

# IM008 - Mugno-Aquila d'Arroschia (IM)

## 1. Inquadramento del sito

Il sito di Mugno, nel Comune di Aquila d'Arroschia, ricade in un'area in cui sono stati realizzati interventi strutturali di mitigazione del dissesto in corrispondenza della strada provinciale che porta al nucleo abitativo. "Dal punto di vista geologico l'area è costituita dai Calcari di Ubaga, sequenze stratificate di spessore variabile di calcari marnosi grigio-azzurri e da marne calcaree ad argillose di color grigio soggiacenti un'estesa coltre detritica superficiale di spessore modesto (Fig.1). La geomorfologia della zona è caratterizzata da versanti acclivi e incisioni orientate N-S che confluiscono nel torrente Arroschia il quale ha un decorso diagonale rispetto alla linea costiera, ma è tettonicamente longitudinale e corre soprattutto lungo i contatti fra le diverse formazioni pelitiche e calcaree dei flysch Colla Domenica - Leverone e Borghetto d'Arroschia – Alassio secondo assi anticlinali avendo scelto i terreni più erodibili e quindi con qualche spostamento rispetto alla direttrice più logica" (*Atlante dei Centri Instabili della Liguria – Prov. IM*).

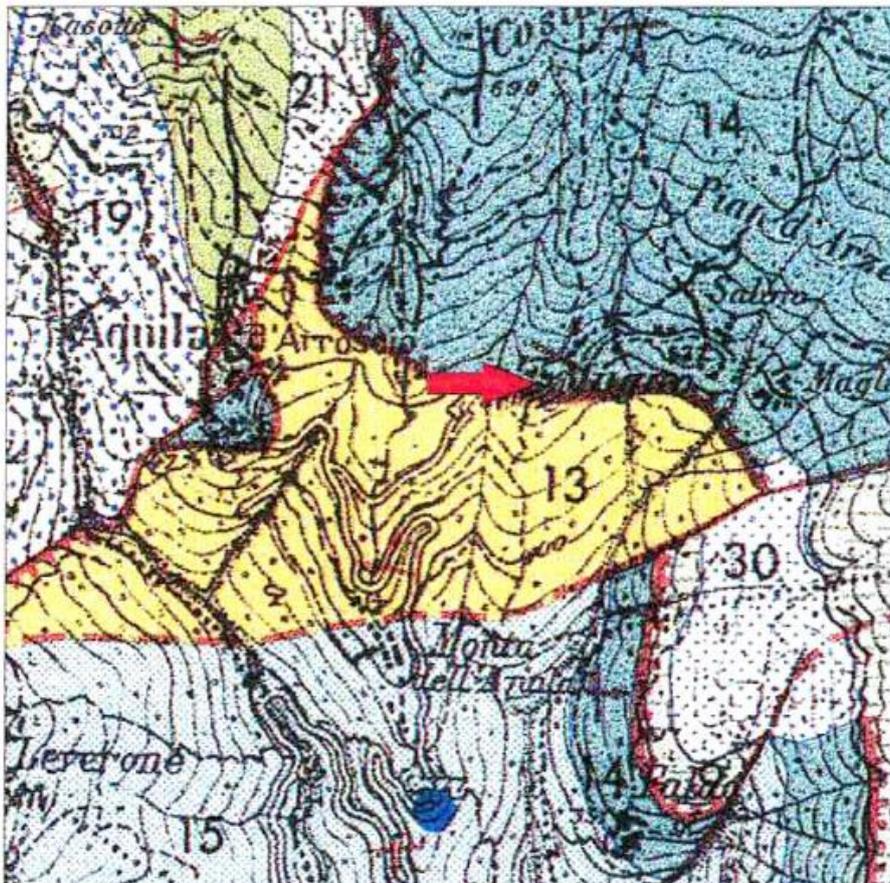


Fig. 1 - Stralcio Carta Geologica 1:50.000 – Boni e Vanossi 1972

## 2. Campagna di indagini 2013

Nel 2013, è stata eseguita una campagna di indagini riferita al progetto esecutivo di consolidamento del tratto di strada comunale di collegamento tra le borgate di Mugno e Salino (*“Relazione geologica – Relazione di pericolosità sismica compatibilità con il piano di Bacino”*, Studio di Geologia Macciò). Per definire al meglio il modello geologico del sito, sono stati eseguiti 2 sondaggi (S1, S2 – Fig.2) che hanno intercettato il substrato roccioso a 7,50 m di profondità dal piano strada, attribuibile alla formazione dei Calcari di Ubaga – Membro di Caso ovvero alternanze in strati di spessore variabile di calcari marnosi grigio-azzurri e di marne da calcaree (Fig. 3). I due sondaggi sono stati attrezzati con inclinometri data l'esigenza di avere un monitoraggio relativamente agli interventi di consolidamento e drenaggio in corrispondenza della sede stradale e garantire condizioni di sicurezza nel tempo.

Il monitoraggio geotecnico, costituito da due tubi inclinometrici, S1 e S2, ubicati lungo la sede stradale fino alla profondità rispettivamente di 14 e 14.5 m, è stato avviato nel 2014 e in un secondo momento, nel corso dell'anno 2015, la strumentazione inclinometrica (S1 e S2) è stata verificata da parte di ARPAL per l'acquisizione definitiva all'interno della rete REMOVER.

