

Alberto Riva, PhD
Via Cavour 28
32100 Belluno, Italia
Email: alberto.riva@unife.it
Cellulare +393474505116
P.IVA / VAT IT 01266350253

23 GIUGNO 2025



TRINCEA PALEOSISMOLOGICA PER LA CARATTERIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ RECENTE DELLA FAGLIA THIENE- BASSANO- CORNUDA A MAROSTICA

RELAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA

INTRODUZIONE

Un'analisi approfondita della letteratura mondiale relativa alla definizione di "faglia attiva e capace" per scopi ingegneristici consente di stabilire dei limiti temporali entro i quali una faglia deve manifestare segni di attività per essere considerata attiva e in grado di generare terremoti, basandosi su criteri geologici specifici e criteri pratici, in relazione al regime tettonico presente in varie regioni della penisola italiana.

Le definizioni attualmente utilizzate nel contesto normativo italiano per "faglia attiva" e "faglia attiva e capace" (da ora in poi abbreviate come FAC) sono quelle fornite dalle "Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci" (di seguito indicate come Linee Guida FAC), emesse dal Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2015). Tali Linee guida definiscono che:

"In accordo con quanto stabilito negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Gruppo di lavoro MS, 2008), è considerata attiva una faglia che si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni (parte alta del Pleistocene superiore-Olocene), ed è considerata capace una faglia attiva che raggiunge la superficie topografica, producendo una frattura/dislocazione del terreno. Questa definizione si riferisce al piano di rottura principale della faglia (piano su cui avviene la maggiore dislocazione)".

In determinati luoghi identificati attraverso analisi morfotettoniche, geofisiche e geologiche, è possibile realizzare delle trincee esplorative per ottenere una visione dettagliata della stratigrafia dei primi metri del sottosuolo. Questo permette di studiare e, se possibile, datare gli effetti delle recenti attività delle faglie che hanno causato deformazioni. I depositi continentali del Pleistocene superiore - Olocene, visibili sia in superficie che nel sottosuolo tramite trincee, possono essere datati tramite analisi palinologiche e/o radiometriche utilizzando il carbonio-14. Questo consente di stimare il numero e l'entità degli eventi sismici avvenuti.

Lo scopo principale degli studi di paleosismologia è di determinare alcuni parametri cruciali per la comprensione della struttura in esame:

- Identificare l'ultimo evento di attivazione della faglia che ha causato deformazioni visibili in trincea e il tempo trascorso dall'ultimo evento con caratteristiche simili.
- Calcolare il tempo di ricorrenza, cioè il periodo medio fra i vari eventi di attivazione della faglia che hanno prodotto le deformazioni visibili in trincea. Questo parametro, combinato con il precedente, fornisce informazioni utili per valutare la probabilità statistica di futura attivazione della faglia, con implicazioni socio-economiche.
- Determinare l'entità della dislocazione o deformazione della superficie topografica e/o delle superfici stratigrafiche per ciascun evento di attivazione della faglia.

L'obiettivo del lavoro oggetto della presente proposta è la verifica della presenza di una faglia attiva e capace, la Linea Thiene-Bassano indicata nel database ITHACA di Ispra, nel comune di Marostica, dopo l'effettuazione di indagini geofisiche dettagliate (geoelettrica e sismica). La verifica è stata effettuata mediante lo scavo di una trincea paleosismologica adiacente Via Torresin a Marostica.

