

PROVINCIA DI BENEVENTO

Comune di Arpaiese - SP1 Ciardelli

**Intervento di ripristino del
tratto di strada provinciale SP1
interrotto a seguito dell'evento
franso del 04/12/2010.**

***Rapporto finale
sul
Monitoraggio Inclino metrico***

Napoli, Maggio 2016

(prof. ing. Armando Lucio Simonelli)

Armando Lucio Simonelli

RAPPORTO FINALE SUL MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA	4
3	MONITORAGGIO INCLINOMETRICO	5
	3.1 UBICAZIONE E STRATIGRAFIA.....	5
	3.2 RISULTATI DELLE MISURE AL GIUGNO 2015.....	7
	3.3 RISULTATI DELLE MISURE DOPO IL GIUGNO 2015	7
	3.4 CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI	10
4	CONCLUSIONI	13

RAPPORTO FINALE SUL MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

1 PREMESSA

La Provincia di Benevento, dovendo predisporre il progetto preliminare per il ripristino del tratto di strada provinciale SP1 Ciardelli ricadente in località Covini del Comune di Arpaise, affidò al sottoscritto la consulenza per la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo del tratto in questione.

A seguito dell'incarico ricevuto, il sottoscritto predispose un apposito piano di indagini geotecniche, nonché un piano di monitoraggio della zona in frana, con l'obiettivo di individuare lo spessore del volume di terreno in movimento. A tal uopo, in un foro di sondaggio fu installata una tubazione inclinometrica fino alla massima profondità della verticale, per effettuare misure inclinometriche nel tempo.

I risultati finali dello studio geotecnico sono stati illustrati nella relazione del Giugno 2015, sia per quanto concerne la caratterizzazione stratigrafica, fisica e meccanica dei terreni, sia per quanto riguarda i risultati del monitoraggio inclinometrico fino a quella data.

Nel presente breve rapporto, come di intesa, si trasmettono i dati del monitoraggio acquisiti dopo il Giugno 2015, secondo il piano predisposto. E' il caso di anticipare subito che, così come accadde già nel Dicembre 2014, è stato perpetrato un nuovo "sabotaggio" della tubazione inclinometrica, sempre da parte di "ignoti", che ha impedito lo svolgimento delle misure secondo il programma originario, consentendo quindi solo un parziale, quantunque indicativo monitoraggio.

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

Il tratto di strada provinciale SP1 oggetto dello studio si trova in località Covini del Comune di Arpaise, nella parte alta di un versante (vedi foto di Figura 1) franato poi verso valle nel Dicembre 2010, a seguito degli intensi e continui eventi piovosi verificatisi nell'autunno dello stesso anno.



Figura 1 – Strada SP1 prima della frana (foto satellitare del 2007)

La strada SP1 è ubicata nella parte sommitale del versante, alla quota di circa 460 m s.l.m.. A monte della strada il pendio è molto acclive; alla sua sommità si sviluppa un pianoro, sede del Cimitero Comunale di Arpaise.

3 MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

3.1 UBICAZIONE E STRATIGRAFIA

La Provincia di Benevento ha affidato l'esecuzione del monitoraggio alla ditta Geoproject s.r.l. di Marano di Napoli (che peraltro ha eseguito anche le altre indagini geotecniche).

Come anticipato in premessa, le misure inclinometriche sono state effettuate nel foro S4 (vedi planimetria di Figura 2), attrezzato con tubazione inclinometrica fino a 40 m.