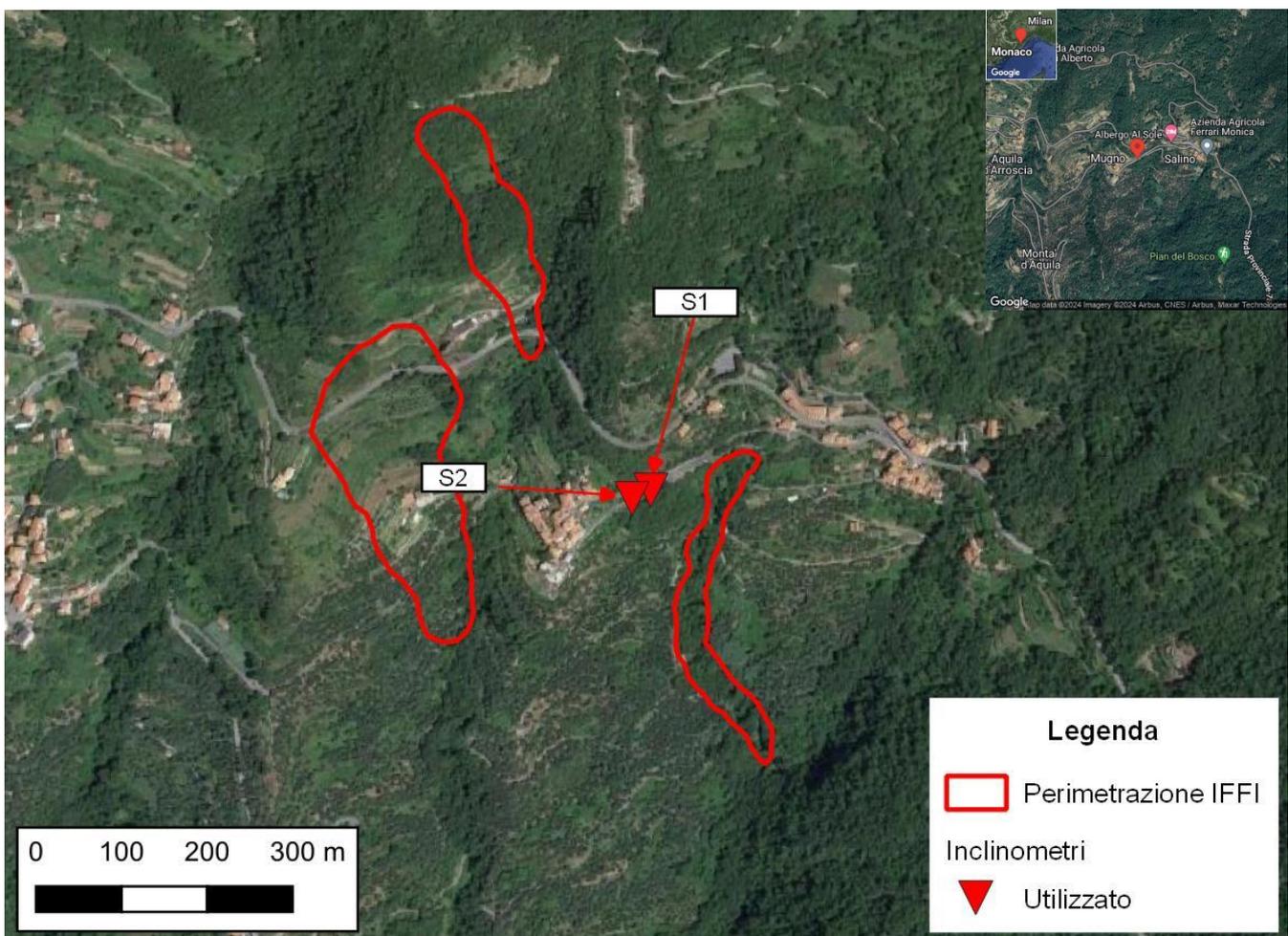


Fig. 2 - Ubicazione inclinometri S1 e S2



### **Inclinometro S1 (14 m) – sede stradale**

La verifica dei *dataset* attraverso il “*checksum*” non ha evidenziato anomalie strumentali nella lettura di zero e nella lettura di esercizio. I dati del 2024 mostrano una deformazione totale pari a circa 56 mm: si conferma una sostanziale decelerazione delle deformazioni che evidenziano, dal 2020 ad oggi, incrementi medi pari a circa 1-2 mm/anno. L’elaborazione differenziale locale mostra uno spostamento della coltre detritica nella fascia 6-8 m di circa 11 mm senza incrementi rispetto alla lettura precedente. Si tratta di una deformazione in continua evoluzione la quale, tuttavia, mostra velocità di spostamento variabili. In generale dal 2016 si osserva un innalzamento dei valori strumentali a partire da -8 m fino alla superficie, seppur con una progressiva decelerazione, evidente dai grafici delle elaborazioni sia integrale che locale (picco a -7 m) e compatibile con una deformazione della coltre detritica in direzione della massima pendenza del versante (circa SE) (Figg.4 e 5).