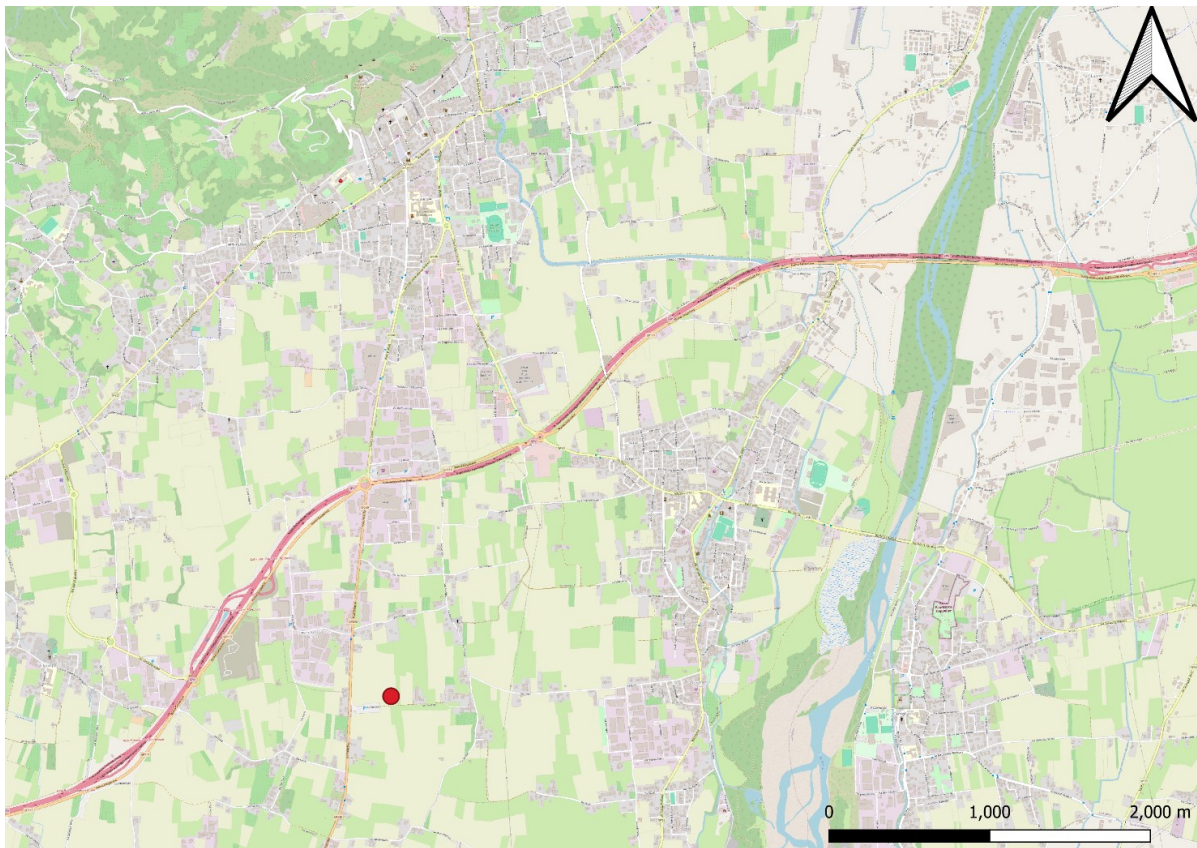


FIGURA 1 - LOCALIZZAZIONE DELLA TRINCEA (PUNTO ROSSO)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

La trincea in questione è situata su di uno dei terrazzi più antichi della conoide del Fiume Brenta, su situato ad occidente del fiume. Poco a nord vi è l'interazione con la conoide del Torrente Laverda che però non raggiunge l'area di studio.

La conoide del Brenta rappresenta una significativa struttura morfologica sviluppatasi lungo il margine settentrionale della Pianura Padana, formata dai depositi alluvionali trasportati dal fiume Brenta e dai suoi tributari, che trae origine nelle Alpi Meridionali orientali (Fontana et al. 2008). Questa conoide, generatasi prevalentemente durante il Quaternario (Pleistocene e Olocene), è il risultato di dinamiche fluviali ad alta energia nella porzione prossimale e a bassa energia nelle aree distali, strettamente legate ai processi tettonici e climatici dell'area (Rossato e Mozzi 2016).

Dal punto di vista litostratigrafico, la conoide si distingue per una marcata variabilità litologica e granulometrica. Diversi tipi di affioramenti rocciosi si trovano nel bacino idrografico: calcare, dolomia, gneiss, fillade, granito e rocce vulcaniche (andesiti, rioliti, ecc.) sono presenti nella parte superiore del bacino, mentre il calcare e la dolomia predominano nella parte inferiore (Comel 1968, Surian e Cisotto 2007). Nei settori più prossimali, verso le pendici alpine, prevalgono depositi ghiaiosi e ciottolosi, scarsamente cementati, che indicano ambienti fluviali ad alta energia caratterizzati da trasporto e deposizione rapidi. Procedendo verso valle, i sedimenti diventano progressivamente più fini, con un incremento di sabbie, limi e argille che testimoniano la diminuzione dell'energia fluviale e l'evoluzione verso un ambiente deposizionale di tipo pianeggiante.

La formazione e l'evoluzione della conoide sono state fortemente influenzate dalla tettonica attiva lungo il margine sudalpino. I movimenti di subsidenza nella Pianura Padana hanno facilitato l'accumulo sedimentario, mentre il sollevamento tettonico delle Alpi ha garantito un apporto continuo di materiali clastici, modulato dai cicli climatici quaternari. La vicinanza al fronte sudalpino, dove si manifesta l'interazione tra la placca europea e quella adriatica, ha contribuito a plasmare la struttura sedimentaria della conoide. In particolare, la genesi della conoide è intimamente legato allo sviluppo del Canale di Brenta, struttura geologicamente e morfologicamente giovane che, verosimilmente non esisteva prima dell'interglaciale che precedeva l'LGM.

Durante il Quaternario, le fasi glaciali hanno intensificato l'erosione nei bacini montani, incrementando il trasporto di sedimenti verso la conoide, mentre le fasi interglaciali hanno portato a una relativa stabilizzazione. Questo alternarsi di condizioni climatiche è ben rappresentato nei depositi, che fungono da archivio naturale delle variazioni ambientali.

I processi fluviali attuali continuano a modificare, seppur in maniera limitata, la morfologia della conoide, anche se le dinamiche naturali sono state significativamente alterate da interventi antropici, come la regolazione del corso del Brenta e l'estrazione di inerti (Surian et al. 2005, Surian e Cisotto 2007).

LA LINEA THIENE-BASSANO

La linea Thiene- Bassano compare per la prima volta in letteratura nel lavoro di Galadini et al (2005), ricalcando parzialmente la traccia della “Linea del Montello” in Castaldini e Panizza (1991). Tale sovrascorrimento è stato poi riportato nel database Ithaca delle faglie attive e capaci italiane con il codice 70304¹ e rappresenta un segmento di 24.8 km del sistema di sovrascorrimenti sepolti di Aviano, con una direzione prevalente N240 e un’immersione verso NW.