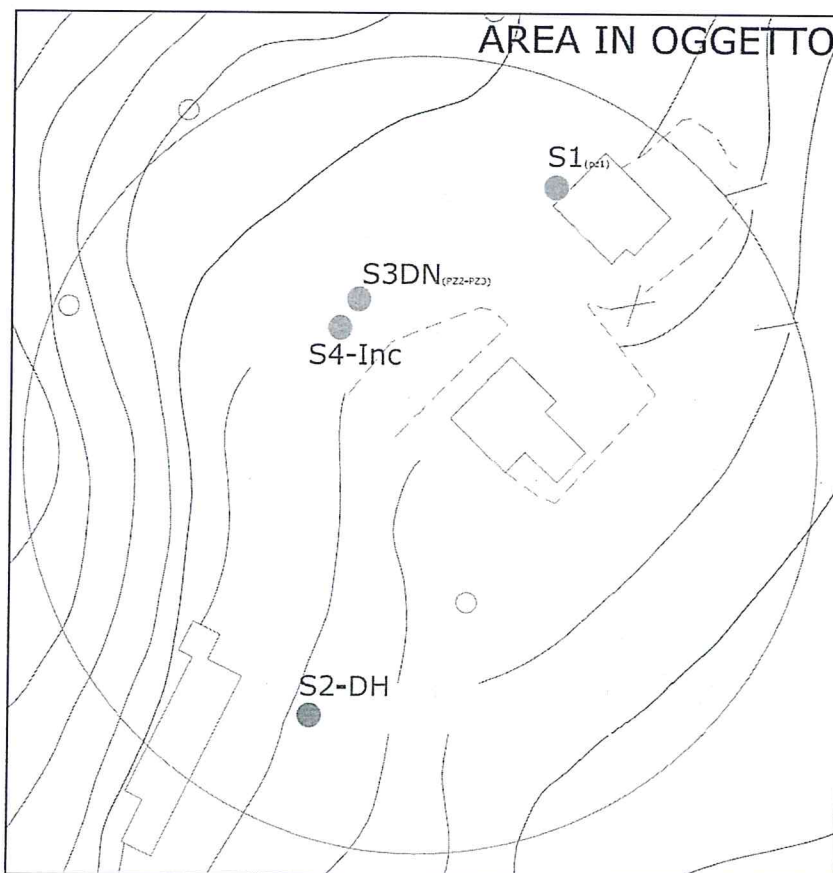


Figura 2 - Planimetria con ubicazione delle verticali di indagine

Intervento di ripristino del tratto di strada provinciale SP1 interrotto a seguito dell'evento
 franoso del 04/12/2010

RAPPORTO FINALE SUL MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

La stratigrafia del sondaggio S4 è illustrata in Figura 3. In sintesi, a partire dal piano campagna, al di sotto di un modesto ricoprimento di terreni di riporto, si rinvengono in successione le due diverse formazioni tipiche della zona:

- LS Alternanze di Limi sabbiosi e Sabbie limose
- A Argille grigio-azzurre di base

Nel sondaggio S4 le argille di base si rinvengono a -6.0 m dal p.c.

Per quanto concerne la falda, le misure effettuate nel tempo hanno indicato una oscillazione del pelo libero all'interno della formazione superiore (LS), qualche metro al di sopra del tetto delle argille di base.

Profondità (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Campioni
			es	S.P.T. N	
1		Materiale di riporto antropico costituito da clasti calcarei a spigoli vivi di diametro centimetrico immersi in poca matrice sabbiosa scioltà.	2.0	10-6-11	17
2					
3		Materiale di riempimento fortemente compattato limoso sabbioso fine asciutto passante a circa 4-6m di profondità a probabile materiale movimentato dalla frana di natura limoso sabbioso fine sciolto poco addensato.	5.0	11-16-13	20-1) S ₁₆ < 4.50 S ₂₀
4					
5					
6					
7		Livelli argilloso limoso debolmente sabbioso / sabbioso limoso debolmente argilloso molto consistente di colore grigio azzurro.	7.0	34-50/1cm	Rf
8		Nello specifico si osservano i seguenti liveletti:			
9		- Sabbia limosa debolmente argillosa da 6.00-7.00m di profondità dal p.c.	8.5	50/2cm	Rf
10		- Sabbia fine limosa 7.00-8.00m di prof. dal p.c.			
11		- Sabbia molto fine limosa da 8.00-9.00m di prof. dal p.c.			
12		- Alternanza di Argilla sabbiosa con tratti cementati centimetrici inclusi e sabbie limose debolmente argillose da 9.50-37.00m di profondità. Alla quota 33m si osservano sporadici lapidei inclusi con trovante di natura calcareo marnoso di diametro decimetrico.	12.0	50/1cm	Rf-2) S ₁₆ < 11.50 S ₂₀
13		- Marna argillosa a consistenza lapidea da 37.00-39.00m di profondità dal p.c.			
14		- Livello limoso argilloso debolmente sabbioso			
15					
16			16.5	50/2cm	Rf
17					
18					
19			19.0	50/2cm	Rf
20					
21					
22					
23					
24			24.0	50/1cm	Rf
25					
26					
27					
28			28.0	50/3cm	Rf
29					
30					
31					
32			32.0	50/1cm	Rf
33					
34					
35					
36					
37			37.0	50/2cm	Rf
38					
39					
40					

