



**PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE
SERVIZIO GEOLOGICO**

**MONITORAGGIO cava EX MAFFEI
Giustino**

Comuni di GIUSTINO e MASSIMENO

Aggiornamento: gennaio 2020

Premessa

Il versante ha subito nel 2014 un radicale rimodellamento a seguito del palleggio di una notevole quantità di materiale sciolto dalla parte sommitale verso il fondo della cava. Tale intervento ha influito in modo rilevante sulla dinamica del monitoraggio, pertanto, la presente relazione considera principalmente i dati successivi al periodo di esecuzione dei lavori.

Per quanto riguarda la storia pregressa si rimanda alle precedenti relazioni, l'ultima delle quali trasmessa con nota prot. n°57193 del 29/01/2019.

Venute d'acqua

Le venute d'acqua sono monitorate da tempo mediante due stramazzi, uno posto all'uscita della galleria Ex Enel in prossimità della finestra sul rio Flanginec, il secondo, nella galleria di carreggio della vecchia miniera a quota 820 m, alla base del versante.

Lo stramazzo che misura la portata d'acqua dalla galleria ex Enel, è stato più volte oggetto di manutenzione, i dati però non sono da qualche tempo attendibili; i problemi causati dai crolli interni alla galleria che hanno danneggiato le tubazioni di raccolta dell'acqua falsano le misure; valori anomali misurati il 18/12/2018, prossimi ai 50 l/sec e le portate inferiori ai 0,4 l/sec non misurabili da tempo, impongono, se ritenuto necessario, una totale revisione, ricostruzione del sistema di misura dell'acqua in quanto le manutenzioni ordinarie non sono più in grado di garantirne la funzionalità.

La misura di portata in continuo dell'acqua che fuoriesce dalla galleria di carreggio a quota 820, è attiva dall'ottobre 2013. Se si escludono interruzioni accidentali, lo stramazzo fornisce dati continui e attendibili con frequenza oraria. In occasione dell'ultimo importante evento meteorico, poco prima di Natale si sono misurate venute d'acqua dalla galleria di oltre 6 l/sec, dimostrando un'immediata rispondenza della portata alle cumulate di precipitazione.

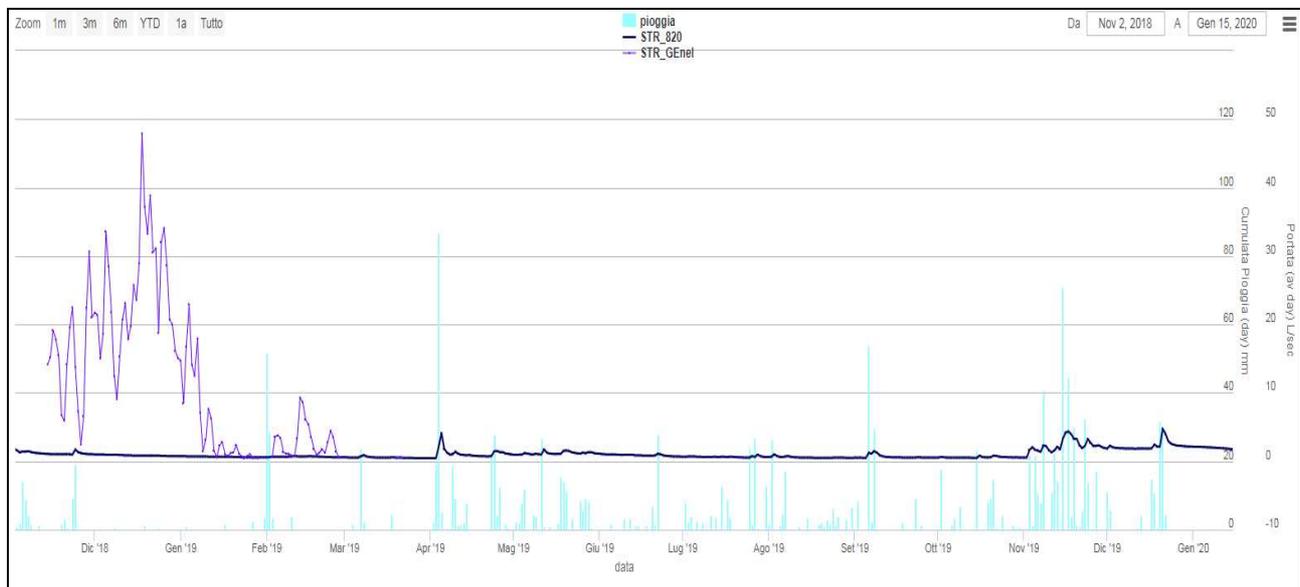


Grafico della portata media giornaliera delle venute d'acqua dalla galleria ex ENEL e dalla galleria di carreggio a quota 820- da novembre 2018.

