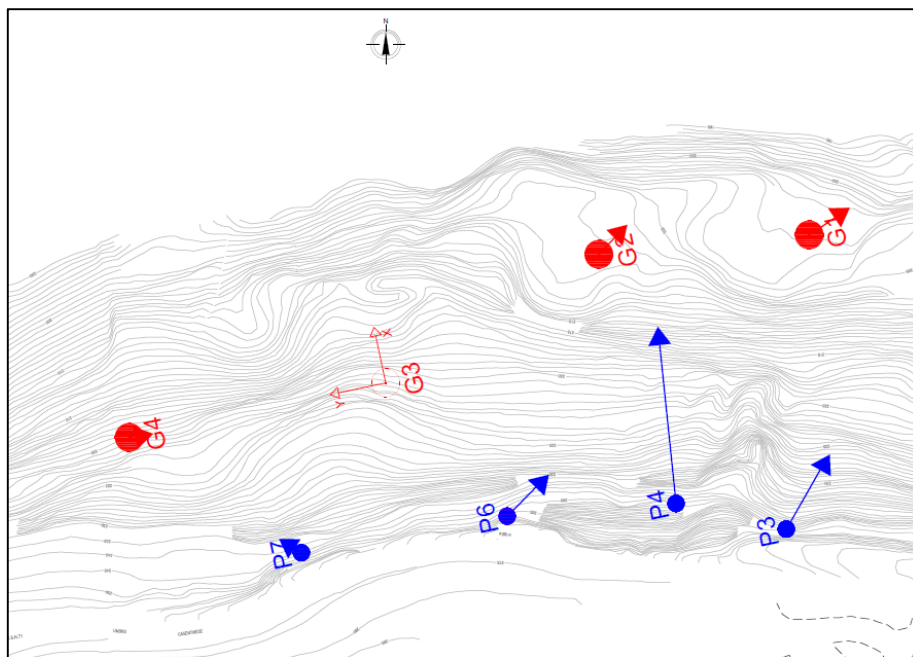


Figura 1.5.5.4.2 – Orvieto: Rete Geodetica zona 5 – Sistema di Riferimento Locale – Spostamenti

1.5.6 Zona 6 – San Bernardino – Cannicella

Nella zona, per il controllo di possibili spostamenti in profondità e in superficie, delle variazioni del livello statico della falda e per il controllo delle pareti tufacee della rupe, è stata installata una strumentazione ad acquisizione sia automatica che manuale costituita da sensori di tipologia diversa in modo da rispondere al meglio alle esigenze del monitoraggio (Figura 1.5.6.1).

In particolare:

- ✓ la strumentazione automatica è costituita complessivamente di n. 6 estensimetri a corda vibrante, n. 3 inclinometri biassiali elettrolitici e 9 piezometri con cella di Casagrande; il loro stato di funzionamento viene evidenziato nella tabella 1.5.6.1;
- ✓ la strumentazione manuale conta la presenza di n.7 tubi inclinometrici, di n. 2 celle piezometriche e di una rete geodetica costituita da n. 6 pilastri GPS disposti sulla pendice e n. 7 prismi riflettori disposti in parete come meglio esposto nelle tabelle 1.5.6.2 e 1.5.6.3.

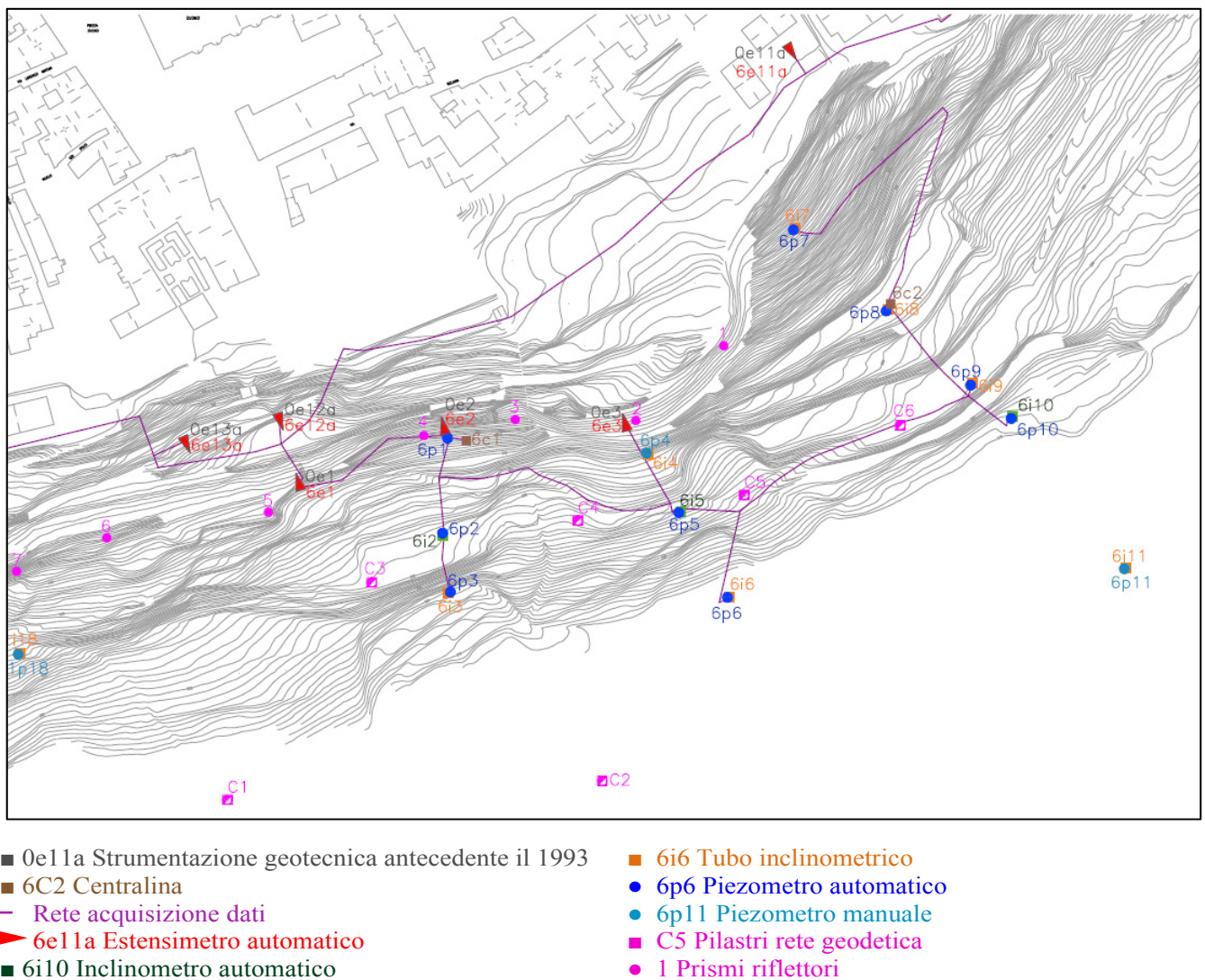


Figura 1.5.6.1 – Orvieto: Orvieto: **Zona 6** Località San Bernardino – Cannicella – Ubicazione della strumentazione

Di seguito si riportano le principali caratteristiche della strumentazione presente nella zona con indicato il loro stato di funzionamento.

*Tabella 1.5.6.1 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica ad acquisizione **automatica** della zona 6
San Bernardino – Cannicella (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento								
			Funzionante		Anomalie e/o scollegato		Non funzionante e/o rimosso		No info aggiornate		
Estensimetri a base singola	3	6		3	3						
Estensimetri a base tripla	3		3			3					
Inclinometri	3		2				1				
Piezometri	9		8				1				

*Tabella 1.5.6.2 – Struttura e stato di funzionamento della strumentazione geotecnica a lettura **manuale** della zona 6
San Bernardino – Cannicella (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento		
			Funzionante	Fuori uso	No info aggiornate
Tubi Inclinometrici	7		7		
Piezometri	2		1	1	

*Tabella 1.5.6.3 – Struttura della sottorete geodetica della zona 6
San Bernardino – Cannicella (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Punti	Ubicazione	Strumentazione	Tipologia	N. Totale
Poligonale esterna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	1
Poligonale interna	Pendici	Caposaldi GPS	Pilastrini	6
Punti di controllo	Parete	Prismi in parete	Prismi riflettori	7

Per completezza di informazione si riporta nella tabella 1.5.6.4 anche la quantità e la tipologia della strumentazione installata nel periodo antecedente il 1993 della quale non è stato possibile reperire la documentazione.

*Tabella 1.5.6.4 – Struttura e situazione della strumentazione geotecnica installata antecedentemente il **1993** nella zona 6
San Bernardino – Cannicella*

Tipologia	N. Totale		Sato di funzionamento		
			Funzionante	Fuori uso	Rimosso
Estensimetri	6				6
<u>Nota</u> Estensimetri: sono stati riqualificati e corrispondono a quelli automatici riportati nella Tab. 1.5.6.1.1.					

1.5.6.1 Misure estensimetriche

Nell'area risultano essere stati installati nel gennaio del 1995 n. 6 estensimetri a corda vibrante, di cui 3 a base tripla e 3 a base singola; 3 sono disposti alla sommità e 3 al piede della parete (Figura 1.5.6.1).

L'acquisizione dei dati è di tipo automatico e affluiscono alle due centraline (6C1, 1C2) ubicate al piede della Rupe. Gli estensimetri sono muniti di sensore del tipo a corda vibrante e misuratore di temperatura; la loro base di misura, così come il loro stato di funzionamento, sono descritte in tabella 1.5.6.1.1.

Tabella 1.5.6.1.1 – Estensimetri automatici della zona 6 San Bernardino – Cannicella ⇨ Centraline 6C1-1C2
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
6E01	6E01/1	01.01.1995	6C1	20.00	60.00	
	6E01/2	01.01.1995	6C1	40.00	60.00	
	6E01/3	01.01.1995	6C1	60.00	60.00	
6E02	6E02/1	01.01.1995	6C1	20.00	60.00	
	6E02/2	01.01.1995	6C1	40.00	60.00	
	6E02/3	01.01.1995	6C1	60.00	60.00	
6E03	6E03/1	01.01.1995	6C1	20.00	60.00	
	6E03/2	01.01.1995	6C1	40.00	60.00	
	6E03/3	01.01.1995	6C1	60.00	60.00	
6E11A	6E11A	01.01.1995	1C2	20.00	20.00	Sensore scollegato
6E12A	6E12A	01.01.1995	1C2	20.00	20.00	Sensore scollegato
6E13A	6E13A	01.01.1995	1C2	20.00	20.00	Sensore scollegato

Di seguito si riportano, sotto forma grafica, i dati delle misure acquisite in automatico.

Estensimetro 6E01

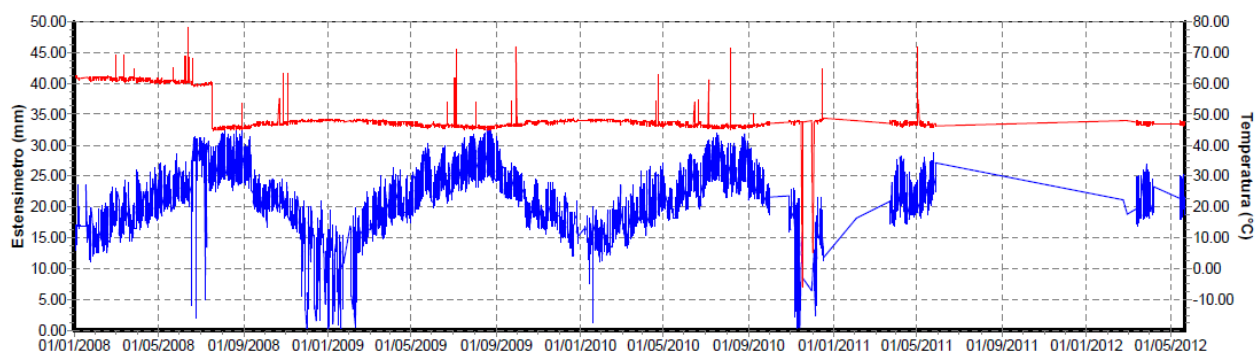


Fig. 1.5.6.1.1 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

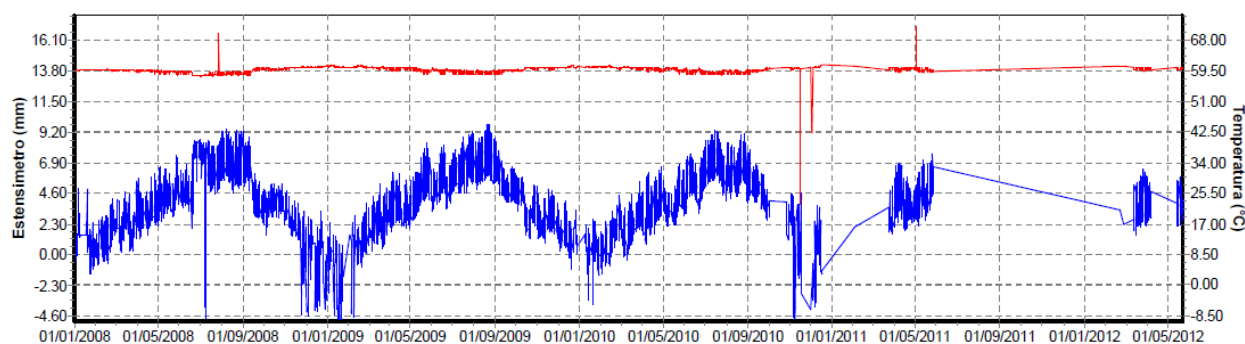


Fig. 1.5.6.1.2 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

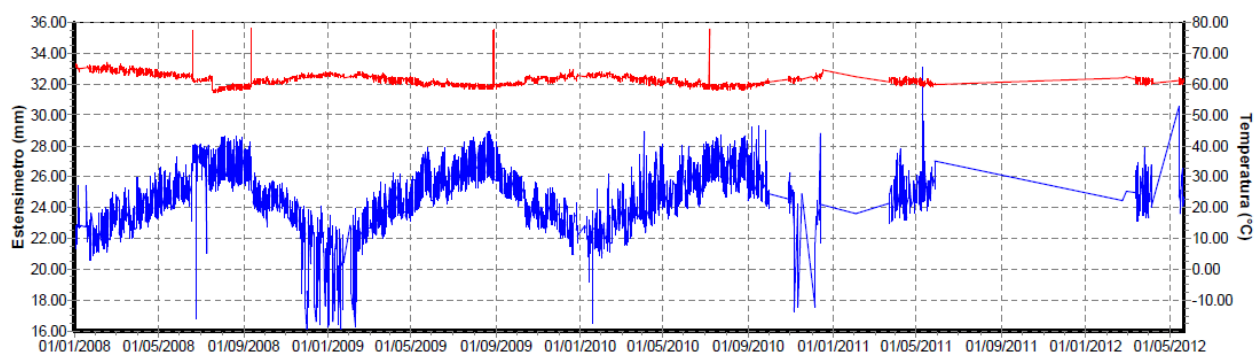


Fig. 1.5.6.1.3 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

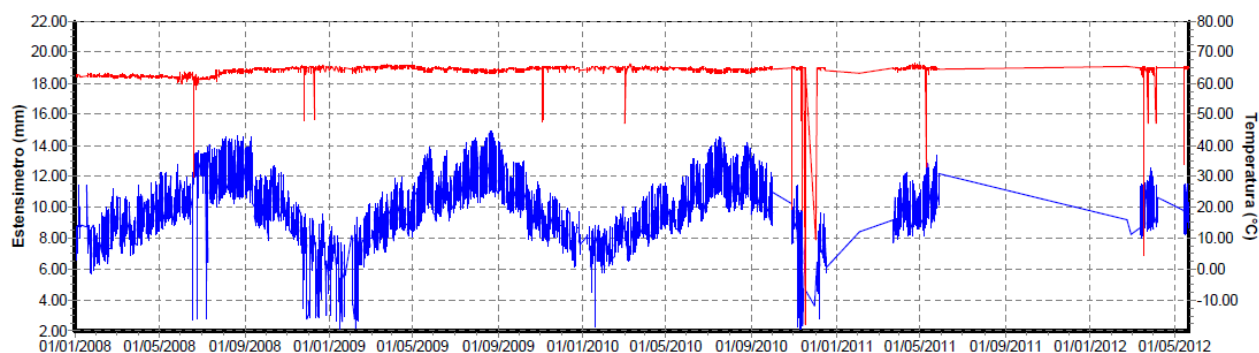
Estensimetro 6E02

Fig. 1.5.6.1.4 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

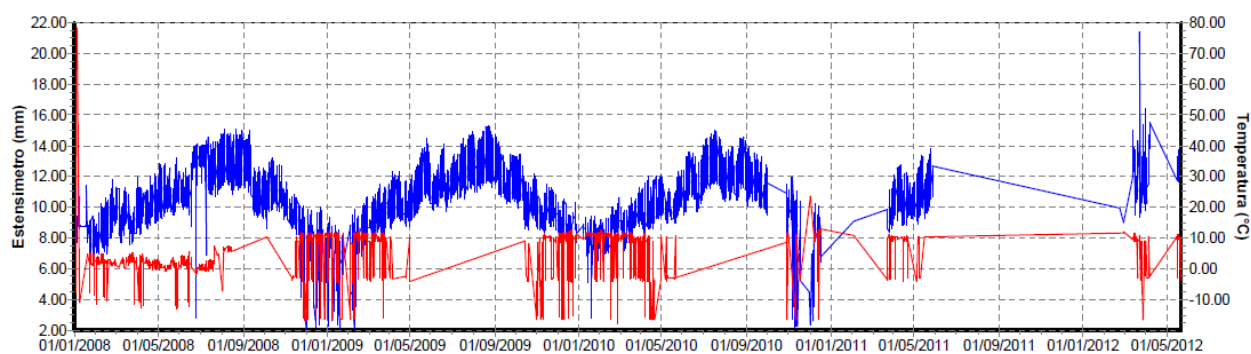


Fig. 1.5.6.1.5 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

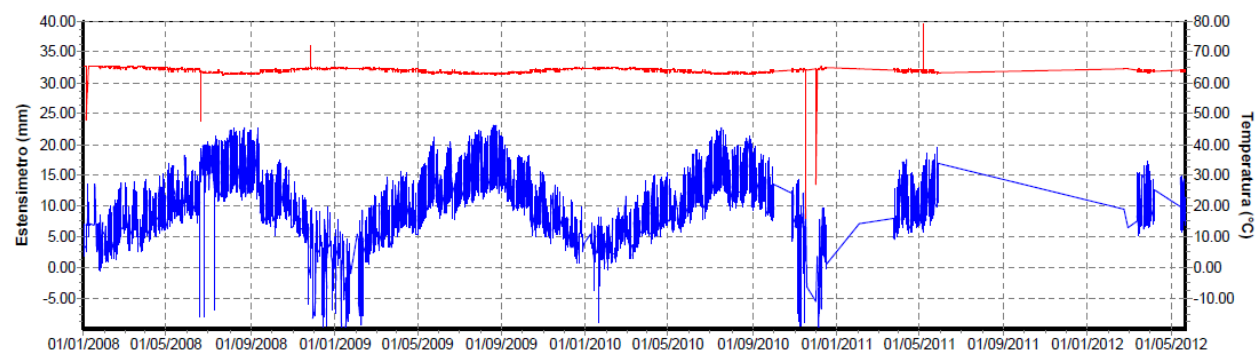


Fig. 1.5.6.1.6 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

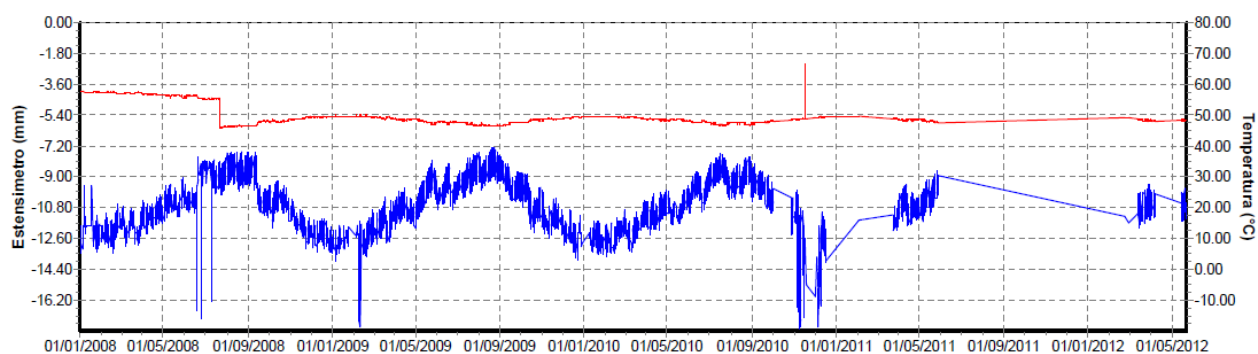
Estensimetro 6E03

Fig. 1.5.6.1.7 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

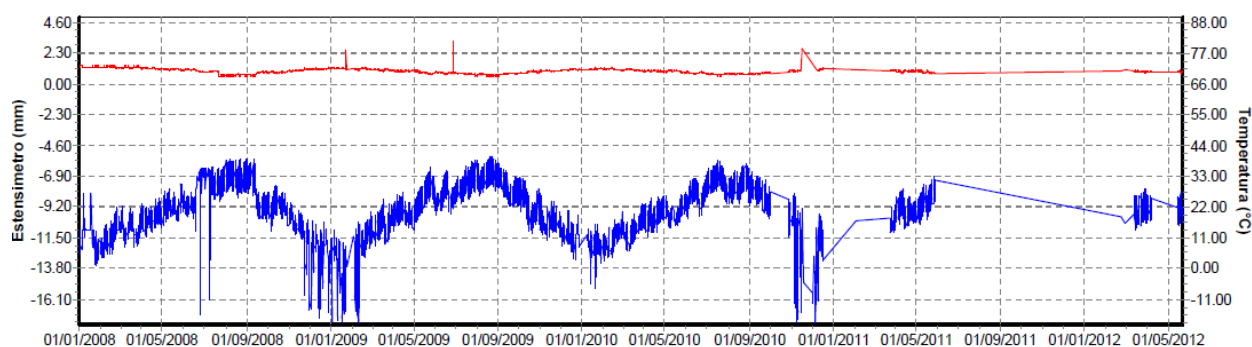
Sensore 2

Fig. 1.5.6.1.8 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 3

Al fine di un controllo delle grandezze acquisite automaticamente, ciascun sensore estensimetrico è dotato di un dispositivo per la lettura anche di tipo manuale. Le informazioni così ricavate manualmente, nel periodo 2003 – 2008, sono riportate in tabella 1.5.6.1.2.

*Tabella 1.5.6.1.2 – Estensimetri automatici – Letture di controllo manuali della zona 6
San Bernardino - Cannicella (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Codice Strumento	Codice Sensore	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Spostamento (mm)	Data	Spostamento (mm)	
6E01	6E01/1	25.03.2003	18.84	20.11.2008	19.98	17
	6E01/2	25.03.2003	22.96	20.11.2008	24.85	17
	6E01/3	25.03.2003	7.71	20.11.2008	14.58	17
6E02	6E02/1	25.03.2003	48.73	20.11.2008	49.38	17
	6E02/2	25.03.2003	41.19	20.11.2008	42.58	17
	6E02/3	25.03.2003	44.72	20.11.2008	46.88	17
6E03	6E03/1	25.03.2003	51.39	20.11.2008	54.29	17
	6E03/2	25.03.2003	30.40	20.11.2008	32.52	17
	6E03/3	25.03.2003	50.17	20.11.2008	54.22	17
6E11A	6E11A	26.03.2003	6.79	10.09.2003	6.76	2
6E12A	6E12A	27.03.2003	59.45	29.12.2008	59.88	16
6E13A	6E13A	27.03.2003	61.52	23.09.2003	61.46	2

1.5.6.2 Misure inclinometriche

Le diverse fonti consultate e la strumentazione analizzata sono raccolte nelle tabelle 1.5.6.2.2 e 1.5.6.2.3.

In questa area risulta essere stato installato 1 inclinometro biassiale elettrolitico. Le caratteristiche generali e il lo stato di funzionamento vengono riportate nella tabella 1.5.6.2.1.

Come riportato nelle specifiche tabelle per questo tipo di inclinometro sono state effettuate, prima delle loro messa in opera, delle letture con sonda manuale per la definizione della zona in cui posizionare gli strumenti.

Nel tempo, ove possibile, alcuni di loro sono stati rimossi per effettuare misure di controllo e la manutenzione degli strumenti.

Tabella 1.5.6.2.1 – Inclinometri automatici della zona 6 San Bernardino – Cannicella ⇨ Centralina 6C1-6C2
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
6I02	6I02A	01.01.1995	6C1	8.00	12.00	
	6I02B	01.01.1995	6C1	10.00	12.00	
6I05	6I05A	01.01.1995	6C1	9.00	15.00	Sensore bloccato per tubo deformato.
	6I05B	01.01.1995	6C1	11.00	15.00	Sensore bloccato per tubo deformato.
6I10	6I10A	01.01.1995	6C2	14.00	18.00	
	6I10B	01.01.1995	6C2	16.00	18.00	

Inclinometro 6I02

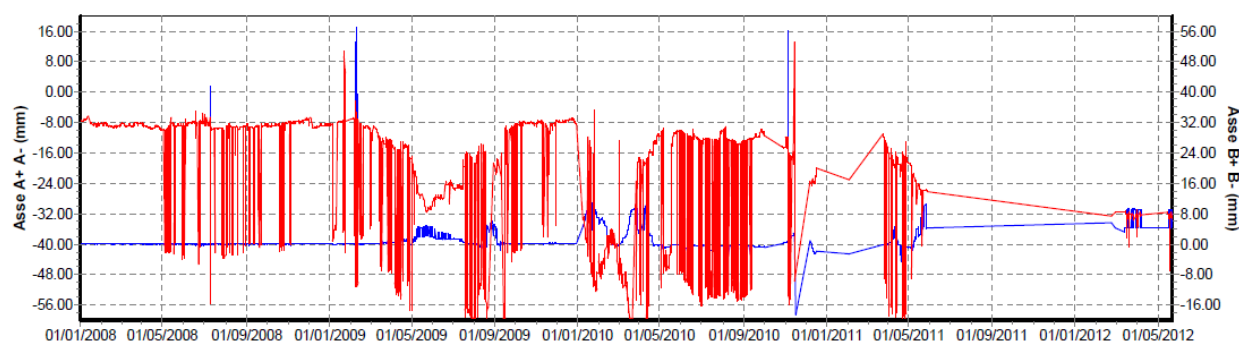


Fig. 1.5.6.2.1 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

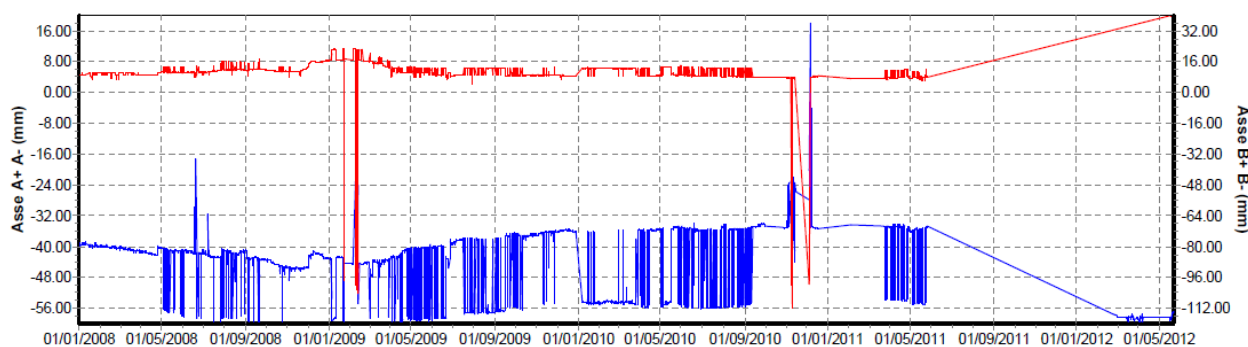


Fig. 1.5.6.2.2 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

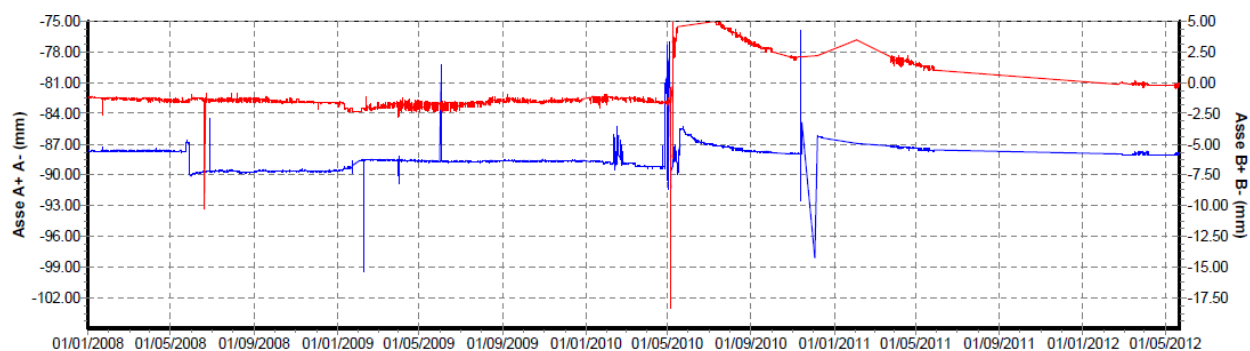
Inclinometro 6I05

Fig. 1.5.6.2.3 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

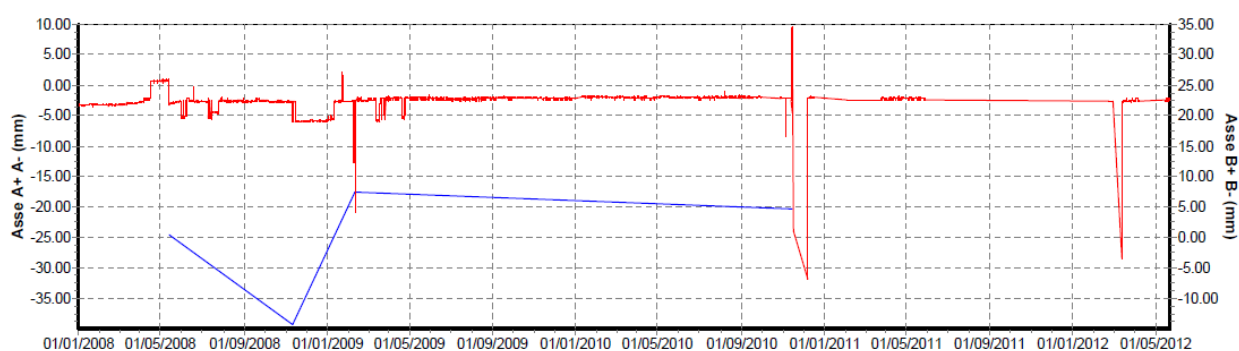
Sensore A

Fig. 1.5.6.2.4 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

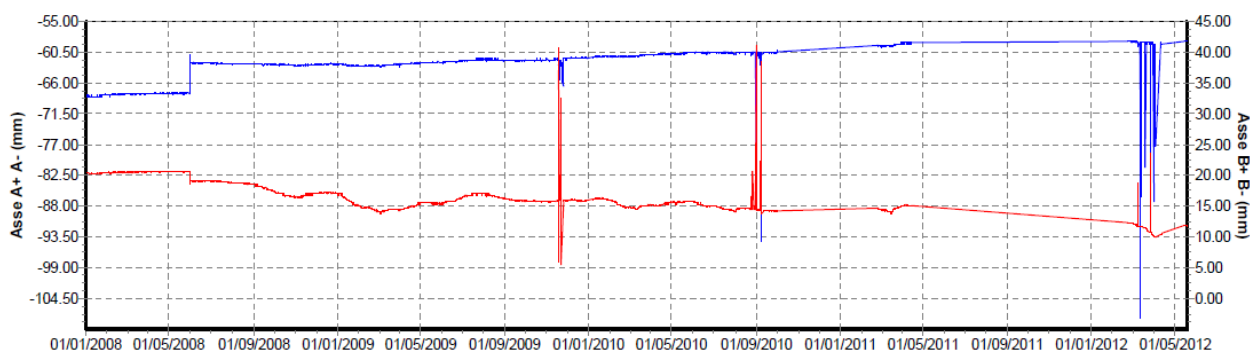
Sensore BInclinometro 6I10

Fig. 1.5.6.2.5 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore A

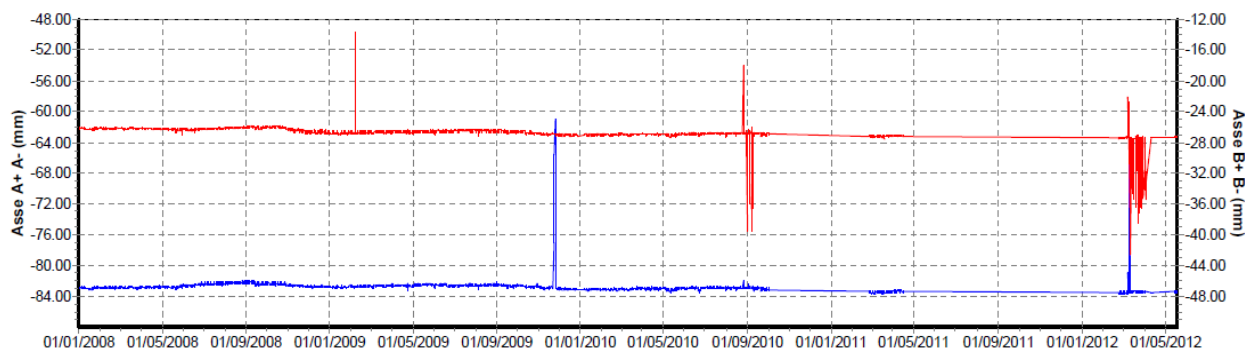


Fig. 1.5.6.2.6 Letture inclinometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore B

Tabella 1.5.6.2.2 – Caratteristiche degli inclinometri della zona 6 San Bernardino - Cannicella

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota (m.s.l.m.)	Azimut ° Guida A ⁺ da Nord (Lett. di zero)	Letture di zero	Letture N°	Fonte e Anno di riferimento
I02*	SBr_I02	12.00		126	08.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I02*	SBr_I02	12.00			08.09.1992	9	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 2008
I03	SBr_I03	12.00		24	26.03.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I03	SBr_I03	12.00			04.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I04	SBr_I04	15.00		96	10.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I04	SBr_I04	15.00			29.05.2003	8	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I04	SBr_I04	15.00			29.05.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006
I05*	SBr_I05	15.00		142	10.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I06	SBr_I06	15.00		60	08.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I06	SBr_I06	15.00			03.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I06	SBr_I06	15.00			03.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006
I07	SBr_I07	45.00		92	10.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I07	SBr_I07	45.00			11.06.2003	8	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I08	SBr_I08	27.00		8	08.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I08	SBr_I08	27.00			29.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I09	SBr_I09	21.00		108	08.09.1992	6	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I09	SBr_I09	21.00			29.05.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I09	SBr_I09	21.00			29.05.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006
I10*	SBr_I10	18.00		52	23.03.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I10*	SBr_I10	18.00			23.03.1993	8	Osservatorio della Rupe periodo A 1993 - 2008

I11	SBr_I11	15.00		354	24.03.1993	4	Osservatorio della Rupe periodo 1992 - 1994
I11	SBr_I11	15.00			03.06.2003	9	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008
I11	SBr_I11	15.00			03.06.2003	9	Regione Umbria periodo 2003 - 2006

Nota:

* *Inclinometro automatico corredato di due sensori.*

Tabella 1.5.6.2.3 – Letture inclinometriche manuali della zona 6 San Bernardino - Cannicella

(Fonte: Osservatorio della Rupe Anno 1992 - 1994)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I02*	12.00	08.09.1992	14.01.1993	17.03.1993	30.04.1993	10.08.1993	17.03.1994			
I03	12.00	26.03.1993	30.04.1993	11.08.1993	17.03.1994					
I04	15.00	10.09.1992	14.01.1993	17.03.1993	30.04.1993	10.08.1993	17.03.1994			
I05*	15.00	10.09.1992	14.01.1993	26.03.1993	30.04.1993	11.08.1993	17.03.1994	=		
I06	15.00	08.09.1992	14.01.1993	24.03.1993	30.04.1993	11.08.1993	17.03.1994			
I07	45.00	10.09.1992	14.01.1993	23.03.1993	29.04.1993	10.08.1993	16.03.1994			
I08	27.00	08.09.1992	14.01.1993	23.03.1993	29.04.1993	11.08.1993	17.03.1994			
I09	21.00	08.09.1992	14.01.1993	23.03.1993	29.04.1993	11.08.1993	17.03.1994			
I10*	18.00	23.03.1993	29.04.1993	11.08.1993	17.03.1994					
I11	15.00	24.03.1993	29.04.1993	11.08.1993	17.03.1994					

Nota:

* *Inclinometro automatico corredato di due sensori.*

Tabella 1.5.6.2.4 – Letture inclinometriche manuali della zona 6 San Bernardino - Cannicella

(Fonte: Osservatorio della Rupe Anno 1992 - 2008)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I02*	12.00	08.09.1992	17.03.1993	30.04.1993	10.08.1993	17.03.1994	05.05.2005	02.05.2006	09.05.2007	30.05.2008
I03	12.00	04.06.2003	11.08.2004	23.03.2005	24.08.2005	15.03.2006	19.09.2006	26.04.2007	07.11.2007	26.05.2008
I04	15.00	29.05.2003	24.03.2005	30.08.2005	27.03.2006	19.09.2006	26.04.2007	07.11.2007	19.05.2008	
I06	15.00	03.06.2003	10.08.2004	30.03.2005	30.08.2005	24.03.2006	18.09.2006	23.04.2007	06.11.2007	09.05.2008
I07	45.00	11.06.2003	30.05.2005	12.08.2005	24.03.2006	04.08.2006	23.04.2007	21.11.2007	19.05.2008	
I08	27.00	29.05.2003	09.08.2004	24.03.2005	12.08.2005	24.03.2006	19.09.2006	23.04.2007	07.11.2007	19.05.2008
I09	21.00	29.05.2003	09.08.2004	23.03.2005	12.08.2005	24.03.2006	19.09.2006	19.04.2007	07.11.2007	09.05.2008
I10*	18.00	23.03.1993	29.04.1993	11.08.1993	17.03.1994	05.05.2005	02.05.2006	09.05.2007	30.05.2008	
I11	15.00	03.06.2003	09.08.2004	23.03.2005	12.08.2005	24.03.2006	18.09.2006	19.04.2007	06.11.2007	09.05.2008

Nota:

* *Inclinometro automatico corredato di due sensori.*

Tabella 1.5.6.2.5 – Letture inclinometriche manuali della zona 6 San Bernardino - Cannicella

(Fonte: Regione Umbria)

Tubo N.	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I04	15.00	29.05.2003	03.07.2003	02.10.2003	03.05.2004	09.08.2004	24.03.2005	30.08.2005	27.03.2006	19.09.2006
I06	15.00	03.06.2003	02.07.2003	30.09.2003	14.05.2004	10.08.2004	30.03.2005	30.08.2005	24.03.2006	18.09.2006
I09	21.00	29.05.2003	01.07.2003	29.09.2003	14.04.2004	09.08.2004	23.03.2005	12.08.2005	24.03.2006	19.09.2006
I11	15.00	03.06.2003	01.07.2003	29.09.2003	15.04.2004	09.08.2004	23.03.2005	12.08.2005	24.03.2006	18.09.2006

Inclinometro SBr_I02

Le letture non sembrano evidenziare presenza di deformazioni di rilievo; l'andamento, della risultante degli spostamenti per sommatoria dal basso (fig. 1.5.6.2.8) è dovuto alla classica presenza di errori sistematici. Un filtraggio dei dati potrebbe confortare sulla possibile modesta deformazione a circa 4-5 metri dal p.c.

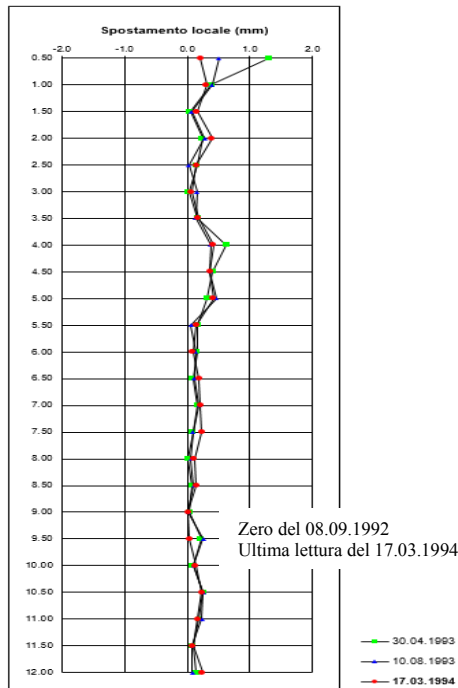


Fig. 1.5.6.2.7 SBr_I02
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

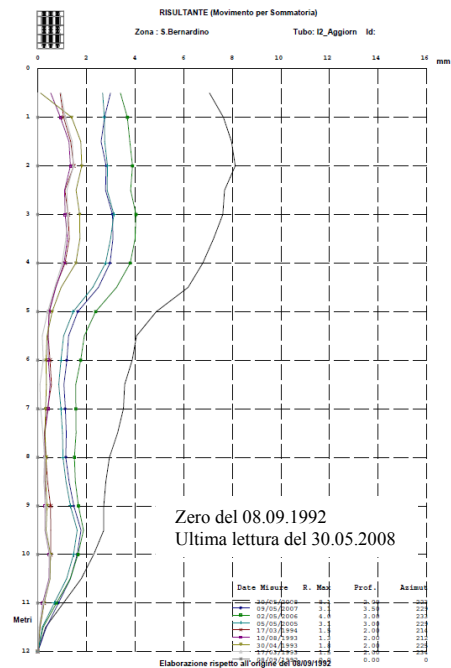


Fig. 1.5.6.2.8 SBr_I02 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		SBr_I02	
Lettura dello zero		08.09.92	08.09.92
Ultima lettura		17.03.94	30.05.08
N. Tot. letture effettuate		6	9
Profondità del tubo (m)		12.00	12.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.0 – 6.0	4.5 – 5.5
	Risultante (mm)	0.42	7.50
	Errore stimato (mm)	2.14	2.27
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	10.5 – 11.5	9.5 – 11.5
	Risultante (mm)	0.23	3.5
	Errore stimato (mm)	0.61	0.91
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.80	-
		20.04	-

Inclinometro SBr_I03

I dati ricavati non sembrano fornire indicazioni su deformazioni apprezzabili ad eccezione delle parte sommitale dell'inclinometro a partire da 4 metri dal p.c.

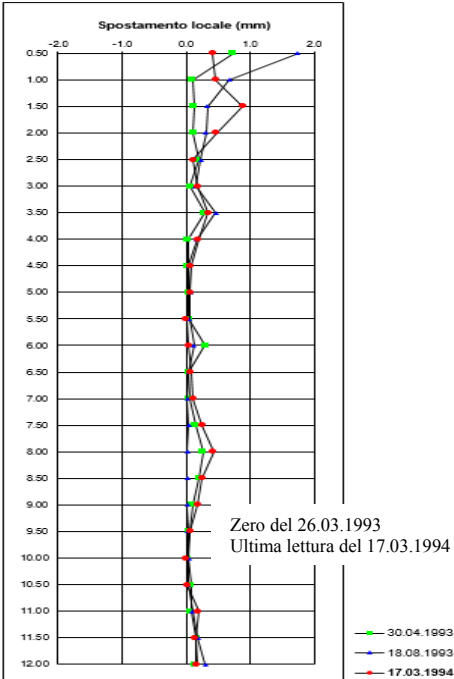


Fig. 1.5.6.2.9 SBr_I03
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

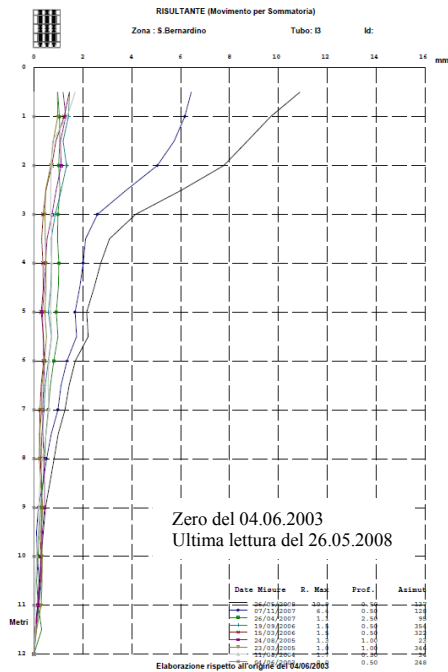


Fig. 1.5.6.2.10 SBr_I03 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		SBr_I03	
Lettura dello zero		26.03.93	04.06.03
Ultima lettura		17.03.94	26.05.08
N. Tot. letture effettuate		4	9
Profondità del tubo (m)		12.00	12.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.5 – 9.0	0,50– 3,5
	Risultante (mm)	0.88	8.00
	Errore stimato (mm)	3.04	2.92
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.26	-
		11.95	-

Inclinometro SBr_I04

I dati ottenuti con le letture dell'inclinometro sembrano segnalare deformazione a partire da 11 dal p.c. di modesta entità; un filtraggio dei dati, depurandolo, per quanto possibile, da errori sistematici e casuali potrebbe fornire indicazioni più precise.

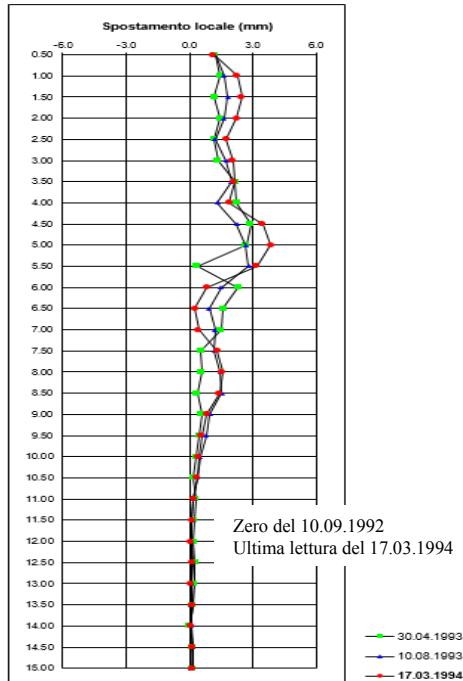


Fig. 1.5.6.2.11 SBr_I04
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

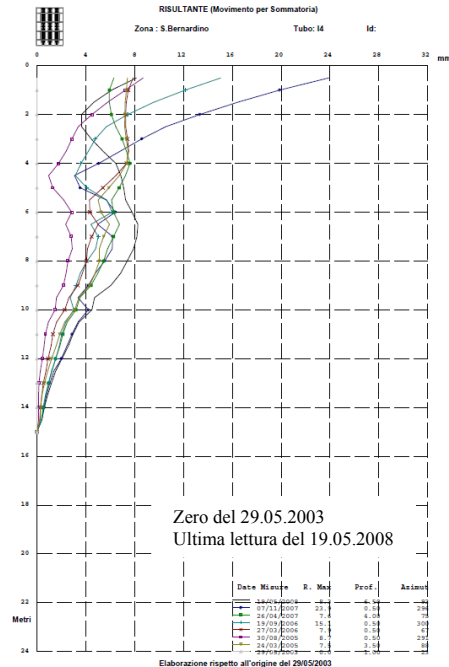


Fig. 1.5.6.2.12 SBr_I04 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

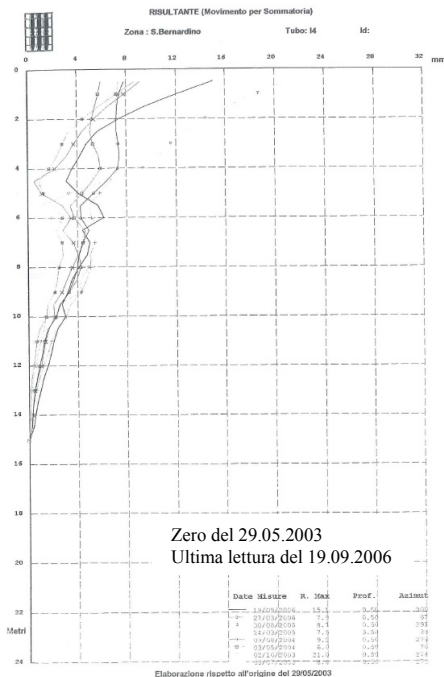


Fig. 1.5.6.2.13 SBr_I04
Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		SBr_I04		
	Letture dello zero	10.09.92	29.05.03	29.05.03
	Ultima lettura	17.03.94	19.05.08	19.06.06
	N. Tot. letture effettuate	6	8	9
	Profondità del tubo (m)	15.00	15.00	15.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.0 – 11.5	6.0 – 12.5	6.0 – 12.5
	Risultante (mm)	3.84	8.00	6.50
	Errore stimato (mm)	2.92	2.66	2.66
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.14	-	-
		13.83	-	-

Inclinometro SBr_I05

Di questo inclinometro non si sono rinvenuti i grafici delle deformate totali, tuttavia l'esame delle letture locali mostrano un chiaro spostamento alla quote di 5 dal p.c. ed una deformazione nella parte superficiali.

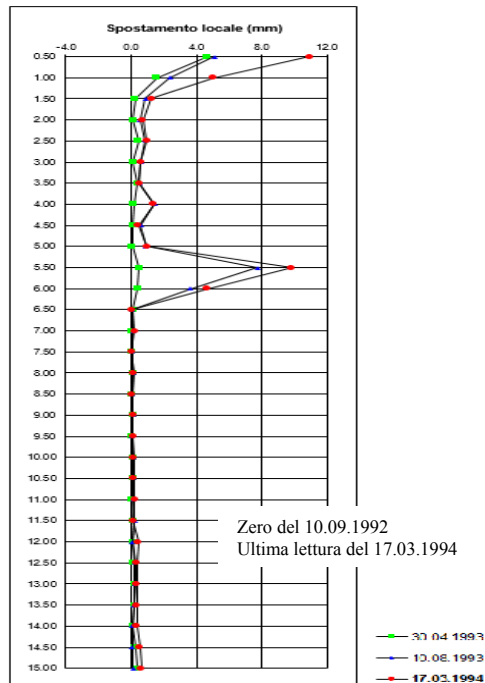


Fig. 1.5.6.2.14 SBr_I05
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		SBr_I05	
Lettura dello zero		10.09.92	
Ultima lettura		17.03.94	
N. Tot. letture effettuate		6	
Profondità del tubo (m)		15.00	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.5 – 6.5	
	Risultante (mm)	9.84	
	Errore stimato (mm)	2.79	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Qualità della misura (I.d.Q.)		7.06	
		17.25	

Inclinometro SBr_I06

Dalle letture si evincono spostamenti centimetrici, con valore massimo in testa, a partire dalla profondità di 4 metri dal p.c.; deformazioni inferiori si notano anche a profondità tra 8 e 6 metri dal p.c.

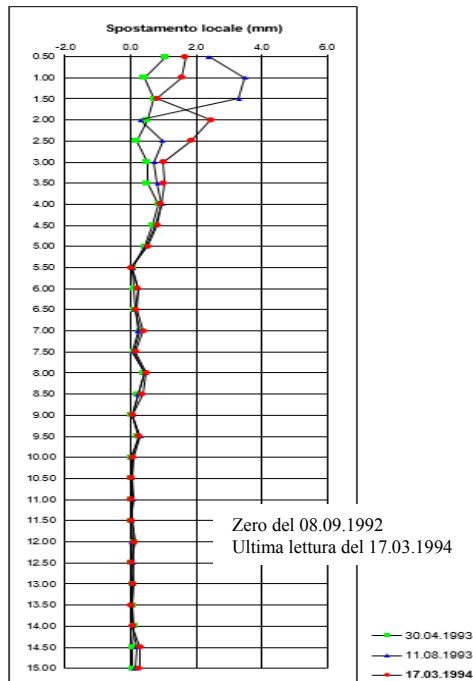


Fig. 1.5.6.2.15 SBr_I06
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

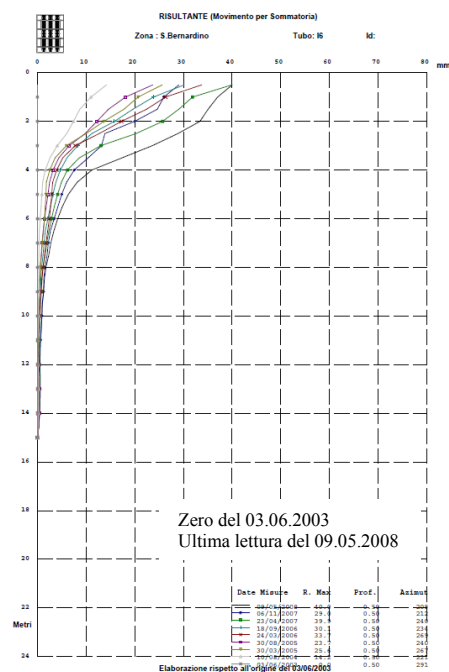


Fig. 1.5.6.2.16 SBr_I06 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

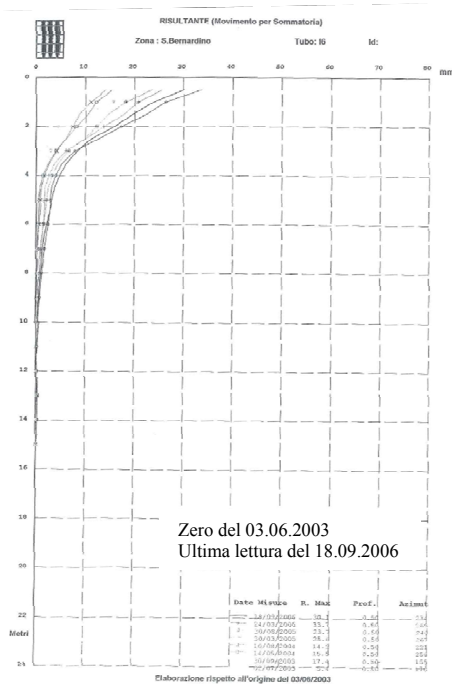


Fig. 1.5.6.2.17 SBr_I06
Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		SBr_I06		
	Lettura dello zero	08.09.92	03.06.03	03.06.03
	Ultima lettura	17.03.94	09.05.08	18.09.06
	N. Tot. letture effettuate	6	9	9
	Profondità del tubo (m)	15.00	15.00	15.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	2.0 – 6.0	2.0 – 8.0	2.0 – 8.0
	Risultante (mm)	2.46	33.50	18.50
	Errore stimato (mm)	3.68	3.68	3.68
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.47	-	-
		15.07	-	-

Inclinometro SBr_I07

Le letture inclinometriche non sono molto leggibili e sarebbe opportuno indagare in corrispondenza dei picchi dei valori di spostamento; tuttavia non sembrano essere presenti deformazioni degne di rilievo.

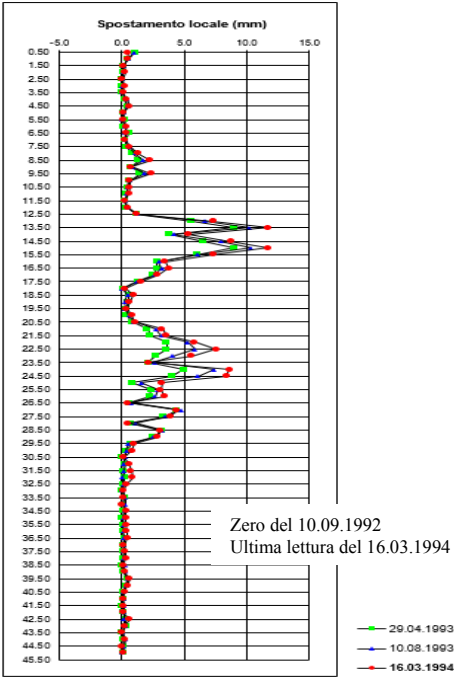


Fig. 1.5.6.2.18 SBr_I07
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

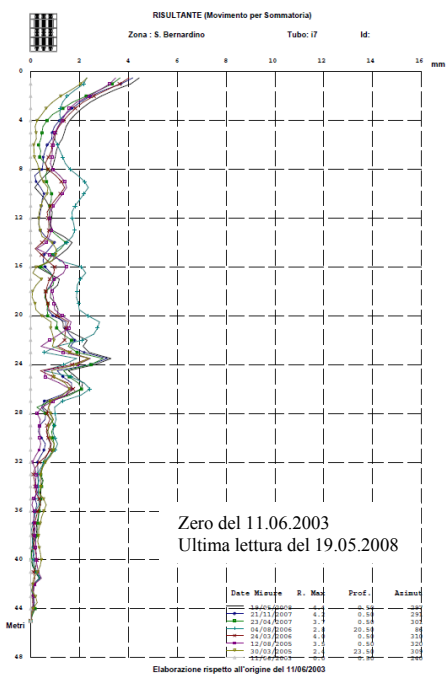


Fig. 1.5.6.2.19 SBr_I07 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		SBr_I07	
Lettura dello zero		10.09.92	11.06.03
Ultima lettura		16.03.94	19.05.08
N. Tot. letture effettuate		6	8
Profondità del tubo (m)		45.00	45.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		9.15	-
		21.19	-

Inclinometro SBr_I08

Le letture sembrerebbero affette da errore sistematico per cui la loro interpretazione non risulta facile; in ogni caso non sembrano presenti deformazioni di rilievo.

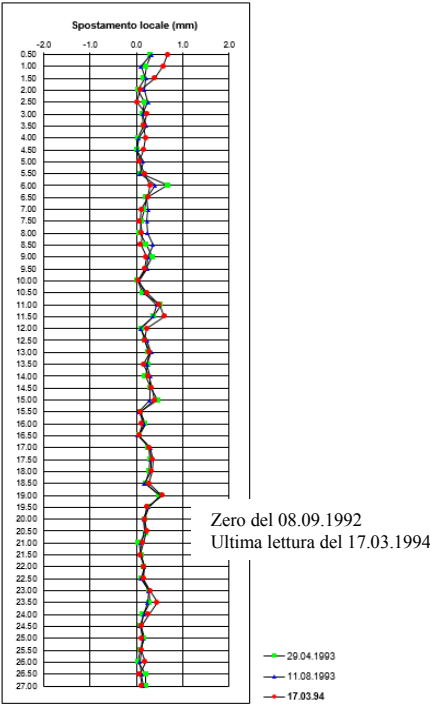


Fig. 1.5.6.2.20 **SBr_I08**
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

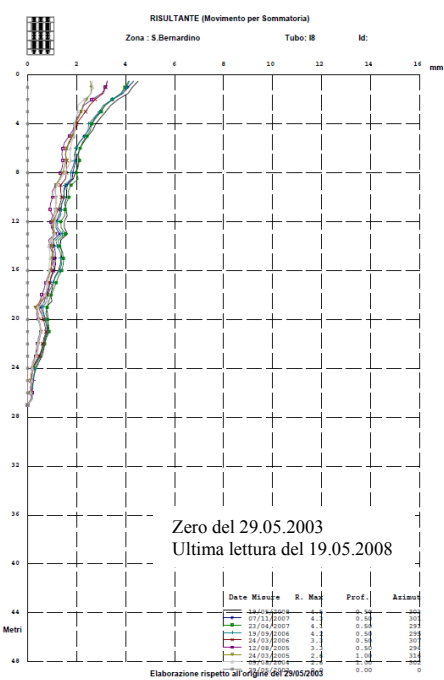


Fig. 1.5.6.2.21 **SBr_I08** Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		SBr_I08	
Lettura dello zero		08.09.92	29.05.03
Ultima lettura		17.03.94	19.05.08
N. Tot. letture effettuate		6	9
Profondità del tubo (m)		27.00	27.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-
	Risultante (mm)	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.95	-
		17.92	-

Inclinometro SBr_I09

Dalle letture grezze sembrerebbe essere presente una modesta deformazione per tutta la lunghezza dell'inclinometro; sarebbe opportuno un trattamento dei dati per rendere la loro interpretazione più corretta.

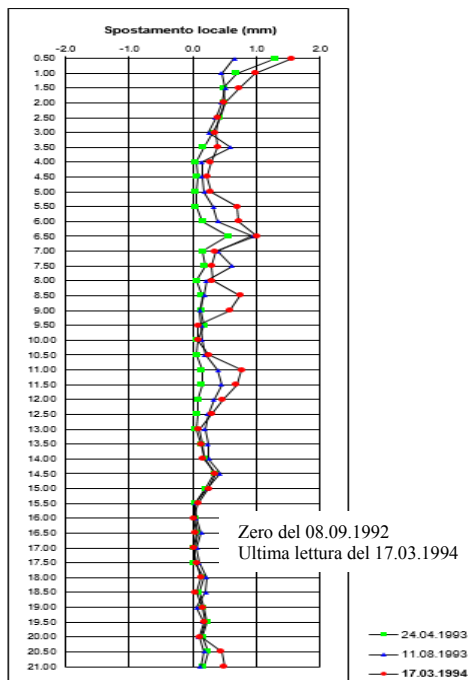


Fig. 1.5.6.2.22 SBr_I09
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

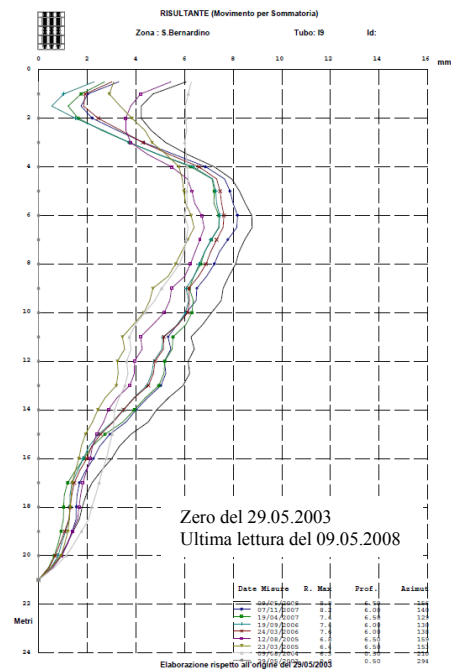


Fig. 1.5.6.2.23 SBr_I09 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

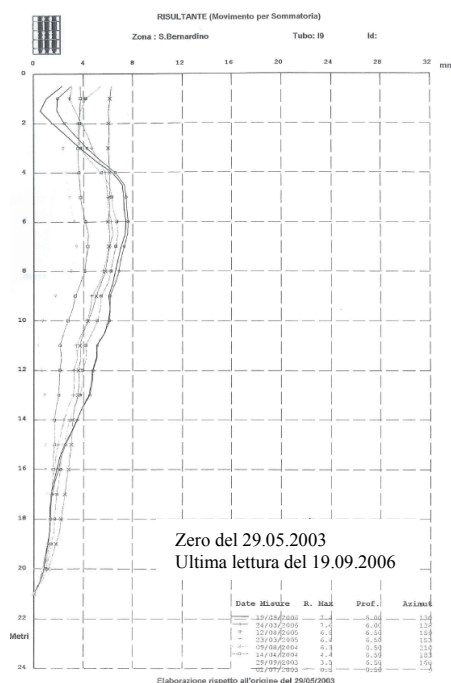


Fig. 1.5.6.2.24 SBr_I09
Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		SBr_I09		
	Lettura dello zero	08.09.92	29.05.03	29.05.03
	Ultima lettura	17.03.94	09.05.08	19.06.06
	N. Tot. letture effettuate	6	9	9
	Profondità del tubo (m)	21.00	21.00	21.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.94	-	-
		15.07	-	-

Inclinometro SBr I10

L'esame delle letture risulta di leggibilità complessa, tuttavia sembrerebbe indicare la presenza di un modesta deformazione alle profondità di 5 e 12 metri; sarebbe utile un trattamento dei dati per rendere più facile la loro interpretazione.

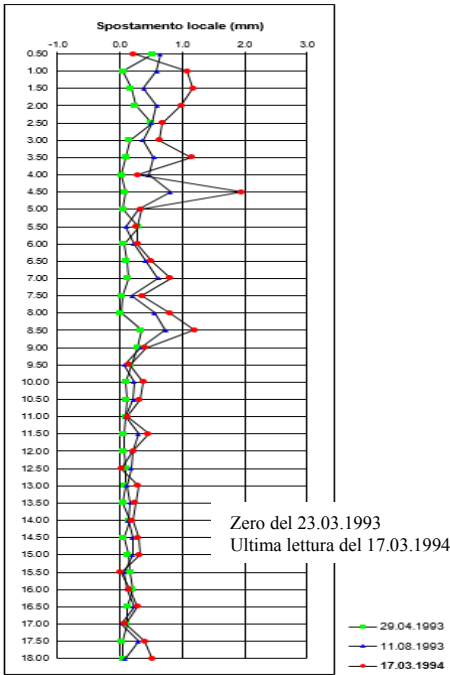


Fig. 1.5.6.2.25 SBr_I10
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

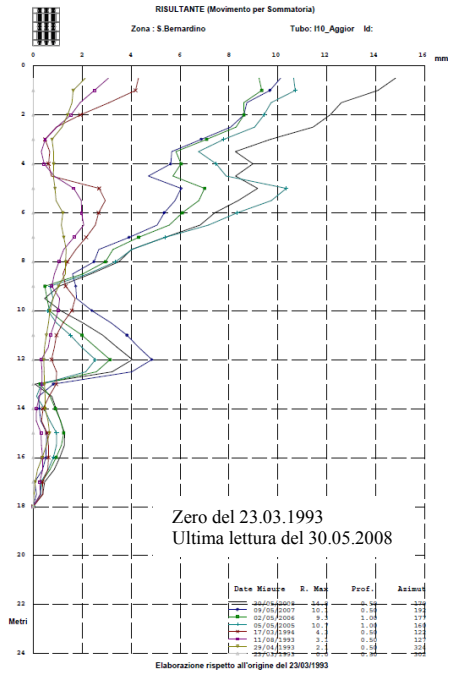


Fig. 1.5.6.2.26 SBr_I10 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

		SBr_I10	
Lettura dello zero		23.03.93	23.03.93
Ultima lettura		17.03.94	30.05.08
N. Tot. letture effettuate		4	8
Profondità del tubo (m)		18.00	18.00
Passo di lettura (m)		0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	4.5 – 5.0	-
	Risultante (mm)	1.96*	-
	Errore stimato (mm)	3.80	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	8.5 – 9.5	12.0 – 13.0
	Risultante (mm)	1.20	4.00
	Errore stimato (mm)	2.79	1.87
Qualità della misura (I.d.Q.)		4.14	-
		16.89	-

Inclinometro SBr_I11

L'inclinometro evidenzia la presenza di una superficie di scivolamento con movimento molto lento a 6,5 metri di profondità.

