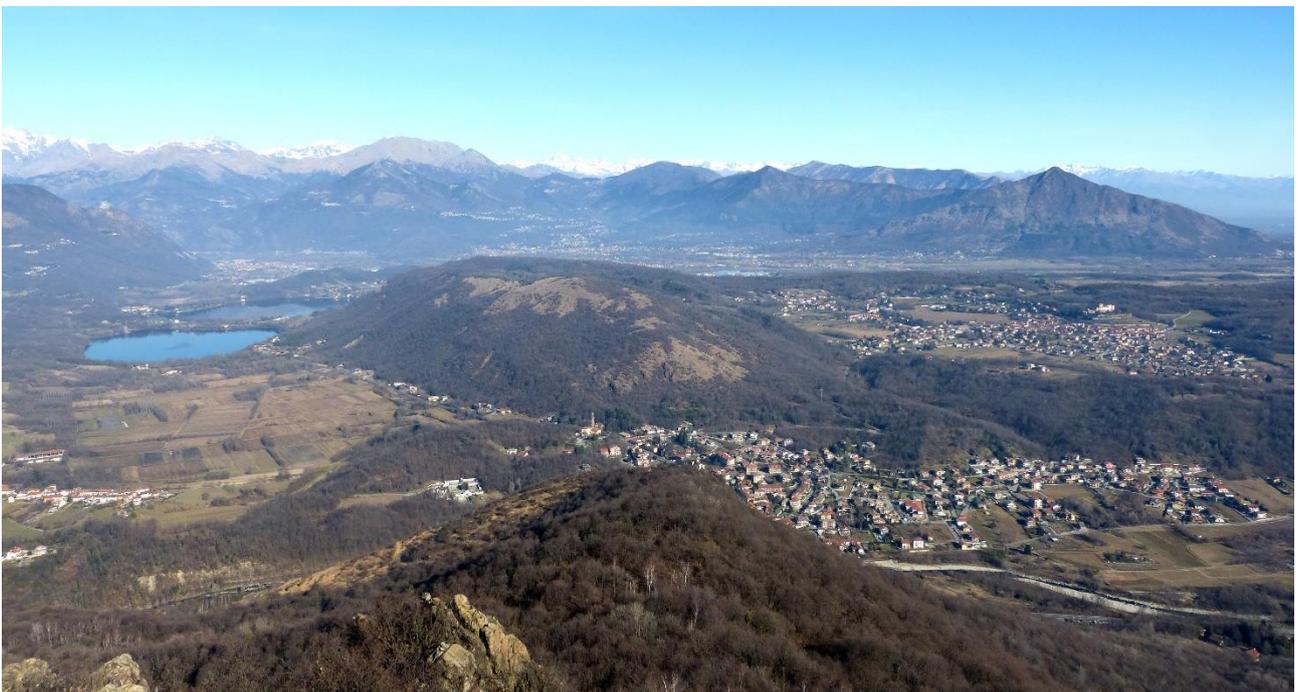


ESCURSIONE GEOLOGICA SULL'ANFITEATRO GLACIALE DI RIVOLI-AVIGLIANA – 10/17 GIUGNO 2022

Gianfranco Fioraso

CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse - Torino



La cartografia dell'anfiteatro glaciale di Rivoli-Avigliana: una storia lunga 150 anni

Da quando Martins & Gastaldi (1850) per la prima volta riconobbero il ruolo delle glaciazioni pleistoceniche nel modellamento dei rilievi collinari situati allo sbocco in pianura delle principali vallate alpine, l'anfiteatro glaciale di Rivoli-Avigliana è stato oggetto di numerosissimi studi e rappresentazioni cartografiche che lo hanno reso uno degli oggetti geologici più investigati nella storia della geologia piemontese.

La prima rappresentazione cartografica appartiene proprio allo stesso Bartolomeo Gastaldi che ne sintetizzò i risultati nella "Gran Carta Gastaldi" o "Carta Geologica delle Alpi Piemontesi" (Campanino & Polino, 2002) (Figg. 1 e 2). Nonostante l'importanza del progetto cartografico, condotto da Bartolomeo Gastaldi e gli altri collaboratori (M. Baretta, C. Bruno, L. Bruno, H. Gerlach) tra il 1860 e il 1879, la carta non venne mai pubblicata.



Fig. 1. Il settore settentrionale dell'anfiteatro glaciale di Rivoli-Avigliana rappresentato nella "Carta Geologica delle Alpi Piemontesi" (Foglio 45 "Ciriè" della Carta degli Stati Sardi di Terraferma alla scala 1:50.000).

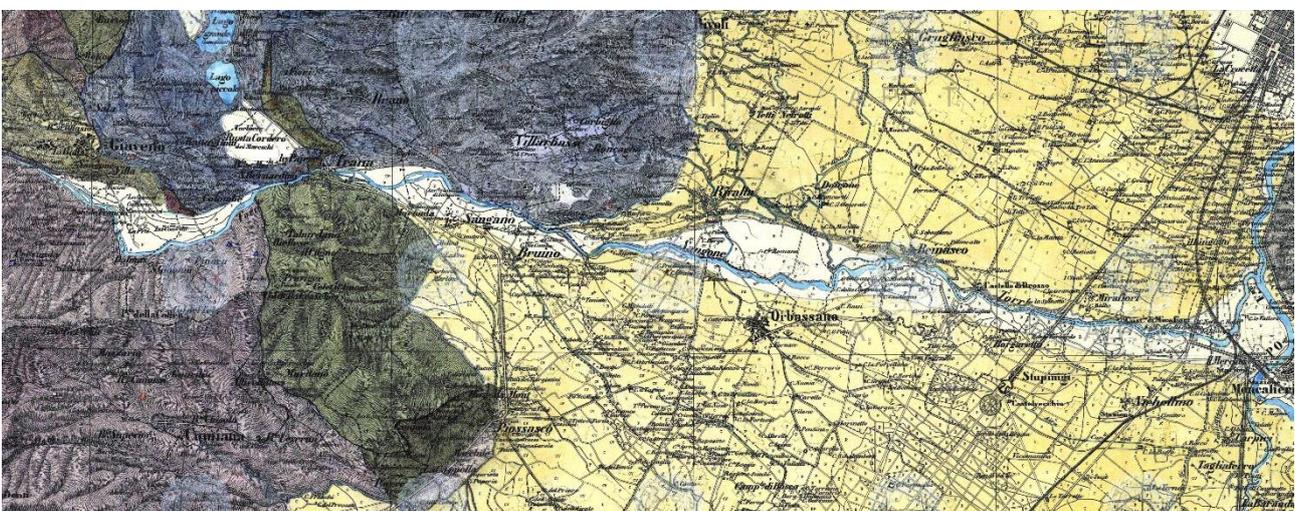


Fig. 2. Il settore meridionale dell'anfiteatro glaciale di Rivoli-Avigliana rappresentato nella "Carta Geologica delle Alpi Piemontesi" (Foglio 52 "Pinerolo" della Carta degli Stati Sardi di Terraferma alla scala 1:50.000).