Figura 3 – Sondaggio S4, ubicato nella zona centrale in frana

3.2 RISULTATI DELLE MISURE AL GIUGNO 2015

Come già detto nella relazione del Giugno 2015, il sondaggio S4 era stato spinto fino a 40 m per avere la certezza di penetrare sufficientemente nella parte fissa (sottosuolo stabile), rispetto alla quale leggere facilmente gli eventuali movimenti più superficiali.

Nel Dicembre 2014 la Geoproject constatava che l'inclinometro si arrestava alla profondità di 15 m, per la presenza di oggetti che ne ostruivano la discesa. Verificata, da parte della Committenza, l'impossibilità dal punto di vista economico di procedere ad una integrazione delle indagini (realizzazione di una nuova verticale inclinometrica profonda), si decise di effettuare le misure successive fino alla massima profondità possibile (ridottasi appunto a 15 m). Dopo la prima misura di zero, effettuata nel Dicembre 2014, furono effettuate ulteriori 3 misure inclinometriche, secondo il seguente calendario:

- 21 Gennaio 2015 (1ª lettura)
- 12 Marzo 2015 (2ª lettura)
- 8 Maggio 2015 (3ª lettura)

In Figura 4 sono diagrammate, in funzione della profondità, le componenti dello spostamento secondo due assi ortogonali, A e B, nel piano orizzontale, riferite alla fondamentale acquisita mediante la lettura di zero. Le misure sono state interpretate e commentate puntualmente dal sottoscritto nella sua relazione del Giugno 2015, cui si rimanda.

3.3 RISULTATI DELLE MISURE DOPO IL GIUGNO 2015

Secondo il programma del monitoraggio, erano previste altre 2 misure entro la fine dell'anno 2015. Si è così effettuata una prima misura nel mese di Ottobre 2015, anch'essa spinta fino a 15 m di profondità.

A fine Dicembre 2015 la Geoproject si recava in sito per la seconda misura, e doveva constatare purtroppo un nuovo sabotaggio della tubazione inclinometrica, intasata da un sasso ben incastrato all'imbocco della stessa.

