

I travertini post-glaciali della bassa valle del Buthier, a nord di Aosta, con note sulle caratteristiche geologiche e morfologiche dell'area

PAOLA MANZOTTI, MICHEL BALLÈVRE

*Géosciences Rennes, UMR CNRS 6118
Université de Rennes I
F - 35042 Rennes Cedex
paola.manzotti@univ-rennes1.fr*

P. Manzotti, M. Ballèvre. **The post-glacial travertines of the Buthier lower valley, north of Aosta, with notes of the geological and geomorphological characters of the area.** *Rev. Valdôtaine Hist. Nat.*, 68: 5-16, 2014.

Travertines preserving fossil plants and mollusks outcrop along the torrent in the lower Buthier valley, to the E of Variney. These travertines result from the still active precipitation of calcium carbonate, mostly around mosses, in a resurgent zone of subterranean waters that flowed in the calcschists of the Combin Zone along the western slope of the valley.

Key words: Aosta Valley, Buthier river, post-glacial travertine, active travertine.

INTRODUZIONE

I travertini sono depositi carbonatici. La loro formazione è legata a processi di dissoluzione di carbonato di calcio (CaCO_3) presente in rocce sedimentarie più antiche, ad opera di acque meteoriche e alla loro successiva riprecipitazione all'emergenza delle acque circolanti. La posizione dei travertini e talora il loro contenuto fossilifero può dare indicazioni sulla loro età e sulle condizioni climatiche durante la loro formazione. Risulta dunque importante il ritrovamento e lo studio di queste rocce.

Il presente lavoro vuole essere una prima descrizione dei corpi di travertini ritrovati nella bassa valle del torrente Buthier. Di seguito ne vengono dunque presentate le principali caratteristiche e il loro contenuto fossilifero.

ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE DELLA CATENA ALPINA

La storia geologica della Valle d'Aosta è in prevalenza legata all'orogenesi all'alpina. Quest'ultima, attraverso processi progressivi di raccorciamento, sollevamento e sovrascorrimento ha portato alla formazione delle Alpi, una catena orogena costituita da una pila di falde di basamento continentale, di coperture sedimentarie e di ofioliti. La catena alpina si è generata in seguito alla consunzione dell'oceano Ligure-Piemontese, un bacino oceanico di età mesozoica, delimitato da due margini e interposto tra la

crosta continentale europea e quella adriatica (Dal Piaz, 1999). Quest'ultima viene considerata come una propaggine settentrionale della grande placca africana o, alternativamente, come una microplacca, indicata con il termine di Adria. A partire dal Cretacico, l'oceano Ligure-Piemontese inizia ad andare in subduzione: questo processo sarà seguito dalla collisione dei margini continentali europeo e adriatico (attuale Africa).

Le Alpi hanno una struttura crostale a doppia vergenza, risultato dell'ultima fase di convergenza tra le placche europea ed africana, e comprendono dunque due sistemi di falde che si sono propagati in senso opposto. Il primo, è costituito da una sequenza di sistemi tettonici traslati, a partire dal Cretacico, verso l'avampaese europeo; il secondo da un sistema tettonico meridionale, che dal Neogene assume una prevalente vergenza africana (Dal Piaz *et al.*, 1999). Il contatto tettonico tra i sistemi nord e sud vergenti è segnato dalla Linea Insubrica, definita da un sistema di falde subverticali, a carattere prevalentemente trascorrente, che si estende dalla Linea del Canavese a quella del Tonale, della Pusteria e della Gaital.