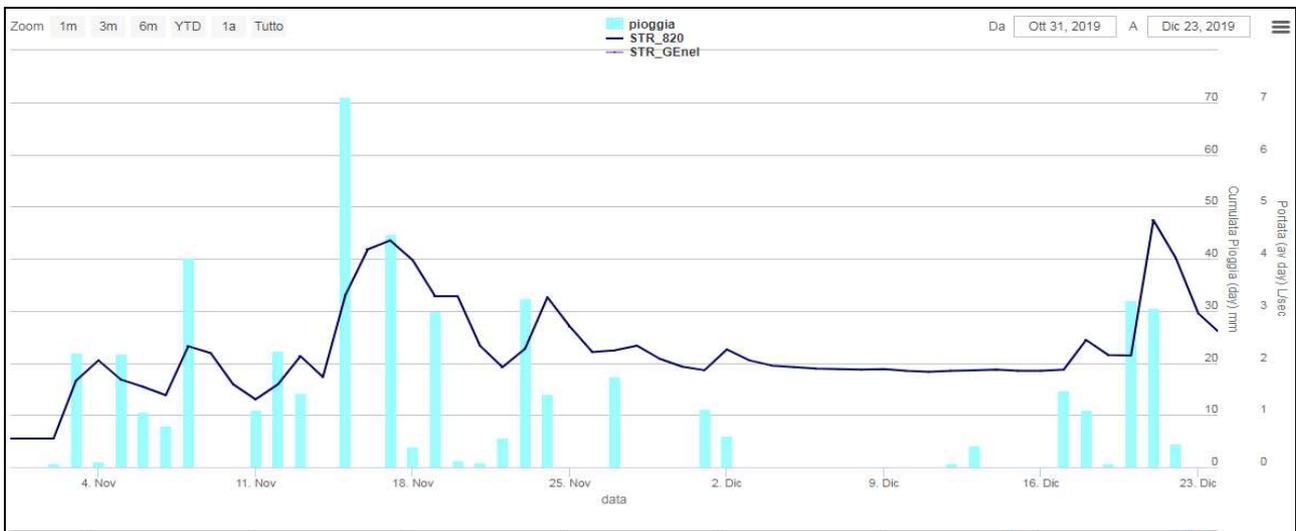


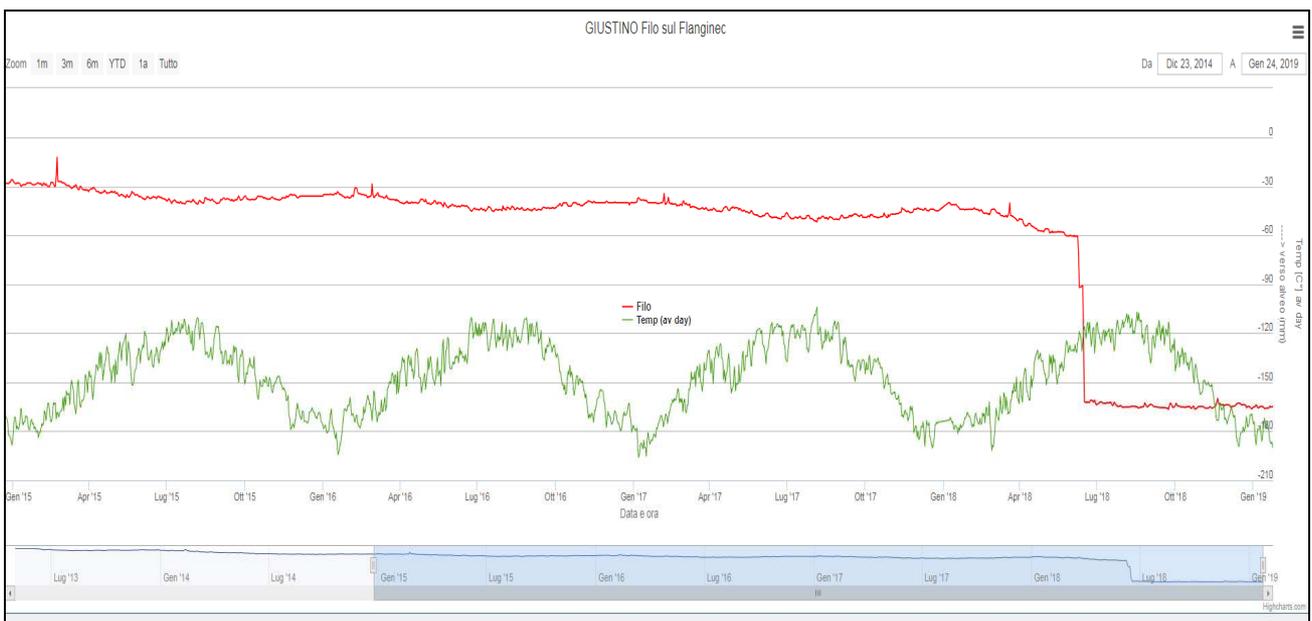
Grafico della portata media giornaliera delle venute d'acqua dalla galleria di carreggio a quota 820- da novembre 2019.

Link per la lettura del grafico in rete:

http://194.105.53.57/easyjob/index.cgi?module=easyjobdynamiccharts&state=paint&curr_obj_id=14

Lato Flanginec

Il lato della frana che incombe sul Rio Flanginec era monitorato da un filo sospeso a controllo remoto teso tra una ceppaia, posta una decina di metri sotto il punto M48, e la sponda rocciosa in destra orografica del rio. A seguito di una dilatazione anomala (giugno 2018) è stato eseguito un sopralluogo congiunto tecnico/geologo che ha confermato un cedimento dell'ancoraggio di monte; il filo misurava in ogni caso la deformazione di un affioramento roccioso molto superficiale e molto fratturato, riguardante una decina di metri cubi di materiale, certamente slegato dalle dinamiche di deformazione della frana vera e propria. Le valutazioni in fase di sopralluogo hanno portato alla decisione di rimuovere il filo, i dati del quale si mostravano poco attendibili e comunque fuorvianti per il controllo del movimento franoso principale. Il filo ha registrato dati dal gennaio 2015 al febbraio 2019.



Estensimetri interrati a barra rigida

A completamento dei lavori del 2014/2015 sono stati installati tre estensimetri interrati a barra rigida, a cavallo delle fratture principali (E1, E2 ed E3), nelle stesse posizioni dei fili letti manualmente dai VVFF, negli anni precedenti; gli estensimetri, attivi dal luglio 2014, registrano un dato ogni 15 minuti, trasmettono il dato via wireless al concentratore nella casetta di monitoraggio, per essere caricato poi nel data-base del software di gestione dei monitoraggi (EasyJob).

Posizione estensimetri interrati a barra rigida e del filo sul Flanginec (rimosso).



Grafici estensimetri interrati – cumulata pioggia e temp. aria (medie giornaliere)

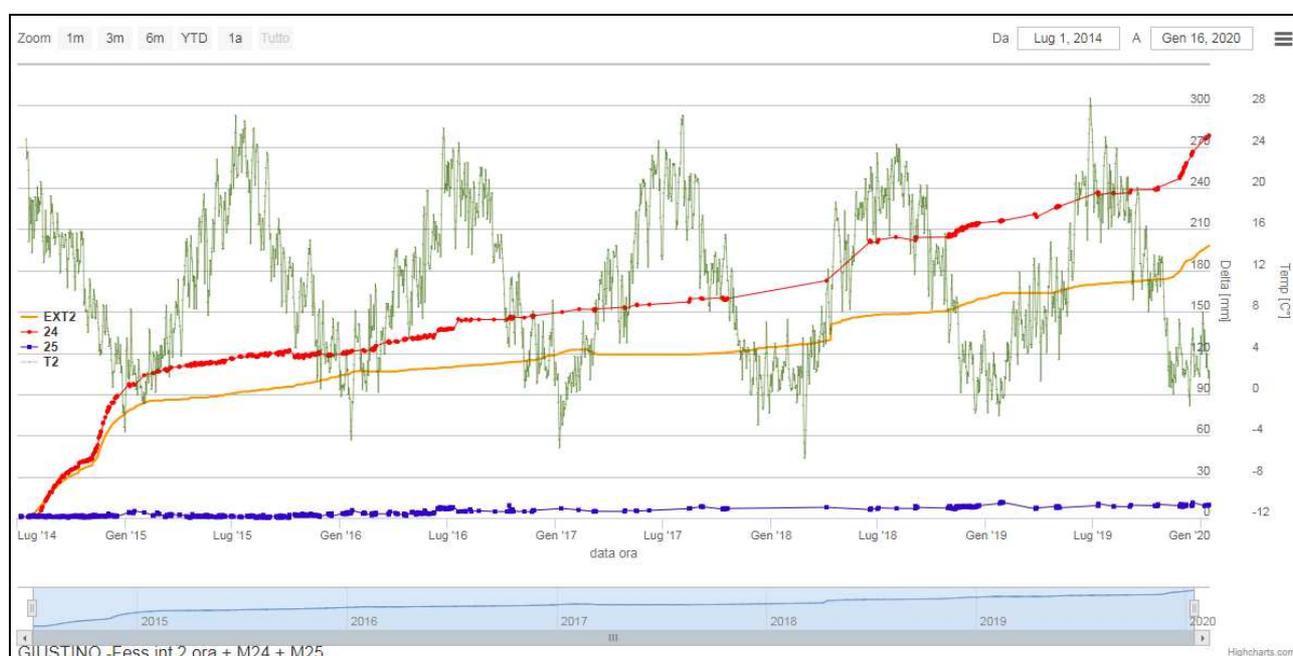


Link per la lettura del grafico in rete:

http://194.105.53.57/easyjob/index.cgi?module=easyjobdynamiccharts&state=paint&curr_obj_id=41