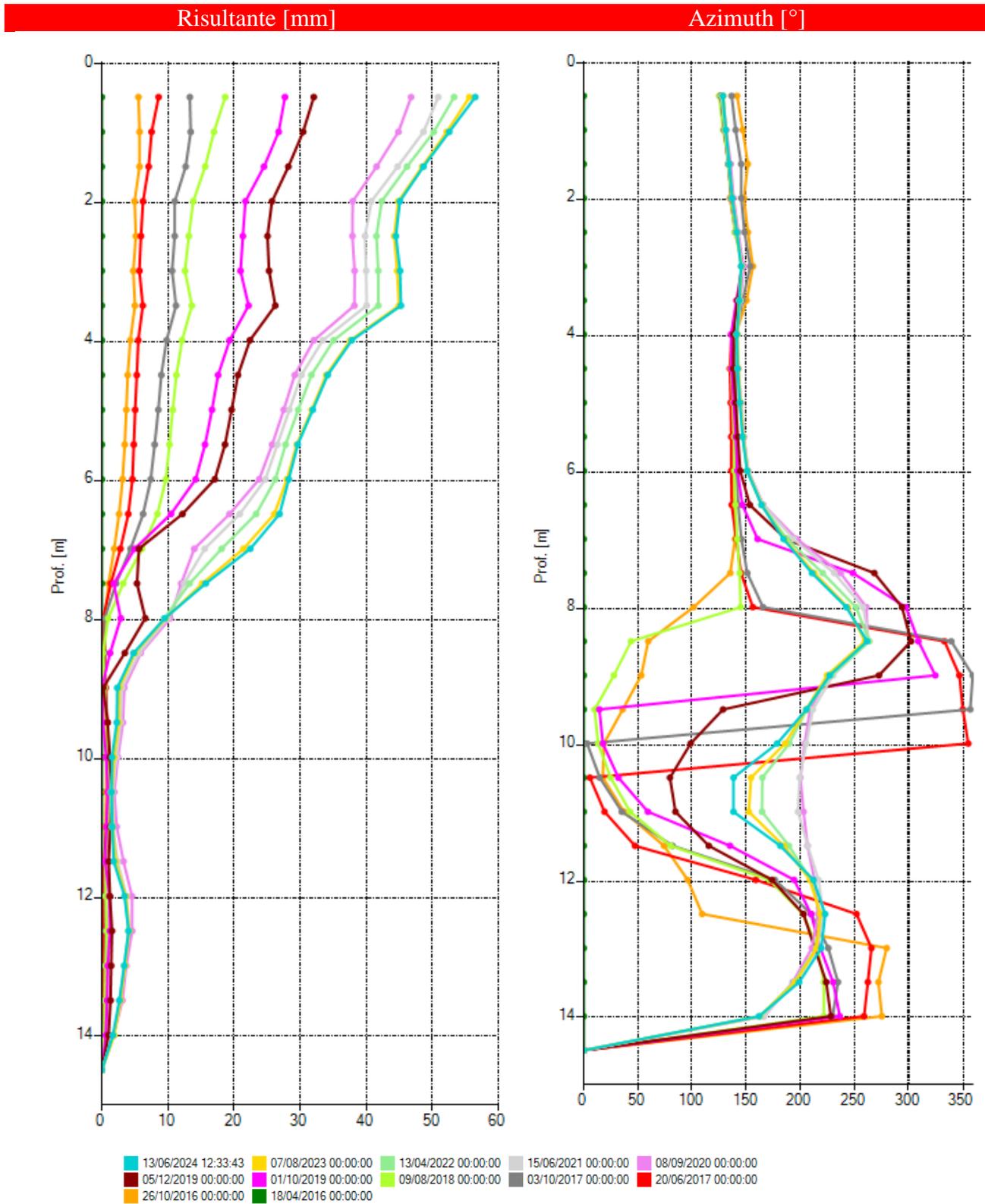


Fig. 4a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro S1.