Il settore della catena situato a nord della Linea Insubrica, chiamato comunemente catena a vergenza europea o catena alpina, è costituito, in successione dall'alto verso il basso e procedendo dalle zone interne della catena, da:

- 1) Le unità tettoniche Austroalpine delle Alpi Occidentali ed Orientali, in origine in continuità con il sistema sud-vergente a formare la crosta continentale e la relativa copertura della placca Adria, collegata con il blocco africano. Queste unità sono state coinvolte in vario grado nell'orogenesi alpina;
- 2) I sistemi tettonici della zona Pennidica, dominanti nelle Alpi Centro – Occidentali, a cui si associano alcune unità ofiolitiche mesozoiche;
- 3) Il sistema Elvetico – Delfinese, molto esteso nel settore esterno delle Alpi Occidentali e Centrali, ridotto ad una fascia sottile e discontinua in quelle Orientali;
- 4) Il bacino della molassa, prisma di sedimenti oligocenico – neogenici, che si estende dal lago di Ginevra a Vienna;
- 5) Le sottili falde di scollamento del Giura franco – svizzero.

A sud della Linea Insubrica si collocano le Alpi Meridionali, o dominio Sudalpino, deformato durante l'evento alpino da sistemi di pieghe e thrust sud-vergenti, la cui terminazione meridionale è sepolta sotto i sedimenti del bacino molassico del Po.

La pila delle falde della placca europea comprende tutte le unità continentali ed oceaniche che sono state subdotte a profondità sottocrostaali e in seguito riportate a livelli superficiali, dove, la maggior parte di queste, ha subito trasformazioni metamorfiche in facies scisti verdi o anfibolitica.

Con riferimento alla Val d'Aosta, in successione dall'alto verso il basso e procedendo dalle zone interne della catena verso l'avampaese meso-europeo si distinguono litologie appartenenti al dominio Austroalpino, Pennidico ed Elvetico-Delfinese. Ciascuno di questi domini comprende falde e unità tettoniche, costituite da differenti litologie e diversamente coinvolte negli eventi strutturali e metamorfici alpini.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO

Nell'area di studio si riconoscono litologie appartenenti al **dominio Austroalpino** e alla **Zona ofiolitica Ligure-Piemontese**.

Tra i lembi di ricoprimento **Austroalpini** si distinguono la falda della *Dent Blanche* e del *Mont Mary*, deformati e metamorfosati, a partire dal Cretacico fino all'Eocene in condizioni di facies da scisti blu a scisti verdi (Diehl *et al.*, 1952; Ballèvre *et al.*, 1986; Canepa *et al.*, 1990; Manzotti *et al.*, 2014). La falda della *Dent Blanche* comprende due unità tettoniche:

- 1) la Serie di Valpelline, costituita da paragneiss con intercalati marmi e metabasiti. L'impronta metamorfica dominante è in facies da granulitica ad anfibolitica e riflette l'evoluzione prealpina (Nicot, 1977; Gardien *et al.*, 1994; Manzotti e Zucali, 2013);
- 2) la Serie di Arolla, con graniti, granodioriti e quarzodioriti di età Permiana (Bussy *et al.*, 1998), trasformati in ortogneiss e scisti di vario tipo dall'orogenesi alpina (Diehl *et al.*, 1952; Roda e Zucali, 2008). Il contatto tra la Serie di Valpelline e quella di Arolla è sottolineato da una milonite con spessore piuttosto ridotto, ma continua lungo tutta la Valpelline (Pennacchioni e Guermani, 1993).

La falda del *Mont Mary* comprende anch'essa due unità tettoniche, derivate da protoliti prealpini di diverso tipo (Dal Piaz *et al.*, 2010):

- 1) l'Unità Inferiore è costituita da rare anfiboliti e granitoidi porfirici e da dominanti parascisti, che preservano un evento metamorfico prealpino in facies anfibolitica;
- 2) l'Unità Superiore è molto simile alla Serie di Valpelline, dalla quale si differenzia per la presenza di rare lenti di peridotiti di mantello (Pennacchioni e Cesare, 1997).