Gli estensimetri in continuo si confermano strumenti che permettono il controllo quasi in tempo reale alle deformazioni in atto; mostrano fedelmente la reazione della deformazione della parte alta alle cumulate di pioggia e consentono, se necessario un'immediata programmazione delle più complesse misure ottiche TPS. Nel periodo di esecuzione dei lavori (fine 2014, inizio 2015) la velocità deformazione misurata in E2 ed E3 variava tra 190 e 120 mm/anno; nei quattro anni successivi, a parte alcune brevi accelerazioni, era mediamente compresa tra 10 e 20 mm/anno. Dopo l'ultimo evento meteorico del novembre scorso, con una cumulata di pioggia pari a 423 mm/mese con una punta massima (il giorno quindici) di 71 mm/giorno, siamo ritornati a velocità in E2 e E3 rispettivamente pari a 129 e 108 mm/anno, attualmente in diminuzione. L'estensimetro E1, al vertice della nicchia sommitale si conferma sostanzialmente fermo; è tuttavia necessaria una verifica della parte sommitale del versante perché il punto M44 posto solo una ventina di metri più a valle dell'estensimetro E1 si è mosso dopo il 2015 con una velocità media pari a 27 mm/anno e si comporta analogamente a tutti i punti posti sul quaternario.

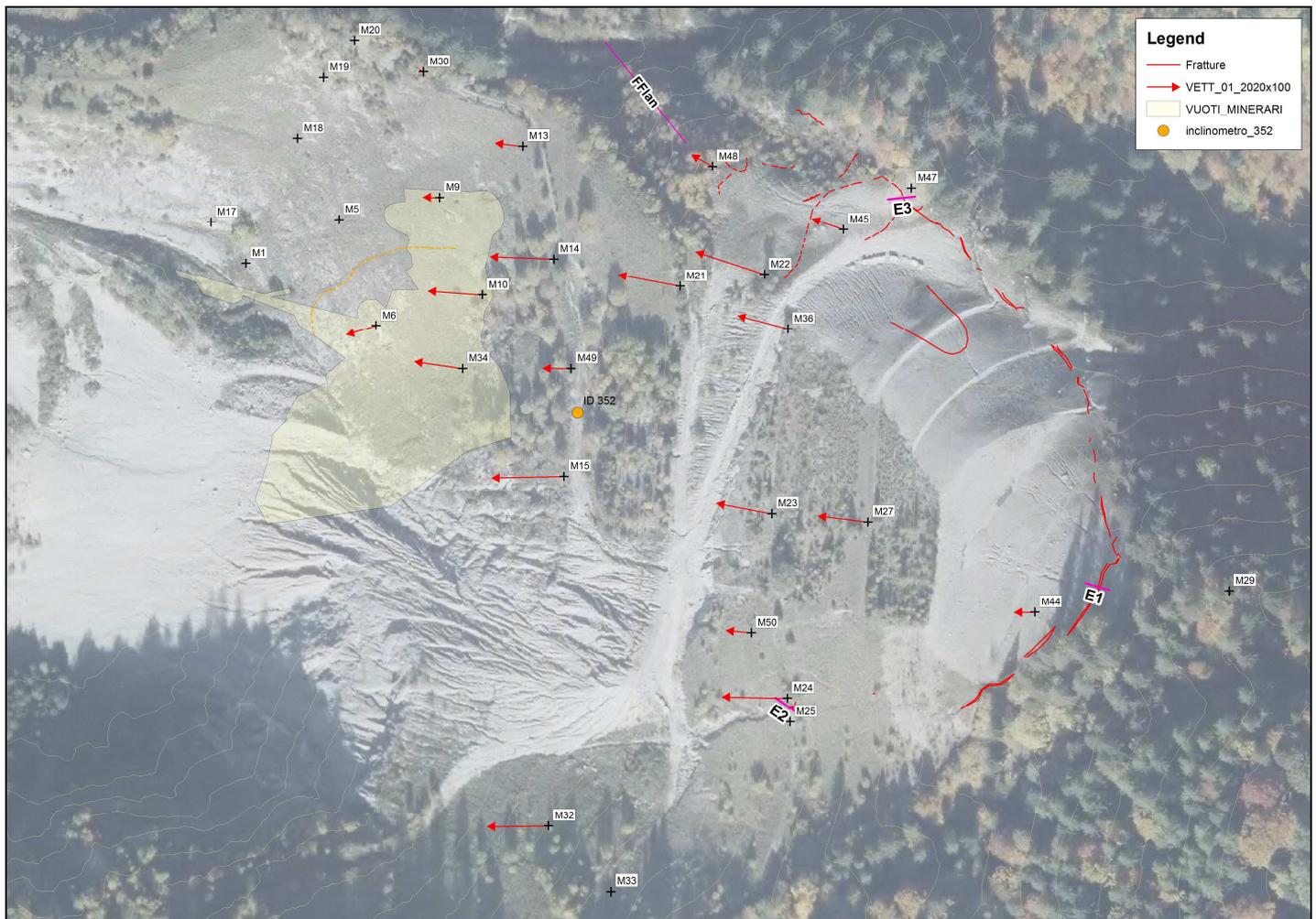
Grafico di E2 confrontato con due punti TPS (M24-25) posti a cavallo della stessa frattura; i risultati sono del tutto confrontabili; i movimenti misurati con la stazione totale sono correttamente maggiori in quanto la misura TPS restituisce il valore reale del modulo di deformazione.



Link per la lettura del grafico in rete:

http://194.105.53.57/easyjob/index.cgi?module=easyjobdynamiccharts&state=paint&curr_obj_id=36

Misure ottiche TPS



Planimetria su ortofoto del monitoraggio - vettori dal 2014; l'entità dei vettori dipende dalla data della lettura di zero.

I punti di monitoraggio sono distribuiti quasi uniformemente su tutta la superficie della frana. Una distinzione importante ai fini della definizione del modello deformativo è la loro ubicazione rispetto alla quota: sotto i 930 m circa, all'altezza del tubo inclinometrico ID352, sono direttamente ancorati al substrato roccioso; al di sopra, tutti i punti sono ancorati a barre d'acciaio infisse nel materiale sciolto.