Negli anni a seguire si succedettero numerosi studi, accompagnati da cartografie di vario dettaglio, condotti da Sacco (1887) (Figg. 3 e 4), Capeder (1904) e Prever (1907).

Con l'introduzione, agli inizi del '900, del nuovo modello climato-stratigrafico delle glaciazioni da parte di Penck e Brückner (1909), i rilevatori della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 applicarono i nuovi concetti all'anfiteatro di Rivoli-Avigliana, adottando anche nella cartografia piemontese i termini Riss e Wurm (Sacco, 1921; Mattiolo et alii, 1913; Mattiolo et alii, 1925).

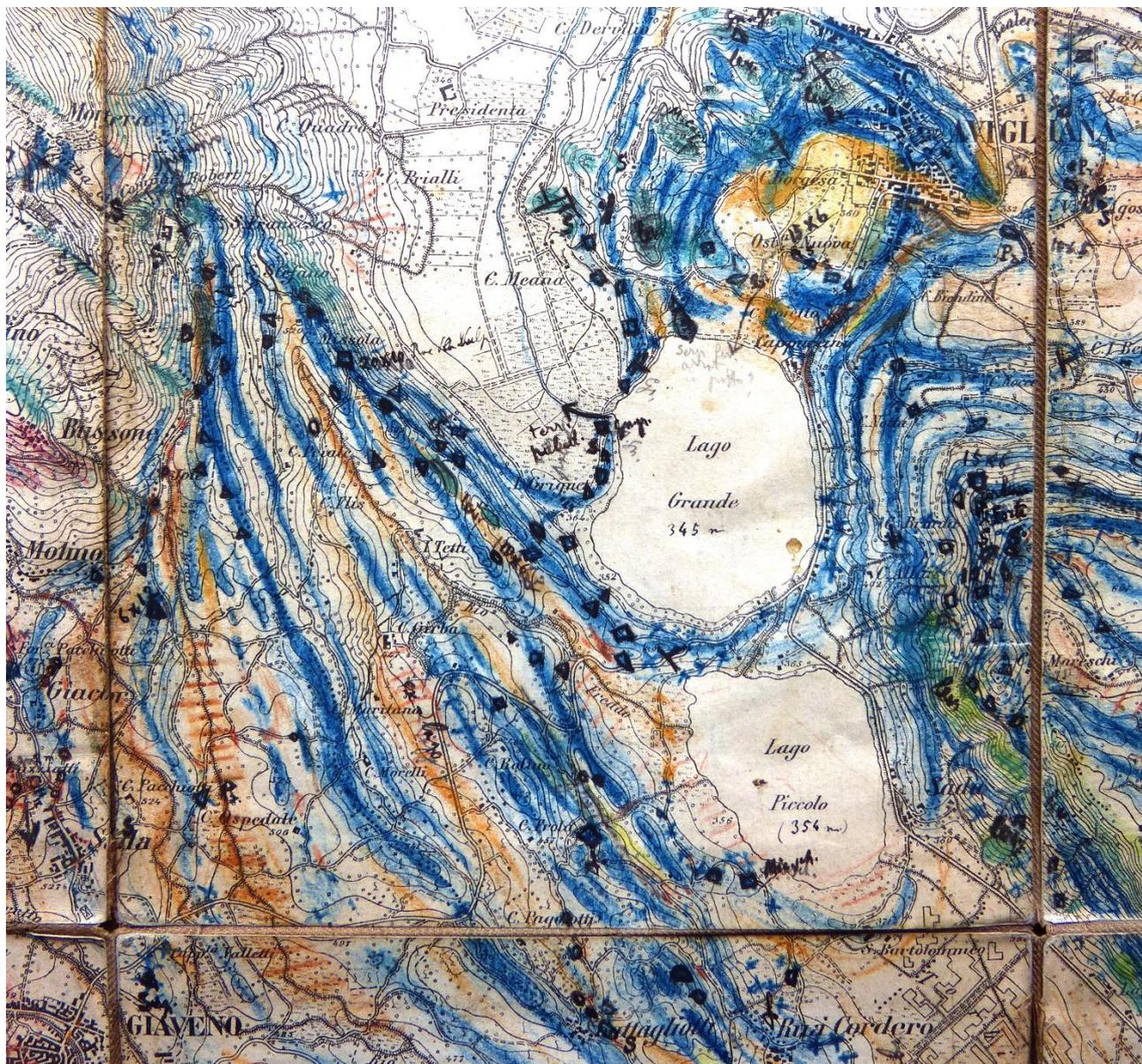


Fig. 3. Originale di terreno (non datato) compilato da Federico Sacco (tavoleta IGM 55 II SE "Giaveno" alla scala 1:25.000, I edizione). Sacco rilevò per ben due volte l'anfiteatro di Rivoli-Avigliana, come testimoniano le svariate tavolette autografe che riportano elementi e dettagli cartografici diversi.

Criteri analoghi vennero adottati molti decenni dopo per la realizzazione della II edizione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (Foglio 56 "Torino"; Bortolami et alii, 1969) e, poco dopo, per la realizzazione della carta dell'anfiteatro da parte di Petrucci (1970), che a tutt'oggi rimane un ottimo documento cartografico.



Fig. 4. Originale di terreno (non datato) compilato da Federico Sacco (tavoleta IGM 56 II NO “Alpiignano” alla scala 1:25.000, I edizione).