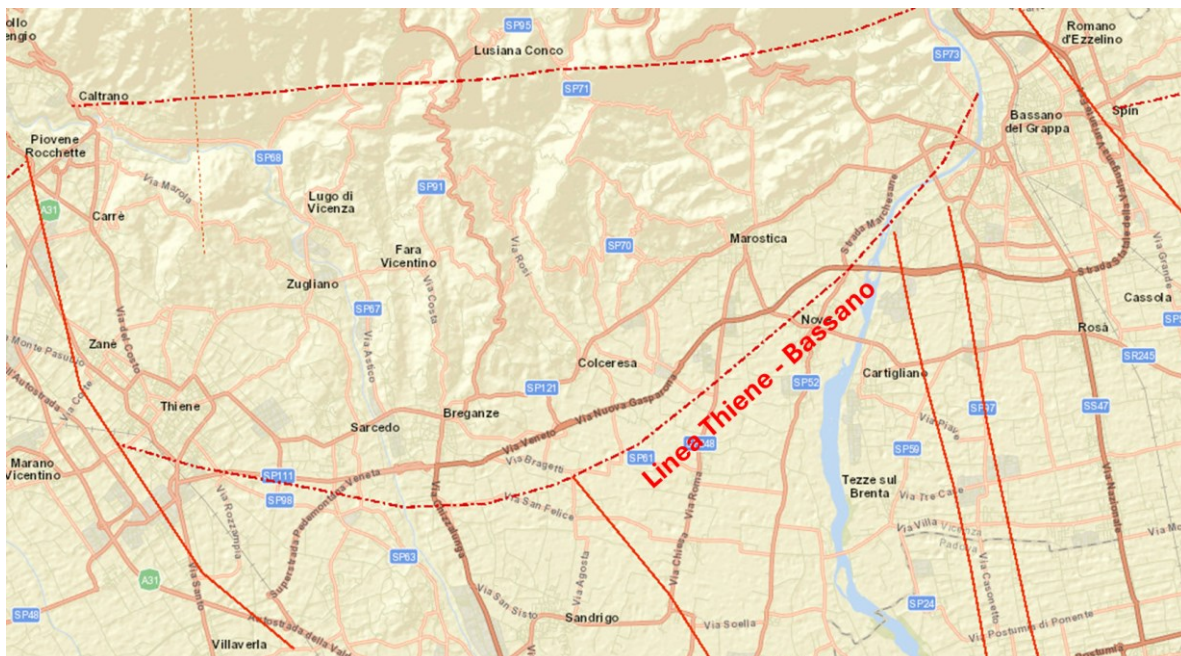


FIGURA 2 - TRACCIA DELLA FAGLIA THIENE-BASSANO SECONDO IL DATABASE ITHACA

METODI

ANALISI MORFOLOGICA

Inizialmente è stata compiuta un’analisi di dettaglio nella zona per evidenziare la presenza di anomalie morfologiche utilizzando i dati lidar con passo 5 m recentemente rilasciati dalla Regione del Veneto. I dati lidar sono stati visualizzati come shaded relief e analizzati su due profili passanti per la trincea, per meglio cogliere eventuali anomalie morfologiche che potessero indicare attività tettonica recente.