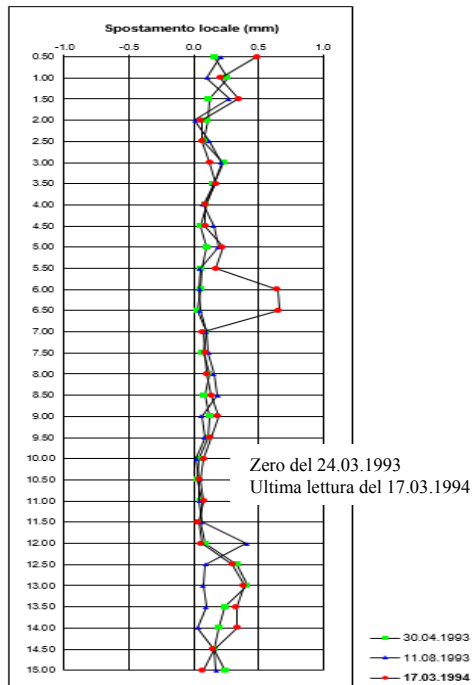


Fig. 1.5.6.2.27 SBr_I11
Grafici degli spostamenti locali
Fonte: Osservatorio della Rupe

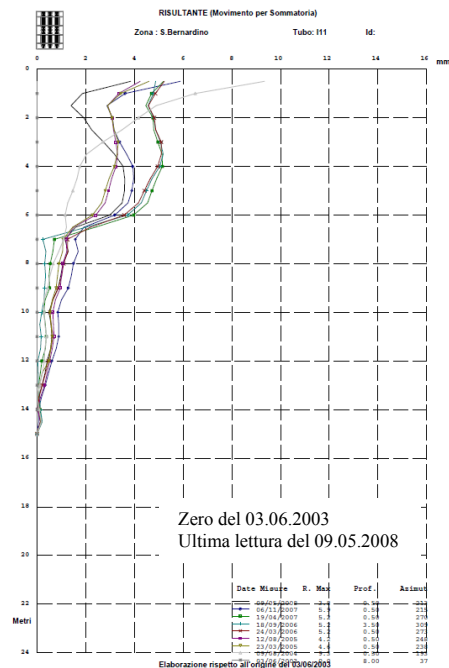


Fig. 1.5.6.2.28 SBr_I11 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

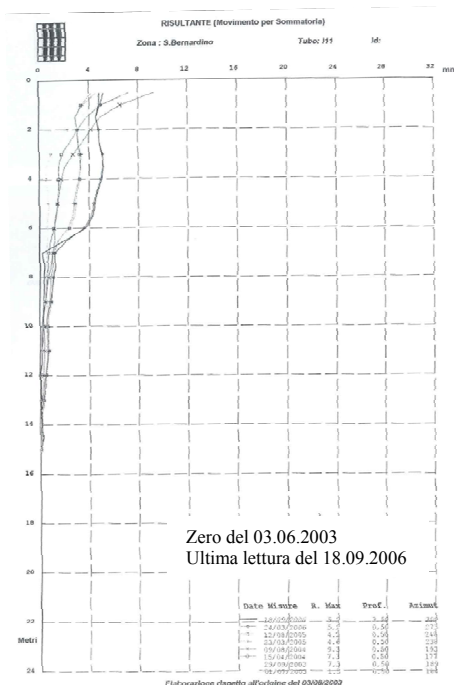


Fig. 1.5.6.2.29 SBr_I11
Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Regione Umbria

		SBr_I11		
	Lettura dello zero	24.03.93	03.06.03	03.06.03
	Ultima lettura	17.03.94	09.05.08	18.09.06
	N. Tot. letture effettuate	4	9	9
	Profondità del tubo (m)	15.00	15.00	15.00
	Passo di lettura (m)	0.50	0.50	0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.0 – 7.0	5.5 – 7.0	5.5 – 7.0
	Risultante (mm)	0.65	3.75	4.50
	Errore stimato (mm)	2.66	2.79	2.79
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	-	-
	Risultante (mm)	-	-	-
	Errore stimato (mm)	-	-	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.69	-	-
		13.59	-	-

1.5.6.3 Misure piezometriche

I piezometri presenti nella zona sono complessivamente 11 di cui 9 a lettura automatica.

Tabella 1.5.6.3.1 – Piezometri automatici della zona 6 San Bernardino – Cannicella ⇨ Centraline 6C1-6C2
(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Letture freaticometrica (m)	Quota di riposizionamento (m)	Note
6P01	01.01.1995	6C1	15.00	17.30	13.20	15.00	
6P02	01.01.1995	6C1	8.00	10.00	7.20	8.00	
6P03	01.01.1995	6C1	6.00	9.00	2.90	6.00	
6P05	01.01.1995	6C1	11.00	12.50		11.00	
6P06	01.01.1995	6C1	8.00	12.50	4.50	8.00	
6P07	01.01.1995	6C2	37.00	38.50	-35.80	37.00	Sensore funz. rimosso
6P08	01.01.1995	6C2	17.00	20.50	-14.80	17.00	
6P09	01.01.1995	6C2	13.50	13.50		14.00	
6P10	01.01.1995	6C2	14.00	15.60	13.70	14.00	

Piezometro 6P01

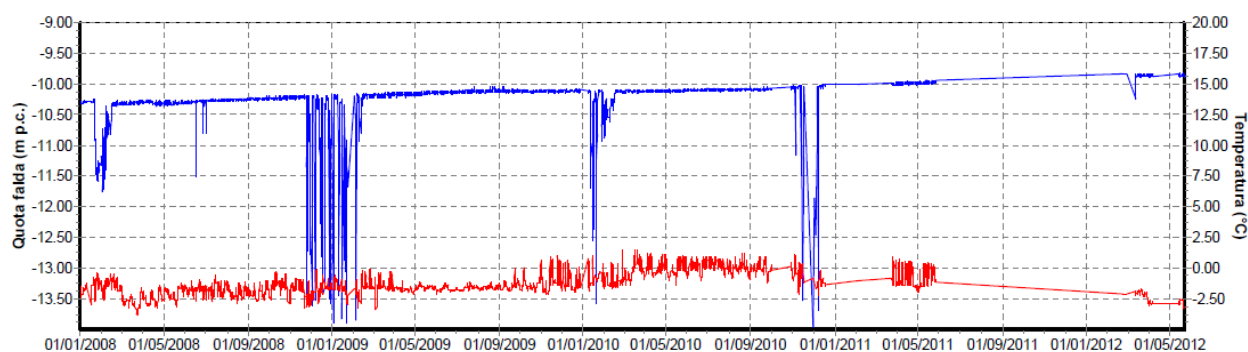


Fig. 1.5.6.3.1 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Piezometro 6P02

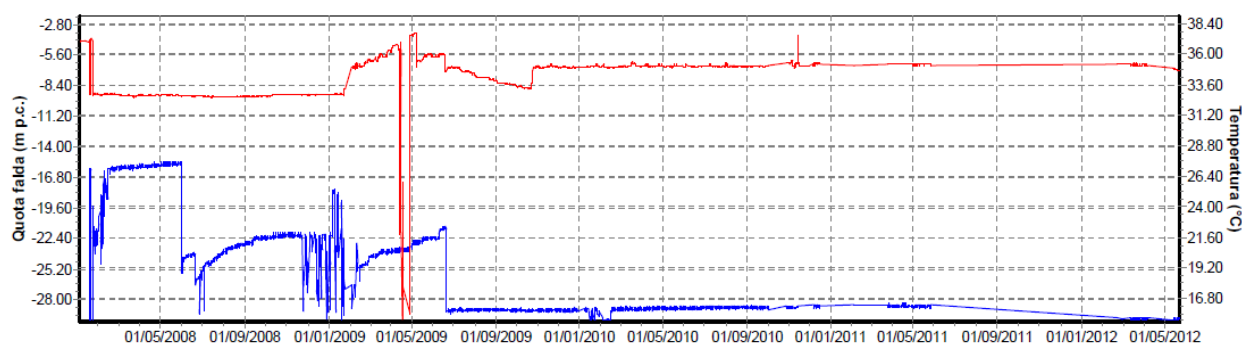


Fig. 1.5.6.3.2 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

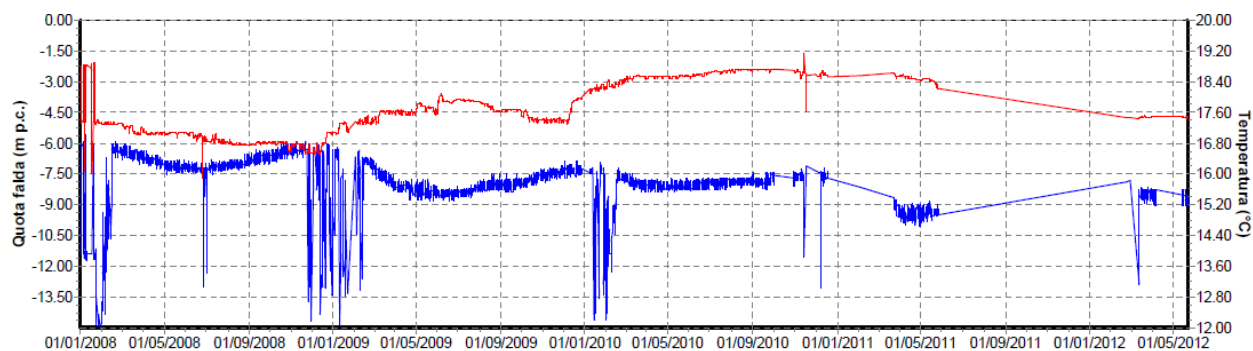
Piezometro 6P03

Fig. 1.5.6.3.3 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

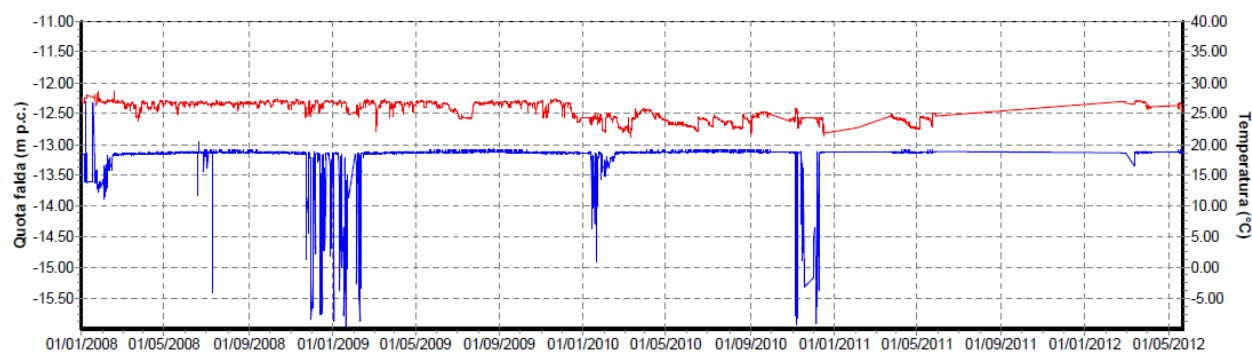
Piezometro 6P05

Fig. 1.5.6.3.4 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

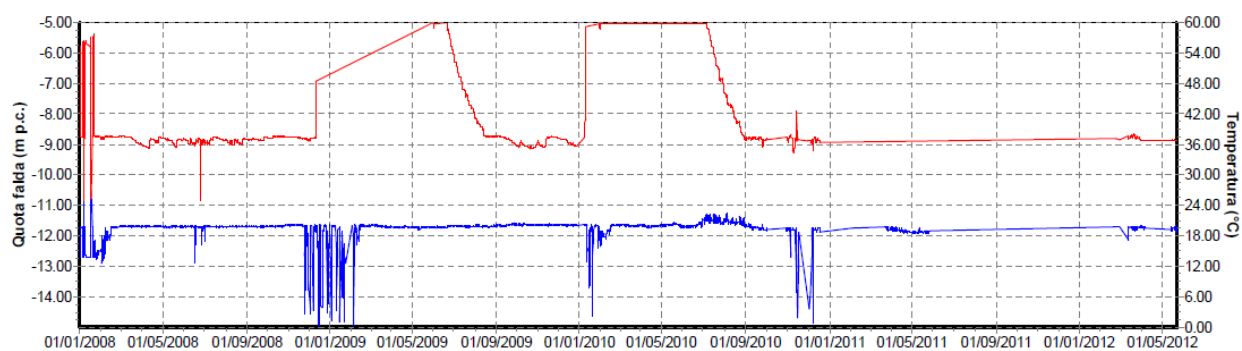
Piezometro 6P06

Fig. 1.5.6.3.5 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

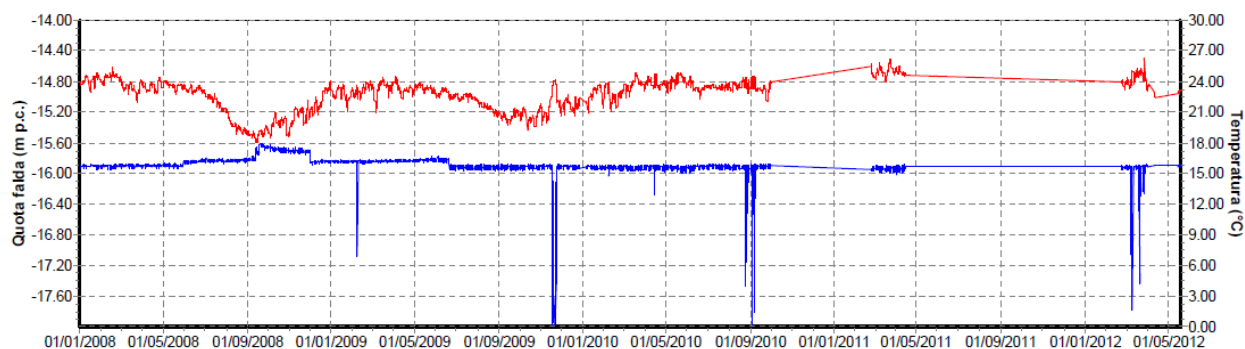
Piezometro 6P08

Fig. 1.5.6.3.6 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

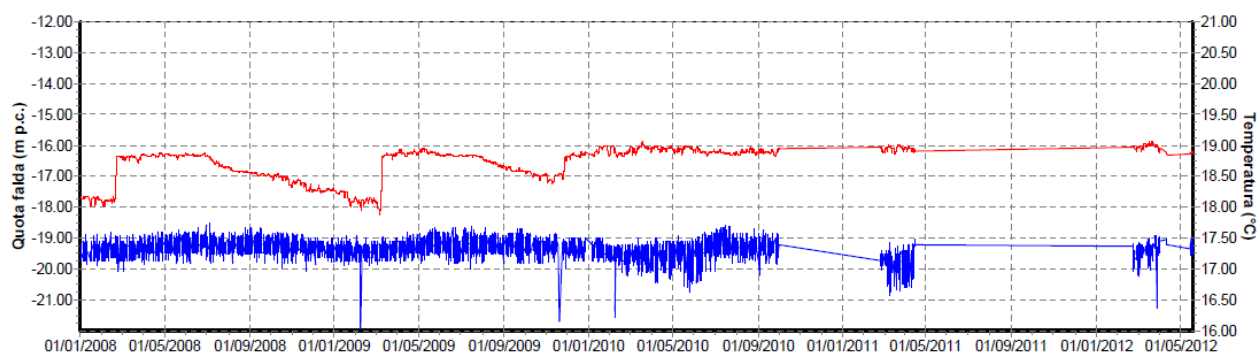
Piezometro 6P09

Fig. 1.5.6.3.7 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

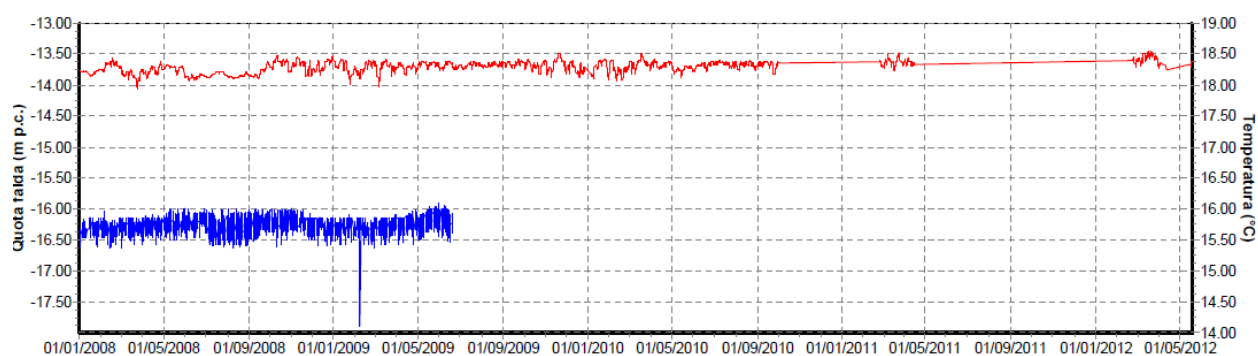
Piezometro 6P10

Fig. 1.5.6.3.8 Letture piezometriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Nel periodo compreso tra il 2003 ed il 2008 sempre da parte dell'Osservatorio della Rupe di Orvieto, è stata condotta una campagna di letture piezometriche manuali delle quali, di seguito, si riportano i valori riscontrati all'inizio ed alla fine del periodo di controllo (tab. 1.5.6.3.2).

Tabella 1.5.6.3.2 – Strumentazione piezometrica manuale – Campagna di indagine a lettura manuale della zona 6 San Bernardino - Cannicella (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
6P04	-12.50	29.05.2003	-	09.09.2008	-	0
6P11	-10.00	03.06.2003	-6.35	05.09.2008	-6.72	12

Per quanto attiene i piezometri a lettura automatica sono state effettuate delle misure di controllo manuali (lettura diretta con freatimetro) i cui dati sono anche essi riportati nella tabella che segue (tab. 1.5.6.3.3).

Tabella 1.5.6.3.3 – Piezometri automatici – Letture di controllo manuali della zona 6 San Bernardino - Cannicella (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Quota installazione (ms.l.m.)	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Quota falda (m. pc.)	Data	Quota falda (m. pc.)	
6P01		08.10.2003	-12.85	09.09.2008	-13.17	10
6P02		08.10.2003	-6.38	09.09.2008	-8.60	10
6P03		04.06.2003	-2.66	09.09.2008	-5.10	13
6P05		30.03.2005	-5.56	05.09.2005	-10.90	2
6P06		30.09.2003	-8.19	05.09.2008	-11.08	12
6P07		09.06.2003	-35.75	15.09.2008	-35.90	12
6P08		29.05.2003	-14.65	05.09.2008	-15.22	13
6P09		29.05.2003	-	05.09.2008	-	0
6P10		08.10.2003	-12.81	05.09.2008	-12.67	10

Di seguito si riportano i grafici dei piezometri a lettura manuale relativi al periodo 2003-2008.

Piezometro 6P04

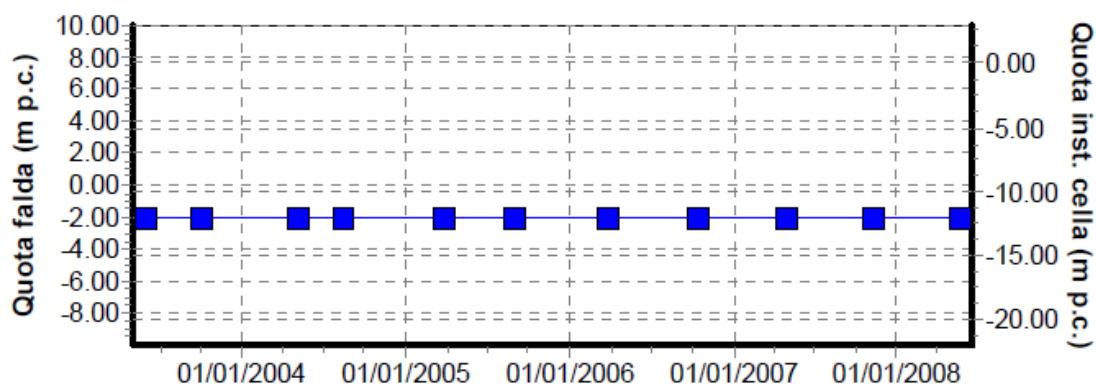


Fig. 1.5.6.3.9 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

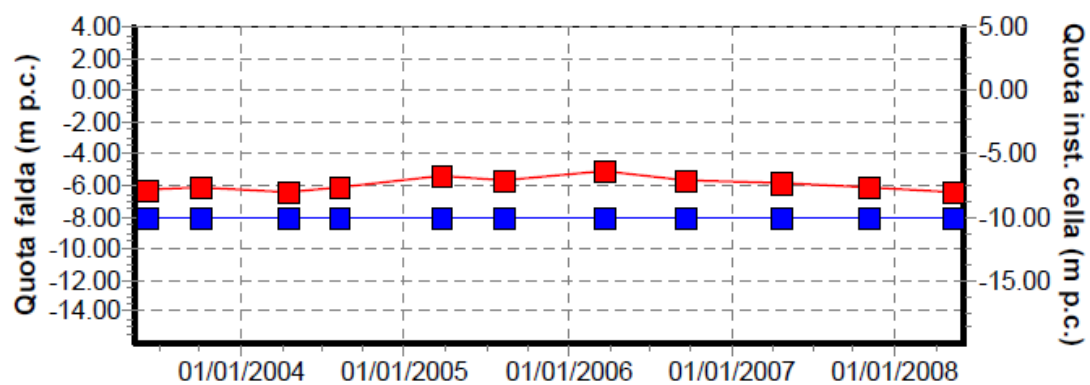
Piezometro 6P11

Fig. 1.5.6.3.10 Letture piezometriche manuali (Fonte: Osservatorio della Rupe)

1.5.6.4 Rilievi geodetici

La rete geodetica di questa zona si compone di 6 punti di controllo GPS interni ubicati nella pedice sottostante la Rupe e da 7 prismi ottici posizionati sulla parte tufacea in corrispondenza del ciglio della Rupe stessa. In modo da avere una copertura ottimale dell'intera area da sottoporre a controllo. Si ricorda che le reti locali, come questa, sono riferite alla rete di caposaldi GPS esterni disposti a convenevole distanza dalle pendici della Rupe. Le tabelle che seguono riportano i dati caratteristici di partenza e i dati osservati nell'anno 2007.

*Tabella 1.5.6.4.1 – Sottorete dei punti della zona 6 San Bernardino - Cannicella – Coordinate in WGS84 – Geografiche
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Punti	Coordinate			σ (mm)			Corr. (%)		
	Latitudine	Longitudine	Altezza (m)	N	E	H	NE	NH	EH
C	42°42'39.26642"N	12°06'34.17312"E	228.22936	0	0	0	0	0	0
C1	42°42'49.79738"N	12°06'49.07543"E	262.43437	1.4	1.4	5.1	-77	-75	91
C2	42°42'50.26156"N	12°06'56.37208"E	250.34146	0.6	0.5	1.7	11	36	16
C3	42°42'53.00609"N	12°06'51.74360"E	279.23664	3.2	2.7	6.9	16	-34	29
C4	42°42'53.99116"N	12°06'55.71911"E	277.54264	1	0.7	2.6	-24	-9	6
C5	42°42'54.43194"N	12°06'58.94964"E	272.27032	1.9	2.2	4.8	-49	-40	32
C6	42°42'55.51144"N	12°07'01.94764"E	277.49972	0.9	0.8	2.6	-21	-12	5

*Tabella 1.5.6.4.2 – Sottorete dei punti della zona 6 San Bernardino - Cannicella – Coordinate in WGS84 – Cartesiane
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Punti	Coordinate (m)			σ (mm)			Corr. (%)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	XY	XZ	YZ
C	4589516.461	984702.4225	4304113.782	0	0	0	0	0	0
C1	4589254.353	984993.021	4304375.763	4.1	2.2	2.7	96	92	90
C2	4589201.318	985151.4616	4304378.084	1.1	0.5	1.3	50	82	52
C3	4589188.009	985040.8807	4304459.913	5.9	3.2	4.5	48	63	59
C4	4589147.645	985124.7426	4304481.098	2	0.9	1.8	54	75	34
C5	4589119.406	985193.8681	4304487.516	3.9	2.7	3	59	76	34
C6	4589086.749	985256.6327	4304515.539	2	1	1.8	47	81	34

*Tabella 1.5.6.4.3 – Coordinate nel Sistema di riferimento locale della rete geodetica della zona 6 San Bernardino – Cannicella
(Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)*

Codice	X (m)	Y (m)	Z (m)
C01			
C02	0.0	0.0	0.0
C03	-61.432	120.415	28.941
C04	33.525	111.085	27.252
C05	106.143	93.415	21.995
C06	182.021	95.886	27.176
P01			
P02	74.250	142.342	65.252
P03	28.386	163.631	72.341
P04	-11.145	175.137	72.767
P05	-88.032	175.137	68.088
P06	-157.470	196.688	73.765
P07	-199.963	201.049	80.475

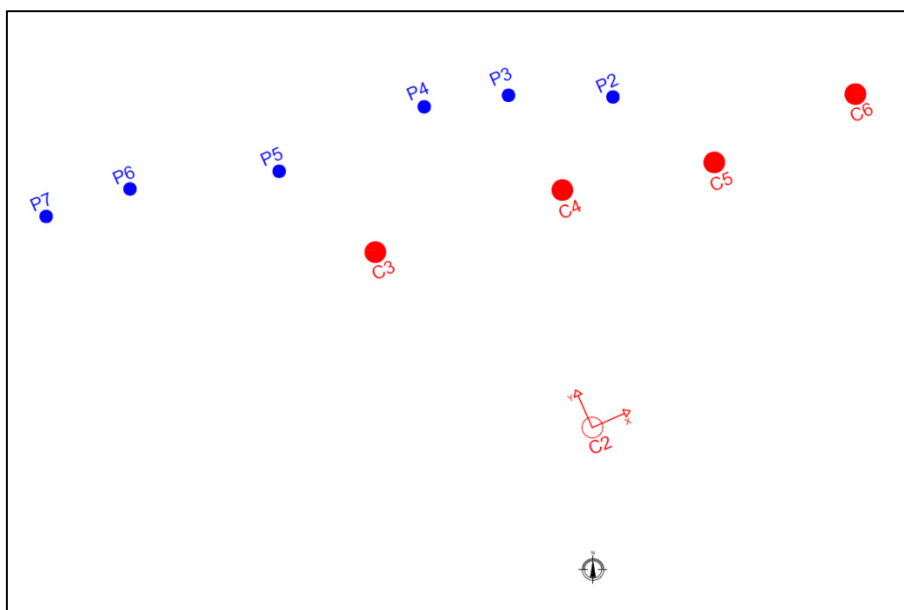


Figura 1.5.6.4.1 – Orvieto: Rete Geodetica zona 6 – Sistema di Riferimento Locale – Schema di lettura

Nella tabella che segue sono riportate le differenze cumulate delle letture dei prismi rispetto alla lettura di riferimento del Dicembre 2007.

Tabella 1.5.6.4.4 – Differenze cumulate (Lettura di riferimento: Rilievo del Dicembre 2007) zona 6 San Bernardino – Cannicella (Fonte: Osservatorio della Rupe - Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio S.r.l.)

Codice	Δx (cm)	Δy (cm)	$\Delta x \Delta y$ (cm)	Δz (cm)
C01				
C02	0.0	0.0	0.0	-
C03				
C04	-1.0	-0.1	1.0	0.9
C05	-2.6	-2.0	3.3	1.4
C06	-2.9	-2.4	3.8	0.5
P01				
P02	-6.3	2.1	6.6	-1.9
P03	-5.8	0.1	5.8	-2.0
P04	-5.2	-1.2	5.3	-2.2
P05	-1.4	-1.2	1.8	-1.1
P06	-4.0	-5.1	6.5	-2.3
P07	-3.7	-6.3	7.3	-2.3

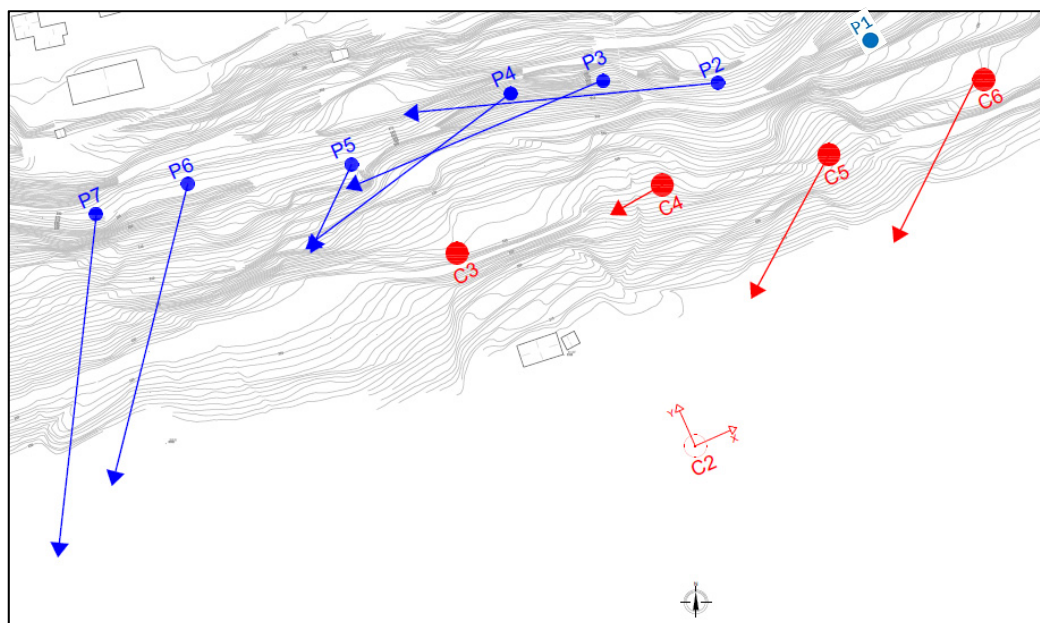


Figura 1.5.6.4.2 – Orvieto: Rete Geodetica zona 6 – Sistema di Riferimento Locale – Spostamenti

1.5.7 Zona 7 – Rocca Ripesena

Nella zona la strumentazione è costituita:

- ✓ per la parte automatica da n.4 estensimetri;
- ✓ per la parte a lettura manuale da n.4 estensimetri e n.1 tubo inclinometrico.

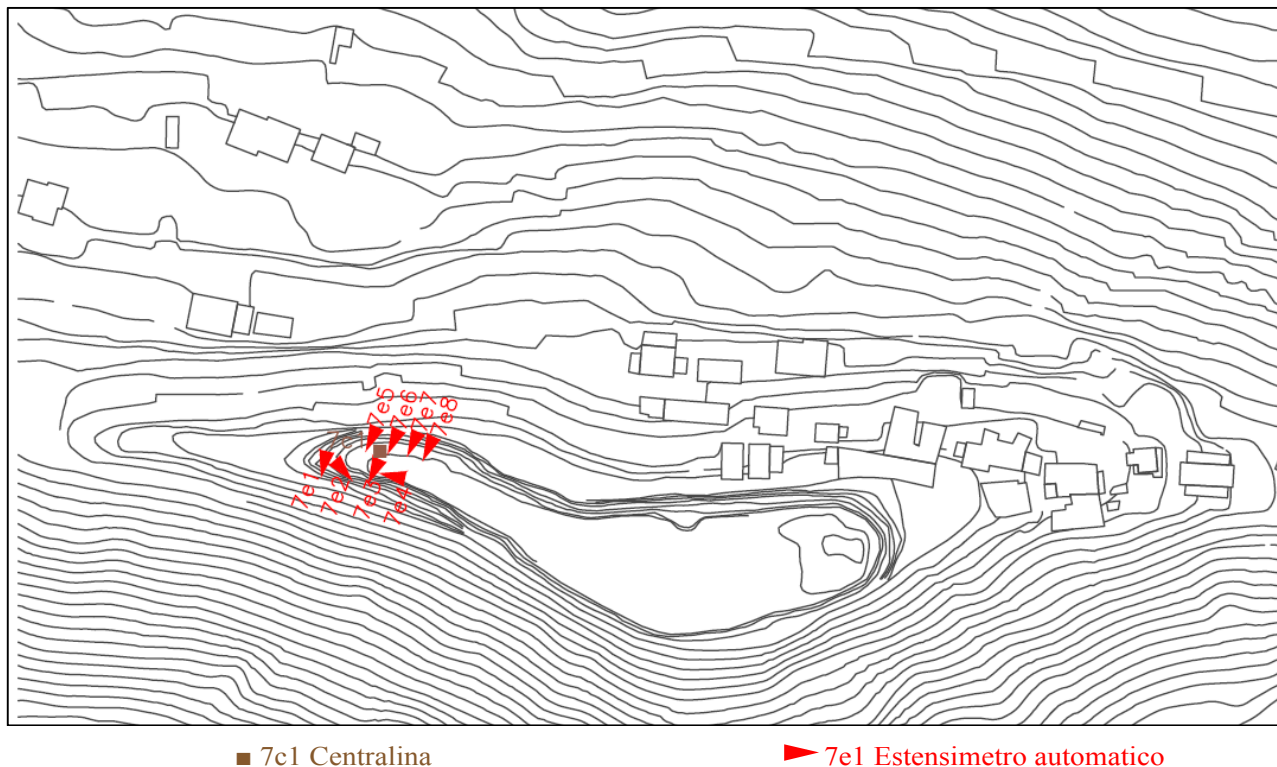


Figura 1.5.7.1 – Orvieto: **Zona 7** Località Rocca Ripesena – Ubicazione della strumentazione

Le caratteristiche dei singoli strumenti, unitamente al loro stato di funzionamento sono riportate nelle tabelle che seguono.

Tabella 1.5.7.1 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica ad acquisizione **automatica** della zona 7 Rocca Ripesena (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Stato di funzionamento					
			Funzionante		Anomalie e/o scollegato	Non funzionante e/o rimosso		No info aggiornate
Estensimetri a base doppia	4	4	4	4				

Tabella 1.5.7.2 – Struttura e stato di funzionamento della rete geotecnica a lettura **manuale** della zona 7 Rocca Ripesena (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Tipologia	N. Totale		Stato di funzionamento		
			Funzionante	Fuori uso	No info aggiornate
Estensimetri a base tripla	4		4		
Tubi Inclinometrici	1		1		

1.5.7.1 Misure estensimetriche automatiche

Non è stato possibile reperire notizie relative a questo tipo di strumento, mentre è stato possibile rintracciare un serie di letture effettuate nel 2008.

Tabella 1.5.7.1.1 – Estensimetri automatici della zona 7 Rocca Ripesena ⇨ Centralina 7C1

(Fonte: Osservatorio della Rupe)

Codice Strumento	Codice Sensore	Data di installazione	Centralina	Quota di installazione (m)	Profondità (m)	Note
7E05	7E05/1		7C1			
	7E05/2		7C1			
7E06	7E06/1		7C1			
	7E06/2		7C1			
7E07	7E07/1		7C1			
	7E07/2		7C1			
7E08	7E08/1		7C1			
	7E08/2		7C1			

Estensimetro 7E05

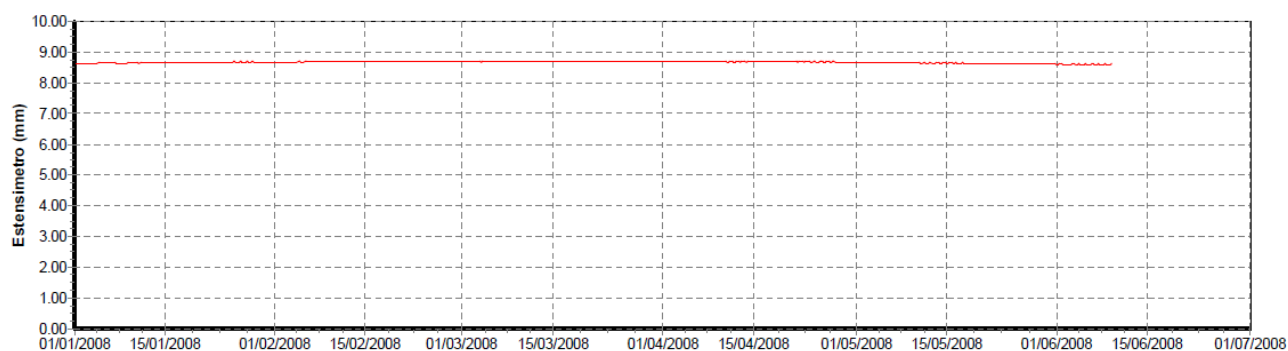


Fig. 1.5.7.1.1 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 1

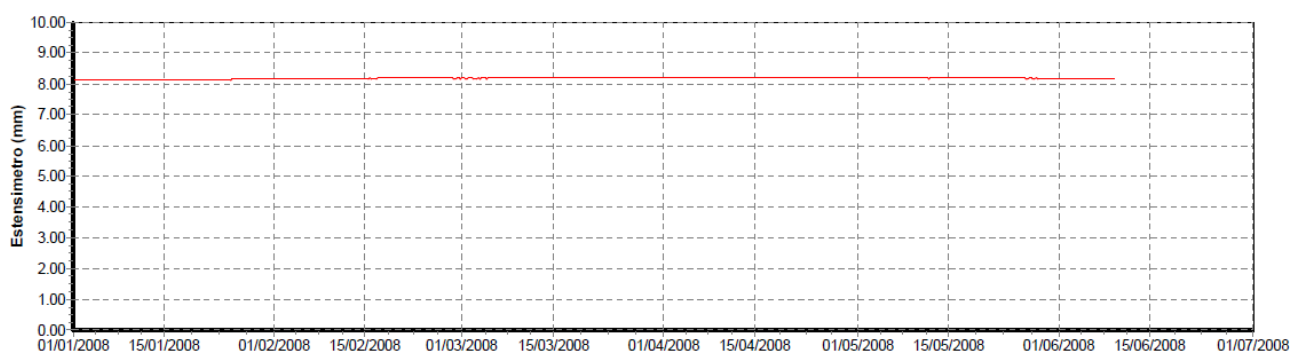


Fig. 1.5.7.1.2 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

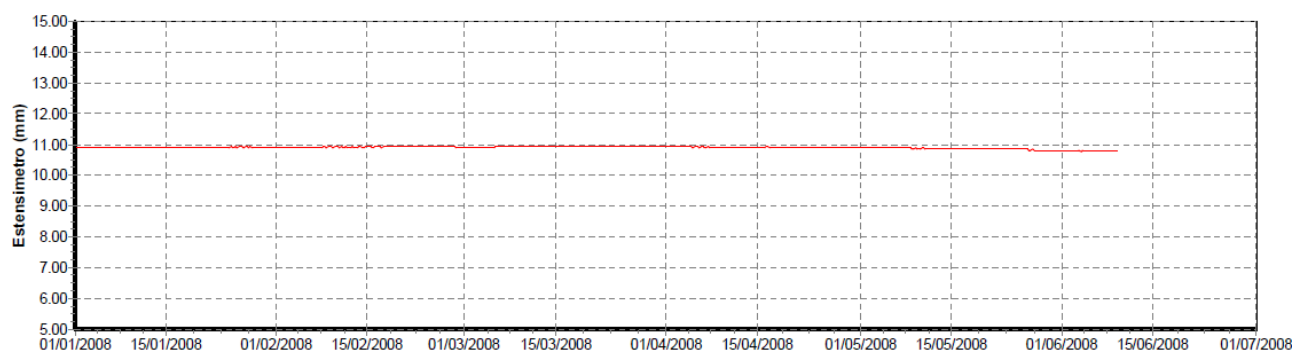
Estensimetro 7E06

Fig. 1.5.7.1.3 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

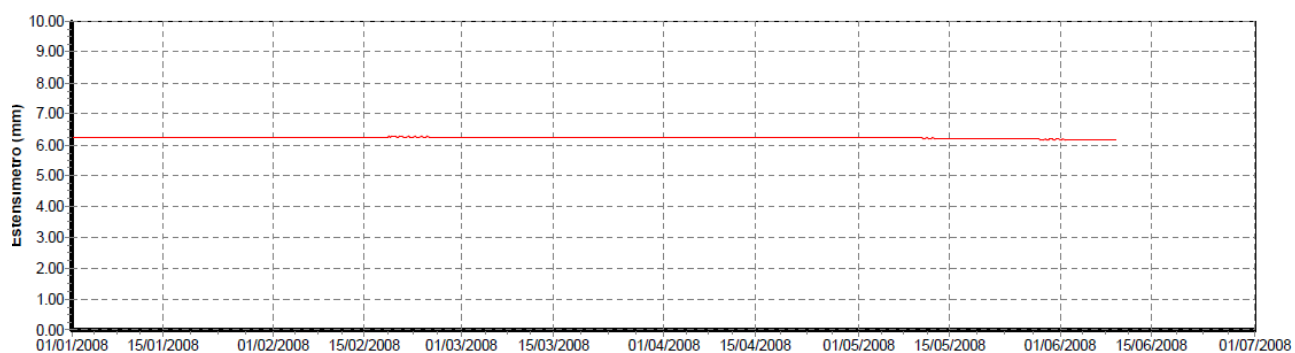
Sensore 1

Fig. 1.5.7.1.4 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

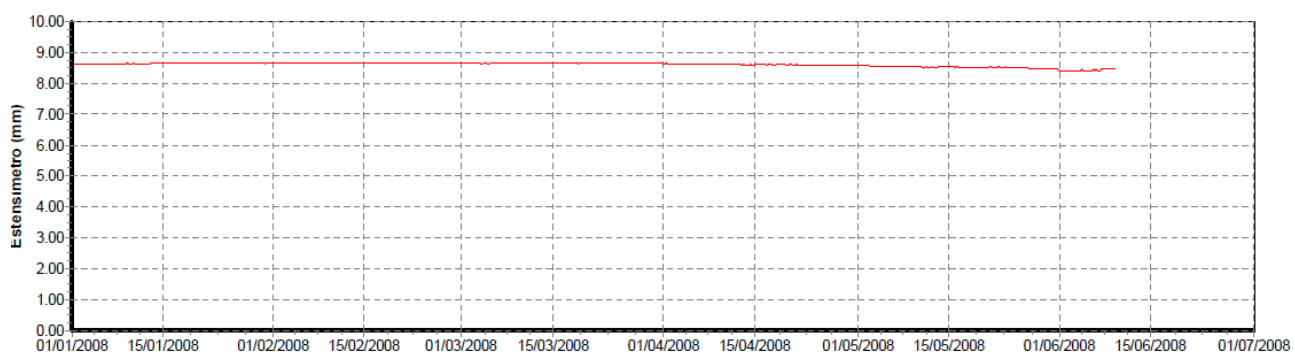
Sensore 2Estensimetro 7E07

Fig. 1.5.7.1.5 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

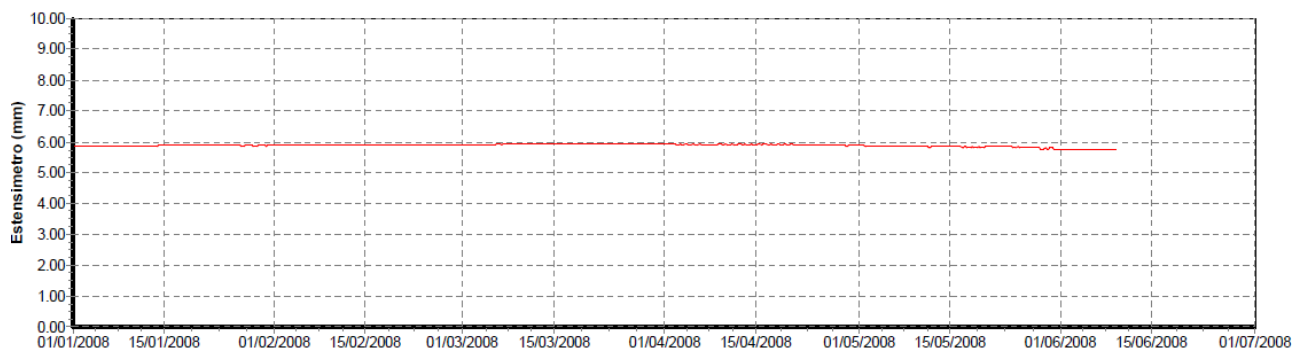
Sensore 1

Fig. 1.5.7.1.6 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe)

Sensore 2

Estensimetro 7E08

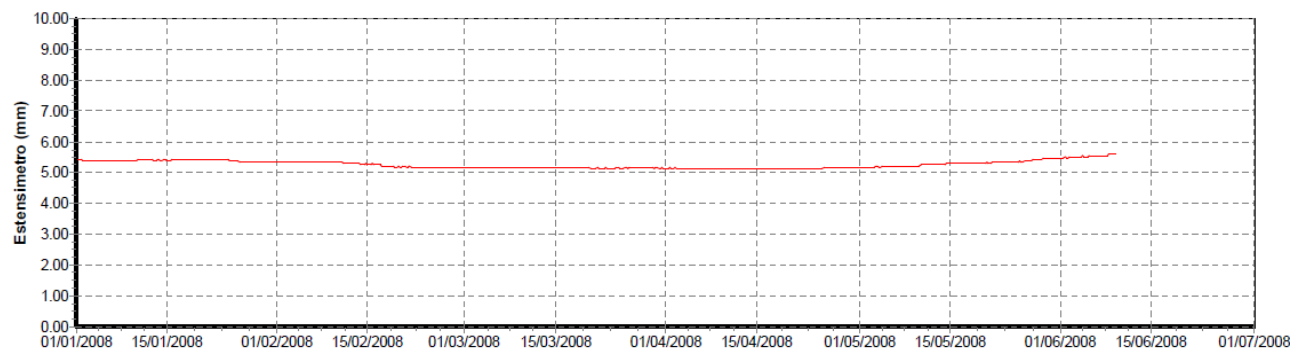


Fig. 1.5.7.1.7 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe) **Sensore 1**

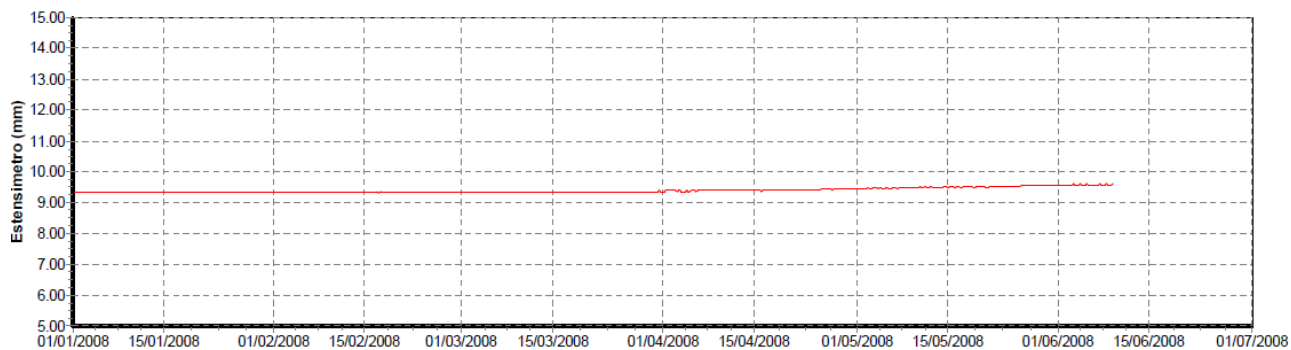


Fig. 1.5.7.1.8 Letture estensimetriche (Fonte: Osservatorio della Rupe) **Sensore 2**

1.5.7.2 Misure estensimetriche manuali

Nel periodo compreso tra il 2006 ed il 2008 sempre da parte dell'Osservatorio della Rupe di Orvieto, è stata condotta una campagna di letture estensimetriche manuali delle quali, di seguito, si riportano i valori riscontrati all'inizio ed alla fine del periodo di controllo (tab. 1.5.7.2.1).

*Tabella 1.5.7.2.1 – Strumentazione estensimetrica manuale – Campagna di indagine a lettura **manuale** della zona 7
Rocca Ripesena (Fonte: Osservatorio della Rupe)*

Codice Strumento	Codice Sensore	Prima lettura		Ultima lettura		N. Letture
		Data	Spostamento (mm)	Data	Spostamento (mm)	
7E1	7E1/1	28.12.2006	20.08	14.01.2009	20.00	19
	7E1/2	28.12.2006	20.22	14.01.2009	20.09	19
	7E1/3	28.12.2006	20.30	14.01.2009	20.17	19
7E2	7E2/1	28.12.2006	20.26	14.01.2009	20.16	19
	7E2/2	28.12.2006	20.09	14.01.2009	20.06	19
	7E2/3	28.12.2006	20.51	14.01.2009	20.61	19
7E3	7E3/1	28.12.2006	20.00	14.01.2009	19.99	19
	7E3/2	28.12.2006	20.24	14.01.2009	20.17	19
	7E3/3	28.12.2006	20.09	14.01.2009	20.36	19
7E4	7E4/1	28.12.2006	20.37	14.01.2009	20.30	19
	7E4/2	28.12.2006	20.10	14.01.2009	20.01	19
	7E4/3	28.12.2006	20.60	14.01.2009	20.59	19

1.5.7.3 Misure inclinometriche

Le diverse fonti consultate e la strumentazione analizzata sono raccolte nelle tabelle 1.5.7.3.1 e 1.5.7.3.2.

Tabella 1.5.7.3.1 – Caratteristiche dell'inclinometro della zona 7 Rocca Ripesena

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota (m.s.l.m.)	Azimut ° Guida A ⁺ da Nord (Lett. di zero)	Letture di zero	Letture N°	Fonte e Anno di riferimento
I01	RPs_I01	11.50			12.02.2006	6	Osservatorio della Rupe periodo 2003 - 2008

Tabella 1.5.7.3.2 – Letture inclinometriche manuali della zona 7 Rocca Ripesena
(Fonte: Osservatorio della Rupe 2006 - 2008)

Tubo N.	Profondità (m.)	Letture di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
I01	11.50	12.02.2006	03.05.2006	02.02.2007	24.02.2007	29.06.2007	23.01.2008			

Inclinometro RPs_I01

L'inclinometro nel corso dei due anni di osservazione denota una deformazione di circa 1,5 cm alla profondità di 6÷7,5 dal p.c., deformazione che sembra proseguire, anche se con intensità minore fino alla sommità; sarebbe opportuno un filtraggio dei dati per avere una miglior visione dell'effettiva deformazione.

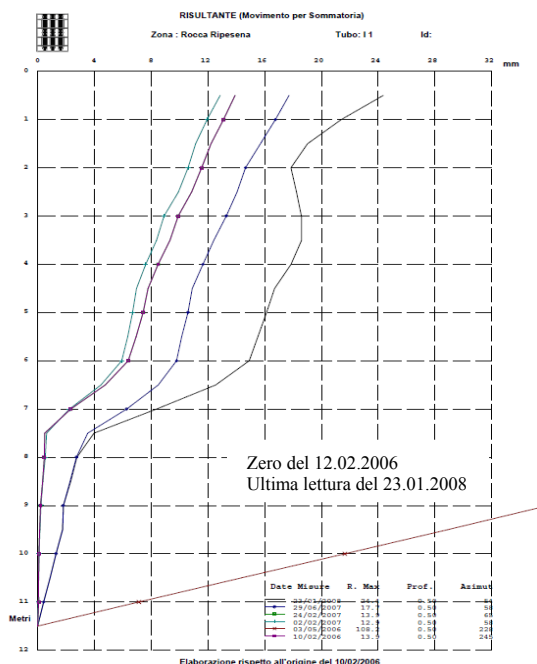


Fig. 1.5.7.2.1 RPs_I01 Grafici degli spostamenti totali
Fonte: Osservatorio della Rupe

RPs_I01			
Letture dello zero		12.02.06	
Ultima lettura		23.01.08	
N. Tot. letture effettuate		6	
Profondità del tubo (m)		11.50	
Passo di lettura (m)		0.50	
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.0 – 7.5	
	Risultante (mm)	15.00	
	Errore stimato (mm)	1.74	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Qualità della misura (I.d.Q.)		-	

1.6 CONSIDERAZIONI FINALI

I dati forniti dal sistema di monitoraggio mostrano che in alcune zone, lungo le pendici della Rupe, sono presenti fenomeni deformativi di entità dell'ordine di alcuni mm nell'arco dell'anno.

In particolare le zone che mostrano tali fenomenologie sono:

- Zona delle Conce: viene evidenziato un leggero movimento superficiale (3-4 metri dal p.c.);
- Zona dell'Istituto professionale: è presente un movimento, interessante la zona a valle del muro di sostegno costruito nel corso dei lavori di consolidamento della Rupe, alla profondità massima di circa 12-13 metri dal p.c. con valori di spostamento dell'ordine dei mm/anno;
- Zona del fosso del Livio: sono presenti fenomeni estremamente lenti in corrispondenza della parte più ripida della scarpata;
- Zona S. Bernardino: i dati mostrano la presenza di deformazioni nella zona a profondità variabile tra i 4 ed i 10 metri con valori raggiunti, alla data dell'ultima lettura, dell'ordine centimetrico;
- Zona della Cannicella: è presente un movimento di una certa estensione alla profondità di 6 metri dal p.c.;
- Zona del fosso della Civetta: l'esame dei dati forniti dal sistema di monitoraggio evidenzia la presenza di una fascia soggetta a deformazione lenta, compresa tra profondità di 6 e 16 metri dal p.c.;
- Zona di S. Benedetto dai dati a disposizione non si evidenziano fenomeni deformativi apprezzabili;
- Zona in corrispondenza della testata del fossi S. Zero: è presente un stato deformativo lento in corrispondenza di una fascia di terreno compresa tra 8 e 14 metri dal p.c.;
- Zona di Porta Cassia: i movimenti presenti in tale zona sono molto lenti (circa 10mm/anno) e si sviluppano mediamente a profondità variabili da 10 - 20 metri dal p.c..

Da quanto riportato appare chiara la necessità di seguire l'evoluzione dei movimenti deformativi che interessano le zone sopra riportate e quindi l'esigenza di mantenere il monitoraggio in essere e ripristinare quanto in quest'ultimo periodo è andato fuori uso.

La raccolta dei dati indica una buona attività di manutenzione negli anni passati e antecedenti il 2009 - 2010; da questa data la manutenzione è stata sospesa e ciò ha comportato ad oggi la messa fuori esercizio di alcune centraline e sensori.

Anche la parte manuale, gestita direttamente da Comune, non è stata, da tale data, portata avanti per l'andata fuori servizio della centralina di lettura.

Allo stato attuale risulta necessario e urgente:

- provvedere alla ricognizione dei sistemi di drenaggio (pozzi drenanti) onde accertare il loro funzionamento;
- provvedere alla riparazione della centralina di acquisizione per la sonda inclinometrica della Sinco, senza la quale non è possibile procedere con la lettura degli inclinometri presenti nell'area;
- effettuare la taratura della sonda inclinometrica presso ditta specializzata;
- effettuare la riparazione delle centraline fuori uso o in carenza di risorse economiche mantenere quelle che interessano le zone più critiche effettuandone la pulizia della memoria interna (resettaggio del sistema) dopo aver acquisito i dati in esse contenute;
- prevedere un controllo automatico del livello dell'acqua all'interno dei pozzi della zona dell'Istituto Professionale e di Porta Cassia.

2 COMUNE DI TODI

2.1 GENERALITÀ

Il Colle di Todi è stato interessato nel corso del tempo da movimenti franosi di diversa rilevanza e drammaticità che in alcuni casi hanno provocato crolli parziali di importanti strutture urbane; ne sono testimonianza gli editti emanati nel 1351, che proibivano l'aratura dei terreni come azione preventiva. Nell'ultimo secolo sono stati prodotti diversi studi su tali fenomeni di dissesto, come lo studio dell'Almagià (1910), del Lotti (1926), del Cestari (1964), di Piali e Sabatini (1966), del C.N.R. (1976-1977), o ancora di Serra e Sabatini (1978-1987).

Tutti gli studi concordano nell'individuare nella natura dei terreni, nella presenza di acqua negli stessi, prevalentemente per infiltrazione, e nell'erosione i principali fattori responsabili dei movimenti franosi nel colle. Con questi tre fattori principali ne interagiscono anche altri non meno importanti, come il clima, le colture agrarie e la vegetazione spontanea, che contribuiscono significativamente ad aggravare tali fenomeni.

Nel 1977 il Comune di Todi, per arrestare l'avanzare dei dissesti già in atto e prevenirne di nuovi decise di avviare la progettazione di massima relativa agli interventi necessari per il risanamento del Colle, redigendo anche la progettazione esecutiva delle opere più urgenti. Le opere previste richiedevano stanziamenti ingenti e per coprire tali costi il Parlamento, con insolita tempestività, emanò nel 1978 la Legge n. 230, con la quale veniva effettuato un primo stanziamento di oltre un milione di euro, e ne affidò la gestione alla Regione dell'Umbria.

Con le risorse così disponibili si è dato corso agli studi integrativi per l'individuazione delle aree su cui intervenire e sulle metodologie da impiegare. Alla progettazione integrata è seguita la realizzazione delle opere, procedendo per gradi, non trascurando nessun aspetto che avesse interazione con il fenomeno di dissesto da risanare, quali il rispetto dell'ambiente, la salvaguardia della flora e della storia sociale dei luoghi.

2.2 MORFOLOGIA DELL'AREA

L'aspetto morfologico del Colle di Todi è imputabile ai fattori morfogenetici che su di esso hanno agito e tuttora agiscono, condizionati ovviamente, dalla natura dei terreni.



Fig. 2.2.1 – Todi: Vista dall'alto

Il Colle presenta una forma triangolare con lati esposti a Sud, Nord-ovest e Nord-est, ai suoi piedi sono presenti le valli del fiume Tevere a Nord, del torrente Rio a Nord-ovest e del Torrente Naia a Sud. Le pendici sono solcate da fossi e torrenti che, con andamento quasi rettilineo, e secondo la massima pendenza, confluiscono nei corsi d'acqua succitati.

Tutti i versanti del Colle sono caratterizzati da una tipica morfologia di frana con terrazzamenti, zone di accumulo, fessure di trazione e, nella parte alta, a contatto con il complesso ghiaioso sabbioso, da scarpate di erosione per frana che a volte raggiungono altezze superiori a 10-15 metri, come nelle zone delle Lucrezie e del Mattatoio.

I corsi d'acqua che scendono lungo i fianchi del Colle hanno esercitato un'intensa azione erosiva di fondo e di sponda, tanto che gli alvei si presentano incassati rispetto al terreno circostante anche di 7-8 metri, nonché un'energica azione di richiamo negli interfluvii, provocando fenomeni franosi con direzione principale verso l'alveo del fosso.

2.3 NATURA DEI TERRENI

Il Colle di Todi è costituito da sedimenti clastici di ambiente fluvio-lacustre e lacustre depositatisi in prossimità del margine occidentale del bacino di un antico lago intermontano ("Lago Tiberino") tra il Pliocene inferiore e il Pleistocene medio (Albani 1962; Conti, Girotti 1977; Ambrosetti et al. 1987).

In particolare i terreni affioranti o incontrati con i sondaggi sono riferibili a due unità litostratigrafiche principali, ben differenziate nel complesso per la litologia prevalente, ma entrambe caratterizzate da una intrinseca e marcata variabilità al loro interno, con frequenti eteropie di facies:

- ❖ la prima e più antica (Unità di Fosso Bianco, del Pliocene medio-superiore), è costituita essenzialmente da argille limose di colore grigio-azzurro di ambiente lacustre, con livelli o lenti di argille sabbioso-limose, e, più di rado, da sabbie e sabbie con ghiaia.
- ❖ la seconda (Unità di Ponte Naia, del Pliocene medio-superiore), è costituita principalmente da sedimenti di ambiente fluviale o fluvio-deltizio, all'interno dei quali si possono distinguere due lito-facies principali, eteropiche, variamente intercalate e con graduali passaggi dall'una all'altra costituite da:
 - sabbie limose e sabbie argillose, a luoghi con lenti di sabbia e di ghiaia;
 - sabbie giallastre e ghiaie con sabbia, con un debole grado di cementazione.

2.4 TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI

Gli studi effettuati per procedere alla progettazione degli interventi di mitigazione dei fenomeni presenti nell'area hanno confermato quali cause delle frane e dei dissesti del Colle l'azione delle acque superficiali e del sottosuolo, nonché l'azione erosiva dei fossi.

Di conseguenza per arrestare i movimenti in atto e prevenirne l'estensione ad aree sempre più vaste, si è pensato di intervenire, prioritariamente, sull'intero sistema di circolazione delle acque; nel contempo, poiché gli interventi previsti richiedevano del tempo e, tra l'altro, non potevano certo avere effetti immediati, nelle aree dove i dissesti minacciavano più direttamente l'abitato sono state realizzate opere di stabilizzazione al piede dei più rilevanti corpi di frana e opere di consolidamento dei manufatti maggiormente minacciati.

Oltre alla realizzazione delle opere di risanamento e di mitigazione dei fenomeni di dissesto presenti nell'area è stato istituito un sistema di monitoraggio e vigilanza per il controllo del territorio e dell'efficienza, nel tempo, delle opere realizzate.

2.5 SISTEMA DI MONITORAGGIO

L'esame complessivo della morfologia, dei fenomeni di dissesto presenti e delle opere realizzate ha consentito di individuare 4 zone (fig. 2.5.1) in grado di rappresentare l'intera area, nelle quali controllare nel tempo l'evoluzione dei fenomeni franosi e l'efficienza delle opere di drenaggio realizzate. Le zone sottoposte a controllo interessano i quattro bacini principali e precisamente:

Zona Pendio Cerquette – Lucrezie nel versante a Nord;

Zona Pendio San Raffaele nel versante Sud;

Zona Pendio Mattatoio nel versante Nord-Est;

Zona Fosso Picchiarato nel versante Nord-Ovest.

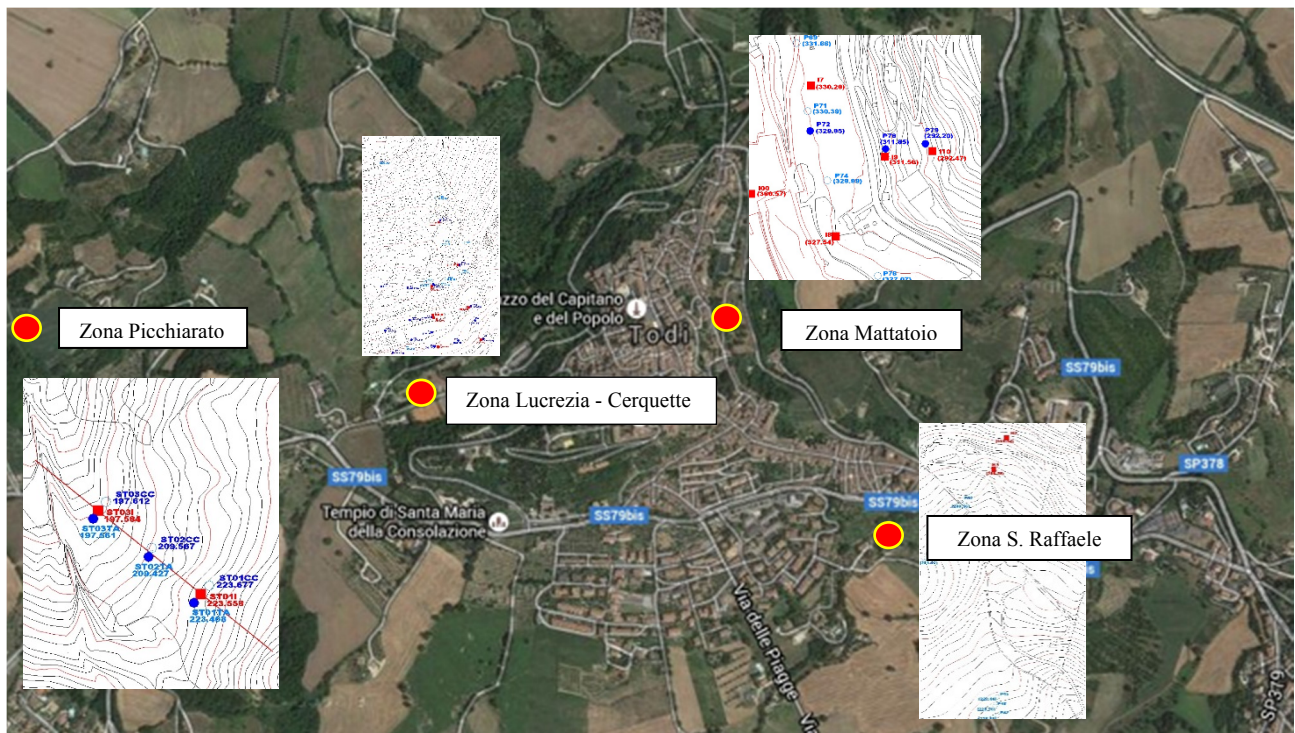


Fig. 2.5.1 – Todì: Indicazione delle aree strumentate

Il sistema di monitoraggio è composto da una strumentazione geotecnica e meteorologica di tipo misto, costituita da strumenti ad acquisizione automatica e manuale (Pendio Cerquette-Lucrezie), e strumenti a sola acquisizione manuale.

Si ha notizia, anche, di strumentazione installata a suo tempo:

- per il controllo delle opere realizzate per il consolidamento della zona a valle del Tempio della Consolazione per la messa in sicurezza dello stesso; tale strumentazione sarebbe consistita in una serie di barrette estensimetriche e/o celle di carico posizionate a ridosso dell'opera di consolidamento;
- per il periodico controllo di alcune opere strutturali di contenimento e rinforzo (es. pile del viadotto dei Giardini); sarebbero state messe in opera barrette estensimetriche, rilevatori di temperatura e delle tensioni sui tiranti di ancoraggio, lì dove presenti;
- per il controllo topografico del centro urbano costituito da una rete geodetica plano-altimetrica di tipo classico, che comprende 127 vertici da monitorare, installati in zone di possibili movimenti di superficie; di tale rete non si è potuto reperire l'intero sviluppo ma solo una parte di esso, (84 individuati e ubicati in cartografia mentre i restanti sono da ricercare sul terreno non avendo avuto sino ad ora nessun riscontro).

Purtroppo, per queste tre tipologie di strumentazione non si è potuto reperire notizie circa i dati da esse forniti.

La rete di monitoraggio geotecnico complessivamente si componeva, inizialmente, di 17 inclinometri e 57 piezometri suddivisi, quest'ultimi, in 23 piezometri tipo Casagrande, di cui 17 a lettura automatica e 6 a lettura manuale, 34 piezometri a tubo aperto e da una centralina per l'acquisizione dei dati dei sensori automatici, come specificati nella tabella. 2.5.1, in cui sono riportati sia gli strumenti iniziali che quelli ad oggi ancora funzionanti.

