

GE010 - Pietrafraccia-Ronco Scrivia (GE)

1. Inquadramento del sito

L'abitato di Pietrafraccia occupa la parte medio alta di un versante lambito da una frana di colamento che si sviluppa dal paese fino al fondovalle: in particolare il paese è fondato su un dosso costituito dalla Formazione di Ronco e dalle Argilliti di Montoggio ed, in parte, su un'estesa copertura detritica originatasi dal disfacimento dei Conglomerati di Savignone (Fig.1); questi ultimi, inoltre, occupano la parte più acclive del versante che insiste sull'abitato (*"Atlante dei Centri Abitati Instabili della Liguria"* – CNR- Prov, Genova, 2004).

Il versante, soggetto a locali cedimenti, mostra la presenza di alcuni movimenti franosi confinati, con interessamento della coltre detritica. Il dissesto che caratterizza l'abitato di Pietrafraccia è rappresentato da una duplice morfogenesi: da un lato emerge la fragilità del terreno su cui si fonda il paese, determinato come già detto, da un basamento roccioso in disfacimento associato a materiale detritico derivante da una coltre di versante e dall'altro è presente a monte un crinale in conglomerati che presenta evidenti segni di instabilità con famiglie di fratture beanti che tagliano trasversalmente il banding sedimentario, con nicchie di distacco derivanti dal crollo di intere porzioni del basamento affiorante (Fig.2).

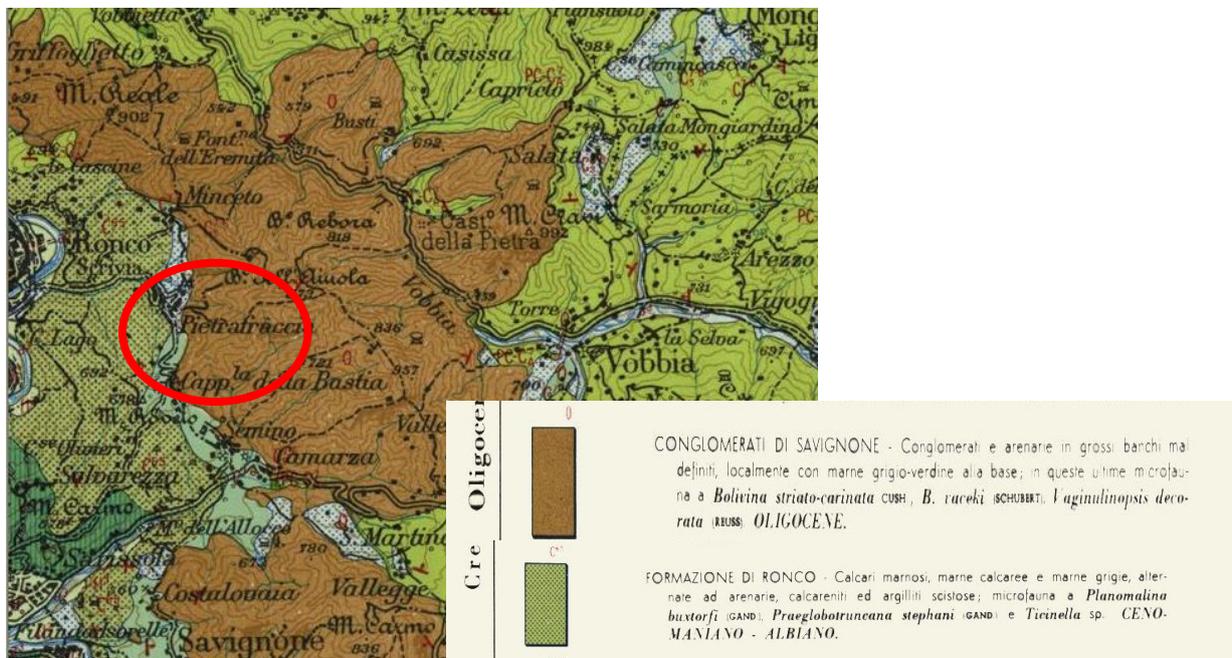


Fig.1 - Stralcio Carta Geologica d'Italia sc.1:100.000



Fig. 2 - Particolare del crinale che sovrasta l'abitato di Pietrafraccia con evidenti fratture che tagliano la stratificazione.

2. Installazioni inclinometriche

Le installazioni inclinometriche b, c, e d sono monitorate a partire dal 2013 (con alcune pause a causa della relativa assenza di movimenti) e sono ubicate nel centro abitato di Pietrafraccia (Fig.3).

Nel 2013 si era potuto leggere solamente l'inclinometro d, che costituisce ad oggi il punto di riferimento del centro abitato e che ha confermato l'assenza di un piano di taglio in 25 m di lunghezza della tubazione, mentre il punto c non era risultato accessibile per la presenza di materiale di riporto sopra il tombino del pozzetto. L'inclinometro b non era stato letto poiché la tubazione risultava tagliata alla profondità di 6 m, confermando l'ulteriore spostamento della zona che ha reso inutilizzabile l'inclinometro.

La ripresa delle letture nel 2017 aveva fornito nuove indicazioni sul movimento, fino a quel momento mai osservato nell'inclinometro c (zona dell'abitato): dall'elaborazione era stato infatti identificato un piano di taglio localizzato a -8 m e uno secondario a -11 m; l'incremento di tale movimento è stato rilevato anche nel 2020 evidenziando una debole progressione lungo il piano di taglio. Nell'inclinometro d si sono rilevati deboli deformazioni lungo tutta la colonna inclinometrica.

Per quanto riguarda la classificazione dell'Inventario dei fenomeni franosi (Progetto IFFI - IdroGEO) si propone di seguito la perimetrazione della zona soggetta a crolli a monte dell'abitato; l'area su cui sorge l'abitato di Pietrafraccia non è ad oggi classificata all'interno del progetto IFFI - IdroGEO:

“Aree soggette a crolli o ribaltamenti diffusi”

| | |
|----------------|------------|
| Identificativo | 0100021000 |
| Area [mq] | 133500 |

