

GE004 Cascine - Ronco Scrivia (GE)

1. Inquadramento del sito

L'abitato di Cascine, localizzato nel comune di Ronco Scrivia (Città Metropolitana di Genova), sorge su un versante in cui affiorano, in contatto tettonico, l'Unità Antola e la Formazione di Ronco, sormontate a loro volta dalla formazione sedimentaria dei Conglomerati di Savignone (Fig.1).

Il versante in oggetto, interessato da locali cedimenti, è caratterizzato dalla presenza discontinua di alcuni movimenti franosi confinati con coinvolgimento della coltre detritica e con la probabile presenza di un movimento gravitativo più profondo (*"Atlante dei Centri Abitati Instabili della Liguria"* – CNR – Prov, Genova, 2004).



Fig. 1 - Stralcio Carta Geologica d'Italia (scala originale 1:100.000).

2. Campagna di indagine 2010-2022

Le installazioni inclinometriche b, c, e d (Fig.2) sono state monitorate con continuità da ottobre 2010 all'anno 2014; negli anni successivi e fino al 2022 vi sono state alcune pause nel monitoraggio, in accordo con Regione Liguria, dettate dai modesti movimenti registrati fino al 2014.

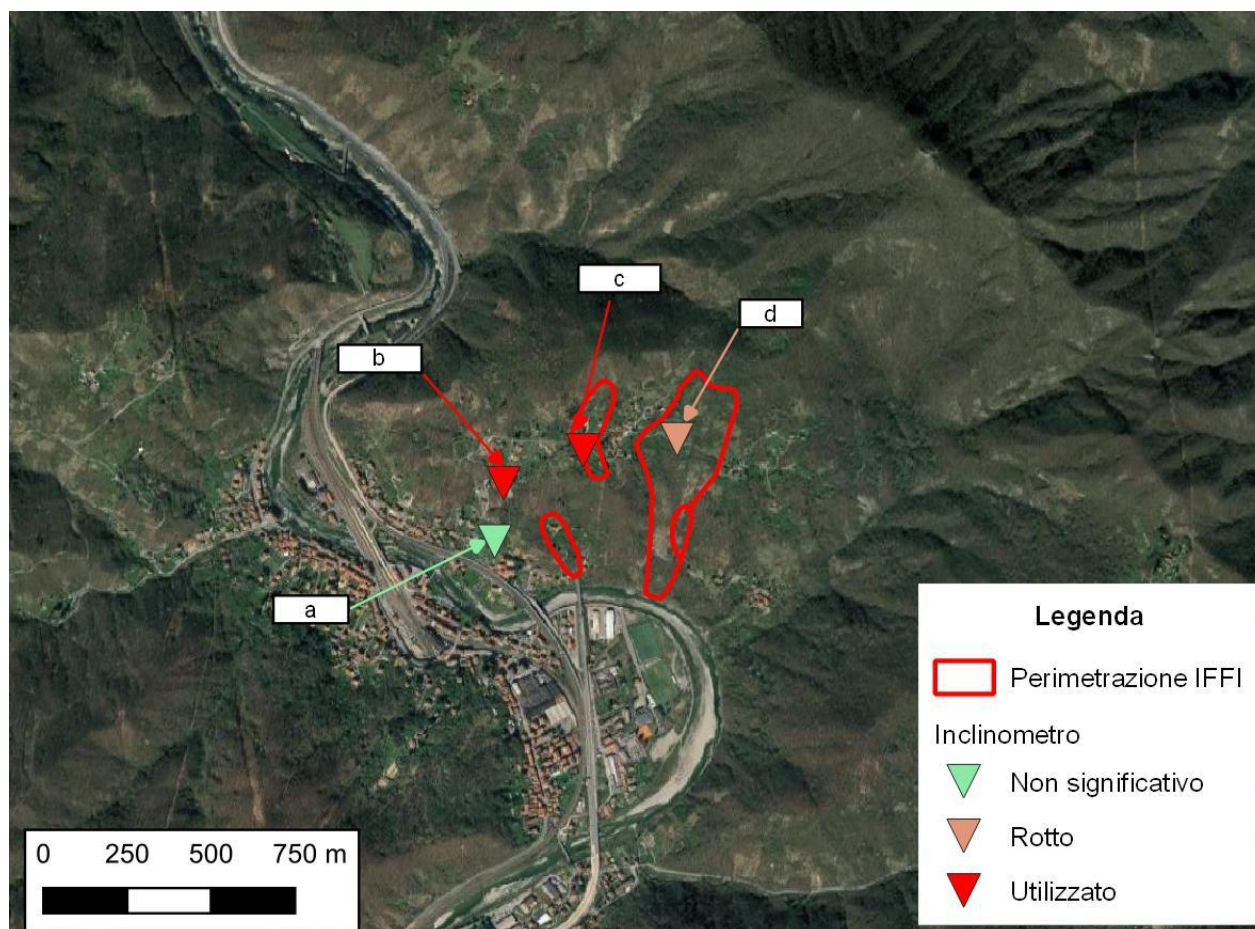


Fig. 2 - Posizione degli inclinometri a, b, c, d sul versante ove sorge l'abitato di Cascine

Il versante indagato evidenzia una zonizzazione discontinua delle masse franose conosciute; in particolare, gli inclinometri c e d insistono all'interno del perimetro di settori instabili classificati, nell'Inventario dei fenomeni franosi (Progetto IFFI - IdroGEO), come segue:

Inclinometro "d" (ex)

Tipo	Complesso
Stato	Quiescente generico
Identificativo	0100020601
Area [mq]	94512