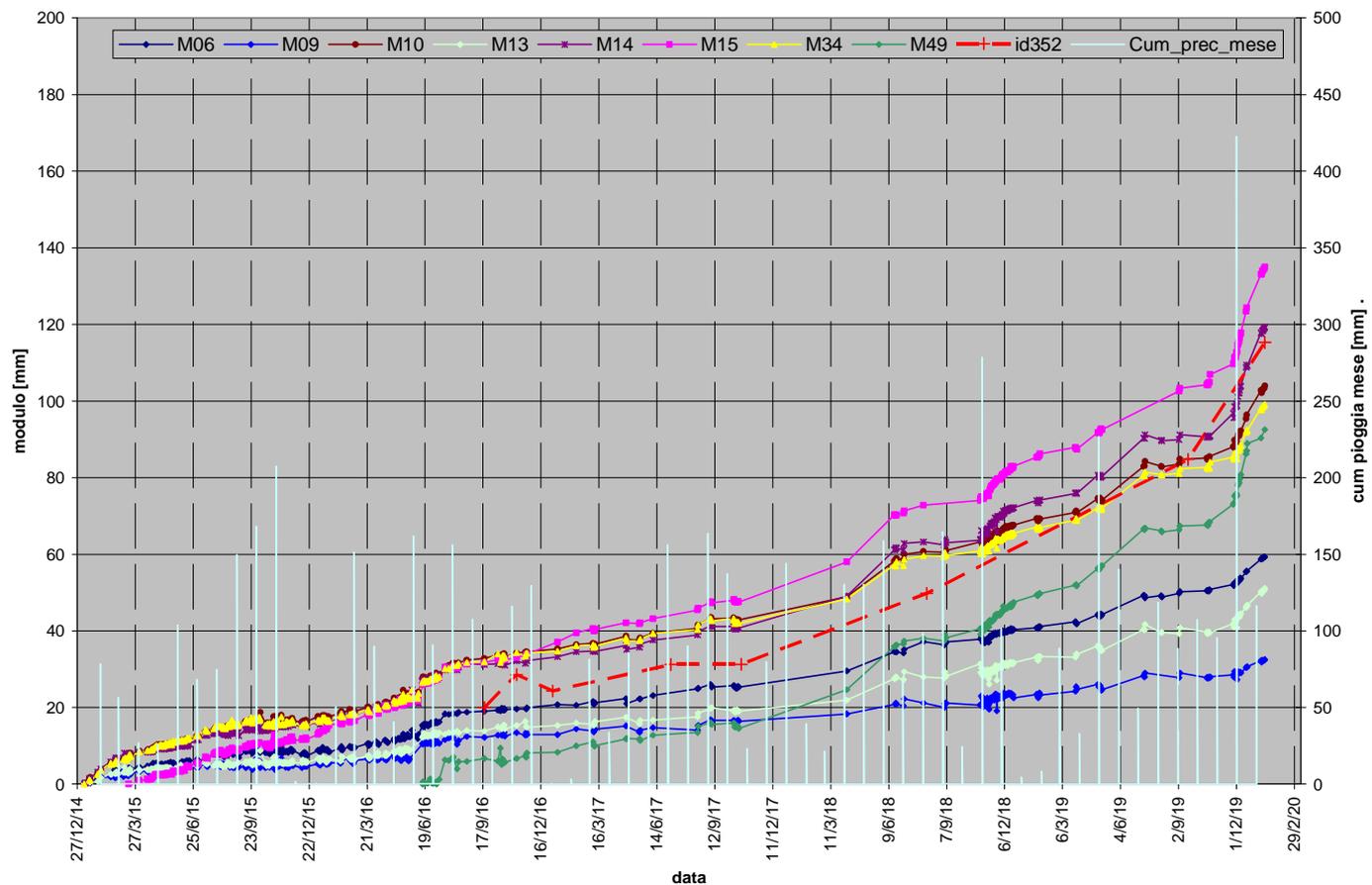
Zona sotto quota 930 m

La zona centrale, sotto quota 930 m, ha raggiunto la massima velocità di deformazione media nelle primavere 2013 e 2014, superando per brevi periodi i 700 mm/anno. La velocità media tra il 2015 e il novembre 2019, fatte salve alcune brevi variazioni, risulta di circa 19 mm/anno. Nel periodo successivo alle piogge di novembre 2019, si è registrata una velocità di deformazione prossima a 150 mm/anno; a valle del punto M6 il movimento tende a zero; i punti M1 e M17 non hanno mai mostrato movimenti certi. Tra M5 e M6 si vede, riportata anche nella figura precedente, una frattura che sembra delimitare nella parte basale e verso Nord la zona in movimento. I punti M9 e M13 registrano movimenti sensibilmente minori rispetto alla zona centrale. Come si nota dal grafico è inequivocabile la correlazione tra accelerazione e cumulata di pioggia.

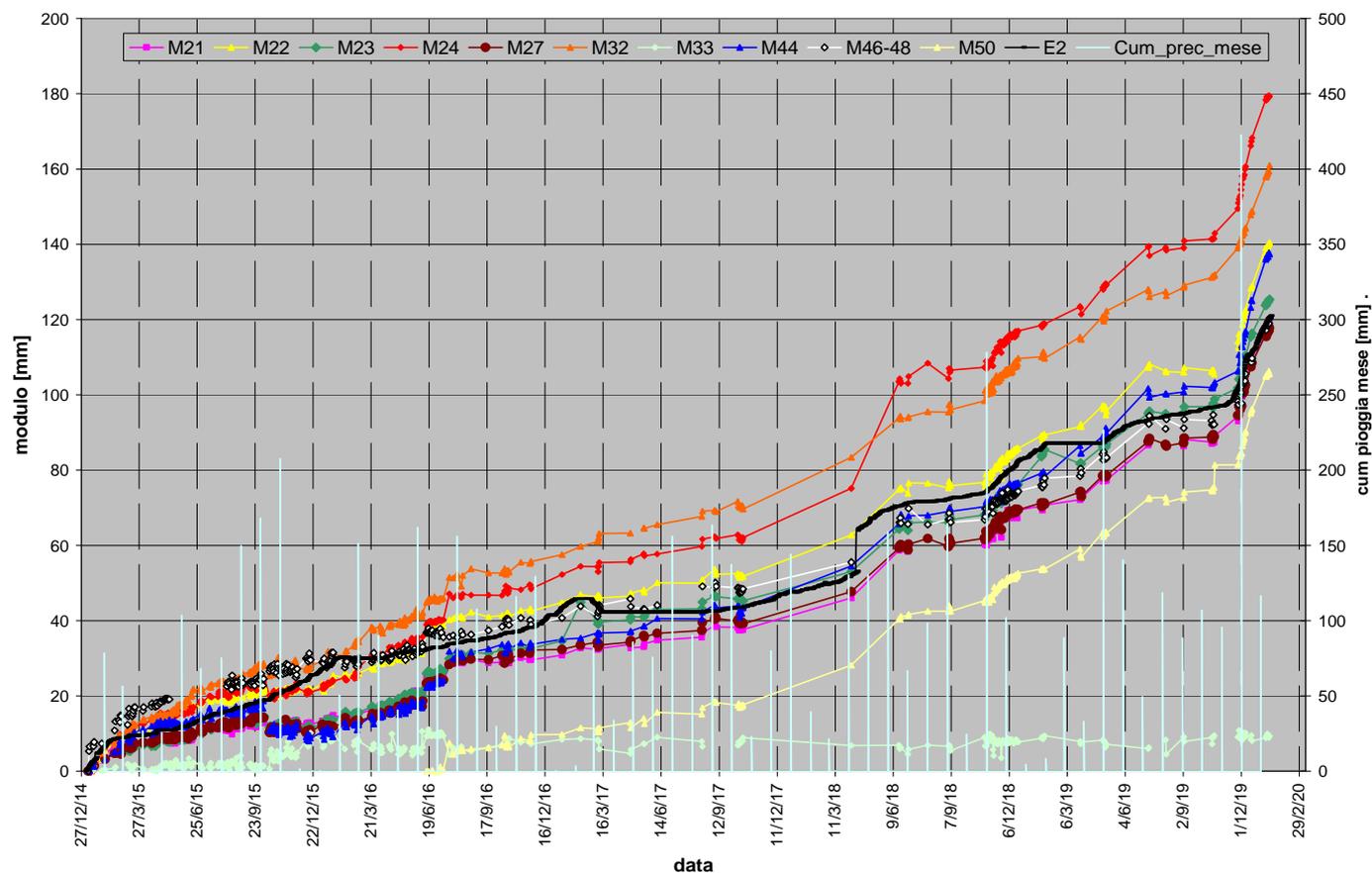
Il tubo inclinometrico parte da quota 928,5 m e ha una profondità di 116 m, oltrepassa quindi la fascia interessata dai vuoti minerari che, dalle ricostruzioni dei rilievi storici, si sviluppano a ovest della verticale del tubo e approssimativamente tra le quote 815 e 870.

