

GE037 - Vallepiana - Borzonasca (GE)

1. Inquadramento del sito

Il centro abitato di Vallepiana (Comune di Borzonasca, Città Metropolitana di Genova) è inquadrato, dal punto di vista geologico, all'interno dell'Unità tettonica Ottone, insistendo vicino al contatto tra il Complesso di Casanova (su cui insiste la maggior parte dell'insediamento) e i Flysch di Ottone. L'area è inoltre caratterizzata dalla presenza di depositi costituiti da corpi rocciosi eterometrici, immersi in una matrice molto eterogenea dal punto di vista sia compositazionale che granulometrico. Lungo il versante a monte del centro abitato di Vallepiana, sono inoltre riconoscibili numerosi cigli di distacco. Il contesto geologico e geomorfologico della zona risulta quindi particolarmente articolato (Fig. 1-2).

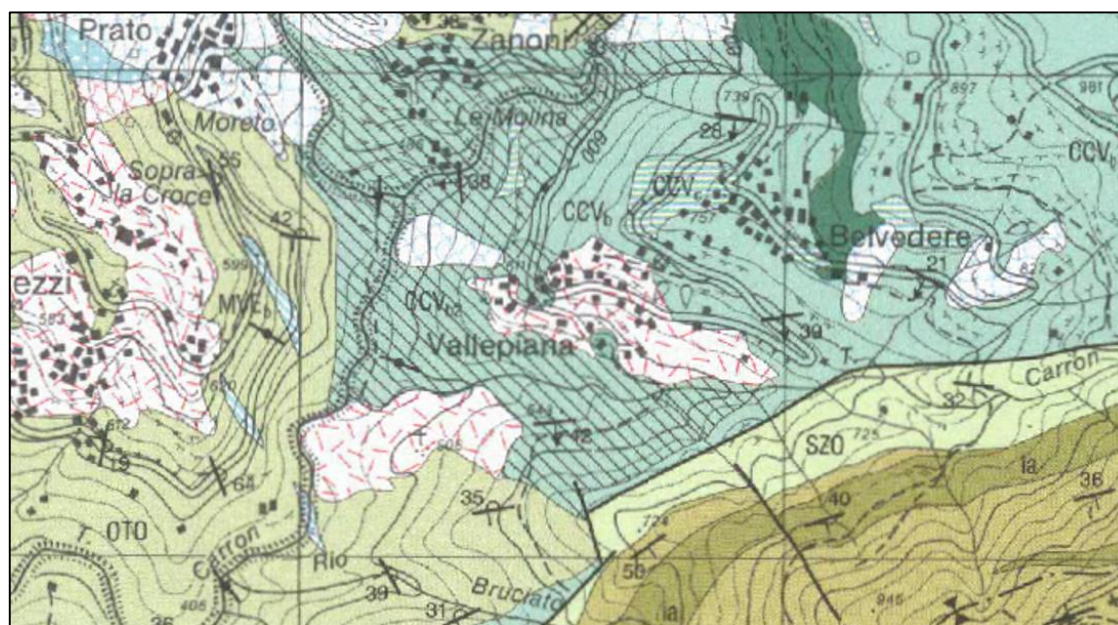


Fig. 1 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia (progetto CARG) – Foglio 215 "Bedonia" (scala originale 1:25.000) e relativa legenda, riferiti all'area d'indagine in corrispondenza dell'abitato di Vallepiana (Unità Tettonica Ottone). Per la legenda dei simboli e dei litotipi non riportati nel presente documento, far riferimento alla legenda della carta originale.

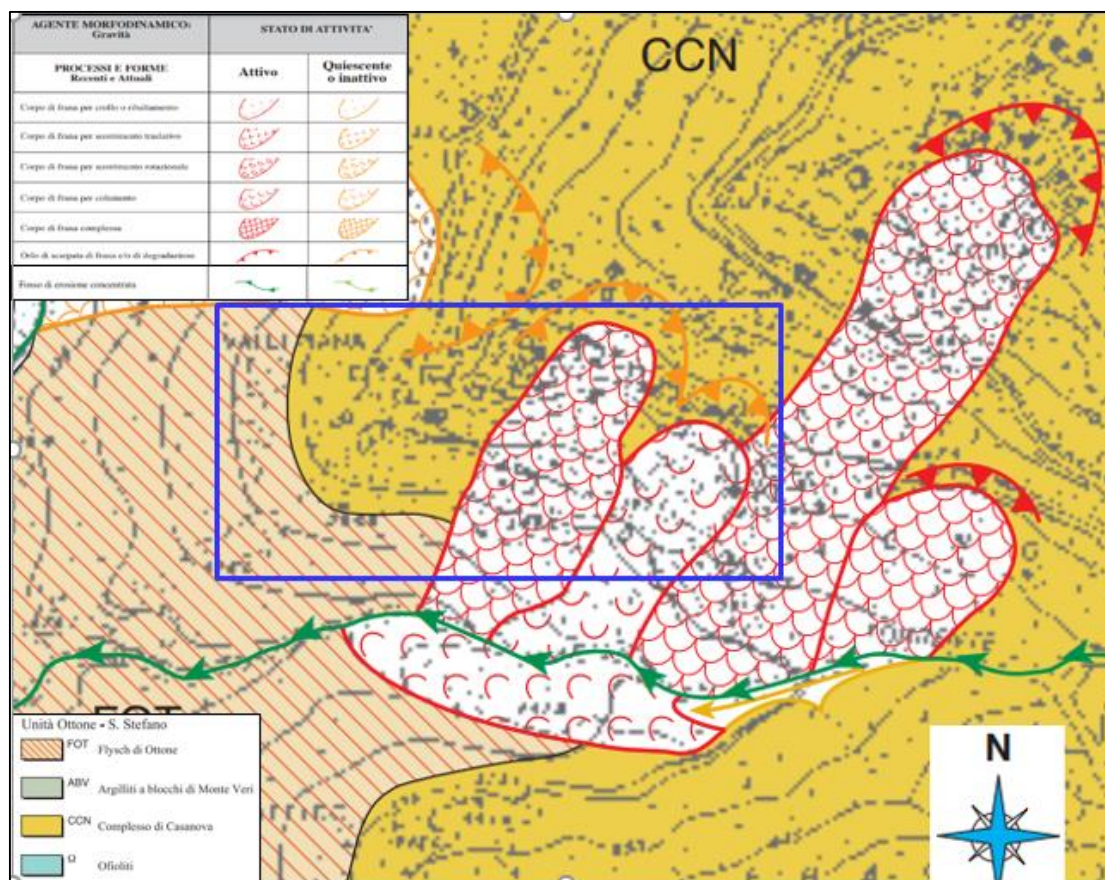


Fig. 2 - Stralcio Carta Geologica contenuta nell' "Atlante dei centri abitati instabili della Liguria": nel riquadro blu è indicata l'area di studio.