Le falde della *Dent Blanche* e del *Mont Mary* sono separate da una zona di intensa laminazione duttile di età alpina, chiamata *Roisan-Cignana Shear Zone* (Manzotti, 2011; Manzotti *et al.*, 2014). Quest'ultima mostra una deformazione polifasica in condizioni metamorfiche da scisti blu a scisti verdi e coinvolge scaglie di meta-sedimenti Paleozoici (scaglie della Becca di Salé), resti di una copertura sedimentaria mesozoica (Zona di Roisan), principalmente costituita da carbonati di piattaforma triassici. Queste scaglie pre-alpine ed alpine sono intensamente deformate insieme con scaglie di ortogneiss milonitici della Serie di Arolla (*Dent Blanche*) e dell'Unità Inferiore (*Mont Mary*).

La **Zona ofiolitica Ligure-Piemontese** è stata interpretata come ciò che rimane del bacino oceanico Ligure-Piemontese, costituito da ofioliti e tettonicamente interposto alla crosta continentale durante la collisione continente-continente. E' considerata come un sistema di falde strutturalmente composite, che viene suddiviso sulla base dell'evoluzione metamorfica e dei caratteri litologici, in due unità tettoniche principali, la Zona di Zermatt-Saas e la Zona del Combin (Bearth, 1967; Dal Piaz e Ernst, 1978; Dal Piaz, 1988; Martin *et al.*, 1994). Mentre la *zona di Zermatt-Saas* è dominata da metamorfismo in facies eclogitica (Barnicoat e Fry, 1986; Groppo *et al.*, 2009), l'impronta metamorfica dominante della *Zona del Combin* è in facies scisti verdi (Sperlich, 1988).