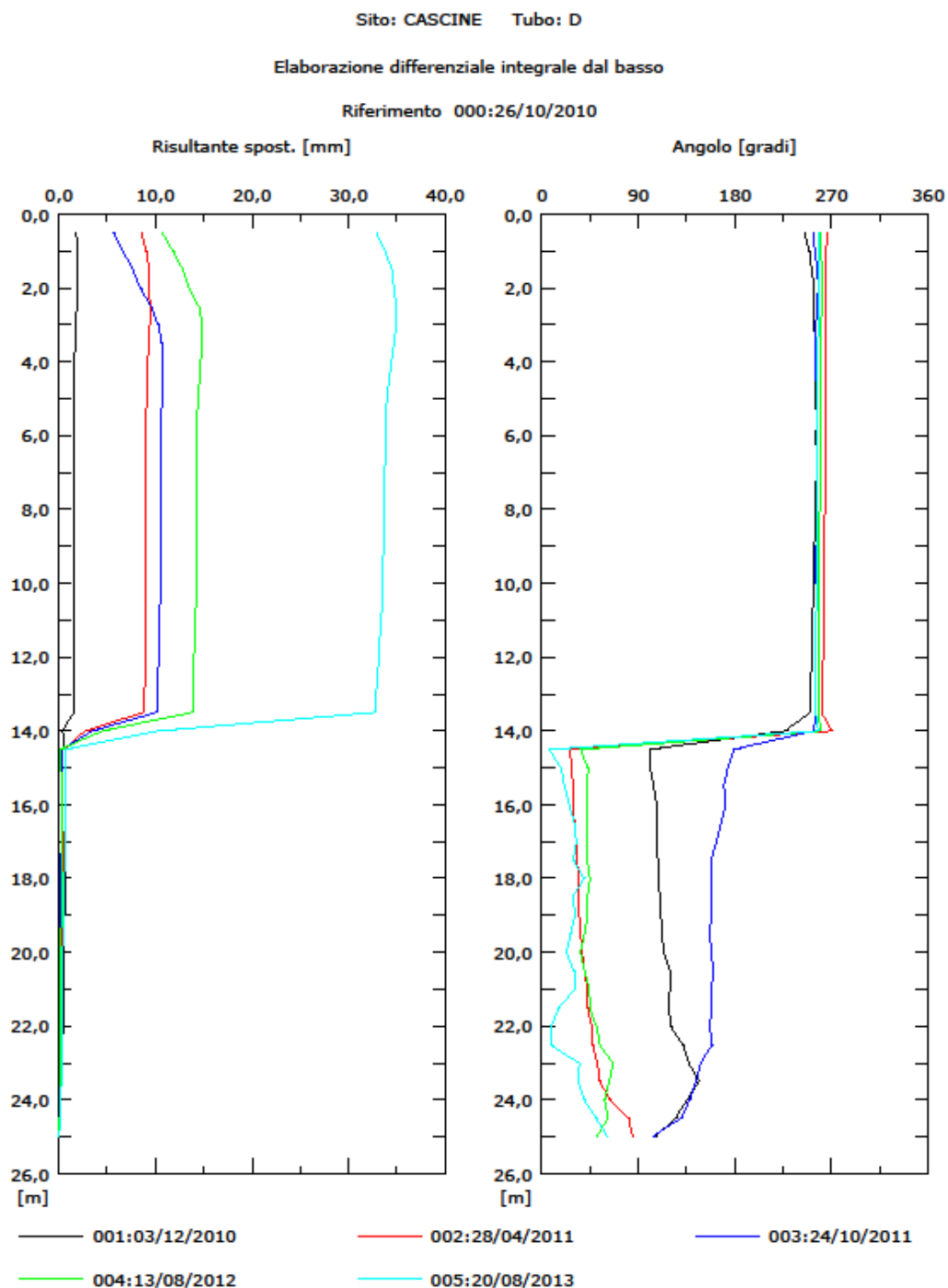
Inclinometro "c"

Tipo	n.d.
Stato	Quiescente generico
Identificativo	0100338800
Area [mq]	19838

3. Analisi dei dati inclinometrici (monitoraggio non attivo)

Inclinometro d (24.5 m) – zona del centro abitato

Il monitoraggio si è concluso nel 2013, a causa della rottura della tubazione rilevata nel lettura del 4 luglio 2014: l'inclinometro è risultato inutilizzabile a causa di uno schiacciamento rilevato dall'ispezione televisiva. I dati relativi ad agosto 2013 avevano confermato uno spostamento massimo di circa 36 mm in quasi 3 anni di monitoraggio con direzione azimutale S-SW, coerentemente con l'orientazione del versante e la presenza di un piano di taglio alla profondità di 14 m con un incremento registrato nell'ultimo anno di 21 mm/anno. Tale situazione era confermata dall'elaborazione differenziale locale che rilevava un picco a 13.5 m con un valore massimo di 24 mm (Figg.3 e 4). Mediante telecamera da foro si sono potuti osservare due scalini a -13.40 m e a -13.57 m che non permettono il passaggio della sonda (Fig.5).



ARPAL

Fig. 3a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro d.

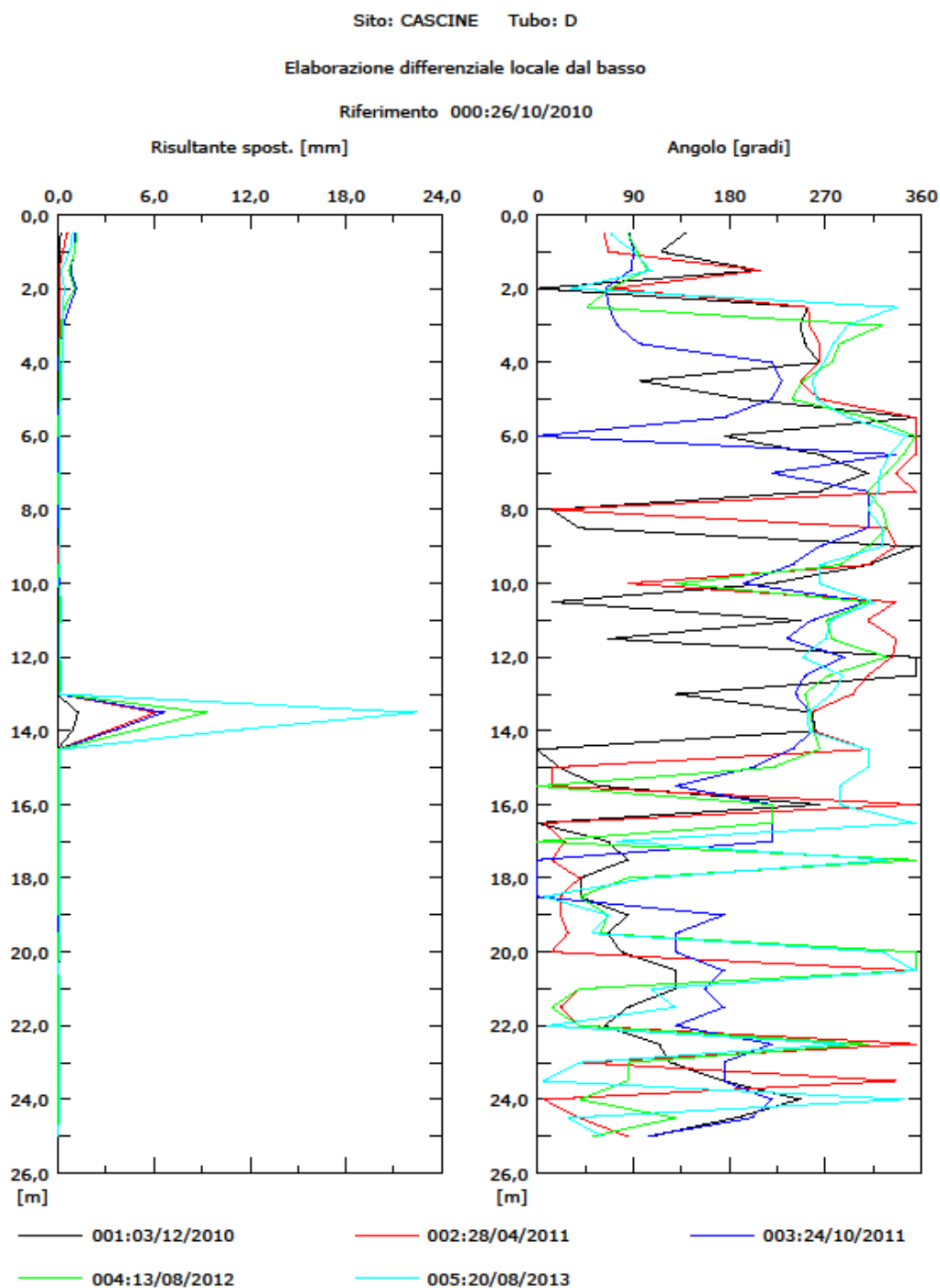


Fig. 3b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro d.