Le cause dei dissesti segnalati nell'*Atlante dei Centri Instabili della Liguria* sono state attribuite *“al rammollimento delle litologie argillose costituenti il materiale dei corpi detritici ad opera dell’acqua e dalla cattiva regimazione delle acque meteoriche”*.

Gli effetti del dissesto prodotto dallo scorrimento rotazionale-colamento del corpo di frana, che interessa la località Valleperiana e frazioni limitrofe, si possono osservare lungo tutto il versante, attraverso lesioni del manto stradale e degli edifici, e crolli di muri a secco, quest'ultimi causati anche della scarsa regimazione delle acque di infiltrazione sub-superficiale.

2. Campagne geognostiche

Tra il 2002 e il 2021 (*Geosarc 2021, Interventi di mitigazione della pericolosità geomorfologica del corpo di frana in località Vallepiana - Relazione sugli esiti della fase di prospezioni*) sono state condotte due campagne geognostiche (Fig. 3), con l'intento di approfondire le conoscenze sul fenomeno in atto, monitorarlo nel tempo e realizzare interventi di mitigazione della pericolosità geomorfologica del corpo di frana mediante opere di regimazione delle acque superficiali e sub-superficiali. Nello specifico, gli interventi proposti si sono concentrate in due aree differenti:

- *Area di fondovalle*: si estende dal piede della frana in corrispondenza del Rio Carron fino al centro abitato di Vallepiana. Nell'area è prevista l'intercettazione e regimazione delle acque libere superficiali risalendo dal corso d'acqua attraverso il ripristino del reticolo idrografico esistente e posa di nuove canalizzazioni per evitare la dispersione delle acque di infiltrazione, oltre alla messa in opera di briglie con vasche lungo i corrivi presenti nella cartografia regionale.
- *Area intermedia*: posta tra gli abitati di Vallepiana e Belvedere, in cui sono state progettate nuove canalizzazioni e trincee drenanti sub-superficiali, oltre al posizionamento di vasche di raccolta-sedimentazione ispezionabili, finalizzate alla limitazione del trasporto solido e dell'infiltrazione diffusa.

Gli inclinometri realizzati in tali occasioni e ad oggi utilizzabili (S6, S7, S8) sono ubicati nei pressi del centro abitato sul confine tra l'area "intermedia" e quella "di fondovalle" all'interno della frana censita nell'Inventario Fenomeni Franosi in Italia (piattaforma IdroGEO) con le seguenti caratteristiche:

Tipo	Complesso
Stato	Attivo/riattivato/sospeso
Identificativo	0100142400
Area [mq]	297.466,20

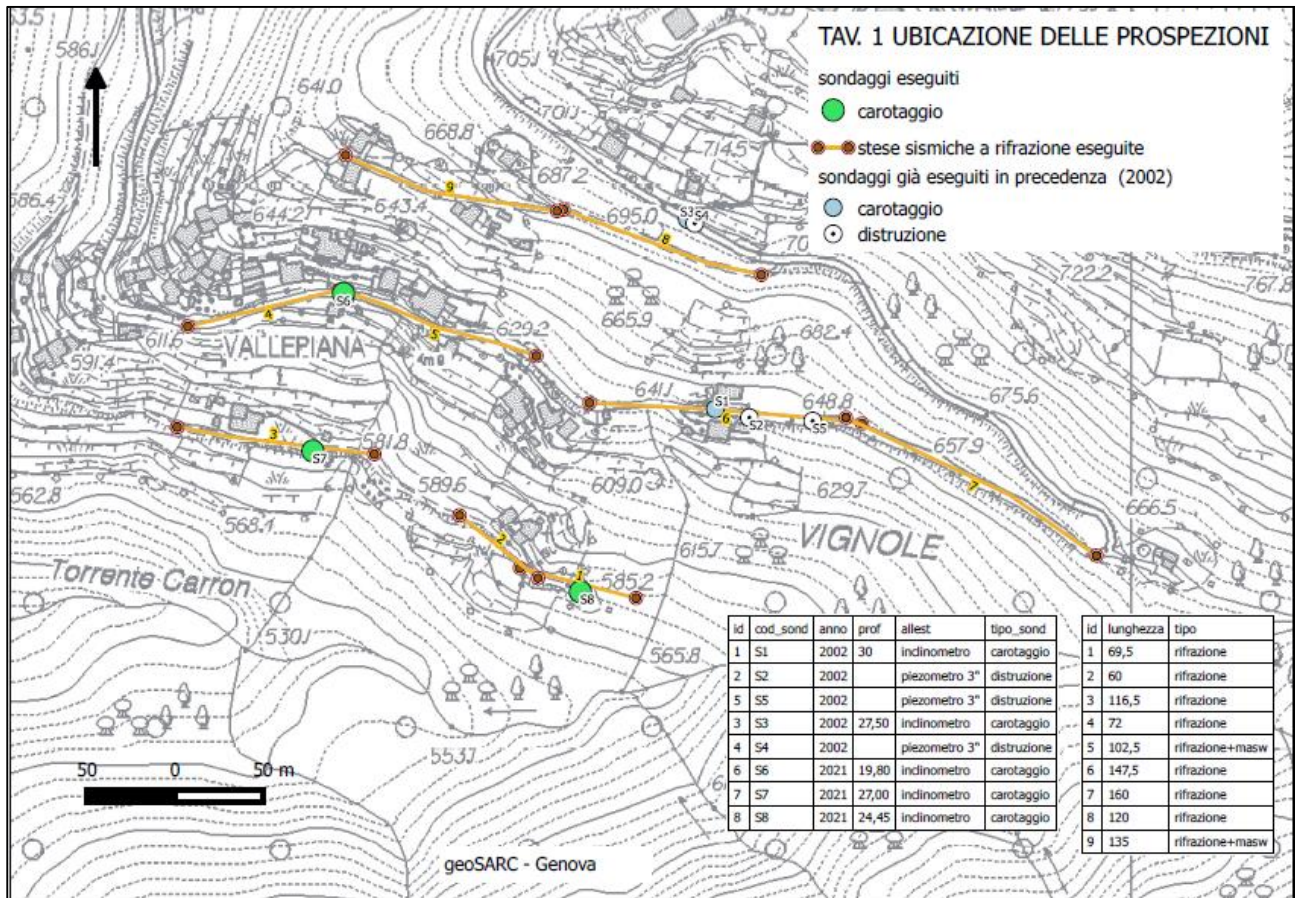


Fig. 3 – Ubicazione degli inclinometri e dei piezometri realizzati nelle due campagne geognostiche tra il 2002 e il 2021. Ad oggi l'attività di monitoraggio è possibile soltanto sugli inclinometri realizzati nel 2021 (S6, S7 e S8).

