



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

**MONITORAGGIO TOPOGRAFICO  
SLAVINAC**

**COMUNE DI LONA-LASES**

Aggiornamento: marzo 2020

## Premessa

Il movimento franoso in loc. Slavinac-Lases è monitorato fin dal 1997. Il monitoraggio è stato di fondamentale importanza durante l'evento meteorico dell'autunno 2000 che ha determinato l'intervento di protezione civile. Tra il 2005 e il 2008, il Servizio Prevenzione Rischi ha eseguito un'importante azione di rimodellazione del versante, costituita essenzialmente dallo scarico di materiale dalla parte alta e la costruzione al piede di un imponente rilevato in terre armate rinforzato con muri tirantati.

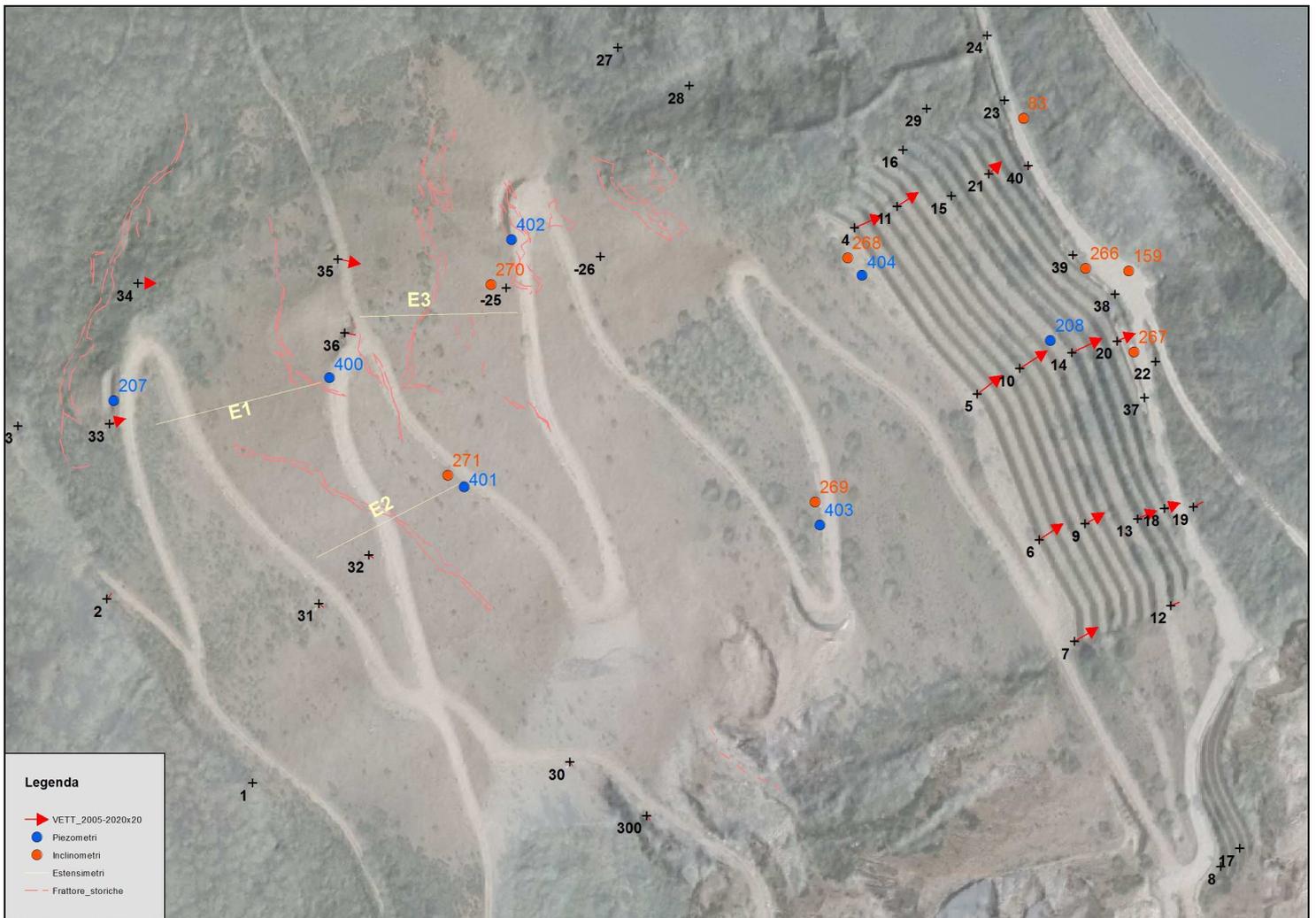
Il monitoraggio, effettuato nel tempo con tecniche e tempistiche differenti, è stato più volte rimodernato; i risultati e le conclusioni esposte nelle ultime relazioni derivano dai dati successivi all'intervento di sistemazione del versante.