¹ <https://sgi.isprambiente.it/ithacaweb/SchedaFaglia.aspx?FaultCode=70304>

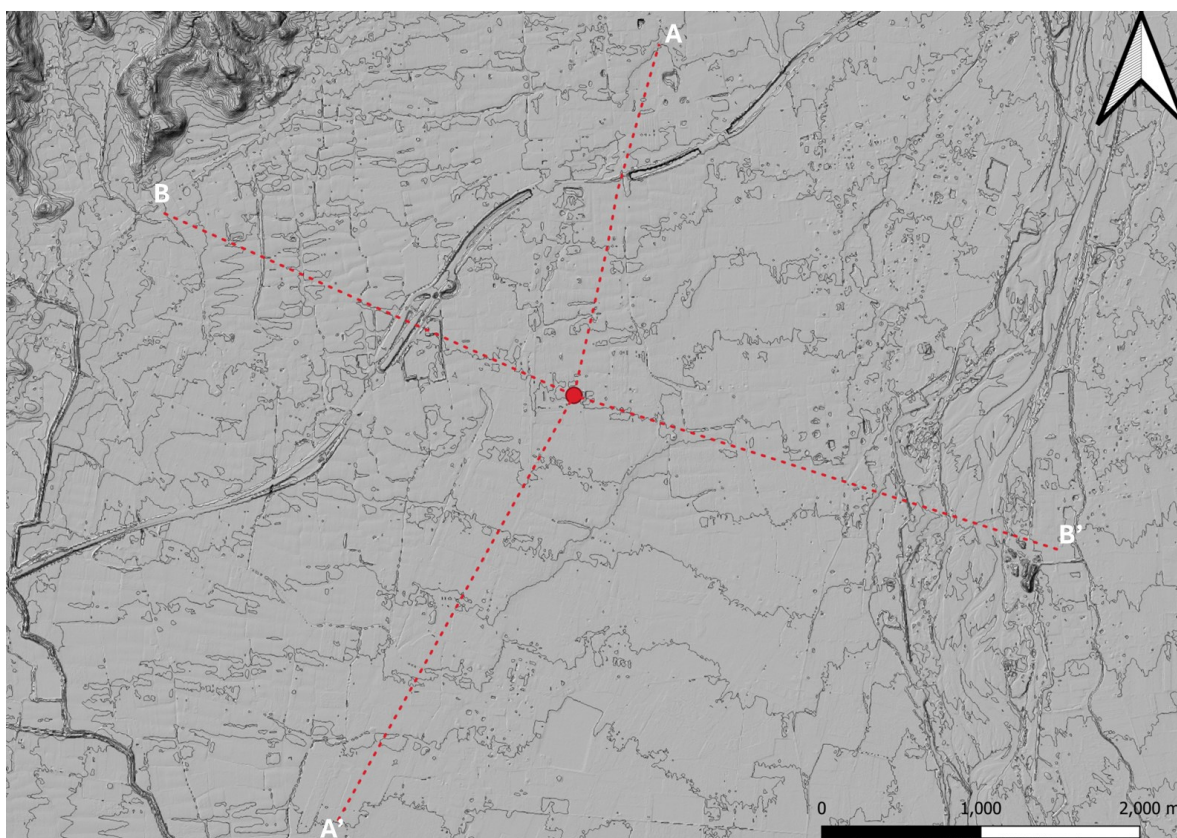


FIGURA 3 – IMMAGINE IN SHADED RELIEF DERIVATA DAL LIDAR A PASSO 5 M DELLA REGIONE DEL VENETO. IL PUNTO ROSSO INDICA L'UBICAZIONE DELLA TRINCEA, MENTRE LE LINEE TRATTEGGIATE INDICANO I DUE PROFILI.

ANALISI PALEOSISMOLOGICA

L'approccio seguito per lo studio di questa trincea paleosismologica è simile a quello indicato da Akyüz et al. (2014).

La trincea scavata per le indagini paleosismologiche misura 50 metri di lunghezza, di cui 47 metri sono risultati ben descrivibili e adatti all'analisi. Dopo lo scavo, il fronte è stato accuratamente pulito a mano, così da eliminare detriti e migliorare la visibilità delle strutture geologiche presenti. Successivamente, è stata eseguita una documentazione fotografica dettagliata e una scansione tridimensionale mediante tecnologia LiDAR, utilizzando un iPhone dotato di questa funzionalità.

L'acquisizione 3D è stata svolta in maniera rapida ed efficace. Prima della scansione, il dispositivo è stato preparato, verificando la carica della batteria e avviando un'applicazione di scansione 3D, Scaniverse. Per migliorare la georeferenziazione del modello, in campo sono stati posizionati alcuni punti di riferimento. Durante il rilievo, ci si è mossi lentamente intorno al fronte, mantenendo una distanza costante e catturando ogni angolazione, mentre l'applicazione monitorava in tempo reale l'avanzamento della scansione. Una volta terminato, il modello è stato esportato in formati standard, come OBJ o STL, e successivamente elaborato con software come CloudCompare, dove è stato possibile perfezionarlo, eliminando eventuali artefatti e applicando texture. Il risultato è un modello tridimensionale dettagliato, utile per documentazione e analisi approfondite.

Parallelamente, il sito è stato documentato anche tramite una fotogrammetria aerea eseguita con un drone Autel EVO II Pro, un dispositivo professionale dotato di una fotocamera ad alta risoluzione con sensore CMOS da 1 pollice e 20 megapixel. Prima del volo, è stata pianificata con precisione la missione, definendo l'area da sorvolare e i parametri necessari, come la sovrapposizione delle immagini e l'altezza di volo. Sono stati inoltre posizionati dei punti di controllo a terra per garantire una georeferenziazione accurata del modello. Durante il volo, il drone ha permesso di catturare un

totale di 513 immagini, seguendo traiettorie che hanno assicurato una copertura completa del sito. Le immagini raccolte sono state elaborate con software specifici per la fotogrammetria (ODM e Meshroom), generando inizialmente una nuvola di punti sparsa, successivamente trasformata in una mesh 3D densa e completa. La mesh è stata poi arricchita con texture, producendo un modello tridimensionale ad altissima risoluzione, con una precisione di circa 2 millimetri per pixel. In aggiunta al modello 3D, è stato creato un ortomosaico dettagliato, ideale per studiare la stratigrafia del fronte.

I dati ottenuti sono stati inseriti in un sistema GIS (QGIS) per fare considerazioni circa il microrilievo e la contestualizzazione geologico-geomorfologica.

Durante le operazioni, sono stati raccolti cinque campioni lungo il fronte di scavo per analisi radiocronometriche con il metodo del radiocarbonio (^{14}C): purtroppo il tenore di sostanza organico si è rivelato troppo basso per permettere una datazione.