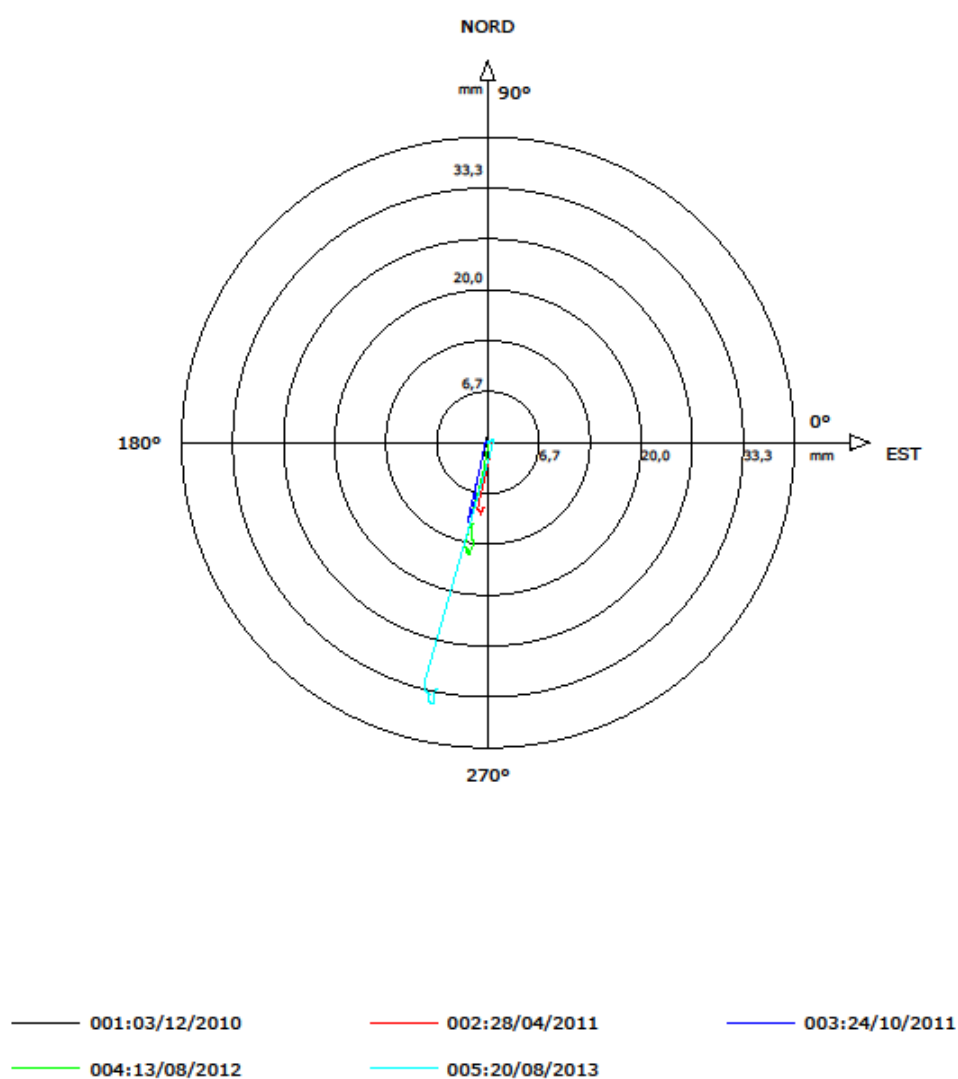
REMOVER 2008-2024

Sito: CASCINE Tubo: D

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:26/10/2010

Diagramma polare della deviazione



ARPAL

Fig. 4 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro d



Fig. 5a - Ispezione televisiva: piani di taglio alle profondità di -13.40 m nell'inclinometro d.



Fig. 5b - Ispezione televisiva: piani di taglio alle profondità di -13.57 m nell'inclinometro d.

4. Analisi dei dati inclinometrici (monitoraggio attivo)

Di seguito si riassume l'ultima attività di monitoraggio effettuata nel 2023. In accordo con Regione Liguria, il monitoraggio è stato sospeso nell'anno 2024.

Data	Attività	Strumentazione	Sistema di misura
10/08/2023	lettura di esercizio sulle guide A1/A3	Inclinometri B e C	Sonda servoaccelerometrica biax. S091260

Tab. 1 - Misure effettuate nel 2023 nel sito di Cascine.

Inclinometro B (25 m) – zona a valle dell'abitato

La verifica dei *dataset* nell'anno 2023 attraverso i “*checksum*” e la “*deviazione standard*” non ha evidenziato anomalie strumentali nei cicli di letture effettuate. La deviazione sul differenziale integrale non ha subito alcun incremento rispetto alla lettura del 2022 attestandosi sul valore di 21 mm a testa tubo. Come si può osservare dal grafico del differenziale integrale, anche sul differenziale locale è possibile riscontrare la quota del piano di scivolamento principale posto ad una profondità di circa 3,5 m dalla superficie. Il diagramma polare mostra una direzione di movimento verso S ricalcando perfettamente i tracciati relativi alle letture pregresse.