La presente aggiorna le ultime relazioni trasmesse: prot. n° 389306 di data 04/07/2018 e prot. 449500 di data 16/07/2019.

## Misure TPS - ottiche

Le deformazioni superficiali sono misurate dal versante opposto da una stazione totale motorizzata comandata da remoto tramite collegamento GSM e/o dall'operatore in sito. I dati sono elaborati con software Leica TPS e caricati nel data base di gestione dei monitoraggi che contiene i dati successivi al novembre 2005, per un totale di quasi 1500 cicli di misura. Dal 2014 le misure sono georeferenziate in coordinate UTM ETRF89. Visto l'andamento della deformazione, ormai prossima all'esaurimento, è prevista una sola campagna di misura l'anno, almeno fino a particolari fenomeni o esigenze che possano far pensare a una riattivazione del fenomeno.

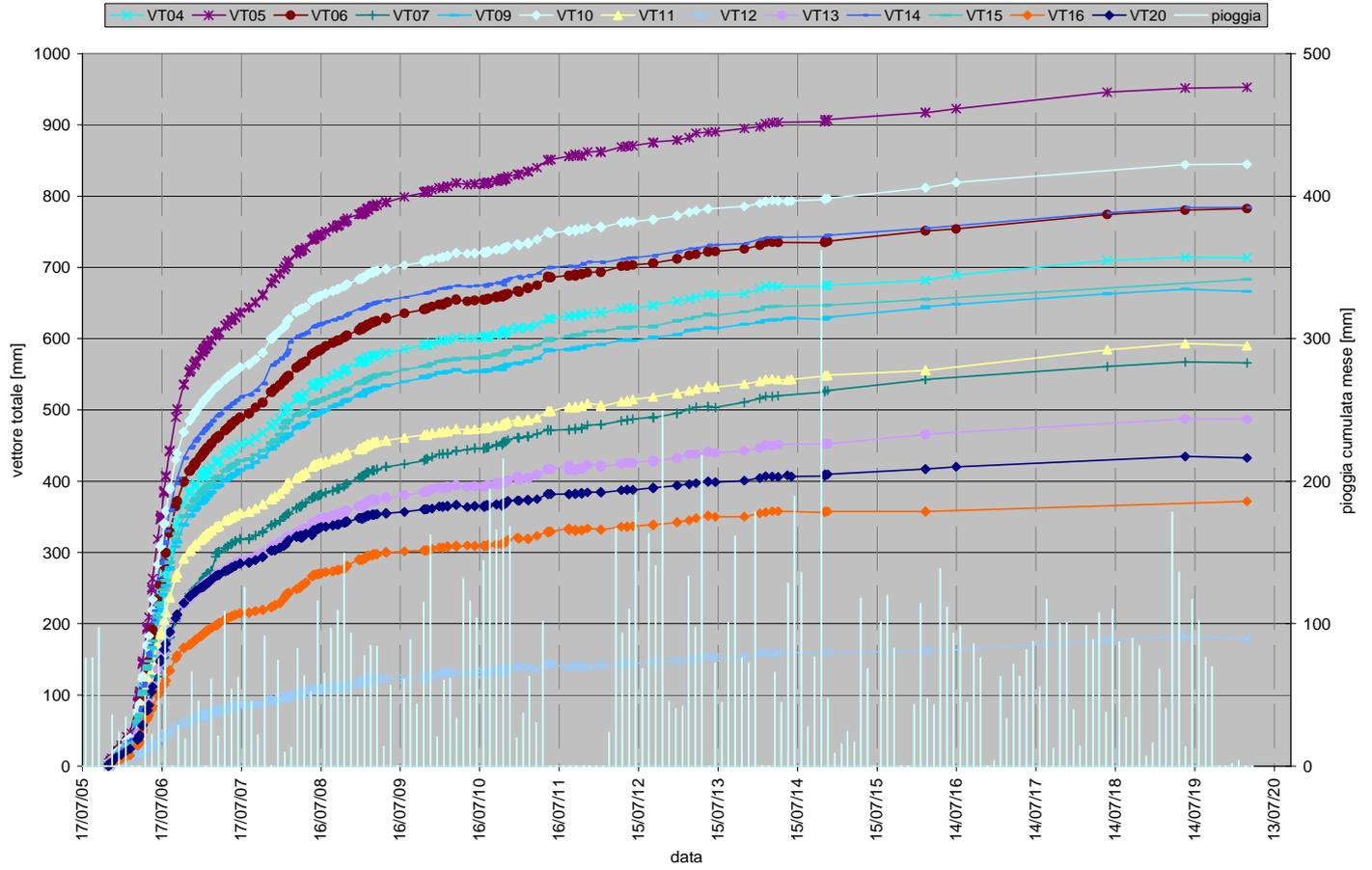
Nella successiva immagine sono rappresentati i punti monitorati, le deformazioni (dopo il 2005), gli estensimetri multibase, gli inclinometri, i piezometri e le fratture di deformazione del 1996.