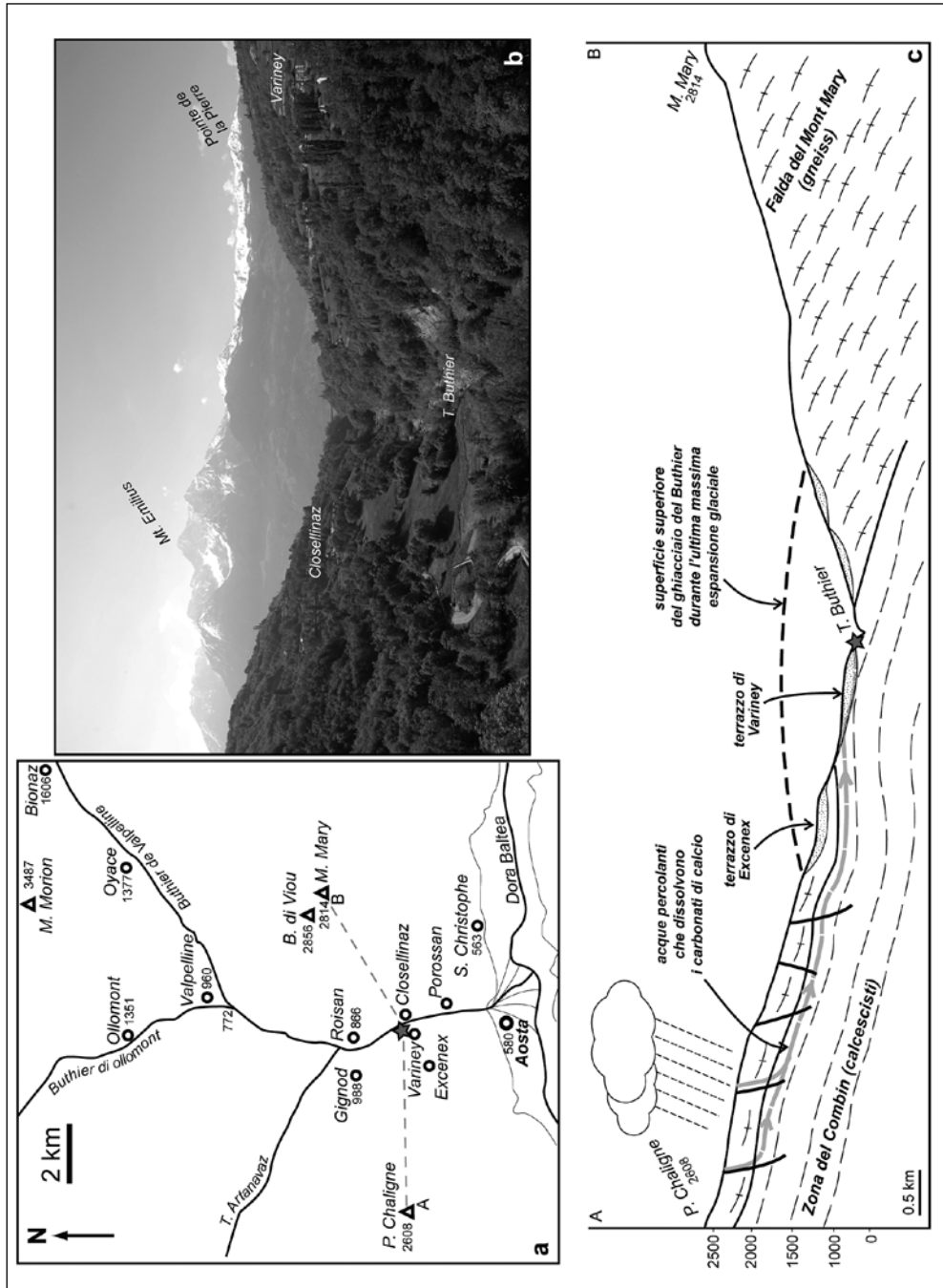


Fig. 1 - (a) Ubicazione geografica dell'area studiata e posizione dei travertini (stella). La linea tratteggiata indica la posizione della sezione geologica. (b) Panorama sulla bassa valle del torrente Buthier. (c) Sezione geologica dell'area oggetto della ricerca. Si noti l'intensa fratturazione che interessa l'intero fianco della Punta Chaligine e la conseguente infiltrazione di acque meteoriche negli ammassi rocciosi, costituenti questo versante.

La *Zona del Combin* consiste in sequenze spesse, tettonicamente composite di scisti ricchi in quarzo e metaconglomerati, quarziti dello Scitico, marmi e dolomie del Triassico, seguiti da calcescisti pre-ofiolite Liassici e da breccie sedimentarie di piattaforma e di ambiente epicontinentale. Questo complesso basale è sovrastato da intercalazioni di livelli metasedimentari torbiditici (calcescisti, marmi e scisti a clorite, mica chiara e quarzo) e orizzonti metavulcanici (prasiniti, metabasiti porfiroblastiche ad albite, clorite, attinolute ed epidoto), che localmente contengono quarzo, mica bianca e carbonati e sono generati da effusioni basaltiche sottomarine, ialoclastiti, tufi e tufti. Alcune lenti di rocce ultrafemiche serpentizzate e di metagabbri si trovano nella sequenza ofiolitica come frammenti tettonici o come melanges sedimentari probabilmente derivati dal bacino Ligure - Piemontese (Dal Piaz e Ernst, 1978; Dal Piaz, 1988; Cartwright e Barnicoat, 2002).

LA BASSA VALLE DEL TORRENTE BUTHIER

La bassa valle del torrente Buthier è situata a nord della città di Aosta (Fig. 1a, 1b). L'area oggetto di studio è situata in corrispondenza del centro abitato di Variney (UTM ED 1950 coordinate: 0369142 – 5069497, 668 m s.l.m.). L'area è accessibile solo in condizioni di limitata quantità d'acqua nel torrente, seguendo un sentiero, attualmente poco ben tracciato e ricoperto da vegetazione, che, partendo da Variney (frazione di Gignod), raggiunge il torrente. Un cartello di colore giallo (indicante il numero 76), che segnala la presenza di un metanodotto, è posto in corrispondenza dell'inizio del sentiero.

Geologia

La sezione della bassa valle del torrente Buthier è geologicamente caratterizzata da sequenze di calcescisti e metaofioliti della falde Liguri-Piemontesi (*Zona del Combin*), limitate a nord-ovest dalla falda Austroalpina del Mont Mary, tettonicamente in posizione più elevata sulla pila delle falde (Fig. 1c).