3. Analisi dei dati inclinometrici (monitoraggio attivo)

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

Data	Attività	Strumentazione	Sistema di misura
17/06/2024	lettura di esercizio A1/A3	Inclinometro S7,S8	Sonda servoaccelerometrica biax. S222643
17/07/2024	lettura di esercizio A1/A3	Inclinometro S6	Sonda servoaccelerometrica biax. S222643

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

Inclinometro S6 (18.5 m)

L'elaborazione dei dati mostra uno spostamento cumulato a testa tubo di 2,4 mm con un aumento inferiore al millimetro rispetto al 2023, senza evidenziare quindi spostamenti apprezzabili anche rispetto alla lettura del 2021.

L'analisi dei dati di spostamento locale non permette di indentificare una superficie di scorrimento principale: la deformazione maggiore, che coincide con lo spostamento cumulato, si registra a 1 m da p.c. e pertanto non può esser considerata rappresentativa. Analogamente non è possibile definire con chiarezza una direzione di spostamento della porzione di versante monitorata, sebbene il diagramma polare evidenzi un trend generale di movimento nel quadrante sud-occidentale, in accordo con la direzione di perdita di quota del pendio (Figg. 4-5).

Si segnala che nel corso della seconda campagna 2023 non è stata possibile la lettura a causa del blocco del chiusino del tubo inclinometrico.

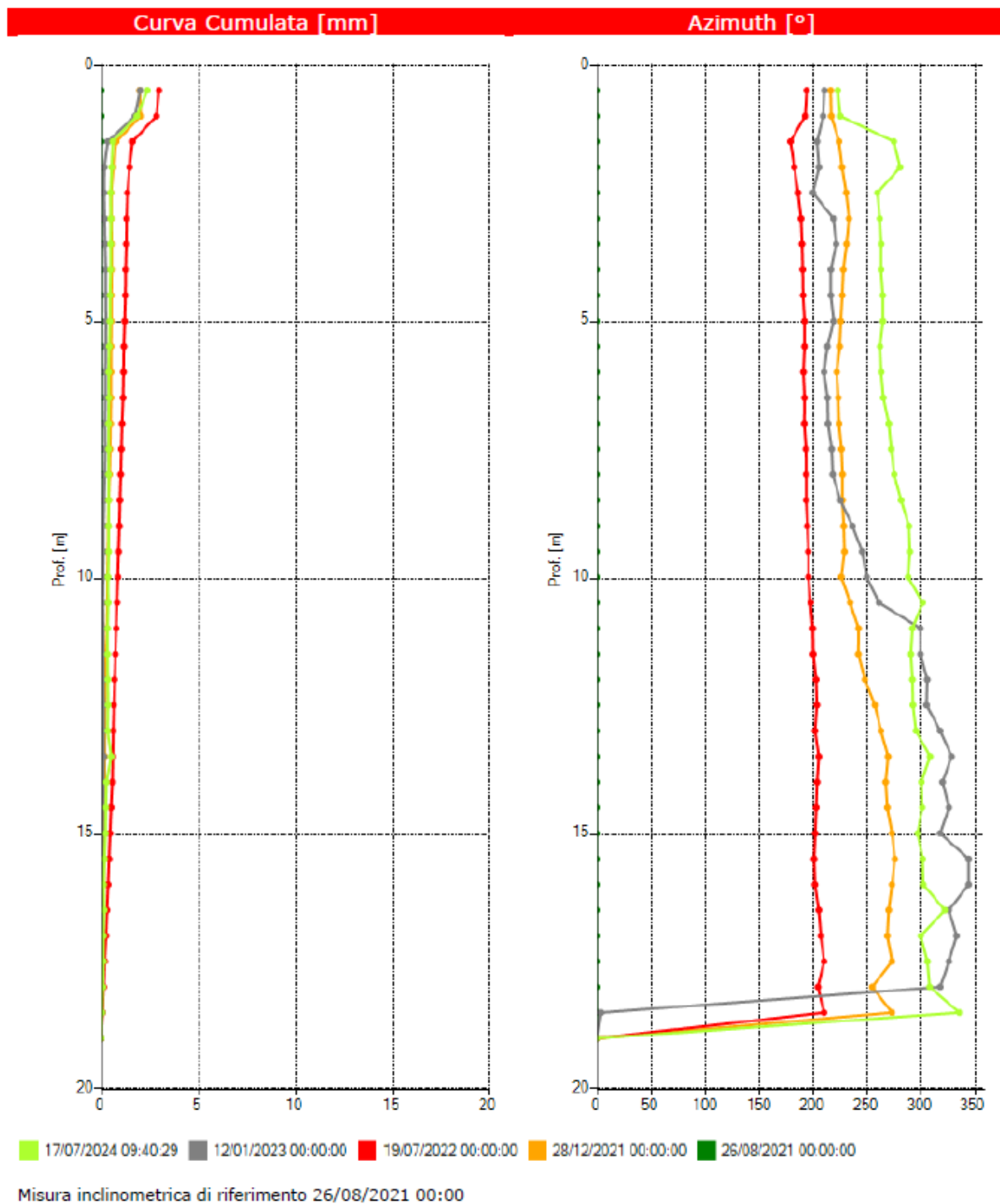


Fig. 4a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro S6.