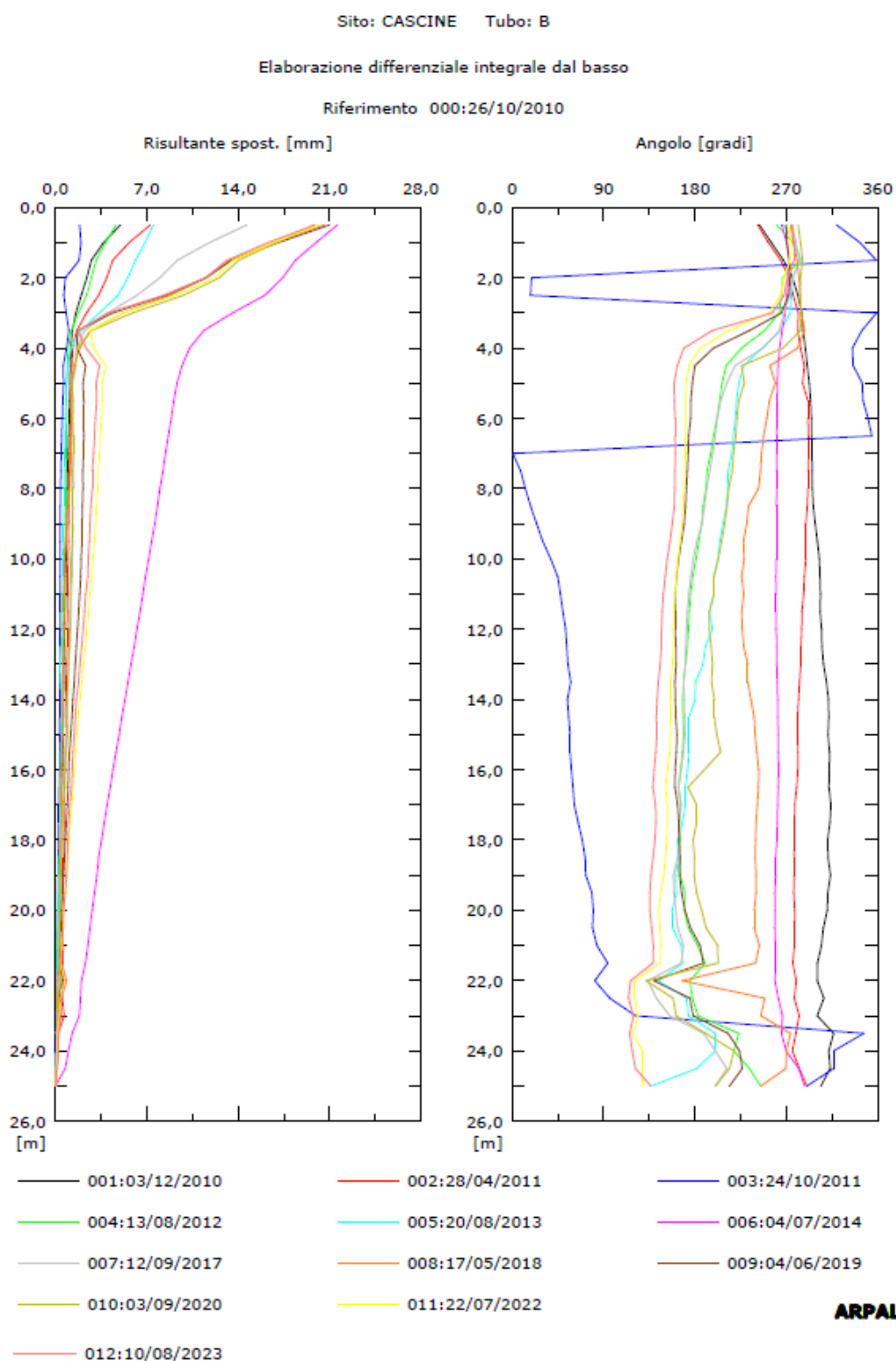


Fig. 6a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro B.

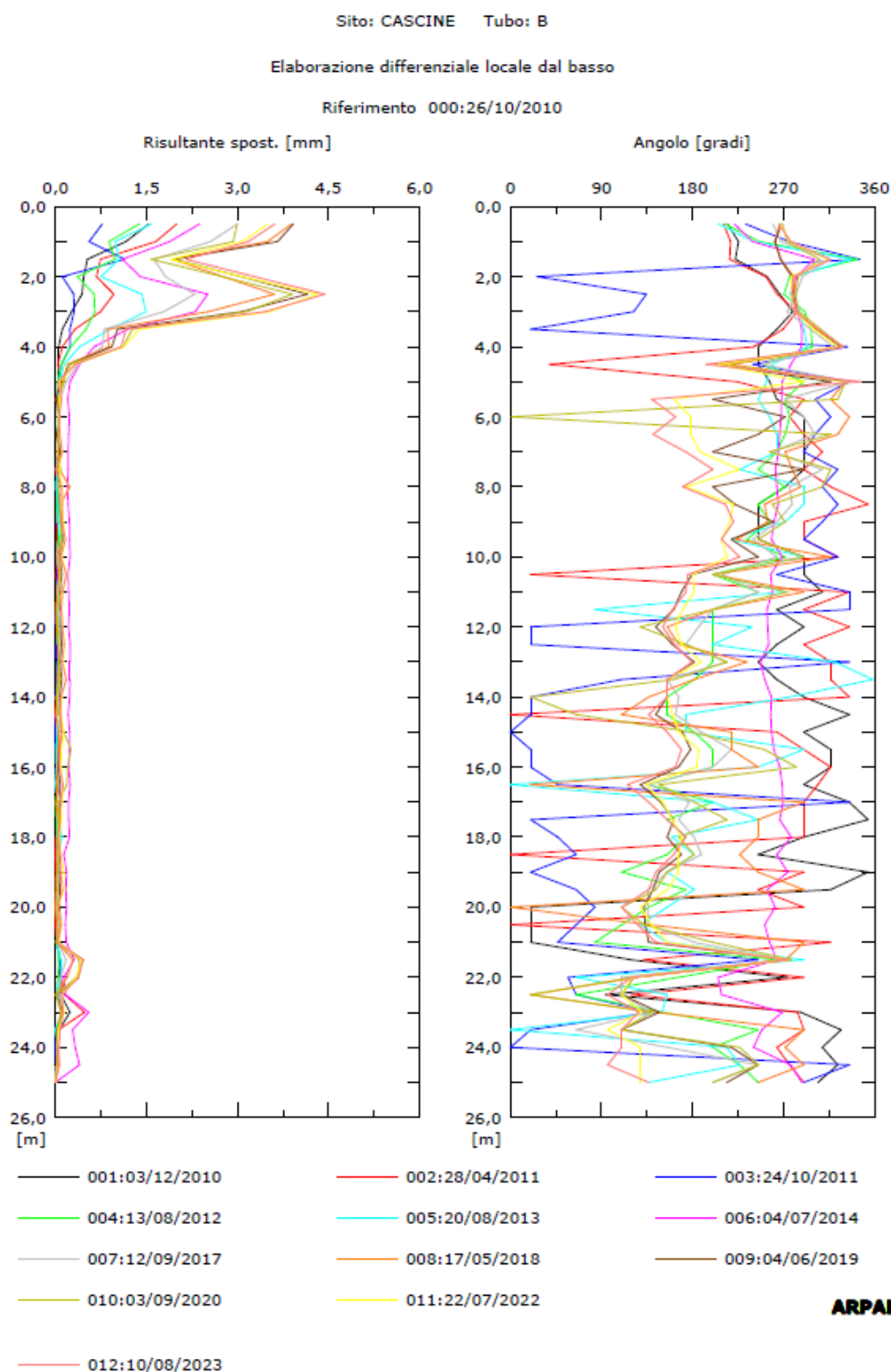


Fig. 6b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro B.