Con l’avvio del Progetto CARG a metà degli anni ’90 del secolo scorso, i criteri di rappresentazione cartografica della successione quaternaria cambiarono radicalmente, sia con l’abbandono delle unità climato-stratigrafiche di Penck & Brückner (1909) fino a quel momento utilizzate, sia per l’introduzione da parte del Servizio Geologico d’Italia delle unità a limiti inconformi (“alloformazioni” e a breve distanza temporale gli analoghi “sintemi”). Nel Foglio “Torino Ovest” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000 (Balestro et alii, 2009), la successione glaciale venne suddivisa in 4 unità sintemiche, a loro volta suddivise in vari subsintemi. L’individuazione delle unità è stata effettuata essenzialmente su base morfologica e pedostratigrafica, senza purtroppo poter disporre di elementi di datazione assoluta che confermassero la bontà dell’interpretazione.

Perché una nuova cartografia dell'anfiteatro glaciale di Rivoli-Avigliana?

A distanza di soli 10 anni dalla pubblicazione del Foglio “Torino Ovest”, la realizzazione di nuovi sondaggi geognostici, la sistematica raccolta di stratigrafie di sondaggi e pozzi per acqua e le nuove datazioni ^{14}C effettuate su sedimenti lacustri/glaciolacustri hanno consentito di effettuare una radicale e approfondita revisione dell'anfiteatro (Fig. 5), consentendo di mettere in luce aspetti del tutto inediti inerenti l'architettura stratigrafica e la dinamica glaciale.

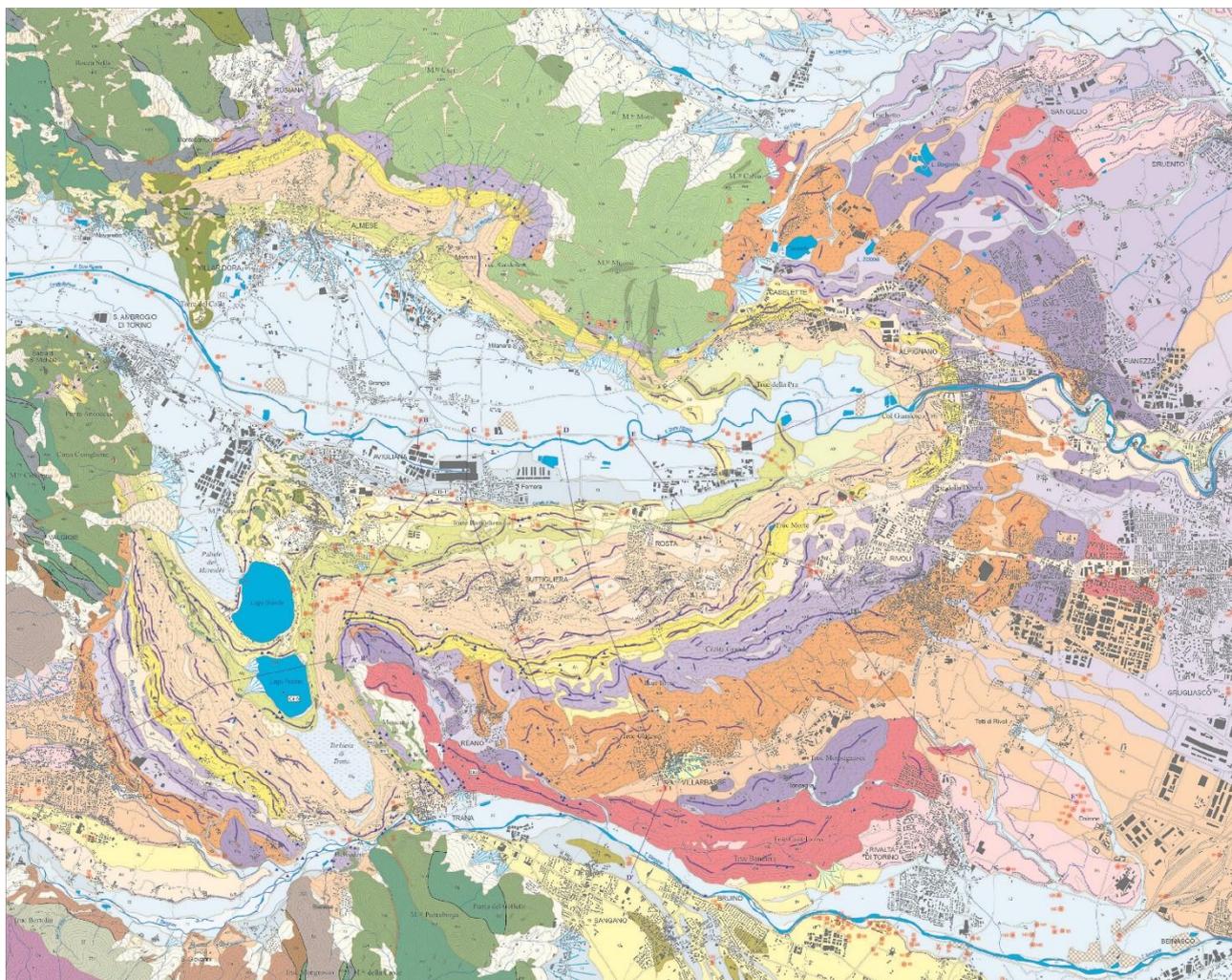


Fig. 5. La nuova carta geologica dell'anfiteatro di Rivoli-Avigliana (Fioraso et alii, 2021).

Le novità introdotte nella nuova carta rispetto alle rappresentazioni precedenti possono essere così sintetizzate:

- le nuove datazioni ^{14}C effettuate su resti organici individuati all'interno delle successioni lacustri/glaciolacustri hanno consentito per la prima volta di definire in modo preciso il **limite LGM raggiunto dal ghiacciaio della Dora Riparia**;
- le numerose stratigrafie analizzate (oltre 250 tra stratigrafie di sondaggi geognostici e di pozzi), nonché gli oltre 1000 m di carote analizzati, hanno consentito per la prima volta di effettuare una **ricostruzione 3D dell'architettura stratigrafica** dell'anfiteatro;
- il riconoscimento nel sottosuolo dei rapporti tra complessi morenici, fluvioglaciali, lacustri e glaciolacustri, nonché dei rapporti con le successioni pre- e post-glaciali, ha messo in luce una **configurazione del ghiacciaio molto diversificata** da glaciazione a glaciazione.