RAPPORTO FINALE SUL MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

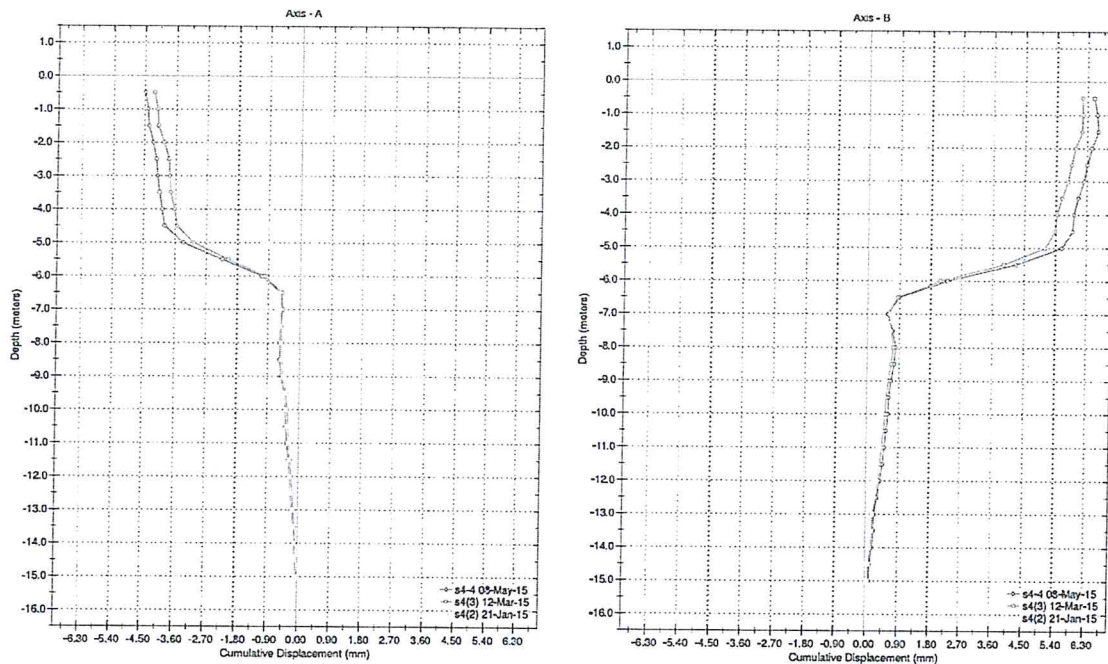


Figura 4 – Misure inclinometriche fino al Giugno 2015; spostamenti cumulati nelle direzioni A e B

Ad inizio Gennaio 2016 la ditta si recava nuovamente in sito per rimuovere il sasso dall'imboccatura del foro, ma doveva constatare la presenza di un'altra ostruzione qualche decimetro più sotto (vedi le tre foto in Figura 5).

La Geoproject constatava la impossibilità a rimuovere autonomamente il sasso collocato più in profondità, a meno di danneggiare irrimediabilmente l'imboccatura della tubazione, e compromettere l'affidabilità di eventuali altre misure. La Provincia di Benevento, Committente, ne prendeva atto, e dichiarava terminata la fase di monitoraggio a carico della Geoproject.

In Figura 6 sono sempre diagrammate, in funzione della profondità, le componenti dello spostamento secondo i due assi A e B, misurate il 9 Ottobre 2016, insieme con quelle antecedenti (di Figura 4).

Gli ultimi risultati acquisiti in Ottobre sono assolutamente congruenti con quelli precedenti, e confermano l'interpretazione del cinematismo e le considerazioni anticipate nella relazione del Giugno 2015.

Intervento di ripristino del tratto di strada provinciale SP1 interrotto a seguito dell'evento
franso del 04/12/2010