*Tabella 2.5.1 – Strumentazione geotecnica complessiva – Colle di Todi – Stato di Funzionamento
(Fonte: Comune di Todi - Regione Umbria)*

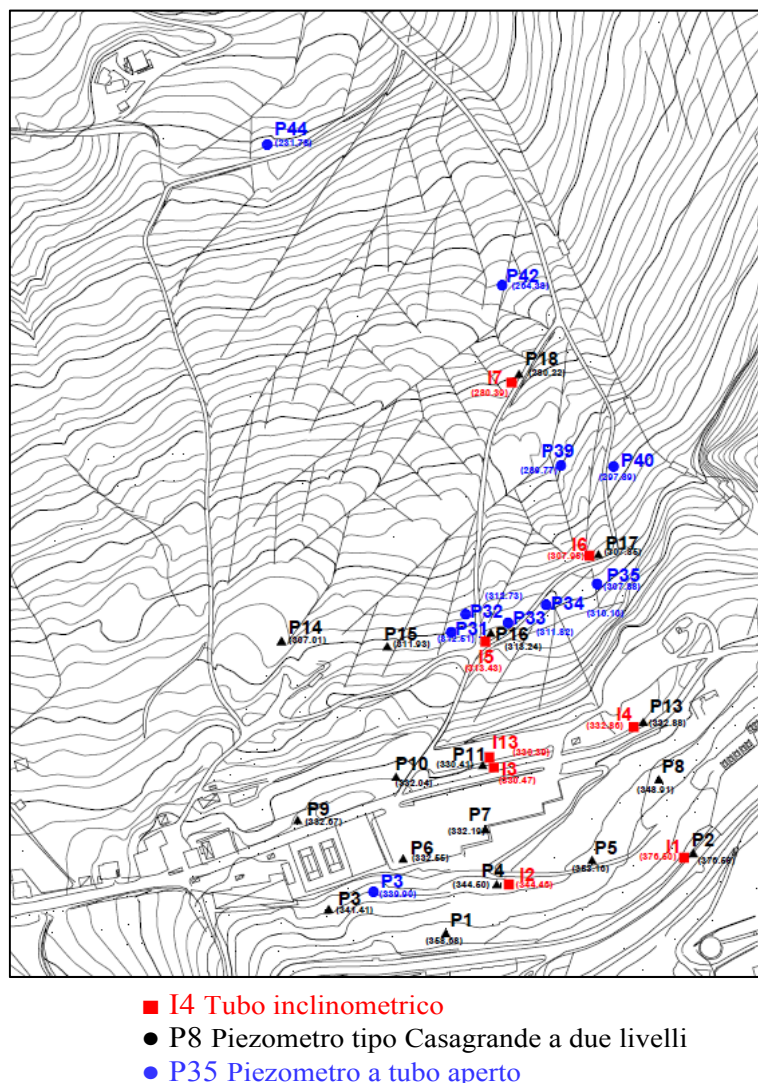
Tipologia	N. Totale	Stato di funzionamento				
		In esercizio	Interrotto / Danneggiato	Ostruito	Parzialmente in esercizio	No info
Tubi Inclinometrici	17	10	5	1		1
Piezometri Casagrande	23	12	1	5	4	1
Piezometri Tubo Aperto	34	10	6	10		8
Gonioanemometro	1					1
Termometro	1					1
Igrometro	1					1
Tacoanemometro	1					1
Pluviometro	1					1

2.5.1 Zona - Pendio Cerquette - Lucrezie

La strumentazione installata inizialmente in questa zona consisteva in 8 tubi inclinometrici, 21 piezometri a tubo aperto, 17 piezometri provvisti di celle di misura di tipo Casagrande disposte su due livelli a lettura automatica e una stazione meteoroclimatica corredata di pluviometrici, tachoanemometro, gonioanemometro, igrometro e termometro ambientale.

Le misure della strumentazione ad acquisizione automatica venivano rilevate in continuo da un acquisitore dati automatico periferico (datalogger), sistemato all'interno della piccola costruzione ubicata nel piazzale antistante il parcheggio; il datalogger della centralina veniva a sua volta interrogato da un computer centrale installato presso la sede comunale. I dati raccolti venivano, quindi, archiviati su disco rigido del computer per consentirne, in una fase successiva, la consultazione e l'analisi. Allo stato attuale la centralina di acquisizione non è collegata al computer adibito alla conservazione dei dati e non è stato possibile reperire sia il computer che la stampante ad esso collegata; pertanto, i è stato possibile recuperare i dati in esso contenuti.

Nella figura 2.5.1.1 sotto riportata sono indicate le ubicazione dei vari strumenti presenti in questa zona.



Di seguito si riporta la tabella 2.5.1.1 con la sintesi della situazione attuale dello stato di funzionalità dei singoli strumenti.

Tabella 2.5.1.1 – Strumentazione geotecnica complessiva – Zona Pendio Cerquette - Lucrezie
Stato di Funzionamento (Fonte: Comune di Todi - Regione Umbria)

Tipologia	N. Totale	Stato di funzionamento				
		In esercizio	Interrotto / Danneggiato	Ostruito	Parzialmente in esercizio	No info
Tubi Inclinatorici	8	4	2	1		1
Piezometri Casagrande	17	10	1	5	1	
Piezometri Tubo Aperto	21	3	5	5		8
Gonioanemometro	1					1
Termometro	1					1
Igrometro	1					1
Tacoanemometro	1					1
Pluviometro	1					1

2.5.1.1 Misure inclinometriche

Al fine di raggruppare le informazioni ottenute dalla documentazione disponibile, di seguito prima di riportare i grafici inerenti le deformazioni degli inclinometri rilevate nei vari periodi di osservazione effettuati dallo Studio Geologi Associati SGA di Perugia a cui il Comune di Todi aveva dato incarico, sono riportate, in forma tabellare, le principali caratteristiche della strumentazione installata e le diverse letture eseguite durante la campagna di monitoraggio. Infine, per un maggior dettaglio del fenomeno franoso si riportano anche i dati ottenuti dal Servizio Geologico della Regione Umbria nel corso dei rilievi dalla stessa effettuati.

Tabella 2.5.1.1.1– Caratteristiche degli inclinometri della zona Pendio Cerquette - Lucrezie

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota assoluta (m.s.l.m.)	Azimut da Nord	Letture di zero			Letture N°	Fonte	Passo di lettura (m)
I1	LU_I01	39.50	376.50	+40°	06.11.2002	14.10.2003	29.07.2005	6+7+22	Comune di Todi	1
I1	LU_I01	39.50	376.50	+40°	31.03.2015			3	Regione Umbria	0,5
I2	LU_I02	40.50	344.50	+40°	06.11.2002	14.10.2003		6+7	Comune di Todi	1
I3	LU_I03	30.50	330.50	+10°	06.11.2002	14.10.2003	29.07.2005	6+7+22	Comune di Todi	1
I4	LU_I04	60.50	332.90	-10°	06.11.2002	14.10.2003	29.07.2005	6+7+22	Comune di Todi	1
I4	LU_I04	60.50	332.90	-10°	21.08.2013			11	Regione Umbria	0,5
I4	LU_I04	60.50	332.90	-10°	21.08.2013			8	Regione Umbria	1
I5	LU_I05	25.50	313.40	-20°	06.11.2002	15.10.2003	29.07.2005	6+7+22	Comune di Todi	1
I5	LU_I05	25.50	313.40	-20°	17.07.2012			1	Regione Umbria	1
I6	LU_I06	30.50	308.00	+55°	06.11.2002	15.10.2003	29.07.2005	6+7+9	Comune di Todi	1
I7	LU_I07	26.50	280.40	+10°	06.11.2002	15.10.2003	29.07.2005	6+7+22	Comune di Todi	1
I7	LU_I07	26.50	280.40	+10°	19.07.2013			16	Regione Umbria	0,5
I7	LU_I07	26.50	280.40	+10°	19.07.2013			15	Regione Umbria	1
I13*	LU_13									

Note: Si sono eseguite n. 3 letture di zero per gli inclinometri monitorati dal Comune di Todi dovute, probabilmente, per sostituzione dello strumento di misura.

Una sola lettura di zero da parte della Regione Umbria.

* Il tubo inclinometrico I13 risulta essere presente in planimetria ma non si hanno riscontri di letture effettuate e non risulta essere menzionato nei Rapporti di Monitoraggio del Comune di Todi.

Tabella 2.5.1.1.2 – Letture inclinometriche della zona Pendio Cerquette - Lucrezie
(Fonte: Comune di Todì)

Nuovo Codice	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	Nuovo Zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)
LU_I01	39.50	06.11.2002	08.04.2003	10.07.2003	14.10.2003	27.01.2004	12.05.2004	14.10.2003	22.04.2004	22.07.2004
LU_I02	40.50	06.11.2002	08.04.2003	10.07.2003	14.10.2003	27.01.2004	12.05.2004	14.10.2003	22.04.2004	22.07.2004
LU_I03	30.50	06.11.2002	08.04.2003	10.07.2003	14.10.2003	27.01.2004	12.05.2004	14.10.2003	22.04.2004	22.07.2004
LU_I04	60.50	06.11.2002	08.04.2003	10.07.2003	14.10.2003	27.01.2004	12.05.2004	14.10.2003	22.04.2004	22.07.2004
LU_I05	25.50	06.11.2002	08.04.2003	10.07.2003	15.10.2003	28.01.2004	12.05.2004	15.10.2003	22.04.2004	22.07.2004
LU_I06	30.50	06.11.2002	08.04.2003	10.07.2003	15.10.2003	28.01.2004	12.05.2004	15.10.2003	22.04.2004	22.07.2004
LU_I07	26.50	06.11.2002	08.04.2003	10.07.2003	15.10.2003	28.01.2004	12.05.2004	15.10.2003	22.04.2004	22.07.2004
Nuovo Codice	Profondità (m.)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	Nuovo Zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)
LU_I01	39.50	26.10.2004	01.02.2005	19.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	30.10.2005	28.01.2006	27.04.2006	27.07.2006
LU_I02	40.50	26.10.2004	01.02.2005	19.04.2005	25.07.2005					
LU_I03	30.50	26.10.2004	02.02.2005	19.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	30.10.2005	28.01.2006	26.04.2006	27.07.2006
LU_I04	60.50	26.10.2004	01.02.2005	19.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	29.10.2005	28.01.2006	26.04.2006	27.07.2006
LU_I05	25.50	26.10.2004	02.02.2005	19.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	30.10.2005	28.01.2006	26.04.2006	27.07.2006
LU_I06	30.50	26.10.2004	02.02.2005	19.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	30.10.2005	27.01.2006	26.04.2006	27.07.2006
LU_I07	26.50	26.10.2004	02.02.2005	19.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	30.10.2005	27.01.2006	26.04.2006	27.07.2006
Nuovo Codice	Profondità (m.)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)	9° lettura (data)	10° lettura (data)	11° lettura (data)	12° lettura (data)	13° lettura (data)
LU_I01	39.50	27.10.2006	30.01.2007	02.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	30.01.2008	30.04.2008	29.07.2008	29.10.2008
LU_I02	40.50	--								
LU_I03	30.50	26.10.2006	30.01.2007	02.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	30.01.2008	30.04.2008	29.07.2008	29.10.2008
LU_I04	60.50	27.10.2006	30.01.2007	02.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	30.01.2008	30.04.2008	29.07.2008	29.10.2008
LU_I05	25.50	27.10.2006	30.01.2007	02.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	30.01.2008	30.04.2008	29.07.2008	29.10.2008
LU_I06	30.50	26.10.2006	30.01.2007	02.05.2007	25.07.2007					
LU_I07	26.50	26.10.2006	30.01.2007	02.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	30.01.2008	30.04.2008	29.07.2008	29.10.2008
Nuovo Codice	Profondità (m.)	14° lettura (data)	15° lettura (data)	16° lettura (data)	17° lettura (data)	18° lettura (data)	19° lettura (data)	20° lettura (data)	21° lettura (data)	22° lettura (data)
LU_I01	39.50	28.01.2009	04.05.2009	31.07.2009	27.10.2009	01.02.2010	28.04.2010	22.07.2010	28.10.2010	
LU_I02	40.50	--								
LU_I03	30.50	28.01.2009	04.05.2009	31.07.2009	27.10.2009	01.02.2010	28.04.2010	22.07.2010	28.10.2010	
LU_I04	60.50	28.01.2009	04.05.2009	31.07.2009	27.10.2009	01.02.2010	28.04.2010	23.07.2010	28.10.2010	
LU_I05	25.50	28.01.2009	04.05.2009	31.07.2009	27.10.2009	01.02.2010	28.04.2010	22.07.2010	28.10.2010	
LU_I06	30.50	--								
LU_I07	26.50	28.01.2009	04.05.2009	31.07.2009	27.10.2009	01.02.2010	28.04.2010	23.07.2010	28.10.2010	

Tabella 2.5.1.1.3 – Letture inclinometriche della zona Pendio Cerquette – Lucrezie

(Fonte: Regione Umbria passo di lettura 0,5 m)

Nuovo Codice	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
LU_I01	39.50	31.03.2015	05.05.2015	01.07.2015	31.01.2016					
LU_I04	60.50	21.08.2013	17.03.2014	14.07.2014	22.10.2014	17.12.2014	25.02.2015	12.05.2015	14.07.2015	09.09.2015
LU_I07	26.50	19.07.2013	20.08.2013	16.10.2013	06.11.2013	13.01.2014	24.02.2014	24.03.2014	14.04.2014	09.05.2014
Nuovo Codice	Profondità (m.)	9° lettura (data)	10° lettura (data)	11° lettura (data)	12° lettura (data)	13° lettura (data)	14° lettura (data)	15° lettura (data)	16° lettura (data)	
LU_I01	39.50									
LU_I04	60.50	17.09.2015	22.09.2015							
LU_I07	26.50	02.07.2014	19.08.2014	24.09.2014	02.04.2015	27.05.2015	15.06.2015	11.09.2015		

Tabella 2.5.1.1.4 – Letture inclinometriche della zona zona Pendio Cerquette – Lucrezie

(Fonte: Regione Umbria passo di lettura 1 m)

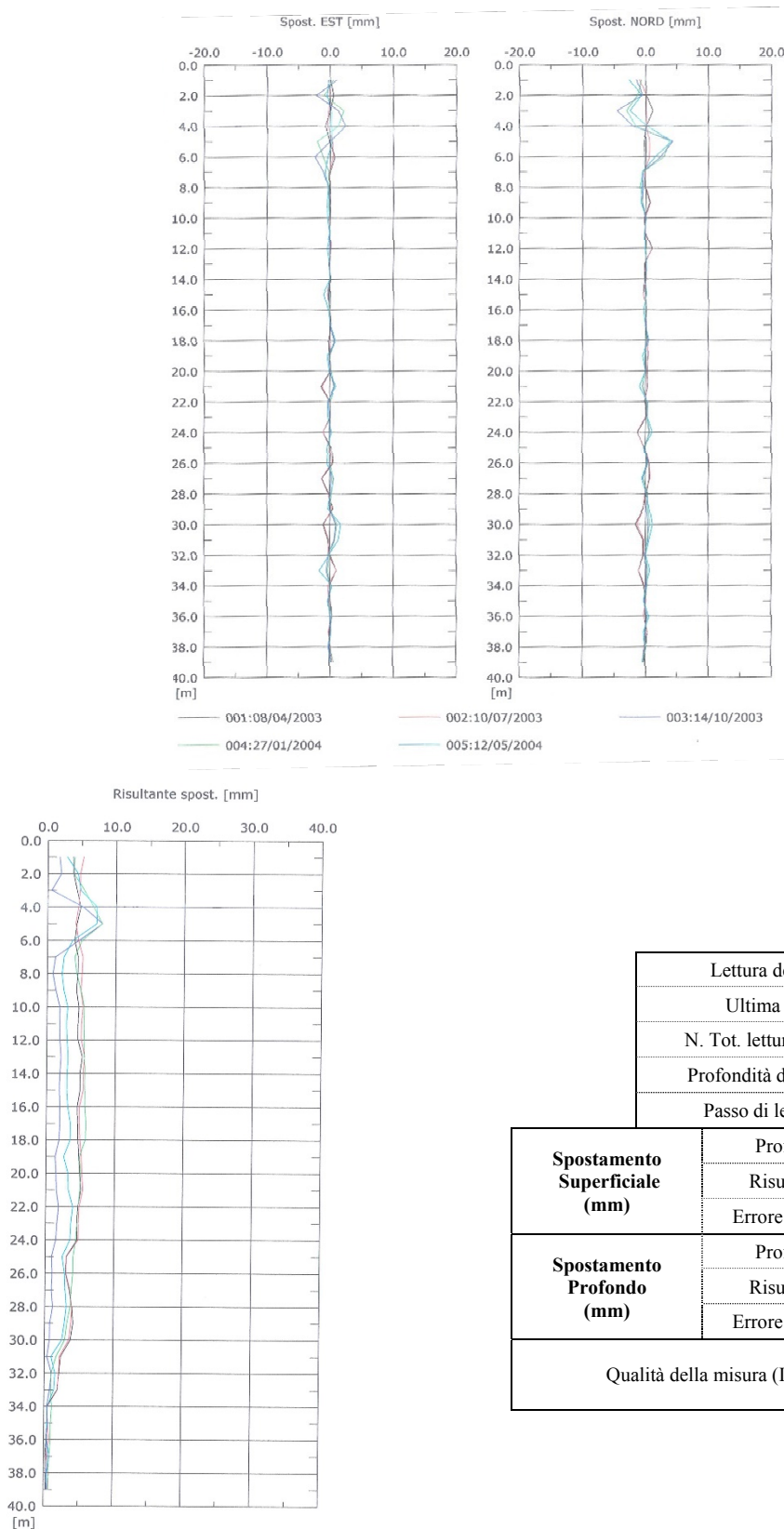
Nuovo Codice	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
LU_I04	60.50	21.08.2013	17.03.2014	14.07.2014	22.10.2014	17.12.2014	25.02.2015	12.05.2015	14.07.2015	
LU_I05	25.50	17.07.2012								
LU_I07	26.50	19.07.2013	20.08.2013	16.10.2013	06.11.2013	13.01.2014	24.02.2014	24.03.2014	14.04.2014	09.05.2014
Nuovo Codice	Profondità (m.)	9° lettura (data)	10° lettura (data)	11° lettura (data)	12° lettura (data)	13° lettura (data)	14° lettura (data)	15° lettura (data)	16° lettura (data)	
LU_I04	60.50									
LU_I05	25.50									
LU_I07	26.50	02.07.2014	19.08.2014	24.09.2014	02.04.2015	27.05.2015	15.08.2015			

Come precedente descritto, per ogni inclinometro si riportano i grafici riassuntivi degli spostamenti ottenuti. Le elaborazioni così raffigurata, sono estratte dalle relazioni di monitoraggio del Comune di Todi e della Regione Umbria. Nel primo grafico sono riportati gli spostamenti locali (mm) in funzione della profondità, riscontrati lungo l'asse A-A, convenzionalmente chiamato spostamento Est; nel secondo sono riportati quelli lungo l'asse B-B, convenzionalmente chiamato spostamento Nord; infine, nel terzo grafico è riportato, a partire dalla quota di fondo dell'inclinometro, lo spostamento totale cumulato alle varie profondità.

Nella tabella affiancata al grafico dello spostamento totale sono riportate le caratteristiche salienti delle letture effettuate.

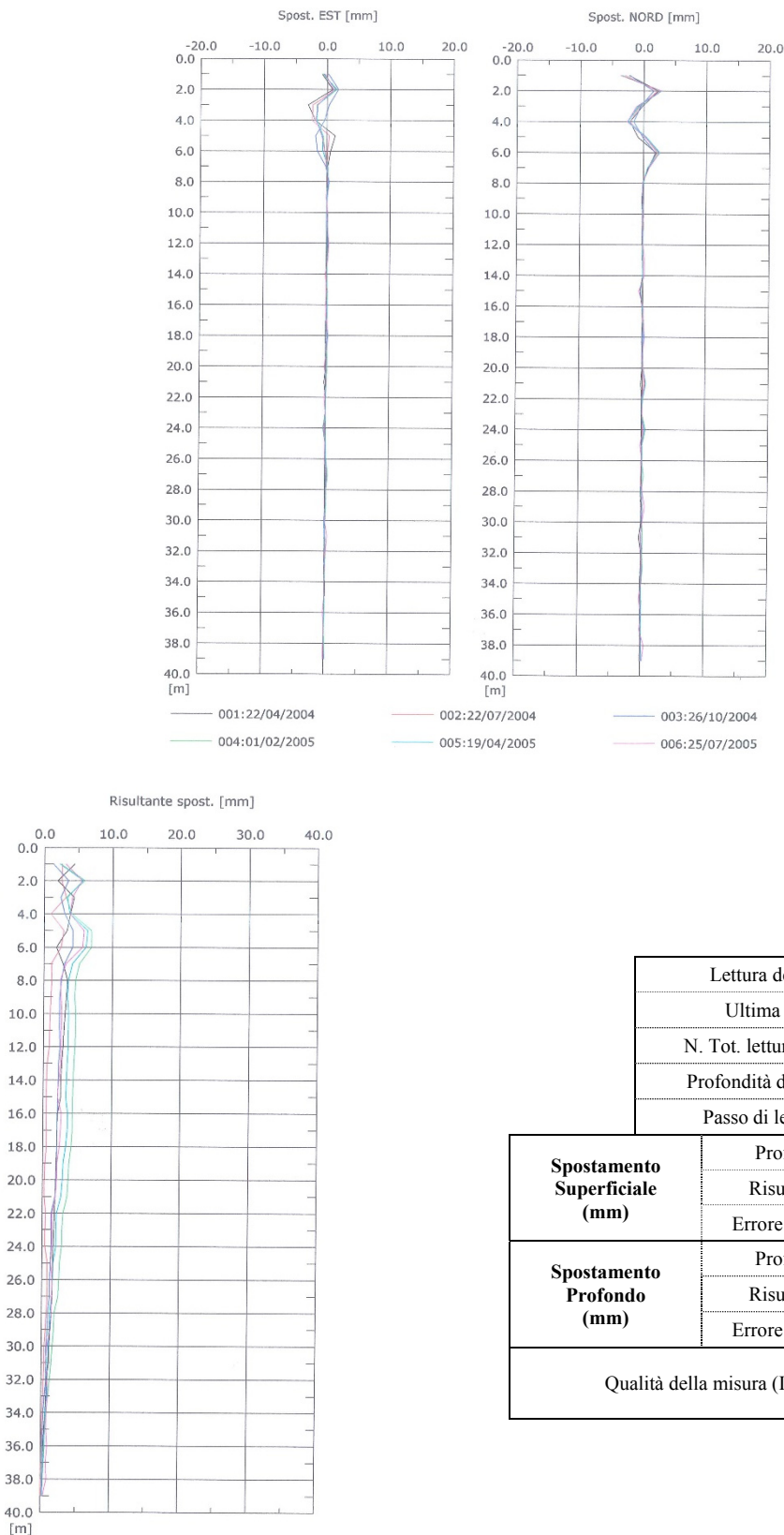
Inclinometro LU 101

Questo inclinometro, posto in prossimità della fondazione del viadotto, evidenzia un movimento, tra il 2008 e 2010 con spostamenti di circa 20 mm alla profondità di 5÷8 metri.



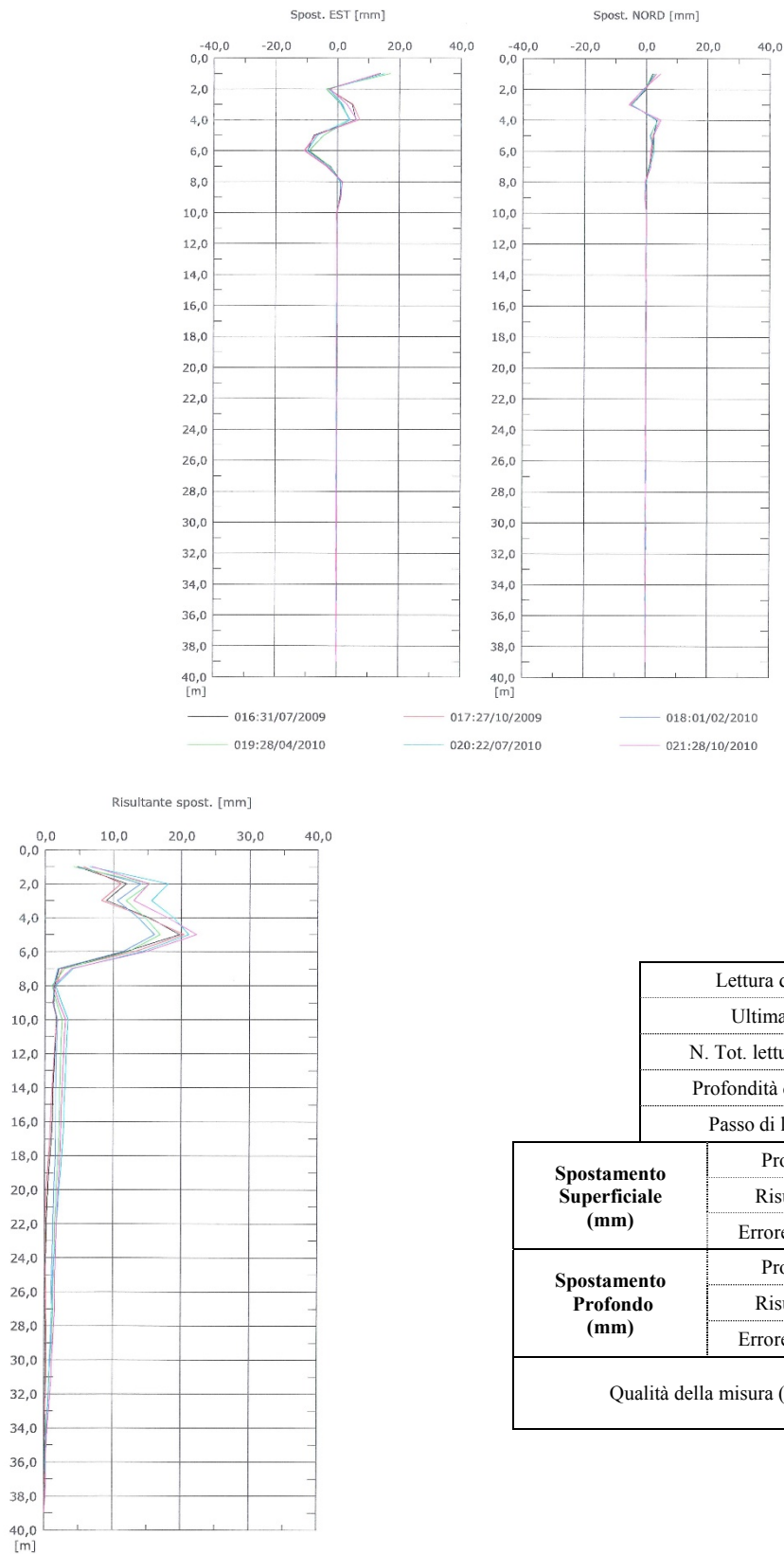
LU_101		
Lettura dello zero		06.11.02
Ultima lettura		12.05.04
N. Tot. letture effettuate		6
Profondità del tubo (m)		39.50
Passo di lettura (m)		1.0
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.00 – 6.00
	Risultante (mm)	7.16
	Errore stimato (mm)	4.67
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	33.00 – 34.00
	Risultante (mm)	1.42
	Errore stimato (mm)	1.05
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.30
		5.67

Fig. 2.5.1.1.1 Grafici degli spostamenti LU_101 (zero del 06.11.2002 Lettura N. 5 del 12.05.2004) Fonte: Comune di Todì



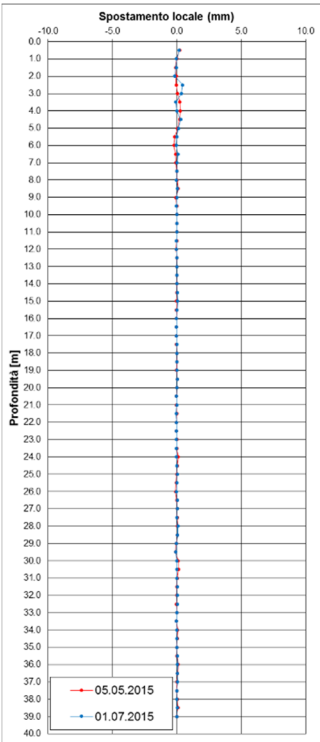
		LU_I01
Lettura dello zero		14.10.03
Ultima lettura		25.07.05
N. Tot. letture effettuate		7
Profondità del tubo (m)		39.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.00 – 7.00
	Risultante (mm)	5.62
	Errore stimato (mm)	4.55
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		6.56
		12.48

Fig. 2.5.1.1.2 Grafici degli spostamenti LU_I01 (zero 14.10.2003 Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todi



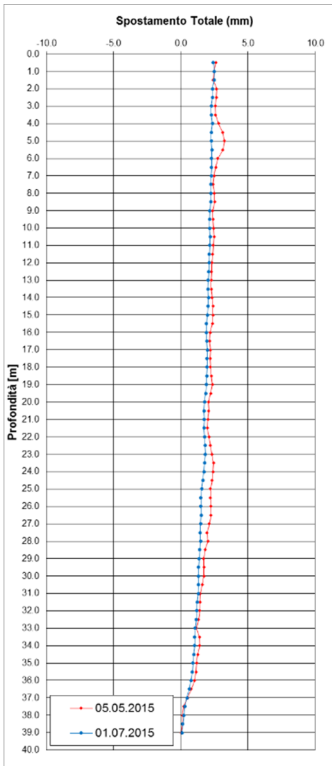
		LU_101
Lettura dello zero		29.07.05
Ultima lettura		28.10.10
N. Tot. letture effettuate		22
Profondità del tubo (m)		39.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.00 – 8.00
	Risultante (mm)	22.23
	Errore stimato (mm)	4.67
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.42
		1.96

Fig. 2.5.1.1.3 Grafici degli spostamenti LU_I01 (zero del 29.07.2005 Lettura N. 21 del 28.10.2010) Fonte: Comune di Todi



GUIDA A1 - A3

Dato Assente
GUIDA B1 - B3



		LU_I01
Lettura dello zero		31.03.15
Ultima lettura		01.07.15
N. Tot. letture effettuate		3
Profondità del tubo (m)		39.50
Passo di lettura (m)		0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	36.00 – 37.00
	Risultante (mm)	0.76
	Errore stimato (mm)	1.05
Qualità della misura (I.d.Q.)		-
		-

Fig. 2.5.1.1.4 Grafici degli spostamenti LU_I01 (zero del 31.03.2015 – Lettura N. 2 del 01.07.2015) Passo di lettura: 0,5 m
Fonte: Regione Umbria

Inclinometro LU_I02

L'inclinometro LU_I02, nella primavera - estate del 2005, si è ostruito a causa di una eccessiva deformazione derivante da movimenti del terreno superficiale elevati (4÷5 metri). Nel corso della sua vita ha evidenziato un movimento alla profondità di circa 24 metri che, anche se di lieve entità (6÷8 mm); tale fenomeno andrebbe meglio indagato.

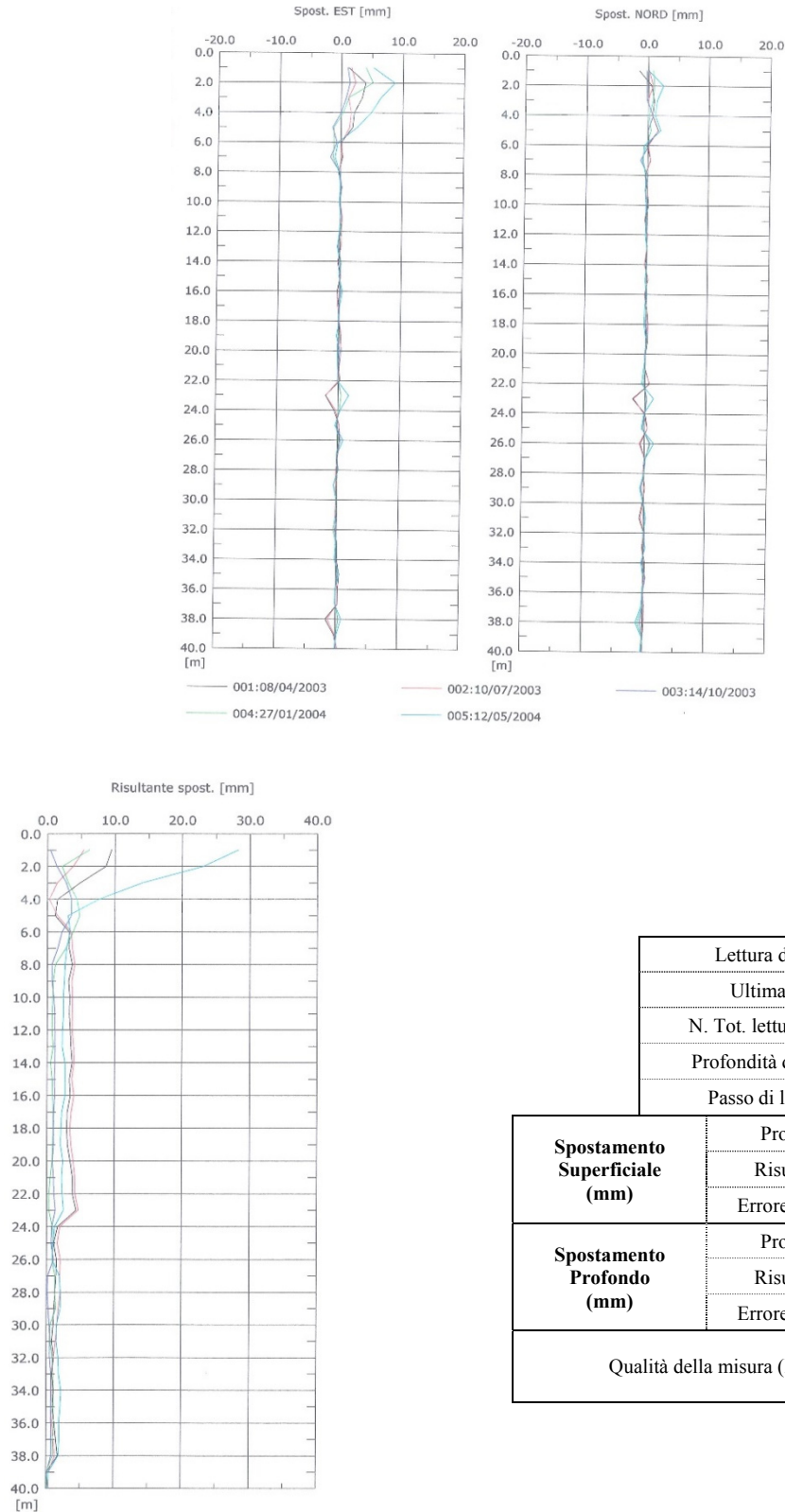
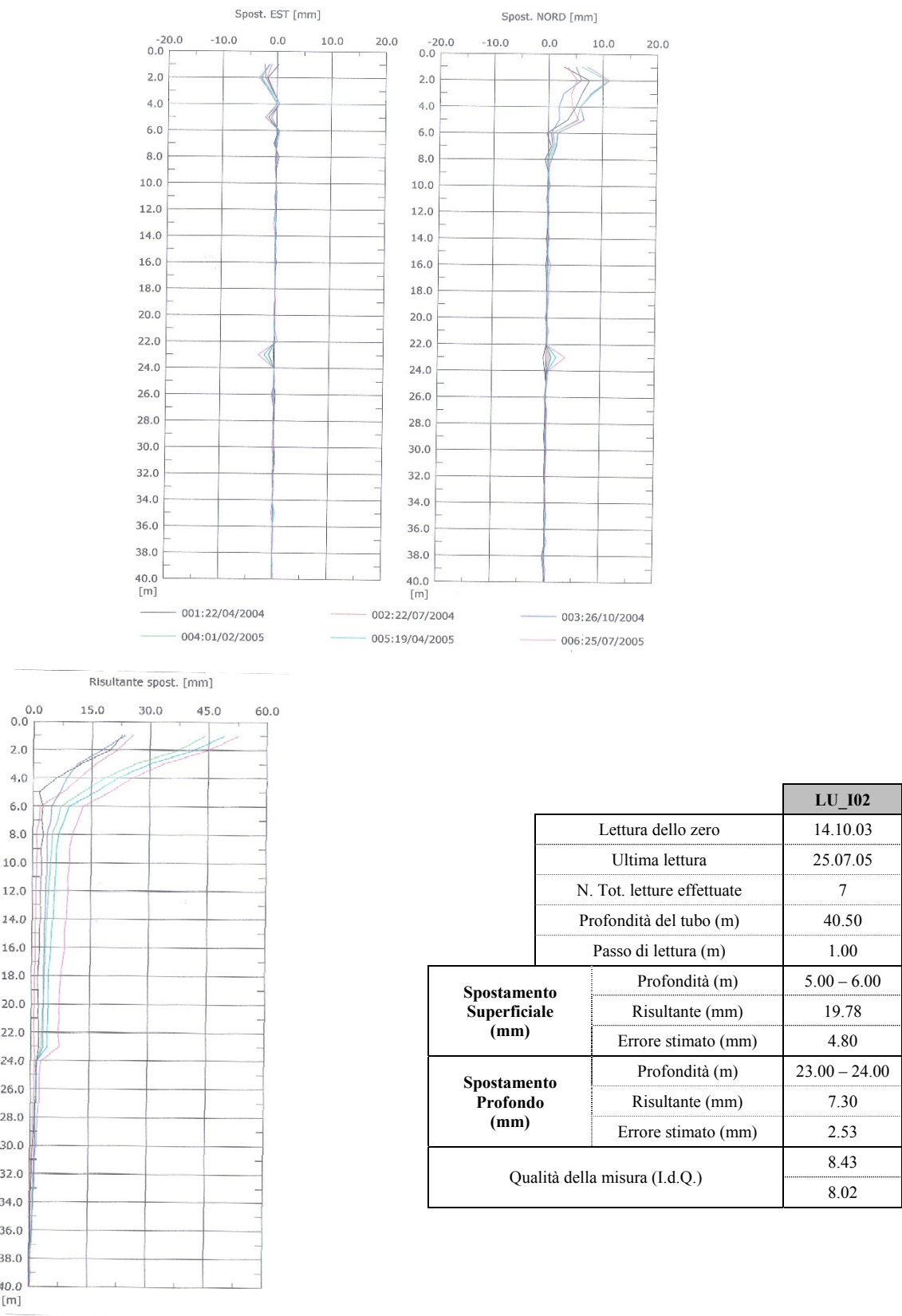
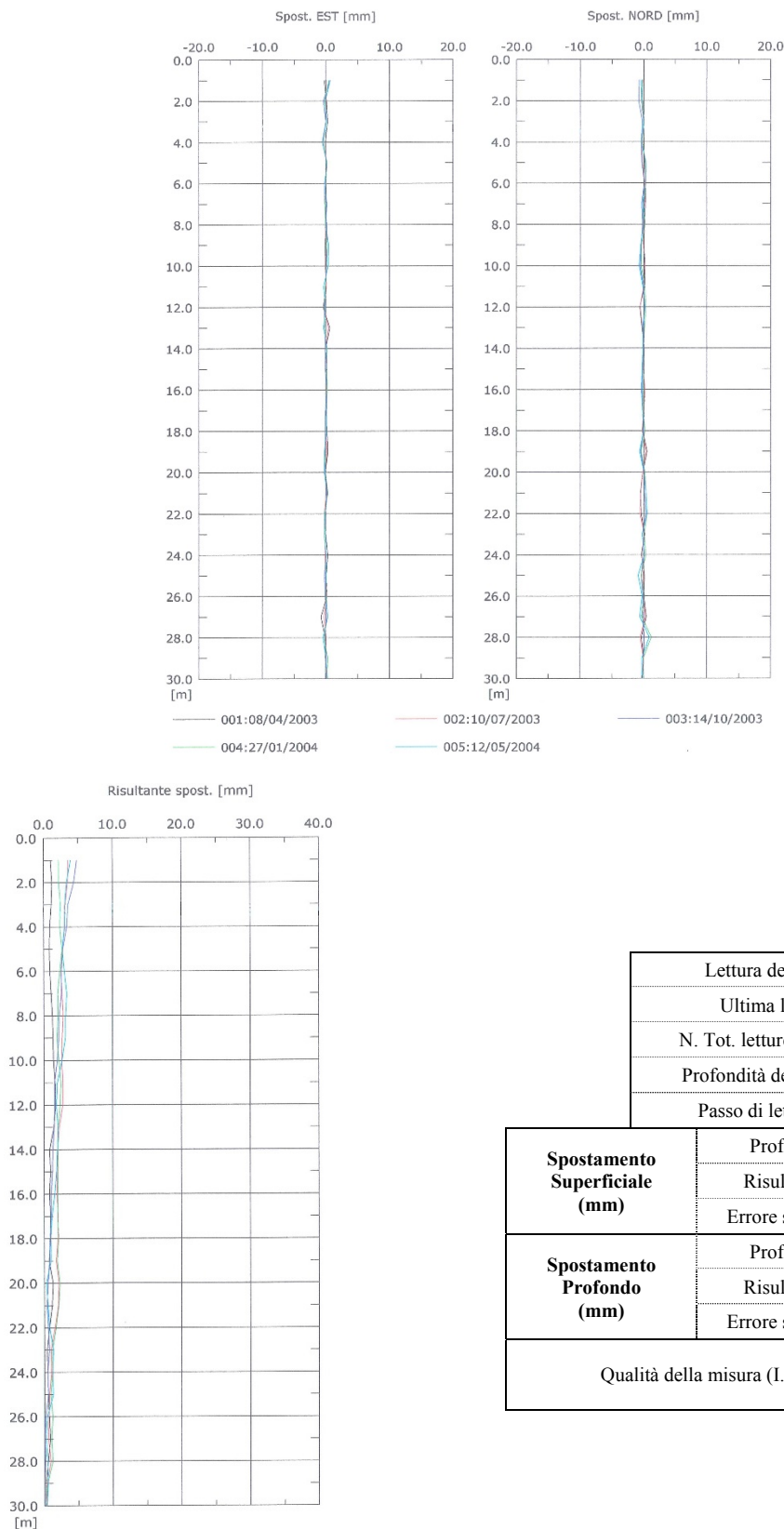


Fig. 2.5.1.1.5 Grafici degli spostamenti LU_I02 (zero del 06.11.2002 Lettura N. 5 del 12.05.2004) Fonte: Comune di Todi



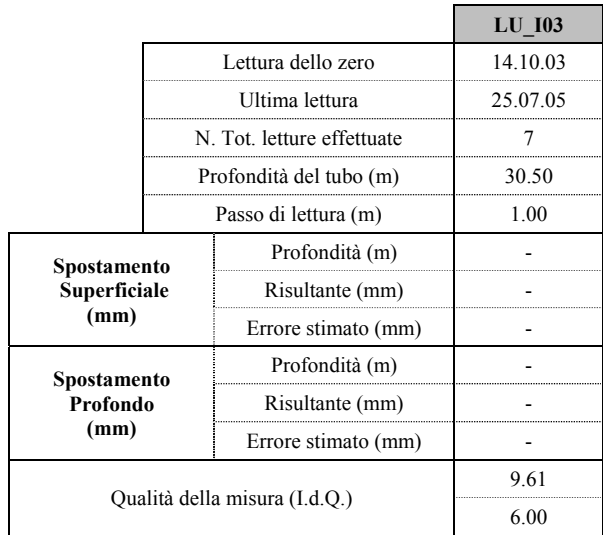
Inclinometro LU 103

I dati forniti da questo inclinometro sembrerebbero non rivelare movimenti di un certo interesse. Per meglio determinare l'eventuale presenza di movimenti sarebbe necessario un filtraggio degli errori strumentali presenti.

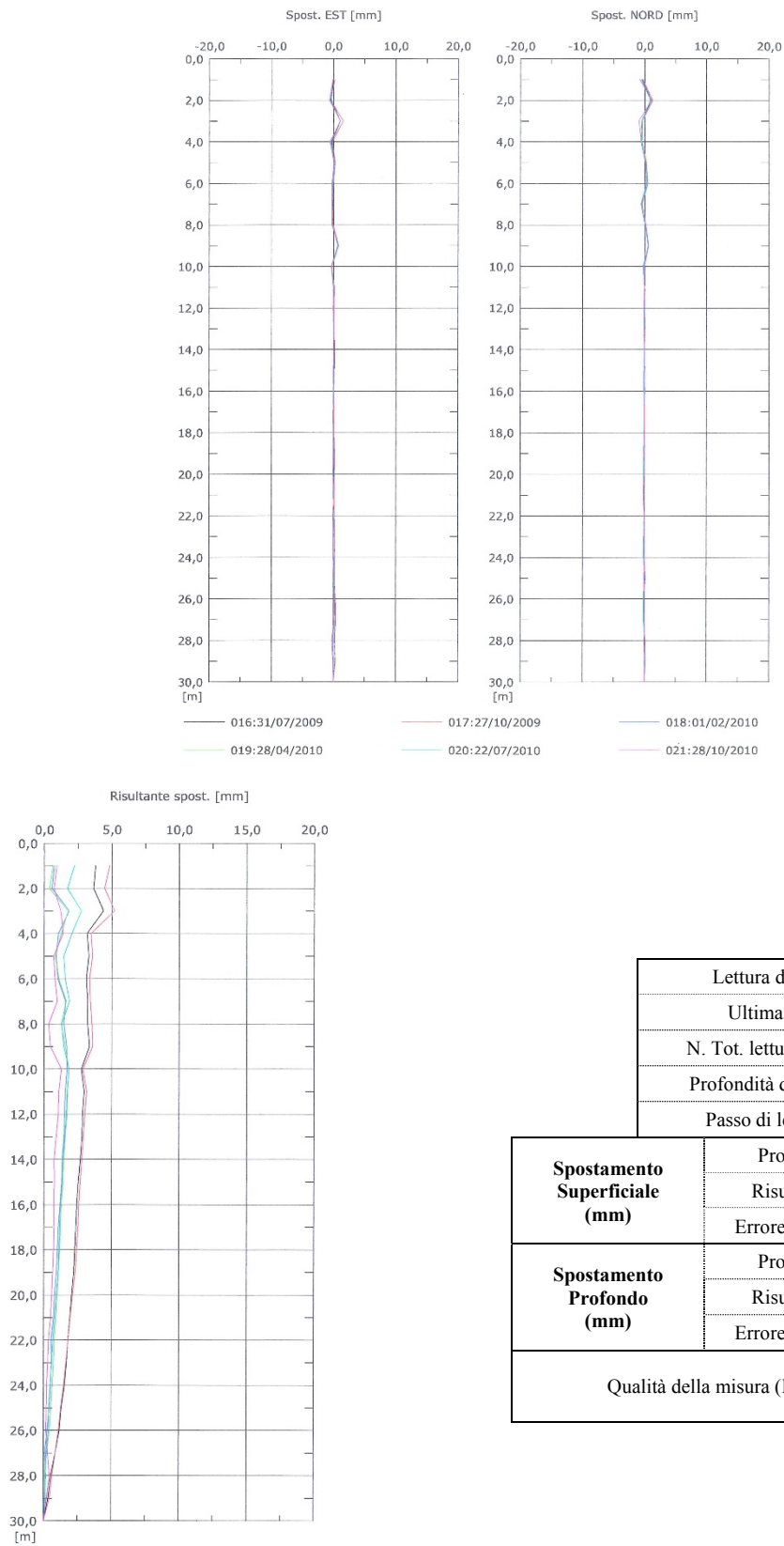


		LU_103
Lettura dello zero		06.11.02
Ultima lettura		12.05.04
N. Tot. letture effettuate		6
Profondità del tubo (m)		30.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.56
		4.35

Fig. 2.5.1.1.7 Grafici degli spostamenti LU_103 (zero del 06.11.2002 Lettura N. 5 del 12.05.2004) Fonte: Comune di Todì



pag. 256 di 356



		LU_I03
Lettura dello zero		29.07.05
Ultima lettura		28.10.10
N. Tot. letture effettuate		22
Profondità del tubo (m)		30.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	3.00 – 4.00
	Risultante (mm)	1.21
	Errore stimato (mm)	3.80
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.04
		1.67

Fig. 2.5.1.1.9 Grafici degli spostamenti LU_I03 (zero del 29.07.2005 Lettura N. 21 del 28.10.2010) Fonte: Comune di Todi

Inclinometro LU I04

L'inclinometro, profondo 60 metri e ubicato in prossimità della stazione della funicolare, e quindi, nel corpo di frana superiore, mostra spostamenti molto lenti in corrispondenza di una superficie di scivolamento posta a 50-52 metri di profondità. L'entità dello spostamento riscontrato è di poco superiore all'errore strumentale e può essere meglio stimato attraverso procedure di filtraggio dei dati.

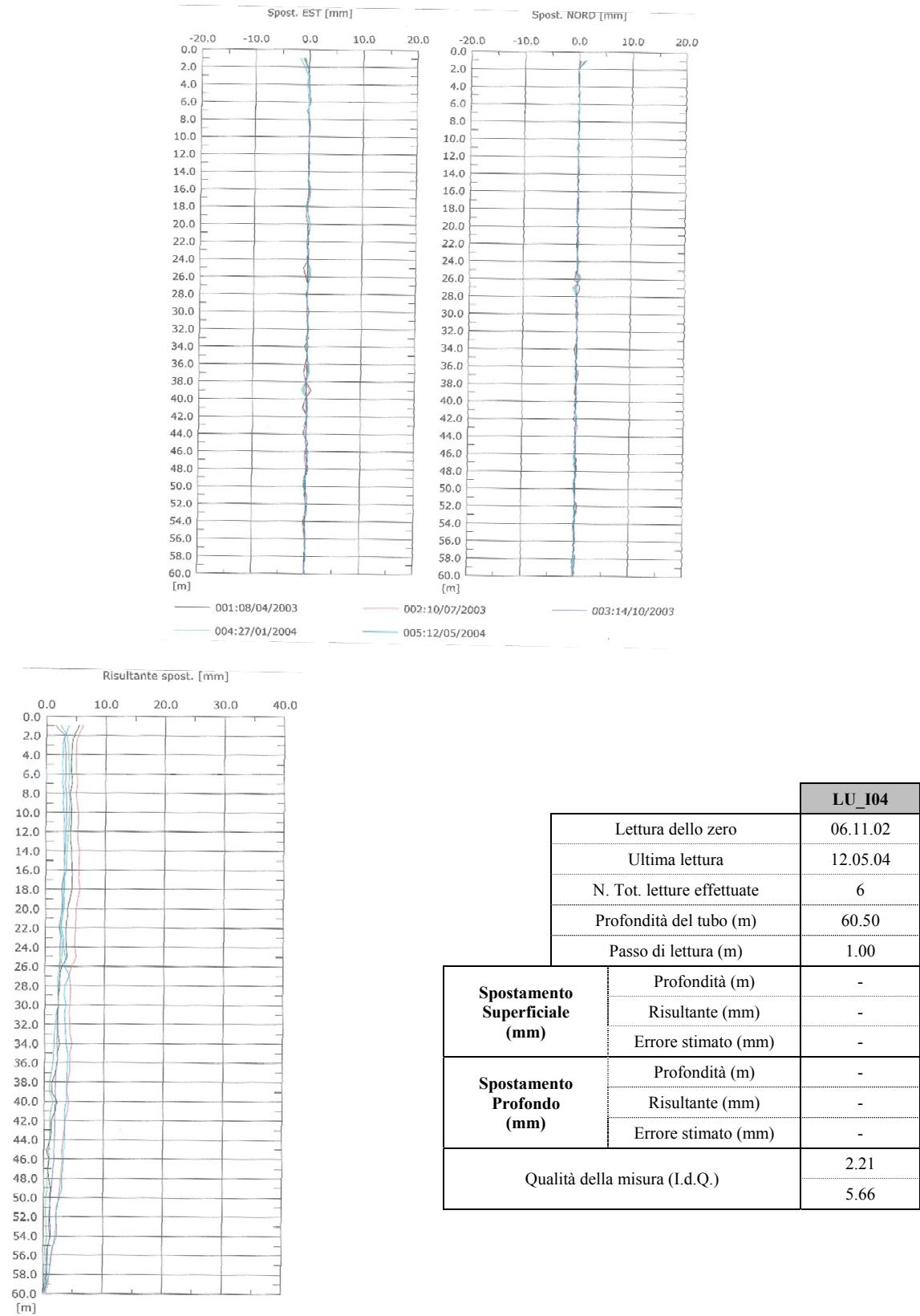


Fig. 2.5.1.1.10 Grafici degli spostamenti LU_I04 (zero del 06.11.2002 Lettura N. 5 del 12.05.2004) Fonte: Comune di Todi

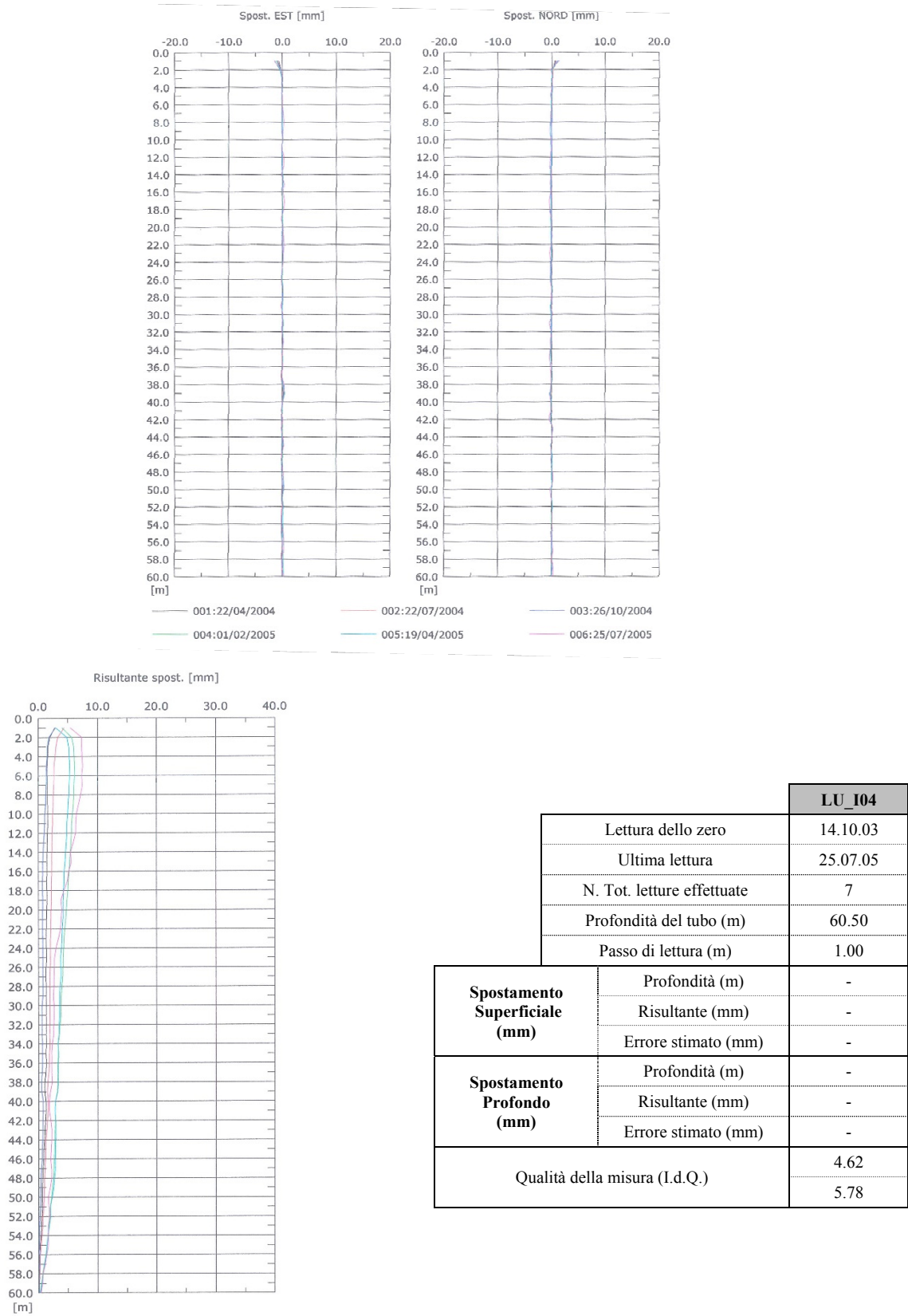
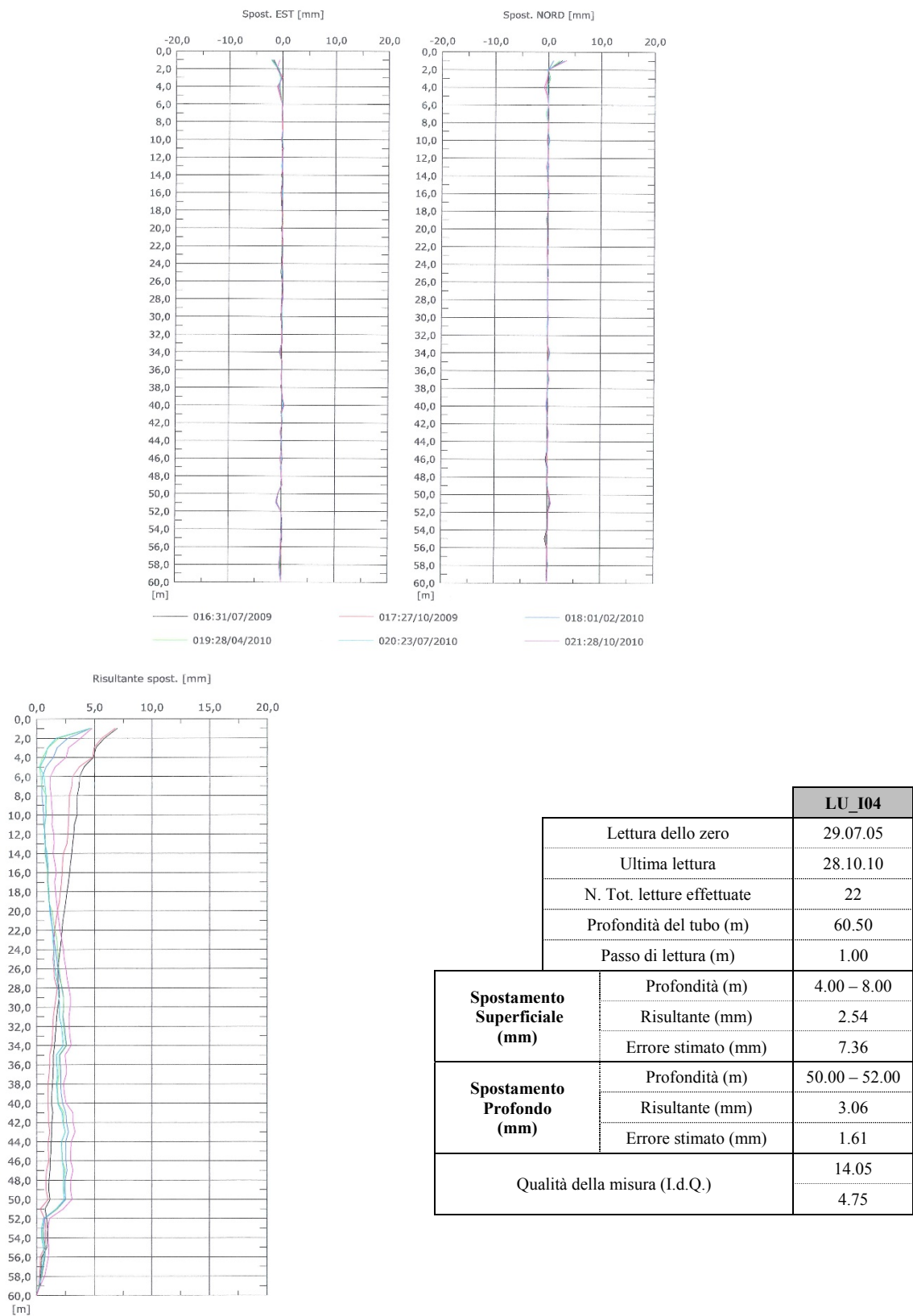
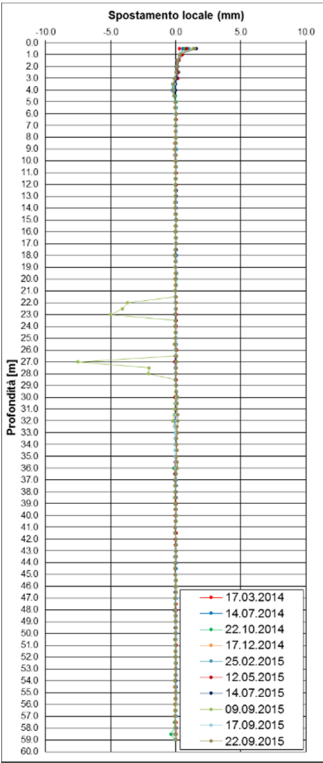
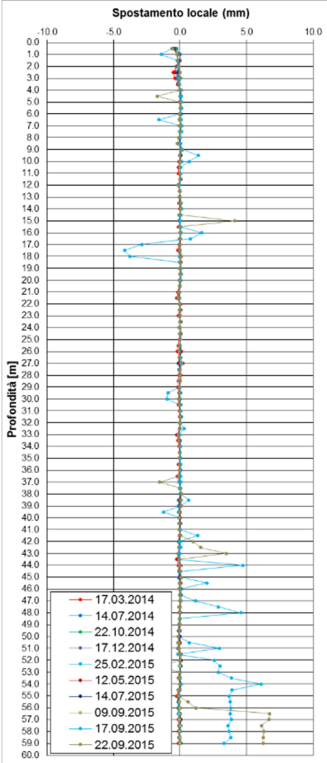


Fig. 2.5.1.1.11 Grafici degli spostamenti LU_I04 (zero del 14.10.2003 Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todi

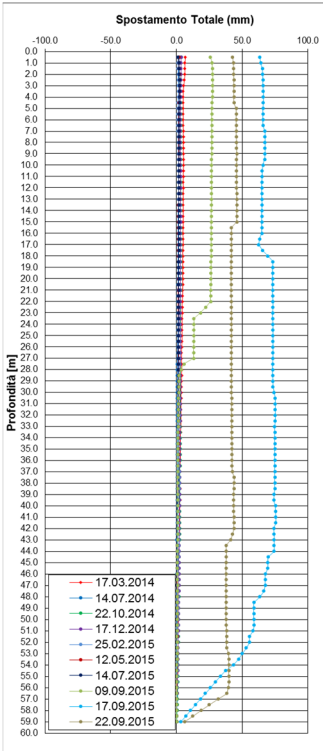




GUIDA A1 - A3

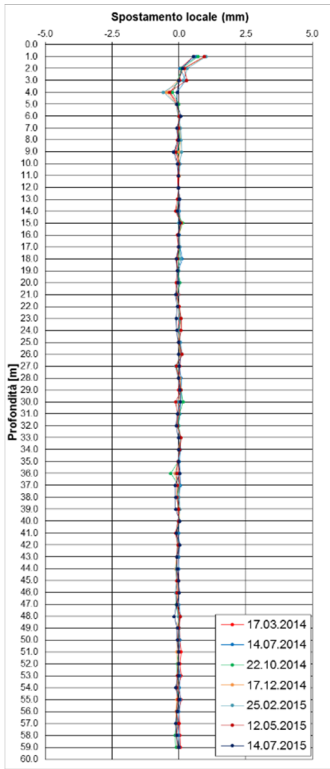


GUIDA B1 - B3

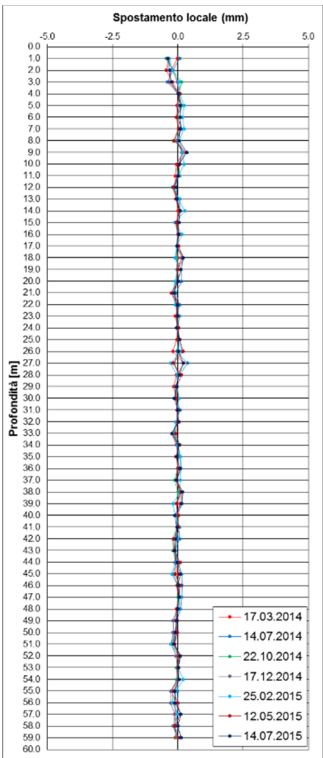


		LU_104
Letture dello zero		21.08.13
Ultima lettura		22.09.15
N. Tot. letture effettuate		11
Profondità del tubo (m)		60.50
Passo di lettura (m)		0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	56.50 – 59.00
	Risultante (mm)	38.33
	Errore stimato (mm)	1.19
Qualità della misura (I.d.Q.)		74.08
		150.25

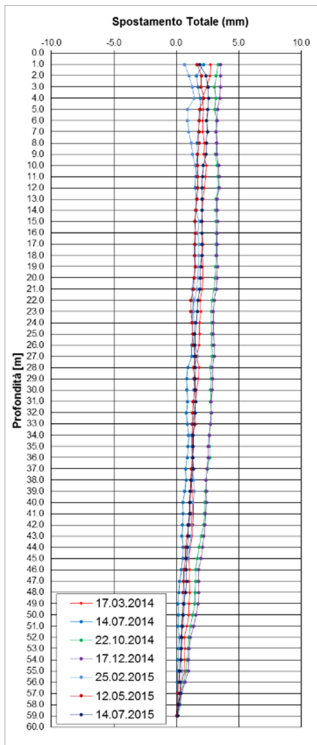
Fig. 2.5.1.1.13 Grafici degli spostamenti LU_104 (zero del 21.08.2013 Lettura N. 10 del 22.09.2015) Passo di lettura: 0,5 m
Fonte: Regione Umbria



GUIDA A1 - A3



GUIDA B1 - B3

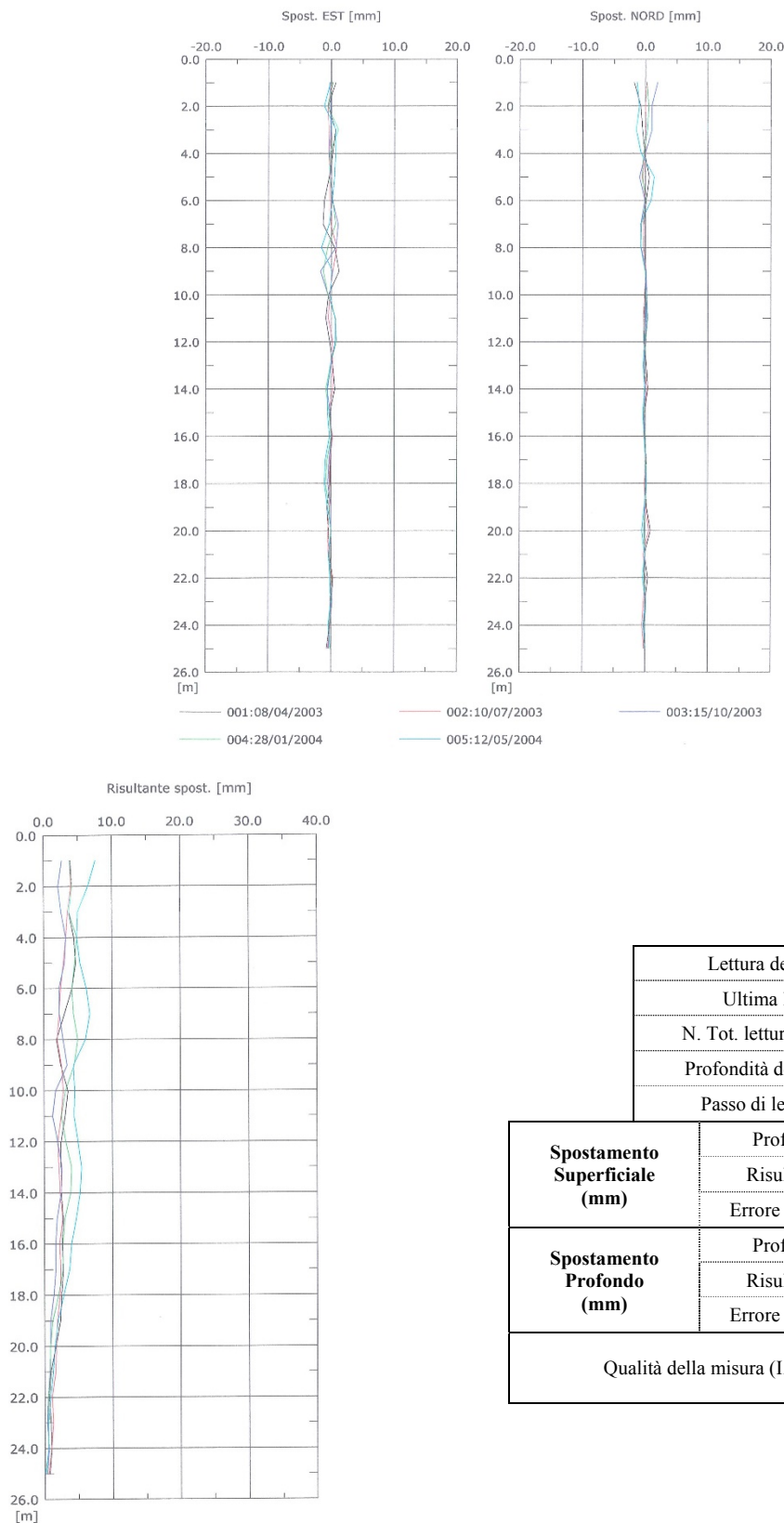


		LU_104
Lettura dello zero		21.08.13
Ultima lettura		14.07.15
N. Tot. letture effettuate		8
Profondità del tubo (m)		60.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	55.00 – 59.00
	Risultante (mm)	0.26
	Errore stimato (mm)	0.91
Qualità della misura (I.d.Q.)		-
		-

Fig. 2.5.1.1.14 Grafici degli spostamenti LU_104 (zero del 21.08.2013 – Lettura N. 7 del 14.07.2015) Passo di lettura: 1 m
Fonte: Regione Umbria

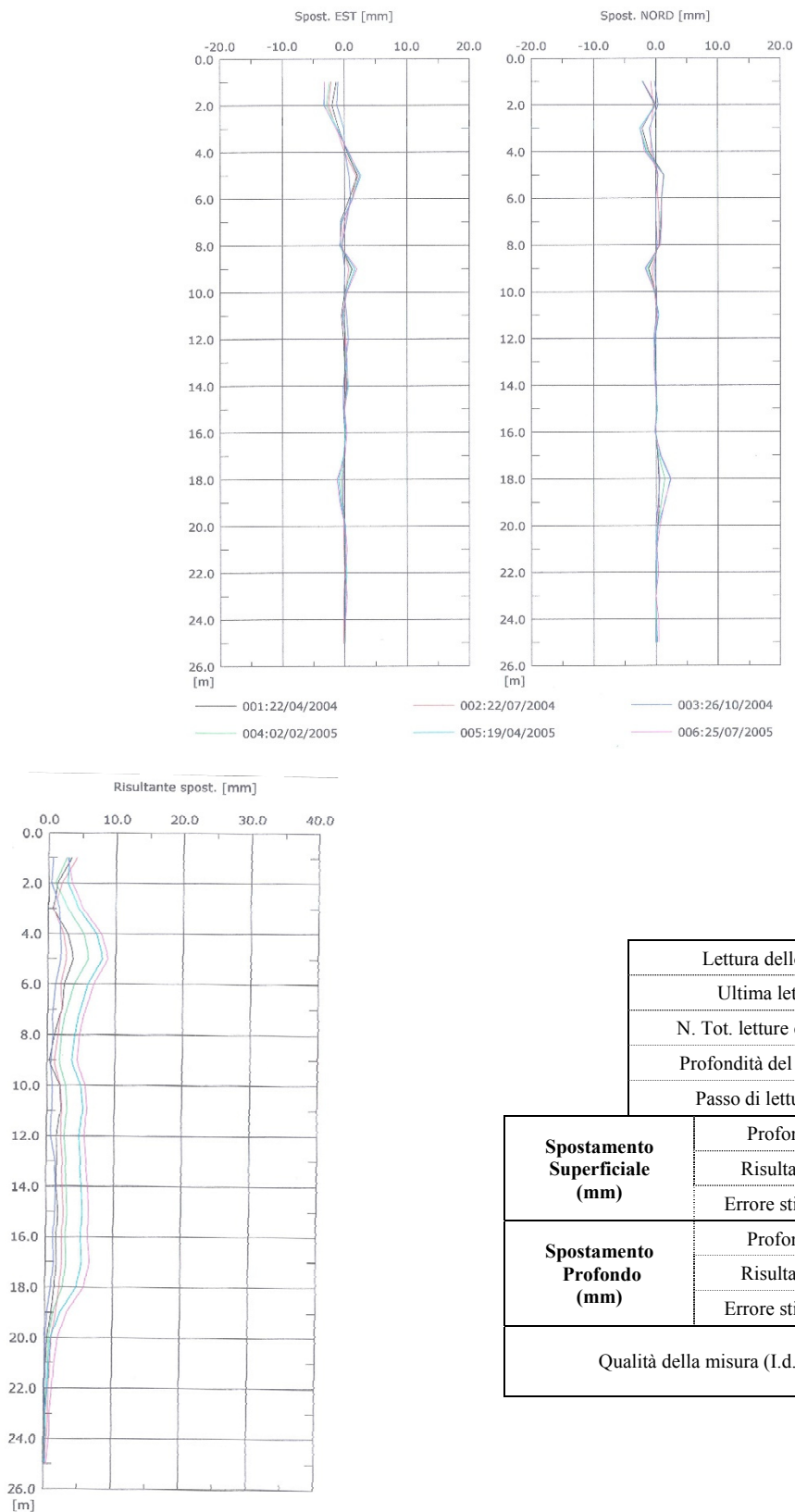
Inclinometro LU 105

Questo inclinometro mostra, poco prima della sua ostruzione per eccessive deformazioni, avvenuta nel settembre 2012, una netta superficie di scivolamento a 18-19 metri di profondità anche se con velocità di 1,5 mm/anno più bassa rispetto a quella misurata, su altro inclinometro, negli anni 80.