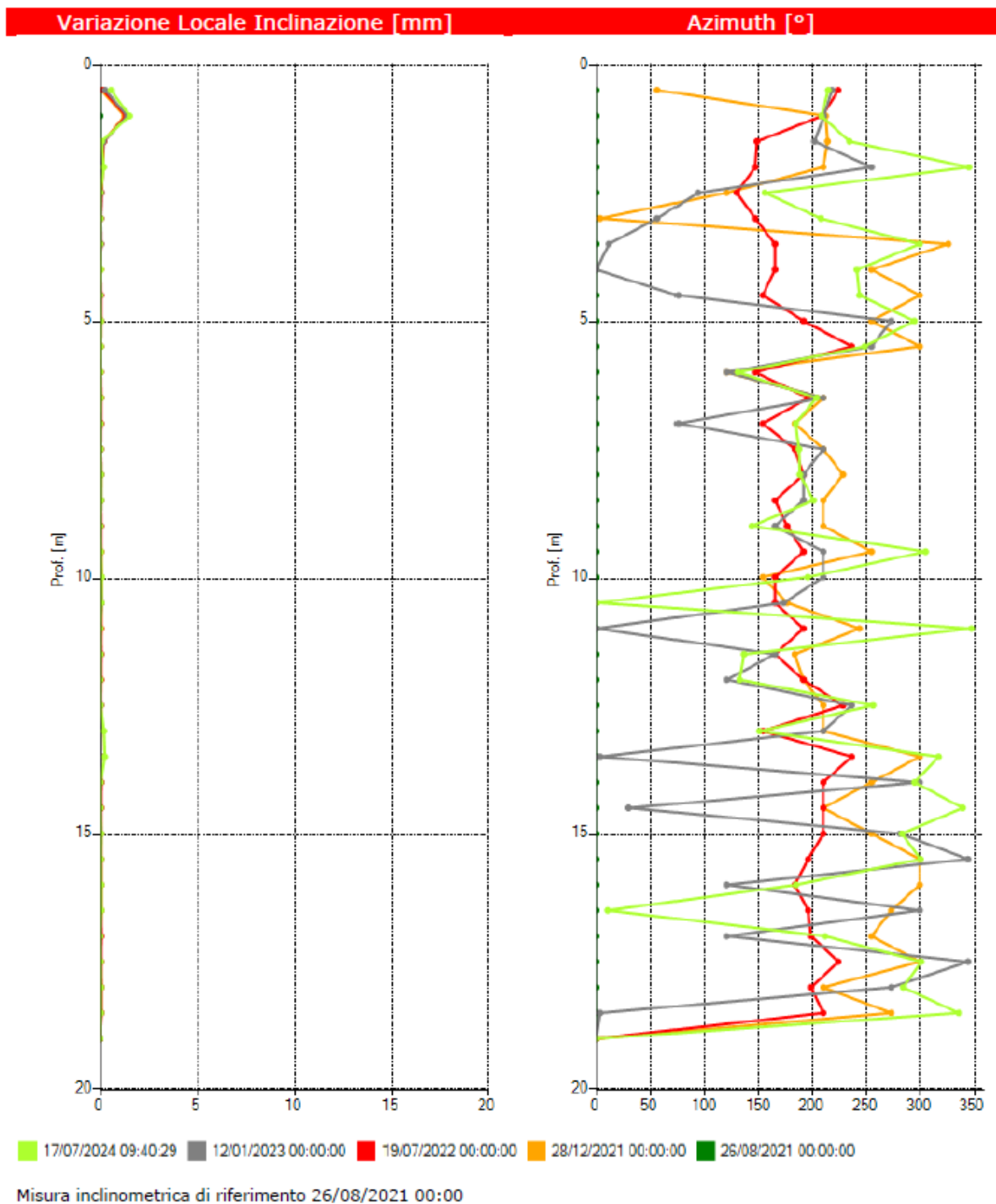


Fig. 4b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S6.

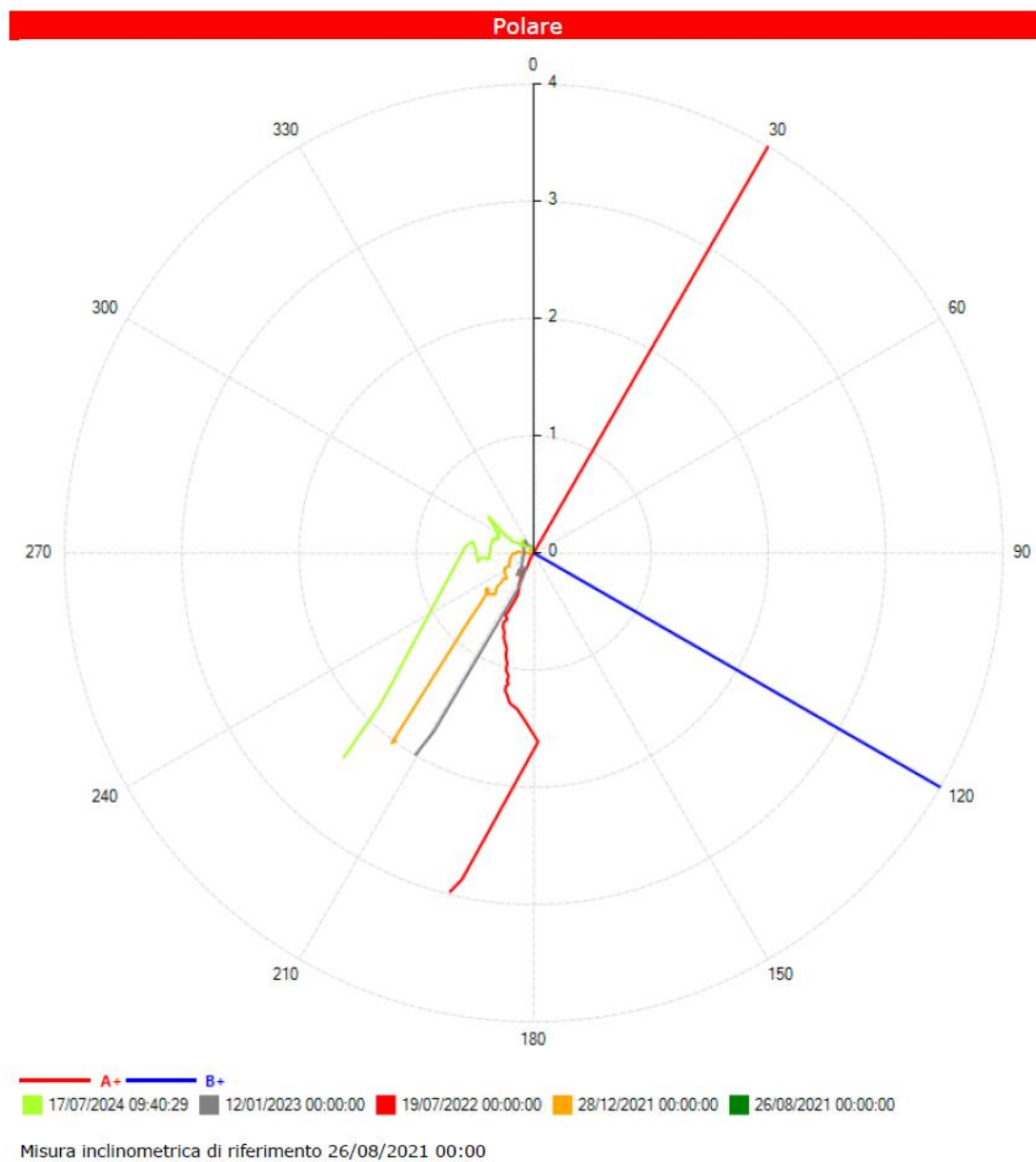


Fig. 5 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S6.