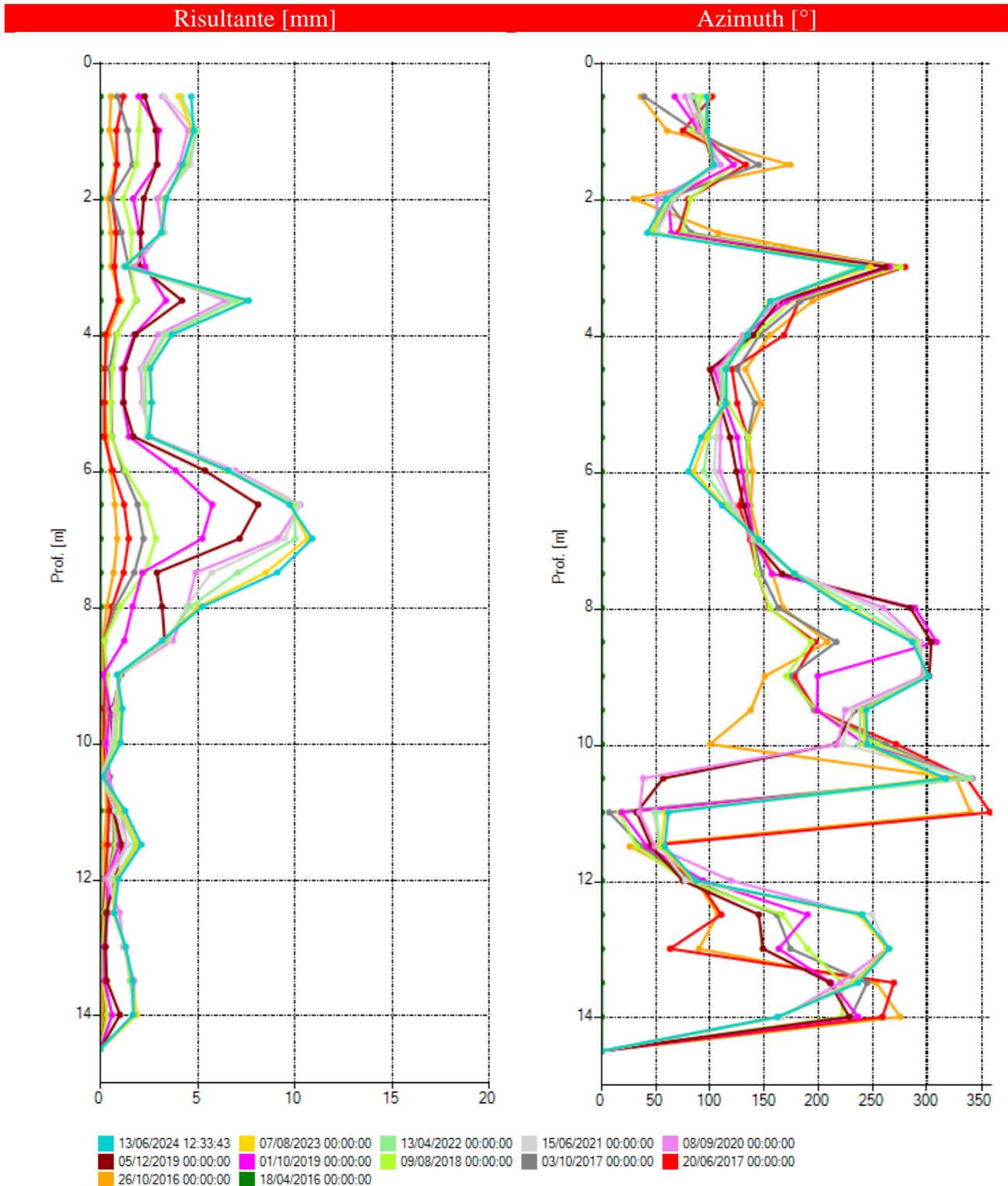
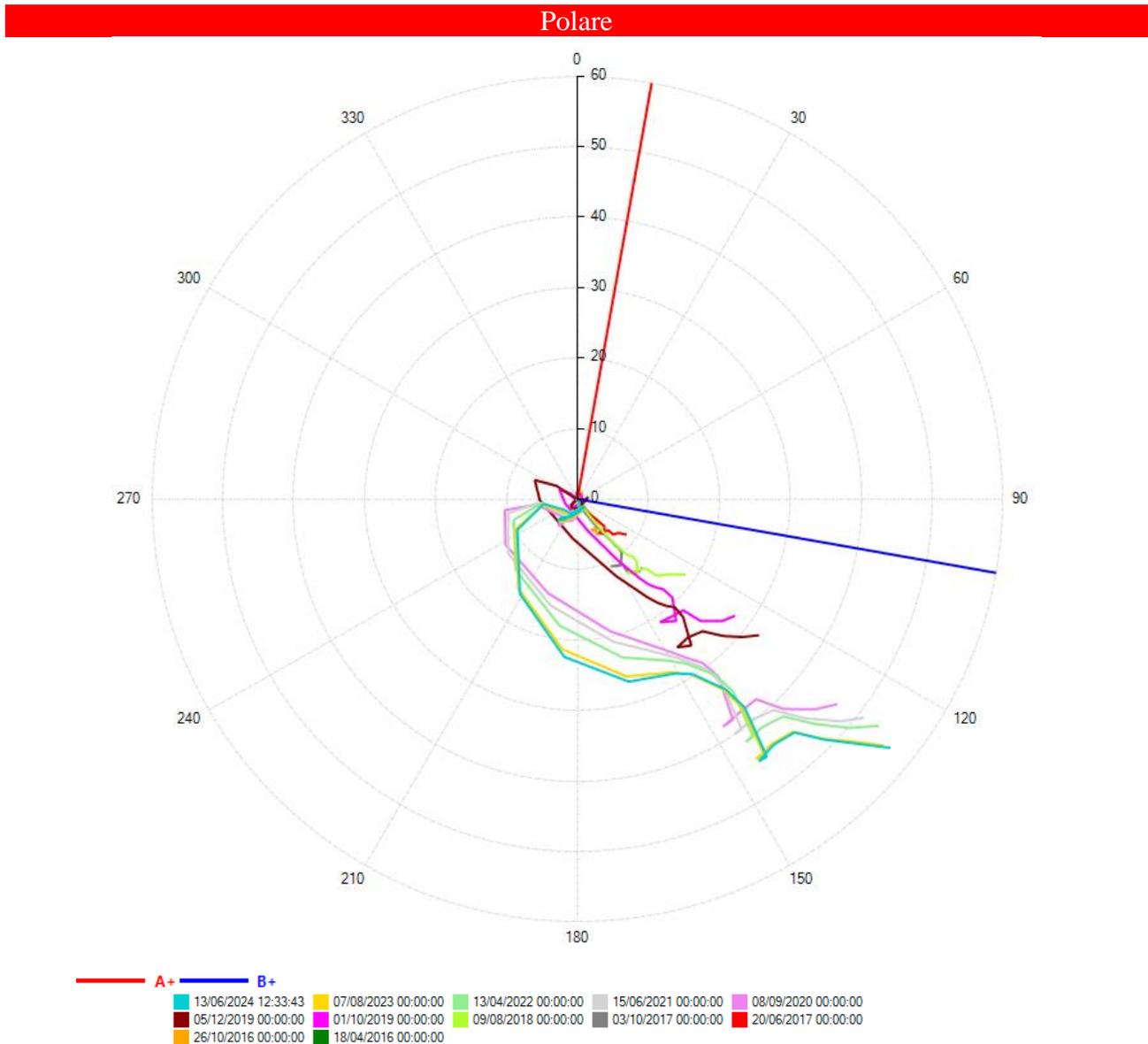


Fig. 4b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S1.



**Fig. 5** - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S1

### Inclinometro S2 (14.5 m) – sede stradale

I dati del 2024 non mostrano incrementi significativi rispetto al 2023; risulta evidente una ampia zona di deformazione che produce valori pari a 6 mm di spostamento in superficie e 12 mm a circa -4,5 m da piano campagna; l'elaborazione differenziale locale mostra uno spostamento della coltre detritica tra -3 e -7 m di circa 3 mm in direzione SE lungo la massima pendenza del versante.

Nonostante il valore misurato sia ampiamente nell'intervallo di incertezza strumentale e tale situazione debba essere verificata con le letture successive, si conferma una progressione delle deformate inclinometriche nel tempo (Figg.6 e 7).