LU_105		
Lettura dello zero		06.11.02
Ultima lettura		12.05.04
N. Tot. letture effettuate		6
Profondità del tubo (m)		25.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	18.00 – 19.00
	Risultante (mm)	2.83
	Errore stimato (mm)	1.19
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.16
		6.31

Fig. 2.5.1.1.15 Grafici degli spostamenti LU_105 (zero del 06.11.2002 Lettura N. 5 del 12.05.2004) Fonte: Comune di Todi



LU_105		
Lettura dello zero		15.10.03
Ultima lettura		25.07.05
N. Tot. letture effettuate		7
Profondità del tubo (m)		25.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.00 – 6.00
	Risultante (mm)	8.88
	Errore stimato (mm)	2.92
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	18.00 – 19.00
	Risultante (mm)	5.72
	Errore stimato (mm)	1.19
Qualità della misura (I.d.Q.)		6.89
		5.41

Fig. 2.5.1.1.16 Grafici degli spostamenti LU_105 (zero del 15.10.2003 Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todi

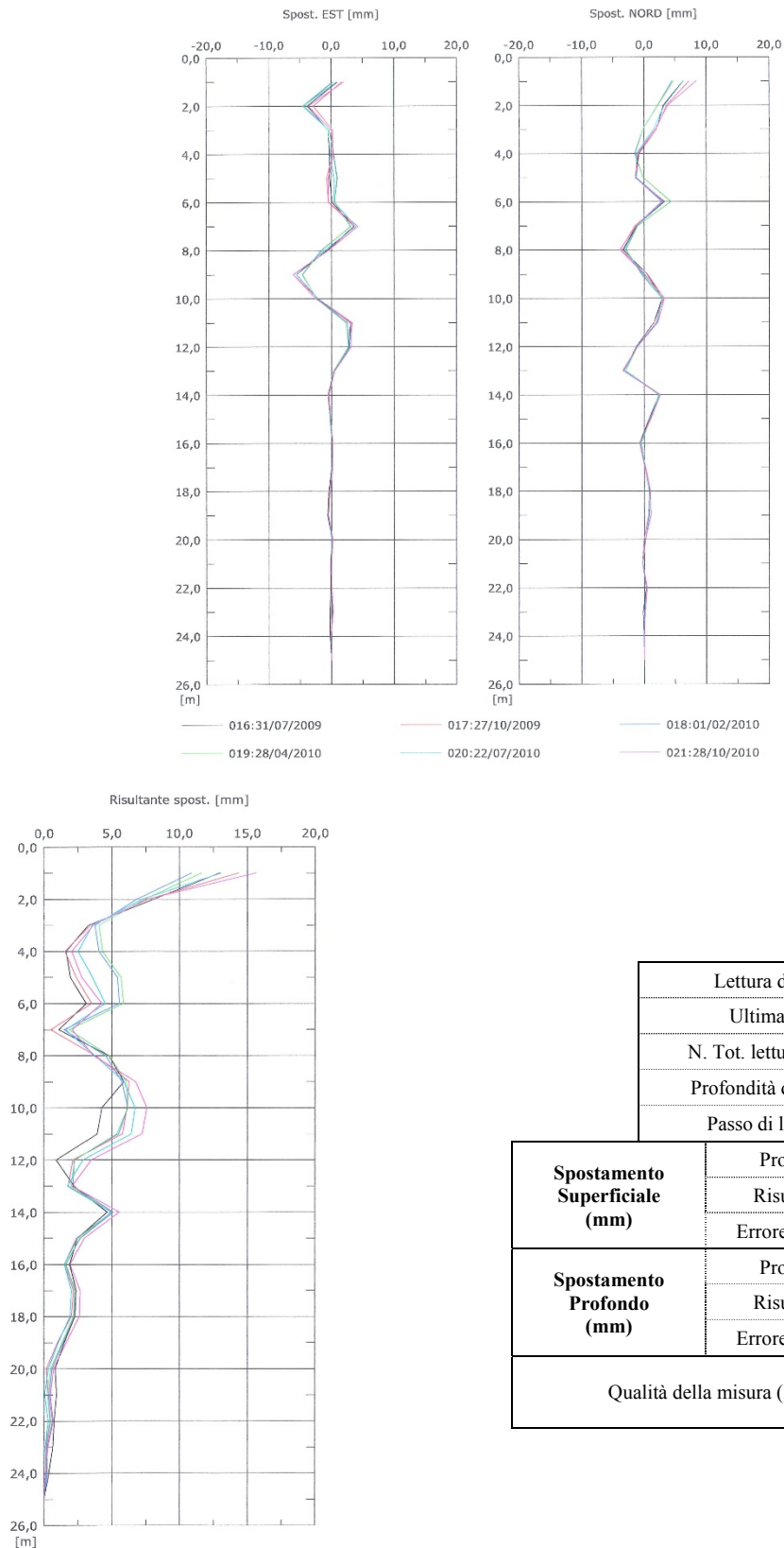
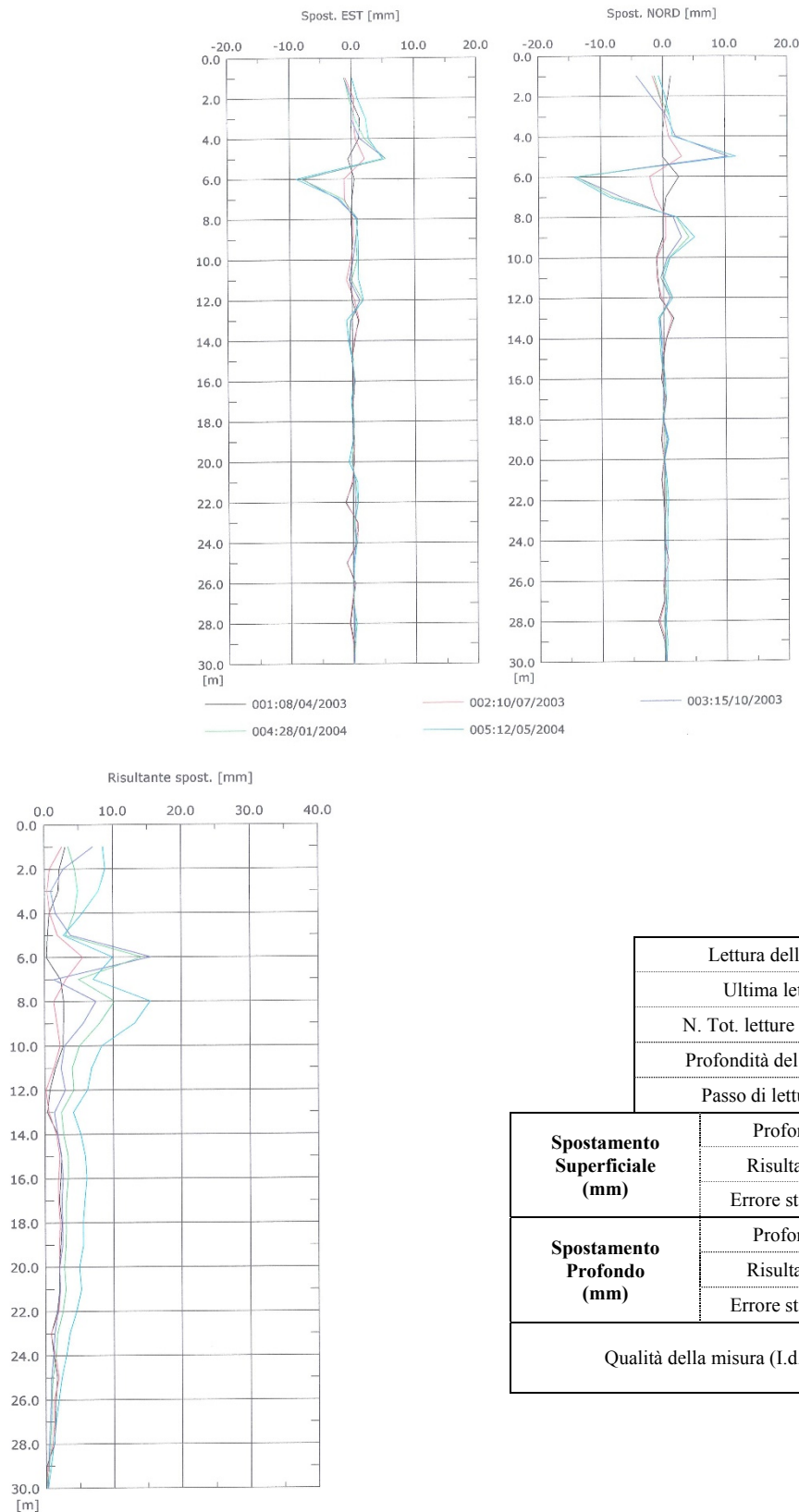


Fig. 2.5.1.1.17 Grafici degli spostamenti LU_105 (zero del 29.07.2005 Lettura N. 21 del 28.10.2010) Fonte: Comune di Todi

Inclinometro LU 106

L'inclinometro presenta delle deformazioni apprezzabili nella fascia di terreno compresa tra i 6 e gli 8 metri di profondità e nel 2007 si è ostruito alla profondità di 4 metri a seguito di rottura, ascrivibile a movimenti causati da uno scoscendimento locale.



		LU_106
Lettura dello zero		06.11.02
Ultima lettura		12.05.04
N. Tot. letture effettuate		6
Profondità del tubo (m)		30.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.00 – 8.00
	Risultante (mm)	9.98
	Errore stimato (mm)	3.42
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.33
		7.60

Fig. 2.5.1.1.18 Grafici degli spostamenti LU_106 (zero del 06.11.2002 Lettura N. 5 del 12.05.2004) Fonte: Comune di Todi

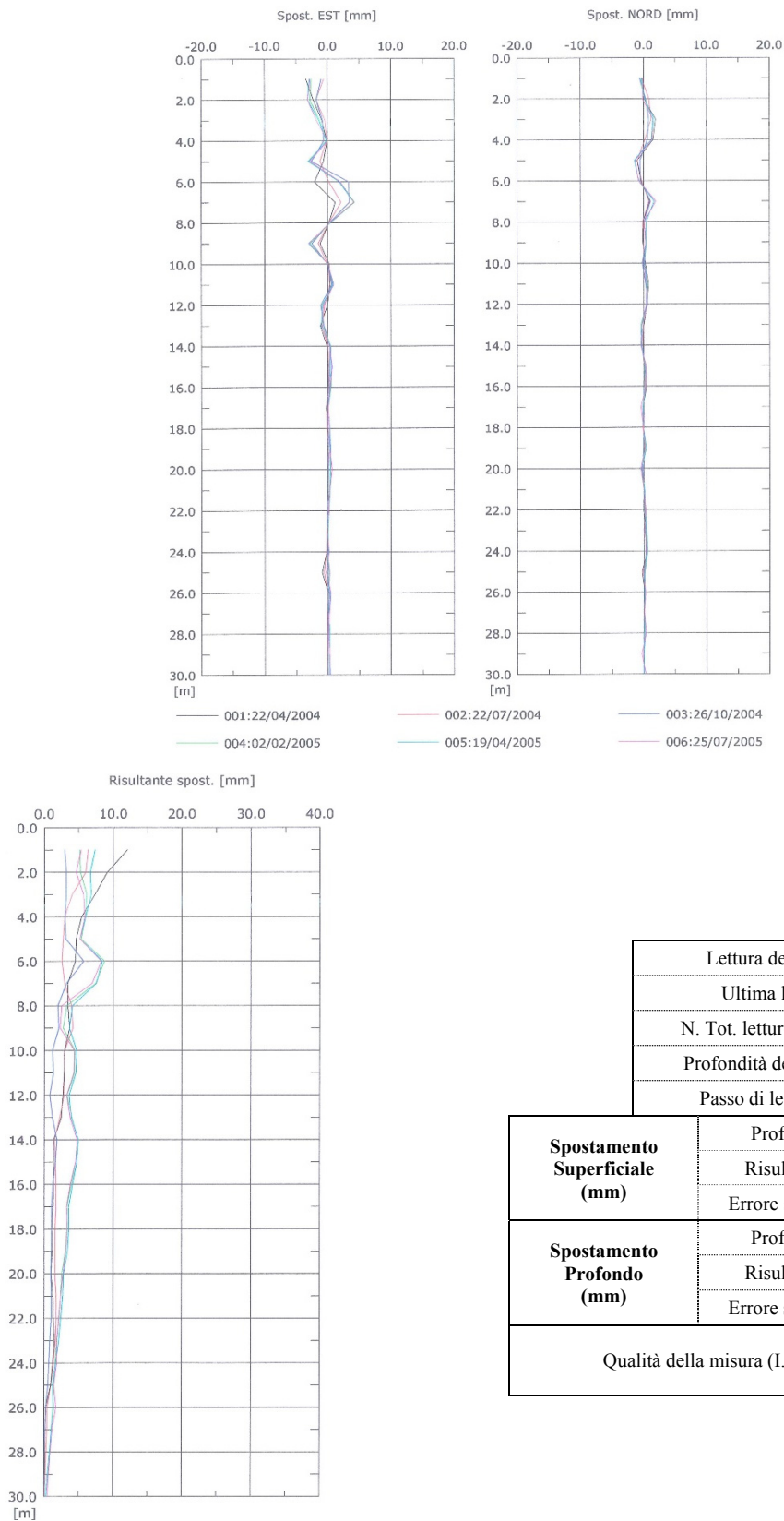
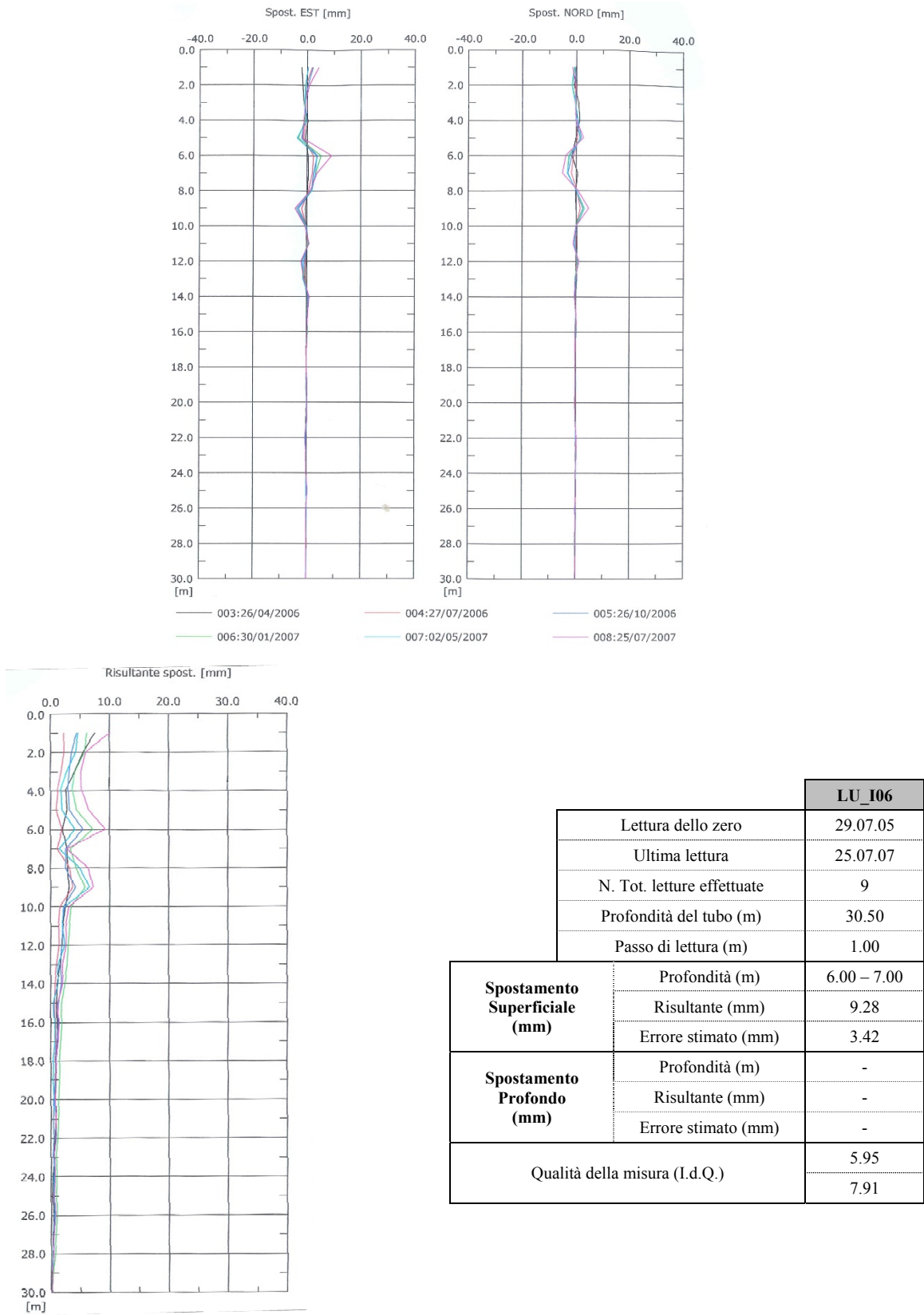
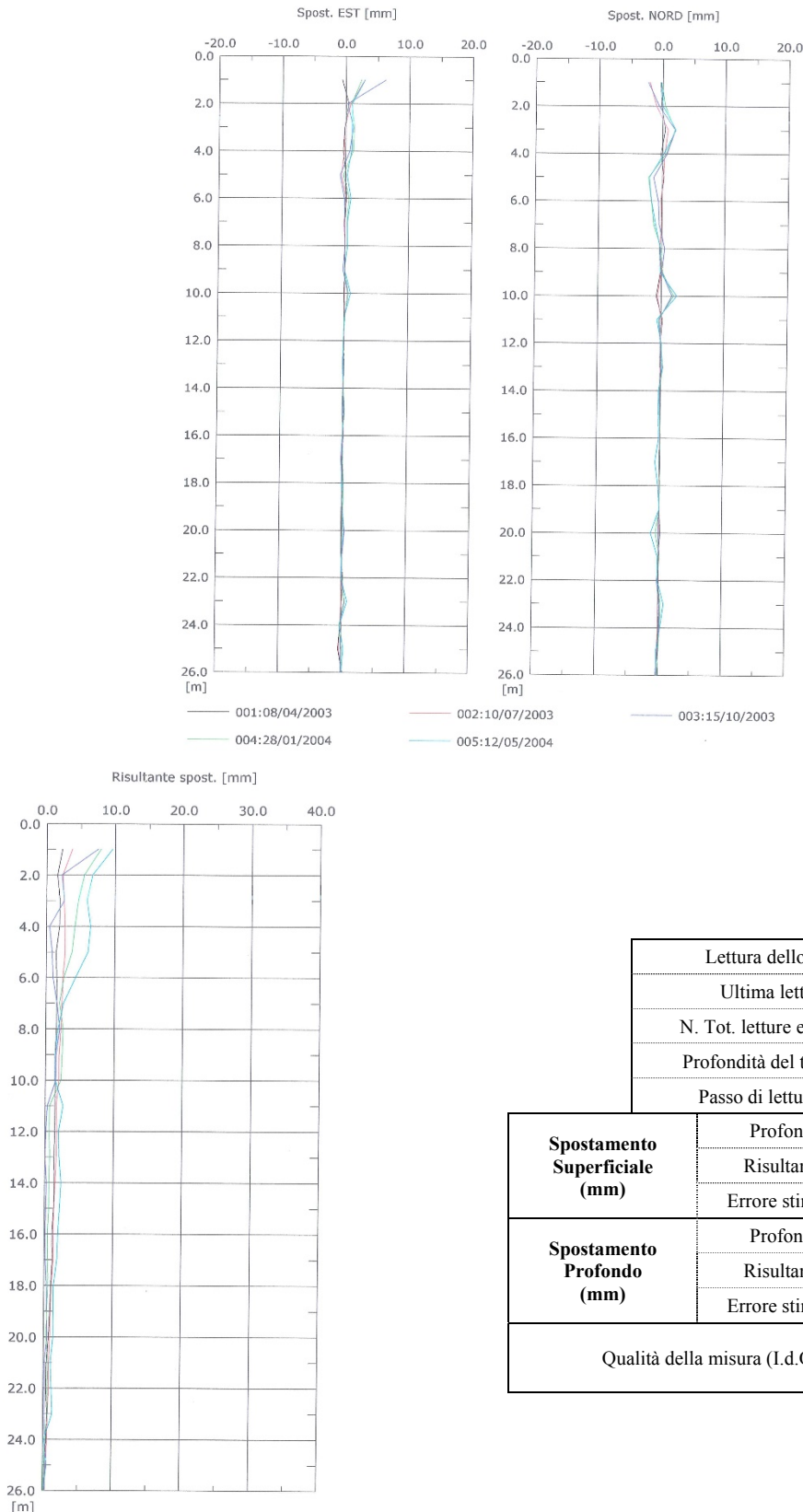


Fig. 2.5.1.1.19 Grafici degli spostamenti LU_106 (zero del 15.10.2003 – Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todi



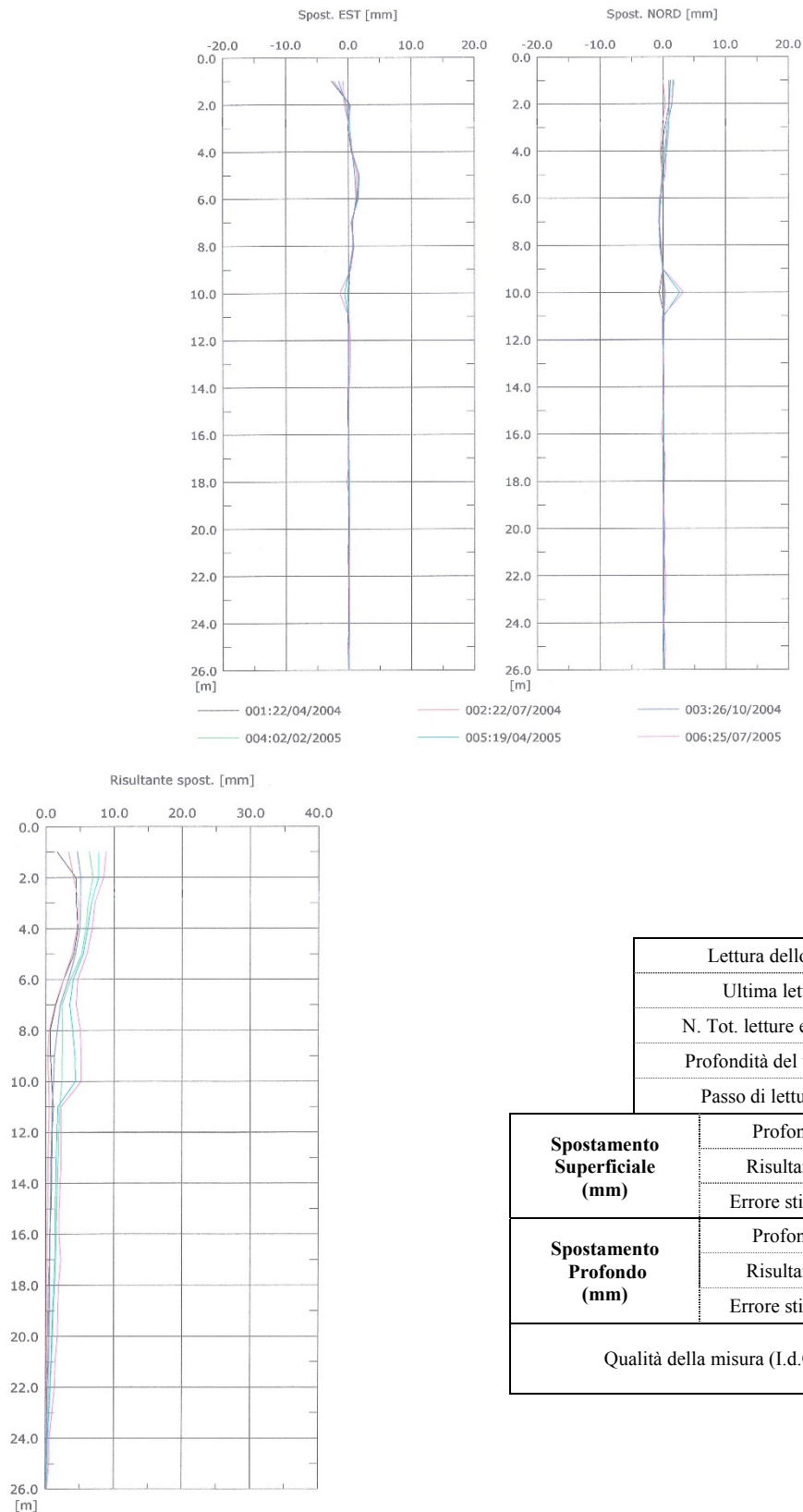
Inclinometro LU 107

Mostra in particolare nel periodo tra la lettura dell'aprile 2004 e il marzo 2007; spostamenti centimetrici in corrispondenza di una netta superficie di scivolamento a 11 metri di profondità. Lo spostamento può essere collegato al periodo particolarmente piovoso della primavera del 2005 e al concomitante intasamento di un pozzo drenante posto più a monte.



		LU_107
Lettura dello zero		06.11.02
Ultima lettura		12.05.04
N. Tot. letture effettuate		6
Profondità del tubo (m)		26.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.00 – 7.00
	Risultante (mm)	6.07
	Errore stimato (mm)	3.04
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.12
		4.77

Fig. 2.5.1.1.21 Grafici degli spostamenti LU_107 (zero del 06.11.2002 Lettura N. 5 del 12.05.2004) Fonte: Comune di Todì



LU_107		
Lettura dello zero		15.10.03
Ultima lettura		25.07.05
N. Tot. letture effettuate		7
Profondità del tubo (m)		26.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.00 – 8.00
	Risultante (mm)	6.00
	Errore stimato (mm)	3.04
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	10.00 – 11.00
	Risultante (mm)	5.21
	Errore stimato (mm)	2.40
Qualità della misura (I.d.Q.)		6.22
		5.90

Fig. 2.5.1.1.22 Grafici degli spostamenti LU_107 (zero del 15.10.2003 Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todi

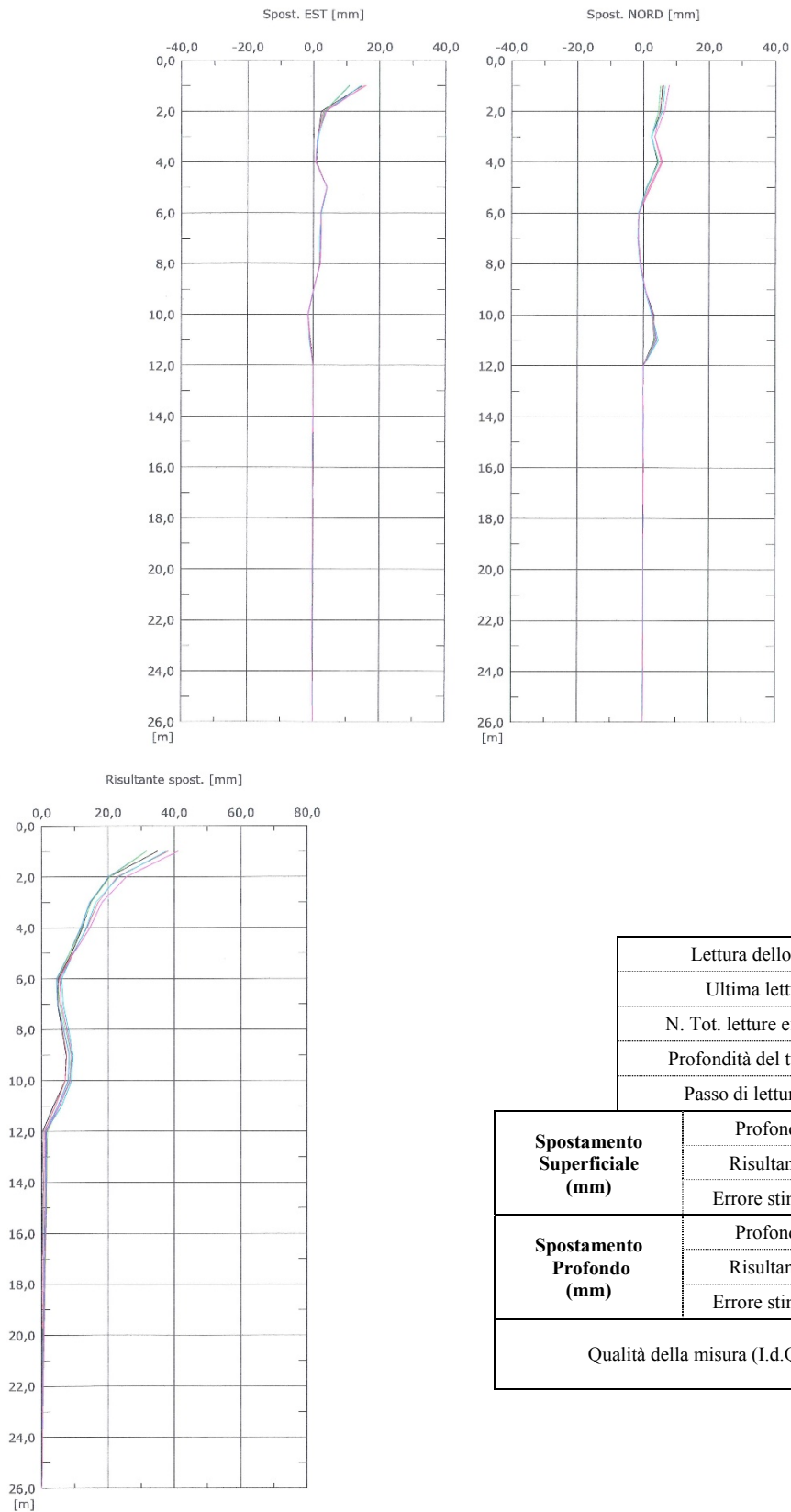
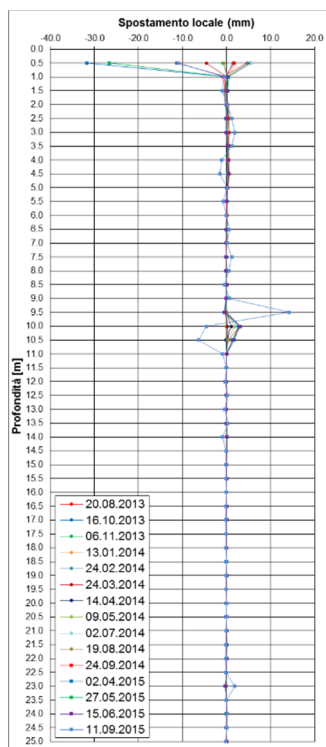
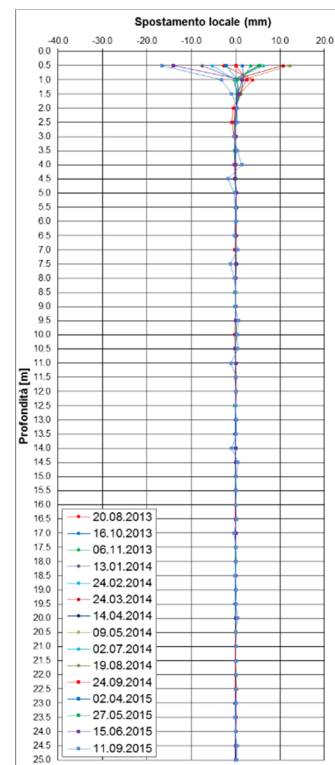


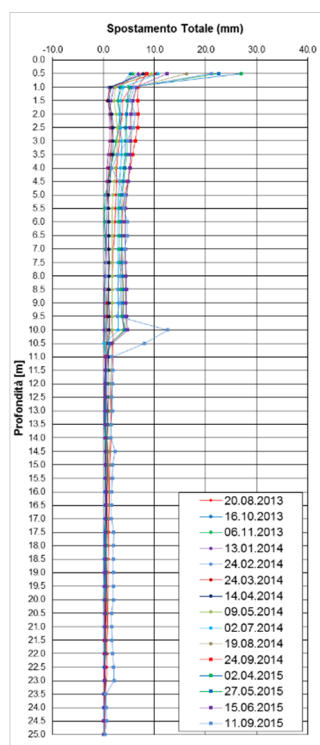
Fig. 2.5.1.1.23 Grafici degli spostamenti LU_107 (zero del 29.07.2005 Lettura N. 21 del 28.10.2010) Fonte: Comune di Todi



GUIDA A1 - A3



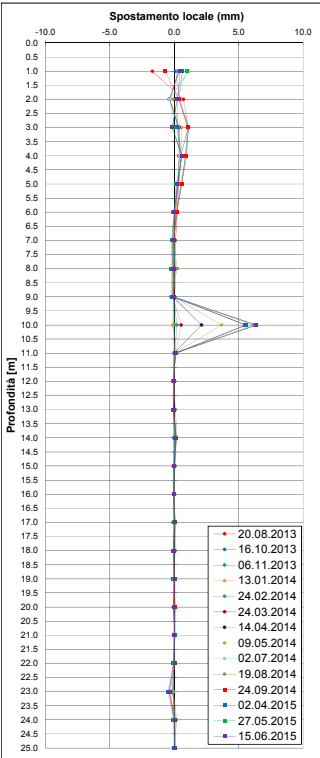
GUIDA B1 - B3



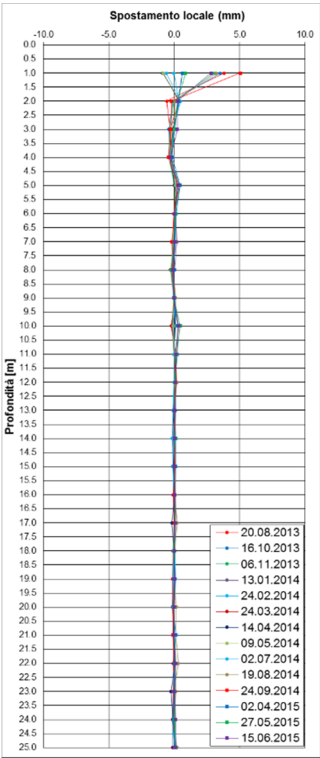
		LU_107
Letture dello zero		19.07.13
Ultima lettura		11.09.15
N. Tot. letture effettuate		16
Profondità del tubo (m)		26.50
Passo di lettura (m)		0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	10.00 – 11.00
	Risultante (mm)	12.55
	Errore stimato (mm)	4.43
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.40
		4.23

Fig. 2.5.1.1.24 Grafici degli spostamenti LU_107 (zero del 19.07.2013 Lettura N. 15 del 11.09.2015) Passo di lettura: 0,5 m

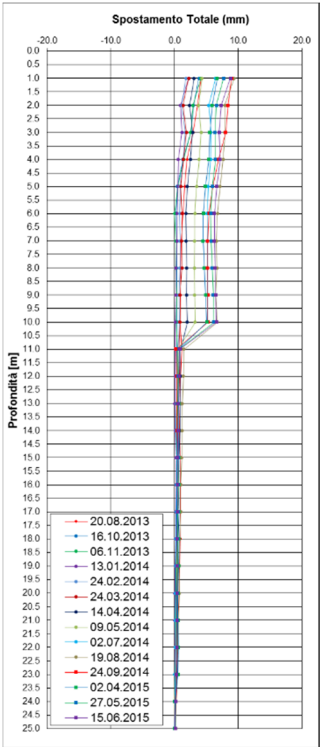
Fonte: Regione Umbria



GUIDA A1 - A3



GUIDA B1 - B3



		LU_107
Lettura dello zero		19.07.13
Ultima lettura		15.08.15
N. Tot. letture effettuate		15
Profondità del tubo (m)		26.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	10.00 – 11.00
	Risultante (mm)	6.59
	Errore stimato (mm)	2.40
Qualità della misura (I.d.Q.)		-
		-

Fig. 2.5.1.1.25 Grafici degli spostamenti LU_107 (zero del 19.07.2013 Lettura N. 14 del 15.08.2015) Passo di lettura: 1 m
Fonte: Regione Umbria

2.5.1.2 Misure piezometriche

Nella zona in esame risultano installati complessivamente 17 piezometri corredati da 2 celle di tipo Casagrande ad acquisizione sia manuale che automatica, di questi risultano funzionanti solo 10 di cui uno solo parzialmente (1 cella); inoltre, sono stati installati anche 21 piezometri a tubo aperto di cui al momento solo 3 sono funzionanti.

L'acquisizione automatica dei 17 piezometri è effettuata tramite una centralina di acquisizione dati a cui affluivano anche i dati della stazione meteo, ad oggi non funzionante.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi delle caratteristiche dei singoli piezometri e il valore della quota piezometrica iniziale e finale relativo al periodo di osservazione.

Le misure piezometriche sono state eseguite dalla società SGA di Perugia. Al fine di illustrare l'andamento del livello statico della falda nel periodo di monitoraggio di seguito sono riportati in grafico i valori misurati in funzione del tempo. Sono, anche, riportati in grafico i dati pluviometrici rilevati dalla stazione ufficiale della zona (Todi) disponibili mediante il sito web del Servizio Idrografico della Regione Umbria.

Tabella 2.5.1.2.1 – Misure piezometriche della zona Pendio Cerquette - Lucrezie - Piezometri Casagrande
(Fonte: Comune di Todi)

Cod.	Nuovo Codice	Tipo	Anno installazione	Anno prima lettura	Quota assoluta (m.s.l.m)	Profondità tubo (m)	Quota installaz. (m)	Livello statico (m. da p.c.)		Stato strumento (Rapporto Dicembre 2010)
								Prima Lettura	Ultima Lettura	
1	LU_01a_cc	CC	1993	2002	358.68	35.00	34.50	falda ass.	ostr.	ostruito (1.93) 17/09/2009
	LU_01b_cc	CC	1993	2002	358.68	15.00	14.00	14.78	ostr.	ostruito (1.86) 17/12/2007
2	LU_02a_cc	CC	1993	2002	376.50	39.00	37.00	34.10	29.03	in esercizio
	LU_02b_cc	CC	1993	2002	376.50	31.00	29.00	30.35	33.18	in esercizio
3	LU_03a_cc	CC	1993	2002	341.41	34.00	32.00	18.05	ostr.	ostruito (3.40) 16/11/2007
	LU_03b_cc	CC	1993	2002	341.41	13.50	13.00	falda ass.	ostr.	ostruito (3.15) 15/05/08
4	LU_04a_cc	CC	1993	2002	344.50	25.00	22.00	25.28	ostr.	ostruito (6.30) 16/11/2009
	LU_04b_cc	CC	1993	2002	344.50	18.00	17.00	falda ass.	ostr.	ostruito (0.90) 16/11/2009
5	LU_05a_cc	CC	1993	2002	353.16	39.00	38.00	39.57	falda ass.	in esercizio
	LU_05b_cc	CC	1993	2002	353.16	28.70	28.60	falda ass.	falda ass.	in esercizio
6	LU_06a_cc	CC	1993	2002	332.55	20.00	19.00	dannegg.	dannegg.	strum. danneggiato 22.11.2010
	LU_06b_cc	CC	1993	2002	332.55	17.00	16.00	ostr.	dannegg.	strum. danneggiato 22.11.2010
7	LU_07a_cc	CC	1993	2002	332.19	24.50	23.00	18.40	16.96	in esercizio
	LU_07b_cc	CC	1993	2002	332.19	18.00	17.00	17.80	16.32	in esercizio
8	LU_08a_cc	CC	1993	2002	348.19	33.00	31.00	falda ass.	ostr.	ostruito (8.30) 07/04/2003
	LU_08b_cc	CC	1993	2002	348.19	15.50	15.00	tubo sez. piccola	ostr.	ostruito (1.40) 07/04/2003
9	LU_09a_cc	CC	1993	2002	332.67	25.50	23.00	13.80	12.67	in esercizio
	LU_09b_cc	CC	1993	2002	332.67	15.00	13.50	falda ass.	13.21	in esercizio
10	LU_10a_cc	CC	1993	2002	332.04	24.20	23.00	19.23	17.44	in esercizio
	LU_10b_cc	CC	1993	2002	332.04	13.50	13.00	ost (5.65)	ostr.	ostruito (12.50) 18/01/2008

11	LU_11a_cc	CC	1993	2002	330.41	30.50	28.00	18.70	21.94	in esercizio
	LU_11b_cc	CC	1993	2002	330.41	15.20	11.00	12.81	9.13	in esercizio
13	LU_13a_cc	CC	1993	2002	332.88	48.20	47.00	21.75	24.11	in esercizio
	LU_13b_cc	CC	1993	2002	332.88	20.40	19.00	19.75	18.02	in esercizio
14	LU_14a_cc	CC	1993	2002	307.01	24.50	21.50	3.75	p.c.	in esercizio
	LU_14b_cc	CC	1993	2002	307.01	10.50	9.00	2.53	p.c.	in esercizio
15	LU_15a_cc	CC	1993	2002	311.93	25.50	23.00	11.10	4.31	in esercizio
	LU_15b_cc	CC	1993	2002	311.93	10.00	9.00	6.75	4.35	in esercizio
16	LU_16a_cc	CC	1993	2002	313.24	17.50	16.00	7.20	ostr.	ostruito (4.45) 19/07/2010
	LU_16b_cc	CC	1993	2002	313.24	12.50	11.00	7.20	ostr.	ostruito (1.20) 20/08/2008
17	LU_17a_cc	CC	1993	2002	307.85	20.50	19.00	7.37	7.50	in esercizio
	LU_17b_cc	CC	1993	2002	307.85	10.00	8.00	7.85	7.36	in esercizio
18	LU_18a_cc	CC	1993	2002	280.22	24.00	22.00	4.45	2.10	in esercizio
	LU_18b_cc	CC	1993	2002	280.22	15.00	13.00	5.52	3.16	in esercizio

Note: con CC viene indicato il piezometro corredato con cella di misura tipo Casagrande.

Tabella 2.5.1.2.2 – Misure piezometriche della zona zona Pendio Cerquette – Lucrezie - Piezometri Tubo Aperto
(Fonte: Comune di Todi)

Cod.	Nuovo Codice	Tipo	Anno installazione	Anno prima lettura	Quota assoluta (m.s.l.m)	Profondità tubo (m)	Quota installaz. (m)	Livello statico (m. da p.c.)		Stato strumento (Rapporto Dicembre 2010)
								Prima Lettura	Ultima Lettura	
1*	LU_01_ta	TA								no informazioni
2*	LU_02_ta	TA								no informazioni
3**	LU_03_ta	TA	1981	2002	339.90			23.90	non acc.	non accessibile 17/01/2007
4*	LU_04_ta	TA								no informazioni
5*	LU_05_ta	TA								no informazioni
6*	LU_06_ta	TA								no informazioni
7*	LU_07_ta	TA								no informazioni
13	LU_13									no informazioni
31	LU_31_ta	TA	1981	2002	312.51			falda ass.	ostr.	ostruito (6.10) 16/11/2007
32	LU_32_ta	TA	1981	2002	312.73			5.10	ostr.	ostruito (5.20) 16/11/2007
33	LU_33_ta	TA	1981	2002	311.82			2.35	ostr.	ostruito (2.90) 16/11/2007
34	LU_34_ta	TA	1981	2002	310.10			falda ass.	ostr.	ostruito (4.00) 16/11/2007
35	LU_35_ta	TA	1981	2002	307.88			3.75	4.72	in esercizio
39	LU_39_ta	TA	1981	2002	289.77			3.43	str. dannegg.	strum. danneggiato 22.11.2010
40	LU_40_ta	TA	1981	2002	297.89			7.30	3.91	in esercizio
41	LU_41_ta	TA	1981	2008				str. dannegg.	str. dannegg.	strum. danneggiato 15.05.2008
42	LU_42_ta	TA	1981	2002	264.38			0.68	p.c.	in esercizio
44	LU_44_ta	TA	1981	2002	231.78			4.15	ostr.	ostruito a p.c. 18/01/2008
45	LU_45_ta	TA	1981	2008				str. dannegg.	str. dannegg.	strum. danneggiato 15.05.2008
48	LU_48_ta	TA	1981	2008				str. dannegg.	str. dannegg.	strum. danneggiato 15.05.2008
49	LU_49_ta	TA	1981	2008				str. dannegg.	str. dannegg.	strum. danneggiato 15.05.2008

Note: con TA viene indicato il piezometro a Tubo Aperto

* 4 sono presenti nel Rapporto finale di Monitoraggio del Dicembre 2010 come strumentazione danneggiata, inoltre non sono presenti nella planimetria contenente l'ubicazione della Strumentazione di questa zona.

** Il piezometro tubo aperto n.3 inoltre non si hanno informazioni sullo stato di funzionamento poiché risulta non accessibile dal 17/01/2007.

Di seguito sono riportati i grafici delle letture piezometriche eseguite manualmente e che è stato possibile rintracciare.

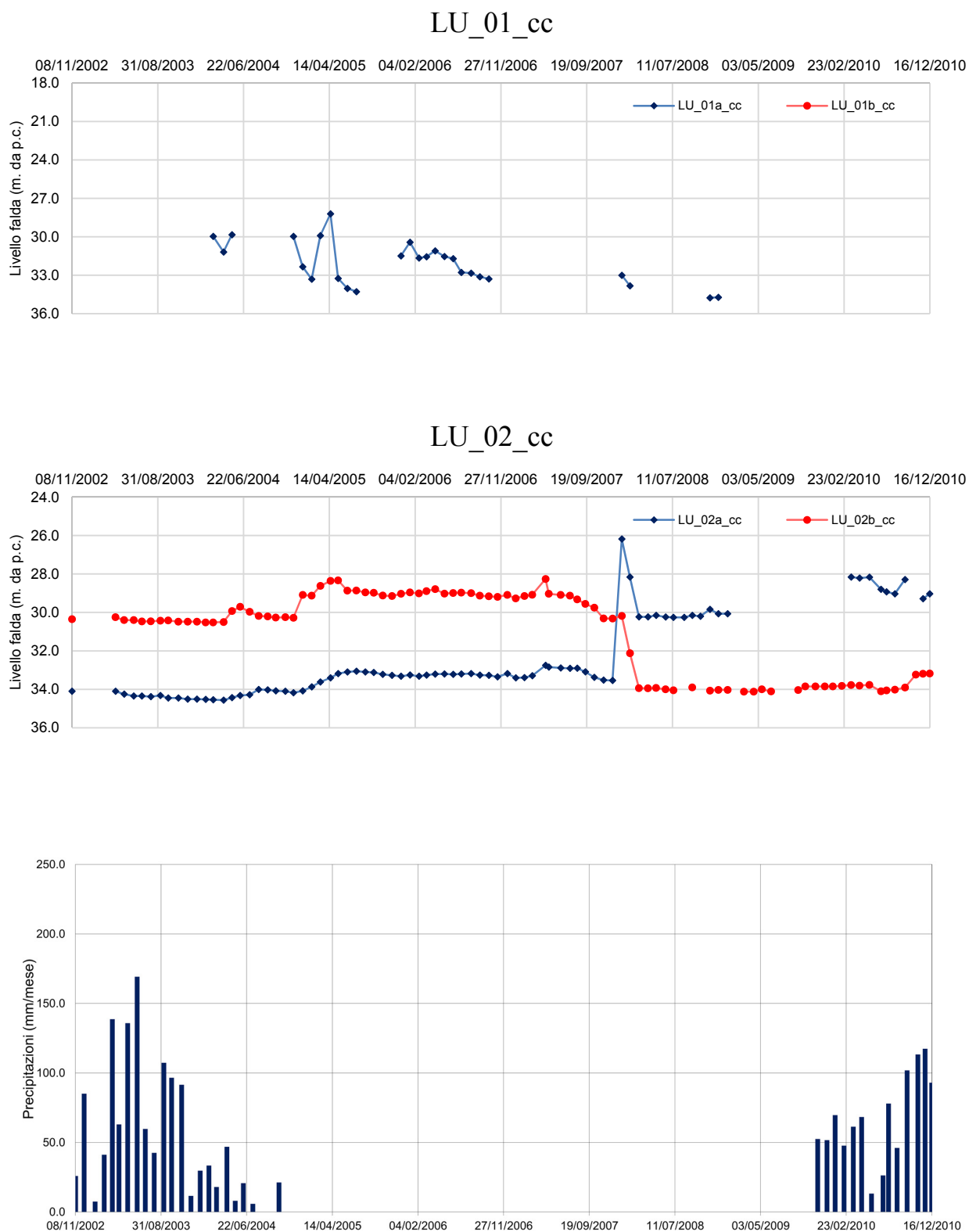


Fig. 2.5.1.2.1 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

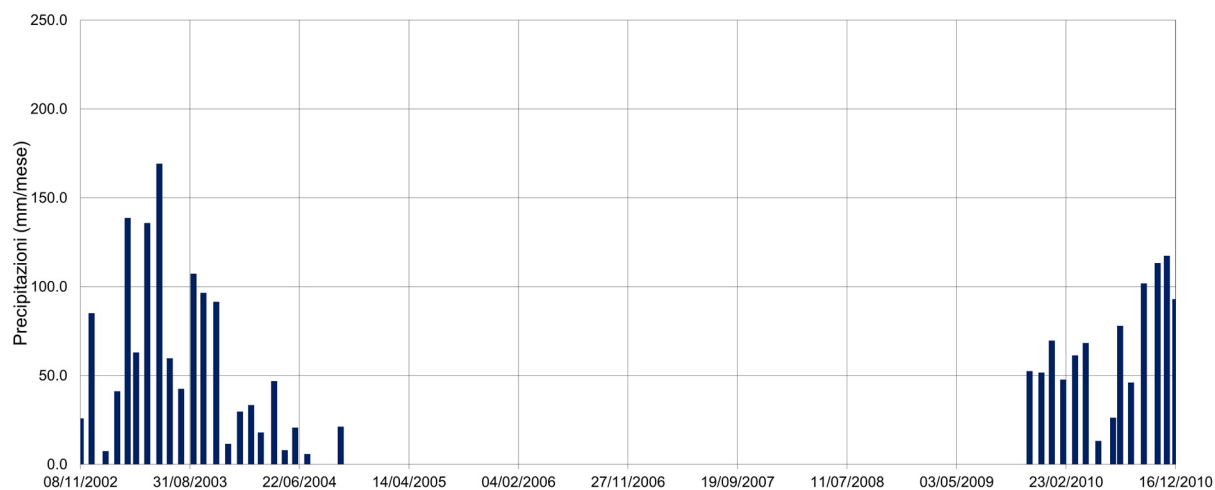
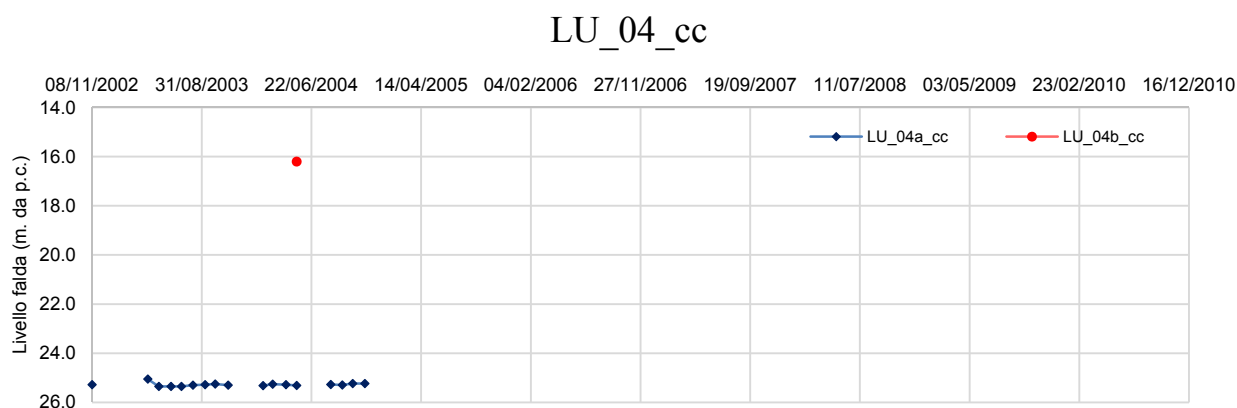
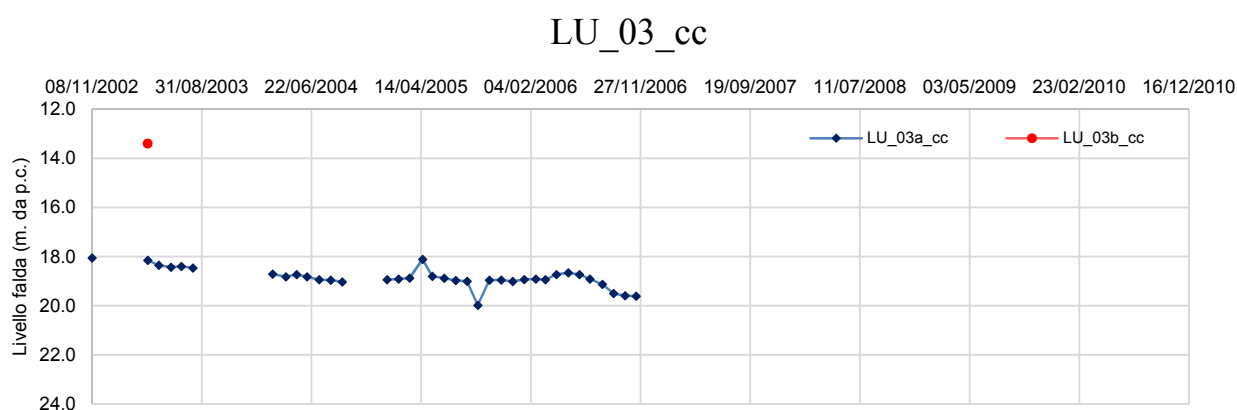
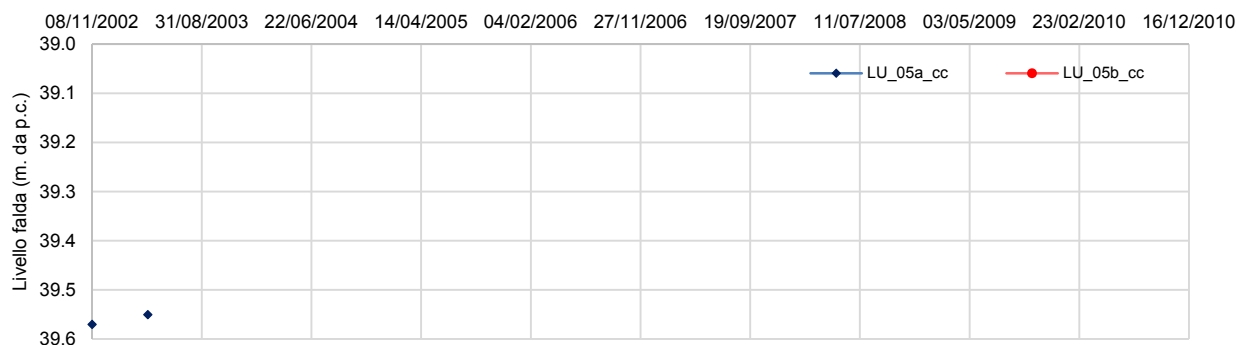


Fig. 2.5.1.2.2 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

LU_05_cc



LU_06_cc

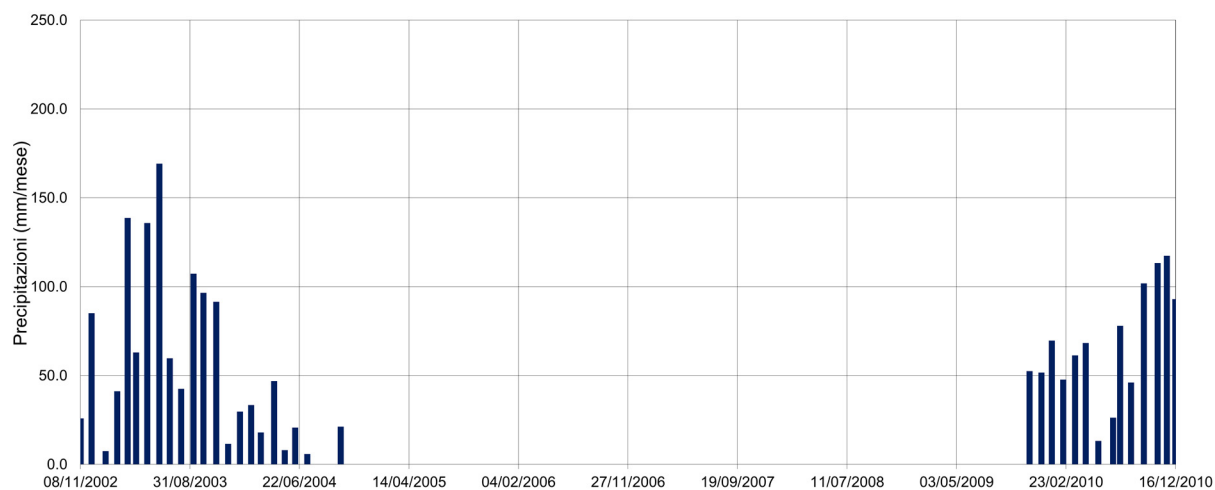
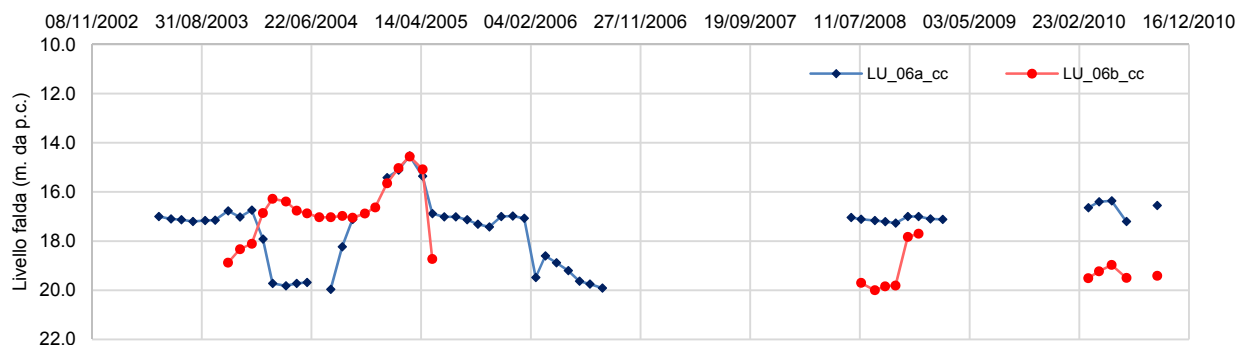


Fig. 2.5.1.2.3 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

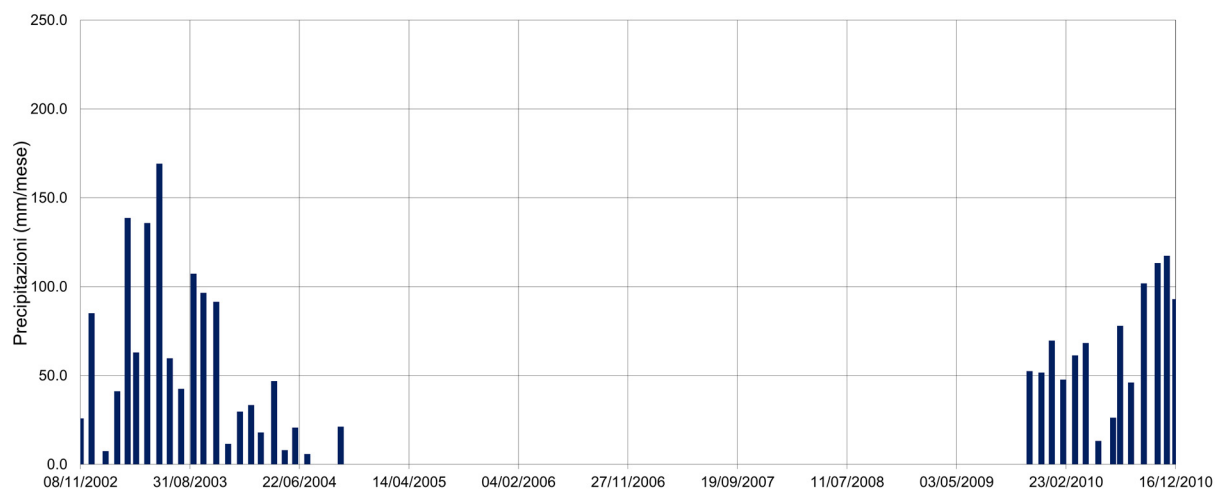
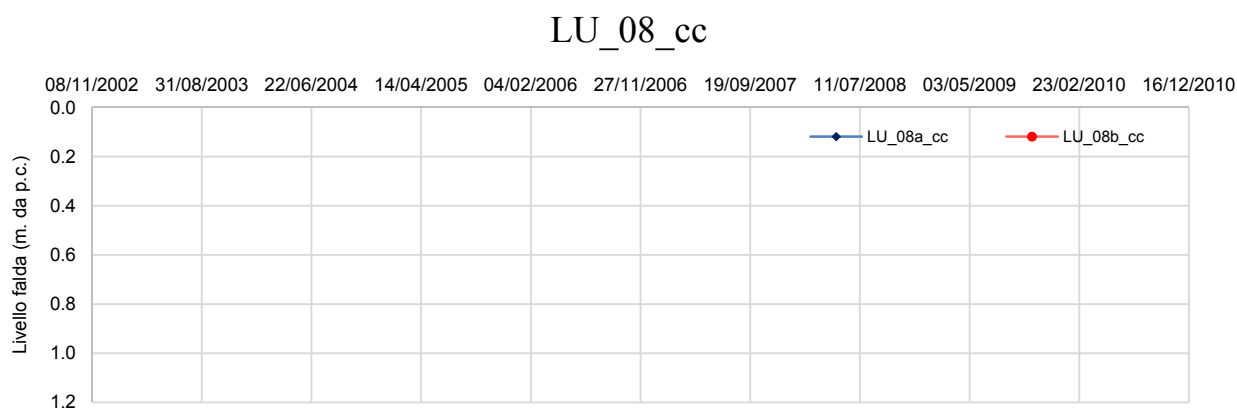
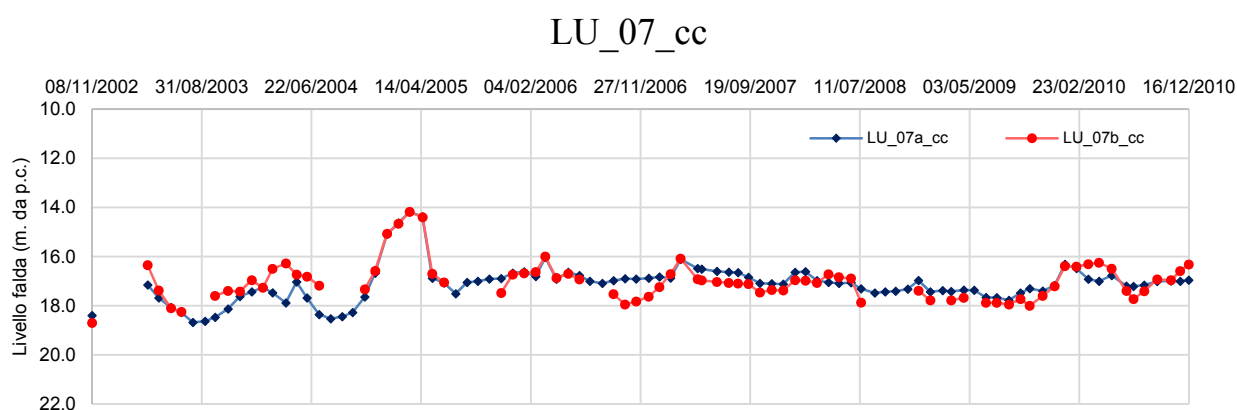