Stop 1

Pianezza, centro storico – Rapporti del glaciale con la successione quaternaria di pianura



L'itinerario inizia dal Masso Gastaldi (o Roc Pianezza; Fig. 6a), il più grande blocco erratico dell'anfiteatro di Rivoli-Avigliana, situato nel centro storico di Pianezza. Ha una lunghezza e una larghezza pari rispettivamente a 38 e 25 m e raggiunge i 14 m di altezza. Il masso è costituito da metagabbro con tessitura magmatica in parte preservata: rocce di analoga composizione affiorano in bassa Valle di Susa (ad esempio a Sud-Ovest di Rocca Sella, sopra l'abitato di Caprie) e sono parte dell'Unità oceanica Bassa Valle di Susa - Valli di Lanzo - Monte Orsiera. Il masso è posizionato sulla superficie di una delle cerchie moreniche più esterne che compongono l'anfiteatro (Unità del Truc Monsagnasco, di età pleistocenica media), morena che appare, in questo settore, morfologicamente appiattita per effetto del rimodellamento superficiale.



Fig. 6. (a) A sinistra: il Masso Gastaldi, o Roc Pianezza, situato nel centro storico dell'omonima città. (b) A destra: paleosuolo situato al contatto tra l'Unità di Alpignano (sopra) e l'Unità di Pianezza (sotto), entrambe di natura fluviale, osservabile lungo la pista ciclabile che si snoda lungo l'alveo del F. Dora Riparia.

Il *till* glaciale, in questo punto, non supera qualche decina di metri di spessore e poggia in profondità su una successione di depositi fluviali fortemente cementati (Unità di Alpignano), di presunta età pre-glaciale, osservabili lungo la pista ciclabile che percorre la profonda forra in cui scorre l'alveo del F. Dora Riparia (Figg. 6a e 7).

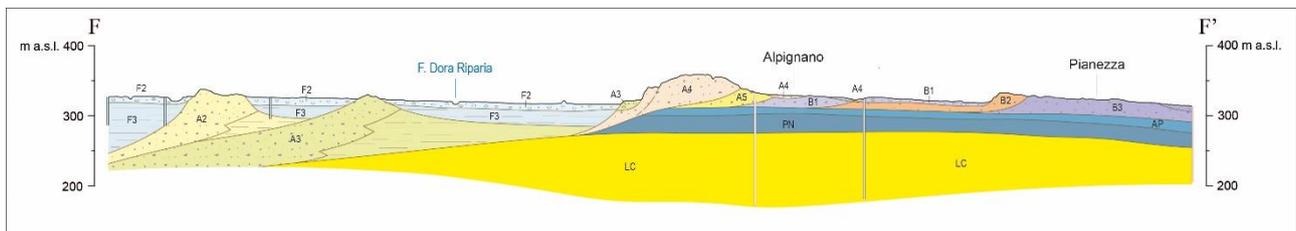


Fig. 7. Sezione geologica dell'anfiteatro di Rivoli e Avigliana (per l'ubicazione cfr. Fioraso et alii, 2021). Si evince chiaramente l'esiguità dello spessore della successione glaciale tra gli abitati di Alpignano e Pianezza, in appoggio sull'Unità di Alpignano (AP).

Stop 2 Alpignano - Facies glaciali delle morene post-LGM



Due chilometri a monte (Ovest) dello Stop 1, sempre lungo la profonda forra incisa dal F. Dora Riparia tra le città di Alpignano e Pianezza, è possibile osservare una sezione stratigrafica in cui è ben esposto il *lodgement till* del Subsistema di Truc Morté, unità che scandisce una delle fasi di stazionamento della fronte glaciale successivamente all'LGM (*Last Glacial Maximum*, 30-18.000 anni BP), rappresentato dal Subsistema di Caselette.



Fig. 8. (a) A sinistra: affioramento di *lodgement till* del Subsistema di Truc Morté. (b) A destra: sezione attraverso i sedimenti di contatto glaciale posizionati tra la morena del Subsistema di Truc Morté, a Ovest, e il Subsistema di Caselette (LGM), a Est. Gli affioramenti sono localizzati poche centinaia di metri a monte del ponte di Alpignano.

Il deposito, del tutto privo di strutture, è caratterizzato da clasti centimetrici di foggia glaciale immersi in una matrice sabbioso-siltosa prevalente (Fig. 8a). Pochi metri più a Est è invece possibile osservare il passaggio laterale eteropico a una fitta alternanza di livelli ghiaiosi-sabbiosi e livelli sabbiosi, a stratificazione orizzontale: la sua deposizione è avvenuta a seguito del riempimento dello spazio interposto tra la fronte del ghiacciaio e il fianco interno della morena LGM di poco più esterna (Subsistema di Caselette) (Fig. 9).

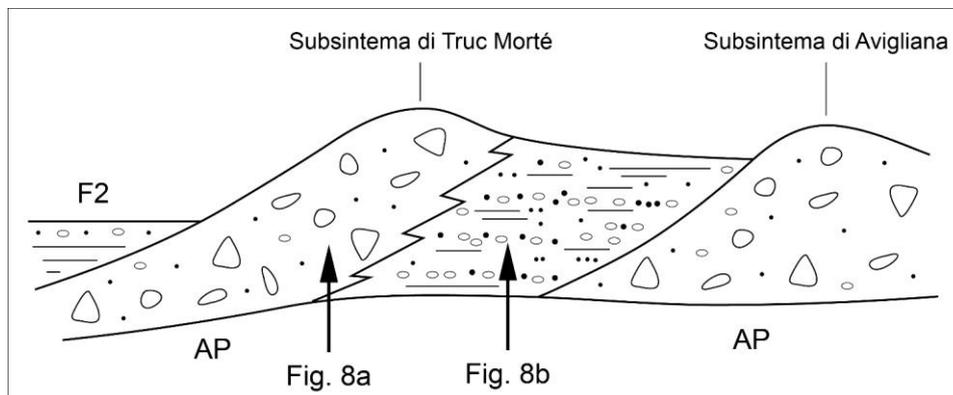
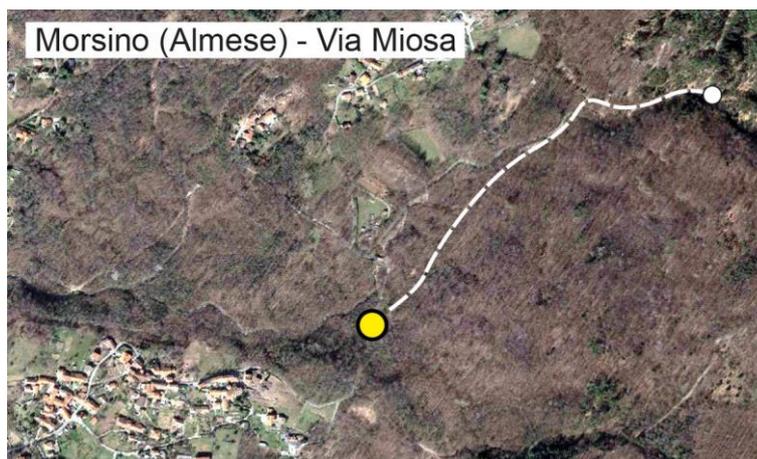