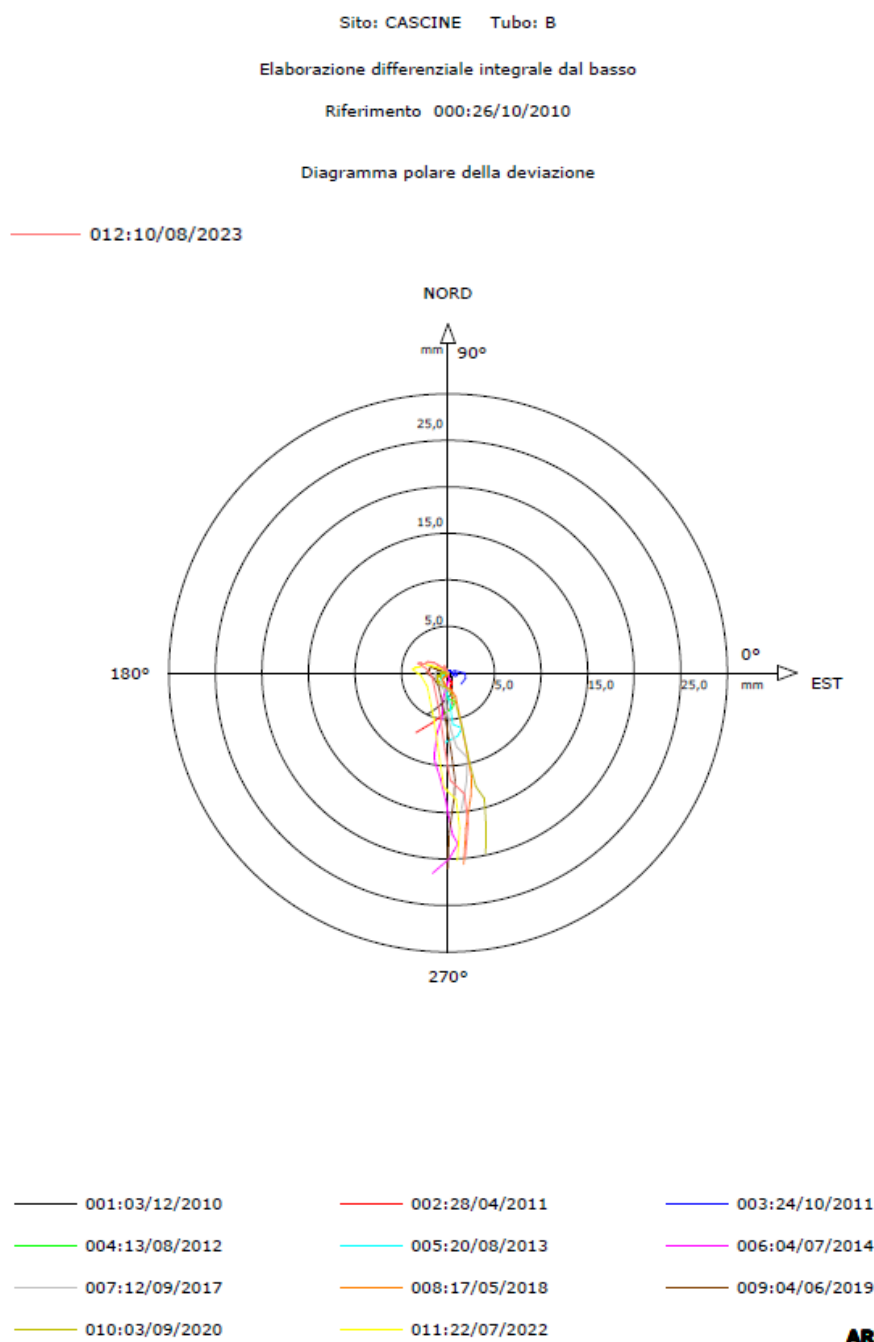


Fig. 7 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro b

Inclinometro C (24.5 m) – zona del centro abitato

La verifica dei dataset nell'anno 2023 attraverso i "checksum" e la "deviazione standard" non ha evidenziato anomalie strumentali nei cicli di letture effettuate. La deviazione sul differenziale

integrale non ha subito incrementi rispetto alla lettura del 2022 attestandosi sul valore di 7,5 mm a testa tubo. Dal grafico del differenziale locale è possibile riscontrare la quota della superficie di scivolamento principale posta a circa 12 m di profondità. Il diagramma polare mostra una variazione della direzione di movimento della tubazione da SW a W. (Figg.8 e 9).

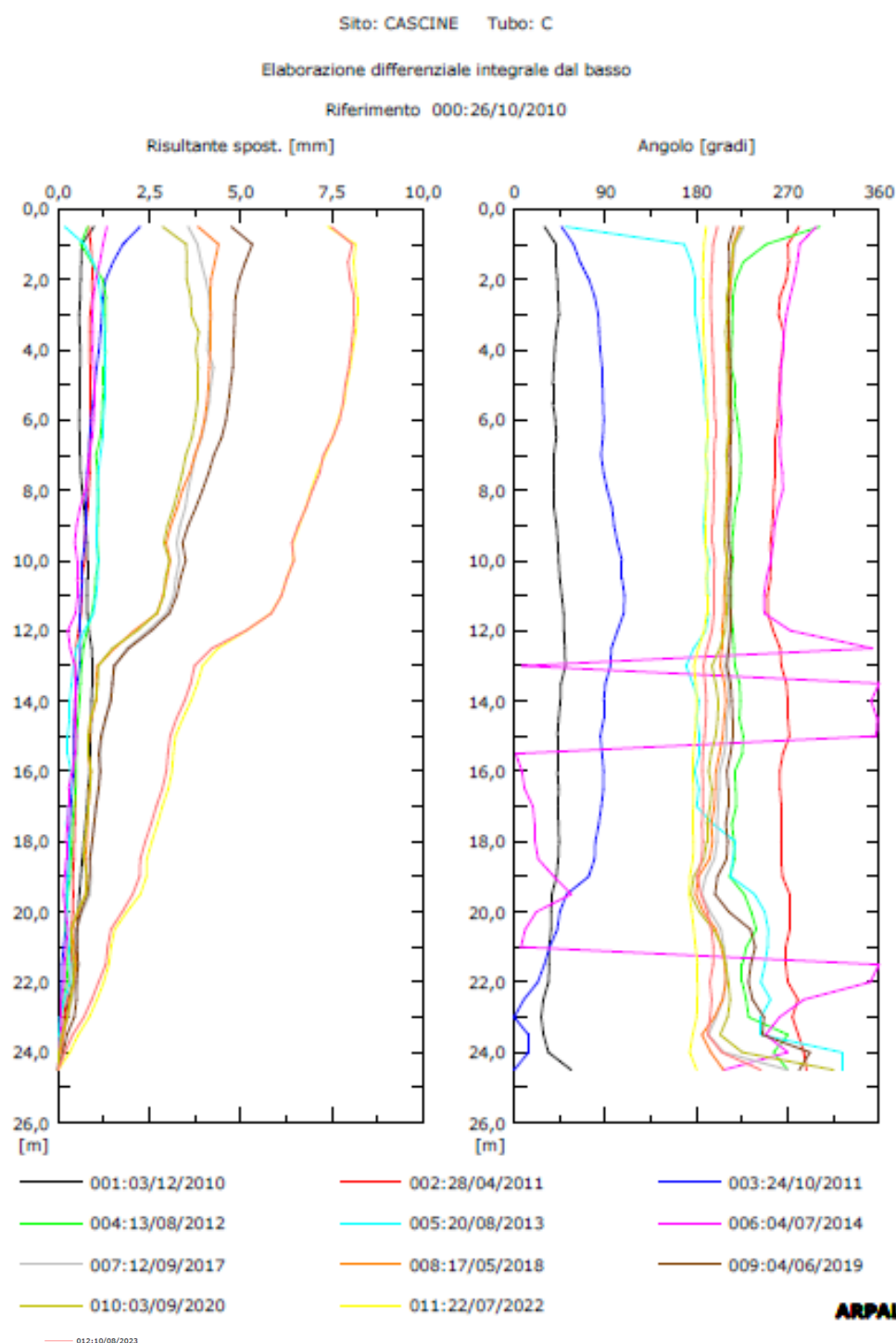


Fig. 8a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro C.