Inclinometro S7 (26.0 m)

I risultati delle elaborazioni delle letture 2024 non indicano spostamenti consistenti: la risultante cumulata degli spostamenti a testa tubo si attesta su valori pari a 4 mm dal 2021, con un incremento di circa un millimetro rispetto alla lettura 2023, concentrato prevalentemente nella porzione corticale del pendio.

La massima variazione locale, rilevata come negli anni precedenti alla profondità di 24 m dal p.c., è di 0,6 mm, quindi al di sotto del margine d'incertezza strumentale (Figg. 6 e 7). Il diagramma polare indica un movimento verso i quadranti sud-occidentali, concordemente con la direzione di perdita di quota del pendio.

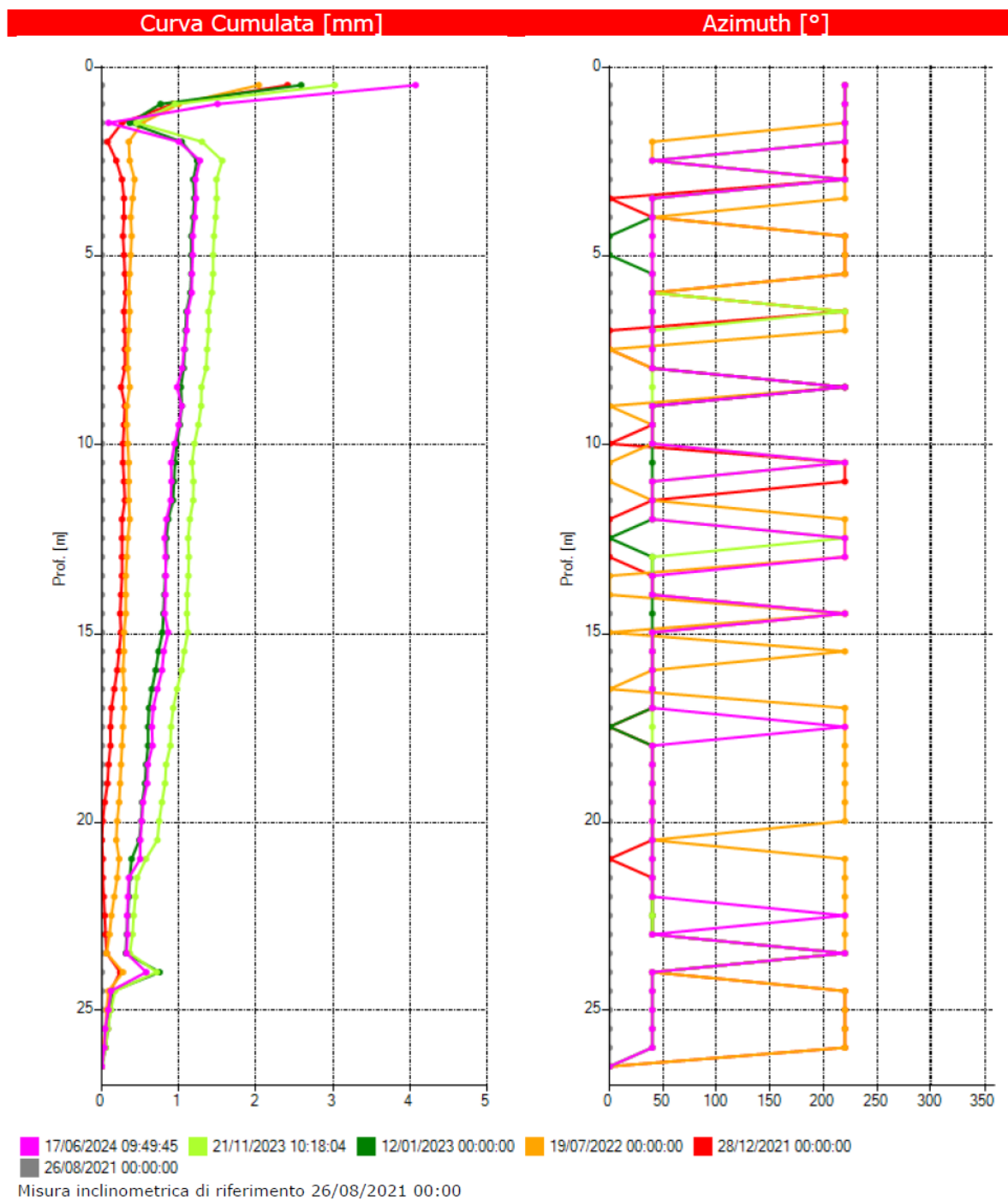


Fig. 6a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti, a sinistra) e all'elaborazione dell'azimuth di spostamento (a destra) dell'inclinometro S7.