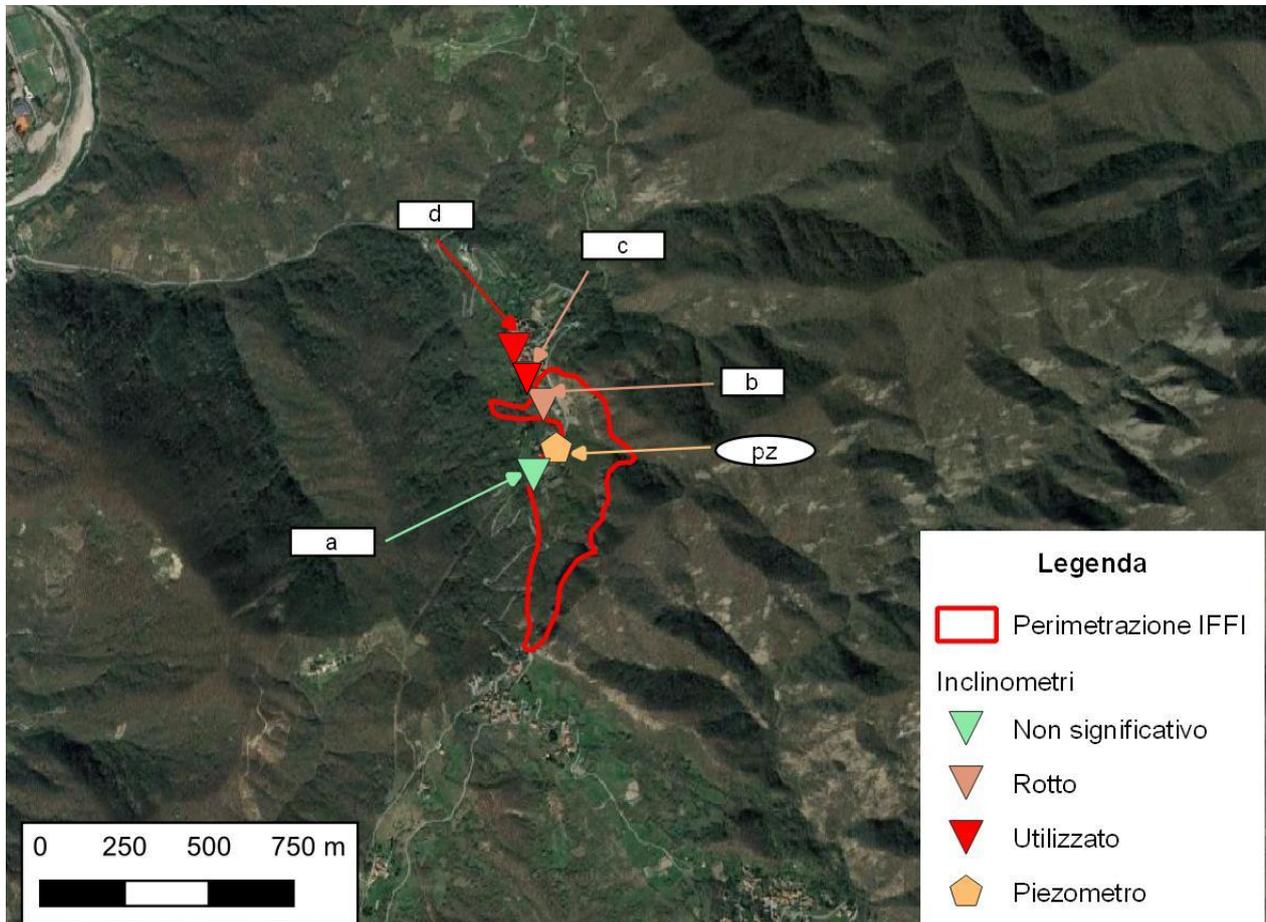


Fig. 3 Posizione degli inclinometri a, b, c, d (il piezometro pz all'interno dei corpi di frana non è più rintracciabile)

3. Analisi dei dati inclinometrici (fuori monitoraggio)

Inclinometro b (25.5 m) – zona periferica dell'abitato

Dall'elaborazione integrale si rileva uno spostamento globale di circa 34 mm in poco più di 2 anni di monitoraggio avente direzione W, coerentemente con l'orientazione del versante. Le deformate evidenziano la presenza di un piano di taglio con una deformazione collocata a 6 m di profondità, confermata dall'elaborazione differenziale locale che rileva un picco con un valore massimo di quasi 16 mm nel periodo 2010-2012 (Figg.4 e 5).

La tubazione non risulta più agibile dal 4 luglio 2014 per deformazione a -6 m.

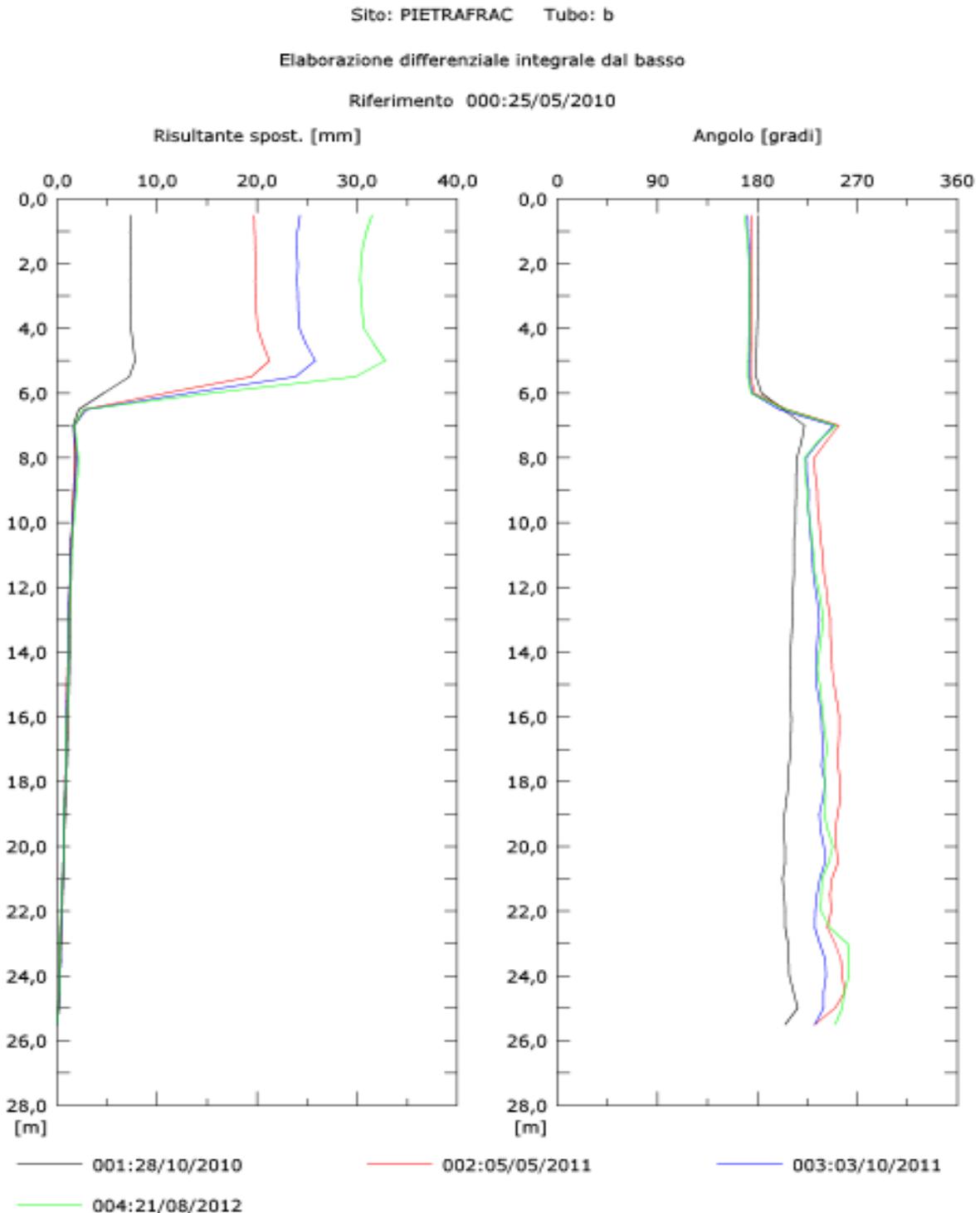
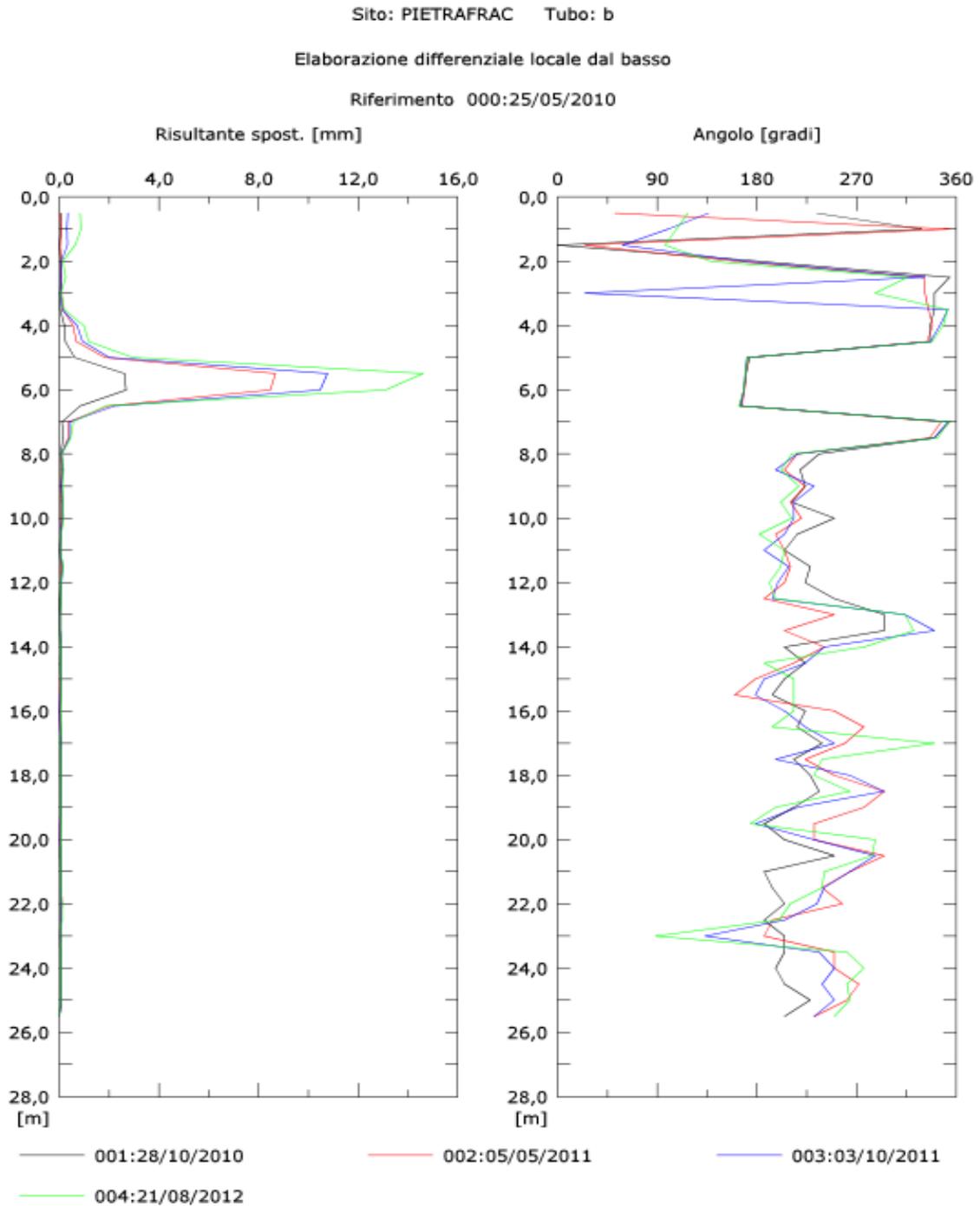