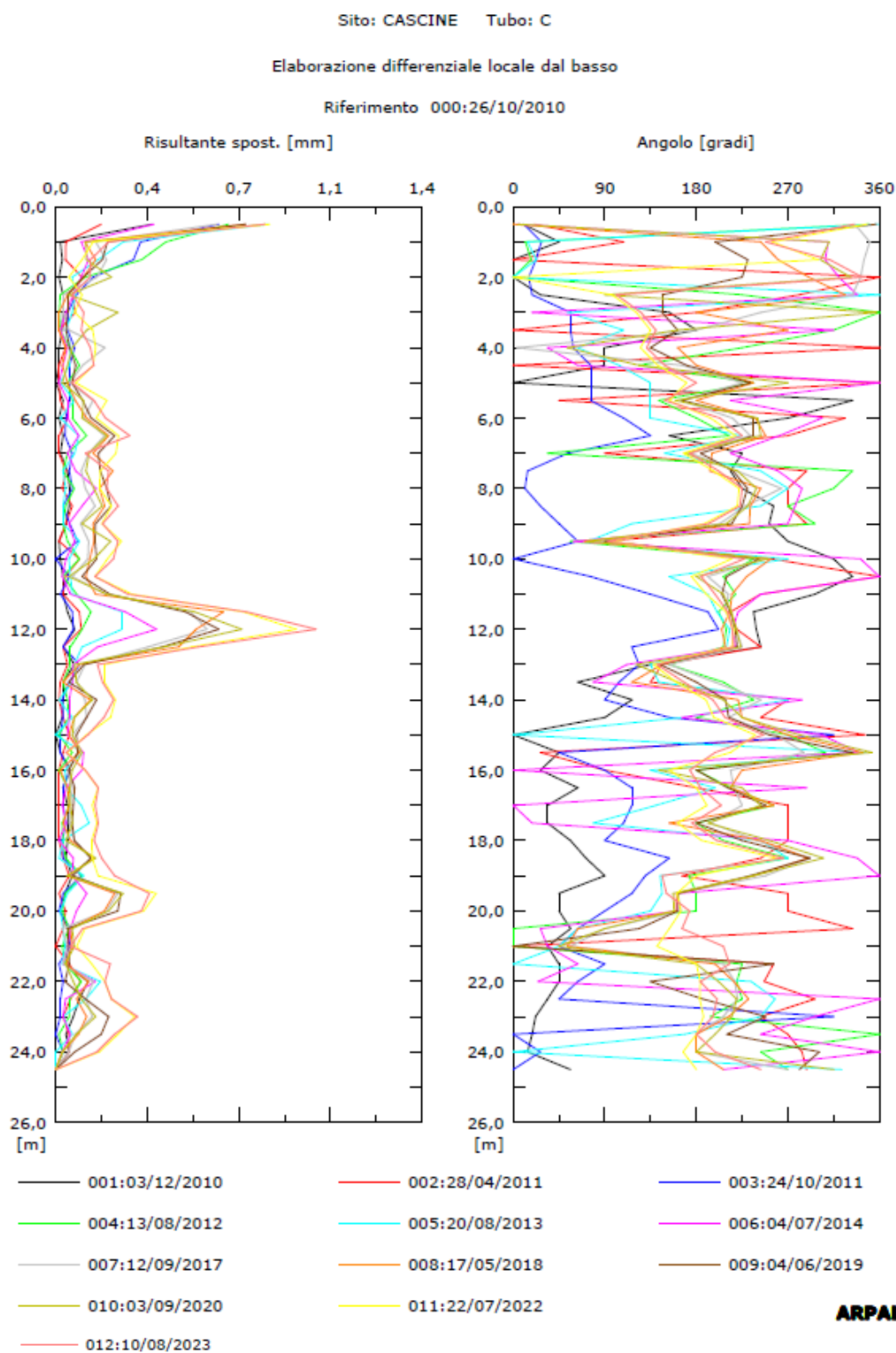


Fig. 8b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro C.

REMOVER 2008-2024

Sito: CASCINE Tubo: C

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:26/10/2010

Diagramma polare della deviazione

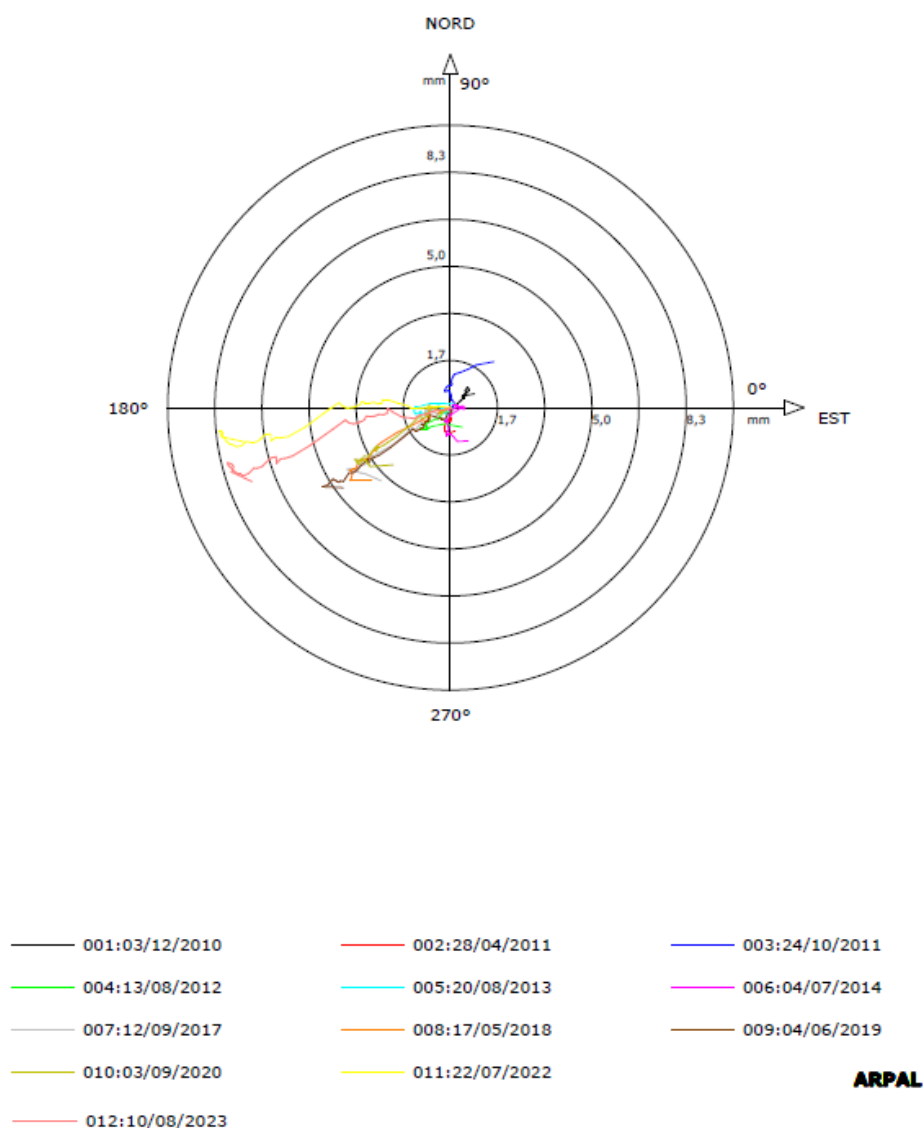


Fig. 9 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro C

5. Conclusioni

Le installazioni hanno permesso di rilevare spostamenti trascurabili per l'abitato di Cascine, mentre nella zona più a est si è potuto osservare un piano di taglio a circa 14 m di profondità con spostamenti massimi ad agosto 2013 di 36 mm in direzione SW (Fig.10): la successiva lettura ha permesso di rilevare la rottura nel 2014 dell'inclinometro, evidenziando spostamenti in atto ancora maggiori. Nella zona abitata in un contesto di monitoraggio con spostamenti limitati è per il momento difficile attribuire lo stato di "riattivazione" al pendio: le ultime letture hanno permesso di rilevare la presenza di deformazioni da sub-superficiali nella zona a valle a mediamente profonde nella zona centrale, a circa -12m di profondità.