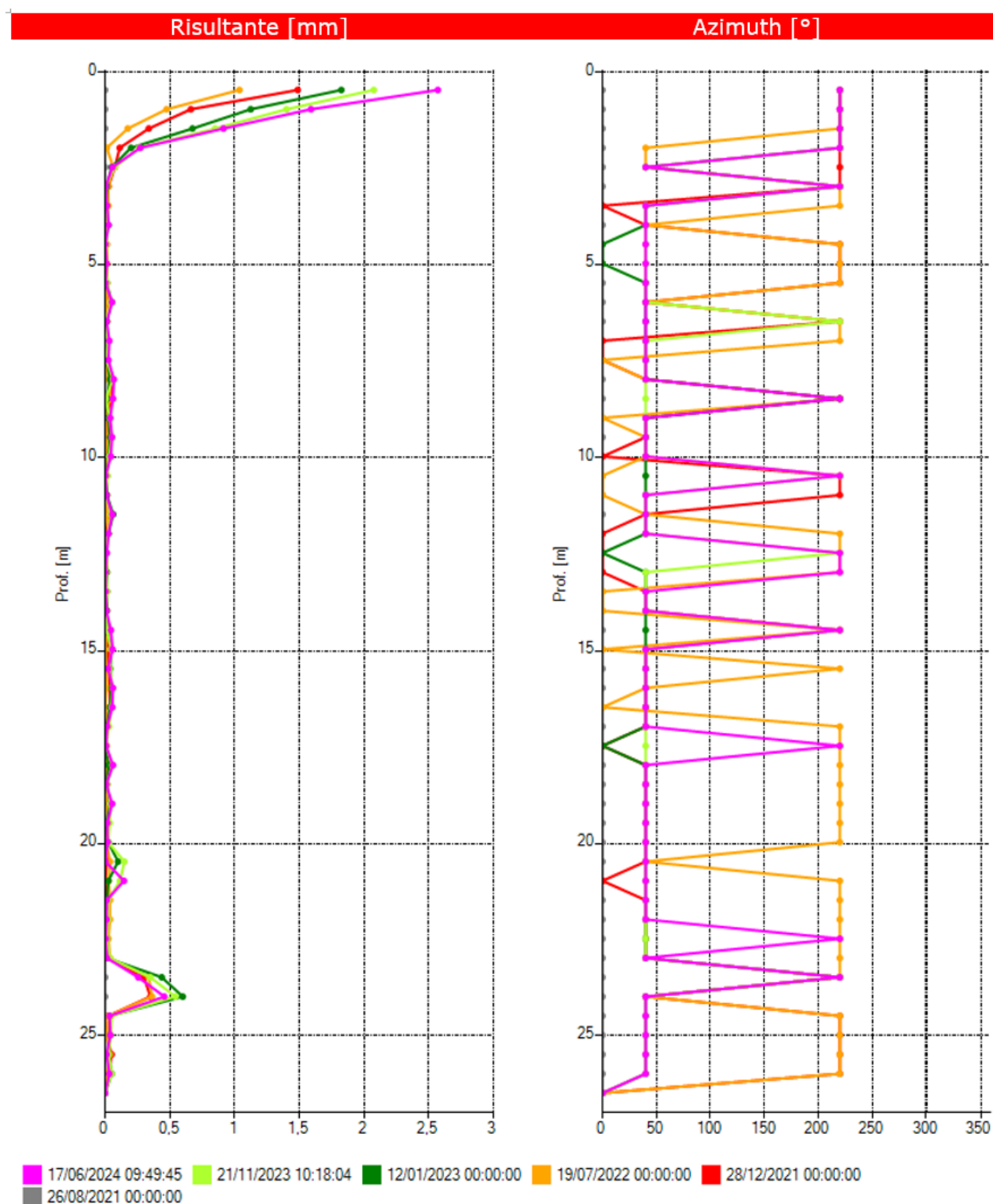


Fig. 6b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S7.



Fig. 7 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S7.

Inclinometro S8 (23.5 m)

I risultati delle elaborazioni indicano spostamenti apprezzabili, infatti la gli spostamenti cumulati a testa tubo si attestano su valori di quasi 30 mm, con un incremento di 23 mm rispetto alla misura effettuata a novembre 2023 e con un aumento rispetto a quanto registrato negli anni precedenti. Il movimento risulta concentrato prevalentemente nei primi 4 m di profondità, così come osservato negli anni precedenti.

L'elaborazione differenziale locale evidenzia un picco della deformazione tra 1,5 e 4 m da p.c., con un massimo degli spostamenti a 2,5 m di profondità, pari a 12,7 mm. Alla medesima profondità si erano registrati spostamenti di entità minore negli anni precedenti (Figg. 8 e 9). Come osservabile dal diagramma polare (Fig. 10), il movimento ha direzione media di 200° in accordo con l'orientazione del versante.

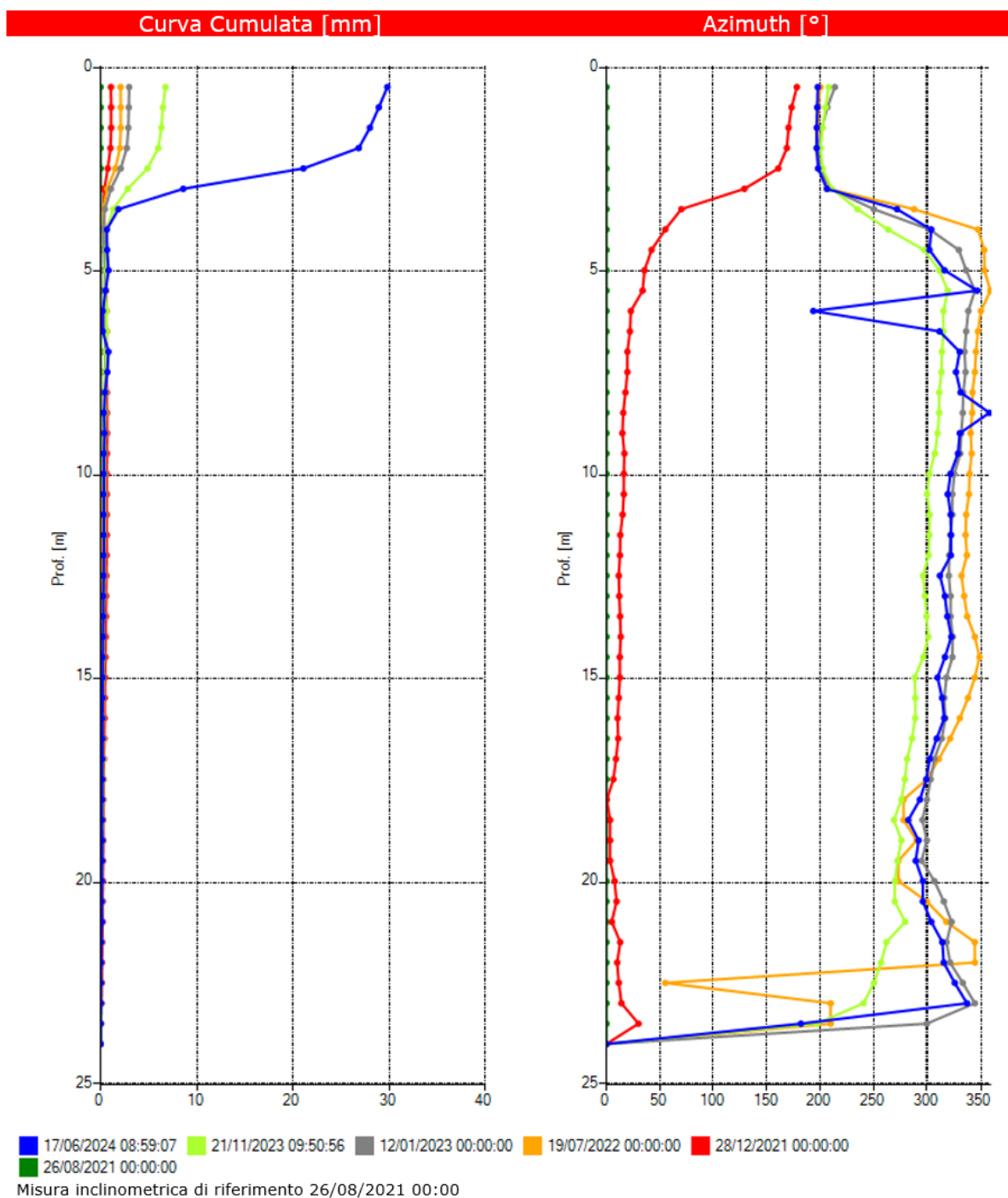


Fig. 8a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro S8.