Le litologie presenti nell'area di studio sono:

- Calcescisti, quarzo-miscisti grafitici, meta-dolomie della Zona di Roisan, intercalati con ortogneiss milonitici della Serie di Arolla (Dent Blanche s.s.) e dell'Unità Inferiore (Mont Mary) lungo la Roisan-Cignana-Shear Zone (Manzotti *et al.*, 2014).
- Calcescisti, breccie tettoniche carbonatiche e filladi con una prevalente impronta in scisti verdi appartenenti alle formazioni mesozoiche della zona del Combin (localmente chiamata Unità dell'Aouilletta; Polino *et al.*, 2012). L'impronta metamorfica dominante in queste rocce è in facies scisti verdi.

Morfologia della bassa valle del torrente Buthier e depositi quaternari

La bassa valle del torrente Buthier, che si estende dalla confluenza del Torrente Buthier fino allo sbocco vallivo a nord di Aosta, rappresenta un bacino tributario della

Val d'Aosta. Il torrente Buthier riceve gli apporti idrici di tre principali corsi d'acqua, il torrente Buthier di Valpelline, il torrente Buthier d'Ollomont e il torrente Artanavaz (Fig. 1a). La morfologia di questa valle riflette i processi legati all'orogenesi alpina, alla successiva storia tettonica e agli episodi di espansione glaciale del ghiacciaio del Buthier. La conformazione dei versanti è infatti dominata, a varia scala, dalle forme ereditate dal glacialismo, soprattutto nel corso dell'ultima grande espansione del tardo Pleistocene.

Il versante destro della bassa valle del Buthier è caratterizzato dalla presenza di superfici terrazzate, di notevole estensione e continuità: esempi sono il terrazzo di Excenex-Arpuilles a quota 1000-1100 m circa, e quello di Variney-Signayes a quota 700-800 m. Questi ripiani rappresentano superfici di erosione modellate nel substrato roccioso e successivamente ricoperte da depositi morenici.

La copertura quaternaria è principalmente costituita da depositi risalenti per lo più all'ultimo episodio glaciale del Pleistocene superiore (all'incirca tra 25000 e 10.000 anni BP) e al successivo periodo post-glaciale (riferibile all'Olocene, cioè agli ultimi 10.000 anni BP 14C convenzionali), fino all'Attuale. Risultano predominanti i depositi appartenenti al Subsistema di Excenex (terza fase di approfondimento – *Last Glacial Maximum* (LGM), Pleistocene Superiore). Quest'ultimo fa parte del Sistema di Ivrea, il quale comprende i depositi e le forme legate al reticolato idrografico e glaciale dell'ultima grande espansione glaciale del Pleistocene superiore e alle fasi di ritiro ad essa associate (Polino *et al.*, 2012).

I principali tipi di depositi riconosciuti sono:

- Il till di allogamento, che costituisce le porzioni superficiali dei terrazzi di Excenex-Arpuilles e di Variney-Signayes, sul versante destro della bassa valle del Buthier, mentre alle quote più elevate, intorno a 1250 m, esso viene sostituito da till di ablazione.
- Deposit di contatto glaciale, costituiti prevalentemente da lembi di ghiaie e sabbie fini (in località Gignod e Roisod) e depositi di frana con trasporto glaciale, che ricoprono localmente il till di allogamento. Tra i depositi di frana con trasporto glaciale, si distinguono per la loro notevole estensione (circa 2,5 km di lunghezza) depositi a grandi massi lastriformi monogenici, costituiti da calcescisti marmorei, nei pressi del terrazzo di Planet-Excenex.
- Alle quote più basse, lungo i versanti in corrispondenza del raccordo con il fondovalle, sono presenti depositi di contatto glaciale e fluvio-glaciali. Un bel esempio, legato al ghiacciaio del Buthier, è osservabile sulla sinistra idrografica dell'omonimo torrente, tra Roisan e Porossan, tra le quote 700-950 m.
- Un corpo sedimentario terrazzato con ghiaie sabbiose di genesi fluvio-glaciale è invece osservabile tra le frazioni di Closelinaz e Cêche: la sua origine è legata allo scaricatore laterale sinistro del ghiacciaio del Buthier.