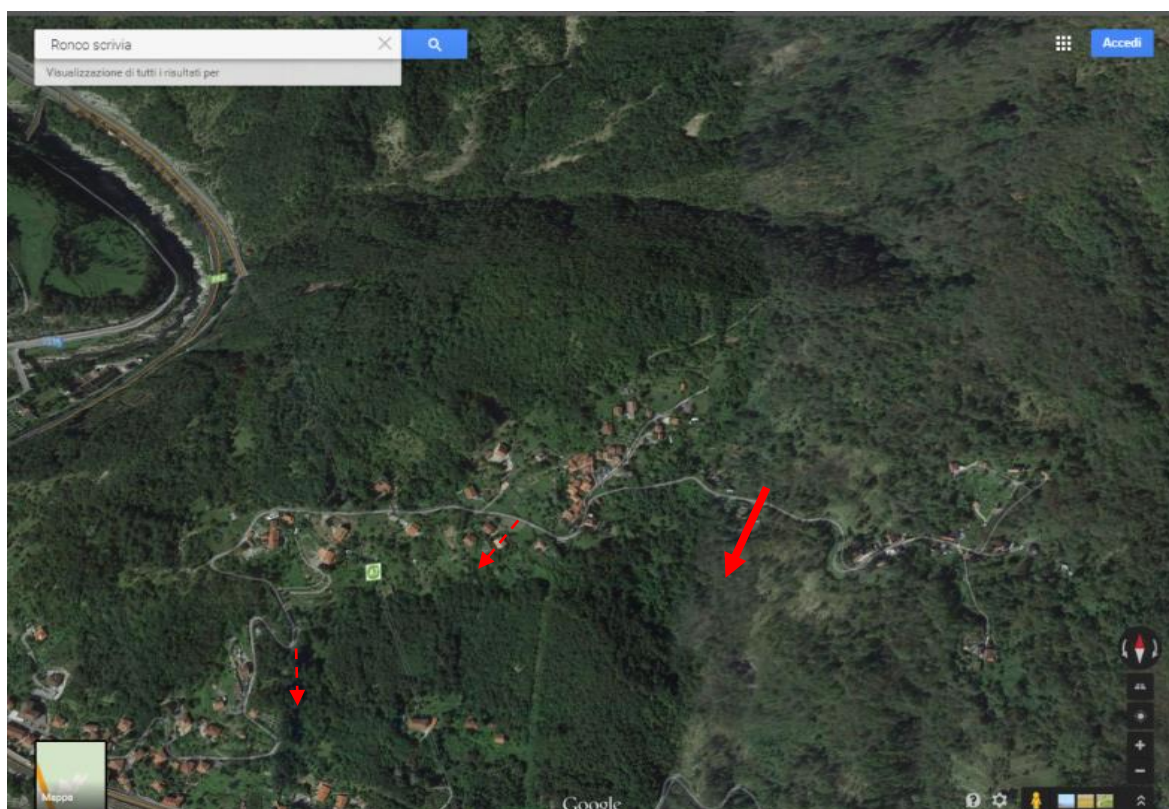


Fig. 10 -Direzione di movimento dell'area in frana nell'abitato di Cascine

I dati relativi alla presenza di acqua nel sottosuolo si riferiscono alle misure freatiche effettuate nei tubi inclinometrici con valori entro 5 m di profondità. Nella zona ove risulta collocato 'inclinometro "d" l'acqua risulta a profondità superiori, generalmente in prossimità del piano di taglio. Tali misure, per quanto siano da considerare approssimative, possono dare un'indicazione di massima della profondità della falda (Fig.11).

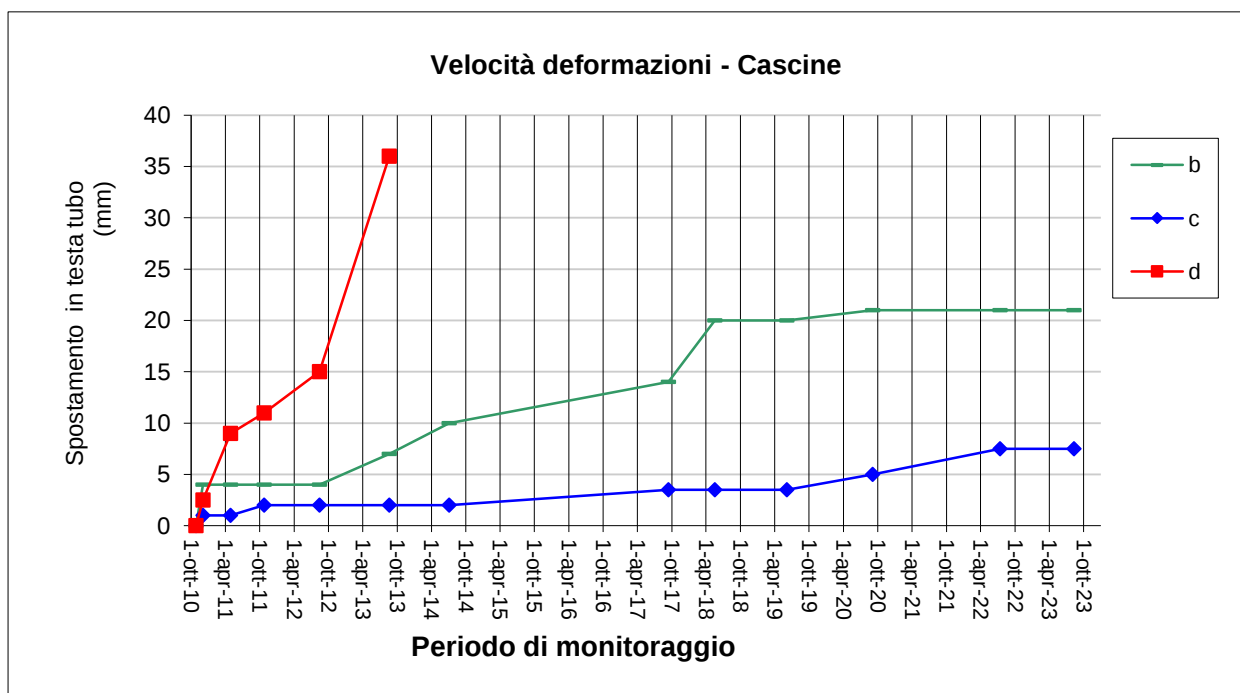


Fig. 11 - Velocità delle deformazioni nel periodo 2010-2023.

Generalmente i mesi autunnali sono sempre stati caratterizzati da una piovosità abbondante e nel caso del 2014 l'anomalia consiste nella quantità di pioggia caduta nel periodo ottobre-novembre pari a 1140 mm (540 mm di pioggia in ottobre e 614 mm in novembre). Per quanto riguarda i mesi di gennaio e febbraio si può osservare che i quantitativi risultano i più elevati con 598 mm in gennaio e 385 mm in febbraio.