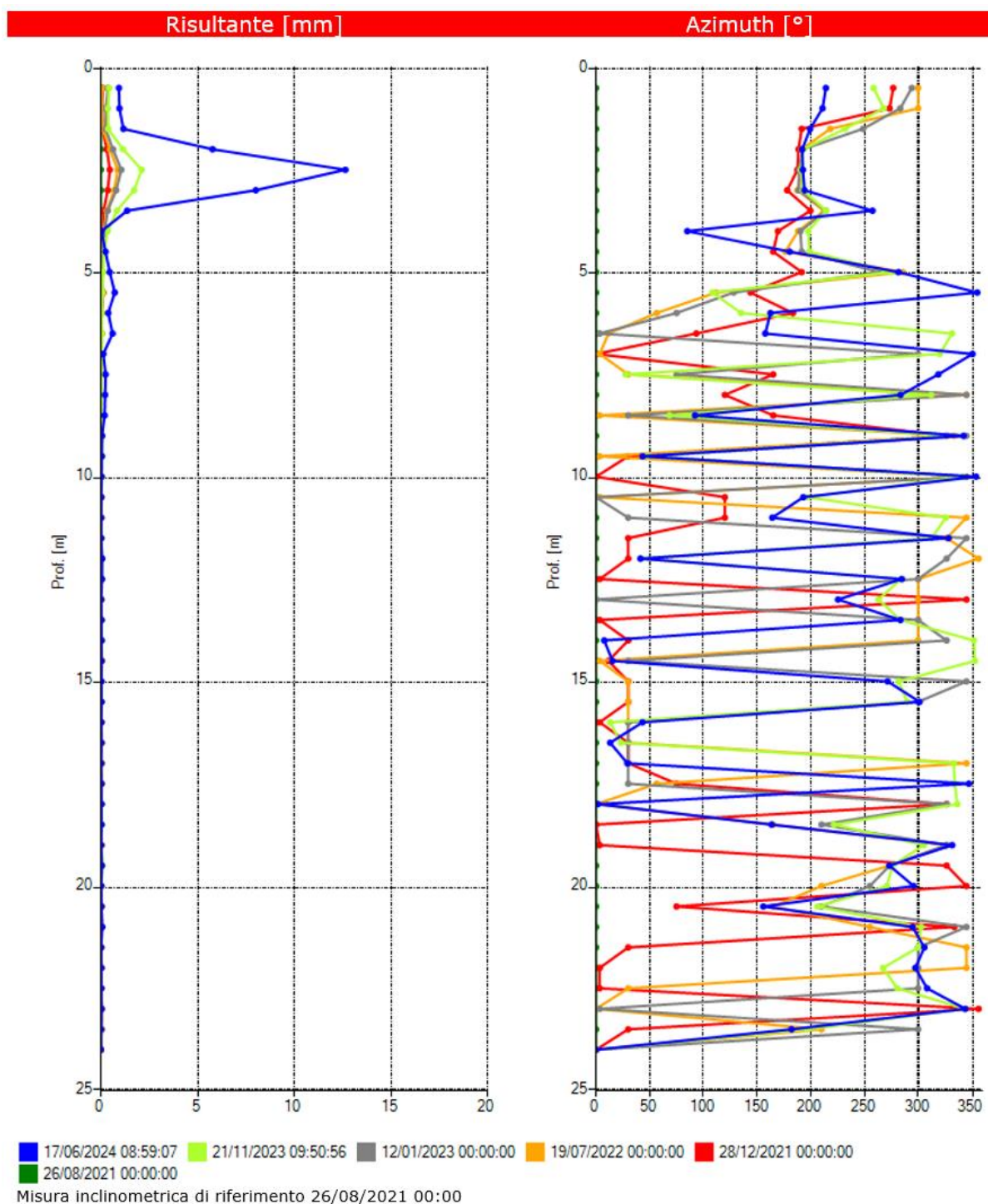


Fig. 8b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S8.



Fig. 9 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S8.

4. Conclusioni

Facendo riferimento alla relazione geologica redatta dal Dott. Geol. Alessandro De Stefanis in merito agli *“Interventi di mitigazione della pericolosità geomorfologica del corpo di frana in località Vallepiana – Comune di Borzonasca (GE)”*, è stato possibile osservare come la campagna geognostica e le indagini condotte siano state sufficienti a definire le principali caratteristiche litostrutturali e stratigrafiche dell'area di studio.

Dall'interpretazione dei sondaggi si evince come le coltri appaiano rimaneggiate e riconducibili a depositi di frana con potenze nell'ordine dei 10 m circa. Un'altra importante indicazione fornita dai sondaggi riguarda la presenza diffusa di patine di ossidazione sulle discontinuità, correlata alla circolazione idrica all'interno dell'ammasso roccioso. Per quanto riguarda il substrato, fino alla profondità indagata esso appare da fortemente fratturato fino a cataclasato, con aspetto talvolta scistoso e con la presenza di livelli brecciati e fratture beanti verticalizzate, fino a circa 20 m di profondità.

Durante i sopralluoghi svolti negli anni, sono stati osservati diversi effetti superficiali del dissesto: la sede stradale per lunghi tratti è apparsa fortemente dissestata con lesioni e cedimenti molto marcati (Fig. 10-sx); inoltre anche gli edifici in diversi punti delle frazioni di Vallepiana e Belvedere hanno evidenziato la presenza di lesioni molto pronunciate sulle facciate, visibili a notevole distanza (Fig.11). Sono stati riscontrati infine blocchi di roccia non in posto, di dimensioni fino a plurimetriche, presenti anche ai margini della sede stradale (Fig.10-dx).