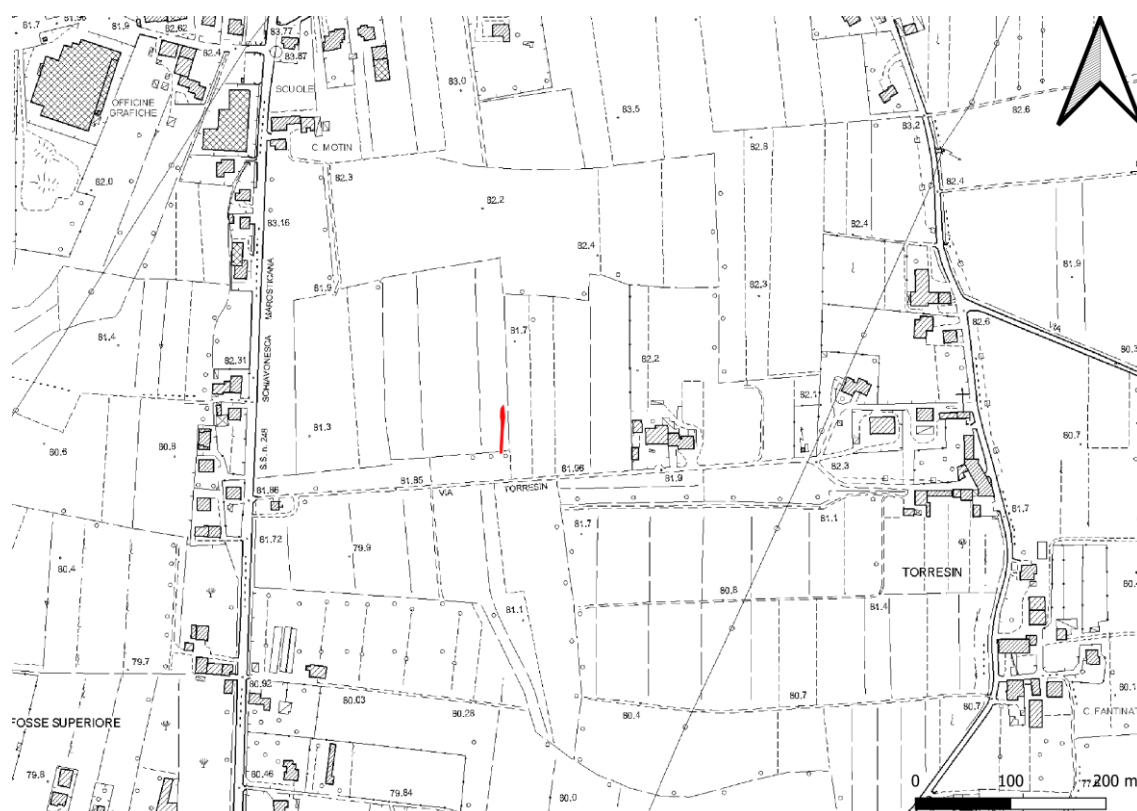


FIGURA 4 - LOCALIZZAZIONE DELLA TRINCEA (LINEA ROSSA) RIPIPORTATA SULLA CTR.



FIGURA 5 - DIGITAL SURFACE MODEL DELLA TRINCEA CON ISOIPSE OGNI 20 CM



FIGURA 6 - ORTOFOTO DELLA TRINCEA

RISULTATI

ANALISI MORFOLOGICA

L'analisi dettagliata dei dati Lidar si è rivelata quantomeno difficoltosa, a causa dell'elevata urbanizzazione dell'area di studio. Sono state cercate anomalie morfologiche, quali scarpate anomale (anche parzialmente erose), contropendenze o variazioni lineari di pendenza, tenendo come possibile riferimento quanto già osservato in zona, verso Bassano del Grappa (e.g. Favero e Grandesso 1982).

I due profili analizzati, mostrati in Figura 7 e Figura 8, non mostrano anomalie morfologiche riconducibili in qualche modo a strutture morfotettoniche attive. L'unico settore che potrebbe dare adito a qualche sospetto si trova sul profilo B-B' in corrispondenza della Superstrada Pedemontana V, ma le alterazioni antropiche della morfologia originaria mascherano qualunque indicazione sia a favore che contro la presenza di anomalie morfologiche. Il settore il profilo A-A' è stato tracciato in maniera tale da rimanere sempre dentro lo stesso terrazzo erosivo presente sulla conoide del Brenta e presenta un profilo lineare: la contropendenza situata a NNE è verosimilmente legata ad un'incisione valliva perpendicolare al profilo.