RAPPORTO FINALE SUL MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

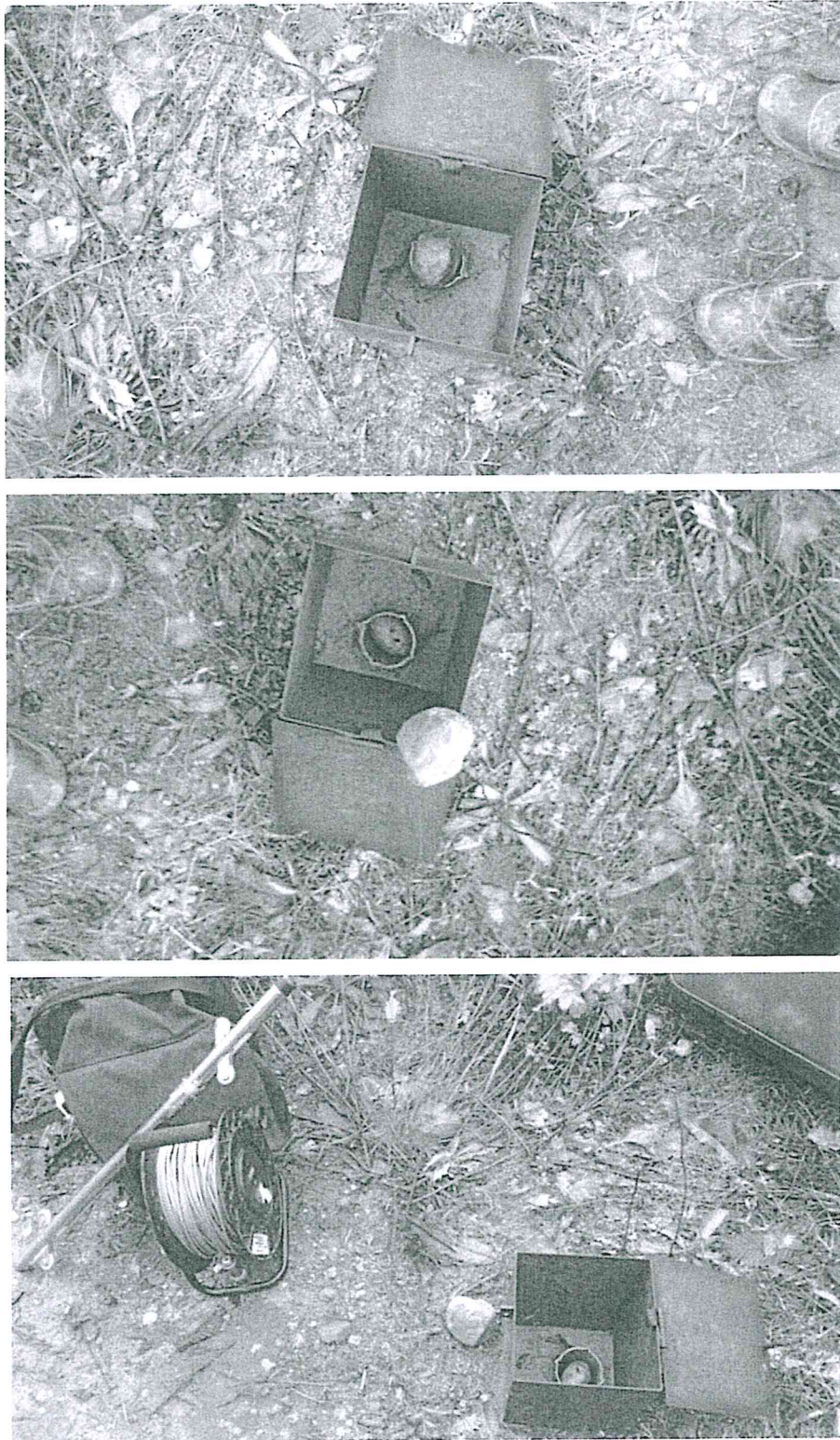


Figura 5 – Foto del Sondaggio S4 ostruito (Gennaio 2016)