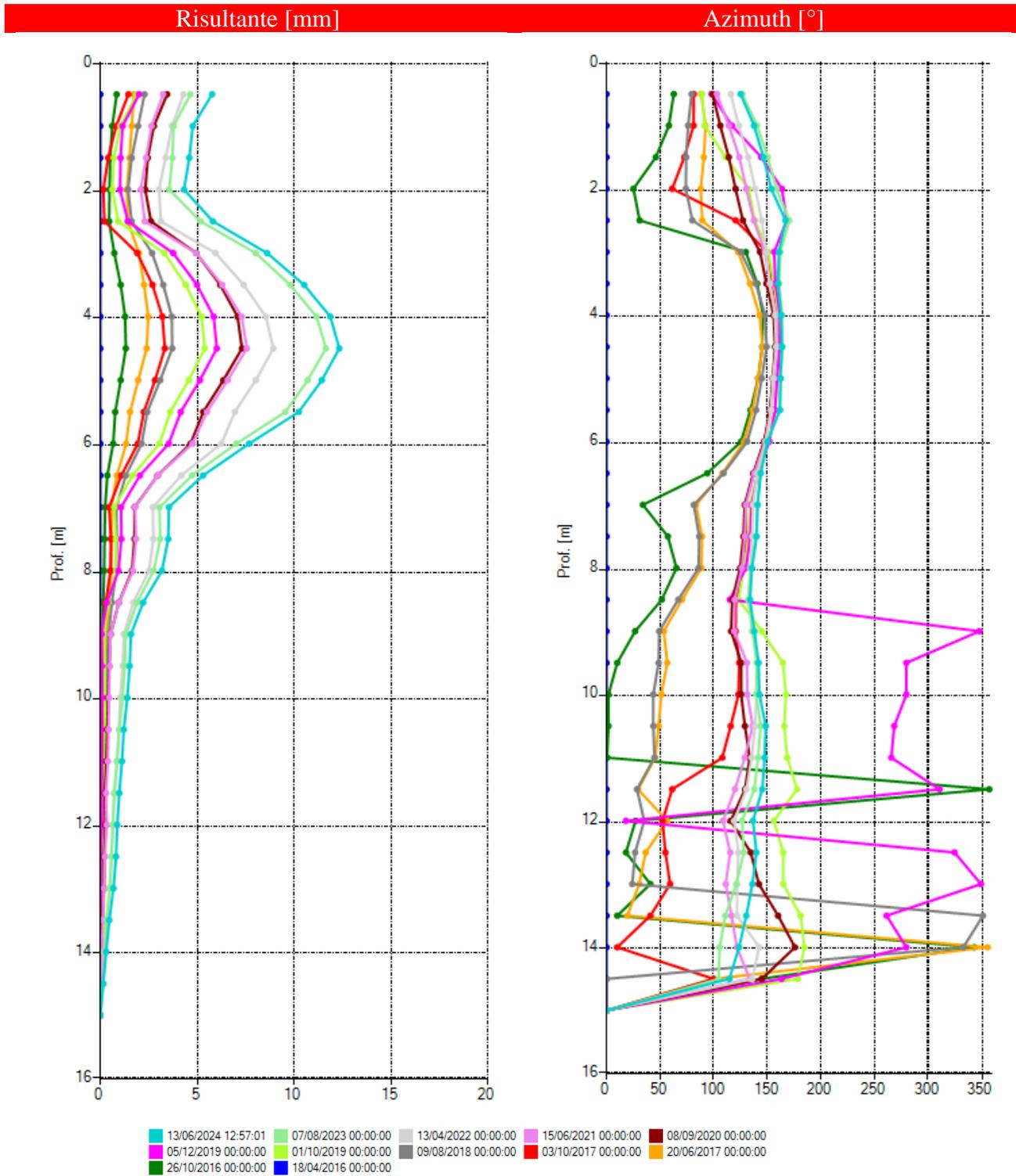


Fig. 6a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro S2.

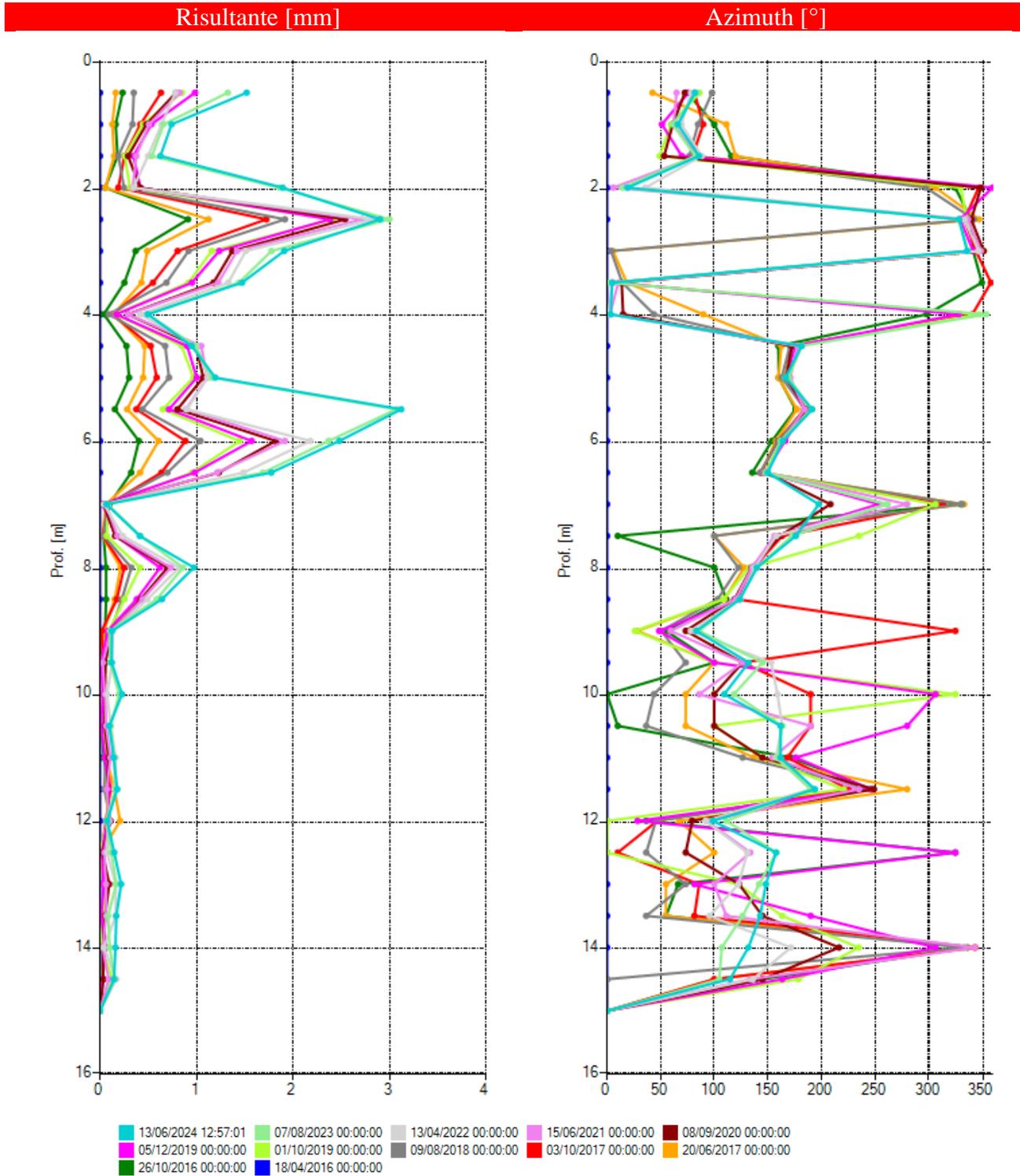


Fig. 6b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S2.