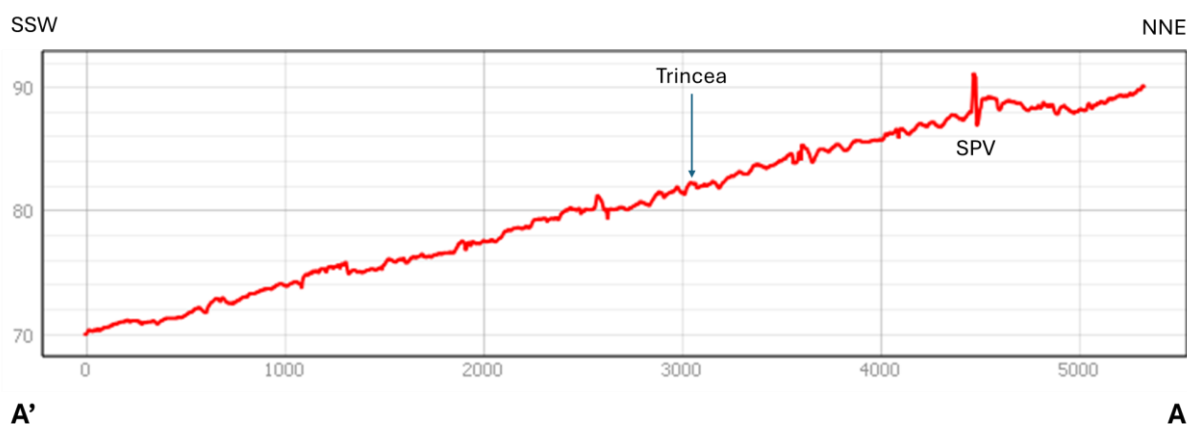


FIGURA 7 – PROFILO A'-A, CON ORIENTAZIONE SSW-NNE, DERIVATO DAI DATI LIDAR A 5 M DELLA REGIONE DEL VENETO

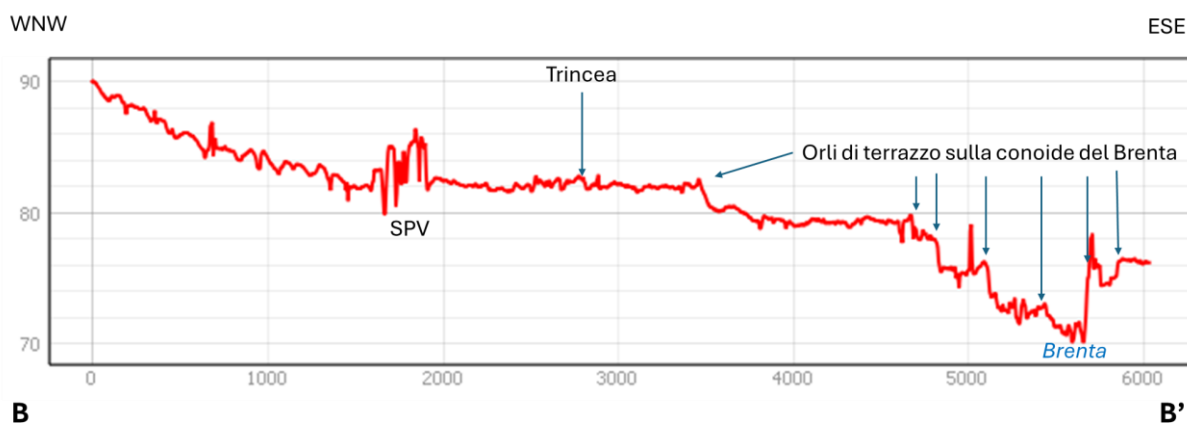


FIGURA 8 - PROFILO B-B', CON ORIENTAZIONE SSW-NNE, DERIVATO DAI DATI LIDAR A 5 M DELLA REGIONE DEL VENETO

ANALISI DELLA TRINCEA

La successione incontrata è, dall'alto verso il basso:

Suolo agricolo: suolo parzialmente rimaneggiato da aratura con abbondanti radici per uno spessore variabile tra 35 e 70 cm. Questo dovrebbe corrispondere al ferretto descritto da Comel (1968), anche se non presenta il tipico colore rosso.

- A. Livello A. Può essere suddiviso in due sottolivelli, Ag e As
 - a. Livello Ag: orizzonte con ciottoli carbonatici di diametro massimo di 8-10 cm con abbondante matrice di argilla rossa, subordinatamente limosa e sabbiosa. Il tenore di ciottoli decresce da nord verso sud e si passa da un deposito grano-sostenuto a matrice-sostenuto. Questo intervallo poggia su di un paleosuolo sviluppatosi a nord direttamente sulle ghiaie G1 e B.
 - b. Livello As: livello di sabbie ben classate a componente prevalentemente carbonatica e subordinatamente quarzosa. Questo orizzonte è eteropico verso nord con le ghiaie dell'orizzonte A. Tra il livello As ed il B è visibile un paleosuolo debolmente sviluppato, prosecuzione di quello osservato tra Ag e H1.
- B. Livello B: sabbie ciottolose mal classate con debole componente limosa. Questo orizzonte poggia verso nord in onlap sul livello C. Sono presenti dei fantasmi di ciottoli totalmente alterati in argilla plastica.
- C. Livello C: ghiaie ciottolose matrice sostenute da una componente sabbiosa (Figura 10). Questo orizzonte poggia verso nord sull'orizzonte E, mentre più a sud poggia sull'orizzonte E.
- D. Livello D: lenti discontinue di sabbie ben classate (Figura 10, Figura 11) poggianti sulle ghiaie del livello E e G1/G2. All'interno di questo livello sono presenti sottili intercalazioni di ghiaie indicanti una progradazione verso sud delle barre sabbiose.
- E. Livello E: ghiaie sabbiose con tenore di sabbia che incrementa verso sud. Sono presenti ciottoli estremamente alterati e talora irriconoscibili (Figura 12, Figura 13). Questo intervallo poggia sulle ghiaie G2.
- F. Livello F: sabbie solitamente ben classate, prevalentemente a componente carbonatica, localmente con una frazione ghiaiosa più importante
- G. Corpo ghiaioso G
 - a. Livelli G2 (Figura 10): ghiaie ciottolose grossolane in matrice sabbiosa. La composizione è prevalentemente carbonatica, anche se vi sono componenti metamorfiche e vulcaniche tipiche del bacino del Brenta.
 - b. Livello G1: ghiaie ciottolose grossolane in matrice sabbiosa, con ciottoli fino a 30 cm di diametro. La composizione è come G1. Questo rappresenta il corpo sedimentario più antico riscontrato nella trincea.