Fig. 10 - Fessure di trazione sull'asfalto in loc. Vallepiana riscontrate nel dicembre 2021 (a sinistra), blocchi di roccia plurimetrici non in posto in prossimità della sede stradale - loc. Belvedere (a destra).

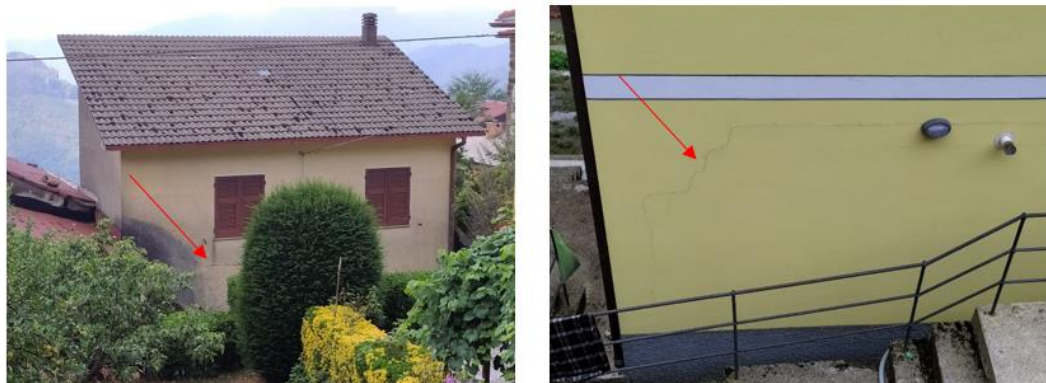


Fig. 11 - Lesioni sulle facciate degli edifici in loc. Belvedere riscontrate nel dicembre 2021 (a sinistra) e in un altro edificio recentemente ristrutturato in loc. Vallepiana in corrispondenza di S1 (campagna geognostica 2022) - (a destra).

In generale, il monitoraggio inclinometrico degli ultimi anni ha evidenziato che il versante su cui insiste l'abitato di Vallepiana può essere distinto in aree caratterizzate da diverso cinematico: il settore centrale dell'abitato (inclinometri S6 e S7) ha mostrato, almeno fino all'ultimo monitoraggio del 2024, spostamenti non significativi. L'area orientale, su cui insiste l'inclinometro S8, si è mosso con velocità trascurabili almeno fino a gennaio 2023; nel periodo successivo il trend di spostamento è invece gradualmente aumentato, per accelerare marcatamente tra il novembre 2023 e giugno 2024, periodo in cui si sono registrati circa 23 mm di spostamento cumulato, concentrati nel range di profondità 1,5-4 m da p.c.

Analizzando il rapporto tra le precipitazioni cumulate mensili e gli spostamenti della porzione di versante indagata, è possibile evidenziare come il pendio sembri non reagire a precipitazioni, seppur abbondanti, concentrate nell'arco di un singolo mese. La porzione di versante ad est del centro abitato sembra invece essere influenzato dalle precipitazioni unicamente quando queste sono distribuite durante diversi mesi e sono caratterizzate da alte medie mensili: ne è un esempio il periodo intercorso tra il novembre 2023 e giugno 2024, in cui si è registrata una cumulata media mensile di precipitazione di circa 250 mm, contro i 160 mm del periodo di monitoraggio precedente (Fig.12).

REMOVED 2008-2024

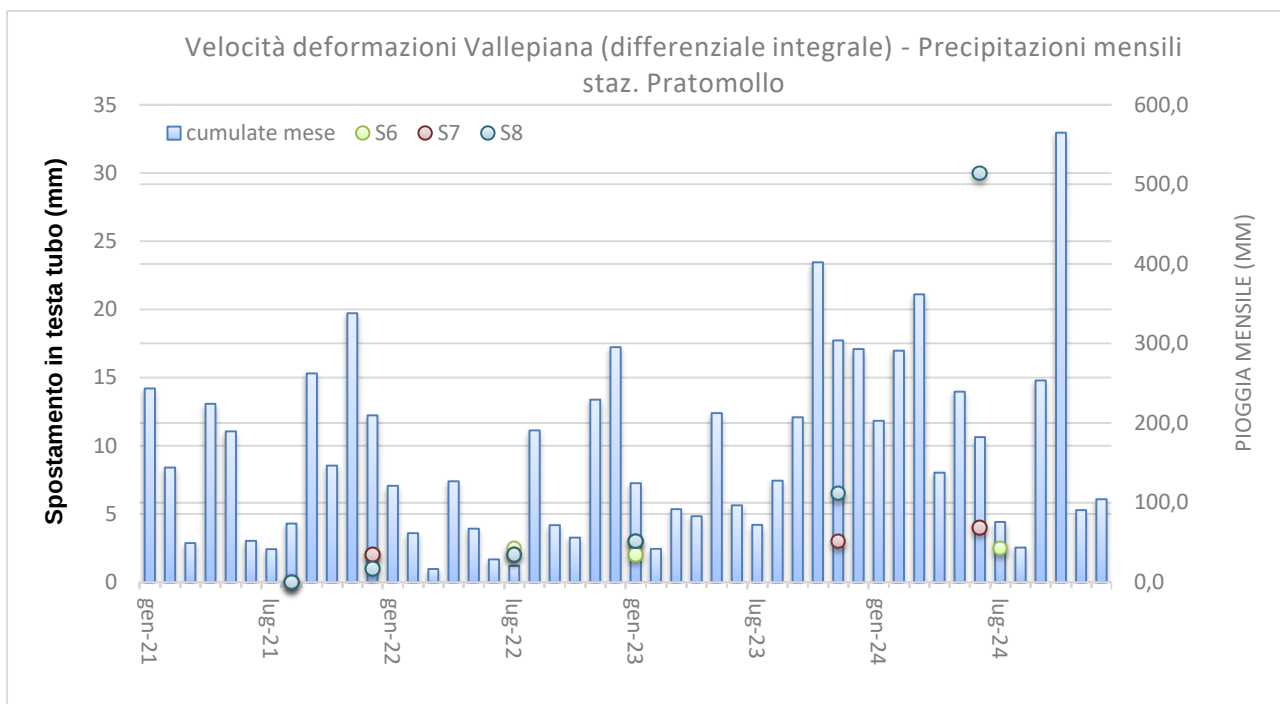


Fig. 12 - Deformazioni differenziale integrale (testa tubo) degli inclinometri S6, S7 e S8, relazionate alle precipitazioni cumulate mensili (stazione pluviometrica di Pratomollo).