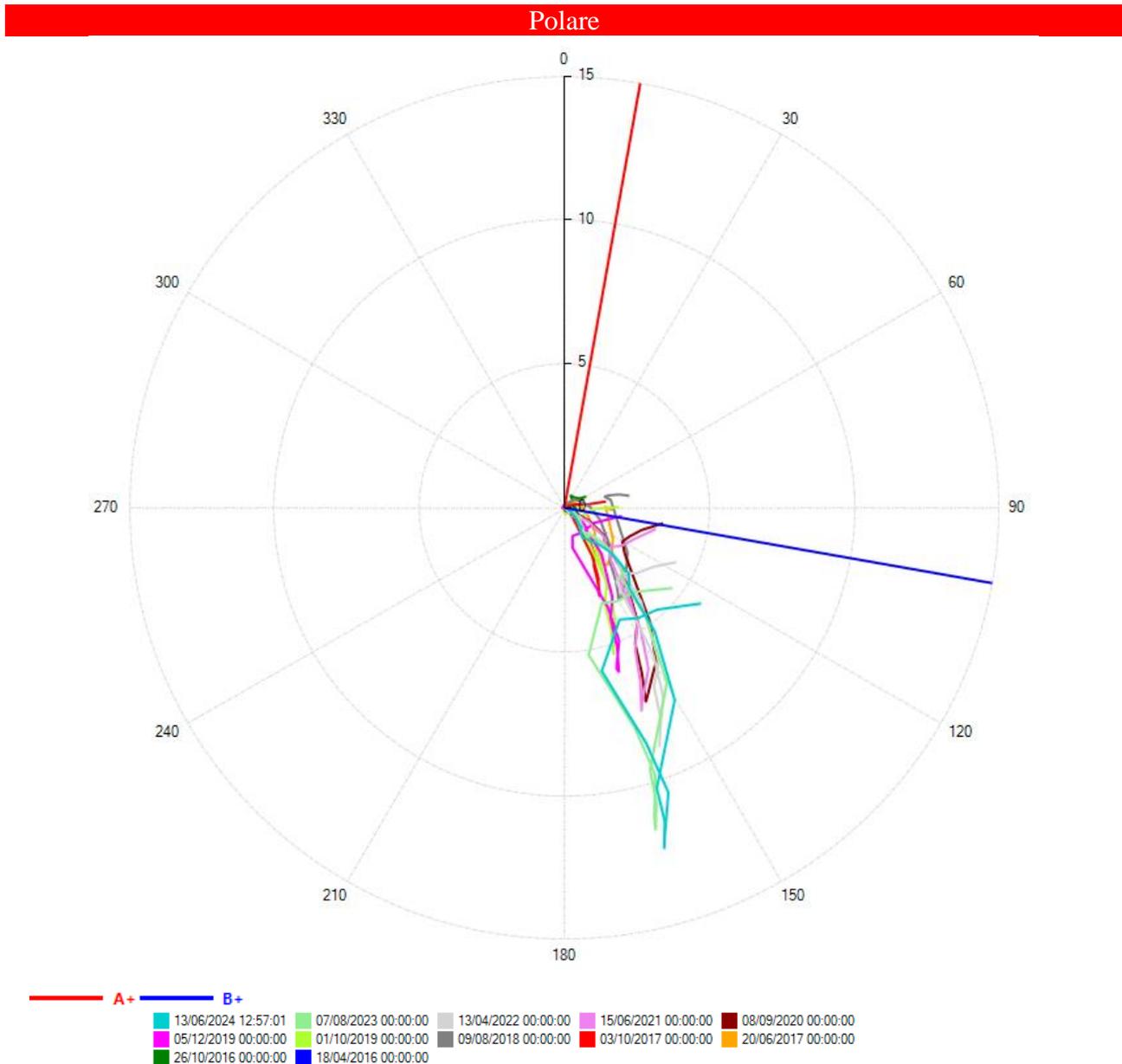
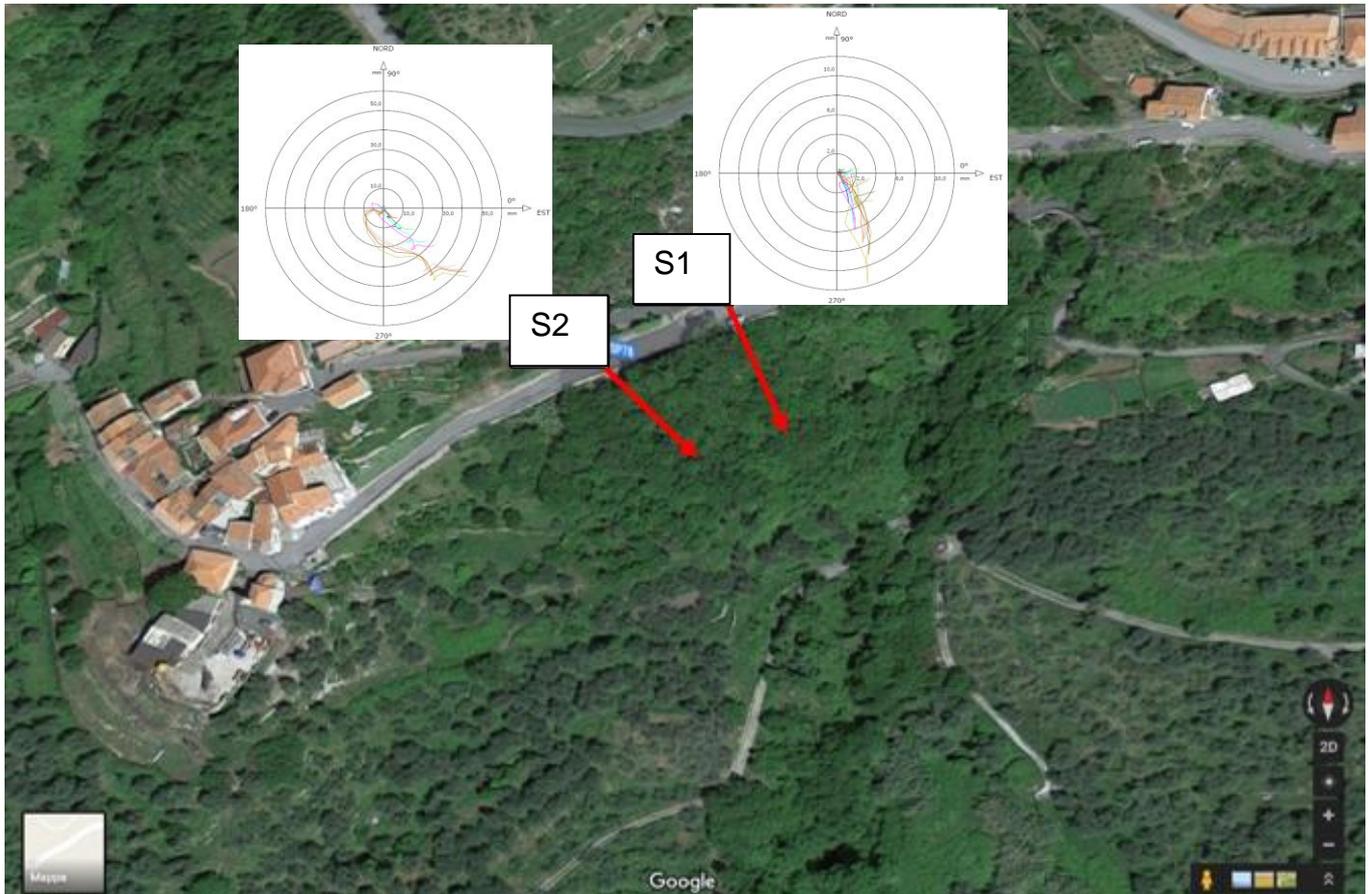