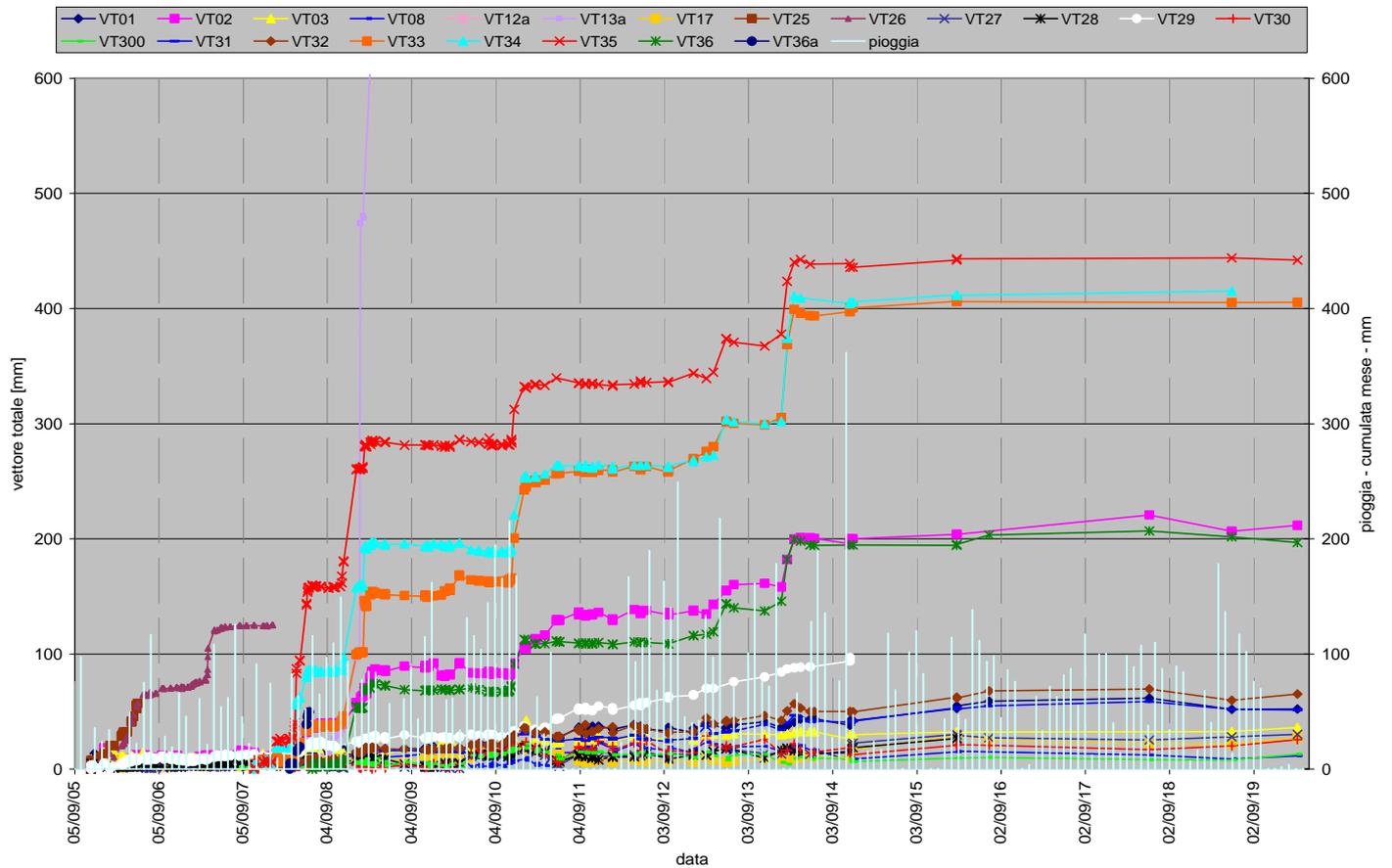
Considerando i dati dopo l'intervento di sistemazione del 2005, si notano deformazioni con dinamiche sostanzialmente differenti tra le tre zone considerate con caratteristiche simili:

- Le terre armate presentano deformazioni comprese tra 40 e 95 cm, secondo la posizione dei punti monitorati, in diminuzione dall'alto verso il basso e dal centro verso i lati, secondo una curva deformazione/tempo che ben rappresenta l'andamento di un naturale assestamento del materiale che costituisce l'opera.
- La parte alta del versante mostra invece una deformazione compresa tra i 20 e i 45 cm, maggiore nella zona delle fratture storiche e con un andamento a "gradoni" visibile fino al 2014 e correlato alle cumulate di pioggia dei mesi precedenti.
- La parte basale mostra comportamenti piuttosto diversi. I punti 19 e 22 posti su pilastri a valle della strada evidenziano una deformazione media di 24 cm, con una dinamica del tutto simile alle deformazioni rilevate sulle terre armate. I punti 23 e 24 sul vecchio muro e 38, 39 e 40 sui muri tirantati mostrano invece una deformazione molto simile, compresa tra 2 e 5 cm e con andamento piuttosto lineare; si deve però considerare che gli ultimi sono stati posti in opera nel 2008, dopo la fase di maggior velocità di assestamento delle terre armate; il punto 37 evidenzia una deformazione doppia rispetto alla media degli altri cinque.

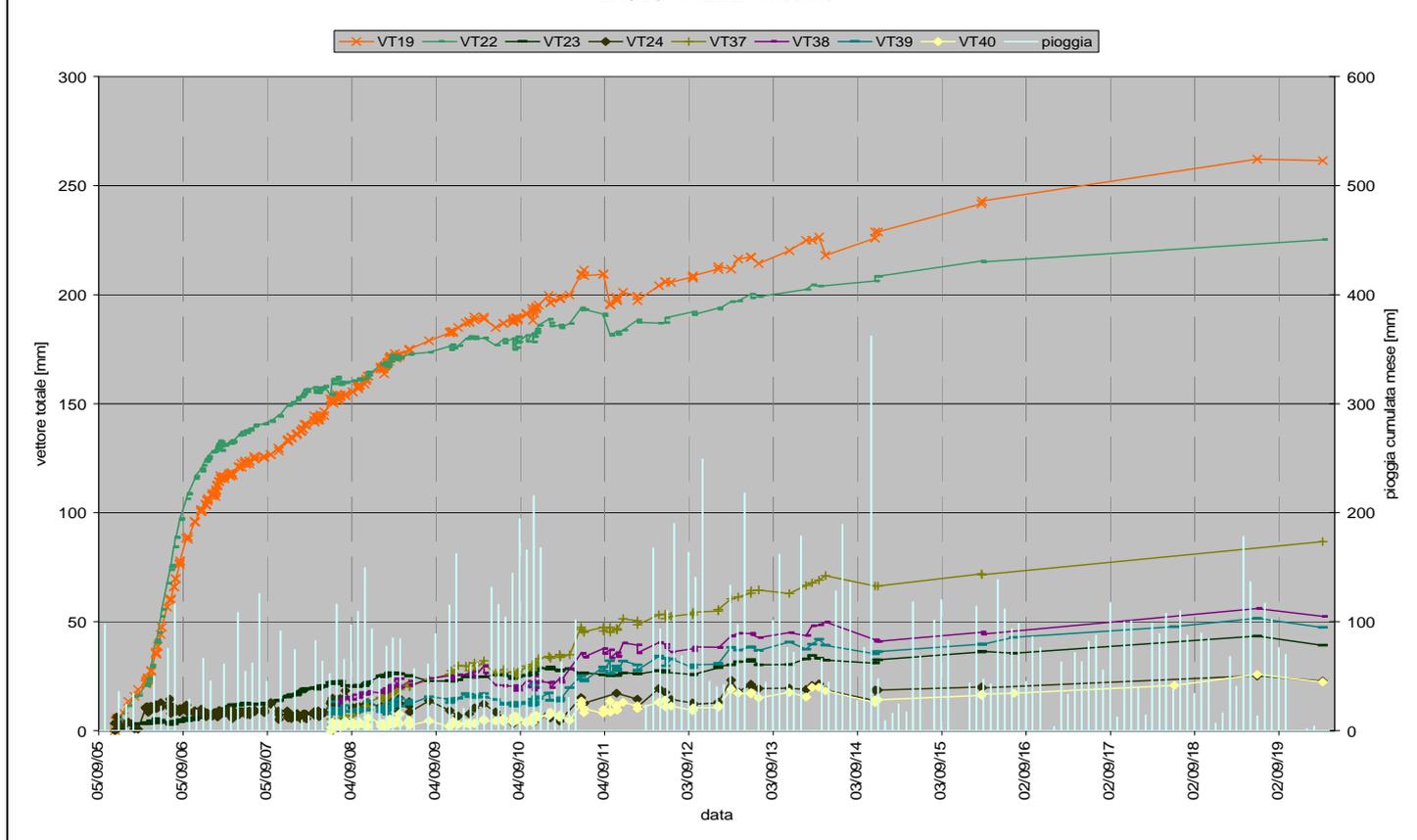
### LASES TERRE ARMATE - modulo



### LASES - VERSANTE - modulo



### LASES - PIEDE - modulo



Per una più immediata e attuale analisi del fenomeno, considerando i soli dati rilevati dopo il 2014, si osserva che:

- Sul versante in alto, le deformazioni e i trend misurati negli ultimi cinque anni rientrano nell'incertezza di misura confermando l'assenza di movimenti sensibili.
- La deformazione media misurata sulle terre armate è pari a circa 37 mm con una componente verticale prossima a -20 mm.
- La deformazione media misurata al piede è di circa 15 mm con una componente verticale di -4 mm.
- Le inclinazioni medie dei vettori rispetto all'orizzontale variano tra i 17° del piede e i 32° delle terre armate.