Nel grafico successivo sono riportate le deformazioni/tempo dei punti TPS nella zona in roccia sotto quota 930 m e la deformazione del tubo inclinometrico alla profondità di 0,75 m.

GIUSTINO - TOTALI dal 2015
 (zona centrale in roccia - sotto q = 930 m)



GIUSTINO - TOTALI dal 2015
 (zona superiore- sciolto)



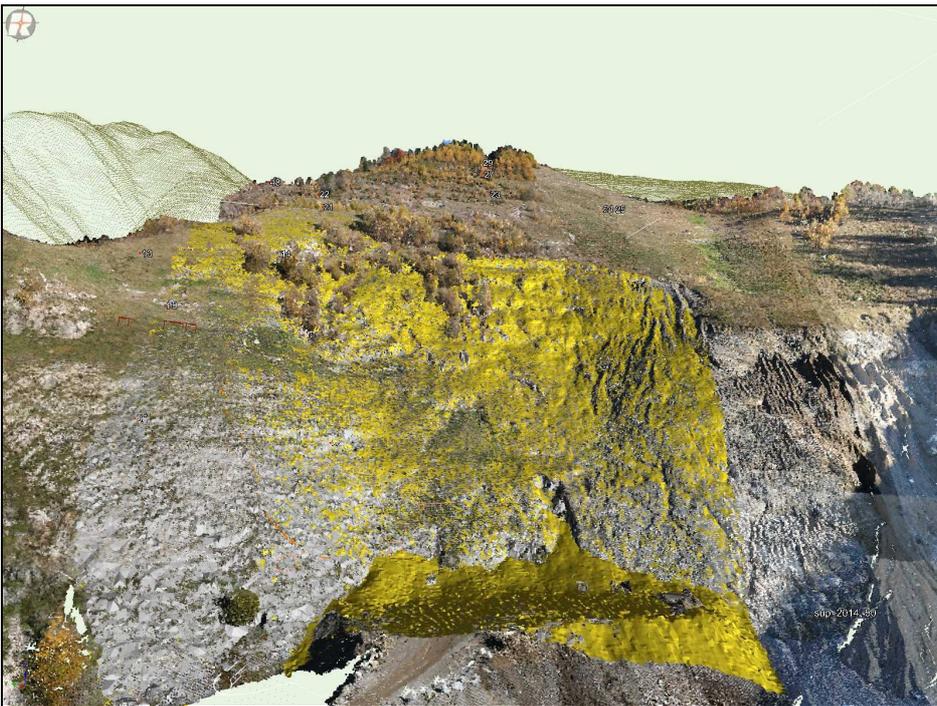
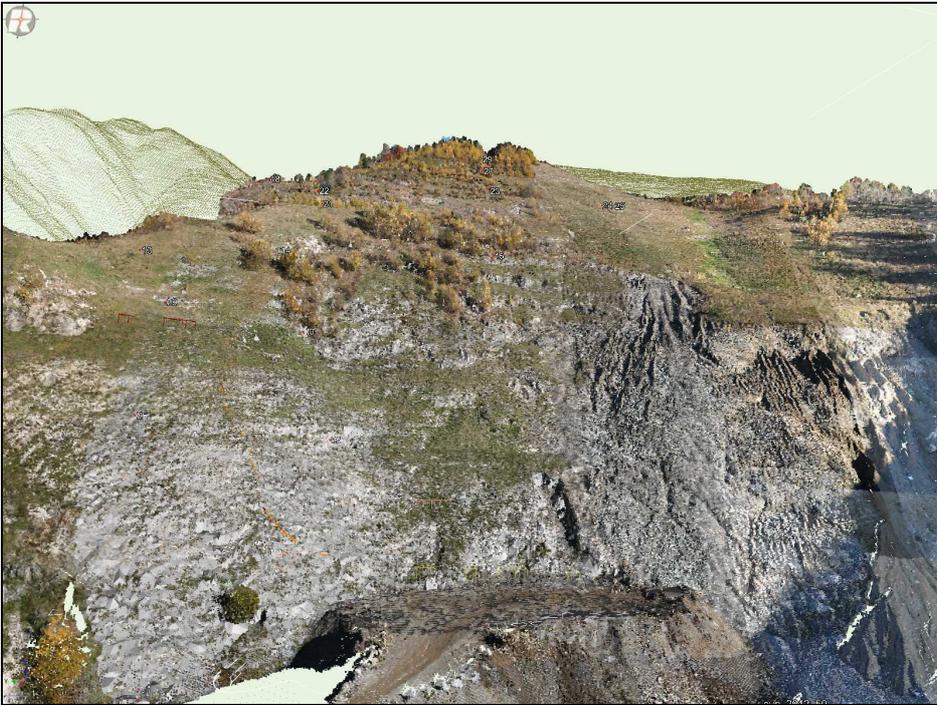
Zona sopra quota 930 m

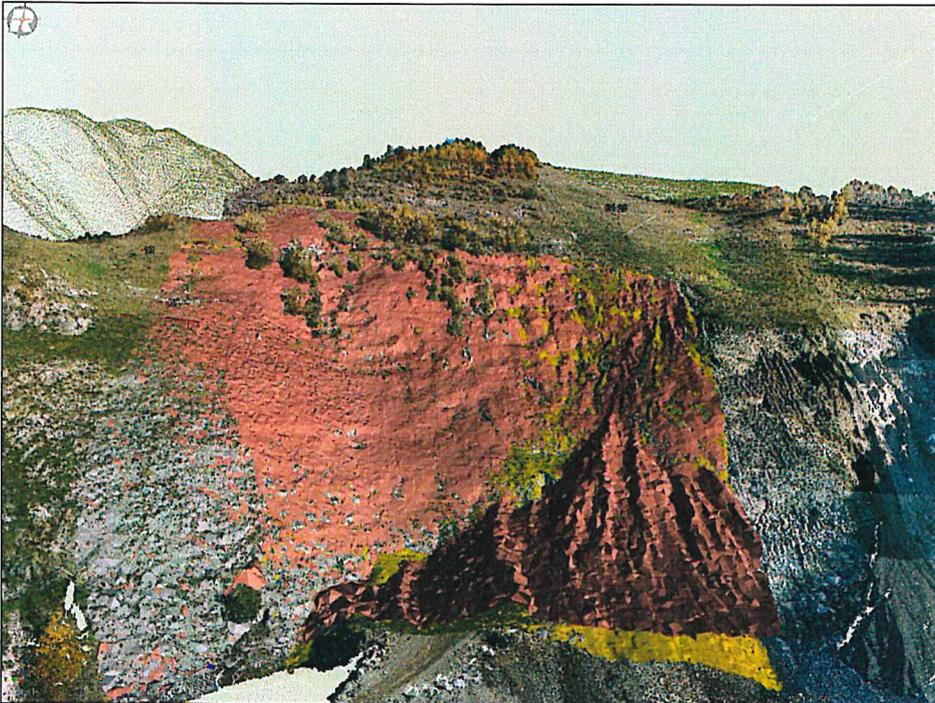
Anche la zona morenica superiore ha evidenziato le velocità maggiori durante i periodi primaverili 2013-2014 e nell'autunno del 2014; in tali periodi si sono superate velocità di 900 mm/anno. Le direzioni dei vettori sono rivolte al fondo della cava. Nel periodo gennaio 2015/ottobre 2019, si è deformata con velocità media di circa 23 mm/anno; dal grafico nella pagina precedente si notano alcune evidenti variazioni della velocità, legate alle cumulate di pioggia che appaiono più marcate rispetto alla zona in roccia sotto quota 930 m. A seguito dell'ultimo evento meteorico importante di novembre 2019 la velocità di deformazione è aumentata fino a circa 200 mm/anno, attualmente in diminuzione. Il punto di monitoraggio sul lato Nord, sopra il rio Flanginec, M46 che va sommato al rimosso M48, evidenzia deformazioni in linea con i rimanenti posti sul quaternario.