Fig. 2.5.1.2.4 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

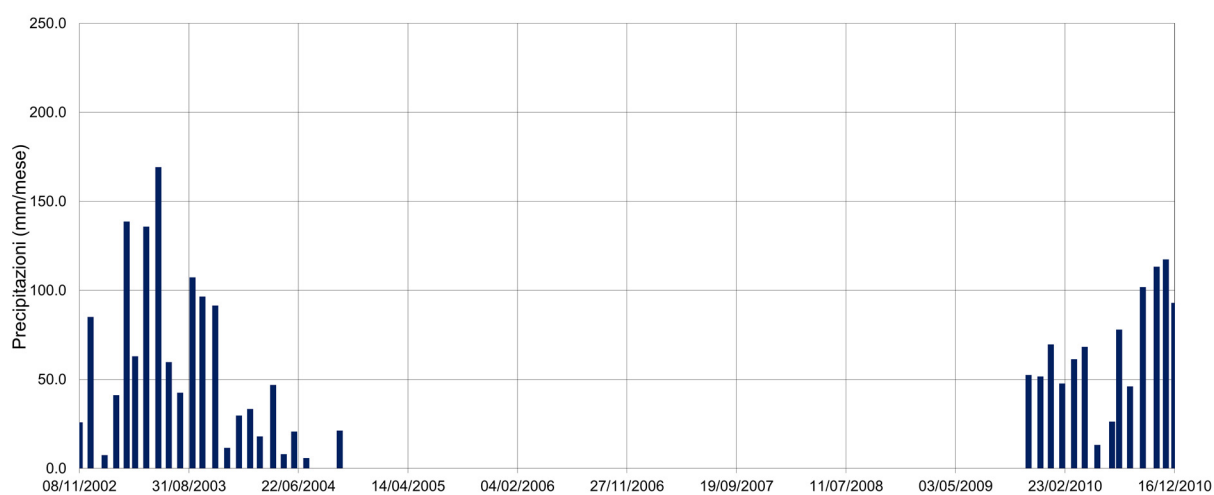
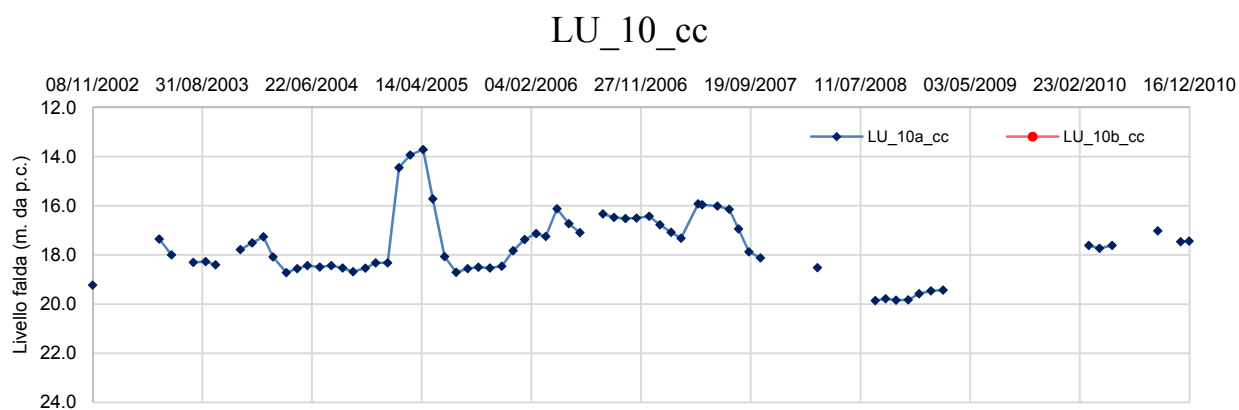
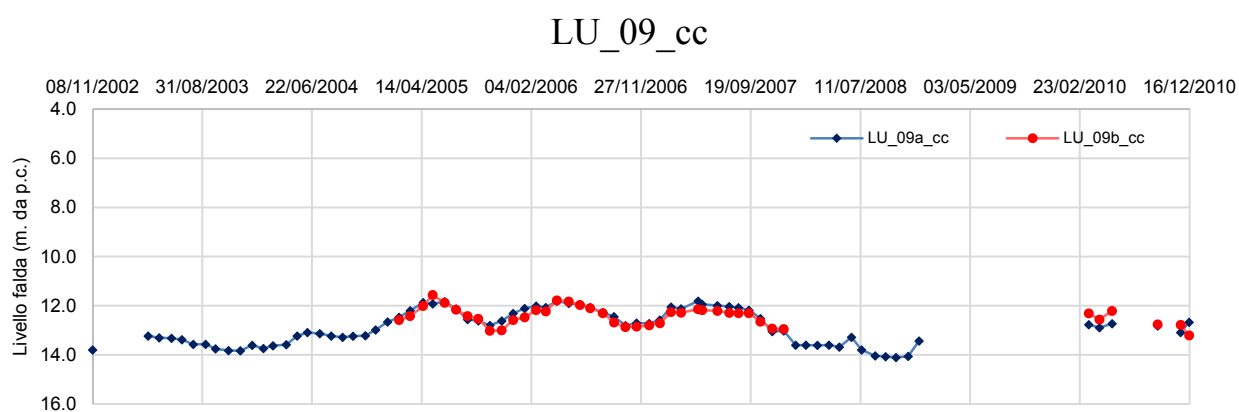


Fig. 2.5.1.2.5 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

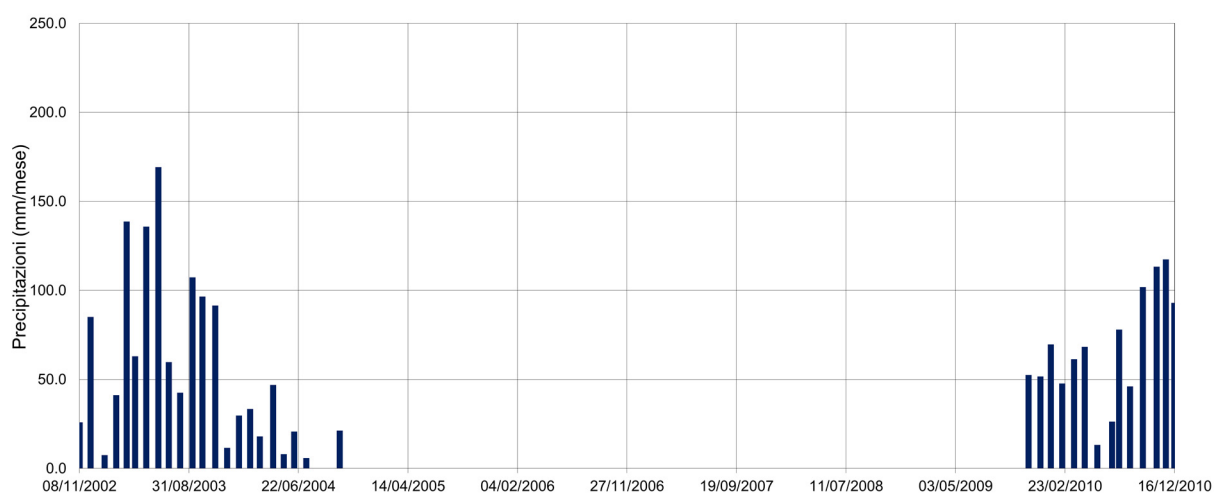
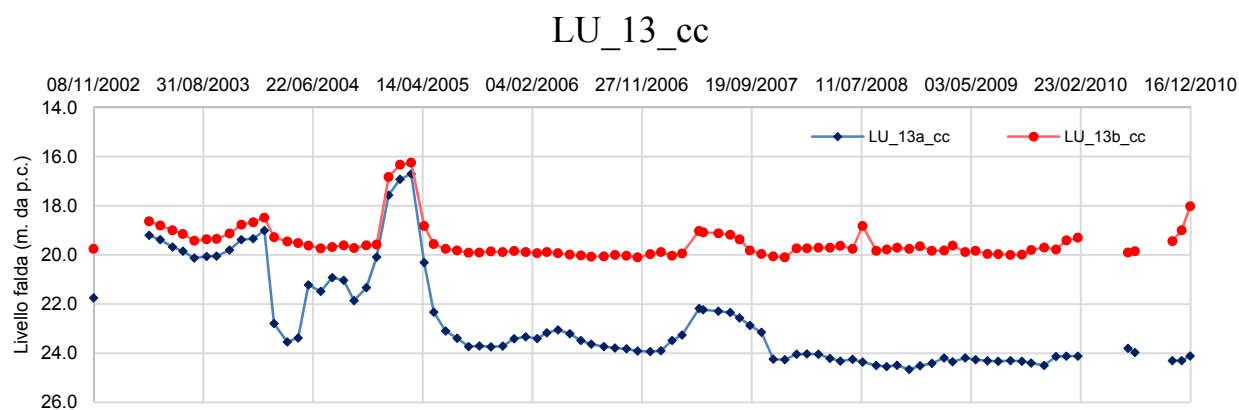
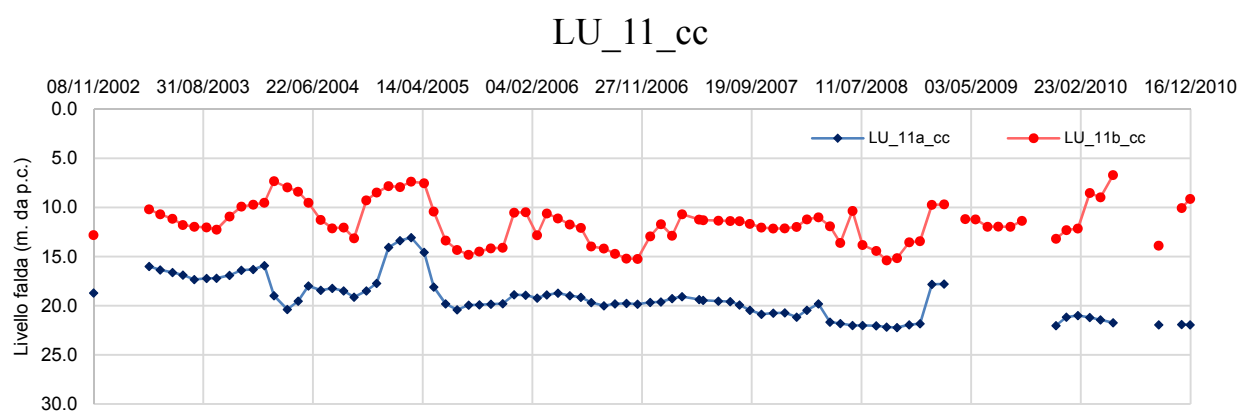


Fig. 2.5.1.2.6 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

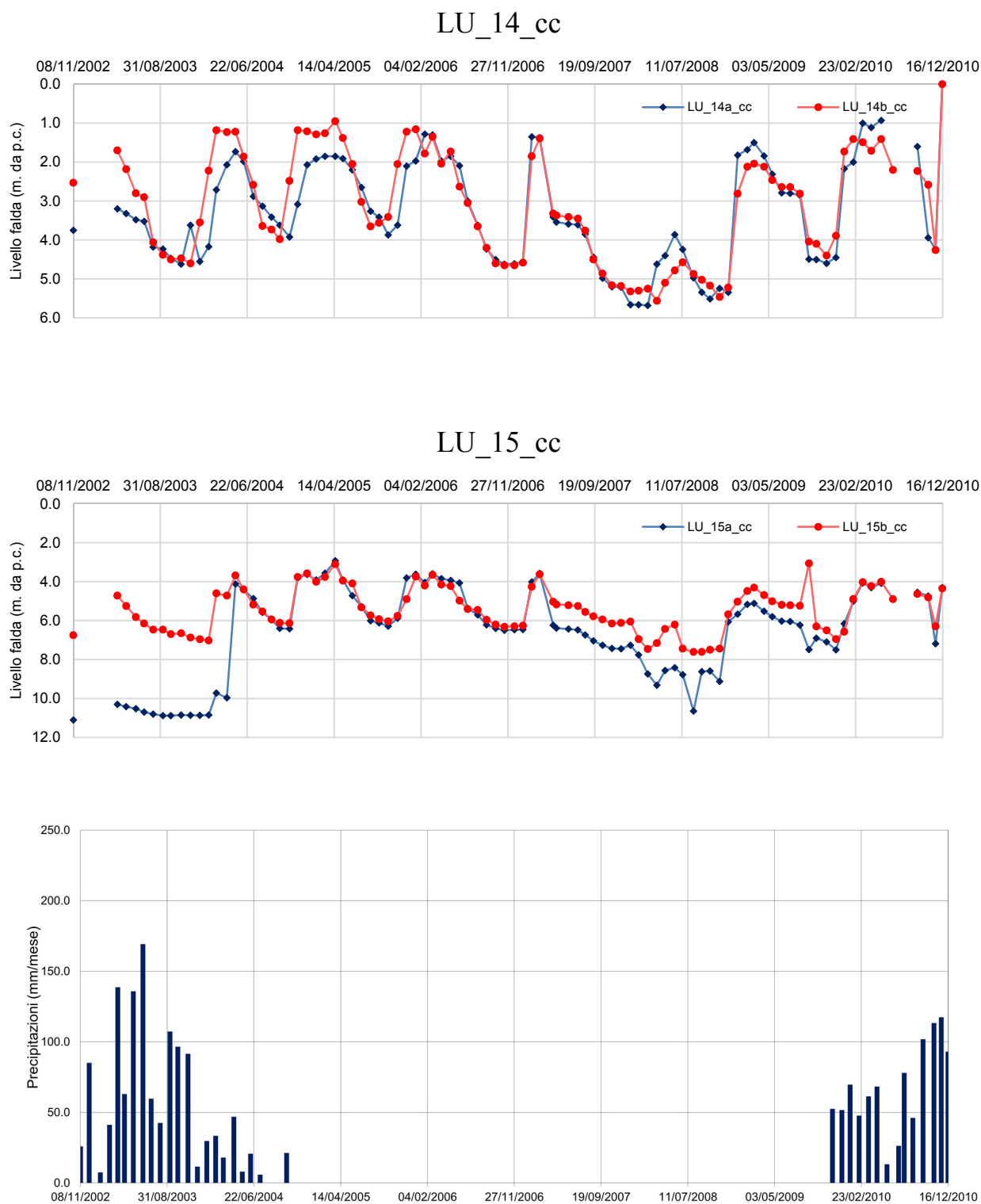


Fig. 2.5.1.2.7 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

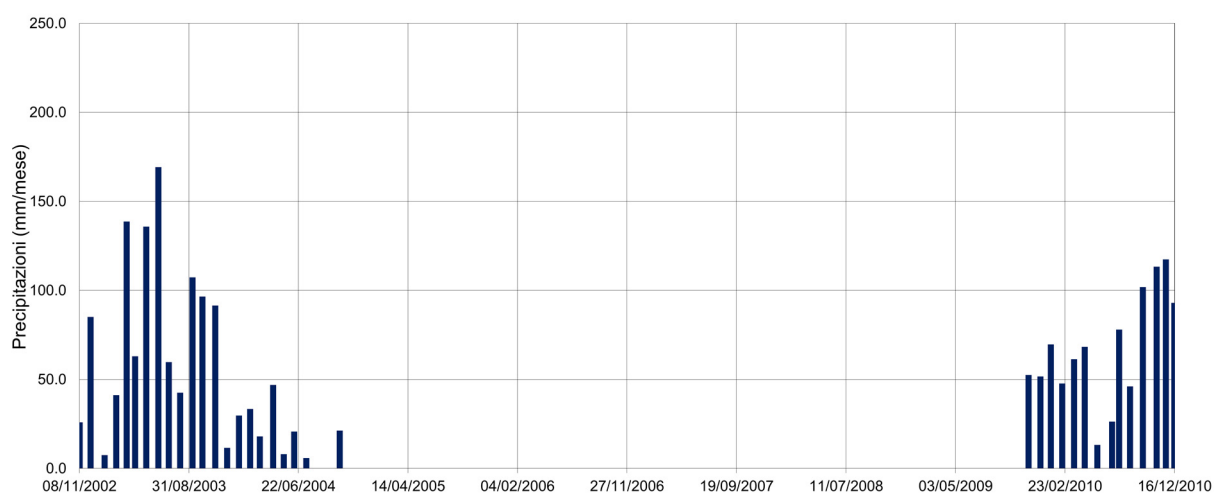
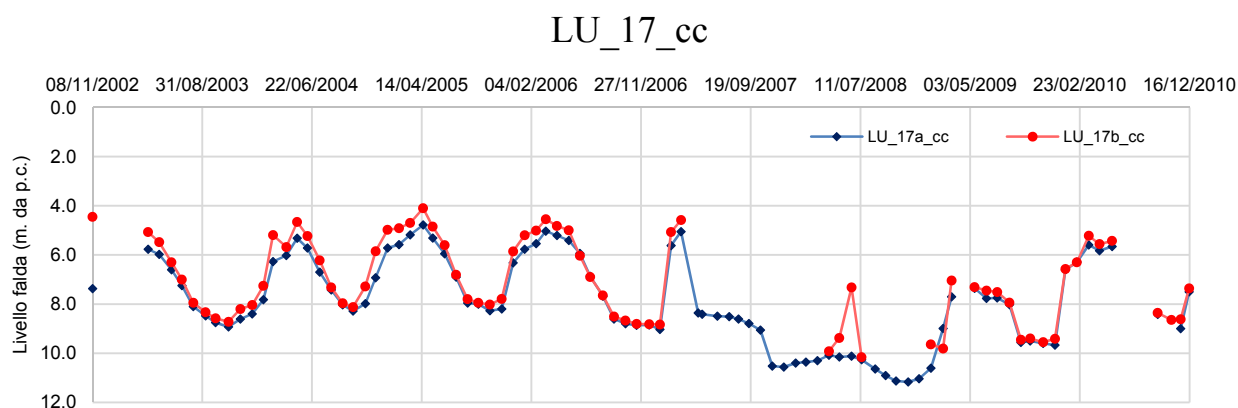
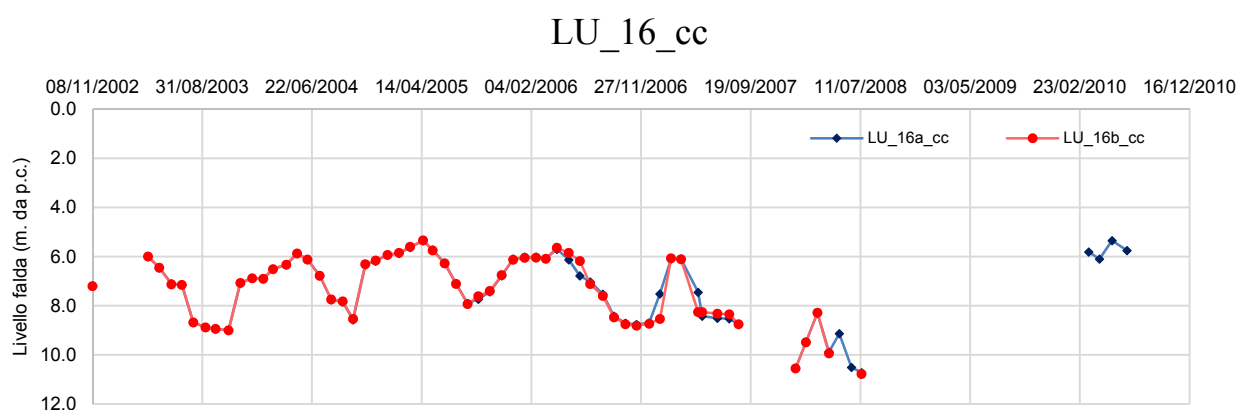


Fig. 2.5.1.2.8 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

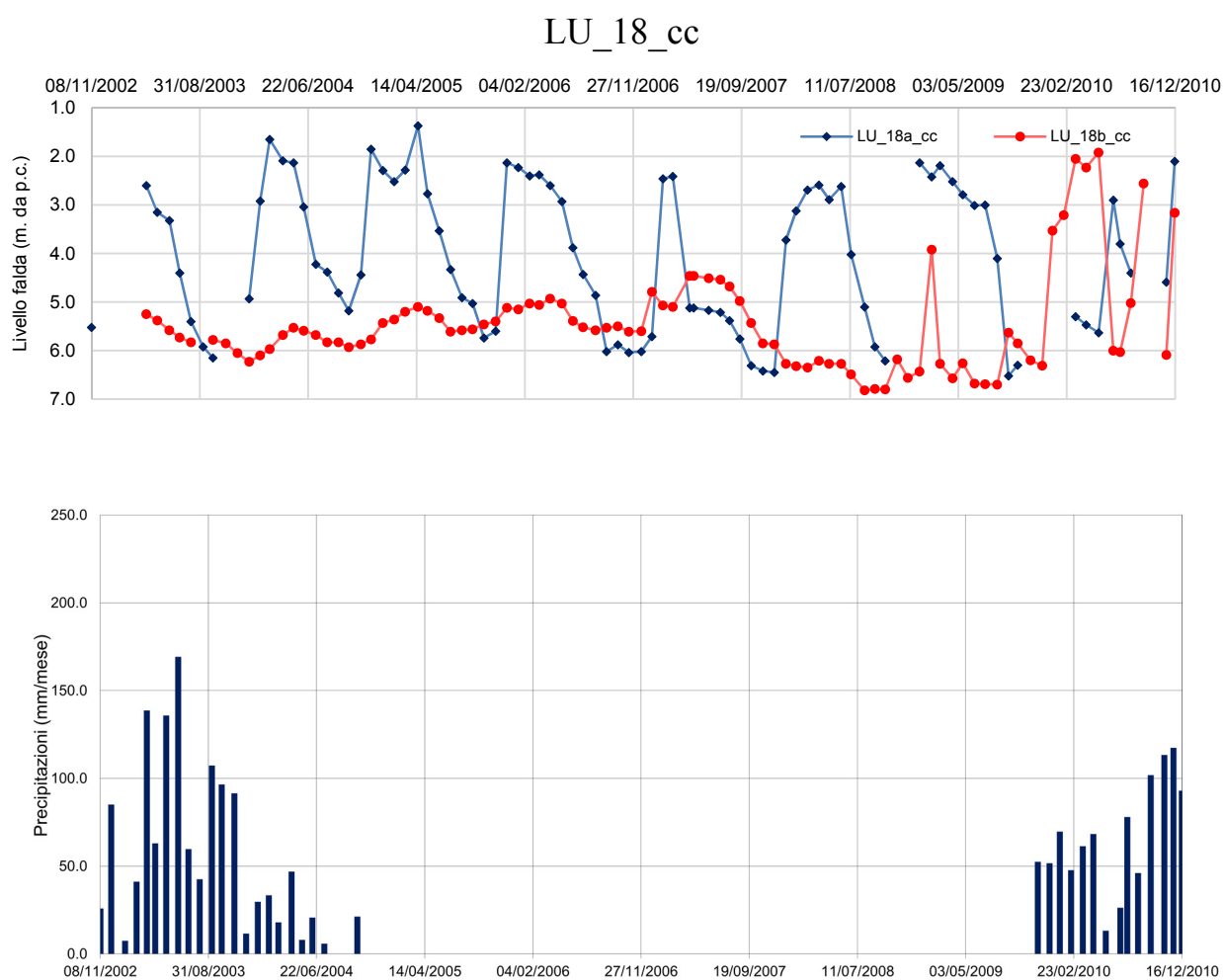


Fig. 2.5.1.2.9 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

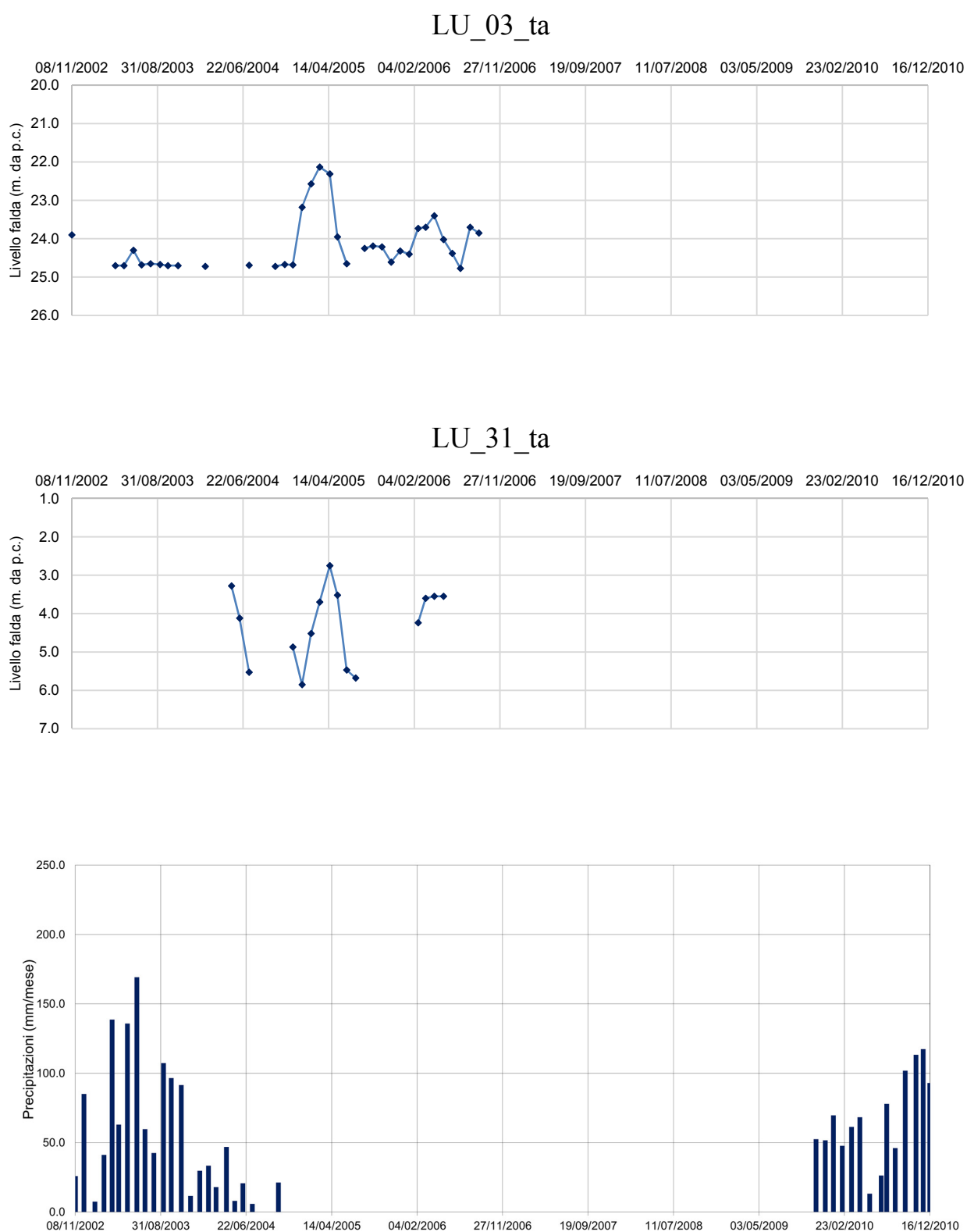
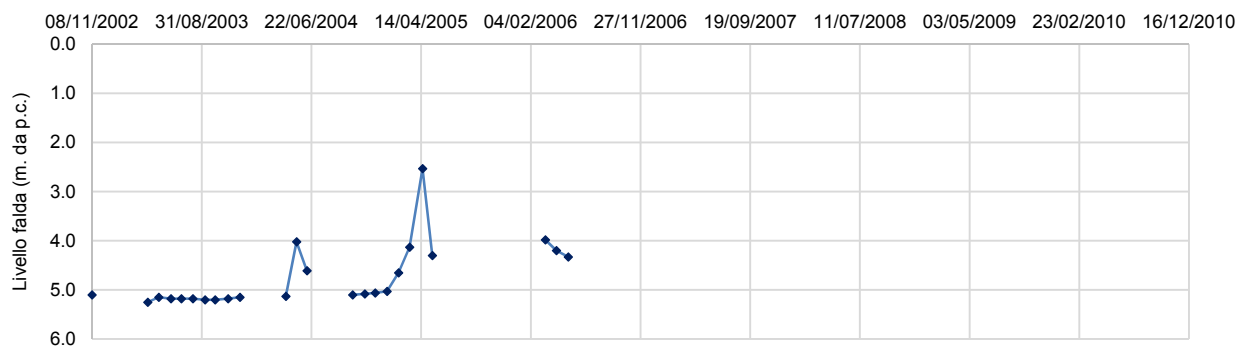


Fig. 2.5.1.2.10 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

LU_32_ta



LU_33_ta

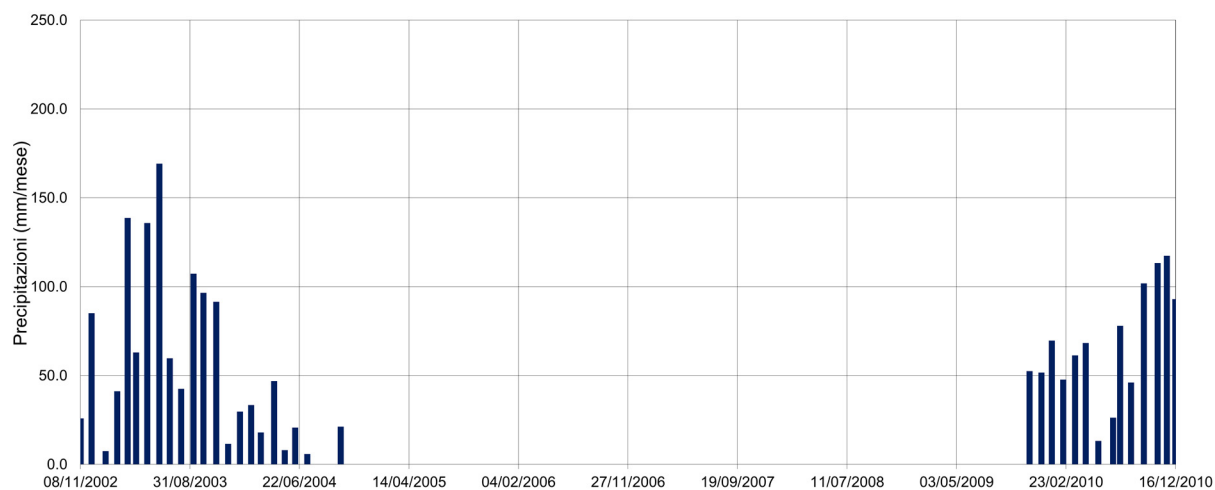
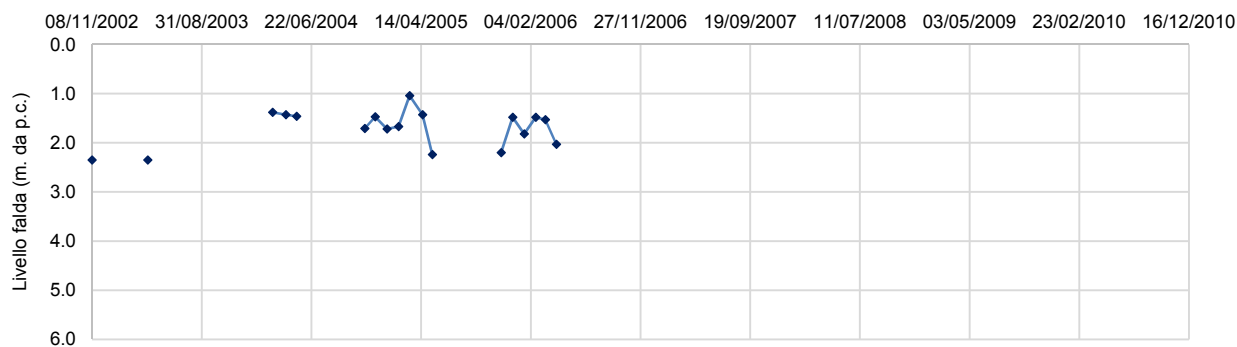
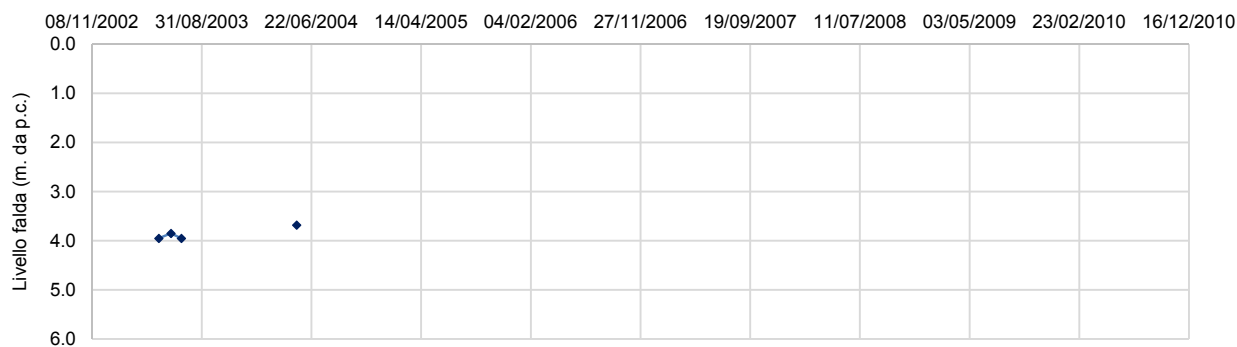


Fig. 2.5.1.2.11 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

LU_34_ta



LU_35_ta

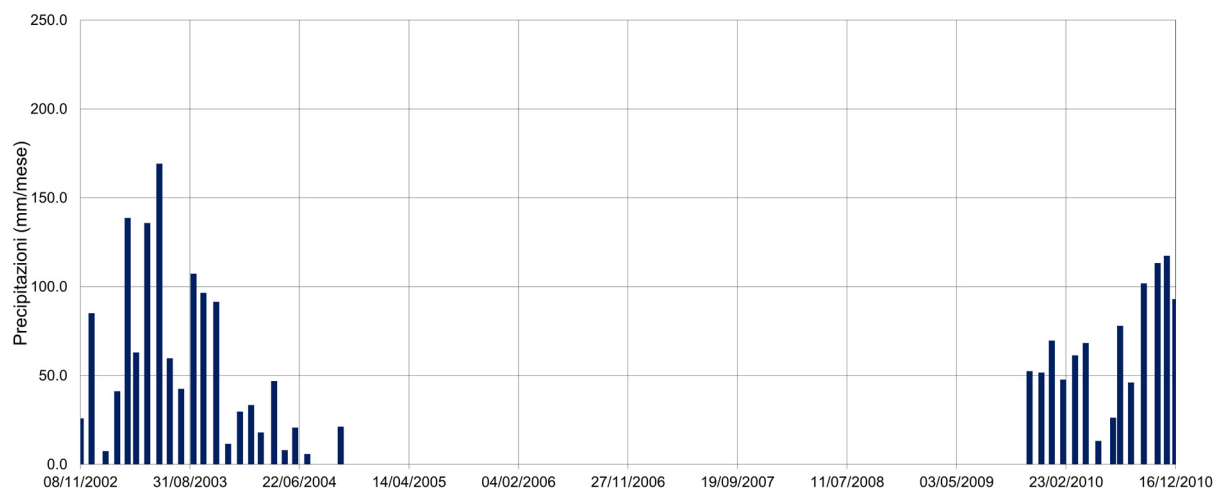
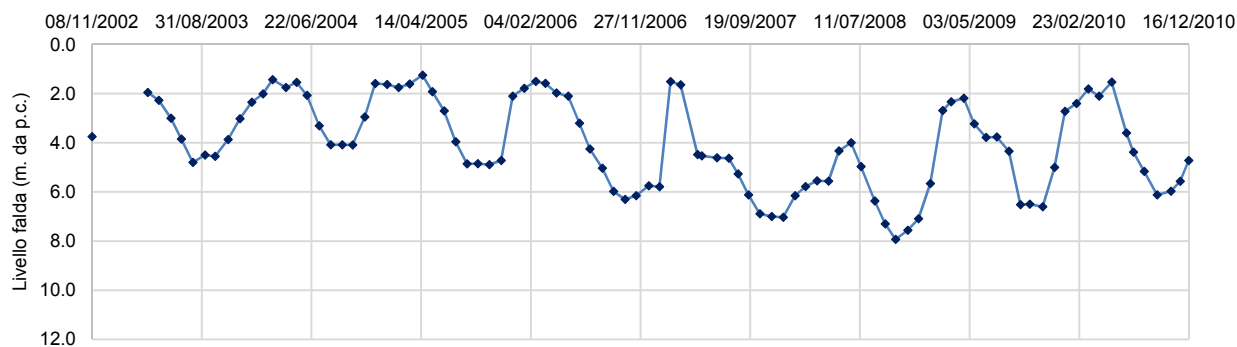


Fig. 2.5.1.2.12 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

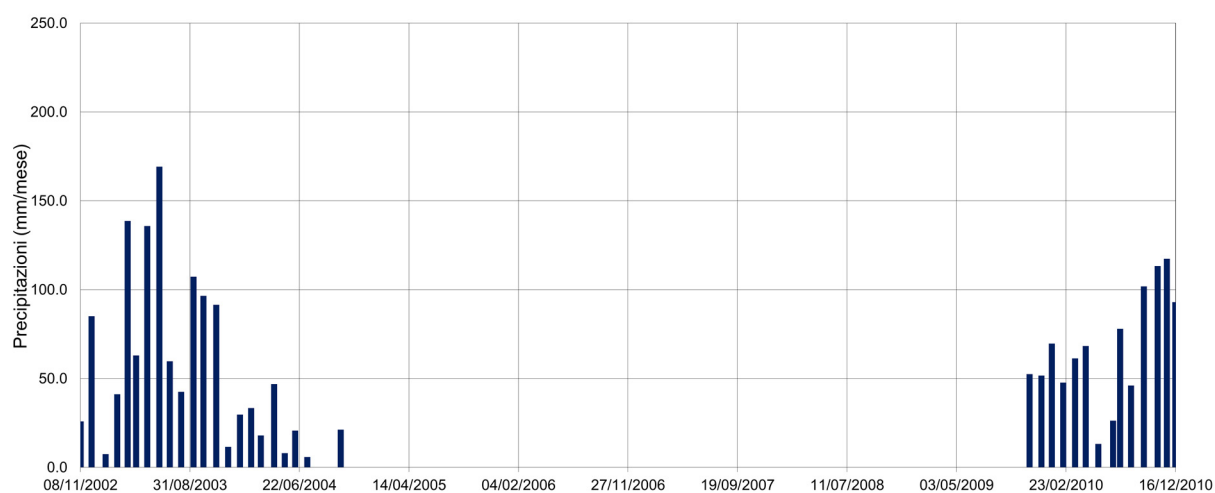
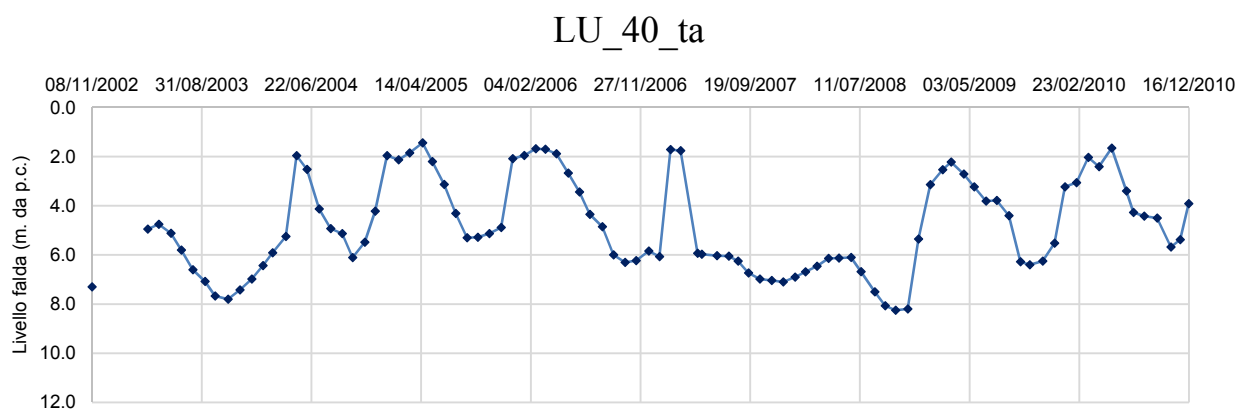
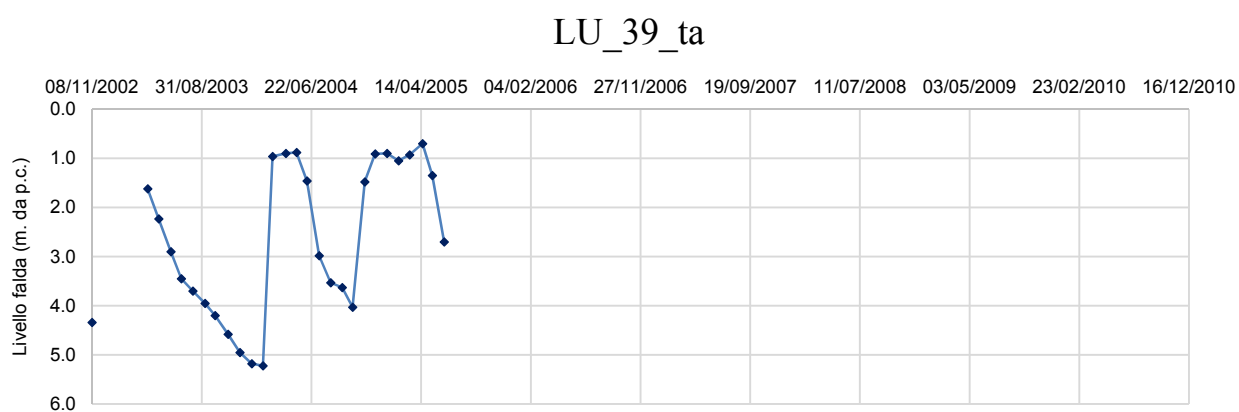


Fig. 2.5.1.2.13 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

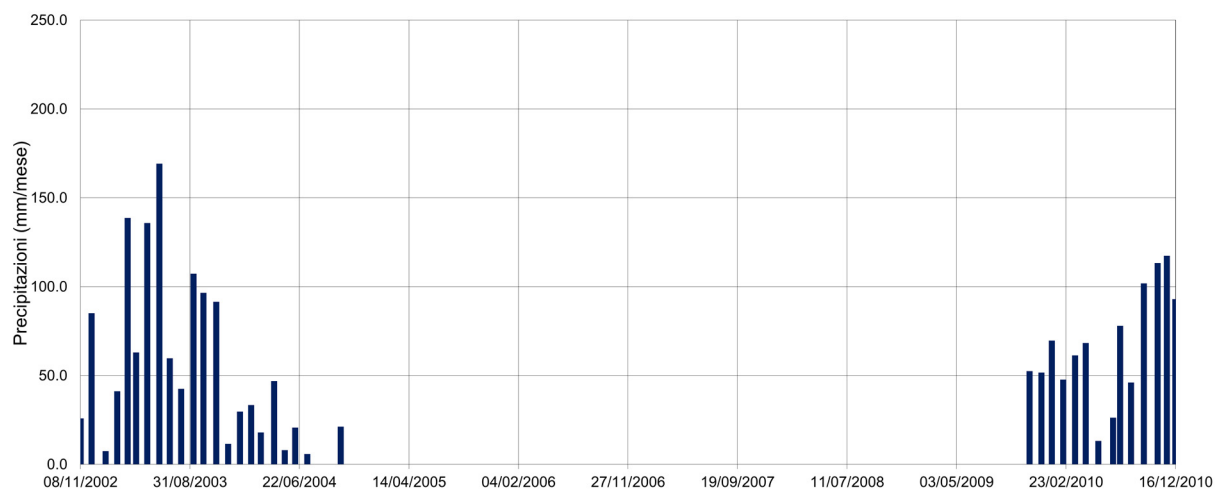
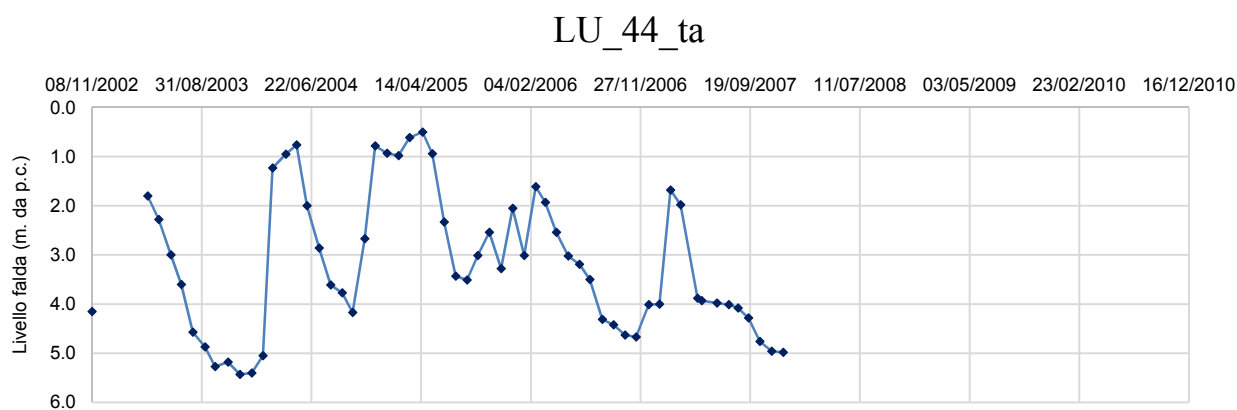
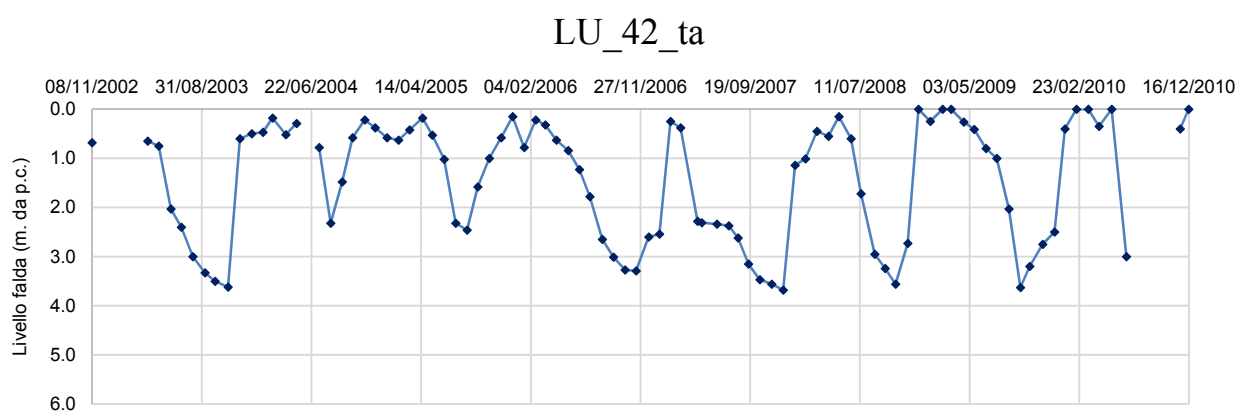


Fig. 2.5.1.2.14 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Pendi Cerquette - Lucrezie

2.5.1.3 Stazione meteo e centralina acquisizione dati

La stazione meteo installata è ubicata nella zona del parcheggio di fronte alla piccola costruzione dei servizi dove è collocata la centralina di acquisizione, come di seguito illustrato; nella stessa figura è riportata anche l'ubicazione della stazione meteo di zona della Regione Umbria.

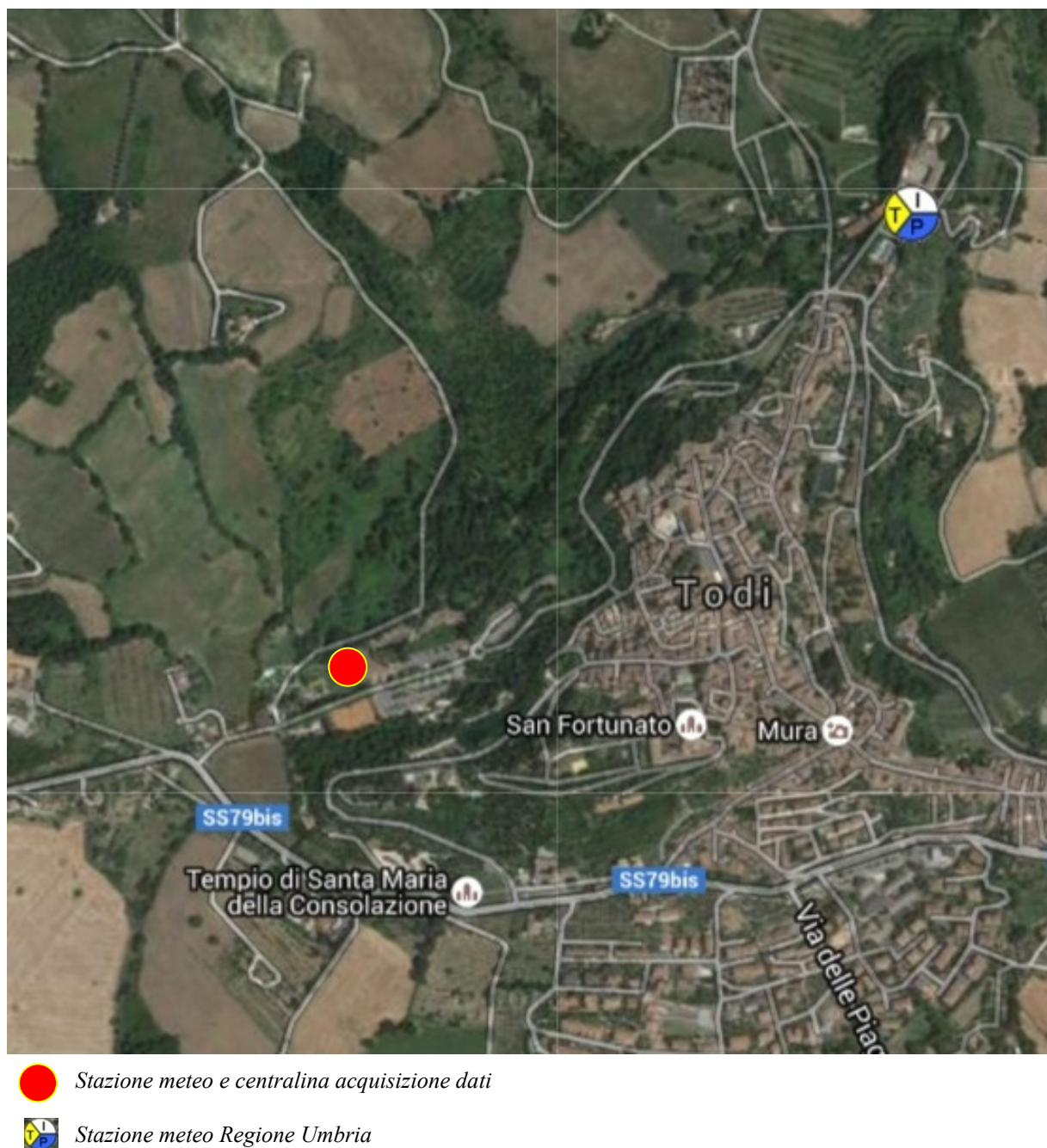


Fig. 2.5.1.3 – Todi: Ubicazione Stazioni meteorologiche

La stazione meteorologica installata nel 1994 si compone di 5 strumenti come meglio indicato nella tabella (tab. 2.5.1.3.1) di seguito riportata. Dei dati acquisiti in automatico, per le ragioni già dette sono rimasti solo alcuni periodi che per memoria sono riportati in seguito in forma grafica unitamente ai diagrammi pluviometrici in parte desunti dalla pluviometria ufficiali (Regione Umbria).

Tab. 2.5.1.3.1 Strumentazione Metereologica - zona Pendio Cerquette - Lucrezie

Codice	Tipologia	Grandezza Monitorata	Inizio Acquisizione Dati
WD01	Gonioanemometro	Direzione del Vento	29.01.2004
TE01	Termometro	Temperatura	29.01.2004
HU01	Igrometro	Umidità	29.01.2004
AN01	Tacoanemometro	Velocità del vento	29.01.2004
RG1	Pluviometro	Pioggia	08.05.2004

Tabella 2.5.1.3.2 – Pluviogramma mensile Stazione di Todi (Fonte: Servizio Idrografico Regione Umbria)

Pluviogramma mensile in mm relativo alla Stazione di Todi												
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
2002	24.30	83.40	5.80	39.50	137.00	61.40	134.10	167.60	58.10	40.90	105.60	94.40
2003	89.80	9.90	28.10	31.80	16.40	45.30	6.40	19.10	4.20			19.60
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009	50.90	50.00	68.00	46.10	59.70	66.60	11.50	24.60	76.40	44.40	100.20	111.70
2010	115.70	91.40	53.70	54.10	134.50	21.70	36.30	42.00	54.90	68.80	220.30	98.40

	Dato parziale
	Dato mancante
	Dato non validato

2.5.2 Zona - Pendio San Raffaele

In questa zona la strumentazione consiste in 2 tubi inclinometrici e 6 piezometri di tipo a Tubo Aperto. La posizione della strumentazione è riportata nella figura 2.5.2.1.

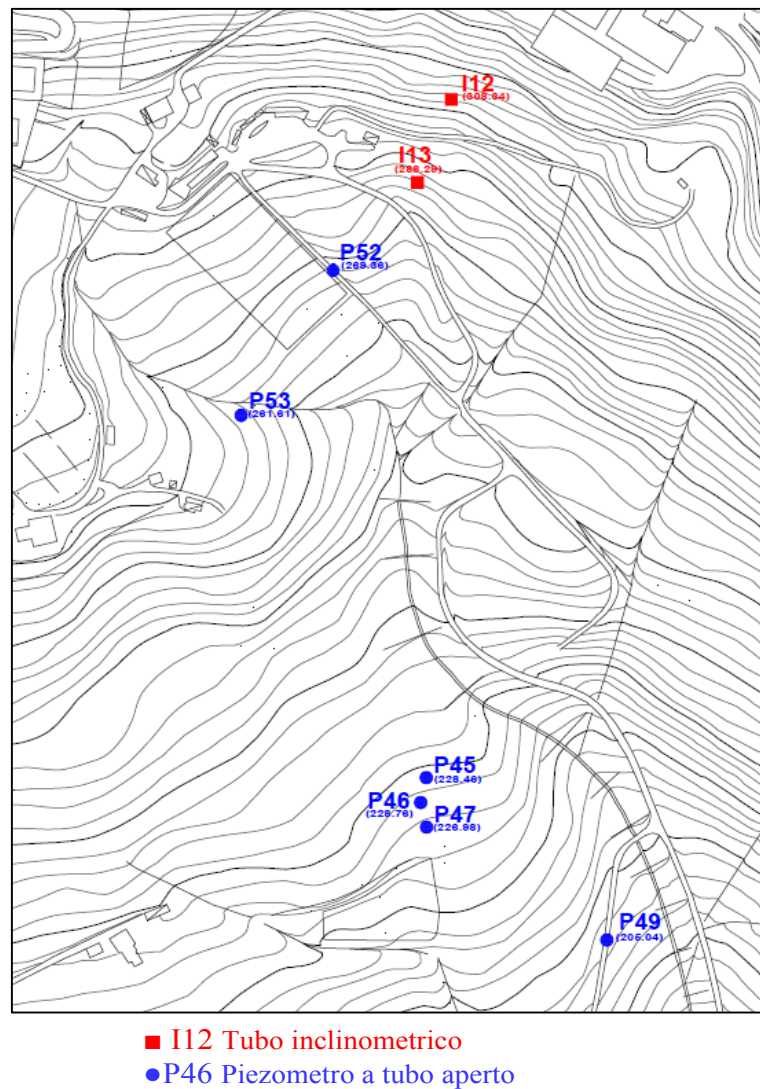


Fig. 2.5.2.1 – Todi Località **Pendio San Raffaele**: Ubicazione della strumentazione

Tabella 2.5.2.1 – Strumentazione geotecnica complessiva – Zona Pendio San Raffaele
Stato di Funzionamento (Fonte: Comune di Todi - Regione Umbria)

Tipologia	N. Totale	Stato di funzionamento				
		In esercizio	Interrotto / Danneggiato	Ostruito	Parzialmente in esercizio	No info
Tubi Inclinometrici	2	1	1			
Piezometri Tubo Aperto	6	1	1	4		

2.5.2.1 Misure inclinometriche

Di seguito si riportano le principali caratteristiche della strumentazione installata e le diverse letture eseguite durante la campagna di monitoraggio effettuati dallo Studio Geologi Associati SGA di Perugia a cui il Comune di Todi aveva dato incarico. Infine, per un maggior dettaglio del fenomeno franoso si riportano anche i dati ottenuti dal Servizio Geologico della Regione Umbria nel corso dei rilievi dalla stessa effettuati.

Tabella 2.5.2.1.1 – Caratteristiche degli inclinometri della zona Pendio San Raffaele

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota assoluta (m.s.l.m.)	Azimut da Nord	Letture di zero			Letture N°	Fonte	Passo di lettura (m)
I12	SR_I12	29.50	308.30	-170	07.11.2002	17.10.2003	--	6+3	Comune di Todi	1
I13	SR_I13	29.50	288.30	+230	07.11.2003	17.10.2003	30.07.2005	6+7+22	Comune di Todi	1

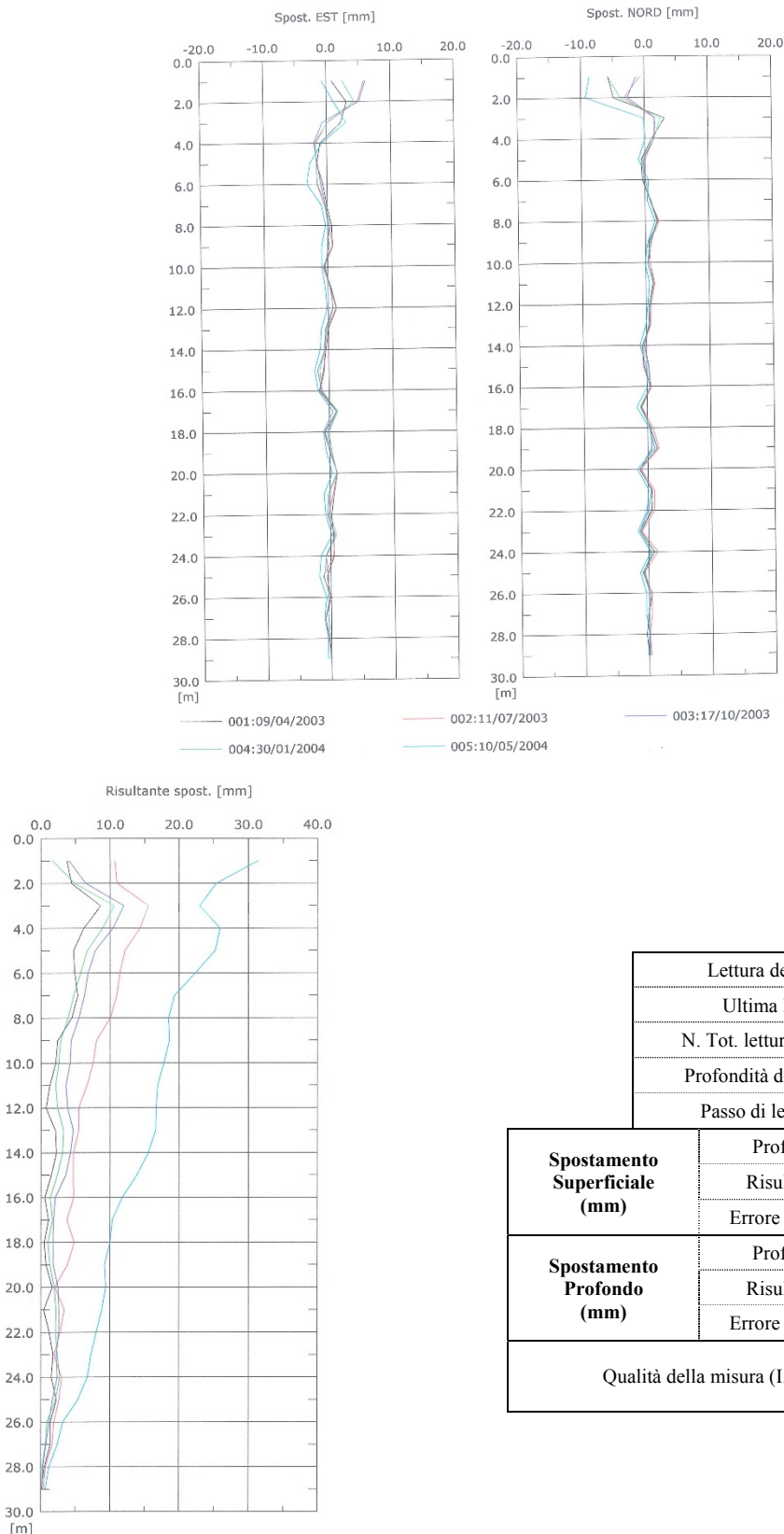
Note: Si sono effettuate n. 3 letture di zero.

Tabella 2.5.2.1.2 – Letture inclinometriche della zona Pendio San Raffaele
(Fonte: Comune di Todi)

Nuovo Codice	Profondità (m.)	Letture di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	Nuovo Zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)
SR_I12	29.50	07.11.2002	09.04.2003	11.07.2003	17.10.2003	30.01.2004	13.05.2004	17.10.2003	23.04.2004	23.07.2004
SR_I13	29.50	07.11.2002	09.04.2003	11.07.2003	17.10.2003	30.01.2004	13.05.2004	17.10.2003	23.04.2004	23.07.2004
Nuovo Codice	Profondità (m.)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	Nuovo Zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)
SR_I12	29.50	--								
SR_I13	29.50	27.10.2004	01.02.2005	20.04.2005	25.07.2005	30.07.2005	29.10.2005	28.01.2006	26.04.2006	28.07.2006
Nuovo Codice	Profondità (m.)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)	9° lettura (data)	10° lettura (data)	11° lettura (data)	12° lettura (data)	13° lettura (data)
SR_I12	29.50	--								
SR_I13	29.50	27.10.2006	31.01.2007	03.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	31.01.2008	30.04.2008	30.07.2008	29.10.2008
Nuovo Codice	Profondità (m.)	14° lettura (data)	15° lettura (data)	16° lettura (data)	17° lettura (data)	18° lettura (data)	19° lettura (data)	20° lettura (data)	21° lettura (data)	22° lettura (data)
SR_I12	29.50	--								
SR_I13	29.50	29.01.2009	04.05.2009	31.07.2009	27.10.2009	01.02.2010	28.04.2010	22.07.2010	28.10.2010	

Inclinometro SR_I12

L'inclinometro si è andato fuori uso nel periodo agosto – ottobre 2004 per probabile spostamento nella fascia di terreno compresa tra 3 e 5 metri dal pc dove già nel maggio 2004 segnalava una deformazione di circa 2 cm.



SR_I12		
Lettura dello zero		07.11.02
Ultima lettura		10.05.04
N. Tot. letture effettuate		6
Profondità del tubo (m)		29.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	3.00 – 5.00
	Risultante (mm)	23.00
	Errore stimato (mm)	3.68
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		9.90
		11.73

Fig. 2.5.2.1.1 Grafici degli spostamenti SR_I12 (zero del 07.11.2002 Lettura N. 5 del 10.05.2004) Fonte: Comune di Todì

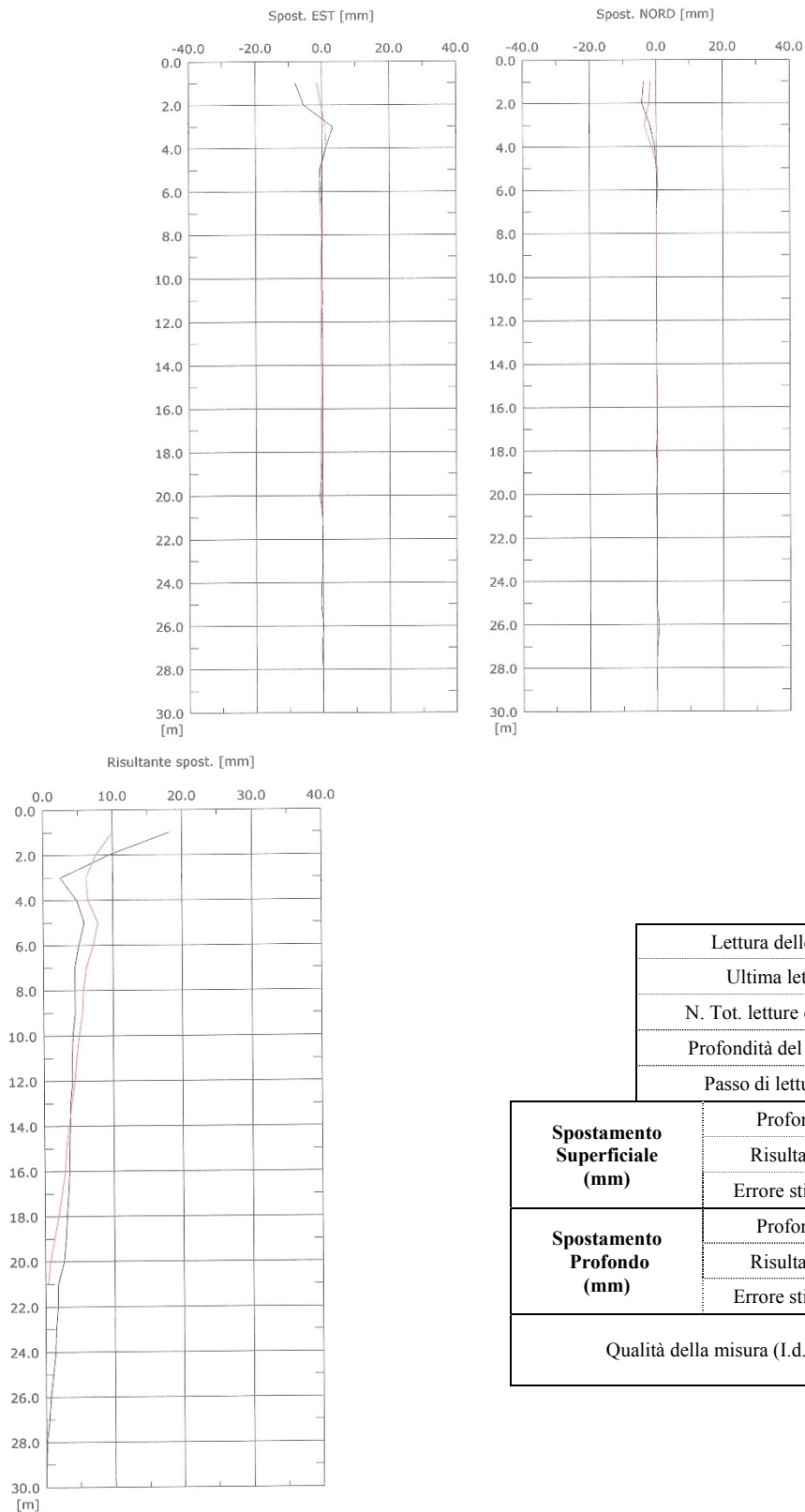


Fig. 2.5.2.1.2 Grafici degli spostamenti SR_I12 (zero del 17.10.2003 Lettura N. 2 del 23.07.2004) Fonte: Comune di Todì

Inclinometro SR_113

L'inclinometro non mostra deformazioni apprezzabili per tutta la sua lunghezza salvo quella superficiale (3-4 m) dove la deformazione è dell'ordine di 15 mm.