### Celle di carico sui muri tirantati

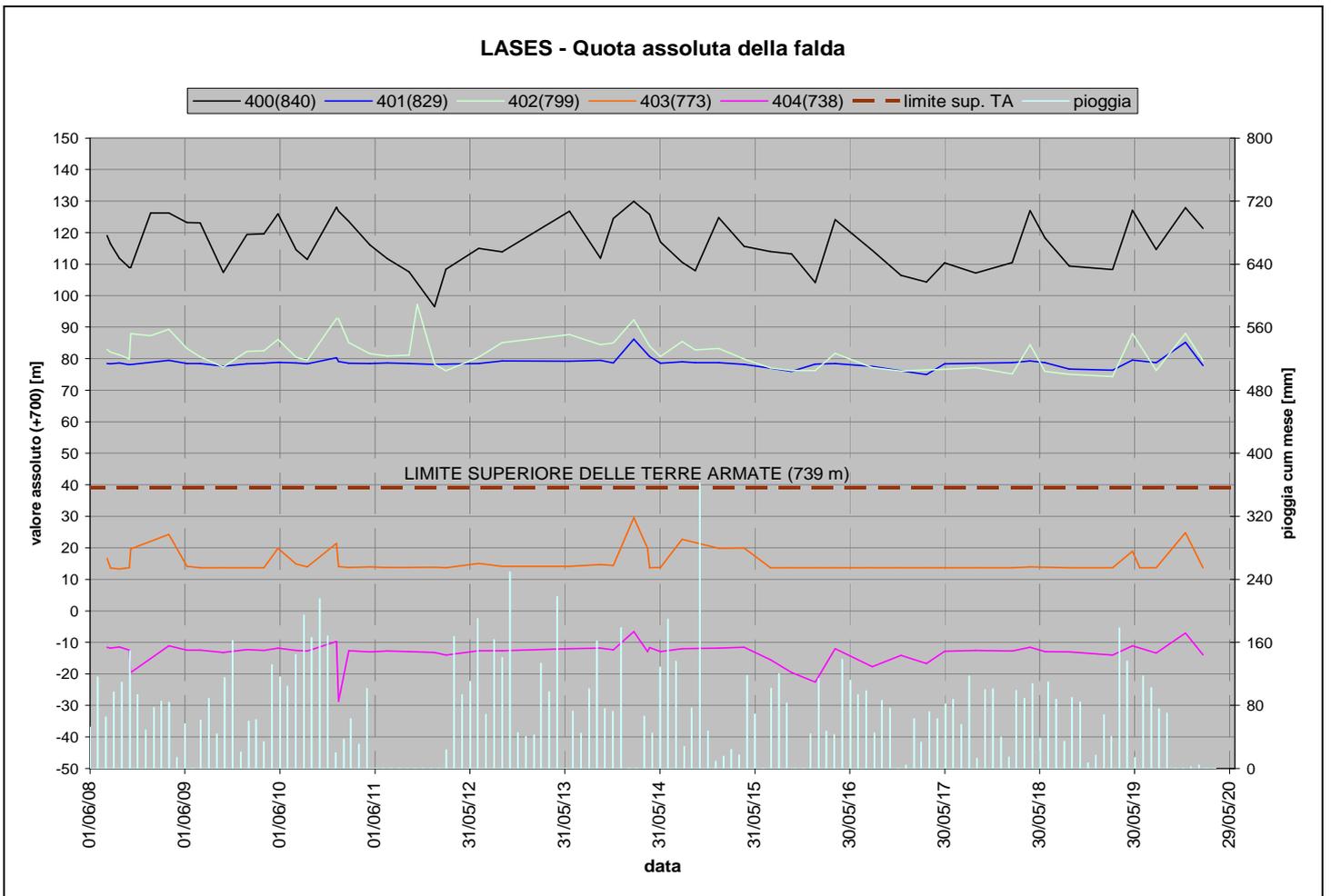
I muri tirantati alla base sono tre, ognuno di essi è strumentato con quattro celle di carico che misurano le forze in KN alle quali sono sottoposti i rispettivi tiranti strumentati. Le celle sono numerate da 1 a 4, da Sud a Nord e i tre muri sono siglati con S, C e N (sud, centro e nord).

Tabella con i valori rilevati in KN

	C1S	C2S	C3S	C4S	C1C	C2C	C3C	C4C	C1N	C2N	C3N	C4N
26/03/2014	520	470	370	290	80	300	280	500	130	420	400	540
21/06/2018	540	500	378	330	82	303	290	505	125	430	405	570
22/05/2019	540	493	365	305	70	303	285	495	110	427	397	530
09/03/2020	510	470	300	300	53	267	263	485	90	400	375	525

Non si notano incrementi di carico sui dodici tiranti strumentati nonostante le millimetriche deformazioni misurate dalla stazione totale sui muri tirantati alla base dell'opera: tutte le celle mostrano una diminuzione costante della pressione pari mediamente a circa il 9% dei valori misurati nel 2014.

Posizione celle di carico, inclinometri e piezometri.



## Falda

La quota della falda misurata nei piezometri, soprattutto verso la parte alta del versante ha sempre mostrato variazioni repentine, di alcune decine di metri in poche ore, dovute probabilmente anche all'apporto di acqua superficiale durante i fenomeni meteorici più importanti. Come si può notare nel grafico precedente (con i piezometri e, tra parentesi, la loro quota assoluta) le quote di falda misurate in valori assoluti, non essendo più "in continuo", non mostrano nel dettaglio le variazioni dovute agli eventi meteorici, tuttavia si osserva una discreta congruenza tra gli andamenti delle curve e una sostanziale stabilità media negli ultimi dodici anni.