Fig. 9. Schema dei rapporti stratigrafici osservabili nello Stop 2. F2: successione fluviale e lacustre post-glaciale. AP: Unità di Alpignano.

Stop 3

Miosa (Almese) – Rapporti del glaciale con la successione quaternaria alpina



Lo stop 3 consente di osservare i rapporti tra la successione glaciale e la successione quaternaria conservata ai margini dei rilievi alpini, modellati in questo settore nel Complesso ultramafico di Lanzo. Lungo il Rio Morsino, a monte dell'omonimo abitato, e lungo i suoi numerosi affluenti è possibile notare la presenza di una potente successione (svariate decine di metri) di depositi in facies torrentizia e/o detritico-colluviale, facilmente riconoscibili per il caratteristico colore ocraceo-rossastro (Fig. 10). I depositi, attribuiti all'Unità di Almese da Balestro et alii (2009), sono costituiti da clasti esclusivamente di provenienza locale, e in particolare da peridotiti, peridotiti serpentizzate e serpentiniti del Complesso ultramafico di Lanzo.



Fig. 10. Depositi detritico-colluviali, completamente argillificati, costituiti esclusivamente di clasti e blocchi di peridotiti e peridotiti serpentizzate e riferiti all'Unità di Almese. La linea tratteggiata indica il contatto con il sovrastante *till* glaciale.

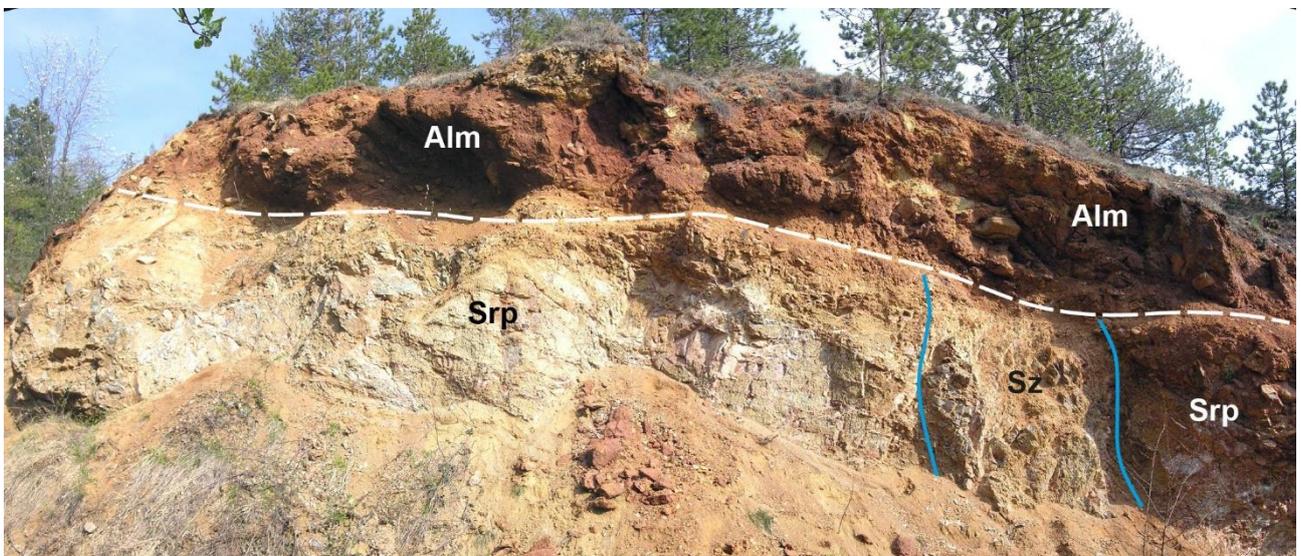


Fig. 11. Contatto tra il substrato roccioso, costituito da peridotiti serpentizzate (Srp) completamente alterate e attraversate da una zona di taglio subverticale di ampiezza metrica (Sz), e i sovrastanti depositi dell'Unità di Almese (Alm) tramite una faglia a basso angolo di estensione pludidecametrica a carattere transpressiva (linea tratteggiata).

I depositi si collocano stratigraficamente al di sotto della successione glaciale che in origine colmava interamente la grande conca situata alla base della dorsale Monte Curt - Monte Musiné. La completa assenza di clasti di natura esotica all'interno dell'Unità di Almese (oltre ai rapporti con il conoide del T. Stura di Lanzo e il "villafranchiano" più a Nord) ne testimonia l'età pre-glaciale (gelasiana-calabriana). La preservazione di questi depositi nei confronti dell'attività erosiva del ghiacciaio è presumibilmente legata, oltre che alla loro forte cementazione da parte di ossidi di Fe-Mn, anche alla loro particolare collocazione, ovvero in un settore in cui parte del ghiacciaio andava bruscamente ad arrestarsi ai piedi del versante occidentale del Monte Musiné e quindi impossibilitato a defluire verso valle e quindi ad erodere.

L'Unità di Almese ci caratterizza anche per la diffusa presenza di faglie, di estensione da metrica a pluridecametrica e con componenti di movimento da normali a transpressive (Fig. 11). La loro interpretazione genetica appare tuttavia piuttosto incerta, sia che si ipotizzi una loro connessione con movimenti gravitativi di versante, sia con fenomeni di glaciotettonica, sia infine con episodi di tettonica quaternaria.