RAPPORTO FINALE SUL MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

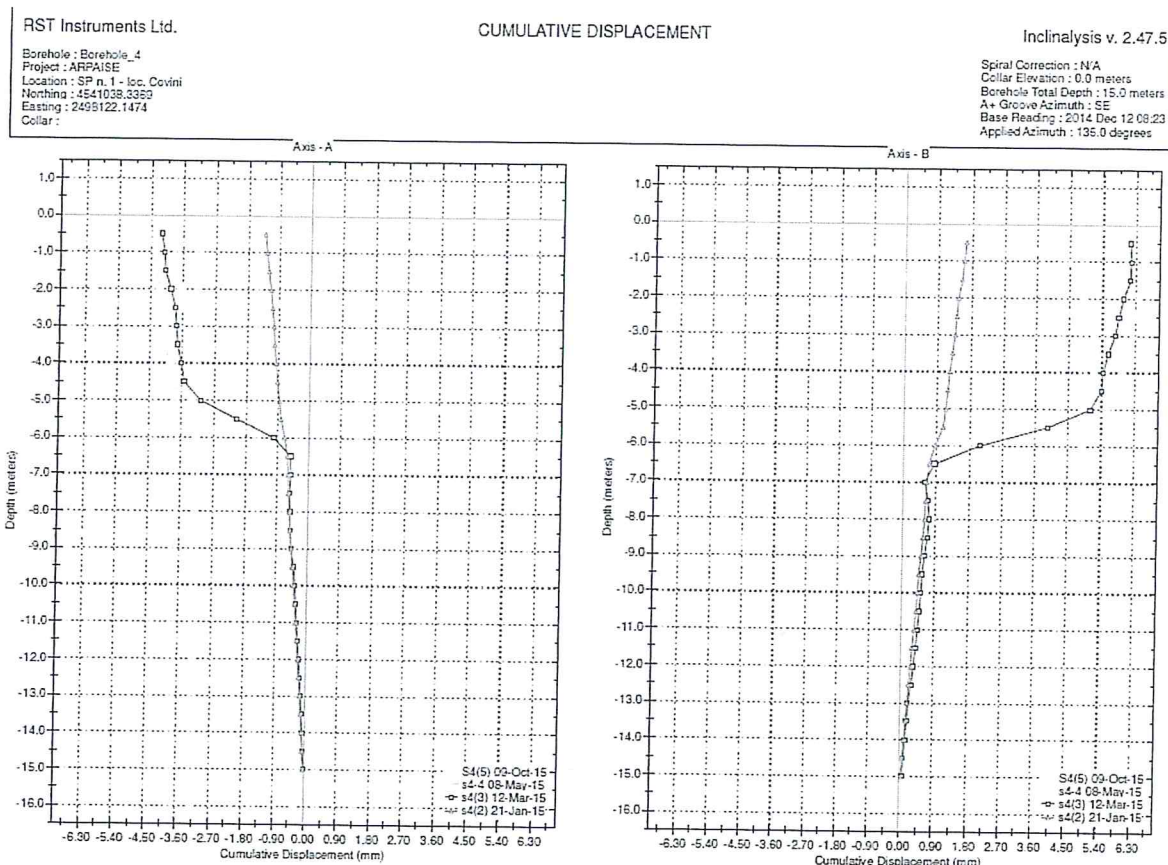


Figura 6 – Misure inclinometriche (fino ad Ottobre 2015); spostamenti cumulati nelle direzioni A e B

3.4 CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI

Come si può leggere in maniera più chiara dal grafico ingrandito relativo alla componente dello spostamento lungo l'asse B (Figura 7), le misure sono congruenti fra loro.

Esse evidenziano la sostanziale "traslazione" della porzione più superficiale di sottosuolo, di 5 m circa, con scorrimento concentrato in una fascia di terreno tra 5 e 6.5 metri circa. I massimi spostamenti si sono verificati tra il Gennaio ed il Marzo 2015 (mesi invernali); successivamente c'è stato un sensibile rallentamento del moto, e quindi una apparente stasi nei mesi estivi.