## Estensimetri in foro

Nell'estate 2008, nella parte alta del versante interessato dai lavori di sistemazione, sono stati installati tre estensimetri in foro (orizzontali) denominati E1, E2 ed E3, riportati nella planimetria iniziale. Ogni estensimetro in foro è composto di tre basi lunghe rispettivamente 20, 40 e 60 m. Questo consente non solo di misurare eventuali movimenti in profondità, ma anche di distinguere a quale fascia di profondità si verifica l'eventuale movimento.

### Estensimetro E1

Si colloca a quota 841 m all'altezza della vasca dell'acquedotto, ha dato valori credibili fino al 2018 evidenziando movimento tra 20 e 40 m di profondità lungo l'asse dello strumento (tra 15 e 30 m di profondità verticale). Le letture successive non hanno alcun significato logico.

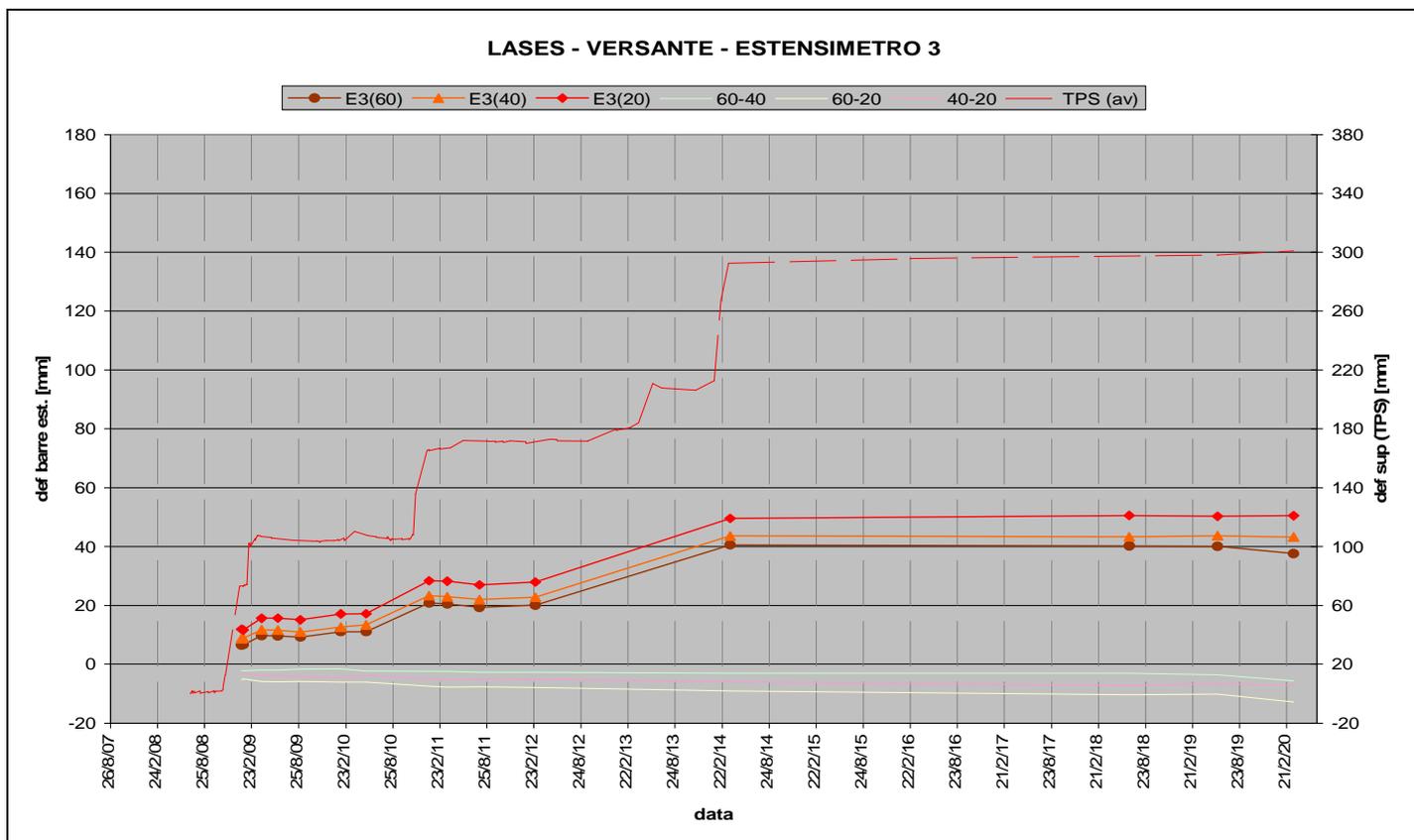
### Estensimetro E2

In centro al versante, a quota 829 m, non ha mai consentito una valida interpretazione dei dati con valori sicuramente sbagliati nel 2019; confrontando però la profondità della deformazione misurata sull'inclinometro ID271, è molto probabile che lo strumento non sia sufficientemente profondo per misurare la deformazione a quella quota.

### Estensimetro E3

Situato a 803 m di quota, dopo il terzo tornante salendo sopra alle terre armate, si conferma il più attendibile dei tre; fino al 2014 si erano registrati allungamenti in tutte e tre le barre, dell'ordine di grandezza di 40-50 mm, quindi la superficie di scivolamento si trova a una profondità inferiore ai 20 m confermando quanto rilevato sull'inclinometro 270.

Nel grafico successivo la rappresentazione delle deformazioni misurate sull'estensimetro n°3 rapportate alle deformazioni misurate in superficie (TPS), circa sei volte più grandi ma con una buona corrispondenza temporale. Dal 2014 nessun movimento misurato.