Stop 4

Castello di Avigliana - Geomorfologia e architettura stratigrafica profonda dell'anfiteatro



Lo Stop 4 consente di osservare a 360° buona parte dell'anfiteatro di Rivoli-Avigliana e di evidenziare alcune delle numerose particolarità che lo caratterizzano.

Volgendo lo sguardo verso Nord (Fig. 12), alla base dei rilievi del Monte Musiné e del Monte Curt è possibile osservare il limite altimetrico massimo di conservazione dei depositi glaciali, evidenziato da una rottura di pendenza del versante e dal cambio della vegetazione arborea. A differenza del settore destro dell'anfiteatro, si nota come le morene delle varie glaciazioni sia morfologicamente "inespresse", tutte schiacciate a formare un'unica successione pressoché indistinta di depositi glaciali.

Più a sinistra, sopra l'abitato di Almese, è invece visibile la morena multipla di Rubiana-Montecomposto, limite massimo raggiunto durante l'LGM (Subsistema di Caselette) e nel corso della penultima glaciazione (Sistema di Cresta Grande). La morena ha più volte sbarrato lo sbocco sul fondovalle del T. Messa, generando un lago testimoniato da una successione lacustre che ha fornito una datazione $^{14}\text{C} > 45.000$ anni BP (" ^{14}C (1)" in Fig. 12; Ivy-Ochs et alii, 2018; Fioraso et alii, 2021).

Volgendo lo sguardo a Ovest e a Sud (Fig. 13) è invece possibile notare il limite massimo raggiunto dalle morene che delimitano il fianco destro del ramo del ghiacciaio della Dora Riparia che si insinuava verso la Val Sangone. Il limite ben si raccorda con la quota (circa 900 m) della dorsale che ospita la Sacra di S. Michele (lo spuntone serpentinitico su cui è stata eretta l'abbazia costituiva invece un vero e proprio *inselberg*) e che rappresenta il limite massimo assoluto raggiunto dal

ghiacciaio della Dora Riparia prima del definitivo sbocco in pianura. Verso Sud si osservano i due laghi di Avigliana, Piccolo e Grande, delimitati verso valle da alcune delle morene riconducibili alle fasi di ritiro glaciale posteriori all’LGM (rispettivamente riferite al Subsistema di S. Antonio di Ranverso e al Subsistema di Avigliana).

In primo piano, appena sotto il rilievo che ospita il Castello di Avigliana, sono invece visibili le profonde incisioni dell’*inselberg* del Monte Capretto attraverso le quali, nelle ultime fasi di riavanzata (Subsistema di S. Antonio di Ranverso), parte del ghiacciaio si insinuava a formare un piccolo lobo situato tra il Castello di Avigliana e il Lago Grande (cfr. Fig. 19).



Fig. 12. Castello di Avigliana. Panoramica del settore settentrionale dell’anfiteatro di Rivoli-Avigliana. La linea tratteggiata indica il limite massimo di conservazione dei depositi glaciali. I triangoli gialli indicano la cresta morenica di Rubiana-Montecomposto. Le sigle indicano i punti in cui sono stati prelevati campioni per le datazioni ^{14}C (la numerazione corrisponde a quella presente in Fioraso et alii, 2021).



Fig. 13. Castello di Avigliana. Panoramica del settore sud-occidentale dell’anfiteatro di Rivoli-Avigliana. La freccia indica la direzione di deflusso di parte del ghiacciaio della Dora Riparia che, in una delle ultime riavanzate post-LGM, andava a colmare il settore compreso tra il Castello di Avigliana e il Lago Grande (la linea tratteggiata indica l’andamento della morena riferita al Subsistema di S. Antonio di Ranverso). ^{14}C (4-5) indica le datazioni al radiocarbonio effettuate da Finsinger & Tinner (2006) nel Lago Piccolo.

Volgendo lo sguardo verso Est è infine possibile osservare la fitta sequenza di morene che caratterizza il settore meridionale dell’anfiteatro, quasi tutte riferibili all’LGM e alle successive fasi di arretramento della fronte glaciale. Appare qui evidente la netta asimmetria dell’anfiteatro, con un settore meridionale molto espanso a fronte di un settore settentrionale estremamente “condensato” per la presenza dei rilievi del Massiccio di Lanzo che hanno impedito la formazione di distinti cordoni morenici.

Nell’area di Buttigliera-Rosta, al di sotto dei sistemi morenici di superficie le indagini di sottosuolo hanno messo in evidenza la presenza di almeno 3 complessi lacustri (o glaciolacustri?) sepolti, alcuni dei quali potenti svariate decine di metri e con estensione di alcuni chilometri quadrati, formati a seguito del riempimento delle depressioni intramoreniche che via via si sviluppavano al termine delle singole glaciazioni (Figg. 14, 15 e 16). La loro presenza è legata alla progressiva

diminuzione della capacità di erosione della base del ghiacciaio allontanandosi dall'asse di deflusso principale, approssimativamente coincidente con la direttrice S. Ambrogio - Avigliana - Ferriera.