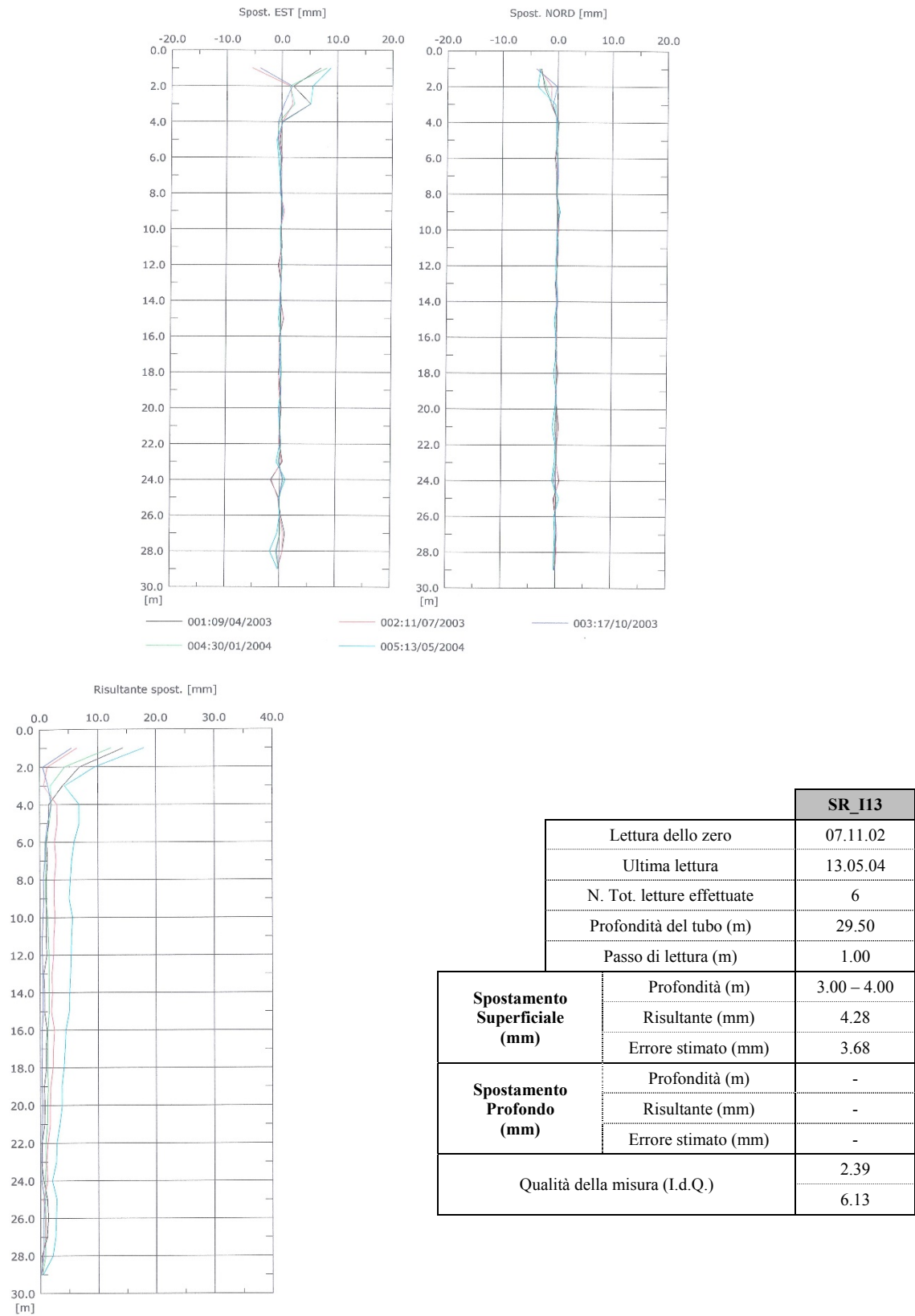


Fig. 2.5.2.1.3 Grafici degli spostamenti SR_113 (zero del 07.11.2002 Lettura N. 5 del 13.05.2004) Fonte: Comune di Todì

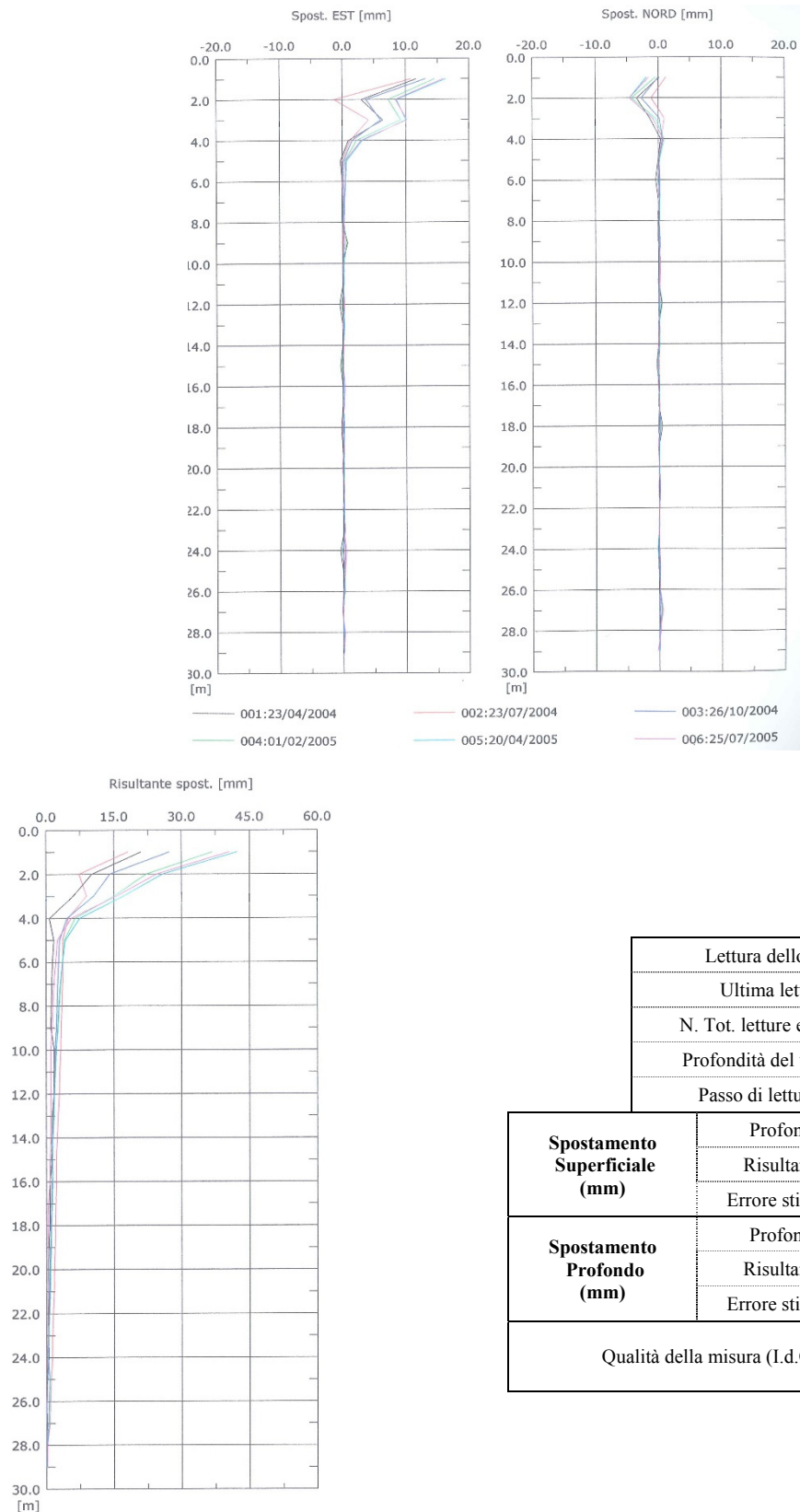
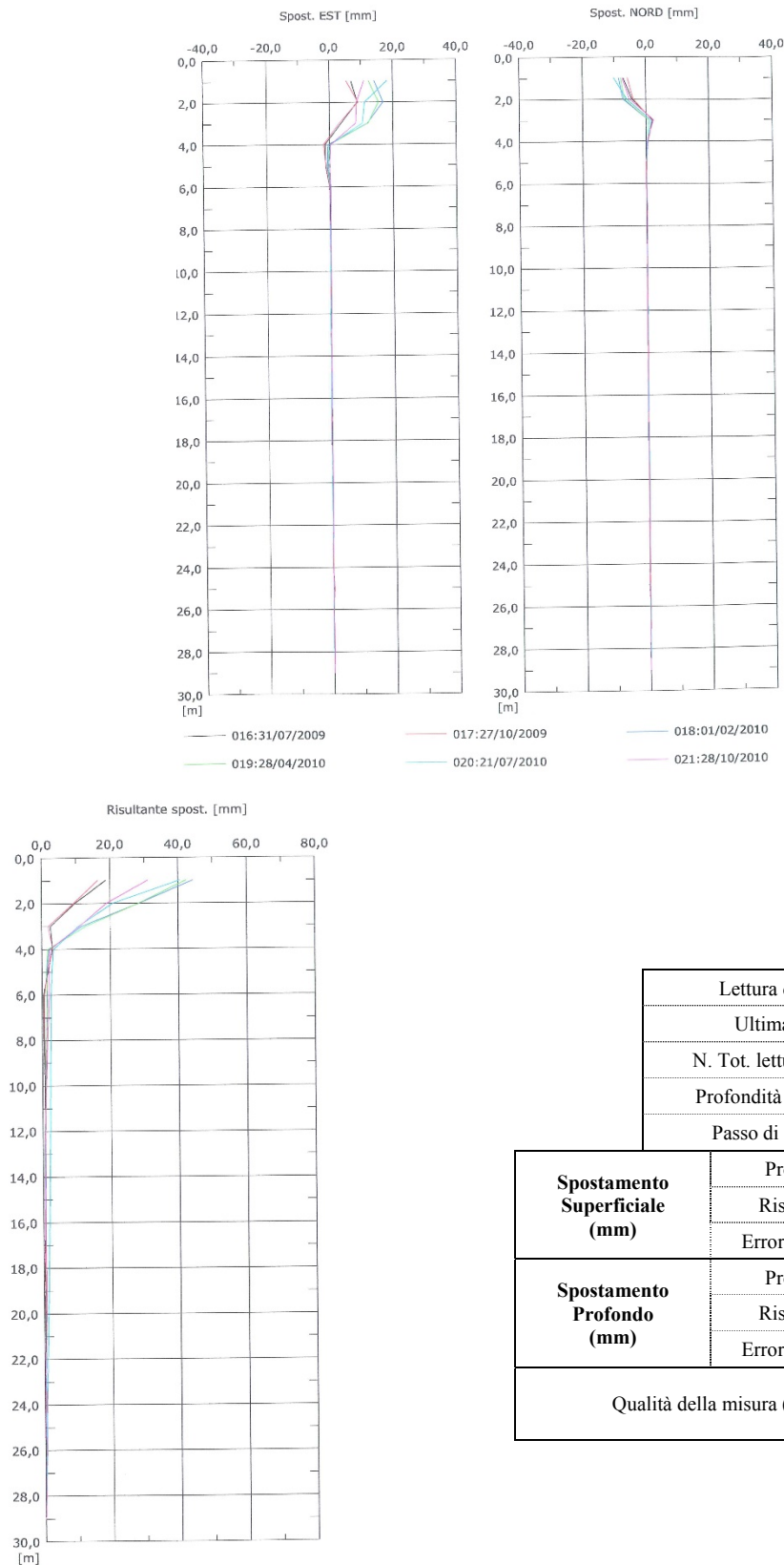


Fig. 2.5.2.1.4 Grafici degli spostamenti SR_I13 (zero del 17.10.2003 Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todi



SR_I13		
Lettura dello zero		30.07.05
Ultima lettura		28.10.10
N. Tot. letture effettuate		22
Profondità del tubo (m)		29.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	3.00 – 4.00
	Risultante (mm)	10.98
	Errore stimato (mm)	3.68
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.52
		1.44

2.5.2.1.5 Grafici degli spostamenti SR_I13 (zero del 30.07.2005 Lettura N. 21 del 28.10.2010) Fonte: Comune di Todi

2.5.2.2 Misure piezometriche

Le misure piezometriche sono state eseguite dalla società SGA di Perugia. Al fine di illustrare l'andamento del livello statico della falda il periodo di monitoraggio di seguito sono riportati in grafico i valori misurati in funzione del tempo. Sono, anche, riportati in grafico i dati pluviometrici rilevati dalla stazione ufficiale della zona (Todi) disponibili mediante il sito web del Servizio Idrografico della Regione Umbria.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi delle caratteristiche dei singoli piezometri e il valore della quota piezometrica iniziale e finale relative al periodo di osservazione.

Tabella 2.5.2.2.1 – Misure piezometriche della zona Pendio San Raffaele – Piezometri Tubo Aperto
(Fonte: Comune di Todi)

Cod.	Nuovo Codice	Tipo	Anno installazione	Anno prima lettura	Quota assoluta (m.s.l.m)	Profondità tubo (m)	Quota installaz. (m)	Livello statico (m. da p.c.)		Stato strumento (Rapporto Dicembre 2010)
								Prima Lettura	Ultima Lettura	
45	SR_45_ta	TA	1982	2002	228.46			4.90	0.77	in esercizio
46	SR_46_ta	TA	1982	2002	228.76			ostr.	ostr.	ostruito da p.c. 08/11/2002
47	SR_47_ta	TA	1982	2002	226.98			2.40	ostr.	ostruito (2.80) 17/03/2008
49	SR_49_ta	TA	1982	2002	205.04			falda ass.	ostr.	ostruito (2.60) 17/04/2008
52	SR_52_ta	TA	1982	2002	269.36			10.95	ostr.	ostruito (4.30) 16/07/2005
53	SR_53_ta	TA	1982	2002	261.61			5.30	str. danneggi.	strum. danneggiato 17/08/2010

Note: con TA viene indicato il piezometro a Tubo Aperto.

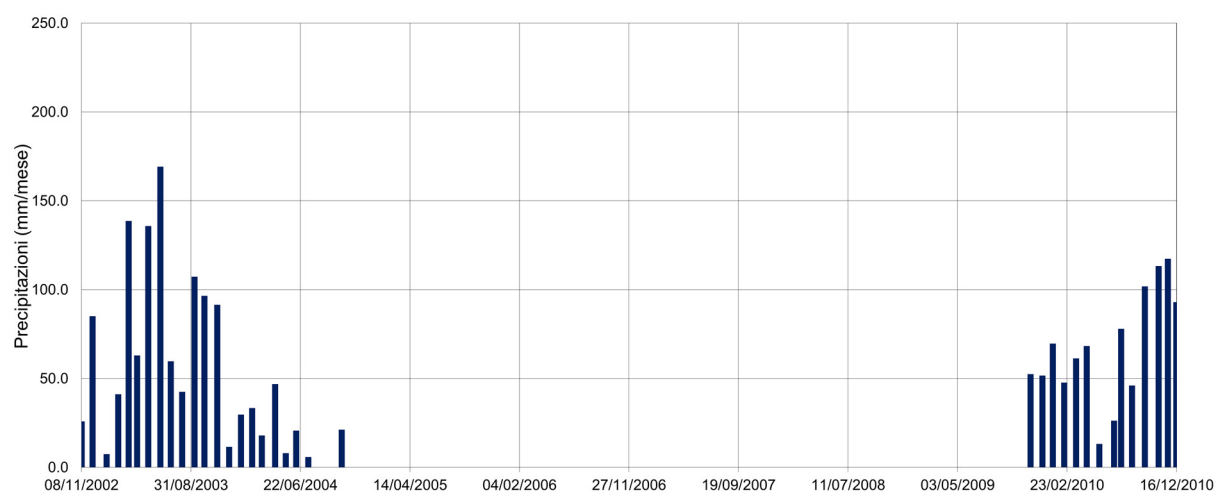
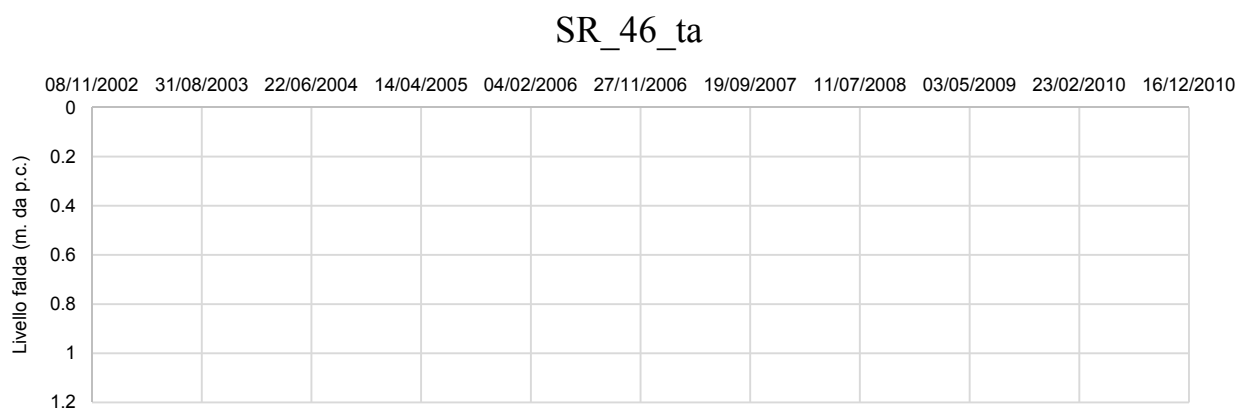
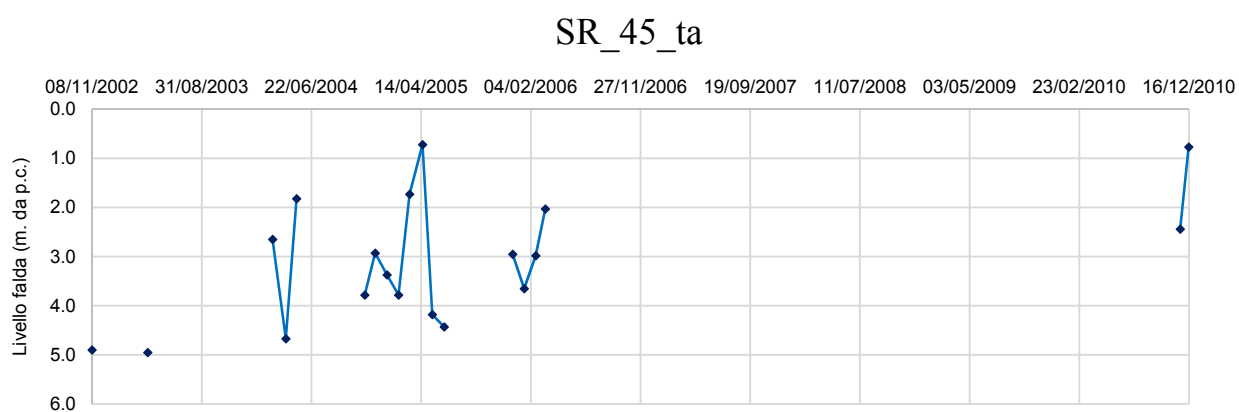


Fig. 2.5.2.2.1 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Pendio San Raffaele

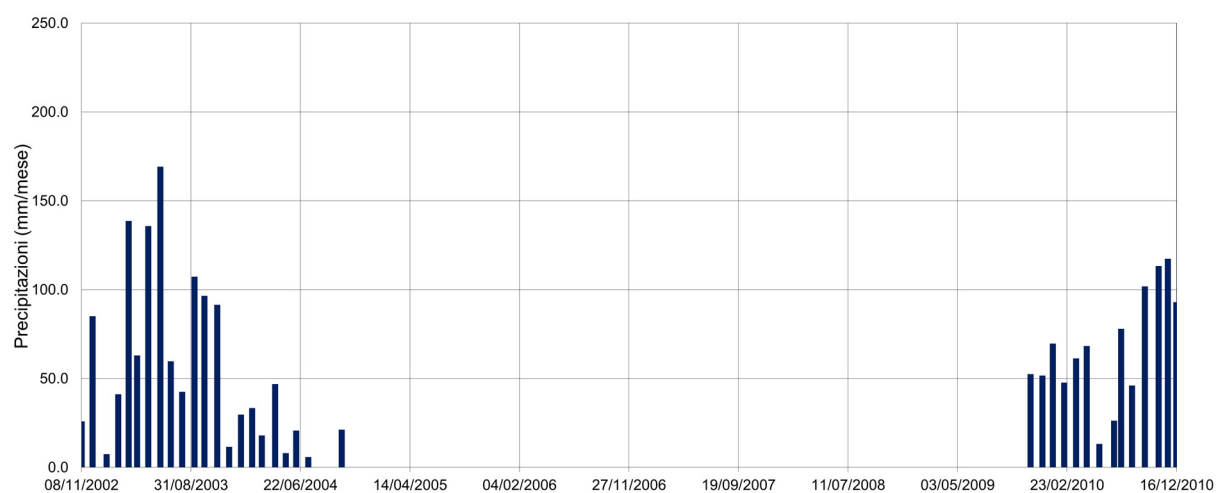
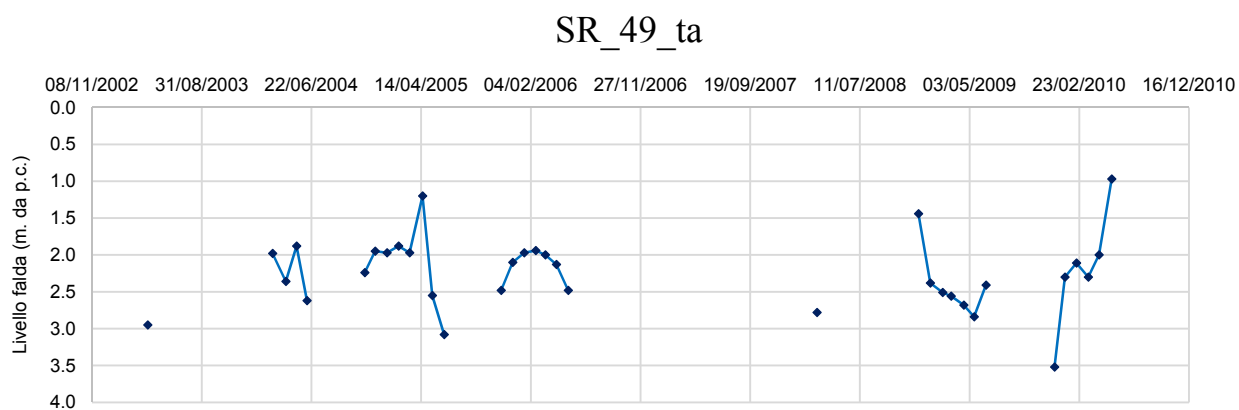
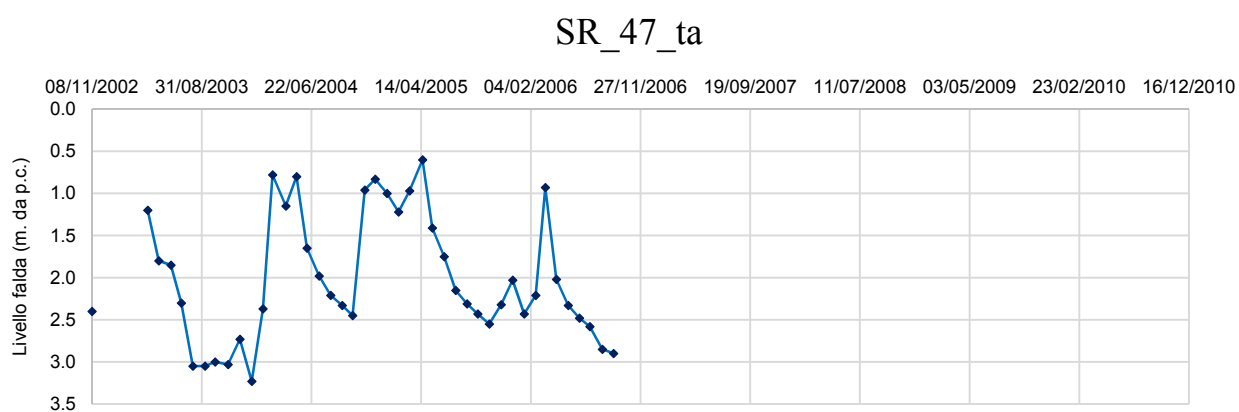


Fig. 2.5.2.2.2 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Pendio San Raffaele

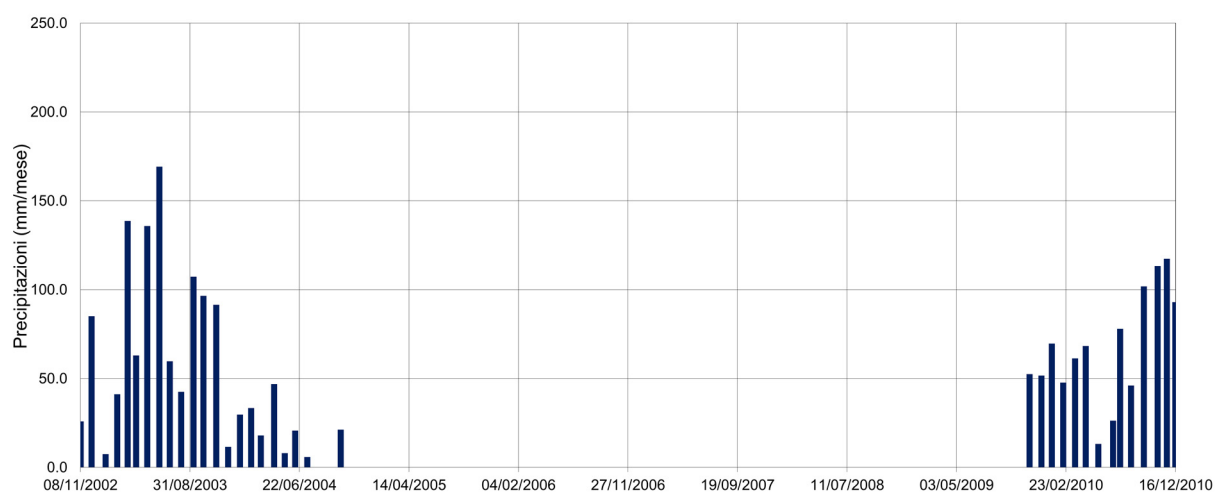
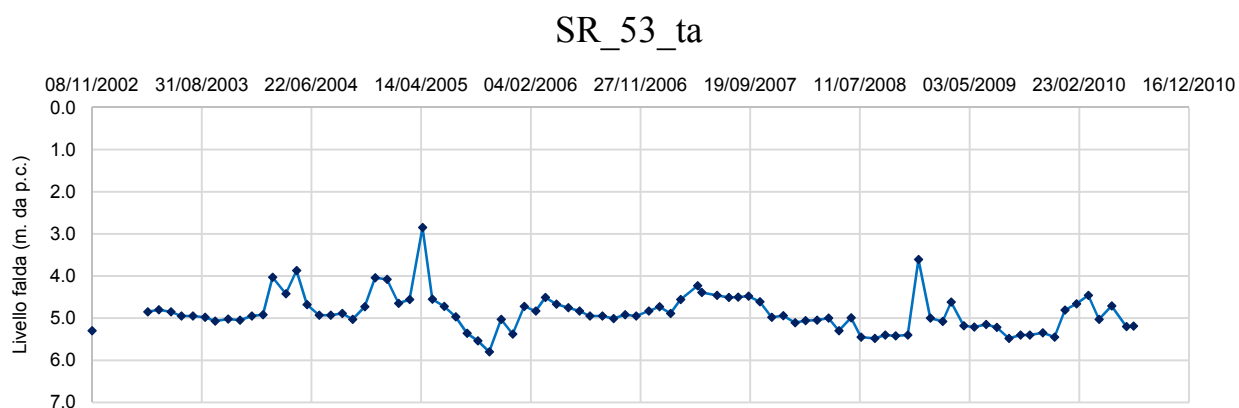
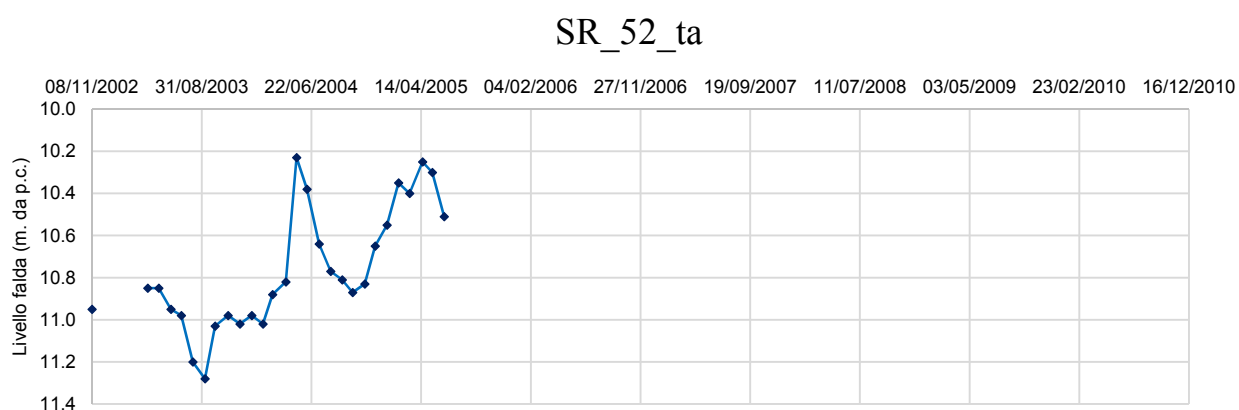


Fig. 2.5.2.2.3 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Pendio San Raffaele

2.5.3 Zona - Pendio Mattatoio

In questa zona la strumentazione è stata installata nel periodo 1982 - 1992 e consiste in 5 tubi inclino metrici, 4 piezometri a tubo aperto, 3 piezometri provvisti di cella di misura di tipo Casagrande e 63 caposaldi GPS installati per il controllo delle pendici, dei manufatti più significativi, nonché delle principali opere di rinforzo e sostegno. La posizione della strumentazione è riportata nella figura 2.5.3.1.

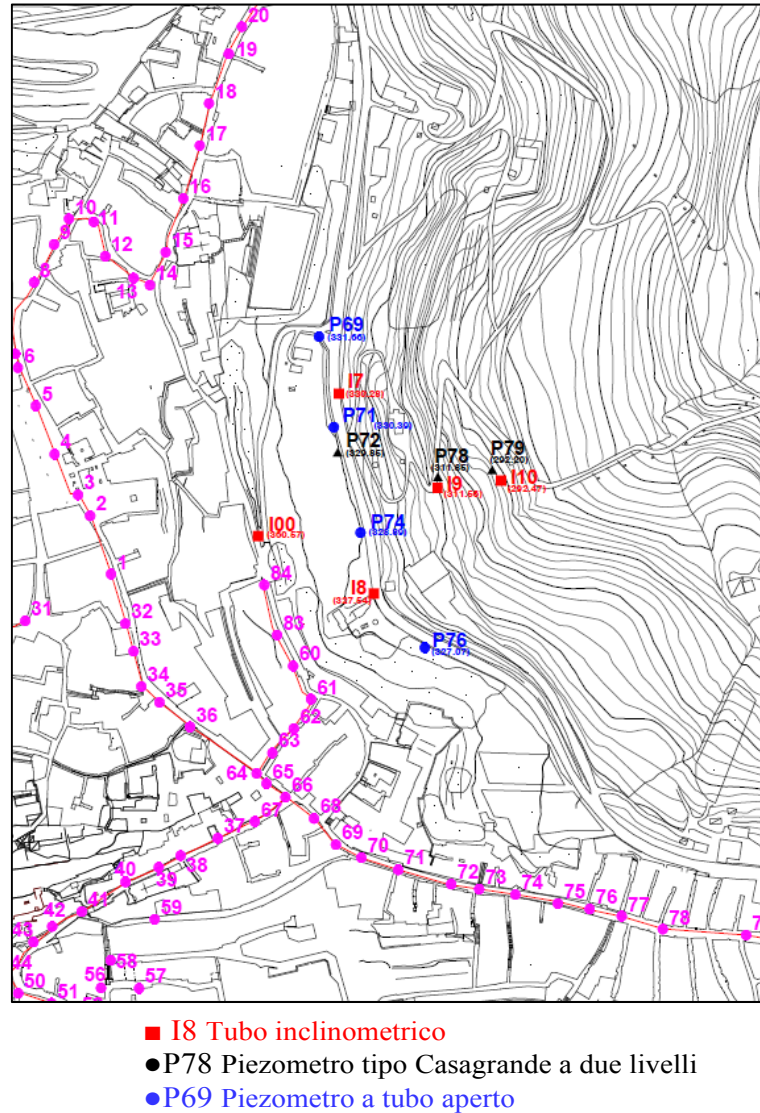


Fig. 2.5.3.1 – Todi Località **Pendio Mattatoio**: Ubicazione della strumentazione

Tabella 2.5.3.1 – Strumentazione geotecnica complessiva – Zona Pendio Mattatoio
Stato di Funzionamento (Fonte: Comune di Todi - Regione Umbria)

Tipologia	N. Totale	Stato di funzionamento				
		In esercizio	Interrotto / Danneggiato	Ostruito	Parzialmente in esercizio	No info
Tubi Inclinometrici	5	4	1			
Piezometri Casagrande	3				3	
Piezometri Tubo Aperto	4	3		1		

2.5.3.1 Misure inclinometriche

Dalla documentazione disponibile sono state estrapolate le informazioni che seguono. Il monitoraggio inclinometrico per la zona in esame risulta essere stato implementato grazie ai dati forniti dalla Regione Umbria relativamente alla strumentazione MT_I09 avvenuto tra il gennaio del 2014 e il luglio del 2015. In questo caso, l'intervallo di acquisizione dei dati è avvenuto sia con passo di lettura pari a 0,5 m che con passo di 1 m.

Tabella 2.5.3.1.1 – Caratteristiche degli inclinometri della zona Pendio Mattatoio

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota assoluta (m.s.l.m.)	Azimut da Nord	Letture di zero			Letture N°	Fonte	Passo di lettura (m)
01	MT_I01	45.50	360.60	-70	07.11.2002	15.10.2003	29.07.2005	6+7+11	Comune di Todi	1
07	MT_I07	30.50	330.30	-80	07.11.2002	16.10.2003	29.07.2005	6+7+22	Comune di Todi	1
08	MT_I08	31.50	327.50	-90	07.10.2002	16.10.2003	29.07.2005	6+7+22	Comune di Todi	1
09	MT_I09	31.50	311.60	-120	07.10.2002	16.10.2003	30.07.2005	6+7+22	Comune di Todi	1
09	MT_I09	31.50	311.60	-120	13.01.2014			11	Regione Umbria	0,5
09	MT_I09	31.50	311.60	-120	13.01.2014			11	Regione Umbria	1
10	MT_I10	31.50	292.50	-60	07.10.2002	16.10.2003	30.07.2005	6+7+14	Comune di Todi	1

Note: Si sono eseguite n. 3 letture di zero per gli inclinometri monitorati dal Comune di Todi.
Una sola lettura di zero per quelli della Regione Umbria.

Tabella 2.5.3.1.2 – Letture inclinometriche della zona Pendio Mattatoio
(Fonte: Comune di Todi)

Nuovo Codice	Profondità (m.)	Letture di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	Nuovo Zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)
MT_I01	45.50	07.11.2002	09.04.2003	11.07.2003	15.10.2003	29.01.2004	13.05.2004	15.10.2003	23.04.2004	23.07.2004
MT_I07	30.50	07.11.2002	08.04.2003	11.07.2003	16.10.2003	28.01.2004	13.05.2004	16.10.2003	23.04.2004	23.07.2004
MT_I08	31.50	07.11.2002	08.04.2003	11.07.2003	16.10.2003	29.01.2004	13.05.2004	16.10.2003	22.03.2004	23.07.2004
MT_I09	31.50	07.11.2002	08.04.2003	10.07.2003	16.10.2003	29.01.2004	13.05.2004	16.10.2003	23.04.2004	23.07.2004
MT_I10	31.50	07.11.2002	08.04.2003	10.07.2003	16.10.2003	29.01.2004	13.05.2004	16.10.2003	23.04.2004	23.07.2004
Nuovo Codice	Profondità (m.)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	Nuovo Zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)
MT_I01	45.50	27.10.2004	02.02.2005	20.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	30.10.2005	27.01.2006	26.04.2006	28.07.2006
MT_I07	30.50	27.10.2004	01.02.2005	20.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	29.10.2005	27.01.2006	26.04.2006	28.07.2006
MT_I08	31.50	27.10.2004	02.02.2005	20.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	30.10.2005	27.01.2006	27.04.2006	28.07.2006
MT_I09	31.50	26.10.2004	01.02.2005	20.04.2005	25.07.2005	30.07.2005	29.10.2005	27.01.2006	27.04.2006	28.07.2006
MT_I10	31.50	26.10.2004	02.02.2005	20.04.2005	25.07.2005	30.07.2005	29.10.2005	28.01.2006	27.04.2006	28.07.2006
Nuovo Codice	Profondità (m.)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)	9° lettura (data)	10° lettura (data)	11° lettura (data)	12° lettura (data)	13° lettura (data)
MT_I01	45.50	26.10.2006	31.01.2007	03.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	31.01.2008	--		
MT_I07	30.50	26.10.2006	31.01.2007	03.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	31.01.2008	30.04.2008	30.07.2008	29.10.2008
MT_I08	31.50	27.10.2006	31.01.2007	03.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	31.01.2008	30.04.2008	30.07.2008	29.10.2008
MT_I09	31.50	26.10.2006	31.01.2007	03.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	31.01.2008	30.04.2008	30.07.2008	29.10.2008
MT_I10	31.50	27.10.2006	30.01.2007	03.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	30.01.2008	28.04.2008	30.07.2008	29.10.2008

Nuovo Codice	Profondità (m.)	14° lettura (data)	15° lettura (data)	16° lettura (data)	17° lettura (data)	18° lettura (data)	19° lettura (data)	20° lettura (data)	21° lettura (data)	22° lettura (data)
MT_I01	45.50	--								
MT_I07	30.50	29.01.2009	04.05.2009	31.07.2009	27.10.2009	01.02.2010	28.04.2010	22.07.2010	28.10.2010	
MT_I08	31.50	29.01.2009	04.05.2009	31.07.2009	27.10.2009	01.02.2010	28.04.2010	22.07.2010	28.10.2010	
MT_I09	31.50	29.01.2009	04.05.2009	31.07.2009	27.10.2009	01.02.2010	28.04.2010	22.07.20010	28.10.2010	
MT_I10	31.50									

Tabella 2.5.3.1.3 – Letture inclinometriche della zona Pendio Mattatoio

(Fonte: Regione Umbria passo di lettura 0,5 m)

Nuovo Codice	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data))	7° lettura (data)	8° lettura (data)
MT_I09	31.50	13.01.2014	12.03.2014	02.04.2014	18.04.2014	19.08.2014	08.10.2014	20.11.2014	11.02.2014	02.04.2015
Nuovo Codice	Profondità (m.)	9° lettura (data)	10° lettura (data)	11° lettura (data)	12° lettura (data)	13° lettura (data)	14° lettura (data)	15° lettura (data)	16° lettura (data)	17° lettura (data)
MT_I09	31.50	27.05.0215	14.07.2015							

Tabella 2.5.3.1.4 – Letture inclinometriche della zona Pendio Mattatoio

(Fonte: Regione Umbria passo di lettura 1 m)

Nuovo Codice	Profondità (m.)	Lettura di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)
MT_I09	31.50	13.01.2014	12.03.2014	18.04.2014	02.07.2014	19.08.2014	08.10.2014	20.11.2014	11.02.2014	02.04.2015
Nuovo Codice	Profondità (m.)	9° lettura (data)	10° lettura (data)	11° lettura (data)	12° lettura (data)	13° lettura (data)	14° lettura (data)	15° lettura (data)	16° lettura (data)	17° lettura (data)
MT_I09	31.50	27.05.0215	14.07.2015							

Inclinometro MT_I01

Questo inclinometro non mostra deformazioni apprezzabili lungo tutto il suo sviluppo.

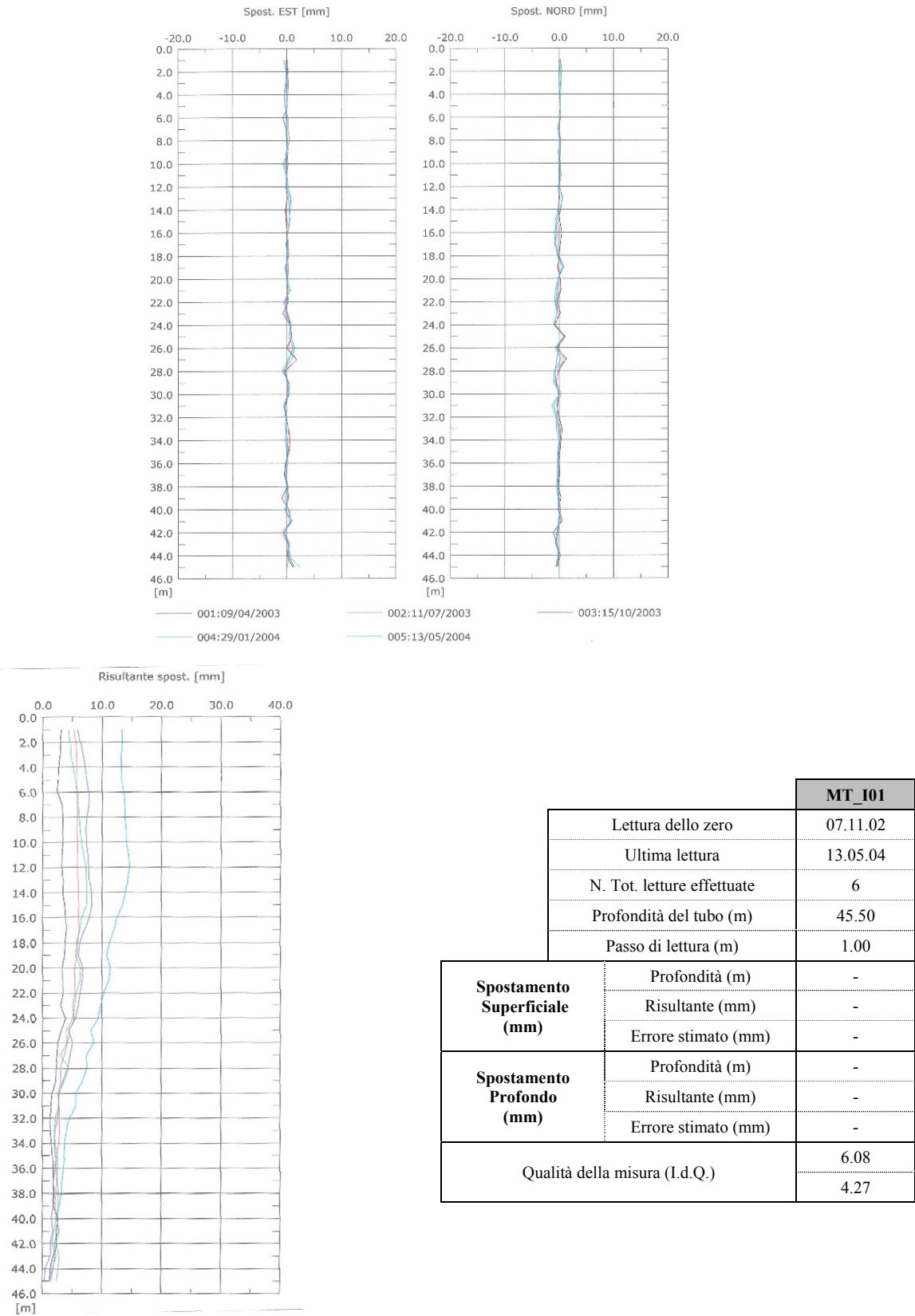


Fig. 2.5.3.1.1 Grafici degli spostamenti MT_I01 (zero del 07.11.2002 Lettura N. 5 del 13.05.2004) Fonte: Comune di Todi

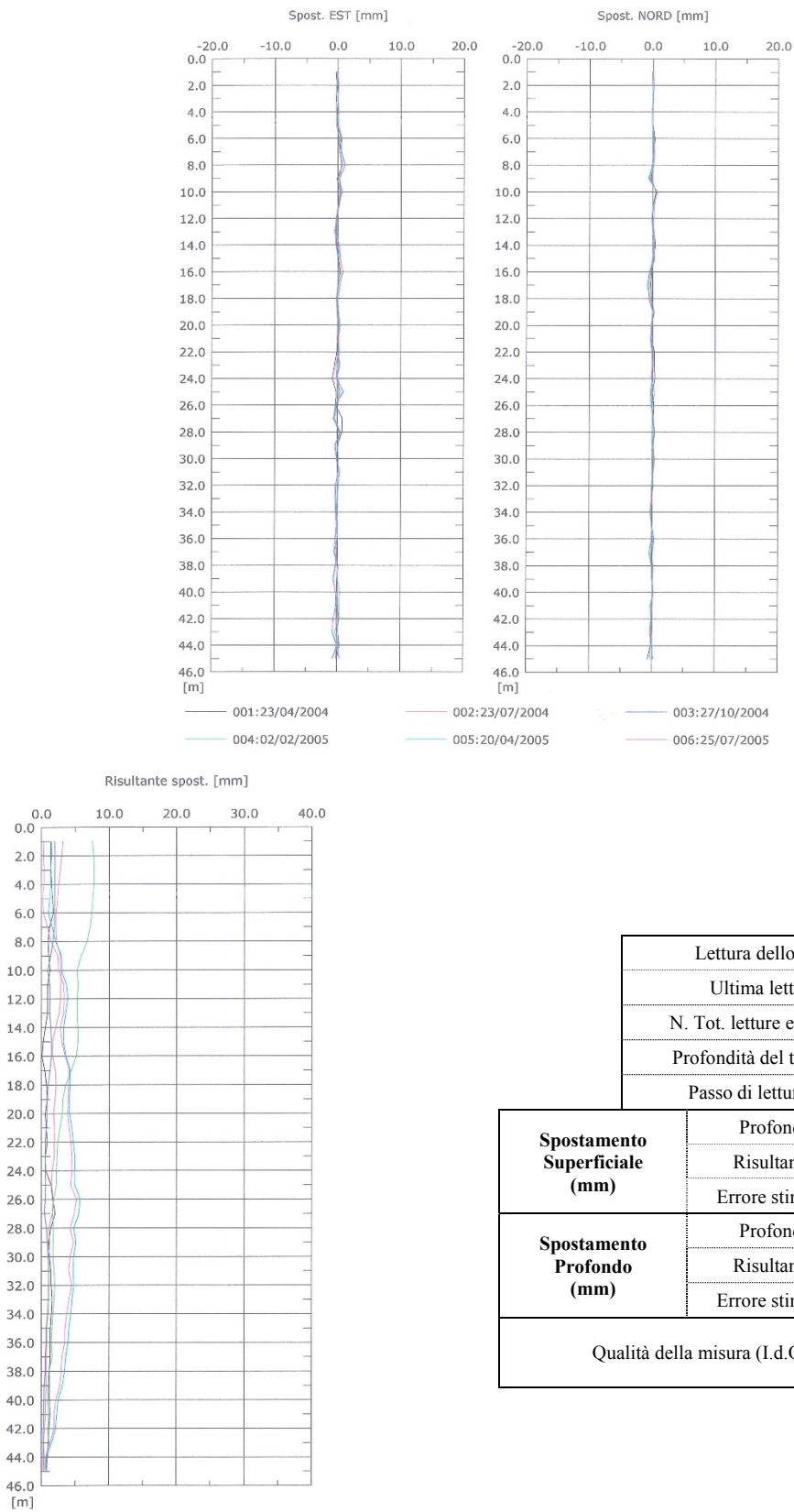
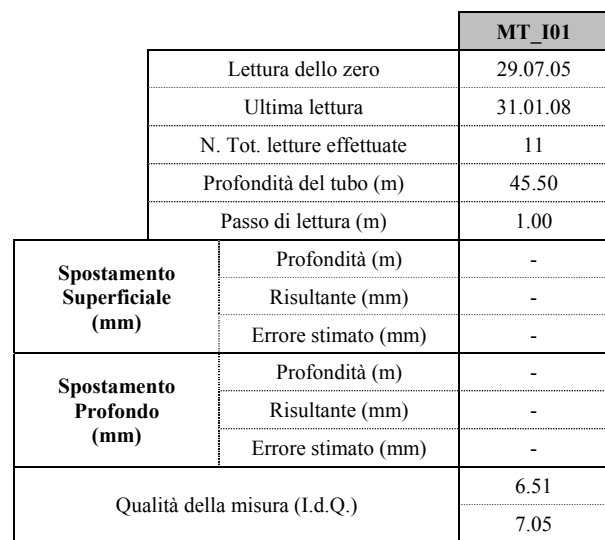


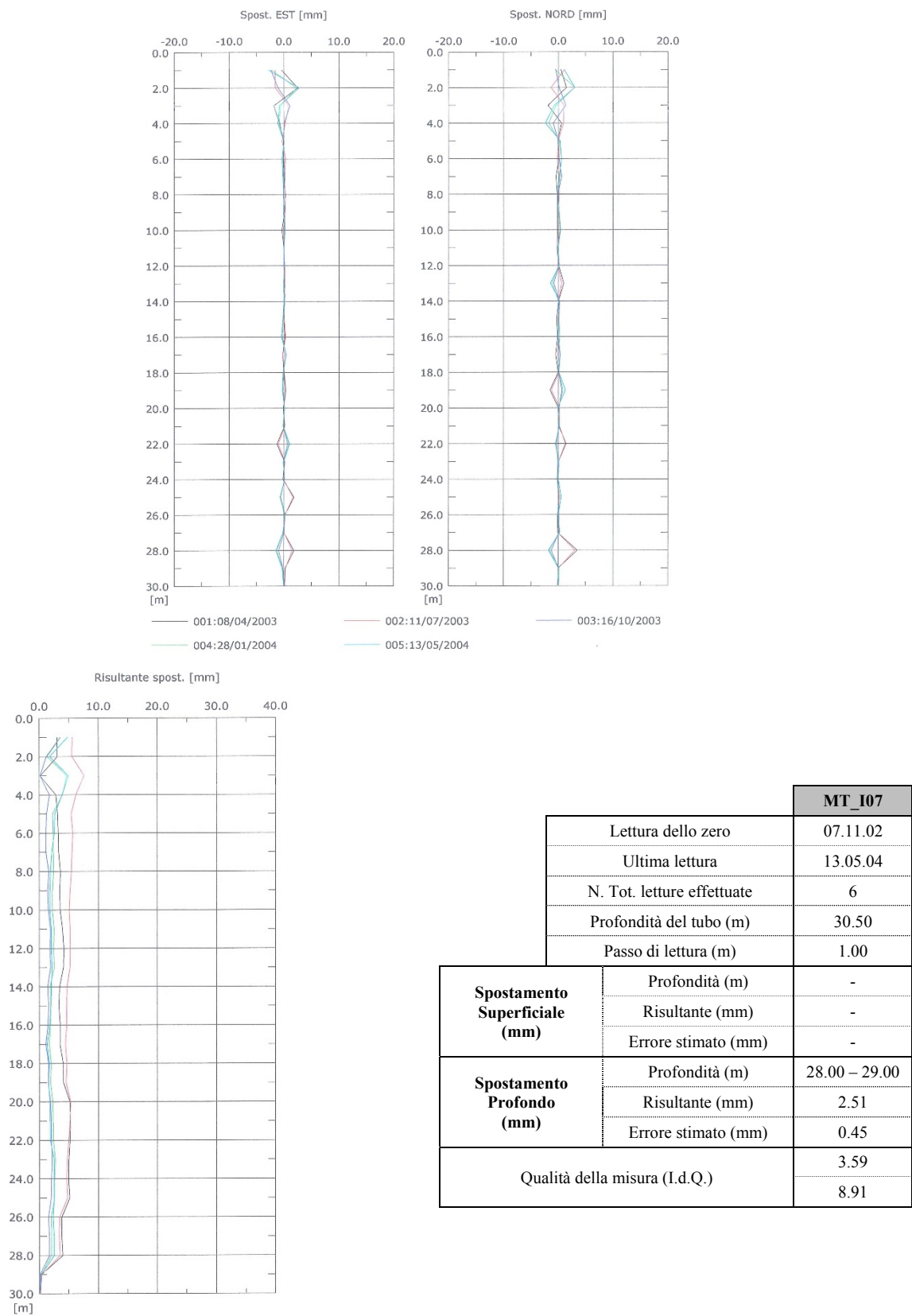
Fig. 2.5.3.1.2 Grafici degli spostamenti MT_I01 (zero del 15.10.2003 Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todi

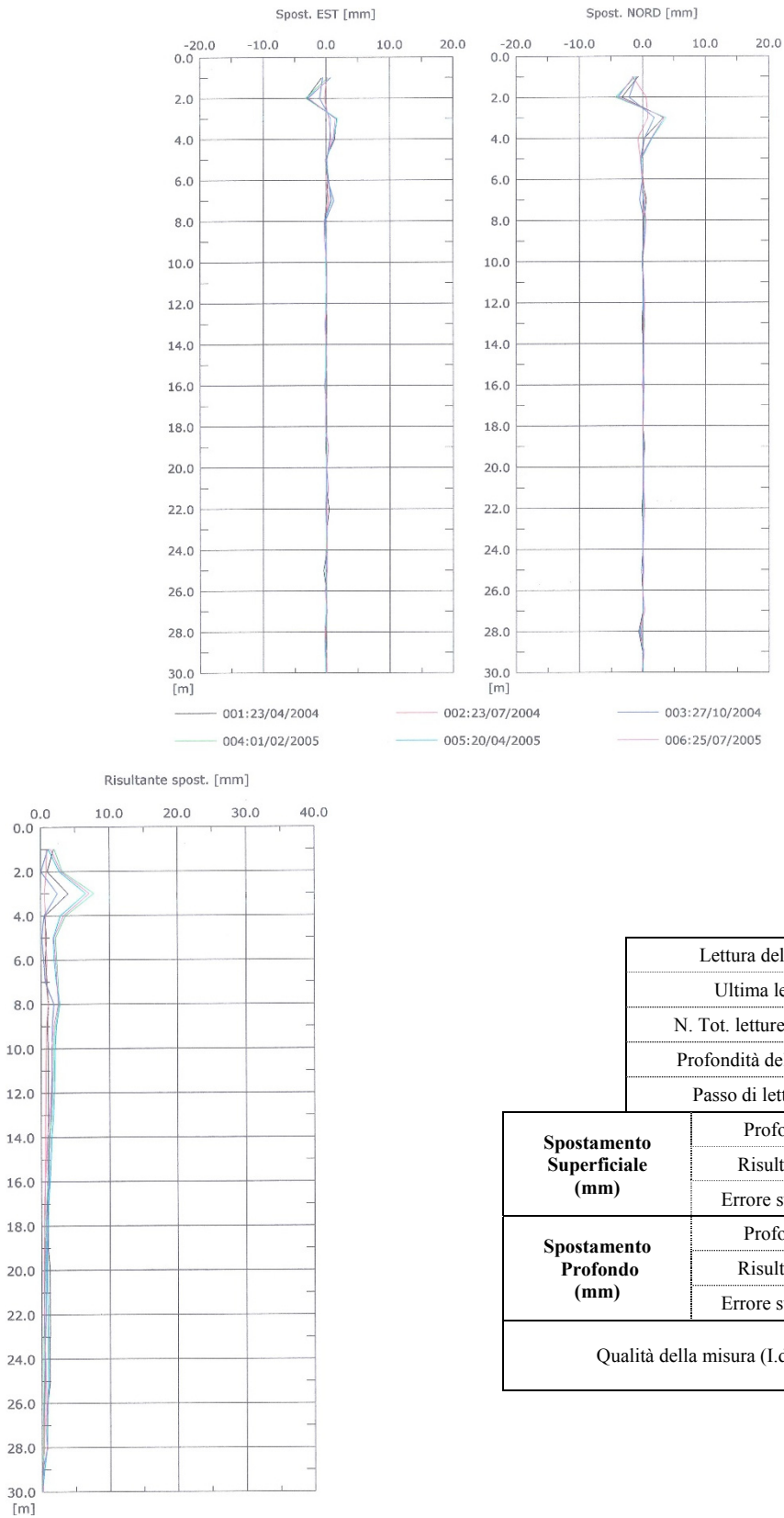


pag. 309 di 356

Inclinometro MT I07

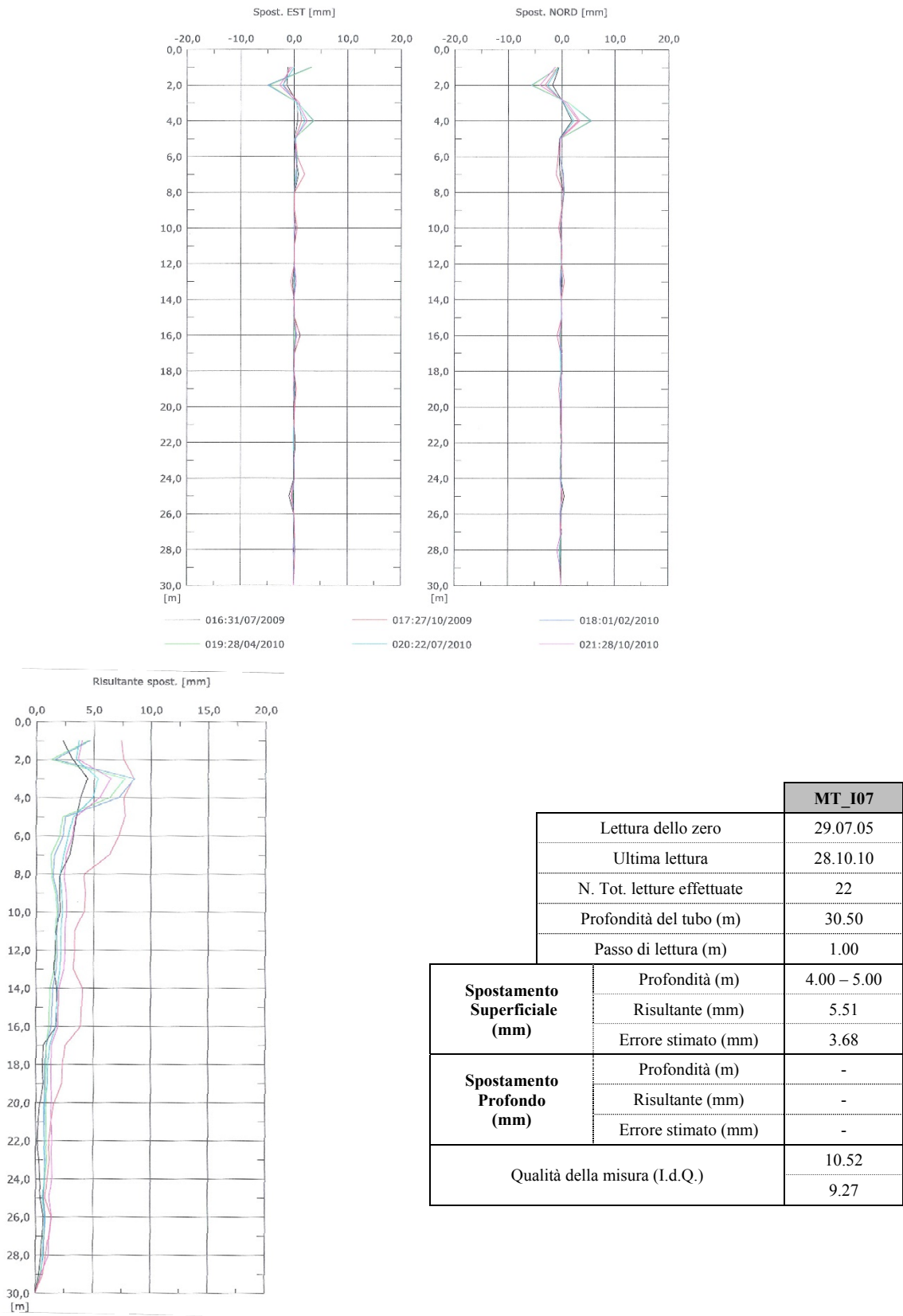
Questo inclinometro denota solo una trascurabile deformazione alla profondità di 4 metri circa.





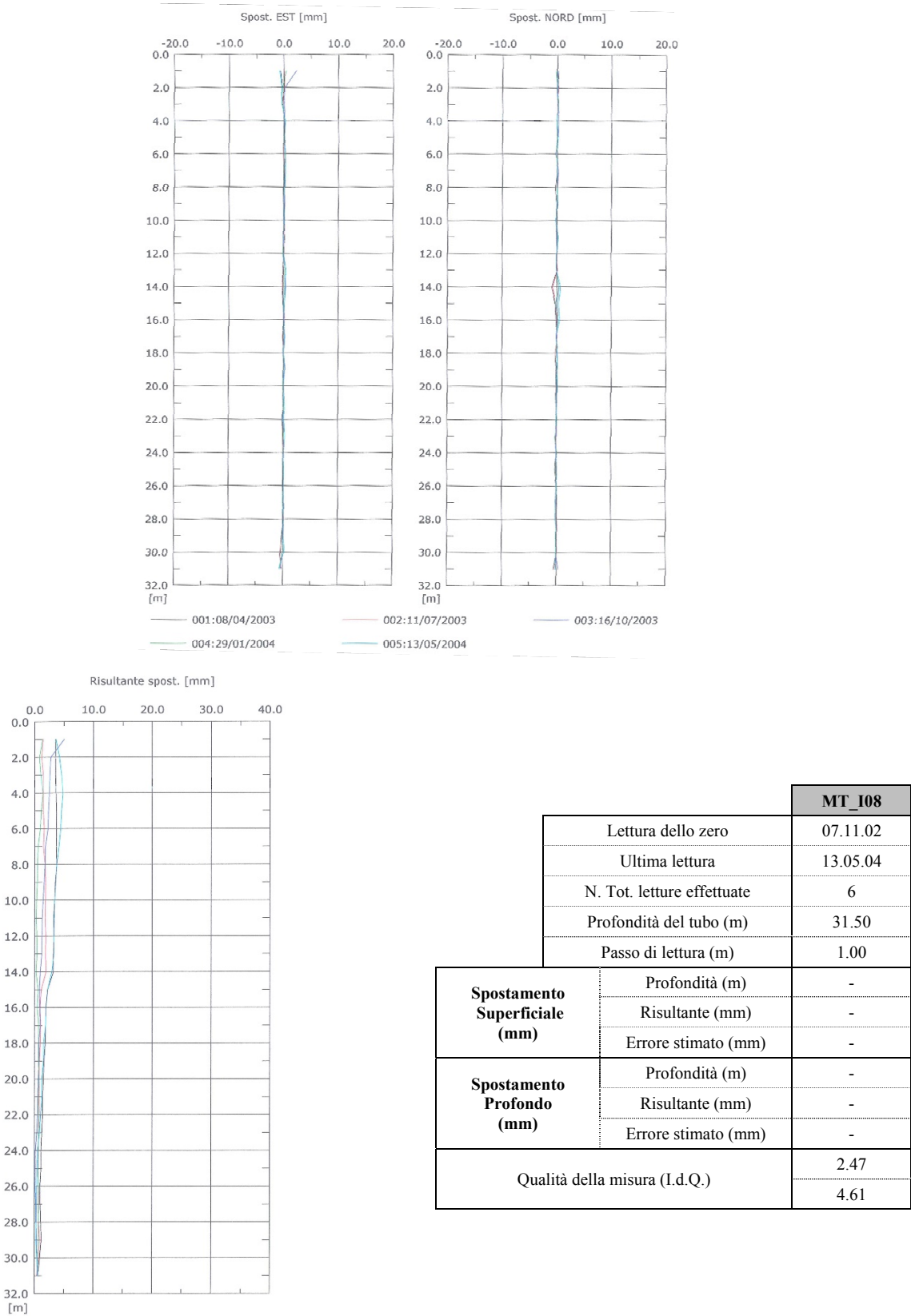
		MT_I07
	Letture dello zero	16.10.03
	Ultima lettura	25.07.05
	N. Tot. letture effettuate	7
	Profondità del tubo (m)	30.50
	Passo di lettura (m)	1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	3.00 – 4.00
	Risultante (mm)	7.07
	Errore stimato (mm)	3.80
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		10.02
		10.81

Fig. 2.5.3.1.5 Grafici degli spostamenti MT_I07 (zero del 16.10.2003 Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todì



Inclinometro MT I08

L’inclinometro no denota deformazioni apprezzabili per tutta la lunghezza; occorrerebbe un filtraggio dei dati.