Fig. 4 - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti)



SOCIETA'

Fig. 4b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro b.

Sito: PIETRAFRAC Tubo: b

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:25/05/2010

Diagramma polare della deviazione

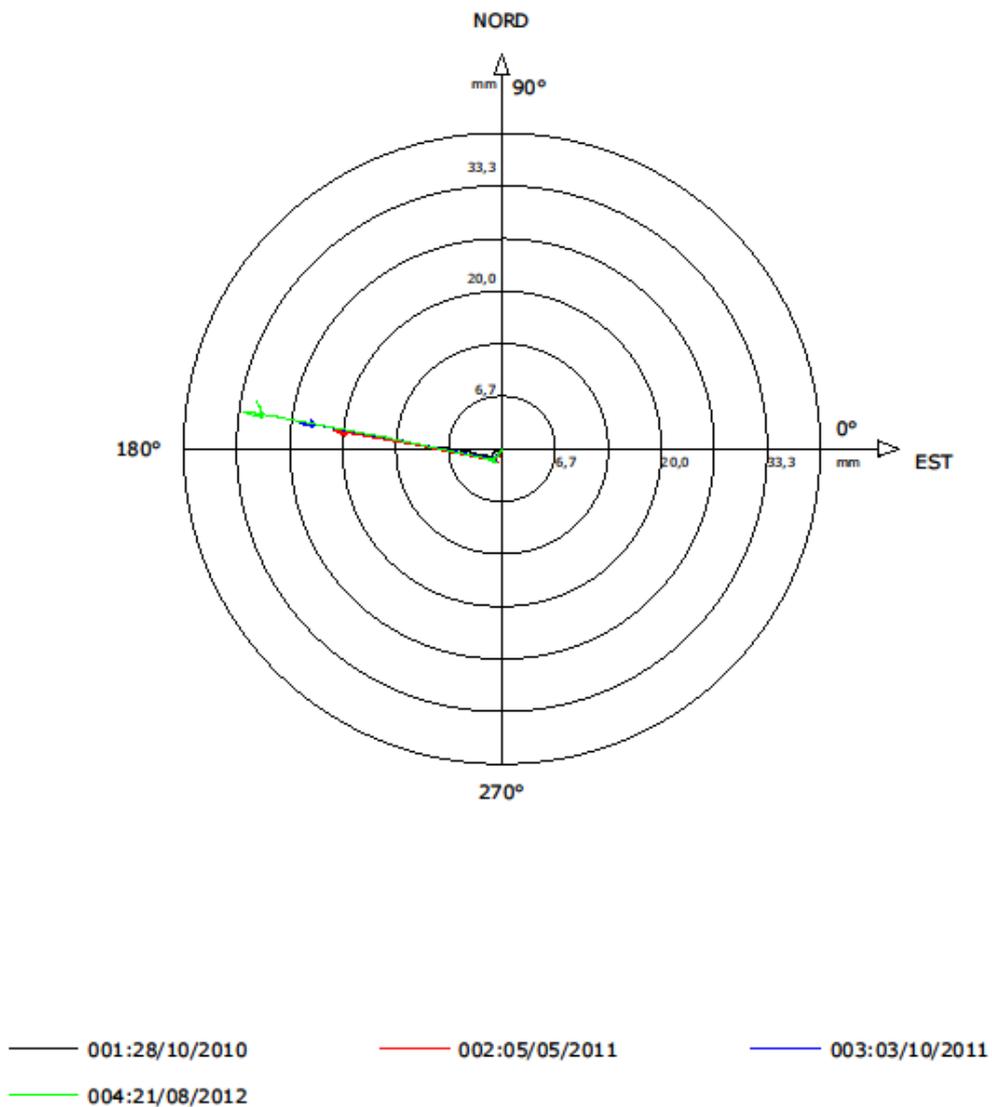


Fig. 5 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro b.

4. Analisi dei dati inclinometrici (monitoraggio attivo)

Di seguito si riassume l'ultima attività di monitoraggio risalente al 2024.

| Data | Attività | Strumentazione | Sistema di misura |
|------------|--|--------------------|--|
| 30/07/2024 | lettura di esercizio sulle guide A1/A3 | Inclinometri C , D | Sonda servoaccelerometrica biax. S222643 |

Tab. 1 - Misure effettuate nel 2024 nel sito di Pietrafraccia.

Inclinometro c (23.5 m) – centro abitato

La verifica dei *dataset* nell'anno 2024 attraverso i “*checksum*” e la “*deviazione standard*” non ha evidenziato anomalie strumentali nei cicli di letture effettuate. Dall'elaborazione integrale si rileva uno spostamento totale di 18 mm, contro i 16 mm dell'anno precedente, e la presenza di due zone di deformazione, la più profonda tra -12 e -10 m, e la seconda tra -6 e -8 m da p.c. L'elaborazione locale individua con precisione i picchi a -11 m e -7,5 m rispettivamente di circa 1,7 e 3,2 mm, con spostamenti inferiori al millimetro rispetto all'anno precedente. Il grafico polare della deviazione localizza la direzione di movimento verso W-SW, in accordo con la linea di massima pendenza. L'incremento dello scorrimento lungo il piano di taglio, sebbene in valore assoluto non particolarmente rilevante, ha determinato una deformazione della tubazione che risulta evidente anche durante lo scorrimento della sonda inclinometrica nella tubazione (Figg.6 e 7).