Rilevi laser scanner dalla zona in roccia sotto quota 930 m.

A conferma dei risultati delle misure ottiche sono state eseguite, tra il 2013 e il 2019, alcune campagne di rilievo mediante l'uso di laser scanner dalla casetta di monitoraggio sul dosso di San Giovanni. Le immagini riportate in successione mostrano, escludendo le zone di accumulo determinate dal rimodellamento del versante, l'evoluzione della superficie soggetta a deformazione rappresentata in successione dal colore reale, grigia e rossa.







Conclusioni

Non ci sono particolari differenze di comportamento della frana rispetto a quanto più volte descritto. Tutti gli strumenti confermano il legame tra la cumulata di pioggia e le velocità di deformazione misurate, leggermente maggiori nella parte alta, nel deposito glaciale. A seguito dell'intervento di rimodellamento del versante, è molto probabile che siano cambiati, in termini quantitativi, i valori di velocità di deformazione rispetto alle cumulate di pioggia. Il piano di protezione civile dell'abitato di Giustino si basa ancora sui valori determinati prima dei lavori di rimodellamento del versante; l'eventuale aggiornamento del piano dovrebbe tener conto dei lavori di rimodellamento del 2014/2015, i quali hanno sicuramente portato un beneficio alla stabilità generale del versante. Per l'aggiornamento del piano, potrebbe esser utile un approfondimento delle condizioni del versante sul lato Nord, verso il Flanginec, unica zona di reale influenza sull'abitato; tuttavia i movimenti incombenti sul rio appaiono molto più superficiali e slegati dalla dinamica della frana principale, la quale è certamente influenzata dai cedimenti dei vuoti minerari, ampiamente visibili anche sul versante.

Trento, 17/01/2020

Dott. geol. *Andrea Franceschini*

geom. *Mauro Degasperì*

Nelle pagine successive i grafici del tubo inclinometrico.



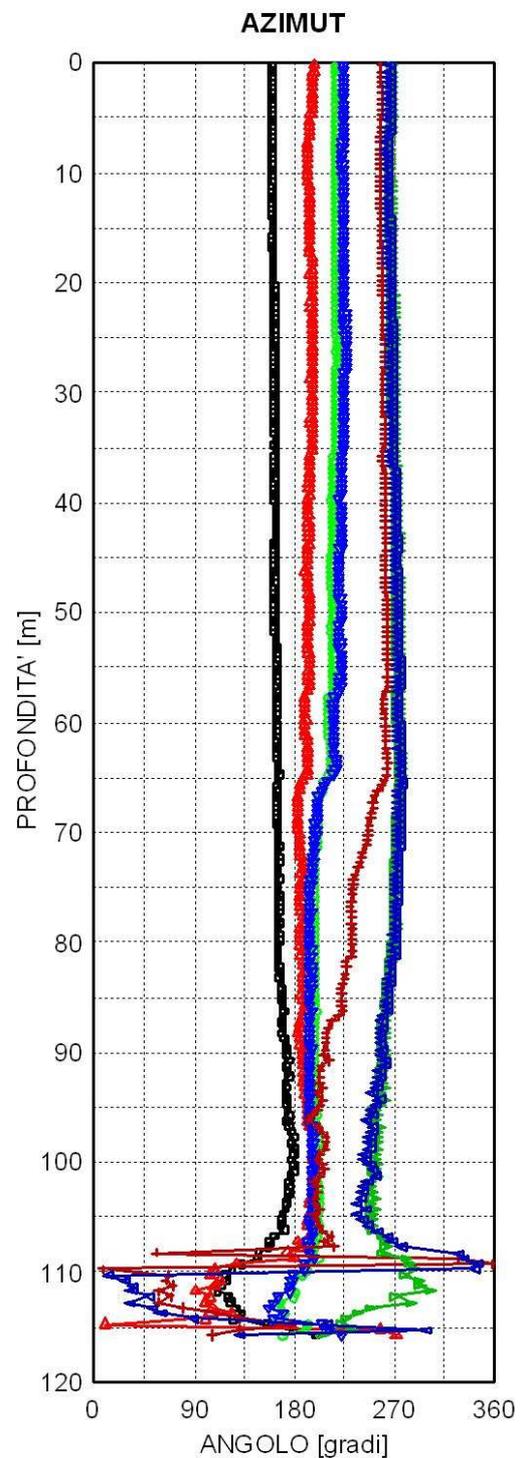
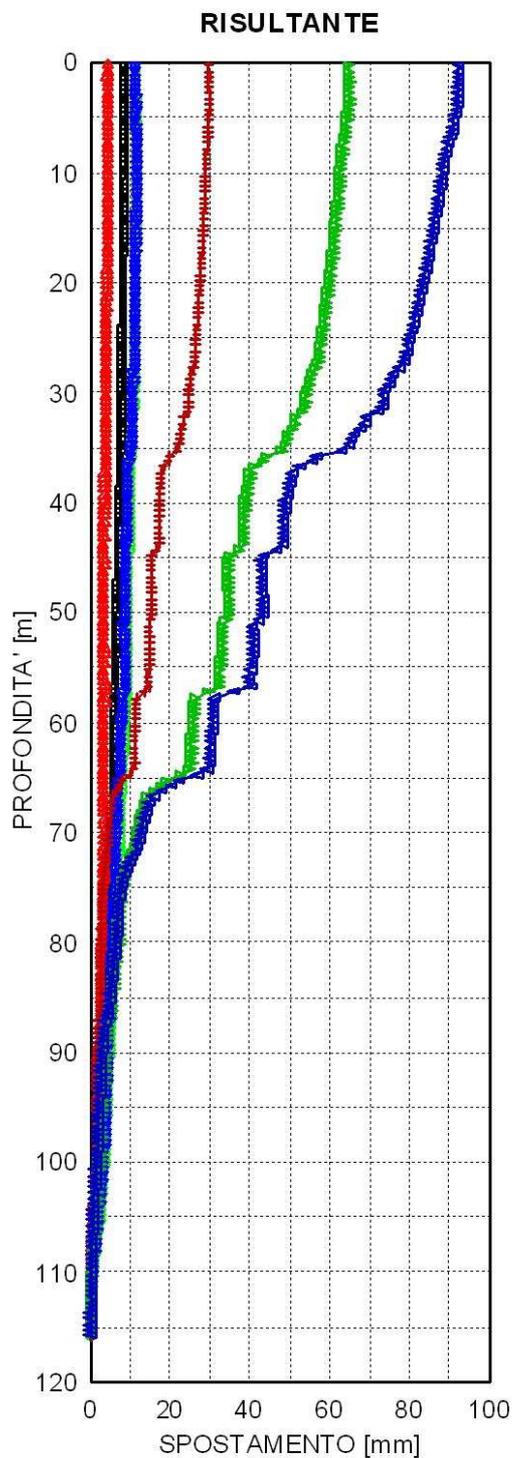
SERVIZIO GEOLOGICO DELLA P.A.T.