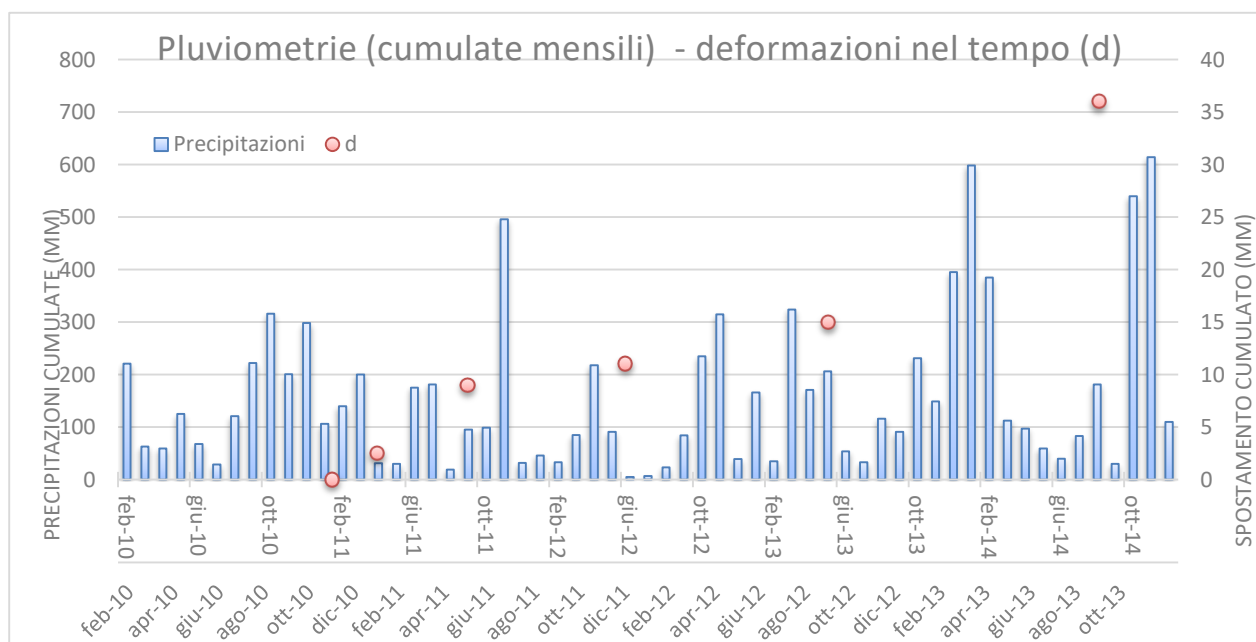


Fig. 12 – Andamento pluviometrico mensile (stazione CRORE) e letture inclinometriche (d) – periodo 2010-2014

Dall'osservazione della Fig.12, si rileva come i primi spostamenti registrati in "d" potrebbero essere determinati dalle precipitazioni intense e prolungate del periodo autunnale 2010, evidenziando quindi una risposta del terreno allo stress indotto dall'acqua, mentre l'accelerazione registrata nel 2013 sembra possa avere come causa principale la presenza di periodi piovosi durante l'autunno 2012 e nella primavera 2013. Tale regime pluviometrico non sembra avere effetti rilevabili sulle altre tubazioni inclinometriche che appaiono prive di deformazioni.

Osservando la distribuzione degli eventi pluviometrici di particolare intensità, si evince che la presenza di fenomeni intensi nell'autunno 2010 possa aver contribuito alle riattivazioni del movimento, mentre la debole attività degli anni 2011-2012 sembra possa essere messa in relazione con la pressoché assenza di eventi estremi. L'eccezione riguarda la ripercussione nella zona dell'evento alluvionale che ha colpito Genova nel novembre 2011: tale fenomeno non sembra aver avuto effetti diretti sul terreno, mentre gli effetti sul terreno degli eventi intensi accaduti nel periodo novembre 2013 - gennaio 2014 (con il massimo in dicembre 387 mm/9gg) sono stati registrati con la rottura definitiva della tubazione osservata nel luglio 2014.

Per quanto riguarda la zona ove è ubicato l'inclinometro b (Fig.13) gli spostamenti rimangono al di sotto dell'incertezza strumentale fino al 2014, mentre si osserva a distanza di anni nel periodo 2017-2022 una leggera deformazione della coltre superficiale con valori difficilmente rapportabili alle piogge. Ne è un esempio la cumulata pluviometrica del mese di luglio 2018 pari a 400 mm che non ha dato seguito ad alcun spostamento e ancora più indietro nel tempo l'evento meteo del mese di novembre 2014 con oltre 700 mm di pioggia. Nello stesso modo le letture svolte dal 2020 ad oggi non hanno evidenziato alcun spostamento nonostante alcune cumulate superino i 300 mm.

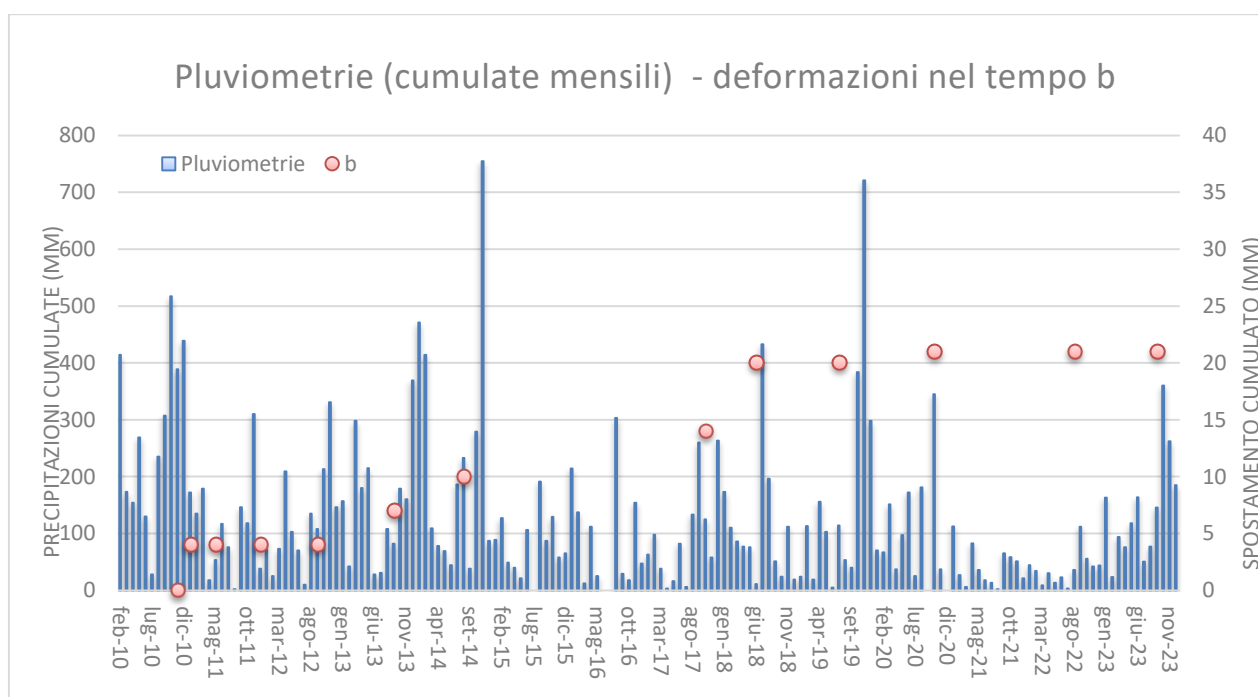


Fig. 13 – Andamento pluviometrico mensile, eventi estremi (stazione Crocefieschi-Santuario) e letture inclinometriche (b) – periodo 2010-2023