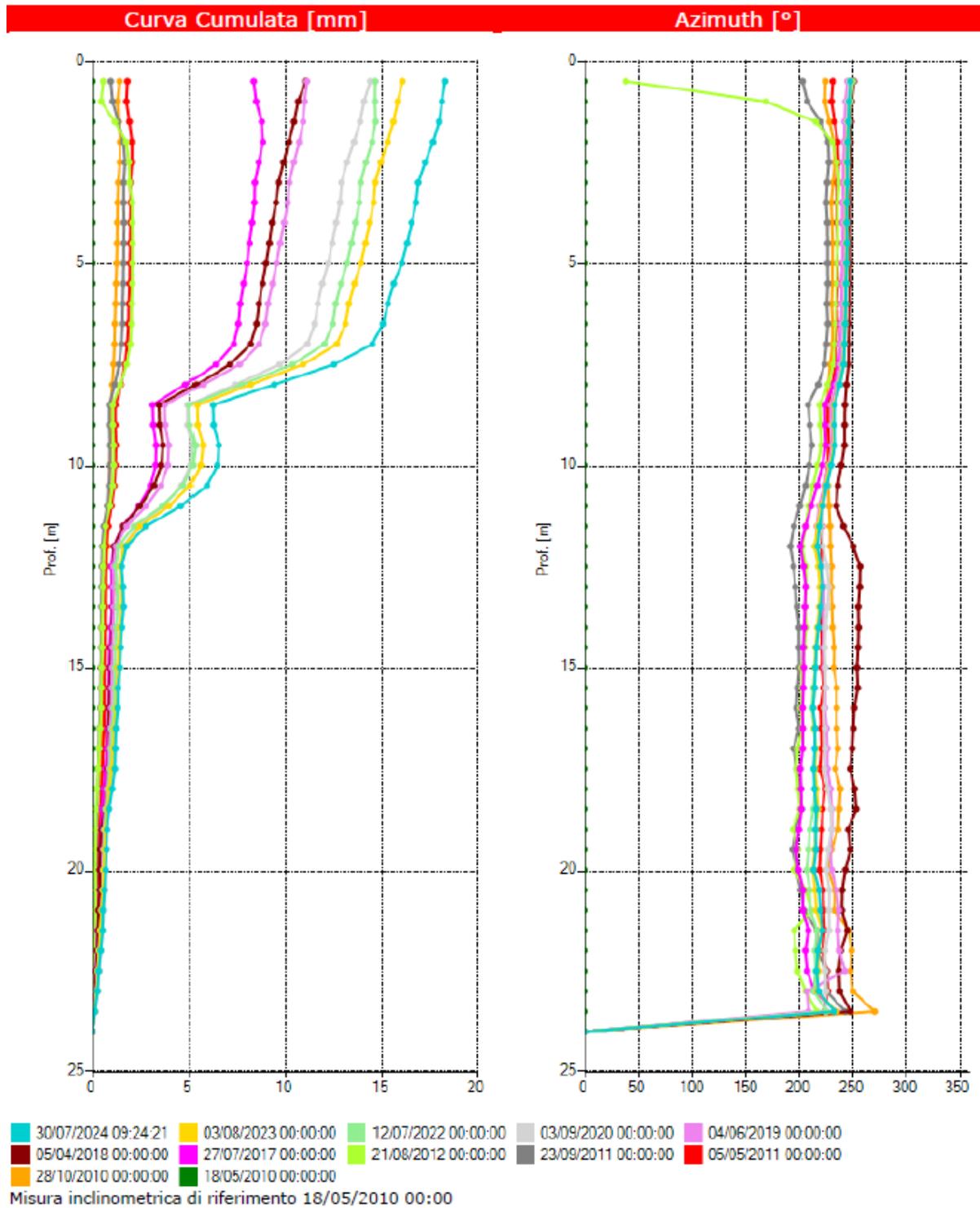


Fig. 6a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro C.

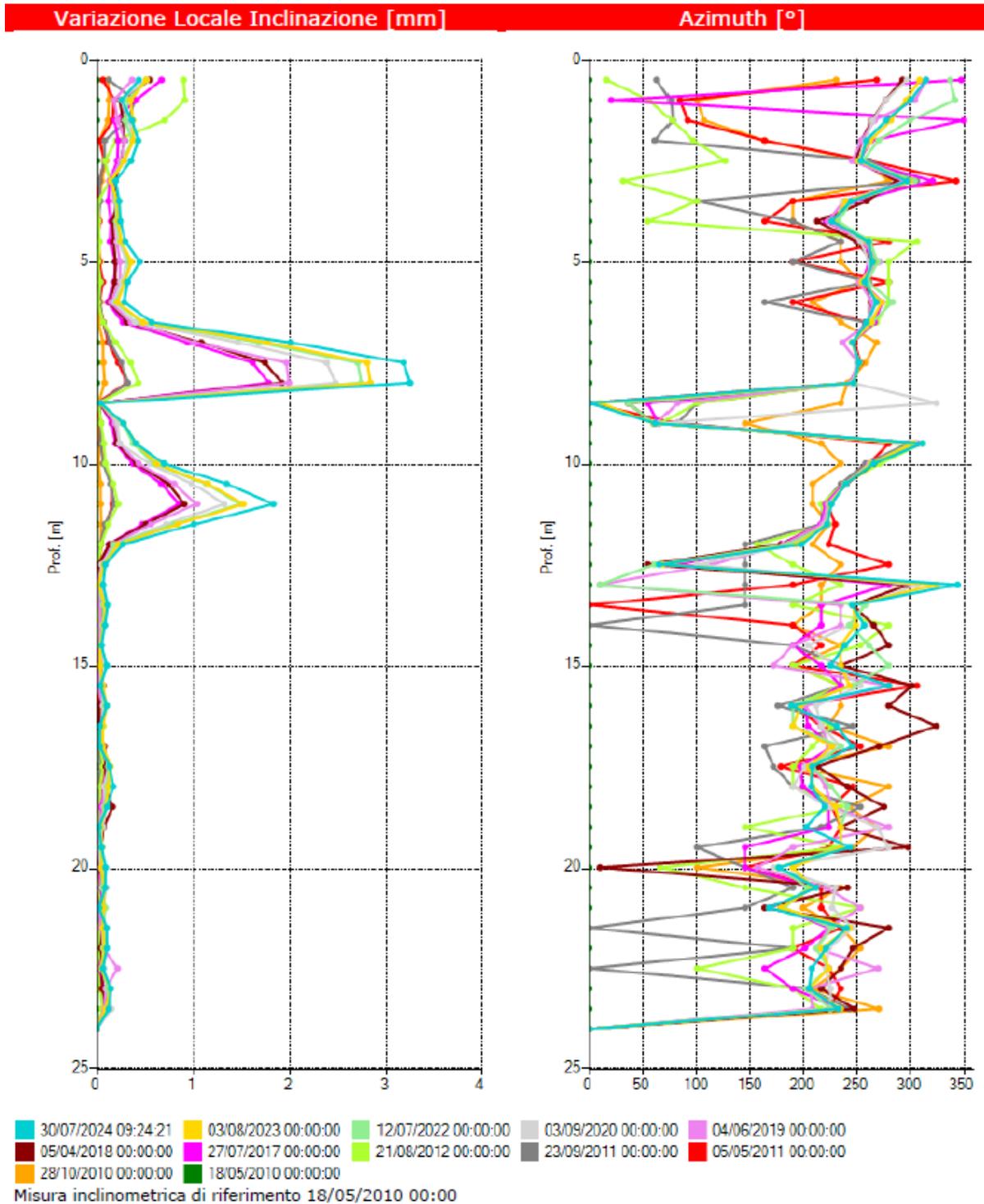


Fig. 6b - Grafici relativi all'elaborazione all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro C.