Nelle vicinanze, circa 400 m ad est presso Torresin, è stato perforato un pozzo per acqua ("Pozzo Torresin") che, al di sotto di 6 m di argilla, ha incontrato ghiaie fino a 60 m di profondità: è verosimile che il livello G incontrato nella trincea non rappresenti che il tetto dello spesso corpo ghiaioso incontrato nel pozzo.

L'ambiente di sedimentazione è una conoide ghiaiosa (G) che ha subito due impulsi prossimali (G1 e G2), che, dopo essere stata parzialmente disattivata, ha permesso la deposizione regolare di sabbie e ghiaie in ambiente più distale (livelli da F a B). Vi è stata una interruzione di sedimentazione con lo sviluppo di un paleosuolo al tetto dei livelli B e G1, seguita dalla deposizione del corpo A, di cui la porzione sabbiosa As rappresenta la componente più distale.

I campioni raccolti, purtroppo, non contenevano quantità sufficienti di sostanza organica per datazioni radiometriche e quindi non è stato possibile datarli. Sulla base di considerazioni generali relative all'evoluzione della conoide del Brenta, è verosimile che i depositi al di sotto del livello A si siano

depositati durante o prima l'ultimo massimo glaciale: la presenza di ciottoli di rocce magmatiche estremamente alterati confermerebbe in qualche modo che il paleosuolo al tetto degli orizzonti B e G sia persistito per lungo tempo.

L'organizzazione dei corpi sedimentari appare quella originaria e non sono rilevabili deformazioni che possano in qualche modo indicare dell'attività tettonica recente. Inoltre, non sono state identificate evidenze di liquefazione di sabbie.

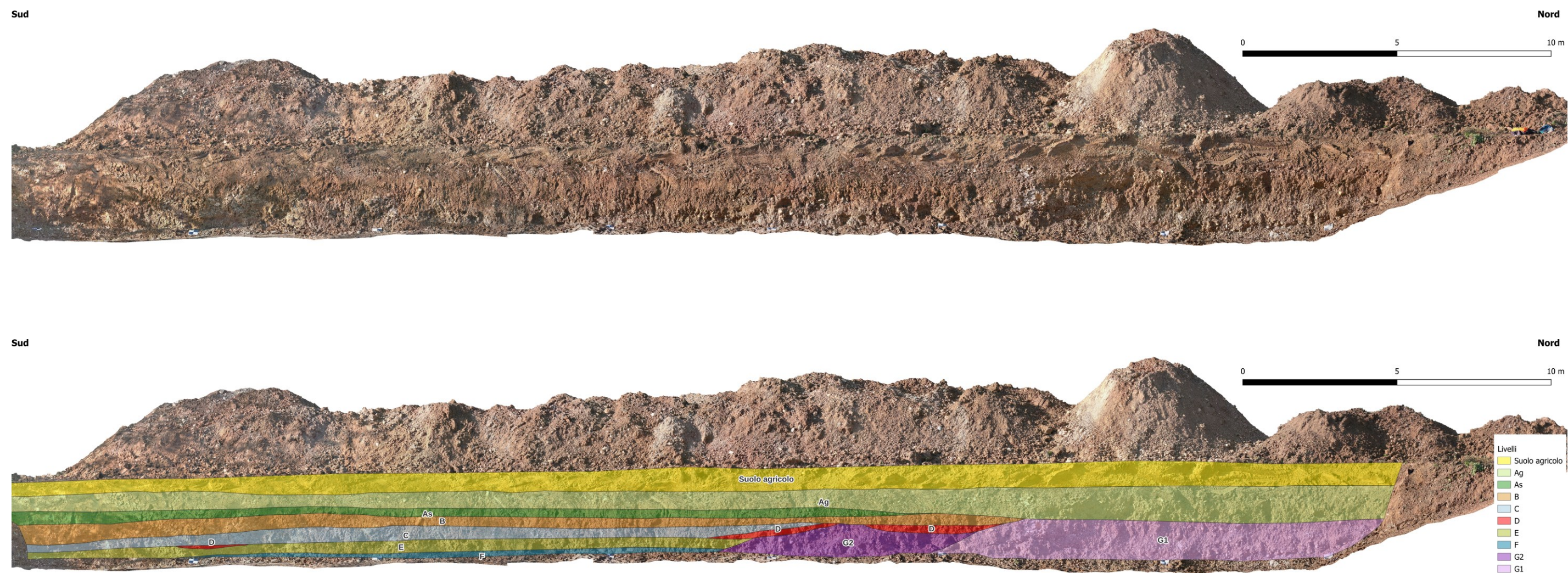


FIGURA 9 – ORTOFOTO DELLA TRINCEA DA DRONE INTERPRETATA (SOTTO) E NON INTERPRETATA (SOPRA)