Comune: GIUSTINO
Tubo inclinometrico: 352

Località: Cava Maffei, Giustino
Prima lettura: 19/09/2016

SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI CUMULATI

(Calcolo dal basso)



LEGENDA:

—●—	08/11/2016	—▲—	03/01/2017	—●—	06/07/2017	—▼—	23/10/2017
—▲—	07/08/2018	—●—	17/09/2019	—▼—	14/01/2020		

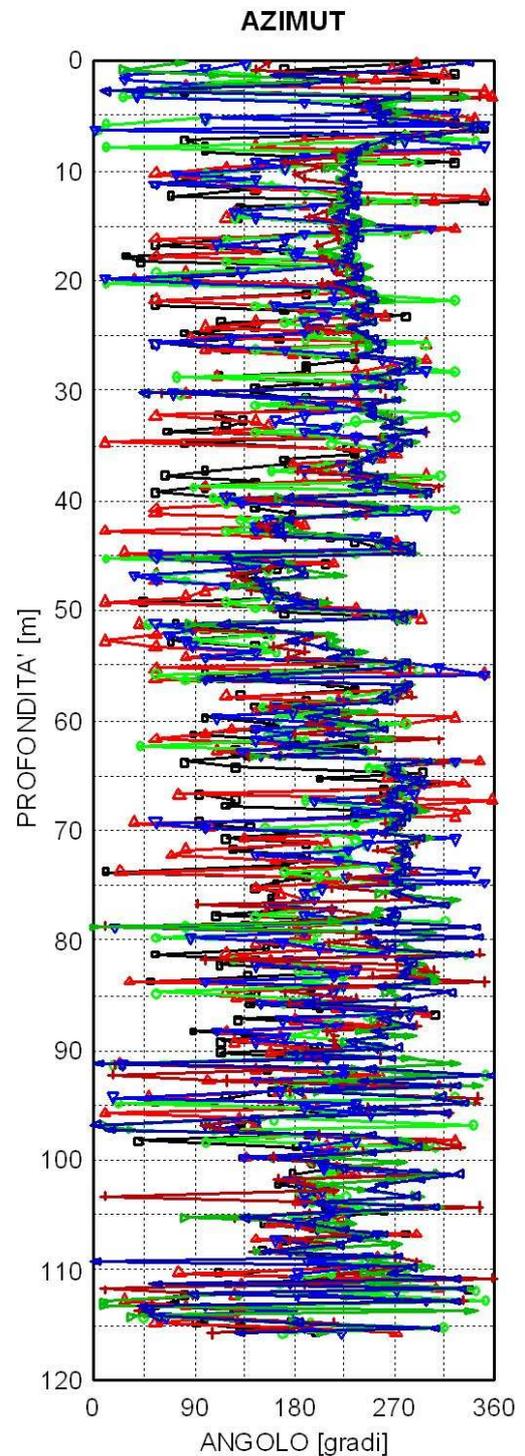
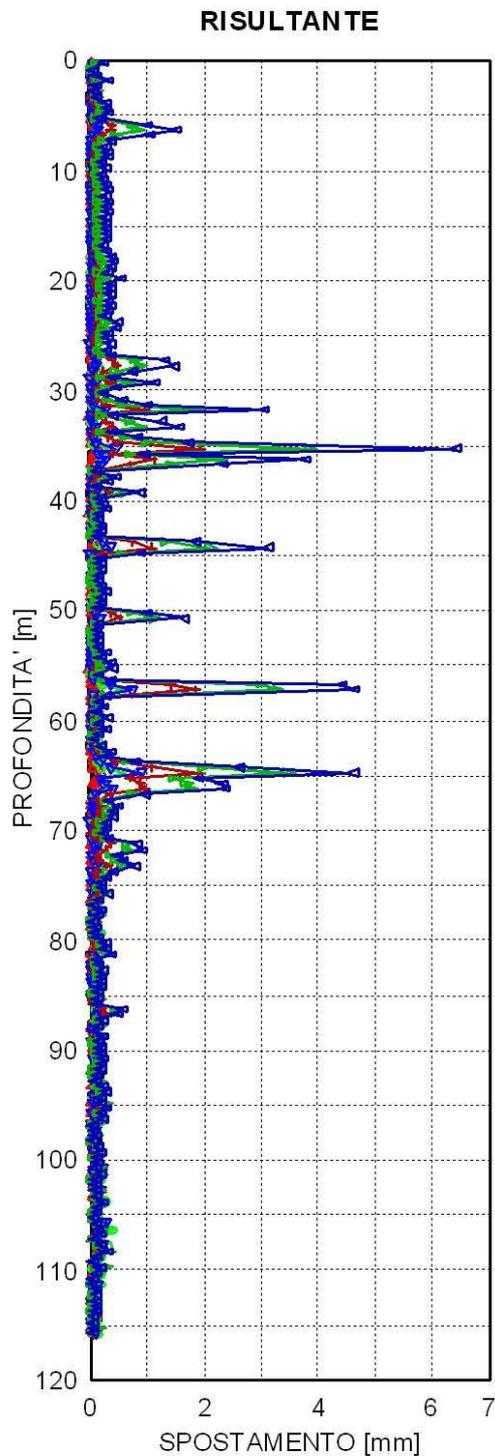


SERVIZIO GEOLOGICO DELLA P.A.T.

Comune: GIUSTINO
Tubo inclinometrico: 352

Località: Cava Maffei, Giustino
Prima lettura: 19/09/2016

SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LOCALI



LEGENDA:

—○—	08/11/2016	—▲—	03/01/2017	—●—	06/07/2017	—▼—	23/10/2017
—◆—	07/08/2018	—◇—	17/09/2019	—◇—	14/01/2020		