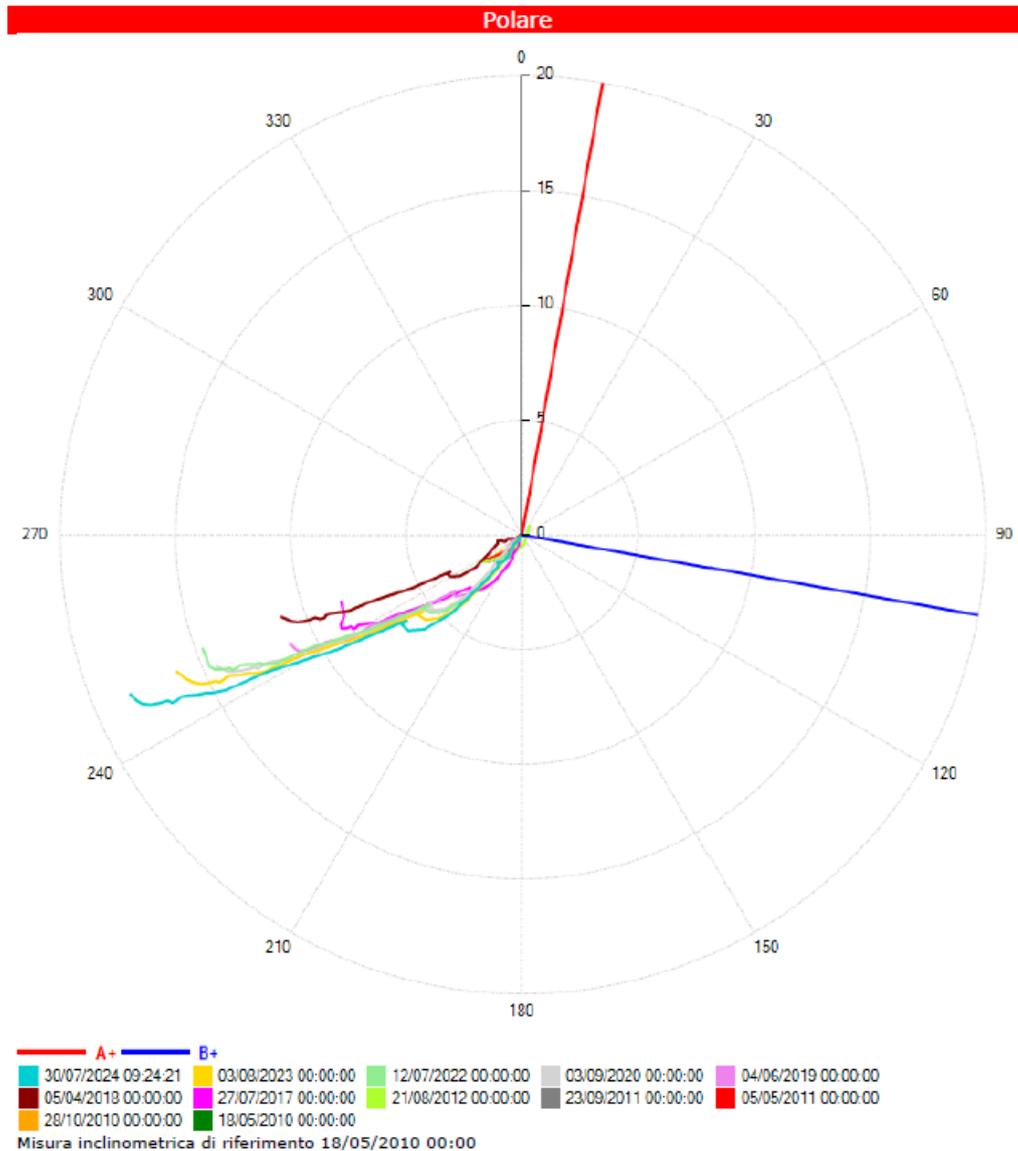


Fig. 7 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro C

Inclinometro D (24.5 m) – centro abitato

La verifica dei *dataset* nell'anno 2024 attraverso i "checksum" e la "deviazione standard" non ha evidenziato anomalie strumentali nei cicli di letture effettuate. Sul differenziale integrale non si notano deviazioni rilevanti rispetto alla lettura del 2023 con lo spostamento in superficie che si attesta sugli 8 mm circa. Analogamente sul differenziale locale è stata riscontrata l'assenza di incrementi nella deformazione, distribuita da fondo foro alla superficie. Sul diagramma polare la traccia del grafico 2024 suggerisce la prosecuzione del trend di rotazione dell'inclinometro, seppur lieve, osservato a partire dal 2022 anche in assenza di spostamenti significativi.