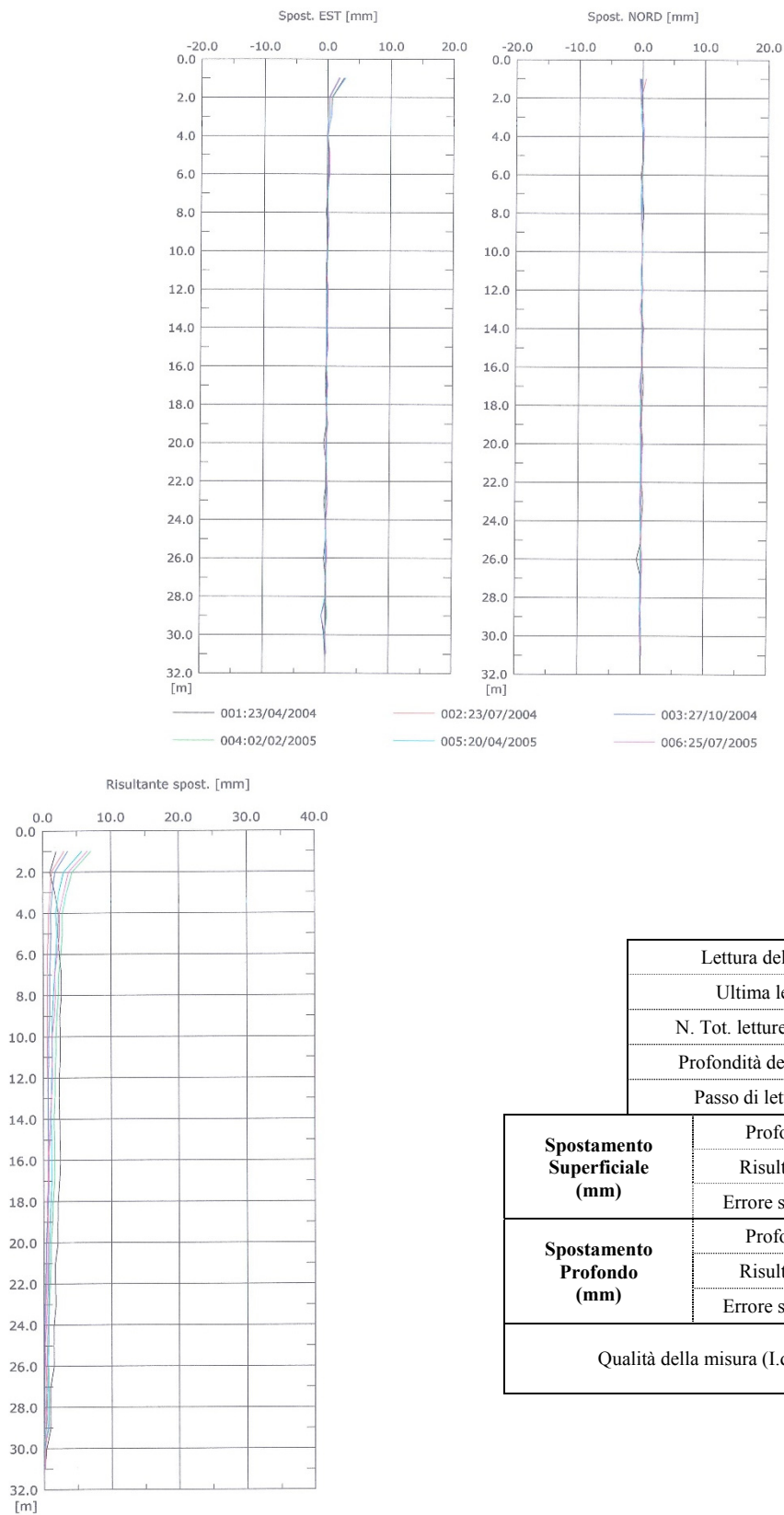
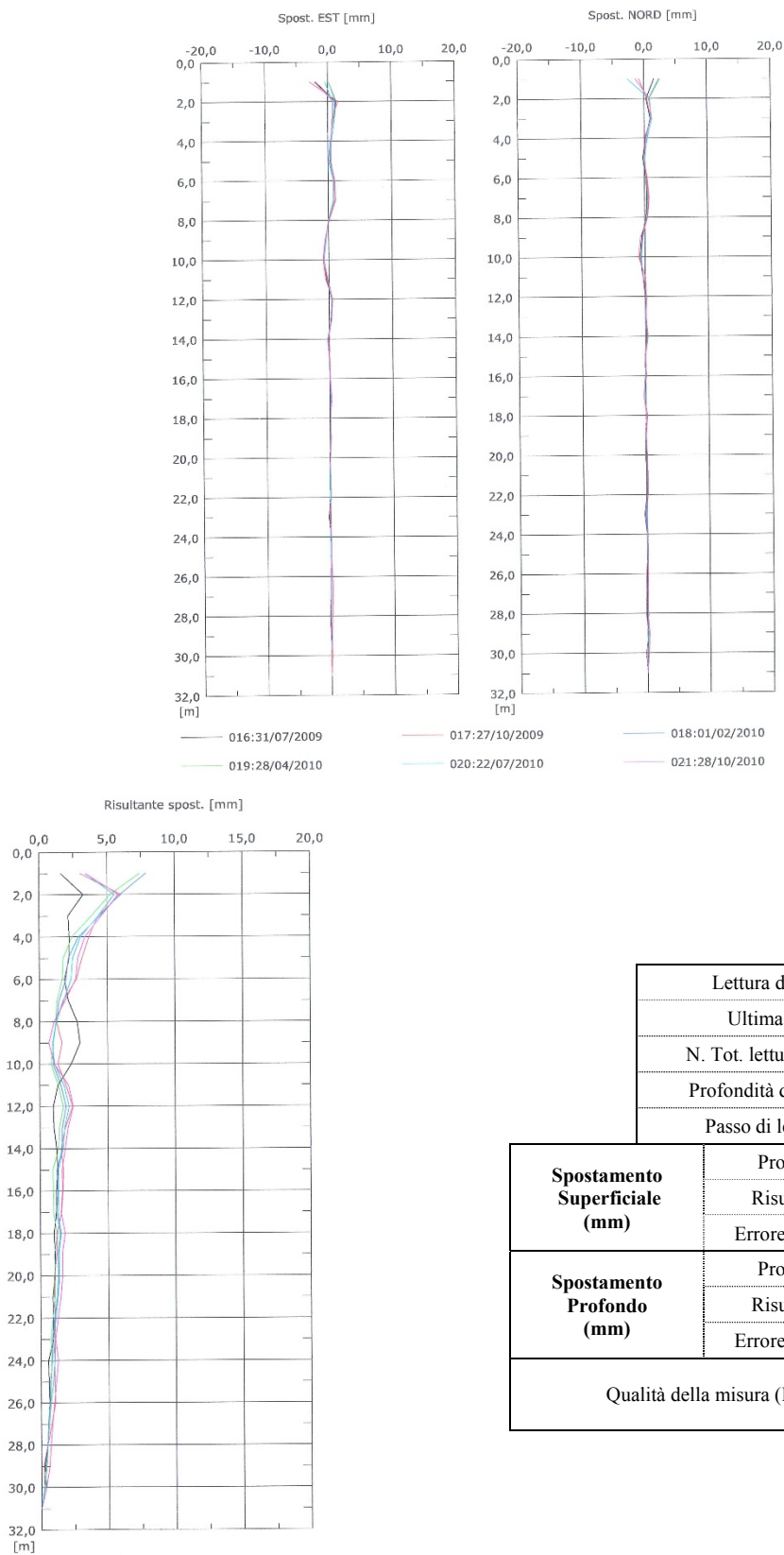


Fig. 2.5.3.1.8 Grafici degli spostamenti MT_I08 (zero del 16.10.2003 Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todi



		MT_108
	Letture dello zero	29.07.05
	Ultima lettura	28.10.10
	N. Tot. letture effettuate	22
	Profondità del tubo (m)	31.50
	Passo di lettura (m)	1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		19.51
		4.53

Fig. 2.5.3.1.9 Grafici degli spostamenti MT_I08 (zero del 29.07.2005 Lettura N. 21 del 28.10.2010) Fonte: Comune di Todi

Inclinometro MT I09

Non sono apprezzabili le deformazione nel periodo di osservazione salvo che nei primi metri peraltro contenute.

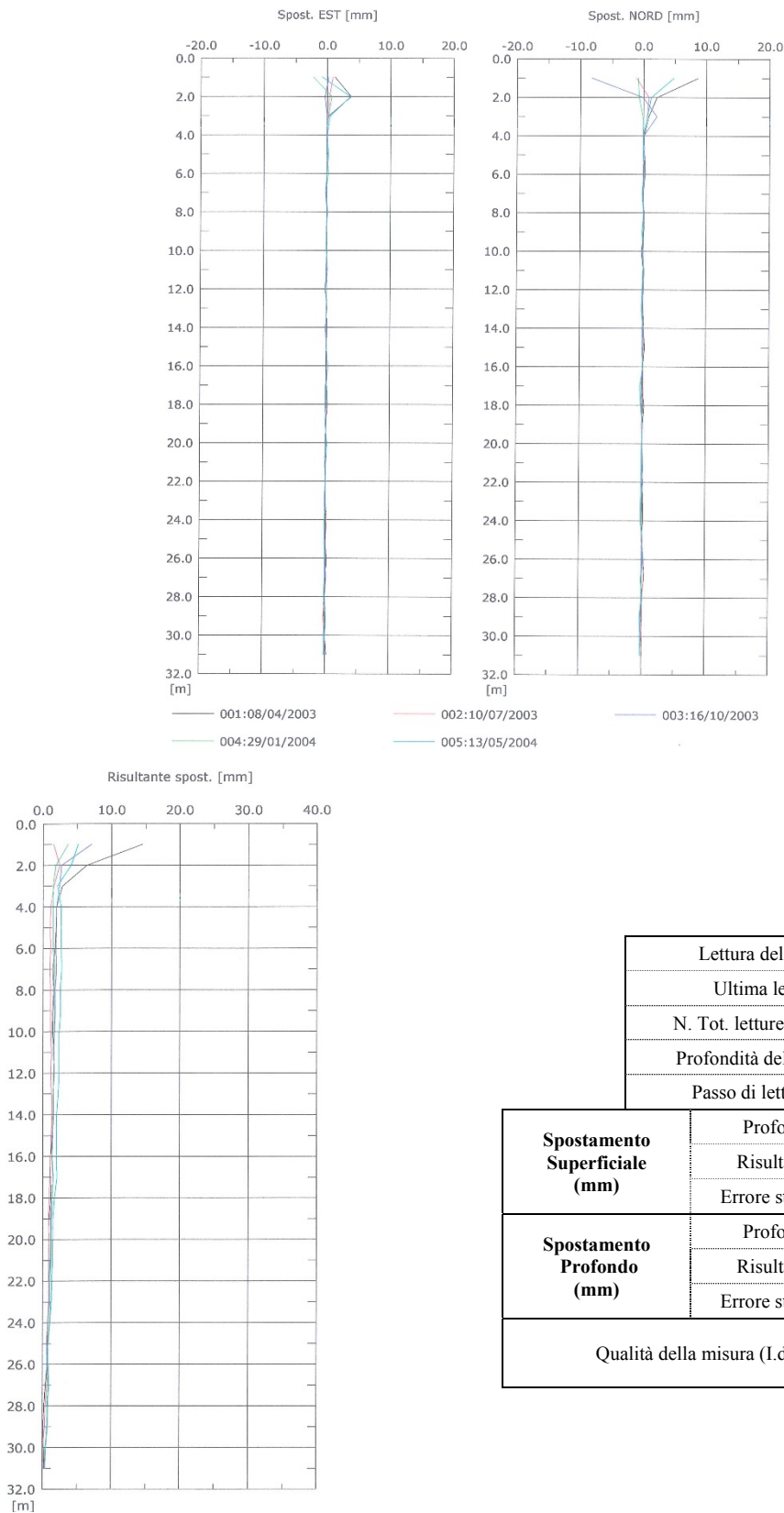


Fig. 2.5.3.1.10 Grafici degli spostamenti MT_I09 (zero del 07.11.2002 Lettura N. 5 del 13.05.2004) Fonte: Comune di Todì

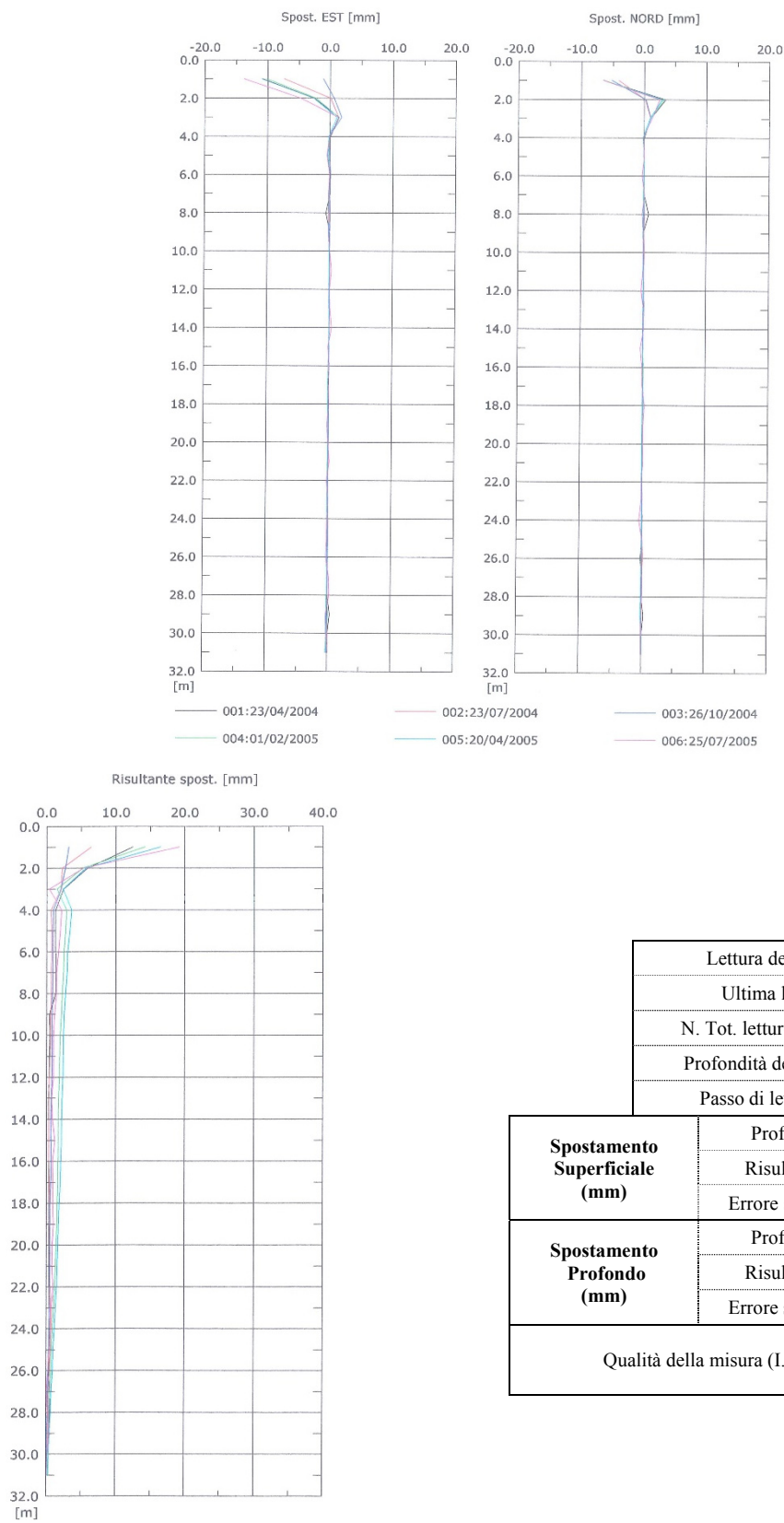
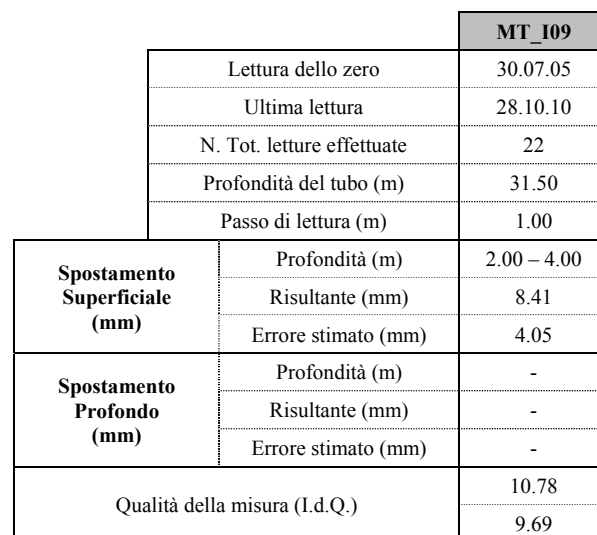
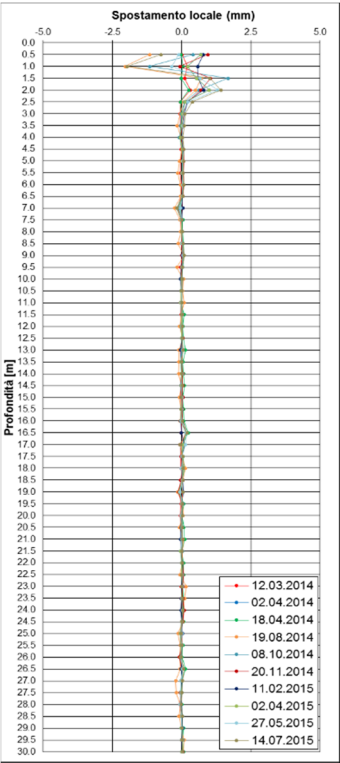


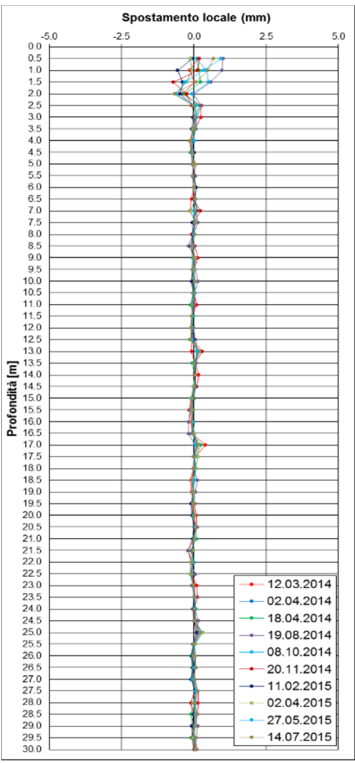
Fig. 2.5.3.1.11 Grafici degli spostamenti MT_I09 (zero del 16.10.2003 Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todi



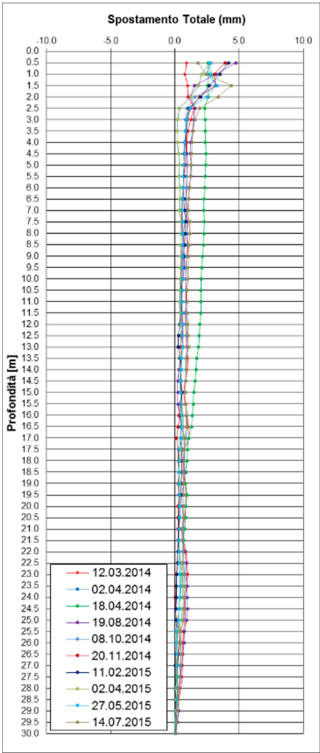
V01 MONITORAGGIO TODI



GUIDA A1 - A3

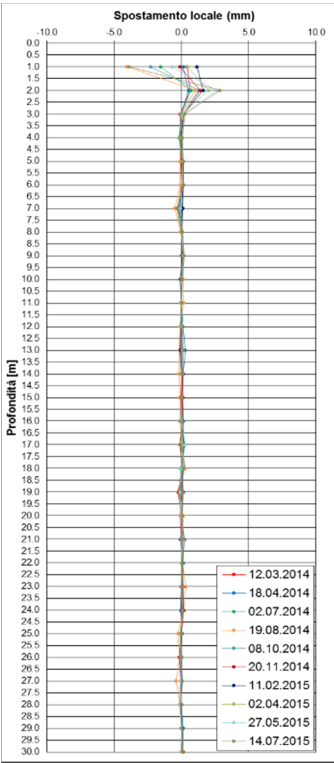


GUIDA B1 - B3

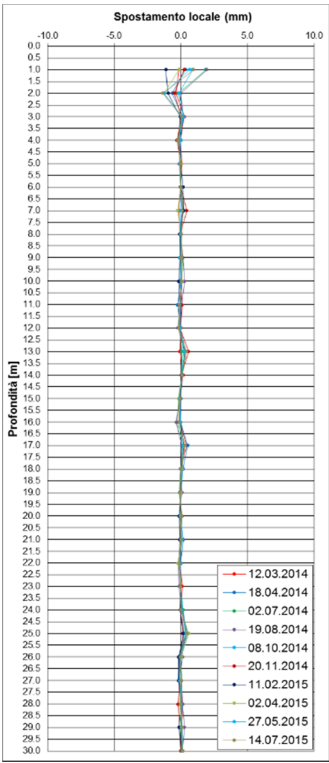


		MT_I09
Lettura dello zero		13.01.14
Ultima lettura		14.07.15
N. Tot. letture effettuate		11
Profondità del tubo (m)		31.50
Passo di lettura (m)		0.50
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	1.50 – 3.00
	Risultante (mm)	4.40
	Errore stimato (mm)	7.72
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		-
		-

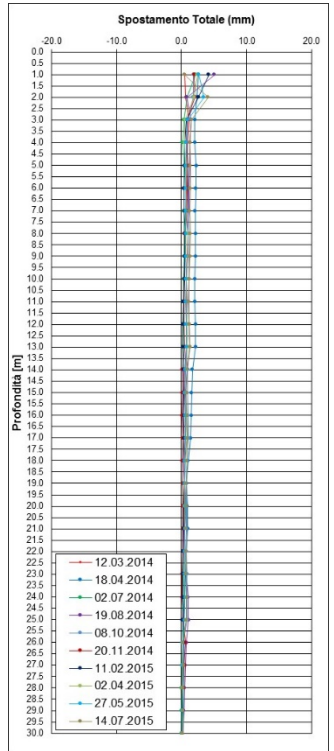
Fig. 2.5.3.1.13 Grafici degli spostamenti MT_I09 (zero del 13.01.2014 Lettura N. 10 del 14.07.2015) Passo di lettura: 0,5 m
Fonte: Regione dell'Umbria



GUIDA A1 - A3



GUIDA B1 - B3

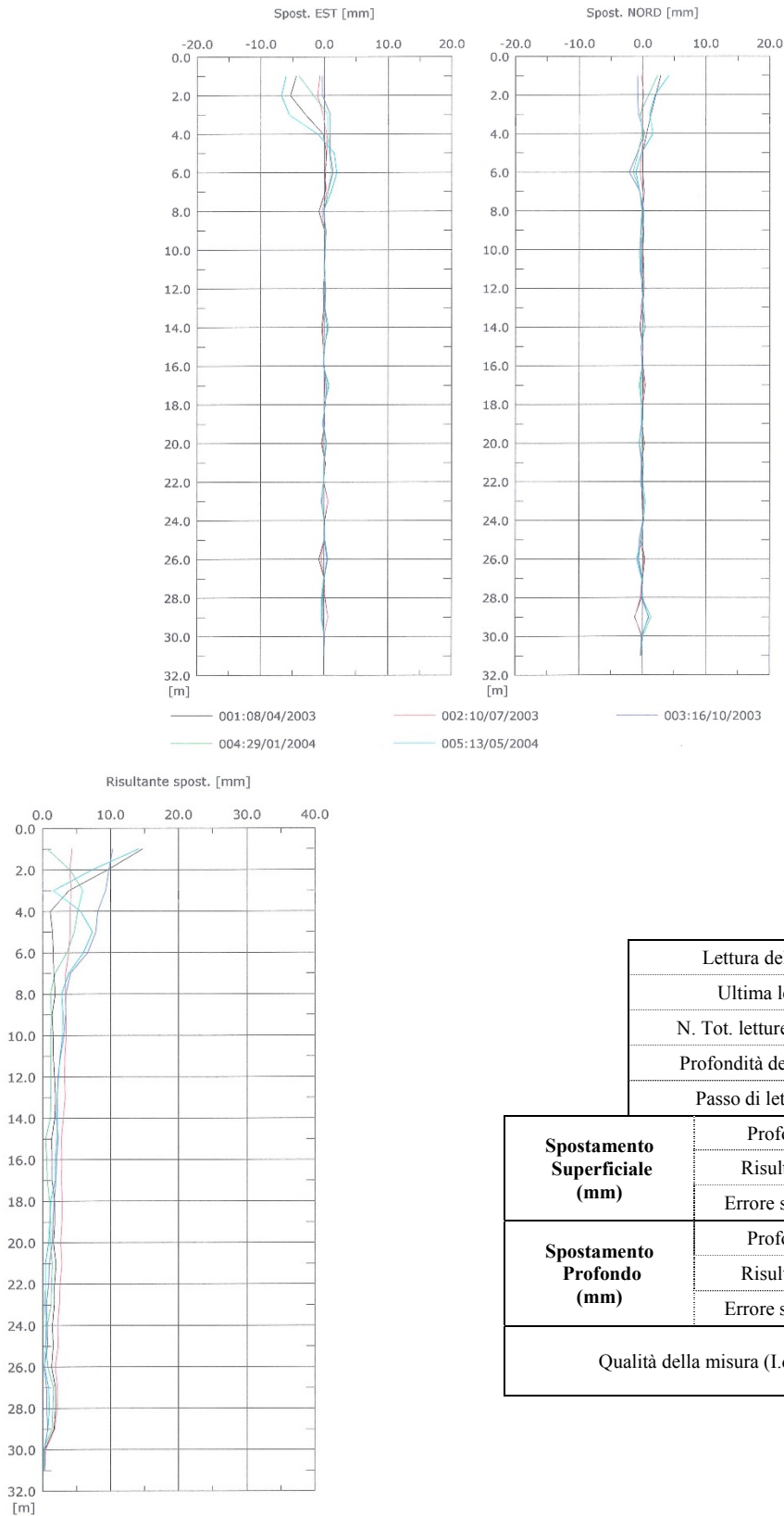


		MT_109
Lettura dello zero		13.01.14
Ultima lettura		14.07.15
N. Tot. letture effettuate		11
Profondità del tubo (m)		31.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	2.00 – 3.00
	Risultante (mm)	4.09
	Errore stimato (mm)	4.05
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		-
		-

Fig. 2.5.3.1.14 Grafici degli spostamenti MT_109 (zero del 13.01.2014 Lettura N. 10 del 14.07.2015) Passo di lettura: 1 m
Fonte: Regione dell'Umbria

Inclinometro MT I10

Sono presenti deformazioni modeste che peraltro raggiungono il valore di 4 cm in sommità.



MT_I10		
Lettura dello zero		07.11.02
Ultima lettura		13.05.04
N. Tot. letture effettuate		6
Profondità del tubo (m)		31.50
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.00 – 8.00
	Risultante (mm)	6.01
	Errore stimato (mm)	3.55
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		2.42
		11.10

Fig. 2.5.3.1.15 Grafici degli spostamenti MT_I10 (zero del 07.11.2002 Lettura N. 5 del 13.05.2004) Fonte: Comune di Todi

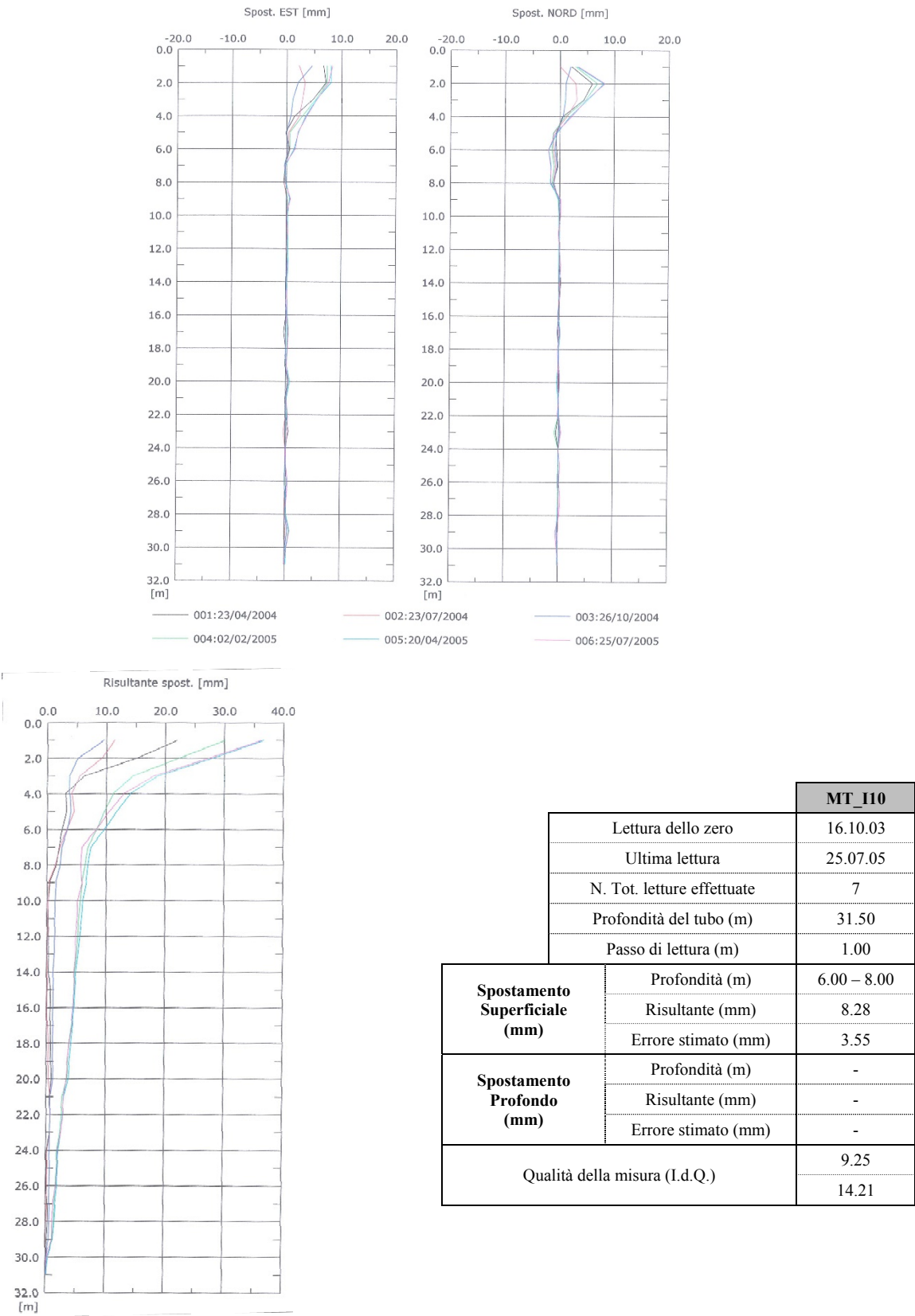
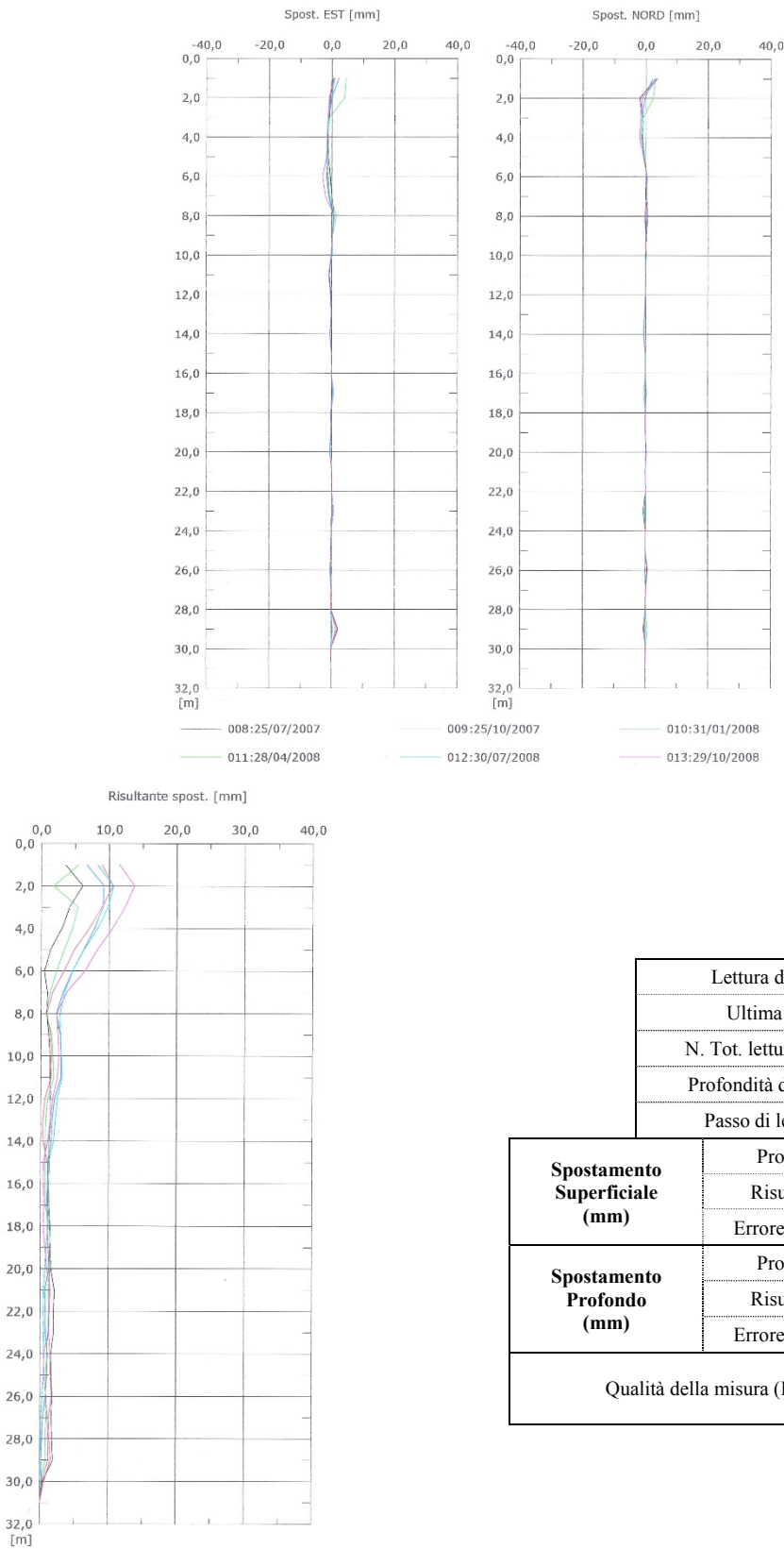


Fig. 2.5.3.1.16 Grafici degli spostamenti MT_I10 (zero del 16.10.2003 Lettura N. 6 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todi



		MT_I10	
		Lettura dello zero	30.07.05
		Ultima lettura	29.10.08
		N. Tot. letture effettuate	14
		Profondità del tubo (m)	31.50
		Passo di lettura (m)	1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	6.00 – 8.00	
	Risultante (mm)	6.44	
	Errore stimato (mm)	3.55	
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-	
	Risultante (mm)	-	
	Errore stimato (mm)	-	
Qualità della misura (I.d.Q.)		18.93	
		19.98	

Fig. 2.5.3.1.17 Grafici degli spostamenti MT_I10 (zero del 30.07.2005 Lettura N. 13 del 29.10.2008) Fonte: Comune di Todi

2.5.3.2 Misure piezometriche

Le misure piezometriche sono state eseguite dalla società SGA di Perugia. Al fine di illustrare l'andamento del livello statico della falda il periodo di monitoraggio di seguito sono riportati in grafico i valori misurati in funzione del tempo. Sono, anche, riportati in grafico i dati pluviometrici rilevati dalla stazione ufficiale della zona (Todi) disponibili mediante il sito web del Servizio Idrografico della Regione Umbria.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi delle caratteristiche dei singoli piezometri e il valore della quota piezometrica iniziale e finale relativo al periodo di osservazione.

Tabella 2.5.3.2.1 – Misure piezometriche della zona Pendio Mattatoio – Piezometri Casagrande
(Fonte: Comune di Todi)

Cod.	Nuovo Codice	Tipo	Anno installazione	Anno prima lettura	Quota assoluta (m.s.l.m)	Profondità tubo (m)	Quota installaz. (m)	Livello statico (m. da p.c.)		Stato strumento (Rapporto Dicembre 2010)
								Prima Lettura	Ultima Lettura	
72	MA_72a_cc	CC	1991	2002	329.85			14.70	ostr.	ostruito (14.70) 12/10/2009
	MA_72b_cc	CC	1991	2002	329.85			15.85	falda ass.	in esercizio
78	MA_78a_c	CC	1991	2002	311.85			6.97	ostr.	ostruito (3.68) 14/03/2009
	MA_78b_cc	CC	1991	2002	311.85			18.20	17.47	in esercizio
79	MA_79a_cc	CC	1991	2002	292.20			7.10	7.93	in esercizio
	MA_79b_c	CC	1991	2002	292.20			8.02	ostr.	ostruito (3.70) 17/04/2009

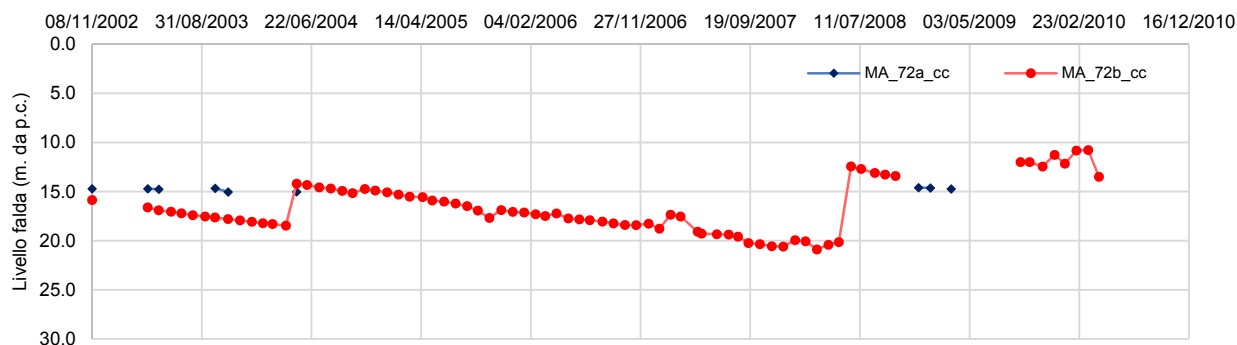
Note: con CC viene indicato il piezometro corredato con cella di misura tipo Casagrande.

Tabella 2.5.3.2.2 – Misure piezometriche della zona Pendio Mattatoio – Piezometri Tubo Aperto
(Fonte: Comune di Todi)

Cod.	Nuovo Codice	Tipo	Anno installazione	Anno prima lettura	Quota assoluta (m.s.l.m)	Profondità tubo (m)	Quota installaz. (m)	Livello statico (m. da p.c.)		Stato strumento (Rapporto Dicembre 2010)
								Prima Lettura	Ultima Lettura	
69	MA_69_ta	TA	1985	2002	333.66			falda ass.	ostr.	ostruito (19.00) 12/10/2009
71	MA_71_ta	TA	1985	2002	330.39			24.55	13.75	in esercizio
74	MA_74_ta	TA	1985	2002	328.79			29.05	falda ass.	in esercizio
76	MA_76_ta	TA	1985	2002	327.07			10.80	2.77	in esercizio

Note: con TA viene indicato il piezometro a Tubo Aperto.

MA_72_cc



MA_78_cc

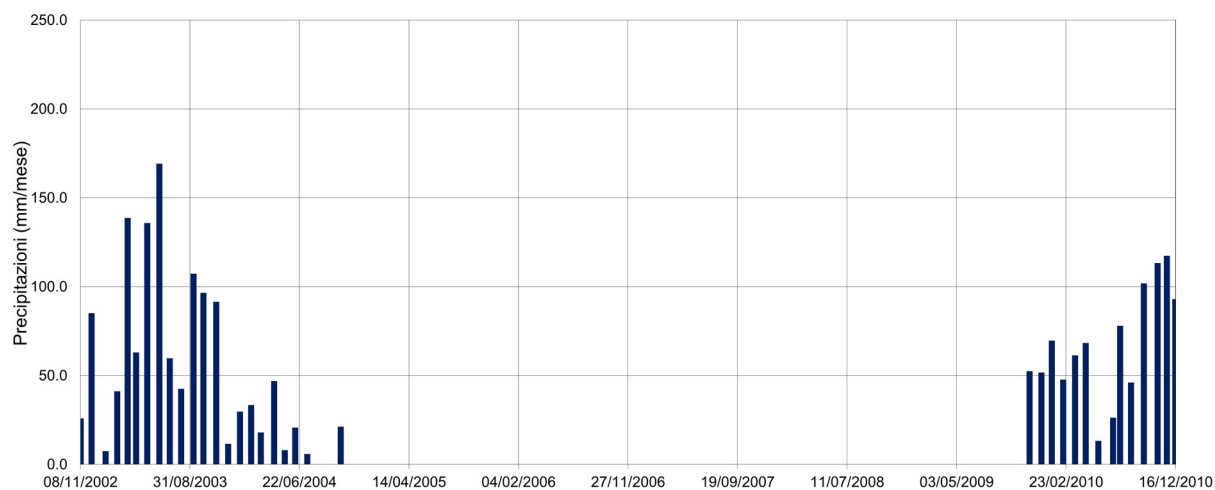
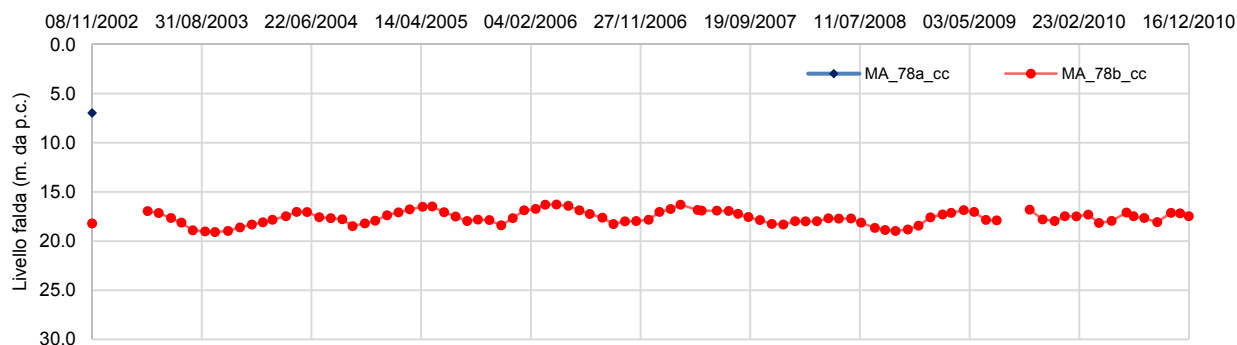


Fig. 2.5.3.2.1 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendio Mattatoio

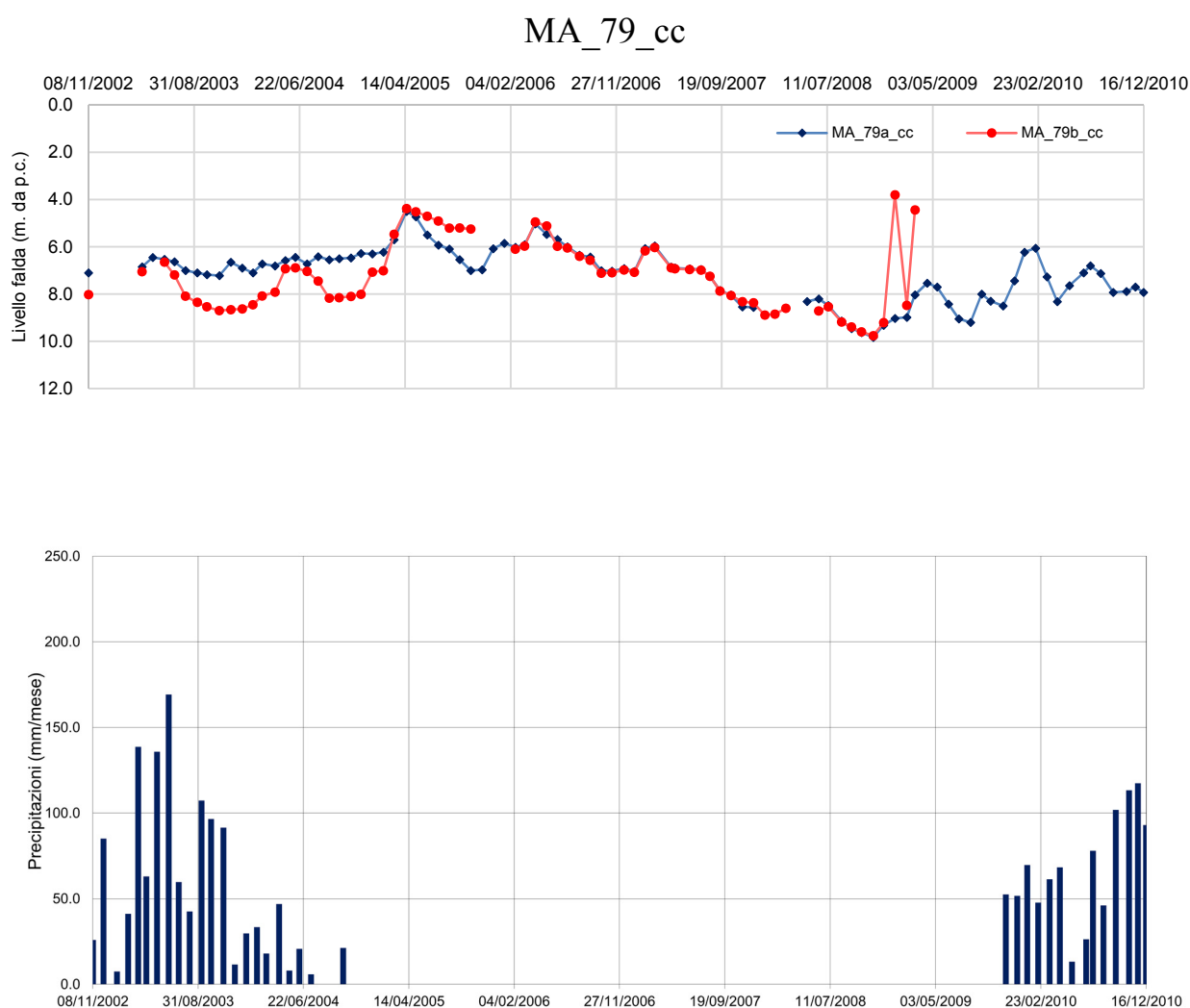
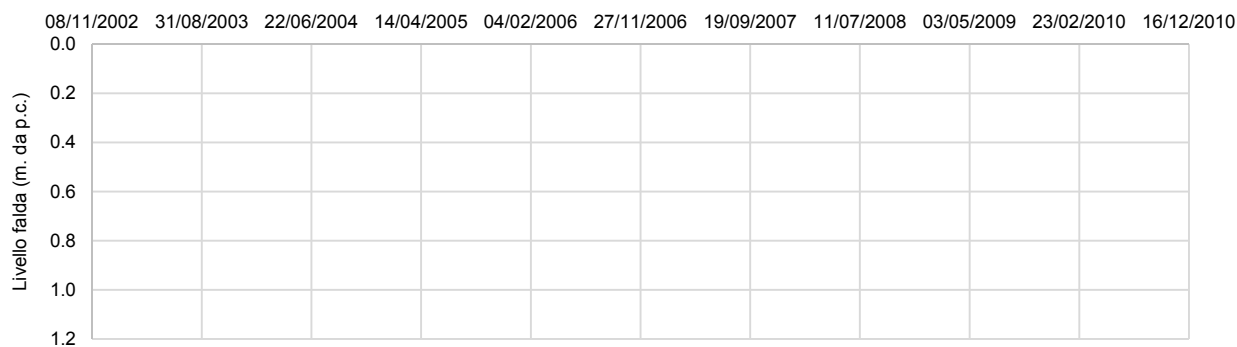


Fig. 2.5.3.2.2 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Pendio Mattatoio

MA_69_ta



MA_71_ta

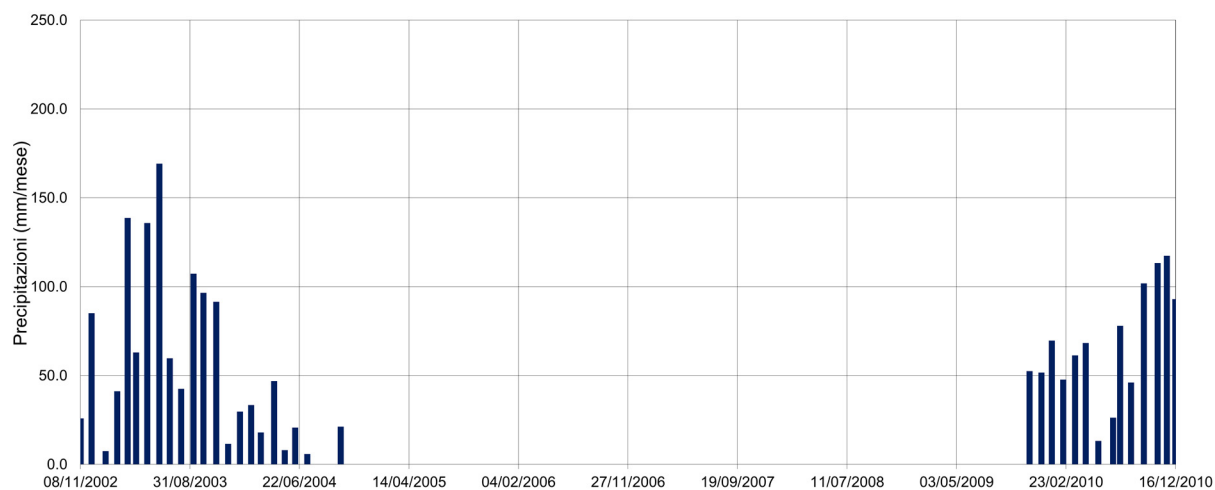
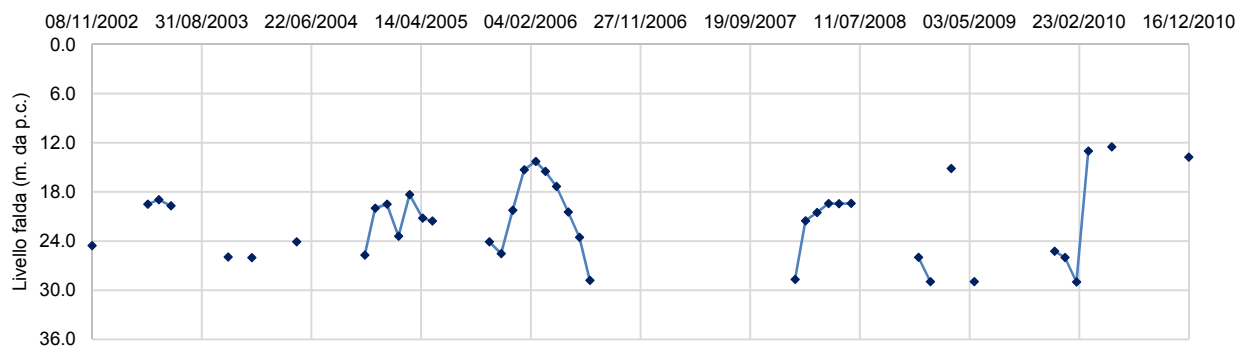
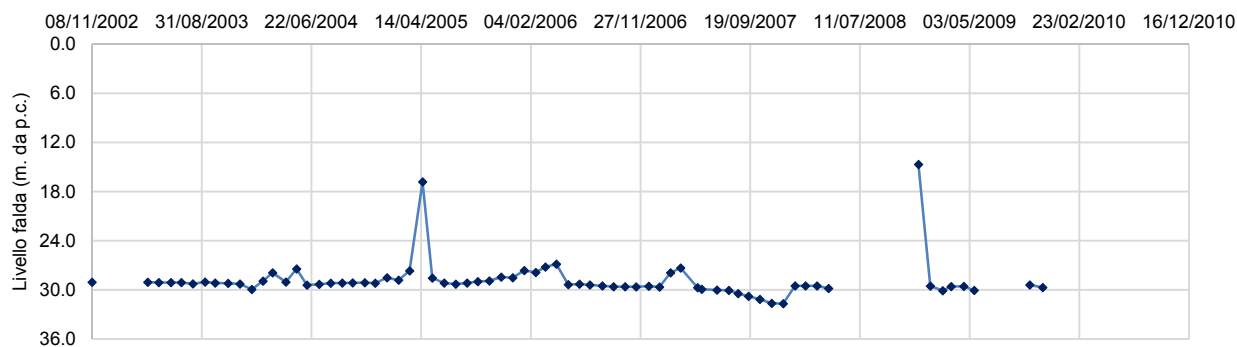


Fig. 2.5.3.2.3 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Pendio Mattatoio

MA_74_ta



MA_76_ta

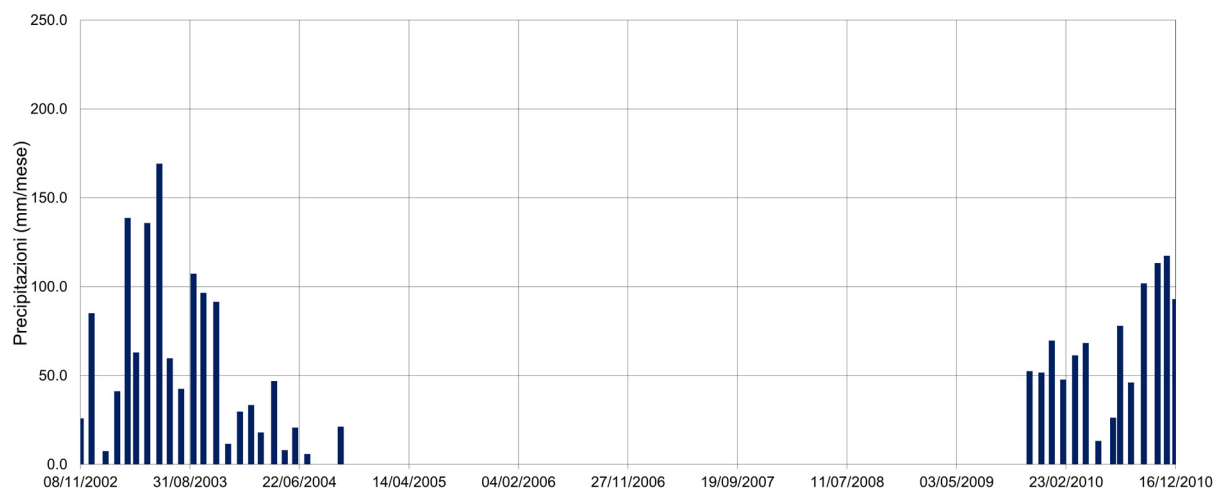
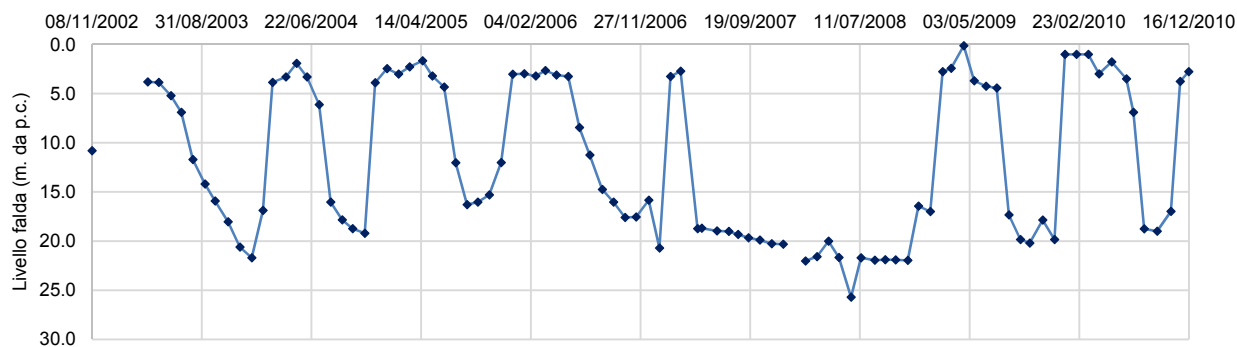


Fig. 2.5.3.2.4 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Pendio Mattatoio

2.5.3.3 Caposaldi topografici

Dall'analisi della cartografia disponibile, la zona in esame risulta essere l'unica delle 4 aree strumentate ad essere interessata dalla presenza di 63 sulla totalità di 84 Caposaldi topografici distribuiti nell'intera area appartenente al Centro Storico del Comune di Todi. Nella figura che segue viene riportata la corretta ubicazione della strumentazione in esame, evidenziata da un quadrante circoscrivente la Zona Pendio Mattatoio.

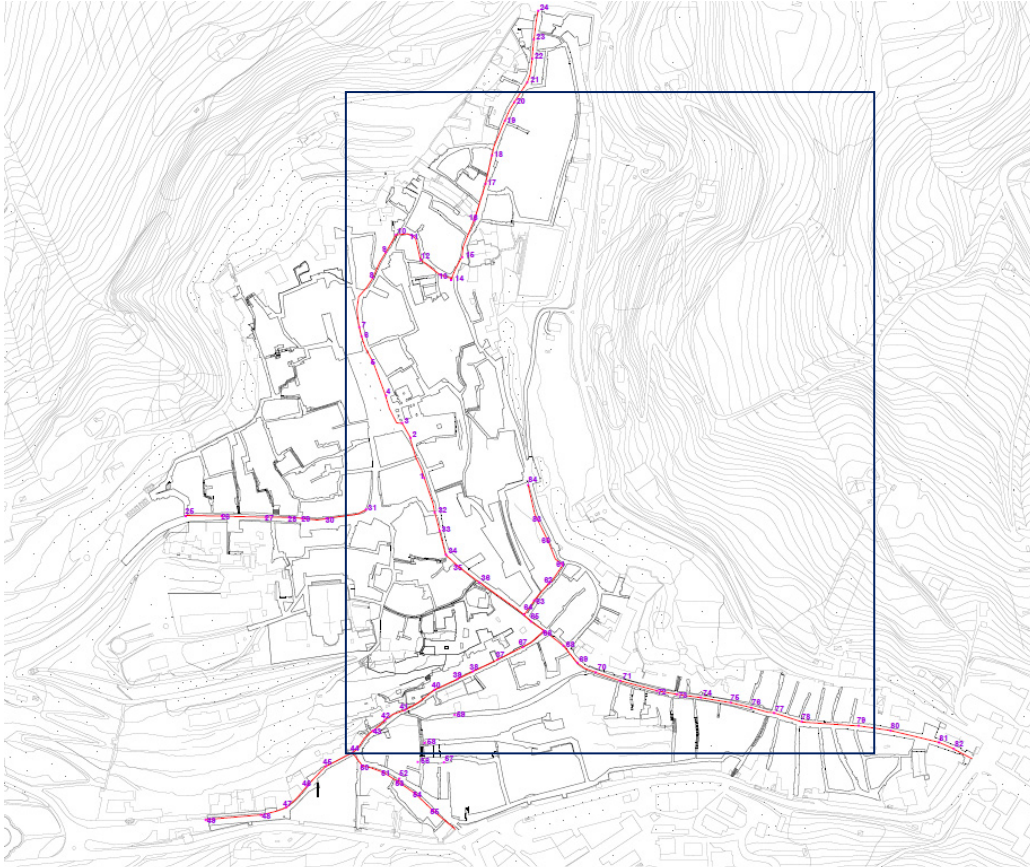


Fig. 2.5.3.3 – Todi Località **Pendio Mattatoio**: Caposaldi Topografici

Tabella 2.5.3.3.1 Caposaldi topografici della zona Pendio Mattatoio - Ubicazione

Area	Nuovo Codice
Nord – Ovest	MT_C8, MT_C9, MT_C10, MT_C11, MT_C12, MT_C13, MT_C14, MT_C15, MT_C16, MT_C17, MT_C18, MT_C19, MT_C20
Centro	MT_C1, MT_C2, MT_C3, MT_C4, MT_C5, MT_C6, MT_C7, MT_C31, MT_C32, MT_C33, MT_C34, MT_C35, MT_C36, MT_C37, MT_C38, MT_C39, MT_C60, MT_C61, MT_C62, MT_C63, MT_C64, MT_C65, MT_C66, MT_C67, MT_C68, MT_C69, MT_C70, MT_C71, MT_C83, MT_C84
Sud – Ovest	MT_C40, MT_C41, MT_C42, MT_C43, MT_C50, MT_C51, MT_C52, MT_C53, MT_C56, MT_C57, MT_C58, MT_C59
Sud – Est	MT_C72, MT_C73, MT_C74, MT_C75, MT_C76, MT_C77, MT_C78, MT_C79

2.5.4 Zona - Fosso Picchiarato

In questa zona la strumentazione è stata installata nell'anno 2003 e consiste in 2 tubi inclino metrici, 3 piezometri a tubo aperto e 3 piezometri provvisti di cella di misura di tipo Casagrande. La posizione della strumentazione è riportata nella figura 2.5.4.1.

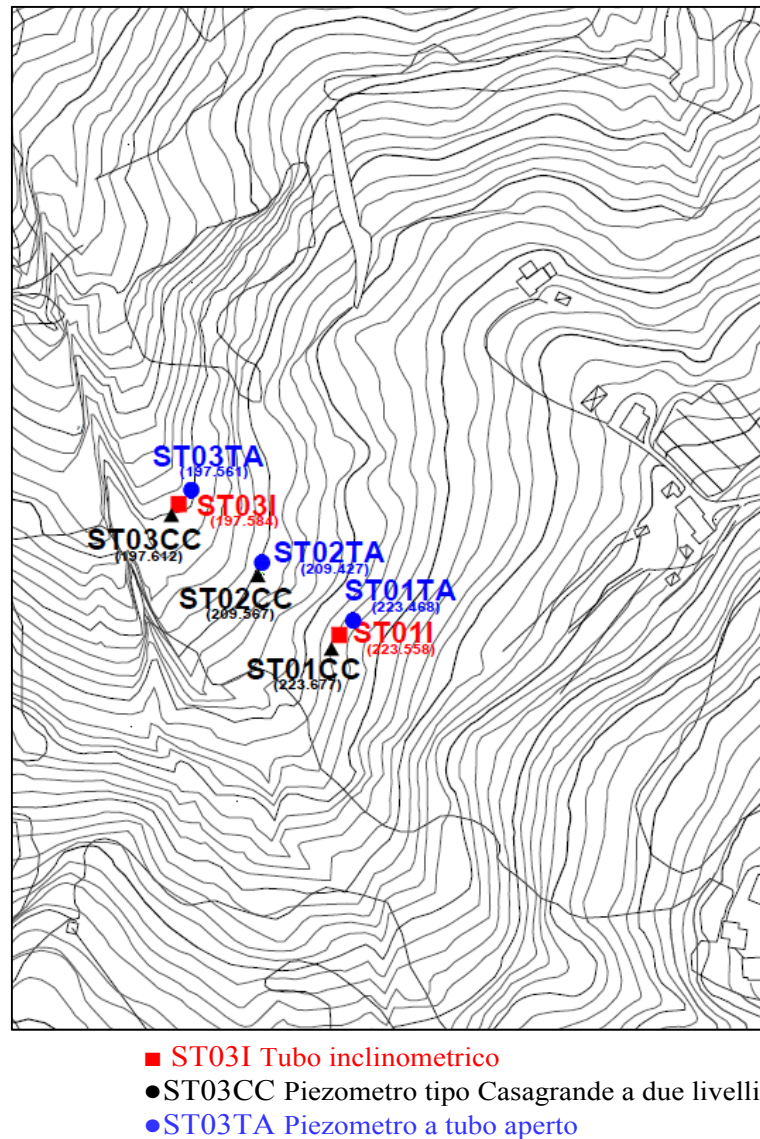


Fig. 2.5.4.1 – Todi Località **Fosso Picchiarato**: Ubicazione della strumentazione

Come per le altre zone alcuni strumenti sono andati fuori uso e l'attuale quadro della strumentazione in esercizio e riportata nella tabella 2.5.5.1 di seguito riportata.

Tabella 2.5.4.1 – Strumentazione geotecnica complessiva – Zona Fosso Picchiarato
 Stato di Funzionamento (Fonte: Comune di Todi - Regione Umbria)

Tipologia	N. Totale	Stato di funzionamento				
		In esercizio	Interrotto / Danneggiato	Ostruito	Parzialmente in esercizio	No info
Tubi Inclinometrici	2	1	1			
Piezometri Casagrande	3	2				1
Piezometri Tubo Aperto	3	3				

2.5.4.1 Misure inclinometriche

Di seguito si riporta il quadro complessivo dei tubi inclinometri presenti nella zona indicando, per ciascuno le principali caratteristiche. Come già evidenziato per la zona San Raffale, il monitoraggio inclinometrico riporta esclusivamente informazioni estratte dalle relazioni del Comune di Todi.

Tabella 2.5.4.1.1– Caratteristiche degli inclinometri della zona Fosso Picchiarato

Tubo N.	Nuovo Codice	Prof.	Quota assoluta (m.s.l.m.)	Azimut da Nord		Letture di zero		Letture N°	Fonte	Passo di lettura (m)
ST01I	PC_I01	20.00	223.56	+20°		21.07.2004	29.07.2005	5+14	Comune di Todi	1
ST03I	PC_I03	15.00	197.58	-8°		21.07.2004	29.07.2005	5+22	Comune di Todi	1

Note: Si sono eseguite n. 2 letture di zero.

Tabella 2.5.4.1.2– Letture inclinometriche della zona Fosso Picchiarato

(Fonte: Comune di Todi)

Nuovo Codice	Profondità (m.)	Letture di zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)	4° lettura (data)	Nuovo Zero (data)	1° lettura (data)	2° lettura (data)	3° lettura (data)
PC_I01	20.00	21.07.2004	27.10.2004	01.02.2005	20.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	29.10.2005	28.01.2006	27.04.2006
PC_I03	15.00	21.07.2004	27.10.2004	01.02.2005	20.04.2005	25.07.2005	29.07.2005	29.10.2005	28.01.2006	27.04.2006
Nuovo Codice	Profondità (m.)	4° lettura (data)	5° lettura (data)	6° lettura (data)	7° lettura (data)	8° lettura (data)	9° lettura (data)	10° lettura (data)	11° lettura (data)	12° lettura (data)
PC_I01	20.00	28.07.2006	27.10.2006	30.01.2007	02.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	31.01.2008	30.04.2008	30.07.2008
PC_I03	15.00	28.07.2006	27.10.2006	30.01.2007	02.05.2007	25.07.2007	25.10.2007	31.01.2008	30.04.2008	30.07.2008
Nuovo Codice	Profondità (m.)	13° lettura (data)	14° lettura (data)	15° lettura (data)	16° lettura (data)	17° lettura (data)	18° lettura (data)	19° lettura (data)	20° lettura (data)	21° lettura (data)
PC_I01	20.00	29.10.2008	--	--						
PC_I03	15.00	29.10.2008	29.01.2009	04.05.2009	31.07.2009	27.10.2009	01.02.2010	28.04.2010	22.07.2010	28.10.2010

Inclinometro PC I01

Oltre alla deformazione superficiale si nota anche, se pur modesta, una deformazione al momento 4,7 mm alla profondità compresa tra 10 e 11 metri.