### Inclinometri attivi

Sono stati misurati, nel corso di questo mese, tutti gli inclinometri attivi dopo la precedente ultima campagna di misura dell'ottobre 2017. Le tabelle riassumono per zone diverse, le deformazioni misurate in profondità nei tubi, confrontate, ove presenti, con i movimenti in superficie misurati con la stazione totale. Le velocità sono desunte dai grafici. Quanto riassunto nelle tabelle è visibile nel dettaglio nell'allegato Inclinometri\_2020.pdf.

### Zona al piede

ID	Attivo dal	Sup1 (m dal p.c.)	Sup2 (m dal p.c.)	Def tot (mm)	Vel mm/anno	Or N (deg)	misure TPS vicine def (mm)
83	2001	7	12-17	34	3 fino al '09 1 tra il '09 e '20	50	38
159	2002	6	13	70	10 fino al '07 0,5 dopo il '07	35	29 (dopo il '08)
266	2008	5-10	15	35	3	105	41
267	2008	3-20		60	8 fino al '14 3 tra il '14 e '20	75	56

### Terre armate

268	2008	15	20	150	17 fino al '16 2 tra il '16 e '20	50	150
-----	------	----	----	-----	--------------------------------------	----	-----

### Versante

269	2008	27	17	165	23 fino al '14 4,5 tra il '14 e '20	47	non presenti
270	2008	2-3		55	9 fino al '13 0,5 dopo il '13	60	non presenti
271	2008	52		65	10 fino al '14 0 dopo il '14	45	59

## Considerazioni conclusive

Nella parte sommitale si osserva la totale mancanza di deformazioni concrete e misurabili. Un minimo movimento residuo rimane nella parte centrale, visibile nei tubi inclinometrici, in particolare nell'ID269, ma in evidente diminuzione; non sono presenti in tale zona punti misurabili dalla stazione totale. Le terre armate evidenziano ancora una deformazione quantificabile in circa 5-6 mm/anno ma con una tendenza in visibile diminuzione. Si nota ancora un residuo movimento nella zona al piede che evidentemente risente ancora del peso dovuto alla costruzione dell'opera in terra armata.

Allegato alla presente relazione il documento: Inclinometri\_2020.pdf.

A meno di nuove esigenze, evidenze riscontrabili sul terreno o di prossimi eventi meteorici particolarmente intensi e continui si programma la prossima misura di monitoraggio per la primavera del 2021.

Trento, 26/03/2020

dott. geol. Andrea Franceschini



geom. Mauro Degasperi