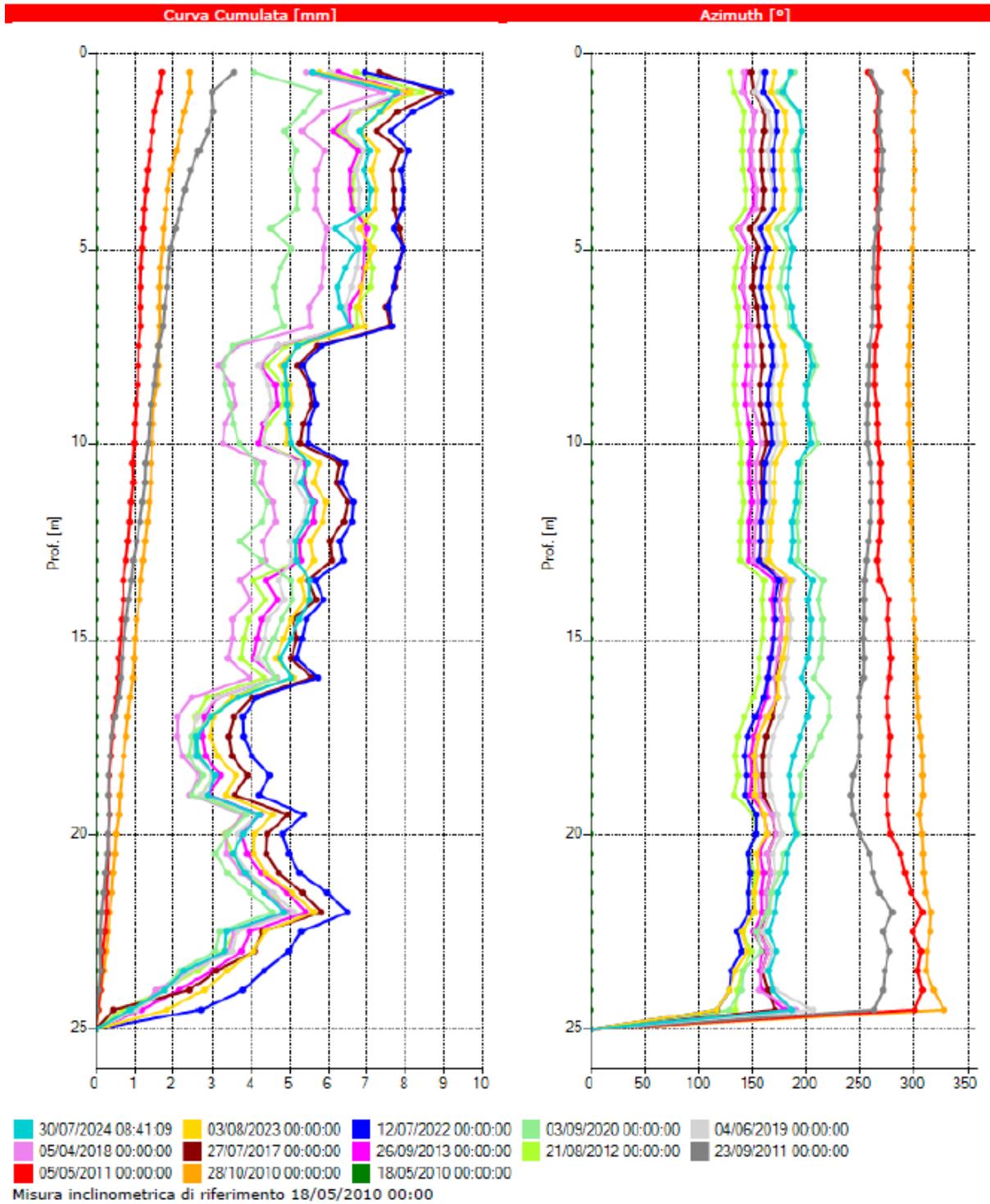


Fig. 8a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) e dell'inclinometro D.

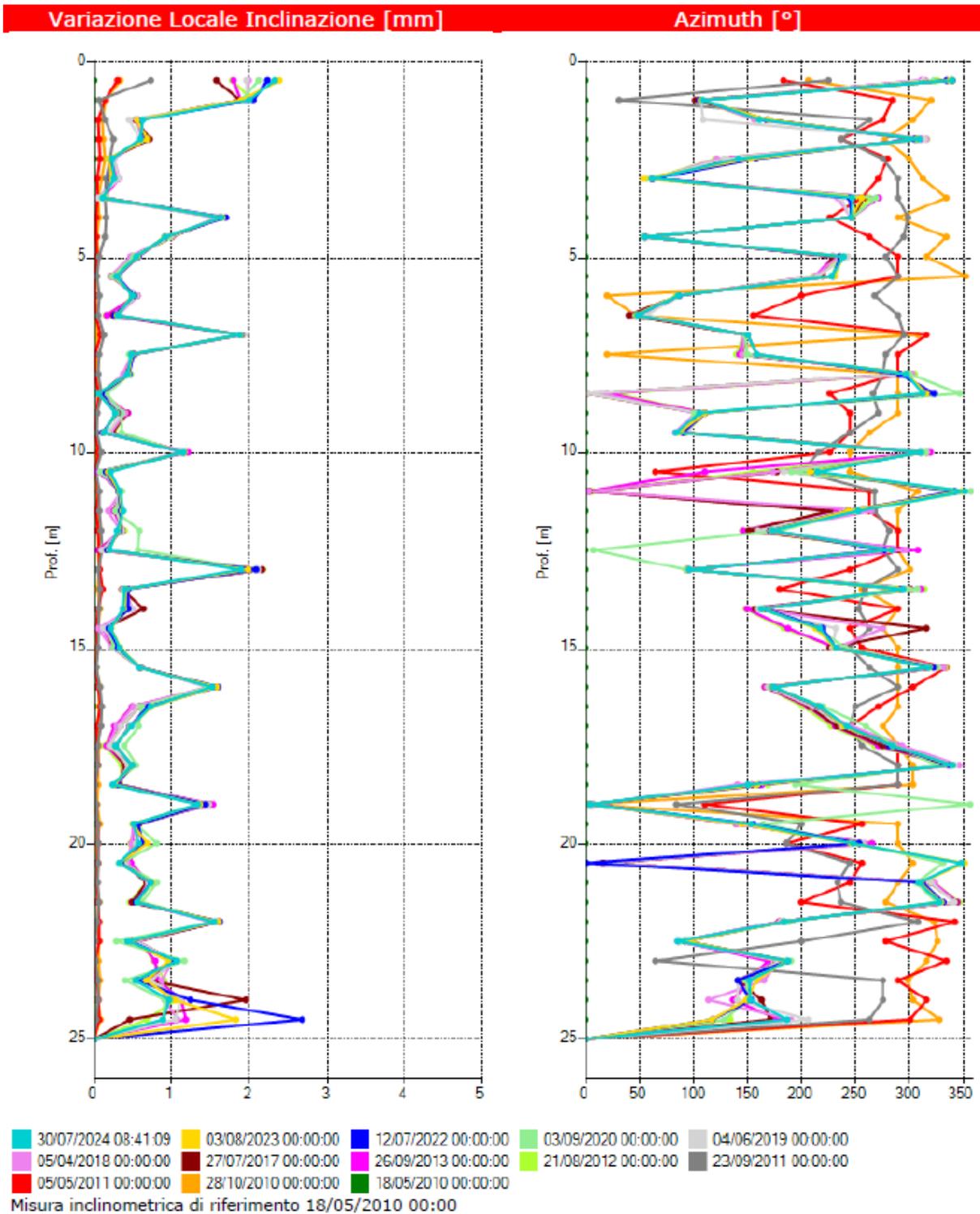
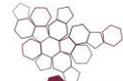


Fig. 8b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro D.