RAPPORTO FINALE SUL MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

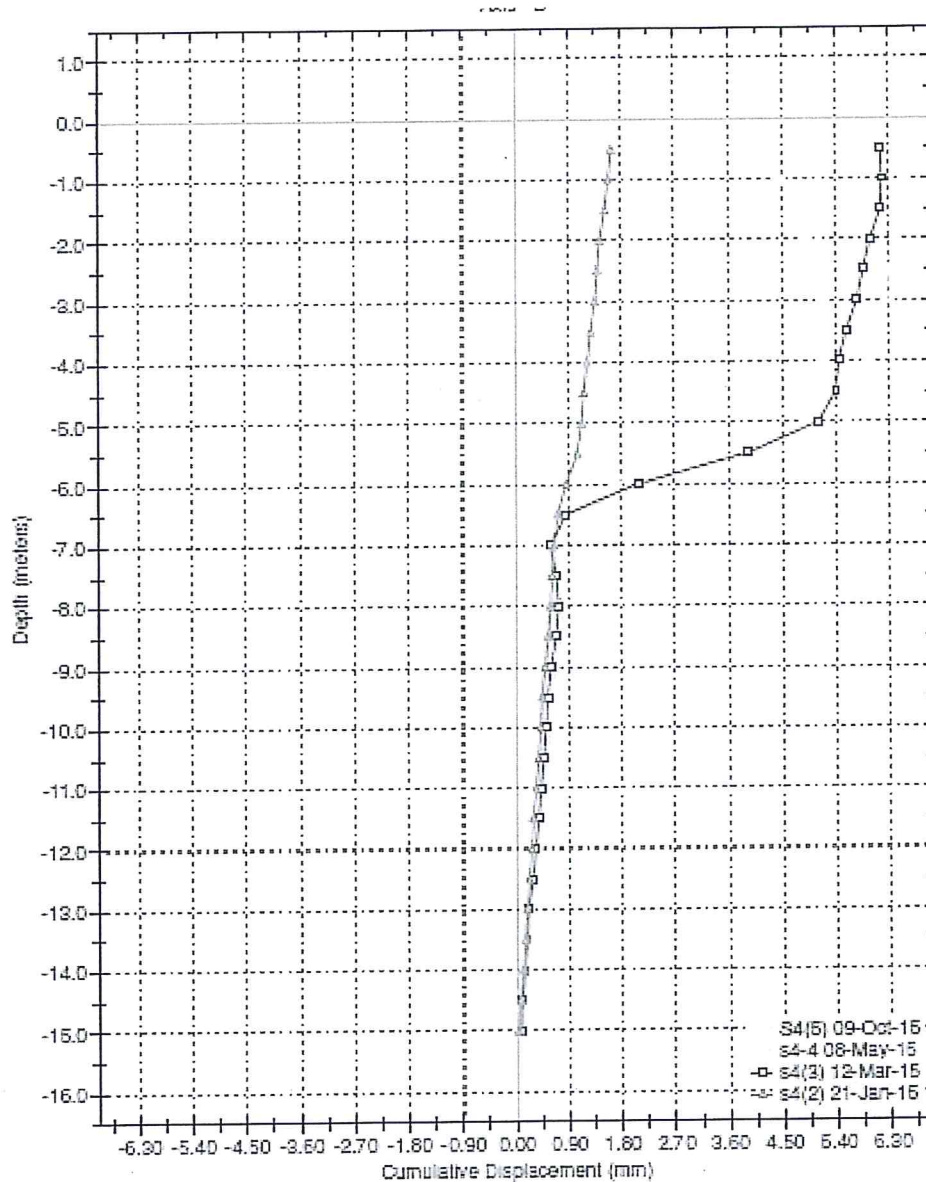


Figura 7 – Misure inclinometriche (fino ad Ottobre 2015); spostamenti cumulati nella direzione B

Anche le misure del 9 Ottobre 2015 confermano che lo spostamento, risultante delle due componenti nelle direzioni A e B, è orientato proprio nella direzione EST-SUDEST del vecchio fenomeno franso (a circa 135° da Nord), come ben evidenziato dal diagramma polare di Figura 8.