FIGURA 10 – DAL BASSO: LE GHIAIE CIOTTOLOSE IN MATRICE SABBIOSA DELL'ORIZZONTE G2, LE SABBIE BEN CLASSATE DEL LIVELLO D E LE GHIAIE CIOTTOLOSE IN MATRICE SABBIOSA DELL'ORIZZONTE C.



FIGURA 11 – PARTICOLARE DELLE GEOMETRIE DEL LIVELLO D, DOVE È POSTA LA SPATOLA DI COLORE ARANCIO. SI NOTI COME LA LENTE DI SABBIA SCOMPAIA VERSO SUD, IN DOWNLAP, MENTRE È IN ONLAP SULLE GHIAIE CIOTTOLOSE DEL LIVELLO H2 A NORD.



FIGURA 12 – PARTICOLARE DI UN CIOTTOLO VERDASTRO COSTITUITO DA MATERIALE IGNEO TOTALMENTE ALTERATO IMBALLATO IN UNA MATRICE SABBIOSO-GHIAIOSA



FIGURA 13 - CIOTTOLI CON VARIO GRADO DI ALTERAZIONE NELL'ORIZZONTE E.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

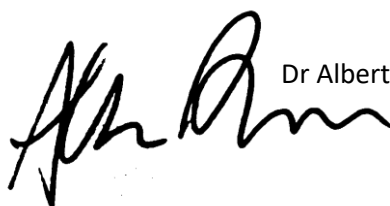
Le analisi morfologiche nell'intorno della trincea non hanno evidenziato strutture o evidenze riconducibili a tettonica attiva.

La trincea scavata in corrispondenza di via Torresin a Marostica non ha evidenziato la presenza di deformazioni di carattere tettonico o per liquefazione nei depositi osservati.

La successione esposta è costituita da diversi sedimenti, quali ghiaie grossolane, sabbie e sabbie limose, a rare argille, e nel complesso rappresenta il prodotto della deposizione nel contesto della conoide del Fiume Brenta. I campioni prelevati per analisi al radiocarbonio non hanno dato quantità sufficienti di materia organica utile per datazioni.

Il quadro emerso dall'analisi della trincea, inoltre, rispecchia quanto evidenziato sia dalle indagini geognostiche che da quelle geofisiche pregresse.

Belluno, 23 giugno 2025



Dr Alberto Riva

BIBLIOGRAFIA

- Akyüz, H.S., Karabacak, V., Zabci, C., 2014. Paleoseismic Trenching, in: Beer, M., Kougiumtzoglou, I.A., Patelli, E., Au, I.S.-K. (Eds.), *Encyclopedia of Earthquake Engineering*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 1–15. https://doi.org/10.1007/978-3-642-36197-5_107-1
- Castaldini, D., Panizza, M., 1991. Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave e il Lago di Como (Italia Settentrionale). *Il Quaternario* 4, 333–410.
- Comel, A., 1968. Studi sul Ferretto. *Nuovi Studi Della Stazione Chimico - Agraria Sperimentale Di Udine* 94, 111.
- Favero, V., Grandesso, P., 1982. Nuovi Affioramenti di Pliocene Marino Nei Dintorni di Bassano Del Grappa (Venezia). *Memorie della Società Geologica Italiana* 24, 71–77.
- Fontana, A., Monegato, G., Zavagno, E., Devoto, S., Burla, I., Cucchi, F., 2014. Evolution of an Alpine fluvioglacial system at the LGM decay: The Cormor megafan (NE Italy). *Geomorphology* 204, 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.07.034>
- Fontana, A., Mozzi, P., Bondesan, A., 2008. Alluvial megafans in the Venetian–Friulian Plain (north-eastern Italy): Evidence of sedimentary and erosive phases during Late Pleistocene and Holocene. *Quaternary International* 189, 71–90. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.08.044>
- Galadini, F., Poli, M.E., Zanferrari, A., 2005. Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with $M \geq 6$ in the eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy). *Geophysical Journal International* 161, 739–762. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2005.02571.x>
- Rossato, S., Mozzi, P., 2016. Inferring LGM sedimentary and climatic changes in the southern Eastern Alps foreland through the analysis of a 14C ages database (Brenta megafan, Italy). *Quaternary Science Reviews* 148, 115–127. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.07.013>
- Surian, N., Cisotto, A., 2007. Channel adjustments, bedload transport and sediment sources in a gravel-bed river, Brenta River, Italy. *Earth Surface Processes and Landforms* 32, 1641–1656. <https://doi.org/10.1002/esp.1591>
- Surian, N., Pellegrini, G.B., Scomazzon, E., 2005. Variazioni morfologiche dell'alveo del Fiume Brenta indotte da interventi antropici. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria suppl. VII*, 339–345.