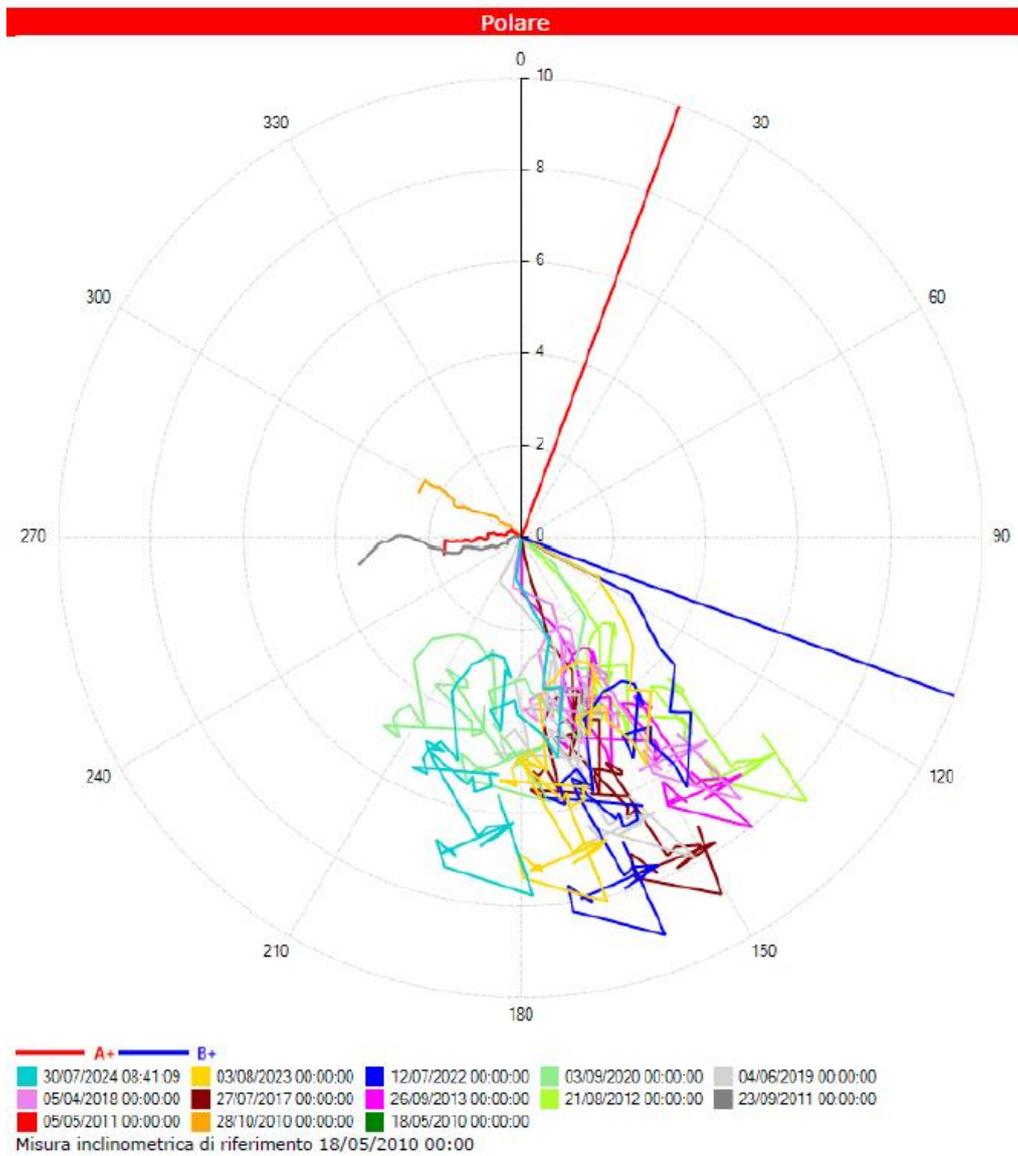


Fig. 9 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro D.

5. Conclusioni

La verifica dei dati inclinometrici ha evidenziato che, nelle prime fasi di monitoraggio, solo la porzione dell'abitato posta più a monte sembrava registrare spostamenti consistenti, che nel 2012 ammontavano a circa 34 mm in direzione verso W (Fig.10), con lo sviluppo di un piano di scorrimento a circa 6 m di profondità, mentre la strumentazione ubicata nel centro abitato non sembrava registrare alcun movimento.

I dati relativi alla presenza di acqua nel sottosuolo si riferiscono alle misure freatiche effettuate nei tubi inclinometrici, con valori variabili entro 15 m di profondità in funzione della topografia, mentre la zona ove risultava collocato il piezometro "pz" (non più rinvenuto) aveva evidenziato la presenza di una falda superficiale.

Dall'osservazione della Figura 12 si rileva come il movimento registrato dall'inclinometro "b" sia difficilmente rapportabile con gli eventi precipitativi, poiché deformazioni nel terreno si sono verificate anche nei periodi caratterizzati da assenza di piogge. Gli effetti sul terreno delle piogge cadute nel mese di novembre 2011 sono stati verificati con la deformazione registrata nel 2012. Tale regime pluviometrico non sembra avere effetti rilevabili sulle altre tubazioni inclinometriche che appaiono prive di deformazioni.



Fig. 10 - Direzione di movimento dell'area in frana nell'abitato di Pietrafraccia (in rosso) e del crinale a monte soggetto a potenziali fenomeni di crollo (in blu).

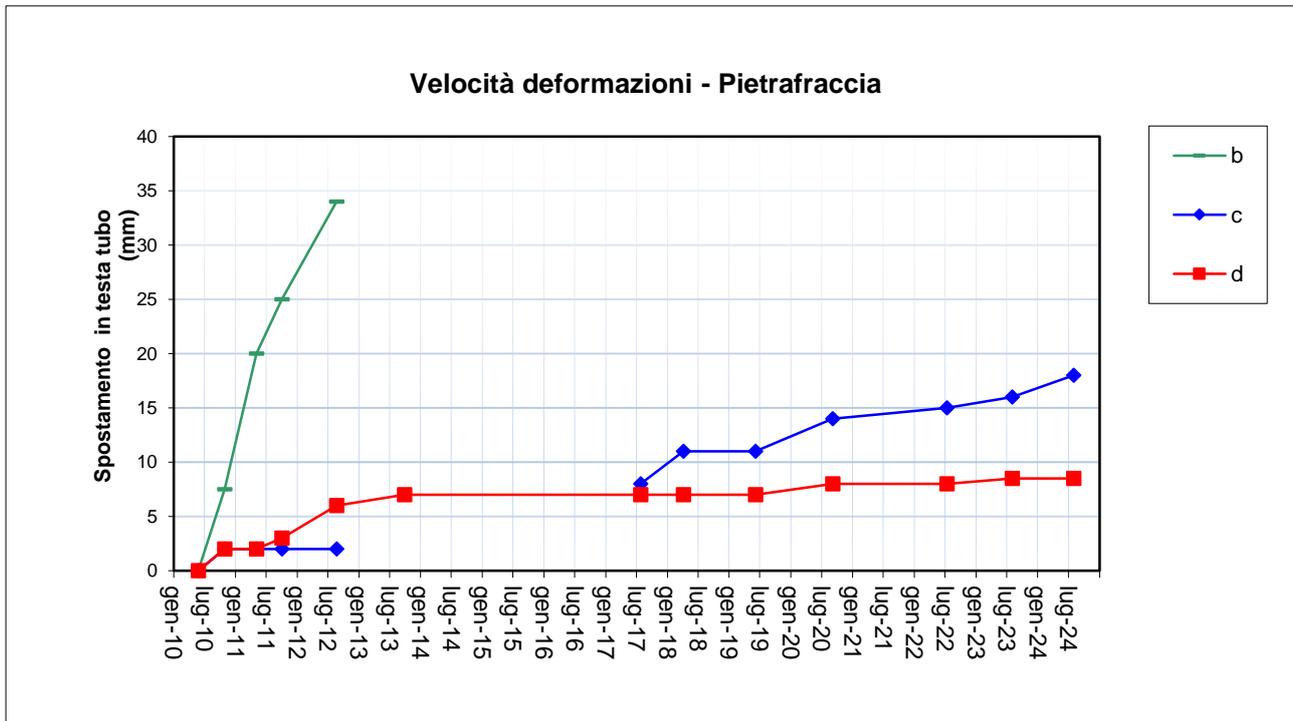


Fig. 11 - Velocità delle deformazioni nel periodo 2010- 2024.

Per quanto riguarda gli eventi pluviometrici accaduti dopo il 2012, si registra un inverno 2012-2013 piovoso con numerosi eventi intensi concentrati in pochi giorni per passare poi a una sequenza di anni modesti di precipitazioni fino al 2017 con un unico evento anomalo nel mese di novembre 2014 con 755 mm di pioggia. Nel 2018 si segnala un evento anomalo importante (27-29 ottobre 2018), che non ha influenzato il movimento del versante. Tuttavia, in linea generale, il 2018 è stato più piovoso del 2017 e almeno in uno degli inclinometri si è in effetti segnalata una ripresa del cinematiso (Figg.13 e 14). Nel 2019 nei mesi di agosto e novembre si sono registrati complessivamente 1370 mm ed inoltre è stato registrato nel mese di ottobre un evento anomalo. Tali fenomeni possono aver determinato lo spostamento rilevato nel 2020, risultato mediamente piovoso. Il triennio 2021-2023 risulta privo di eventi rilevanti, mentre il 2024 è stato caratterizzato da un aumento delle precipitazioni medie, che potrebbe aver favorito la ripresa, seppur minima, degli spostamenti presso il centro abitato di Pietrafraccia.