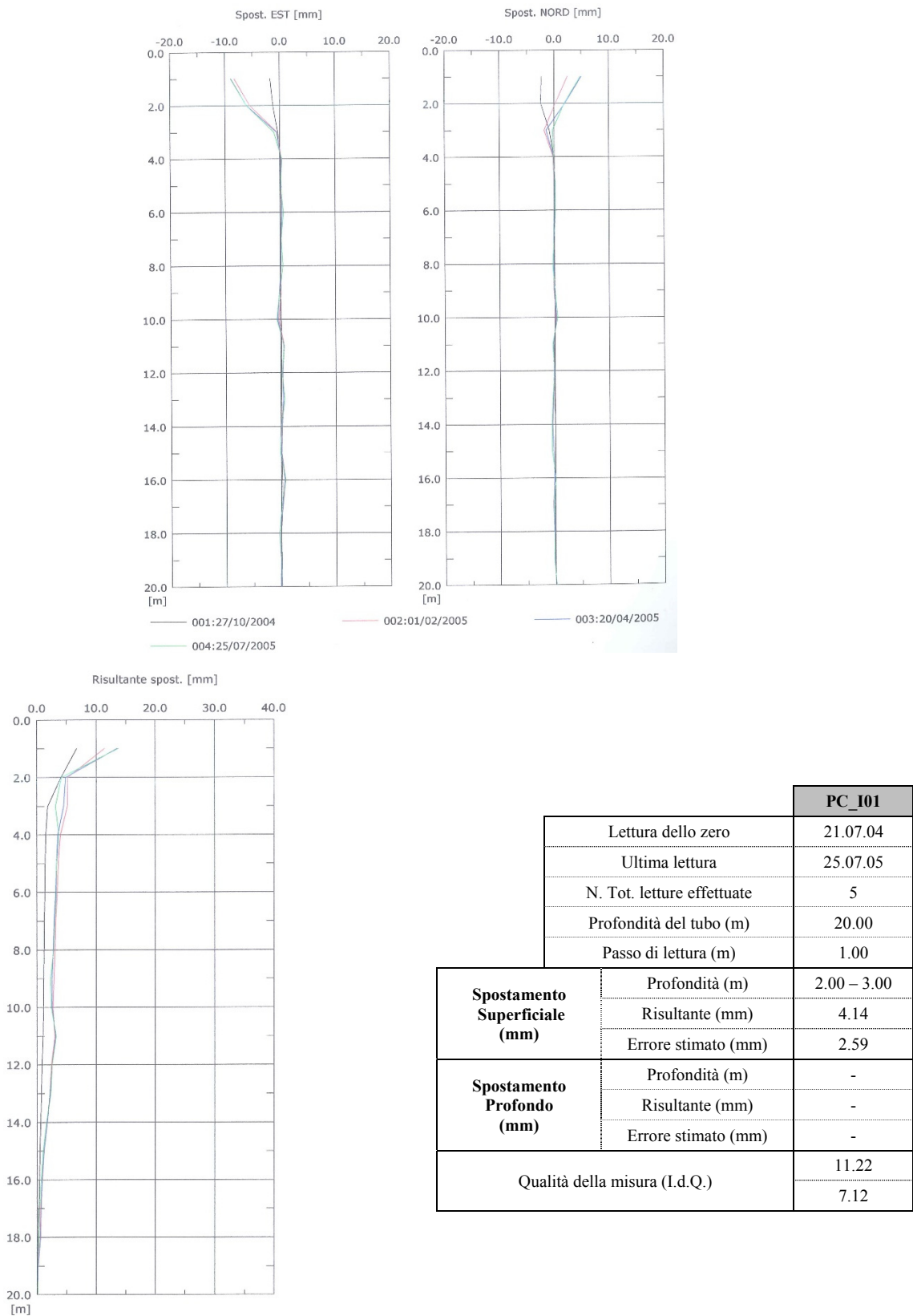
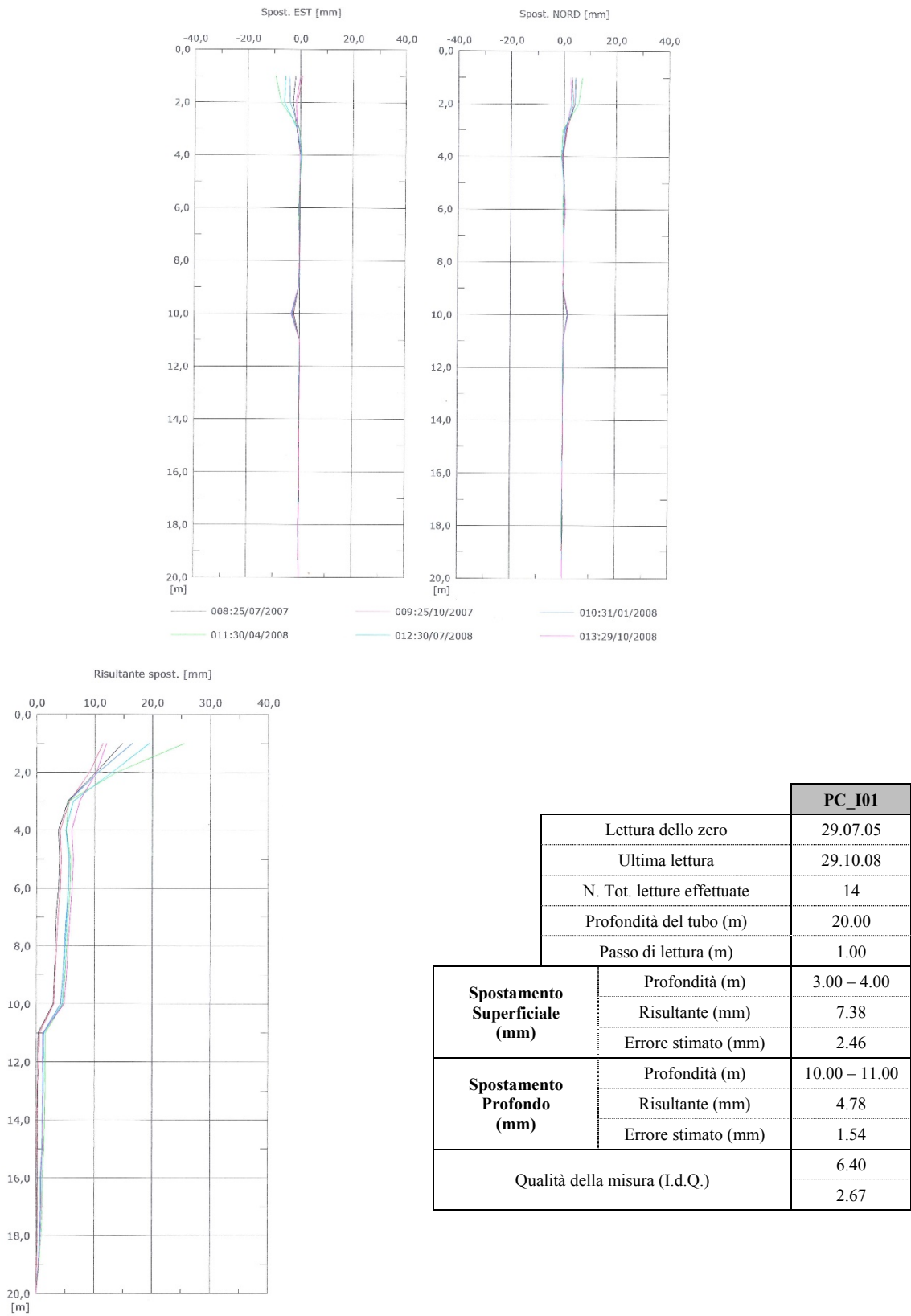
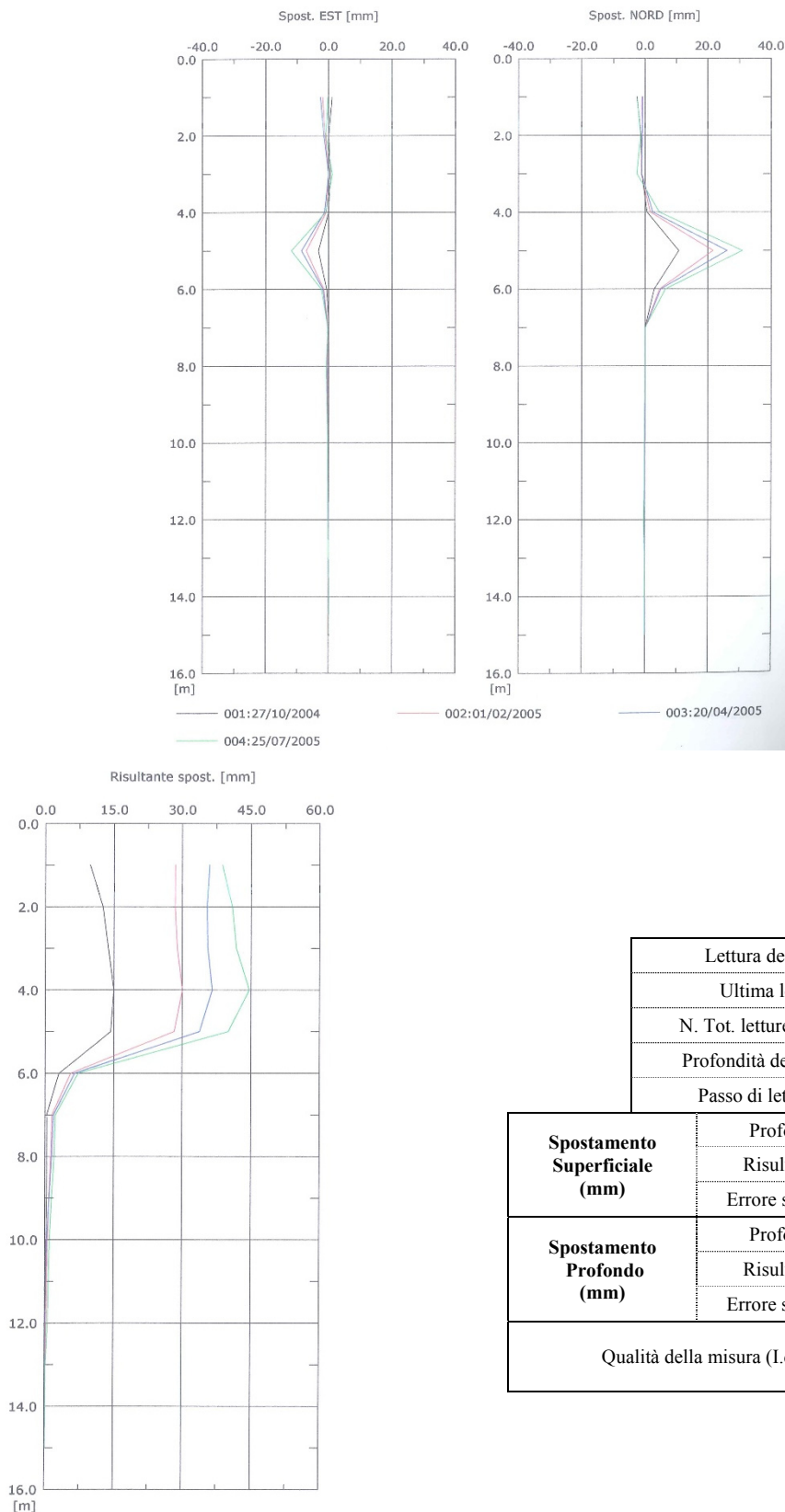


Fig. 2.5.4.1.1 Grafici degli spostamenti PC_I01 (zero del 21.07.2004 Lettura N. 4 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todì



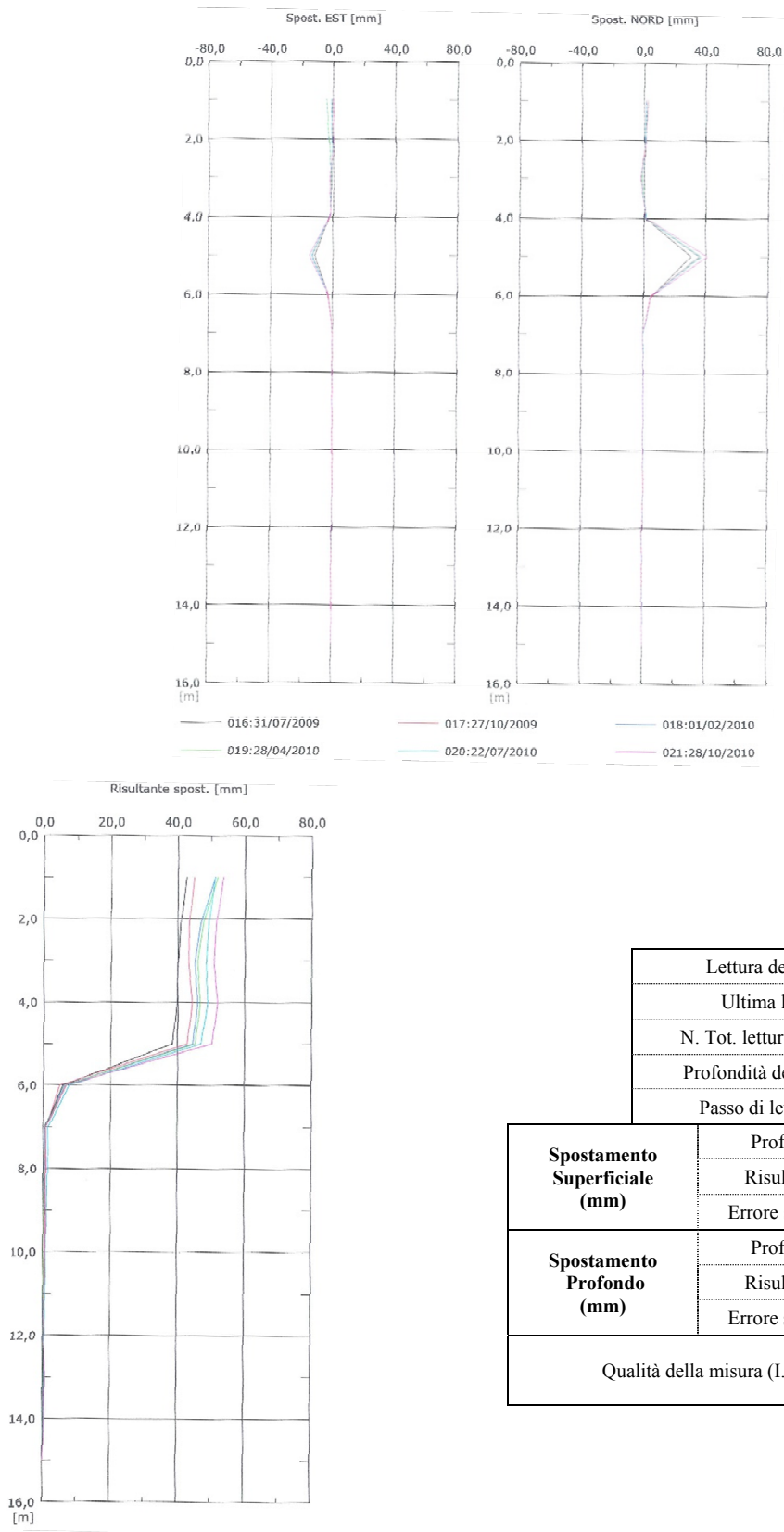
Inclinometro PC I03

L'esame delle letture indicano chiaramente una deformazione che ha raggiunto il valore di 5 cm nel periodo di osservazione 2005-2010.



PC_I03		
Lettura dello zero		21.07.04
Ultima lettura		25.07.05
N. Tot. letture effettuate		5
Profondità del tubo (m)		15.00
Passo di lettura (m)		1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.00 – 7.00
	Risultante (mm)	40.05
	Errore stimato (mm)	1.54
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		12.01
		10.60

Fig. 2.5.4.1.3 *Grafici degli spostamenti PC_I03* (zero del 21.07.2004 Lettura N. 4 del 25.07.2005) Fonte: Comune di Todì



		PC_I03
	Lettura dello zero	29.07.05
	Ultima lettura	28.10.10
	N. Tot. letture effettuate	22
	Profondità del tubo (m)	15.00
	Passo di lettura (m)	1.00
Spostamento Superficiale (mm)	Profondità (m)	5.00 – 7.00
	Risultante (mm)	50.34
	Errore stimato (mm)	1.54
Spostamento Profondo (mm)	Profondità (m)	-
	Risultante (mm)	-
	Errore stimato (mm)	-
Qualità della misura (I.d.Q.)		3.67
		9.98

Fig. 2.5.4.1.4 Grafici degli spostamenti PC_I03 (zero del 29.07.2005 Lettura N. 22 del 28.10.2010) Fonte: Comune di Todì

2.5.4.2 Misure piezometriche

Di seguito si riporta il quadro riepilogativo dei piezometri installati con le caratteristiche ed il loro stato di conservazione. Nel periodo che va dal 13.05.2004 al 15.12.2010 sono state effettuate n. 80 controlli del livello statico della falda riportando nella tabella il primo e l'ultimo della serie.

Tabella 2.5.4.2.1 – Misure piezometriche della zona Fosso Picchiarato – Piezometri Casagrande

(Fonte: Comune di Todi)

Cod.	Nuovo Codice	Tipo	Anno installazione	Anno prima lettura	Quota assoluta (m.s.l.m)	Profondità tubo (m)	Quota installaz. (m)	Livello statico (m. da p.c.)		Stato strumento (Rapporto Dicembre 2010)
								Prima Lettura	Ultima Lettura	
ST01CC	PC_01_cc	CC	2003	2004	223.68			falda ass.	p.c.	in esercizio
ST02CC	PC_02_cc	CC	2003	2004	209.43			4.49	2.11	no informazioni
ST03CC	PC_03_cc	CC	2003	2004	197.61			1.28	p.c.	in esercizio

Note: con CC viene indicato il piezometro corredato con cella di misura tipo Casagrande.

Tabella 2.5.4.2.2 – Misure piezometriche della zona Fosso Picchiarato – Piezometri Tubo Aperto

(Fonte: Comune di Todi)

Cod.	Nuovo Codice	Tipo	Anno installazione	Anno prima lettura	Quota assoluta (m.s.l.m)	Profondità tubo (m)	Quota installaz. (m)	Livello statico (m. da p.c.)		Stato strumento (Rapporto Dicembre 2010)
								Prima Lettura	Ultima Lettura	
ST01 TA	PC_01_ta	TA	2003	2004	223.47			4.83	0.41	in esercizio
ST02 TA	PC_02_ta	TA	2003	2004	209.43			2.86	1.73	in esercizio
ST03 TA	PC_03_ta	TA	2003	2004	197.56			2.26	p.c.	in esercizio

Note: con TA viene indicato il piezometro a Tubo Aperto.

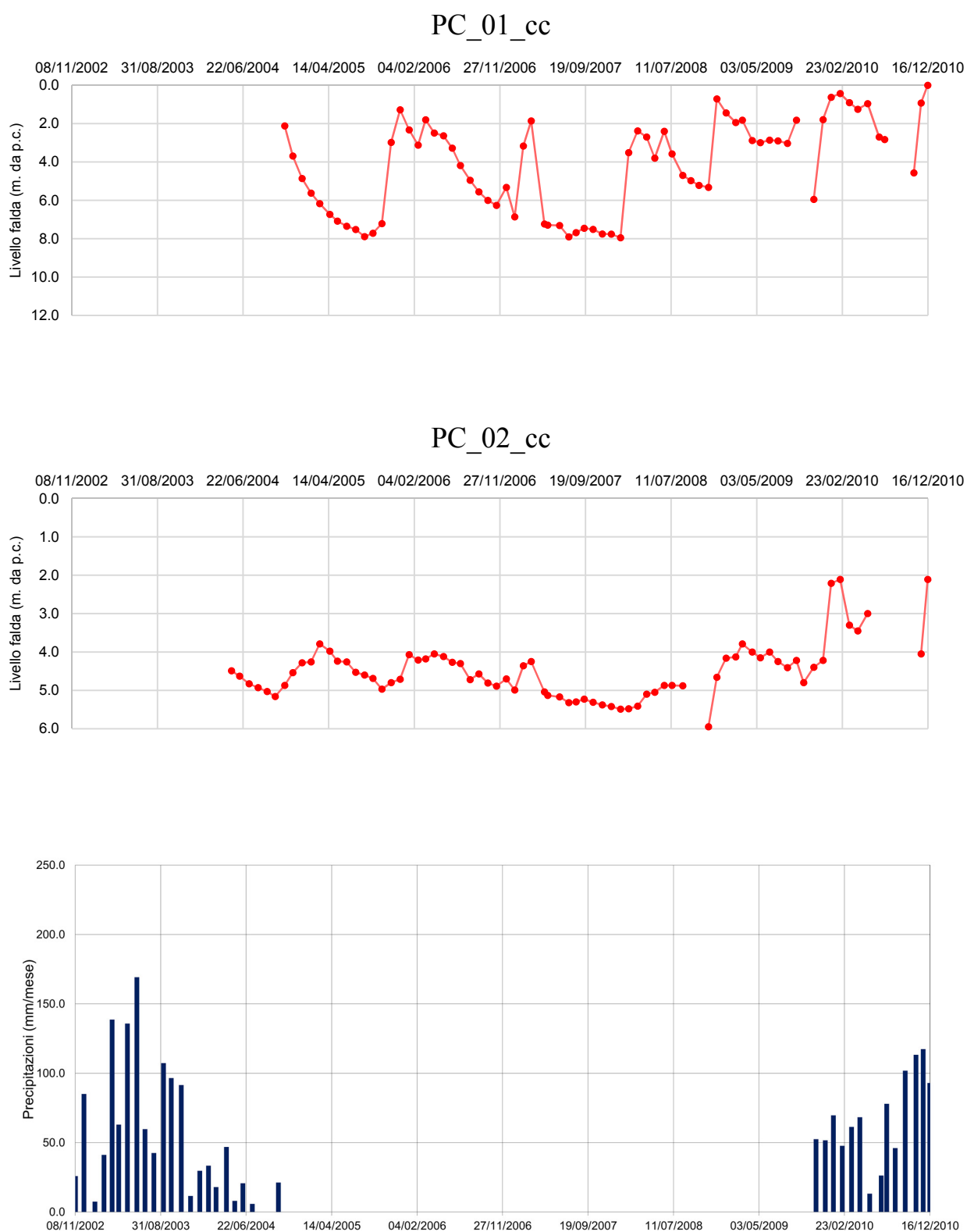


Fig. 2.5.4.2.1 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Fosso Picchiarato

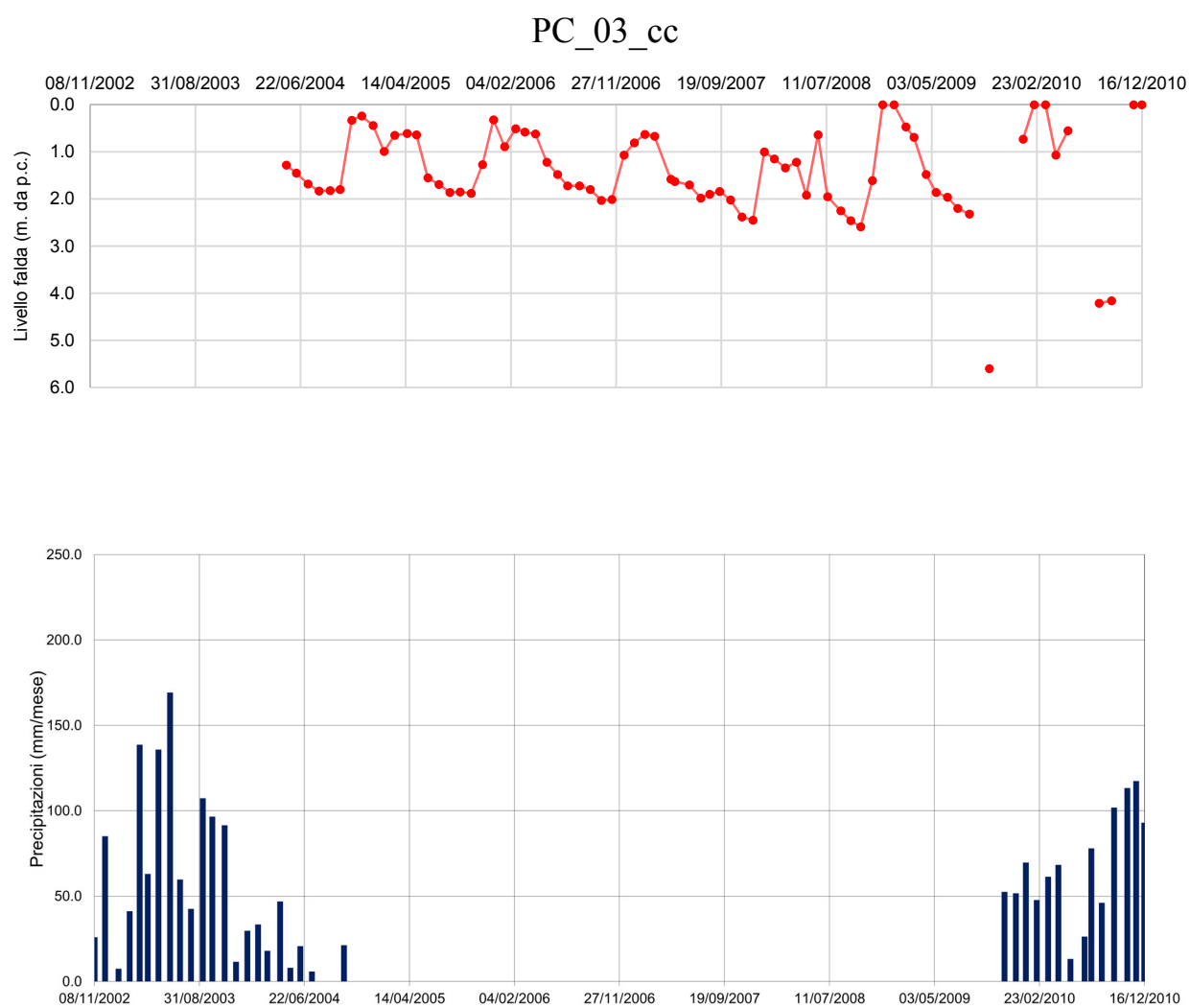


Fig. 2.5.4.2.2 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Casagrande)
Zona Fosso Picchiarato

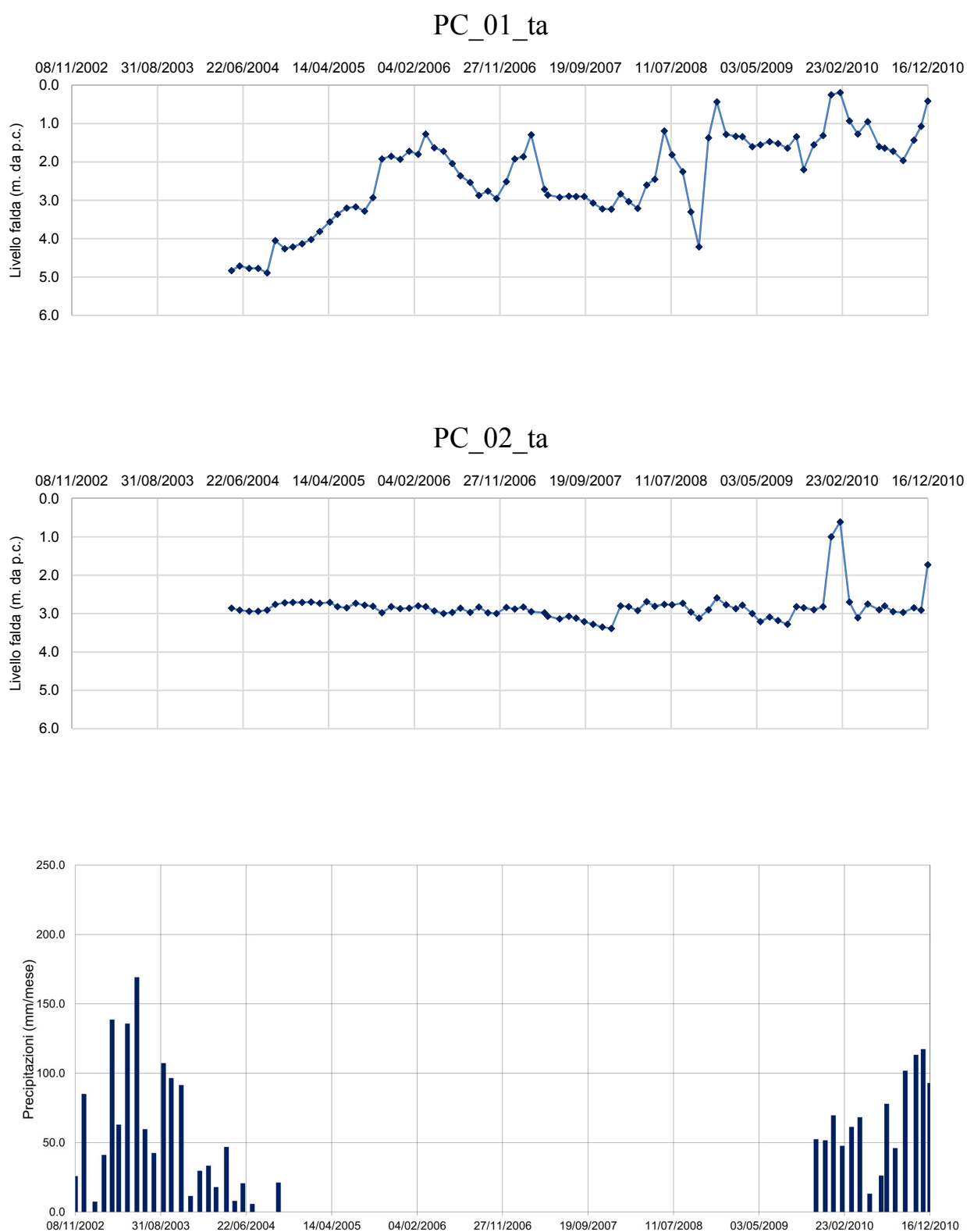


Fig. 2.5.4.2.3 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Fosso Picchiarato

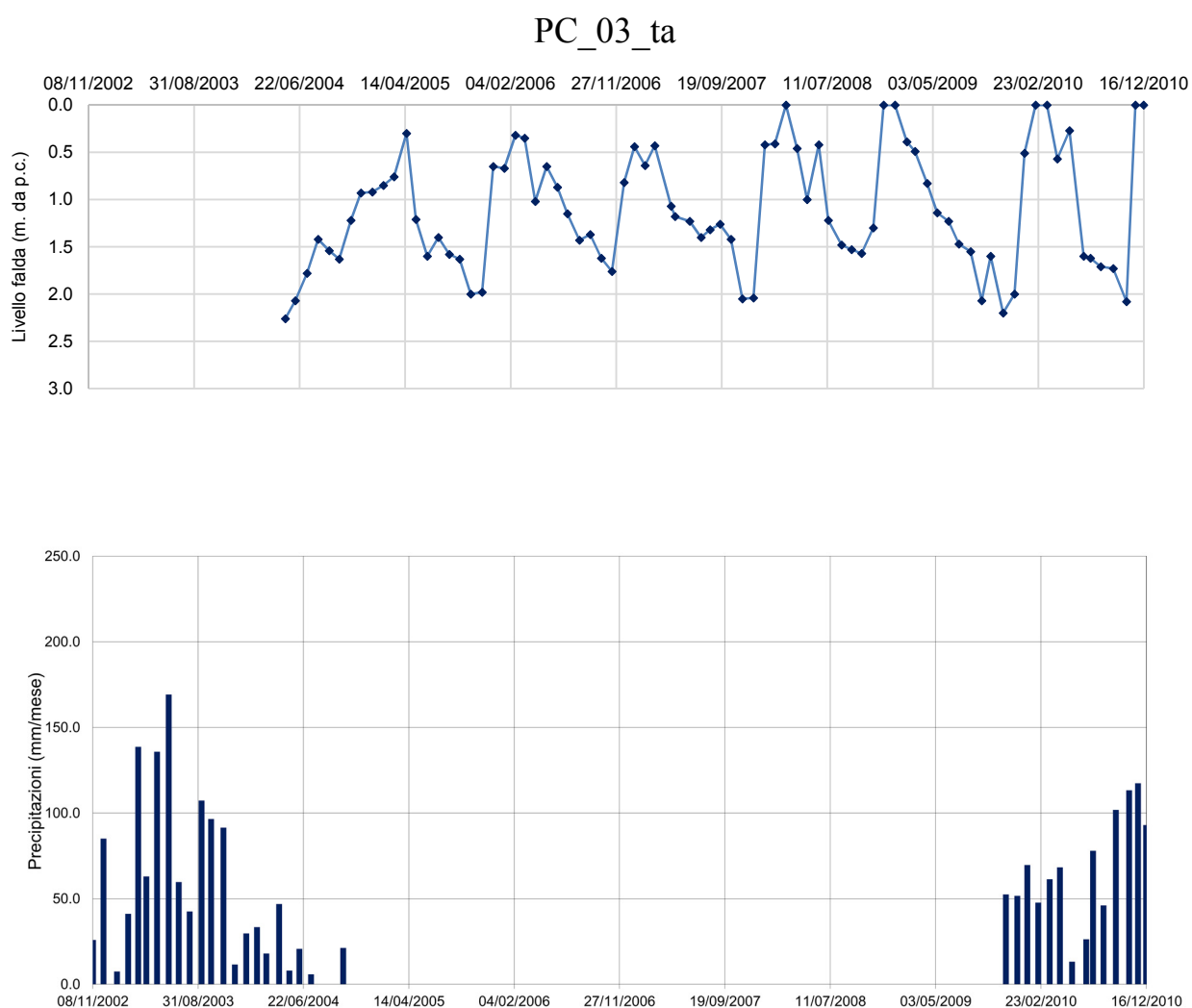


Fig. 2.5.4.2.4 Dati Piezometrici e Pluviometrici (Piezometri Tubo Aperto)
Zona Fosso Picchiarato

2.6 CONSIDERAZIONI FINALI

Allo stato delle conoscenze ricavate dalla documentazione fornita si delineano le linee da seguire per l'ottimizzazione della rete di strumentazione che deve necessariamente prevedere una manutenzione generale degli strumenti esistenti e della centrale di acquisizione, oltre all'integrazione di alcuni strumenti in zone di particolare interesse e la sostituzione di quelli andati fuori uso ma di interesse per il controllo dei movimenti delle pendici del colle.

Si consiglia pertanto di procedere secondo le linee di indirizzo di seguito illustrate.

a) Per quanto riguarda i piezometri:

effettuare la manutenzione di tutti quelli ad acquisizione automatica provvedendo nel contempo a spostare quelli che non segnalano presenza di falda, all'interno dei pozzi di drenaggio al fine di segnalare eventuali innalzamenti del livello dell'acqua al loro interno e quindi di ostruzione degli stessi con conseguente mal funzionamento del sistema generale di drenaggio necessario per la stabilità delle pendici; ovviamente prima di procedere al loro spostamento andrebbe controllata la loro profondità rispetto alla quota della falda acquifera della zona. Analogamente andrebbe fatto, per quei pozzi che risultassero, dopo una opportuna osservazione, non attingere acqua e solo dopo aver controllato l'efficienza dei dreni orizzontali procedere allo spostamento degli strumenti di misura.

Ovviamente andrebbe riattivata la centralina da collegare, secondo le nuove tecnologie, sia agli strumenti il cui collegamento via cavo risultasse interrotto che alla sede operativa del Comune in modo da ricedere in tempo reale le eventuali segnalazione di occlusione degli scarichi dei pozzi drenanti.

Un controllo generale andrebbe fatto, con eventuale operazione di spurgo per il recupero di quelli attualmente dati fuori esercizio, per tutti gli altri piezometri con particolare riguardo a quelli corredati di cella tipo Casagrande che risultano esser i più adatti da usare nei terreni presenti nell'area.

Per quanto attiene la cadenza delle letture questa potrebbe essere almeno di 4 l'anno per quelli sia del tipo a tubo aperto che per quelli con cella Casagrande. Ovviamente quelli collegati con la centralina automatica possono essere programmati con letture ogni due ore e, quindi, unitamente ai dati del pluviometro, che sarebbe in acquisizione di tipo continuo, possono dare una migliore distribuzione temporale della variazione del livello di falda.

b) Per quanto attiene gli inclinometri:

per la riattivazione del monitoraggio relativo al controllo ed individuazione dei movimenti presenti nelle pendici si propone quanto di seguito riportato suddiviso per ciascuna delle 4 zone oggetto di monitoraggio:

- Zona Pendio Cerquette - Lucrezie: questa zona, dal punto di vista della stabilità del pendio, è interessata, nella zona nord, da una frana multipla di scivolamento per circa 16 ha. Il movimento interessa la parte alta del pendio soprastante la strada bassa di circonvallazione, la zona pianeggiante alla base della scarpata più acclive, dove oggi sorge il parcheggio, e la pendice a valle della strada fino al suo piede. Le indicazioni fornite dalla strumentazione mostrano la presenza di un movimento, anche se nettamente inferiore a quello che si aveva prima dei lavori di sistemazione, alla profondità di 4-5 m nella parte alta del pendio (I_2), alla profondità di 18-19 m in corrispondenza della zona a valle della strada di circonvallazione (I_5), ed in quella ancora più a valle (I_6) ad una profondità abbastanza superficiale pari a circa 4 metri.

Particolare interesse mostrano i dati dell'inclinometro I_4 che denuncia la presenza, anche se di modestissima entità alla profondità di 50-52 metri dal pc.

Si propone, pertanto, il rifacimento del I_2 e l'esecuzione di 3 nuovi inclinometri, due, della profondità di 60 metri (considerato la segnalazione dell'I_4 (possibile fenomeno deformativo a 50 metri di profondità), ubicati nella zona a monte della strada di circonvallazione in prossimità della posizione dei vecchi inclinometri I6/93 e I3/93, e 1 di 45-50 metri nella zona inferiore.

- Zona Pendio San Raffaele: i dati ottenuti dal monitoraggio della zona non segnalano fenomeni di deformativi significativi di tipo profondo; infatti, l'inclinometro I_12 mostra deformazione

dell'ordine dei cm intorno a 3 metri di profondità, mentre nell'I_13 tali fenomeni sono compresi in una fascia di terreno che va da 2 a 3 metri di profondità. Anche se in questa zona non sono presenti fenomeni deformativi significativi è opportuno garantire la continuità del monitoraggio con letture, anche, molto distanziate nel tempo (6-9 mesi) ed il ripristino dell'inclinometro attualmente fuori uso(I_I12).

- Zona Pendio Mattatoio: L'esame dei dati disponibili ed in precedenza riportati, come per le altre zone, non evidenziano fenomeni deformativi profondi nel tratto posto sotto esame (30 metri), si notano deformazione superficiali comunque limitate ai primi 4 metri di profondità. Fa eccezione l'inclinometro I_10, andato fuori uso nel 2008 in cui sono presenti fenomeni deformativi dell'ordine dei centimetri (4-5) nei primi 8 metri di profondità e sarebbe opportuno indagare sulle cause della sua rottura realizzando due inclinometri da 35 metri nella zona più a nord dell'I_10, priva, fra l'altro, di strumentazione, ove sussistono indizi morfologici di movimenti gravitativi. La cadenza di lettura inizialmente dovrebbe essere fatta per un anno con frequenza di 3 letture/anno, per poi, in funzione dei dati ottenuti essere diradate o raffittire in modo opportuno. Sarebbe anche opportuno mantenere il monitoraggio degli inclinometri ancora funzionanti con frequenza di lettura almeno di 2 letture/anno in corrispondenza del periodo più piovoso ed in quello di magra.
- Zona Fosso Picchiarato: in questa zona, pur non essendo presenti deformazioni di una certa importanza, sarebbe opportuno proseguire con il monitoraggio con letture degli inclinometri in numero di 2 l'anno con possibilità di passare ad una /anno dopo l'esame delle prime due letture.

3 CONSIDERAZIONI GENERALI E PRIME PROPOSTE TECNICHE OTTIMIZZAZIONE

Richiamando integralmente le considerazioni finali per la situazione di Orvieto di cui al punto 1.6 della presente relazione e le considerazioni finali per la situazione di Todi di cui al punto 2.6 della relazione si effettuano le seguenti considerazioni generali:

- a) Le reti di strumentazione esistenti sia ad Orvieto che a Todi necessitano di un urgente intervento di manutenzione straordinaria secondo quanto già indicato ai punti 1.6 e 2.6 con particolare riferimento agli strumenti da ripristinare o da sostituire o da eseguire ex novo nelle aree indicate negli specifici capitoli;
- b) La perdita di funzionalità di alcuni strumenti con riferimento a quelli posti nelle zone dove sono state effettuate importanti opere di drenaggio profondo (pozzi drenanti) sia a Orvieto che a Todi non consente di cogliere più, come già avvenuto in passato a Todi, situazioni di attenzione/allerta in grado di avviare interventi immediati di manutenzione della funzionalità dei pozzi drenanti;
- c) La manutenzione di tutte le opere realizzate per il controllo del regime superficiale e sotterraneo delle acque nelle aree delle Colline di Orvieto e di Todi, necessita di essere effettuata con livelli di attenzione e di efficacia più elevata sia per il tempo trascorso dalla loro realizzazione che in ragione dei cambiamenti climatici in atto che stanno provocando frequenti eventi idrologici improvvisi di grande intensità. In queste situazioni i sistemi di drenaggio superficiale e sotterraneo realizzati devono essere nelle condizioni di funzionamento ottimale, così come la strumentazione che, una volta ripristinata dovrà sempre di più essere posta al servizio della conferma della funzionalità delle opere di drenaggio realizzate;
- d) Le informazioni ottenute nel corso degli anni con il monitoraggio dei movimenti presenti nelle aree oggetto di attenzione e l'andamento della falda freatica confermano una situazione di sostanziale efficacia delle opere realizzate, anche se alcuni movimenti di pendice in alcune aree, se pur di lieve entità, consigliano, in ragione dei già richiamati cambiamenti climatici in atto, di imporre livelli di attenzione specifici al fine, se del caso, di prevenire, con piccoli interventi, possibili aggravamenti che potrebbero generare situazioni da dover poi fronteggiare e risolvere con interventi più pesanti e onerosi. (La situazione può essere paragonata, in occasione di eventi idrologici estremi, a quella definibile con codice giallo, secondo la classificazione degli scenari di criticità idrogeologica e idraulica recentemente adottata dalla Protezione Civile).

Dal punto di vista tecnico per l'ottimizzazione della gestione delle due reti di monitoraggio si possono avanzare, nelle vie generali, le seguenti proposte operative:

- A. Necessità di un ripristino della strumentazione come evidenziato nei punti 1.6 e 2.6 , ripresa immediata delle letture manuali, anche attraverso l'utilizzo di personale professionalmente già preparato e con le apparecchiature di misura esistenti e di proprietà del comune di Orvieto (tecnici comunali addetti agli osservatori). A tale riguardo si fa presente che tramite un accordo tra i due Comuni di Orvieto e di Todi si potrebbero ripristinare le funzioni iniziali previste in capo agli Osservatori per la manutenzione permanente della Rupe di Orvieto e del Colle di Todi. Osservatori che hanno garantito, nel periodo del loro funzionamento, una sostanziale situazione di tranquillità sia a Todi che a Orvieto. In alternativa tali funzioni potrebbero essere svolte da Alta Scuola, previo distacco di personale dai Comuni di Orvieto e Todi e dalla Regione Umbria, come previsto dall' art 18 dello Statuto dell'Associazione;
- B. Necessità di disporre con cadenza almeno semestrale e comunque dopo ogni evento idrologico estremo di un rapporto sulla situazione delle aree e delle opere realizzate, da redigere, a seguito di sopralluoghi mirati, da parte del soggetto preposto alla manutenzione congiuntamente e al gestore della rete di monitoraggio.

Nei paragrafi che seguono si riportano i prospetti riepilogativi della strumentazione presente nelle varie zone in cui è stata suddivisa l'intera area sottoposta a monitoraggio sia per la Rupe di Orvieto che per il Colle di Todi, unitamente ad una proposta di ottimizzazione di gestione della rete.

3.1 RUPE DI ORVIETO

L'intera area sottoposta ad osservazione è stata suddivisa in 7 zone, comprendenti anche l'area di Rocca Ripesena, nelle quali sono presenti strumenti di vario tipo che saranno richiamati in modo sintetico per ciascuna delle zone esaminate

Per quanto attiene in particolare la parte della rete ad acquisizione automatica, presente in tutte le 7 zone, si ritiene opportuno, in linea generale, rimettere in funzione la rete estensimetrica e piezometrica procedendo:

- a) alla manutenzione straordinaria delle centraline di acquisizione con sostituzione delle parti andate fuori uso;
- b) alla manutenzione straordinaria degli estensimetri in parete
- c) la manutenzione ordinaria di tutti i piezometri a lettura automatica;
- d) alla lettura completa della rete geodetica da effettuare successivamente ogni 2 anni;
- e) alla predisposizione di sensori di livello su almeno 5 pozzi di drenaggio (due nella zona dell'Istituto Professionale e 3 nella zona di Porta Cassia) onde avere un controllo in tempo reale di eventuali innalzamenti del livello dell'acqua al loro interno conseguente aggravamento delle condizioni di stabilità delle pendici in cui sono ubicati.

Per quando attiene la strumentazione manuale quale inclinometri e piezometri, che richiedono un impegno di ore /uomo ragguardevole nel tempo si è ritenuto opportuno trattare separatamente le varie zone.

Pertanto, si riportano, per ciascuna zona, in cui è stata suddivisa l'intera area monitorata, una tabella in cui , oltre alle caratteristiche dello strumento ed il suo stato di funzionamento, i dati da esso forniti nel periodo di osservazione passato ed una possibile cadenza di lettura commisurata alle singole evidenze del luogo.

Resta, in ogni caso, opportuno, considerato il notevole periodo di tempo trascorso dalle ultime letture, effettuare una lettura di controllo su tutti gli strumenti ancora funzionanti.

3.1.1 Istituto Professionale e Fosso del Livio (Zona 1)

3.1.1.1 Strumenti presenti nell'area:

- Estensimetri lettura automatica (n. 5 a base tripla e n. 2 a base singola): essi richiedono una manutenzione di tipo straordinaria in quanto alcuni presentano anomalie nel segnale ed in altri è assente il segnale del sensore di misura;
- Inclinometri a lettura automatici (n. 2 biassiali) che pur inviando il segnale sono bloccati a varie profondità. Sarebbe necessario definire meglio il loro stato e verificare la reale possibilità di recupero;
- Inclinometri a lettura manuale: dei quali ne risultano operativi 11 su 13 +1 della vecchia serie (O15), oltre ai 6 della vecchia serie di cui non si è riusciti a reperire notizie a riguardo (il loro codice risulta O11, O12, O13, O14, O16, O 17);
- Piezometri a lettura automatica (n.8): questi sono più o meno funzionanti ma necessitano di una manutenzione straordinaria;
- Piezometri a lettura manuale: di questi ne risultano funzionanti 8 su 9 oltre ai 3 della vecchia serie di cui non si è riusciti a reperire notizie a riguardo (O15, O16, O17);
- Rete di controllo geodetico costituito da 1 caposaldo principale, 4 caposaldi secondari e 7 prismi in parete.

3.1.1.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche

Zona 1 Istituto Professionale

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da pc deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
I02	42.00	ok	29.05.2008	=	=	1/0.67
I05*	18.00	auto.	09.08.1993	auto	=	=
I06	15.00	ok	27.05.2008	10	15	2/1
I07	15.00	ok	27.05.2008	6÷8	12	2/1
I08	18.00	f.u.	21.03.1994	5÷6	10	=
I09	18.00	ok	21.03.1994	13	10	2/1
I10	18.00	ok	27.05.2008	8÷9 12÷13	17,5 5	2/1
I11	15.00	ok	27.05.2008	8÷10	3,2	2/1
I12	15.00	f.u.	10.08.1993	5	16,8	1/0.67
I13*	12.00	auto	09.08.1993	auto	=	=
I14	15.00	ok	26.05.2008	12÷15	0,7	1/0.67
I15	15.00	ok	26.05.2008	6	13,5	3/2
I16	15.00	f.u.	22.03.1994	3	14,5	=
I17	12.00	ok	29.05.2008	1,50 4,25	4,2 1,0	2/1
I18	12.00	ok	29.05.2008	5÷6 3÷4	16 32	2/1
OH15	15	ok	20.09.2006	2÷5	13	2/1

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 28 per un totale di 453 metri investigati. La lettura dei piezometri manuali nelle vicinanze di ciascun inclinometro potrà essere fatta in concomitanza alla lettura del tubo inclinometrico.

3.1.2 Fosso della Civetta (Zona 2)

3.1.2.1 Strumenti presenti nell'area:

- Gli estensimetri (n 5 tripli e n. 4 singoli) richiedono una manutenzione in quanto alcuni presentano anomalie nel segnale ed in altri è assente il segnale del sensore di misura;
- Gli inclinometri automatici (n. 4 biassiali) pur inviando il segnale sono bloccati per deformazione del tubo;
- Gli inclinometri a lettura manuale ne risultano operativi 7 su 11 oltre ai 10 della vecchia serie di cui non si è riusciti a reperire notizie a riguardo (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10);
- I piezometri a lettura automatica (n. 14) sono più o meno funzionanti ma necessitano di una manutenzione straordinaria;
- I piezometri a lettura manuale risultano 2 funzionanti su 2 oltre agli 11 della vecchia serie di cui non si è riusciti a reperire notizie a riguardo (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11).

3.1.2.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche**Zona 2 Fosso della Civetta**

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da pc deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
I01	18.00	ok	22.04.2008	1÷4	25	2/1
I02*	18.00	auto	23.03.1994	2÷4 10÷13	2 0.7	=
I03	18.00	f.u.	23.03.1994	6 14	3 0.9	2/1
I05	18.00	ok	22.01.2008	12÷14	0.2	2/1
I06*	18.00	auto	23.03.1994	6	6.6	=
I07	12.00	ok	23.03.1994	20÷3.3	1.7	2/1
I08	18.00	ok	22.01.2008	14÷18	1.5	2/1
I09	18.00	f.u.	08/05.2008	3÷6	3.2	=
I10	27.00	f.u.	08/05.2008	16÷20	1.9	=
I11	27.00	ok	08/05.2008	11÷15	8.2	2/1
I12	17.00	ok	08/05.2008	6÷8	3.7	2/1
I13*	9.00	auto	11.06.2008			=
I14	9.00	ok	17.03.1994	=	=	2/1
I15	17.00	ok	09.05.2008	5.5÷6.0	15.7	2/1
I16*	18.00	auto	18.03.1994	6÷7	7.4	=

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 18 per un totale di 268 metri investigati. La lettura dei piezometri manuali nelle vicinanze di ciascun inclinometro potrà essere fatta in concomitanza alla lettura del tubo inclinometrico.

3.1.3 Conce e Parcheggio Campo della Fiera(Zona 3)3.1.3.1 Strumenti presenti nell'area:

- Gli estensimetri (n.2 tripli e n. 5 singoli + n. 12 sugli arconi del parcheggio) richiedono una manutenzione in quanto alcuni presentano anomalie nel segnale ed in altri è assente il segnale del sensore di misura;
- Gli inclinometri automatici (n. 1) pur inviando il segnale sono bloccati in profondità;
- Gli inclinometri a lettura manuale ne risultano operativi 8+1 nel palo) su 8+1;
- I piezometri a lettura automatica (n. 5) sono più o meno funzionanti ma necessitano di una manutenzione straordinaria;
- I piezometri a lettura manuale risultano 6 funzionanti su 7.

3.1.3.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche**Zona 3 Conce**

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da pc deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
I02	18.00	ok	02.04.2008	=	=	1/0.67
I03	12.00	ok	26.10.2004	2	27	2/1
I04	12.00	ok	12.04.2008	2	2.9	1/0.67
I05	21.00	ok	02.04.2008	=	=	1/0.67
I06	18.00	ok	16.03.2005	=	=	1/0.67
I07	10.50	ok	02.04.2008	3.5	5.5	2/1
I09	24.00	ok	02.04.2008	=	=	1/0.67
I10	12.00	ok	02.04.2008	4.5	5	2/1
I11*	24.00	auto	21.09.2008	15÷17	8	=
Parcheggio Campo della fiera						
I01	22,00	ok	31.11.1997	=	=	1/0.5

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 18 per un totale di 208 metri investigati. La lettura dei piezometri manuali nelle vicinanze di ciascun inclinometro potrà essere fatta in concomitanza alla lettura del tubo inclinometrico.

3.1.4 Fosso S. Benedetto (Zona 4)3.1.4.1 Strumenti presenti nell'area:

- Gli estensimetri(n. 5 tripli e n. 2 singoli) richiedono una manutenzione in quanto alcuni presentano anomalie nel segnale ed in altri è assente il segnale del sensore di misura;
- Gli inclinometri automatici (n. 1 biassiali) pur inviando il segnale sono bloccati a varie profondità;
- Gli inclinometri a lettura manuale ne risultano operativi 2 su 2 oltre ai 5 della vecchia serie di cui non si è riusciti a reperire notizie a riguardo (18, 19, 20, 21, 22);
- I piezometri a lettura automatica (n. 3) sono più o meno funzionanti ma necessitano di una manutenzione straordinaria;
- I piezometri a lettura manuale risultano 1 funzionanti su 1 oltre ai 5 della vecchia serie di cui non si è riusciti a reperire notizie a riguardo (18, 19, 20, 21, 22).

3.1.4.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche

Zona 4 Fosso S. Benedetto

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da pc deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
I02	21.50	ok	04.04.2008	=	=	1/0.67
I03	21.00	ok	16.06.2008	=	=	1/0.67
I04	24.00	ok	04.04.2008	=	=	1/0.67

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 3 per un totale di 67 metri investigati.

La lettura dei piezometri manuali nelle vicinanze di ciascun inclinometro potrà essere fatta in concomitanza alla lettura del tubo inclinometrico.

3.1.5 **Porta Cassia – Fosso S. Zero (Zona 5)**

3.1.5.1 Strumenti presenti nell'area:

- Gli estensimetri a lettura automatica (n. 4 tripli e n. 1 singolo) richiedono una manutenzione in quanto alcuni presentano anomalie nel segnale ed in altri è assente il segnale del sensore di misura;
- Gli inclinometri automatici (n. 5) pur inviando il segnale sono bloccati a varie profondità;
- Gli inclinometri a lettura manuale ne risultano operativi 18 su 22 oltre ai 11 della vecchia serie di cui non si è riusciti a reperire notizie a riguardo (23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33);
- I piezometri a lettura automatica (n. 15) sono più o meno funzionanti ma necessitano di una manutenzione straordinaria;
- I piezometri a lettura manuale risultano 12 funzionanti su 14 oltre agli 11 della vecchia serie di cui non si è riusciti a reperire notizie a riguardo (23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33).

3.1.5.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche

Zona 5 Porta Cassia – S. Zero

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da pc deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
I02*	18.00	auto	10.06.2008	12÷14	9	=
I03	18.00	ok	08.04.2008	7-8	6.7	2/1
I04	15.00	f.u.	25.10.1994	2.5	4.5	=
I05	15.00	ok	07.04.2008	=	=	2/1
I06*	15.00	auto	06.06.2008	=	=	=
I07*	18.00	auto	06.06.2008	9÷12	2.5	=
I08	27.00	ok	07.04.2008	12÷16	1.5	2/1
I09	27.00	ok	07.04.2008	22÷23	1.75	2/1
I10	18.00	ok	07.04.2008	=	=	1/0.67
I11	21.00	f.u.	17.12.2014	17	12	2/1
I12*	39.00	auto	23.01.2007	=	=	=
I14	24.00	ok	08.04.2008	14	9	2/1

I15	18.00	ok	08.04.2008	12.5	9.5	2/1
I16	18.00	ok	26.05.2008	=	=	1/0.67
I17	12.00	ok	04.04.2008	4÷6	1.1	2/1
I18	21.00	ok	07.04.2008	8÷13	3.15	2/1
I19*	10.50	auto	16.06.2008	2.5	8.50	=
I20	14.00	ok	22.04.2008	=	=	1/0.67
I21	18.00	ok	22.04.2008	=	=	1/0.67
I22	19.50	ok	26.05.2008	14.50	4.7	2/1
I23	15.00	ok	22.04.2008	11.0	5.8	2/1
I24	14.00	ok	22.04.2008	4	6	1/0.67
I25	14.50	ok	22.04.2008	1.5÷2.0	10.5	1/067
I26	14.50	f.u.	24.10.1994	7.5÷8.0	3.6	=
I27	18.00	f.u.	24.10.1994	8.5÷9.0	3.8	=
I28	11.50	f.u.	05.08.2004	5÷6	7.5	=
I29	21.00	ok	22.04.2008	11	2.5	2/1

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 30 per un totale di 574 metri investigati. La lettura dei piezometri manuali nelle vicinanze di ciascun inclinometro potrà essere fatta in concomitanza alla lettura del tubo inclinometrico.

3.1.6 S. Bernardino (Zona 6)

3.1.6.1 Strumenti presenti nell'area:

- Gli estensimetri (3 tripli e 3 singoli) richiedono una manutenzione in quanto alcuni presentano anomalie nel segnale ed in altri è assente il segnale del sensore di misura;
- Gli inclinometri automatici (n. 3 biassiali) pur inviando il segnale evidenziano alcune anomalie e sarebbe opportuno verificare se risultano bloccati in profondità;
- Gli inclinometri a lettura manuale ne risultano operativi 7 su 7;
- I piezometri a lettura automatica (n.9) risultano 8 funzionanti su 9 ;
- I piezometri a lettura manuale risultano 2 funzionanti su 2.

3.1.6.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture inclinometriche

Zona 6 San Bernardino

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da pc deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
I02*	12.00	auto	30.05.2008	4÷5	7.5	=
I03	12.00	ok	26.05.2008	4	8	2/1
I04	15.00	ok	19.05.2008	11	8	2/1
I05*	15.00	auto	17.03.1994	5.5÷6.5	9.8	=
I06	15.00	ok	09.05.2008	2÷8	33	2/1
I07	45.00	ok	19.05.2008	=	=	1/0.67
I08	27.00	ok	19.5.2008	=	=	1/0.67
I09	21.00	ok	09.05.2008	=	=	1/0.67
I10*	18.00	auto	30.05.2008	12÷13	4	=
I11	15.00	ok	09.05.2008	5.5÷7	4.5	1/0.67

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 10 per un totale di 192 metri investigati. La lettura dei piezometri manuali nelle vicinanze di ciascun inclinometro potrà essere fatta in concomitanza alla lettura del tubo inclinometrico.

3.1.7 Rocca Ripeseana (Zona 7)

3.1.7.1 Strumenti presenti nell'area:

- Gli estensimetri a lettura automatica (n. 4 doppi) sono funzionanti e richiedono una manutenzione ordinaria della testa di misura;
- Gli estensimetri a lettura manuale (n. 4 tripli) sono funzionanti e richiedono una manutenzione ordinaria della testata di misura;
- Gli inclinometri a lettura manuale ne risultano operativi 1 su 1.

3.1.7.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture

In questa zona per quanto attiene agli estensimetri a lettura automatica questa può essere effettuata con cadenza di 8 letture giornaliere e raccolta dei dati ogni due mesi.

Per la parte a lettura manuale il numero di letture sia per gli estensimetri che per l'inclinometro potrebbe essere per il primo anno di 4 letture da diradare negli anni successivi in funzione dei dati ottenuti nel primo anno di osservazione.

Zona 7 Rocca Ripesena

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da pc deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
I01	11.50	ok	23.01.2008	6-7.5	7.5	2/1

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 2 per un totale di 23 metri investigati.

3.2 COLLE DI TODI

Il monitoraggio delle pendici del Colle di Todi interessa quattro zone che di seguito si riportano con la sintesi della strumentazione presente e del loro stato di funzionamento.

Per quanto riguarda il controllo della falda idrica attraverso la lettura dei piezometri a lettura manuale è evidente che dovrà, anch'essa, essere proseguita con letture intervallate non più di tre mesi, raffittendo le letture in occasione di eventi metereologici di un certo rilievo.

Per quanto attiene la parte di piezometri a lettura automatica si consiglia di rimettere in funzione la centralina di acquisizione che effettuare una manutenzione ordinaria delle celle Casagrande e dello strumento di lettura.

Inoltre, per ciascuna zona si riporta una tabella che riepiloga, in modo sintetico, lo stato della strumentazione inclinometrica esistente ed i dati da essa forniti con indicata la possibile evoluzione sia come cadenza delle letture da effettuare sia come integrazione della stessa.

3.2.1 Zona Pendio Cerquette - Lucrezie

3.2.1.1 Strumenti presenti nell'area:

- Gli inclinometri a lettura manuale ne risultano operativi 4 su 8;
- I piezometri a lettura automatica ne risultano funzionanti 10 su 17;
- I piezometri a lettura manuale ne risultano funzionanti 3 su 21;
- La centralina di acquisizione e quella meteo risultano fuori uso.

3.2.1.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture

La lettura dei 4 inclinometri ancora in servizio andrebbe, allo stato attuale, continuata quanto meno con una cadenza di una ogni 3 - 4 mesi.

Zona Pendio Cerquette - Lucrezie

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da p.c deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
LU_I01	39.50	ok	31.01.2016	5÷8 33÷33	22.2 1.4	4/3
LU_I02	40.50	f.u.	27.07.2005	4÷6 23÷24	19.7 7.3	=
LU_I03	30.50	ok	28.10.2010			4/2
LU_I04	60.50	ok	14.07.2015	4÷8 50÷52	2.5 3.1	4/3
LU_I05	25.50	f.u.	28.10.2010	5÷6 18÷19	8.9 5.7	=
LU_I06	60.50	f.u.	25.01.2006	6÷8	9.9	=
LU_I07	26.50	ok	18.08.2015	5÷8 11	14.3 12.5	4/3
LU_I_N1	60.00	nuovo				4/3
LU_I_N2	45÷50	nuovo				4/3
LU_I_N3	45÷50	nuovo				4/3

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 16 per un totale di 630 metri investigati.

La lettura dei piezometri manuali nelle vicinanze di ciascun inclinometro potrà essere fatta in concomitanza alla lettura del tubo inclinometrico.

3.2.2 Zona Pendio S. Faffaele

3.2.2.1 Strumenti presenti nell'area:

- Gli inclinometri a lettura manuale ne risultano operativi 1 su 2;
- I piezometri a lettura manuale a tubo aperto ne risultano funzionanti 1 su 6.

3.2.2.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture

E' opportuno garantire la continuità del monitoraggio con letture, anche, molto distanziate nel tempo (6-9 mesi) ed il ripristino dell'inclinometro attualmente fuori uso(I_I12).

Zona Pendio San Raffaele

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da p.c deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
SR_I12	29.50	f.u.	23.07.2004	3÷5	5	=
SR_I13	29.50	ok	28.10.2010	3÷4	15	2/1
SR_N14	30.00	nuovo				4/1

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 2 per un totale di 60 metri investigati.

La lettura dei piezometri manuali nelle vicinanze di ciascun inclinometro potrà essere fatta in concomitanza alla lettura del tubo inclinometrico.

3.2.3 Zona Pendio Mattatoio

3.2.3.1 Strumenti presenti nell'area:

- Gli inclinometri a lettura manuale ne risultano operativi 4 su 5;
- I piezometri a lettura manuale con cella Casagrande ne risultano funzionanti 0 su 3;
- I piezometri a lettura manuale a tubo aperto ne risultano funzionanti 3 su 4.

3.2.3.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture

La cadenza di lettura dei nuovi inclinometri inizialmente dovrebbe essere effettuata, per un anno con frequenza di 3 letture/anno, per poi, in funzione dei dati ottenuti essere diradate o raffittire in modo opportuno. Sarebbe anche opportuno mantenere il monitoraggio degli inclinometri ancora funzionanti con frequenza di lettura almeno di 2 letture/anno in corrispondenza del periodo più piovoso ed in quello di magra.

Zona Pendio Mattatoio

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da p.c deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
MT_I01	45.50	ok	31.01.2008			2/1
MT_I07	30.50	ok	28.10.2010	4-5	5.5	2/1
MT_I08	31.50	ok	28.10.2010			2/1
MT_I09	31.50	ok	28.04.2015	2÷4	8.4	2/1
MT_I10	31.50	f.u.	29.10.2008	6÷8	40	2/1
MT_N11	35.00	nuovo				3/2
MT_N12	35.00	nuovo				3/1

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 8 per un totale di 280 metri investigati.
La lettura dei piezometri manuali nelle vicinanze di ciascun inclinometro potrà essere fatta in concomitanza alla lettura del tubo inclinometrico.

3.2.4 Zona Fosso Picchiarato**3.2.4.1 Strumenti presenti nell'area:**

- Gli inclinometri a lettura manuale ne risultano operativi 1 su 2;
- I piezometri a lettura manuale con cella Casagrande ne risultano funzionanti 2 su 3;
- I piezometri a lettura manuale a tubo aperto ne risultano funzionanti 3 su 3.

3.2.4.2 Proposta operativa di ottimizzazione delle letture

Si propone di proseguire con il monitoraggio degli inclinometri con letture in numero di 2 l'anno con possibilità di passare ad una /anno dopo l'esame delle prime due letture.

Zona Fosso Picchiarato

Inclinometro N°	Profondità (m)	Stato	Data ultima lettura.	Quota da p.c deformazione (m)	Entità di deformazione (mm)	N° letture anno ottimale/minimo
PC_I01	20.00	f.u.	29.10.2008	2÷3 10÷11	7.3 4.7	=
PC_I03	15.00	ok	28.10.2010	6÷7	50.3	2/1

Il numero di letture ottimale complessivo risulta, per questa zona, di 2 per un totale di 30 metri investigati.
La lettura dei piezometri manuali nelle vicinanze di ciascun inclinometro potrà essere fatta in concomitanza alla lettura del tubo inclinometrico.

4 CONSIDERAZIONI ECONOMICHE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

Dal punto di vista economico, per le necessita di immediata manutenzione straordinaria e per l'integrazione degli inclinometri proposta per Todi, l'impegno stimato è riportato, per ciascuno dei due siti, nelle tabelle che seguono.

Va tenuto presente che la parte di letture vere e proprie si riferisce a quella prevista per il primo anno di ripresa delle attività di monitoraggio.

Tabella 4.1 – Prospetto delle risorse economiche necessarie per Orvieto

	Descrizione	Impegno economico (euro)
1	Riparazione e taratura degli strumenti di acquisizione e misura	20.000,00
2	Aggiornamento adeguamento e integrazione software e hardware di gestione delle reti	30.000,00
3	Integrazione e/o sostituzione strumentazione geognostica e di allerta e posizionamento lettori dei livelli nei pozzi ecc.	7.000,00
4	Acquisizione iniziale dei dati e ripristino delle reti di strumentazione	15.000,00
5	Letture degli inclinometri esistenti per il primo anno e dei piezometri	27.500,00
6	Lettura delle rete geodetica completa	5.000,00=
7	Oneri per la sicurezza	2.800,00
Sommano €		107.300,00
IVA 22%		23.606,00
Totale €		130.906,00

Tabella 4.2 – Prospetto delle risorse economiche necessarie per Todi

	Descrizione	Impegno economico (euro)
1	Riparazione e taratura degli strumenti di acquisizione e misura	12.000,00
2	Aggiornamento adeguamento e integrazione software e hardware di gestione delle reti	15.000,00
3	Integrazione e/o sostituzione strumentazione geognostica e di allerta e posizionamento lettori dei livelli nei pozzi ecc.	7.000,00
4	Acquisizione iniziale dei dati e ripristino delle reti di strumentazione	5.500,00
5	Letture degli inclinometri esistenti per il primo anno	8.000,00
6	Realizzazione della strumentazione sostitutiva ed integrativa	19.000,00
7	Letture degli inclinometri di nuova installazione come indicato nel paragrafo 2.6 per un anno	7.500,00
8	Oneri per la sicurezza	2.500,00
Sommano €		76.500,00
IVA 22%		16.830,00
Totale €		93.330,00