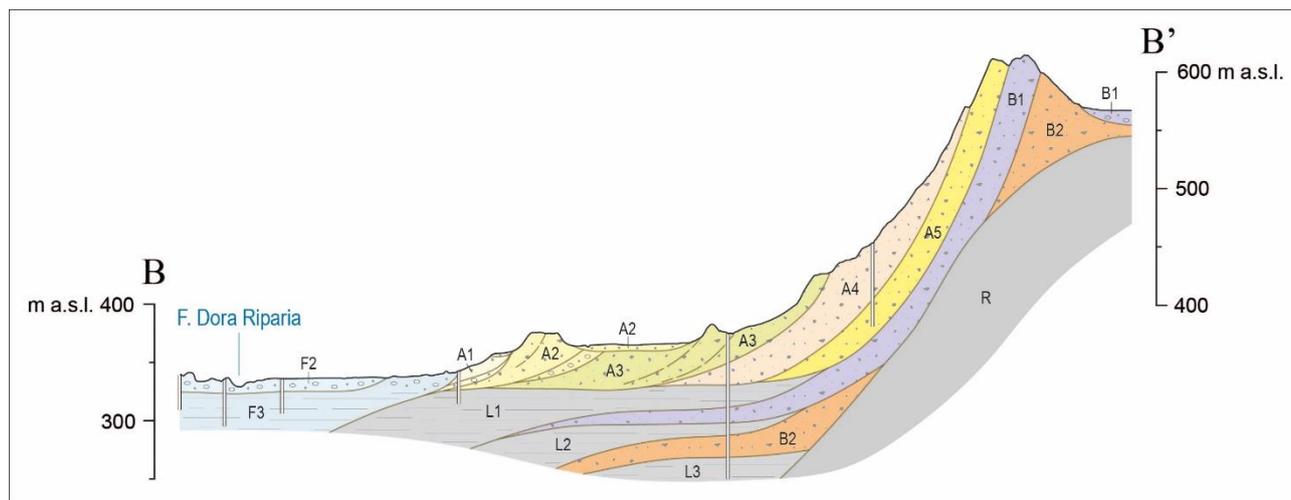


Fig. 14. Sezione geologica dell'anfiteatro di Rivoli e Avigliana passante tra Avigliana e Ferriera (per l'ubicazione cfr. Fioraso et alii, 2021). L1, L2 ed L3 indicano le successioni lacustri intercettate dalle indagini di sottosuolo. R. Indica il rilievo roccioso del Monte Moncuni.

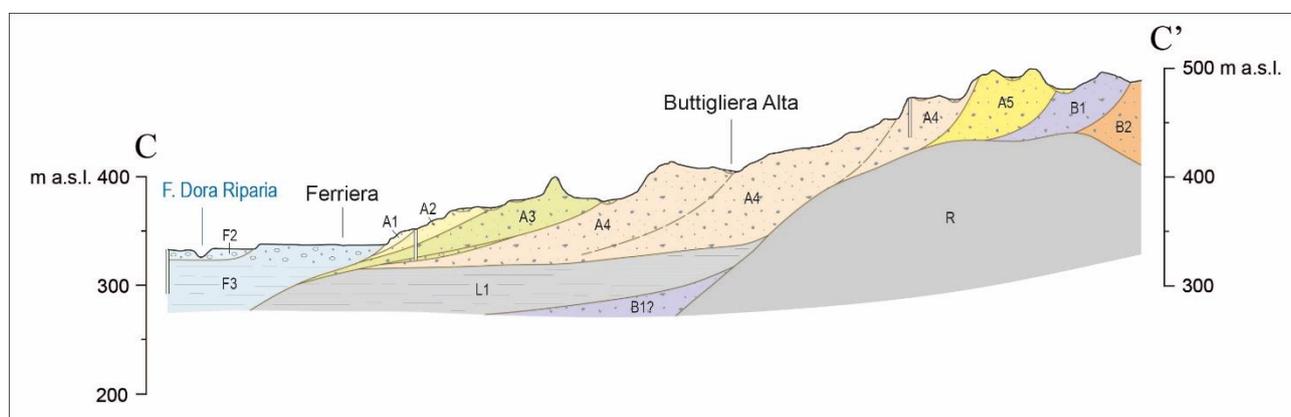


Fig. 15. Sezione geologica dell'anfiteatro di Rivoli e Avigliana (per l'ubicazione cfr. Fioraso et alii, 2021). L1 indica una delle potenti successioni lacustri intercettate dalle indagini di sottosuolo.

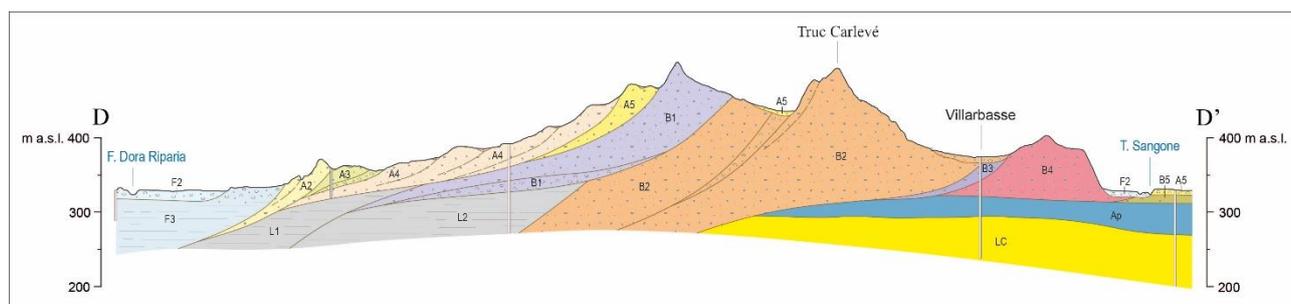


Fig. 16. Sezione geologica dell'anfiteatro di Rivoli e Avigliana (per l'ubicazione cfr. Fioraso et alii, 2021). L1 ed L2 indicano due delle potenti le successioni lacustri intercettate dalle indagini di sottosuolo.

Stop 5

Trana – Effetti delle espansioni glaciali sul reticolato idrografico



Lo Stop 5 consente di osservare una sezione nei depositi glaciali che costituiscono la morena più esterna conservata nel settore di Trana (Subsistema di Truc Morté), a ridosso del versante meridionale del Monte Pietraborga, e messa in luce dall'erosione del T. Sangone (Fig. 17).



Fig. 17. Affioramento in cui è possibile osservare il contatto tra il *till* di fusione (Mt) e il *till* di alloggiamento (Lt) riferiti al Subsistema di Truc Morté.

L'area compresa tra Giaveno e Trana è caratterizzata dalla presenza di una topografia e paleotopografia del basamento molto articolata, con numerosi rilievi isolati posizionati alla base del Monte Pietraborga. Questo particolare assetto morfologico è dovuto alle profonde modificazioni imposte al reticolato idrografico preesistente allo sviluppo delle glaciazioni pleistoceniche. Originariamente il T. Sangone confluiva direttamente nel F. Dora Riparia nei pressi di Avigliana. La ripetuta avanzata della fronte di ghiacciaio ha imposto al T. Sangone di deviare il proprio corso fino

a lambire i rilievi del Monte Pietraborga: l'erosione torrentizia, e in parte l'esarazione glaciale, hanno così creato un varco in corrispondenza dell'abitato di Trana ove era presente una dorsale in roccia che collegava fisicamente il Monte Moncuni al Monte Pietraborga (Figg. 18 e 19).