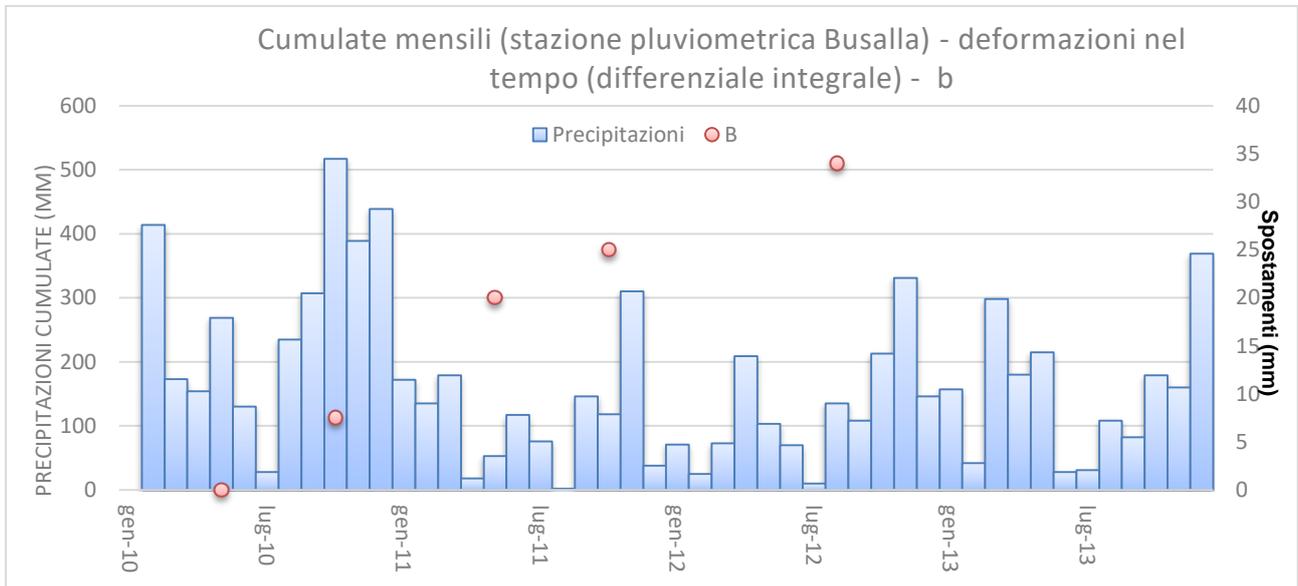
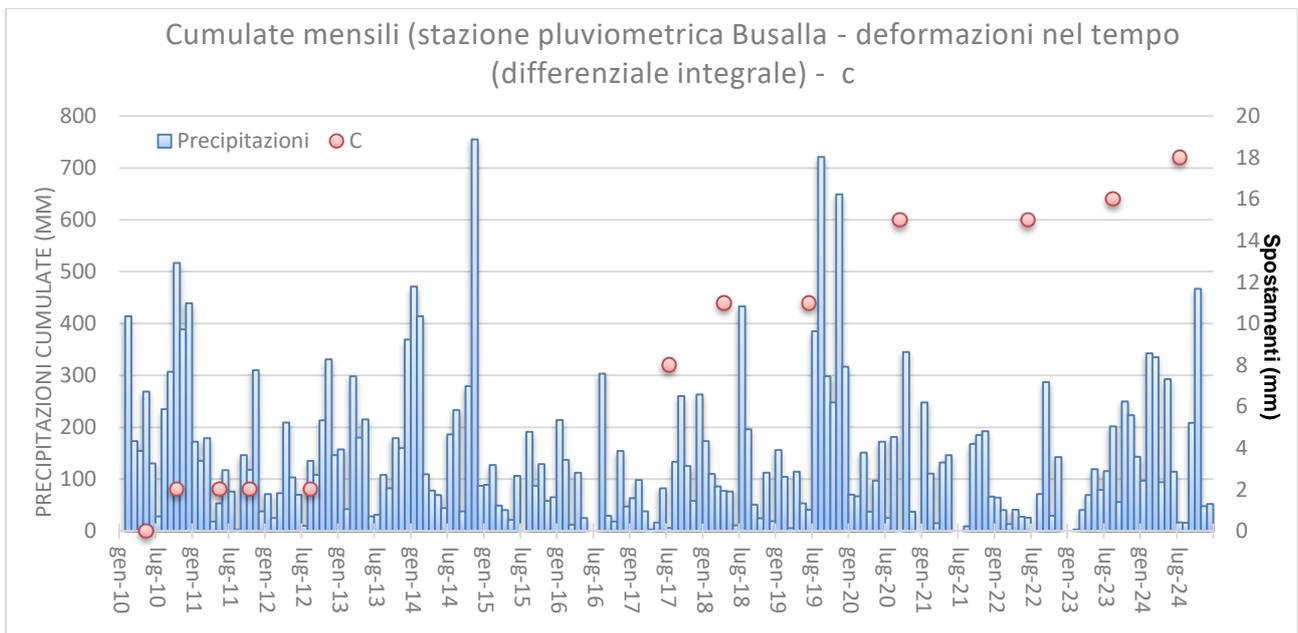


Fig. 12 – Andamento pluviometrico mensile (stazione pluviometrica Busalla) e letture inclinometriche “b”, anni 2010-2013.



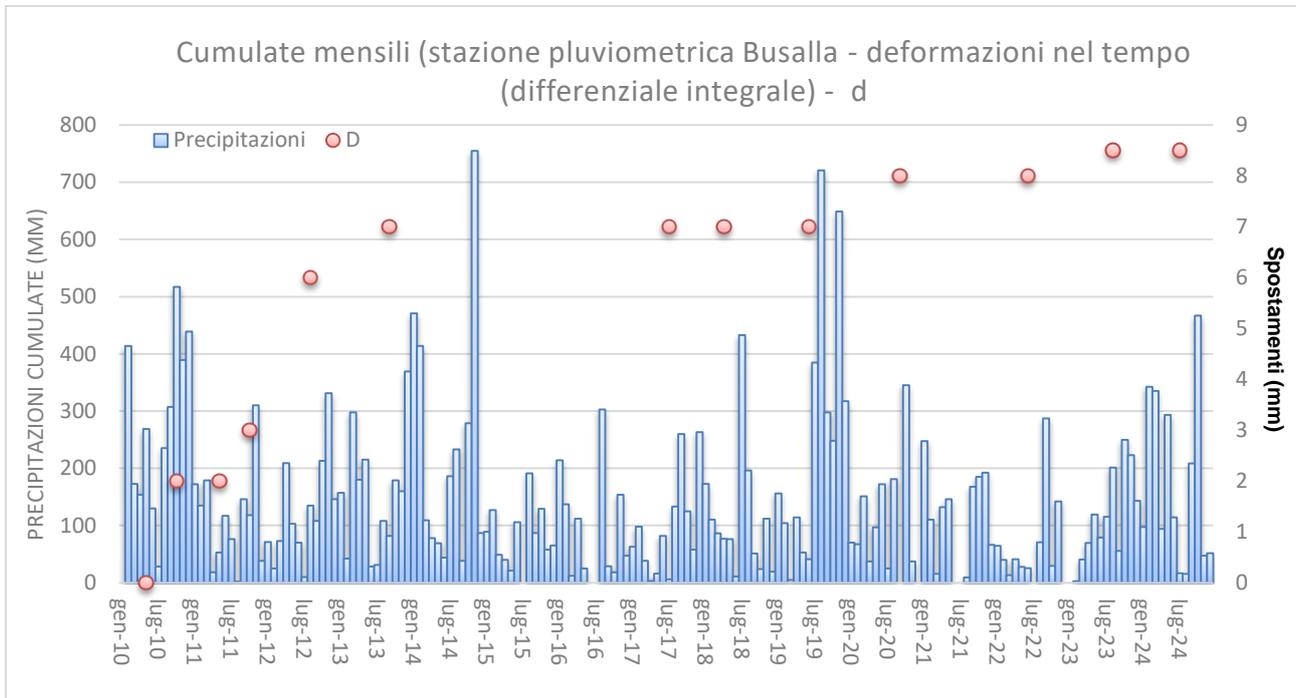


Fig. 14 – Andamento pluviometrico mensile (stazione Busalla) e letture inclinometriche “d” anni 2010-2024.