Fig. 7 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S2

#### 4. Conclusioni

La frazione di Mugno, poco lontano dall'abitato di Aquila d'Arroscia (Fig. 8), è stata interessata da "un vistoso cedimento di discreta lunghezza, in atto da tempo ma evolutosi a seguito delle intense piogge del 25 e 26 dicembre 2013" (relazione geologica Studio Geologia Macciò).

Inoltre si legge che il tratto stradale che porta alla frazione “ricade su un versante che presenta un’alta suscettività al dissesto, con riattivazione di un movimento agevolato dal discreto spessore della coltre detritica, per la maggior parte costituita da terreno di riporto necessario per la realizzazione della sede stradale avvenuta attorno al 1986”.

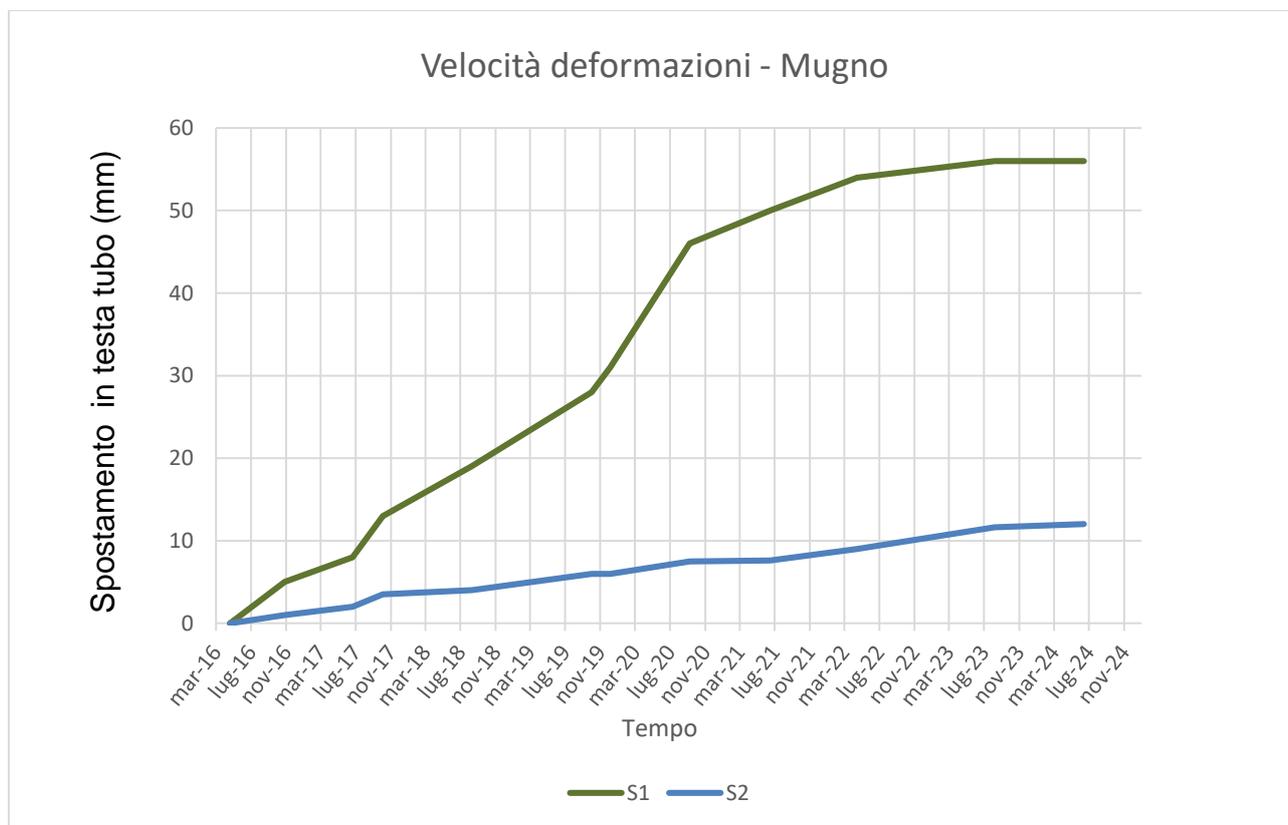


**Fig. 8** - Pendio in frana che interessa la sede stradale della frazione di Mugno

Con la presa in carico dei tubi inclinometrici da parte di ARPAL si è proseguito il monitoraggio con la definizione delle seguenti problematiche: in entrambi gli inclinometri è stata osservata l'impostazione della superficie di deformazione preferenziale in prossimità del contatto coltre detritica-basamento. Ad oggi è possibile determinare l'andamento degli spostamenti più significativi i quali si verificano nel corso degli anni ad intervalli non regolari.

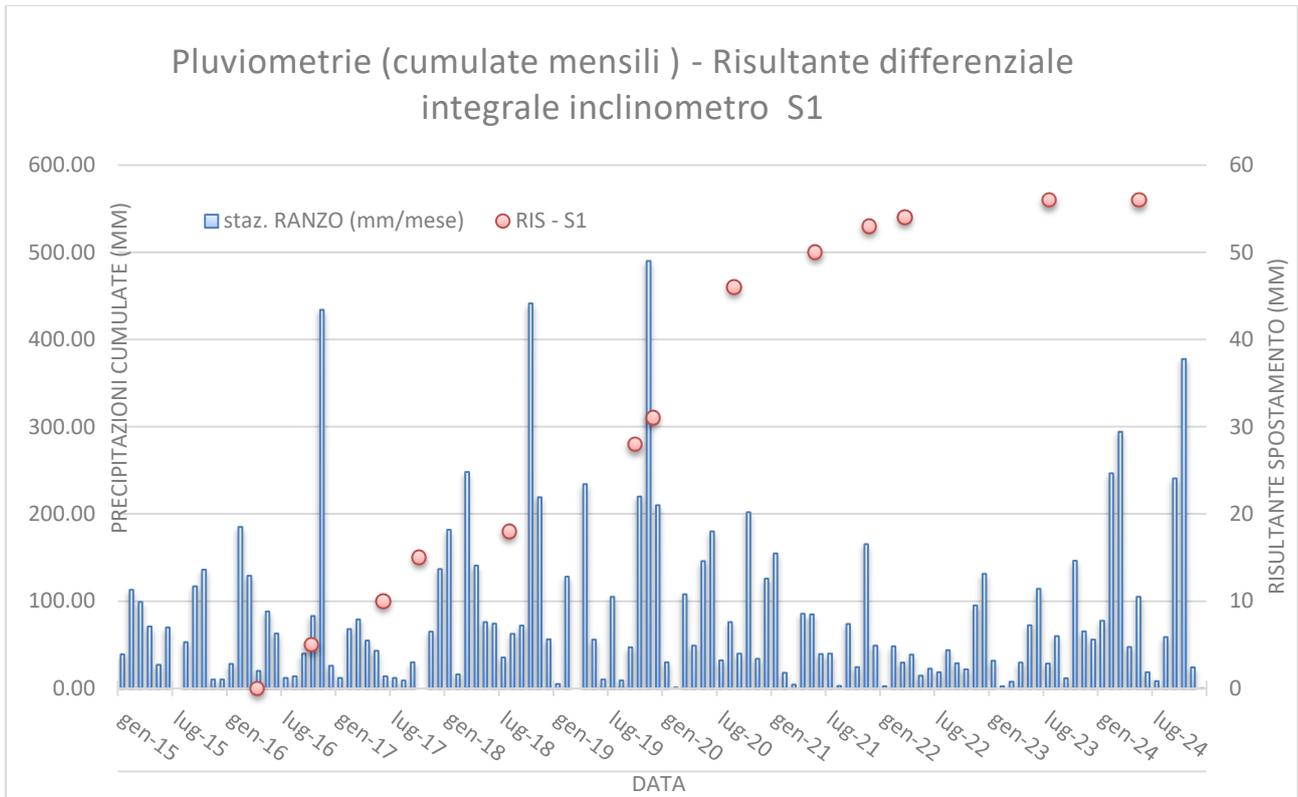