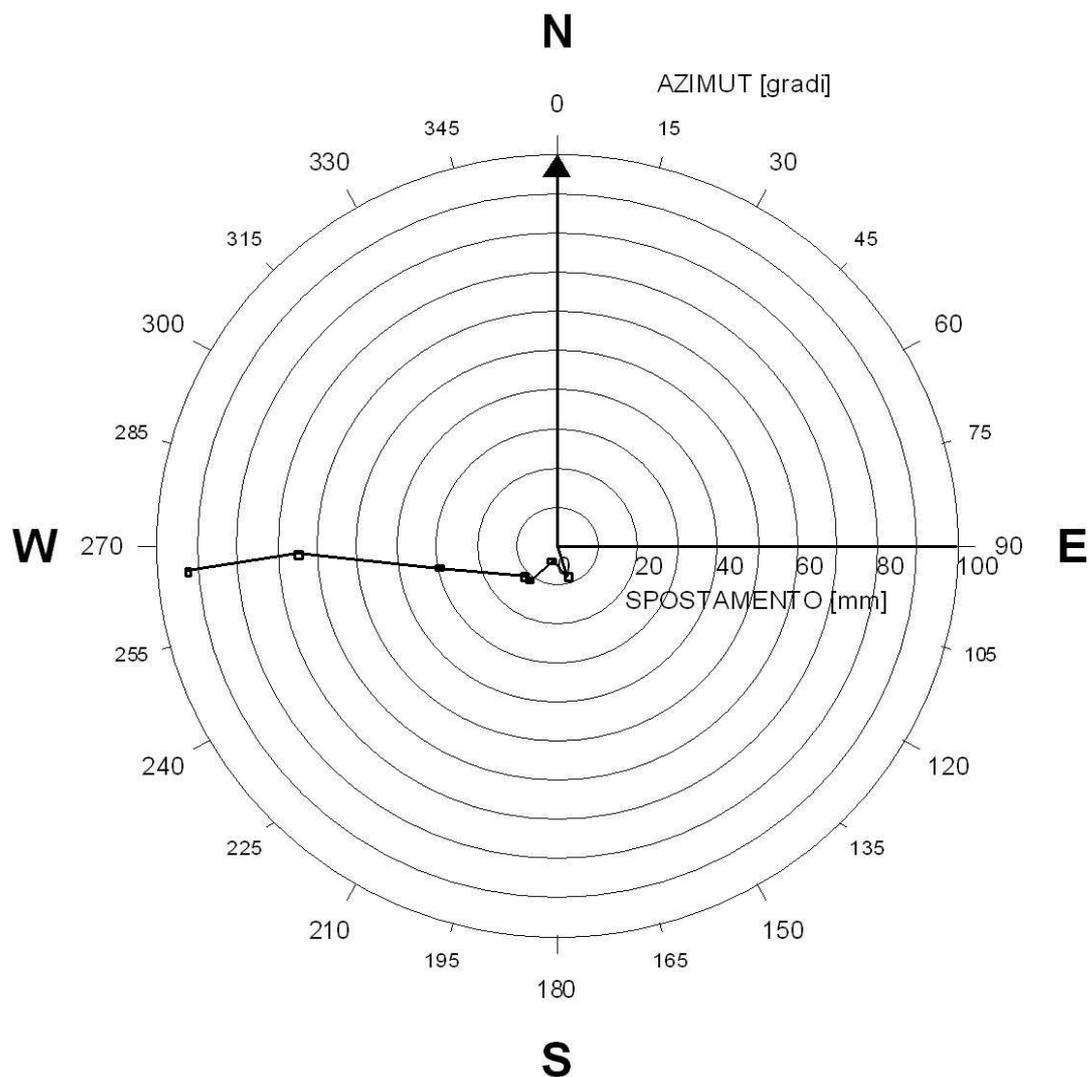
SERVIZIO GEOLOGICO DELLA P.A.T.

Comune: GIUSTINO
Tubo inclinometrico: 352

Località: Cava Maffei, Giustino
Prima lettura: 19/09/2016

SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI CUMULATI

(Calcolo dal basso)



Spostamenti differenziali cumulati tra prof. 0,25 m e prof. 115,75 m

Letture : 08/11/2016 - 03/01/2017 - 06/07/2017 - 23/10/2017 - 07/08/2018 - 17/09/2019 - 14/01/2020



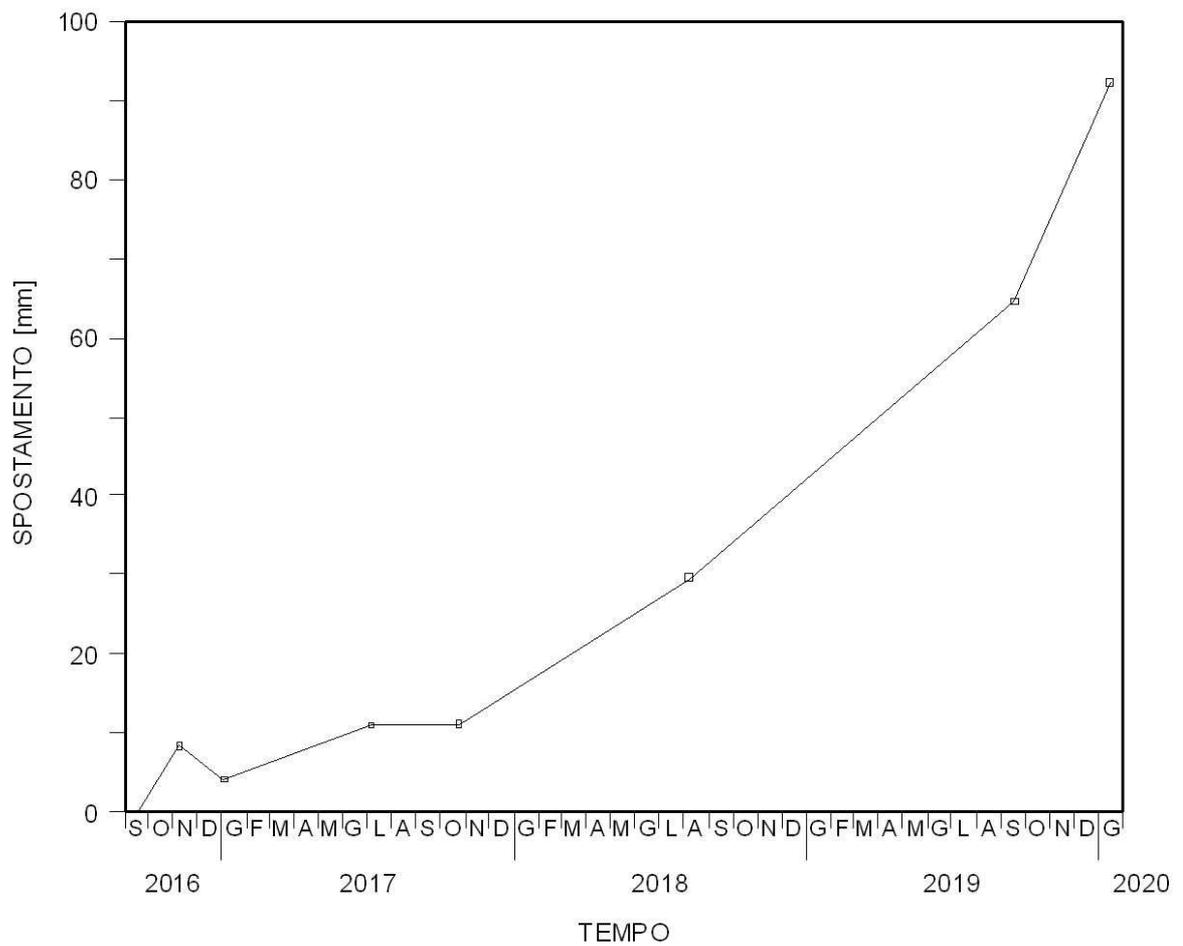
SERVIZIO GEOLOGICO DELLA P.A.T.

Comune: GIUSTINO
Tubo inclinometrico: 352

Località: Cava Maffei, Giustino
Prima lettura: 19/09/2016

SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI CUMULATI

(Calcolo dal basso)



LEGENDA: —□— da 0,25 m a 115,75 m