Fig. 18. Panoramica del settore sud-occidentale dell'anfiteatro di Rivoli-Avigliana. M: Palude dei Mareschi. T: Torbiera di Trana. I triangoli neri, rossi, gialli e bianchi indicano rispettivamente le morene dei Subsistemi di Truc Morté, Truc della Pra, S. Antonio di Ranverso e Avigliana.

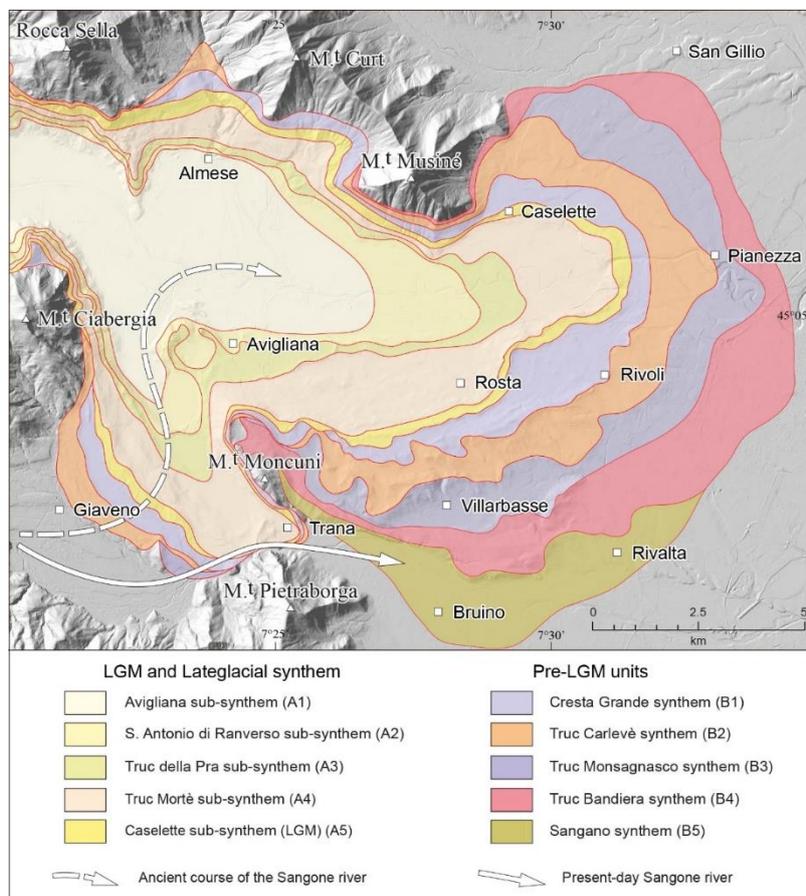


Fig. 19. Configurazioni della fronte del ghiacciaio della Dora Riparia nel corso delle glaciazioni pleistoceniche. Le linee bianche tratteggiate e continue indicano rispettivamente i tracciati del T. Sangone prima e dopo le fasi di espansione glaciale.

Bibliografia

Balestro G., Spagnolo G., Lucchesi S., Fioraso G., Forno M.G., Cadoppi P., Tallone S., Piccardo, G.B. & Polino R. (2009) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 155 Torino Ovest. ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.

Bortolami G.C., Crema G.C., Malaroda R., Petrucci F., Sacchi R., Sturani C., Venzo S. & Zanella E. (1969) - Carta Geologica d'Italia - Foglio 56 Torino (II ed.). Servizio Geologico d'Italia, Roma.

Campanino F. & Polino R. (2002). Carta geologica delle Alpi piemontesi. Regione Piemonte - Museo Regionale di Scienze Naturali. Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Capeder G. (1904) - Sulla struttura dell'Anfiteatro morenico di Rivoli in rapporto alle diverse fasi glaciali. Boll. Soc. Geol. It., 23, 4-18.

Finsinger W. & Tinner W. (2006) - Holocene vegetation and land-use changes in response to climatic changes in the forelands of the southwestern Alps, Italy. *Journal of Quaternary Science*, 21(3), 243-258.

Fioraso G., Monegato G., Balestro G., Hajdas I. & Baggio P. (2021) - Disentangling the stratigraphic architecture of the Rivoli-Avigliana end moraine system (Western Alps, NW Italy) - Geological and geomorphological map of the Rivoli-Avigliana end moraine system (Western Alps, NW Italy). *Journal of Maps*, 17 (2), 325-336. <https://doi.org/10.1080/17445647.2021.1942252>

Gastaldi B. (1872) - Cenni sulla costituzione geologica del Piemonte. Boll. Regio Com. Geol. It., 3, 14-32.

Ivy-Ochs S., Lucchesi S., Baggio P., Fioraso G., Gianotti F., Monegato G., Graf A.A., Akscar N., Christl M., Carraro F., Forno M.G. & Schluchter C. (2018) - New geomorphological and chronological constraints for glacial deposits in the Rivoli-Avigliana end-moraine system and the lower Susa Valley (Western Alps, NW Italy). *Journal of Quaternary Science*, 33 (5), 550-562. doi: 10.1002/jqs.3034

Martins Ch. & Gastaldi B. (1850). Essai sur les terrains superficiels de la Vallée du Pô, aux environs de Turin, comparés à ceux de la plaine Suisse. Bull. Soc. Géol. Fr., 7, 554-605.

Mattiolo E., Novarese V., Franchi S. & Stella A. (1913) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 55 Susa. Regio Ufficio Geologico, Roma.

Mattiolo E., Novarese V., Franchi S., Stella A. & Sacco F. (1925) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 56 Torino (I ed.). Regio Ufficio Geologico, Roma.

Petrucci F. (1970). Rilevamento geomorfologico dell'Anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana. Mem. Soc. It. Sc. Nat., 18(3), 95-124.

Prever P.L. (1907) - Sulla costituzione dell'anfiteatro di Rivoli in rapporto con le successive fasi glaciali. Mem. R. Acc. Sc. Torino, 58, 301-333.

Sacco F. (1887) - L'anfiteatro morenico di Rivoli. Boll. R. Com. Geol. It., 18(5-6), 141-180.

Sacco F. (1921) - Il glacialismo della Valle di Susa. L'Universo, 2(8), 561-592.