Dal grafico sottostante (Fig.9) si osserva l'andamento differente della deformazione nei due tubi, con una accelerazione in S1 nel periodo 2020-21 seguita da un rallentamento nel biennio 2022-23 ed una media delle deformazioni pari a circa 7 mm/anno registrati a testa tubo (differenziale integrale).

Più costante il trend di spostamento del tubo S2 con una velocità di circa 1,5 mm all'anno.



**Fig. 9** – Velocità delle deformazioni negli anni 2016-2024 (è rappresentata la deformazione non a testa tubo ma della fascia superficiale).

Per quanto riguarda il regime pluviometrico, nell'area in esame è stato possibile osservare negli anni notevoli variazioni sulle cumulate mensili. Dal 2015 ad oggi, in corrispondenza di stagioni molto piovose, si è registrato un incremento delle deformazioni dato dalla diretta correlazione tra cumulate stagionali e velocità misurate nel tubo S1 (Fig. 10). A conferma di ciò si osservino le precipitazioni di novembre 2019 (lettura aggiuntiva richiesta dal Comune di Aquila in seguito all'evento alluvionale del 23/11/2019) con una cumulata pari a circa 500 mm, corrispondente ad un movimento degli inclinometri. Ulteriore conferma del fatto che il movimento risulti sensibile alle precipitazioni si evince dalla decelerazione misurata nel corso degli ultimi anni (2021-2024), durante i quali si è verificato un regime pluviometrico al di sotto della media. Rimane da verificare durante le successive campagne se il movimento sia stato influenzato dalle piogge dell'autunno 2024.



**Fig. 10** – Andamento pluviometrico mensile (stazione RANZO) e letture inclinometriche S1, periodo 2015-2024.