RAPPORTO FINALE SUL MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

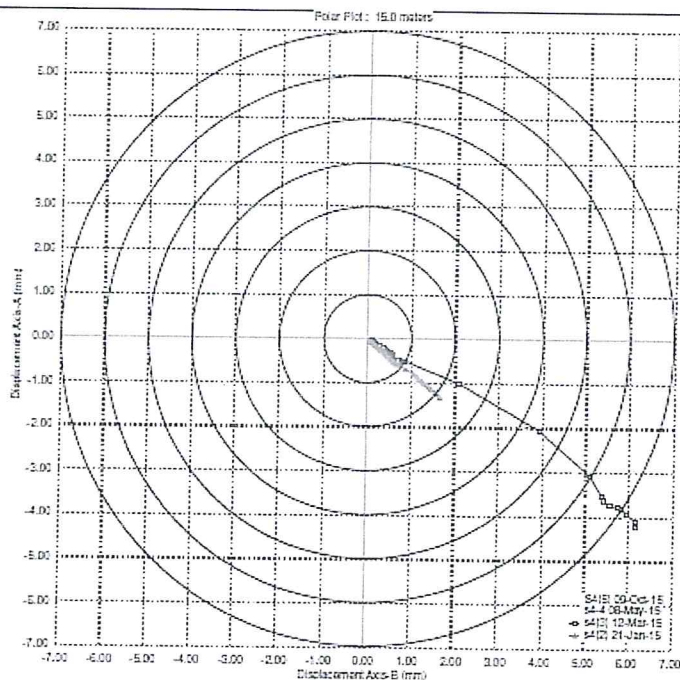


Figura 8 – Diagramma polare degli spostamenti accumulati fino ad Ottobre 2015

In definitiva, le misure inclinometriche confermano che si è sviluppata una netta superficie di scorrimento a 5-6 m di profondità, lungo la quale è lecito attendersi ulteriori movimenti piccoli (dell'ordine del cm/anno) concentrati soprattutto nei mesi invernali.

La stratigrafia del sondaggio S4 indica che lo scorrimento si verifica proprio in una fascia di terreni all'interfaccia tra i materiali LS di ricoprimento e le argille di base A.

E' però doveroso ribadire che purtroppo, a causa dei reiterati sabotaggi, le misure inclinometriche si sono fermate a 15 metri di profondità. Pertanto, se in occasione del fenomeno franoso si fosse sviluppata anche una superficie di scivolamento più profonda (oltre i 15 metri), questa non sarebbe di fatto intercettata dal monitoraggio effettuato.

Si ribadisce pertanto la necessità, nel corso delle indagini della fase esecutiva, di predisporre un ulteriore monitoraggio spinto ad almeno 40 m, al fine di escludere o meno, con certezza, ulteriori movimenti più profondi.

RAPPORTO FINALE SUL MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

4 CONCLUSIONI

Nel presente rapporto si è riferito sul monitoraggio effettuato lungo la verticale inclinometrica ubicata sulla strada provinciale SP1, in località Covini del Comune di Arpaise (BN). In particolare, sono state illustrate le misure effettuate oltre il Giugno 2015, per completare il piano previsto.

Le misure inclinometriche sono state eseguite fino alla profondità di 15 m (a causa di un primo sabotaggio ad opera di ignoti), e non è stato possibile effettuare l'ultima misura del Dicembre 2015 (a causa di un reiterato danneggiamento della tubazione). I risultati delle misure evidenziano chiaramente una superficie di scorrimento ubicata a circa 5-6 m di profondità dal p.c.; a tale profondità corrisponde proprio il passaggio stratigrafico dai materiali limo-sabbiosi più superficiali alla formazione argillosa di base.

Al fine di accertare la presenza o meno di eventuali ulteriori superfici di scorrimento a profondità maggiori dei 15 m investigati, sarà necessario, nella fase esecutiva, predisporre un ulteriore monitoraggio inclinometrico profondo.

Infine, è il caso di ribadire che per quanto riguarda l'analisi delle condizioni stratigrafiche e di quelle relative alla falda, e la caratterizzazione geotecnica dei diversi terreni, si rimanda alla relazione del Giugno 2015.

In particolare, si rammentano le puntuali indicazioni e raccomandazioni fornite dallo scrivente, di cui si dovrebbe tenere conto nello studio geotecnico che accompagnerà le successive fasi della progettazione degli interventi.

Napoli, Giugno 2015

(prof. ing. Armando Lucio Simonelli)