Una Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (DGPV) è stata riconosciuta lungo il fianco della Punta Chaligne (sul versante destro della bassa valle del Buthier): in questa area le deformazioni sono il risultato di discontinuità di natura tettonica, quali zone di deformazione ad alto angolo (sistemi di faglie di Chaligne e di Gignod; Malusà, 2004; Bistacchi *et al.*, 2009). La DGPV della Punta Chaligne è responsabile della messa in posto di estese falde detritiche, le quali ricoprono quasi interamente il versante orientale della Punta Chaligne al di sopra della quota di 1400 m.

Gradini di scivolamento e trincee di versante di origine gravitativa sono anch'esse espressione superficiale dei movimenti che avvengono lungo queste superfici di natura tettonica. Il substrato roccioso è a sua volta interessato da intensa fratturazione, favorendo lo sviluppo di incrostazioni carbonatiche e gessose in corrispondenza delle superfici di fratturazione. La formazione di ammassi di travertini all'emergenza delle acque circolanti entro gli ammassi rocciosi deformati è stata osservata lungo il fianco destro del torrente Buthier, a E-SE di Variney, in un'area apparentemente non interessata da deformazione, ma situata sul prolungamento della DGPV della Punta Chaligne. Questi travertini costituiscono l'oggetto di studio di questo lavoro.

I TRAVERTINI DELLA BASSA VALLE DEL TORRENTE BUTHIER

Nella bassa valle del torrente Buthier sono presenti ammassi e lenti di travertini, la cui formazione, come sopra ricordato, è probabilmente favorita dalla DGPV della Punta Chaligne, la quale produce un'intensa fratturazione dell'intero versante. La genesi di questi corpi di travertini è associata alla presenza di rocce carbonatiche (e.g. calcescisti e marmi dell'unità del Combin) con alto grado di fratturazione, nella quali la continua circolazione di acque meteoriche favorisce i processi di dissoluzione del materiale carbonatico e la successiva precipitazione di tale materiale, in corrispondenza dei punti di emergenza delle acque di percolazione. I travertini si sviluppano a E-SE dell'abitato di Variney, lungo una fascia, che si estende per circa 20-25 m, dal bosco fino al torrente Buthier.

I corpi di travertino sono grossolanamente stratificati secondo il pendio attuale e poggiano direttamente sui calcescisti e i marmi dell'unità del Combin (Fig. 2a-b). Di colore giallastro o marroncino chiaro, si distinguono per la loro natura friabile. Sono associati a concrezioni di natura carbonatica (Fig. 2c), di colore grigio-giallastro e sviluppo metrico. Sono inoltre costituiti da concrezioni vacuolari talora incrostanti piante igrofile (Bryophyta) (Fig. 2d). Impronte di radici, rami di diametro fino a 5 cm sono facilmente visibili come cavità allungate di forma pseudo-cilindrica. Localmente le incrostazioni inglobano impronte di foglie, in gran parte rappresentate da latifoglie (Fig. 3) e nicchi di molluschi, privi di viventi, di dimensioni fino a 1 cm (Fig. 4). In base alla scarsa preservazione dei caratteri morfologici delle foglie è molto difficile identificare sicuramente le specie presenti. Nei corpi di travertino l'unica specie di molluschi riconosciuta è *Oxychilus sp.* (Famiglia Zonitidae).

CONCLUSIONI

Nella valle del torrente Buthier i travertini sono totalmente assenti al di sopra del paese di Valpelline: la loro assenza è determinata dalla mancanza di rocce carbonatiche in questa parte della valle. Al di sotto di Valpelline, rocce carbonatiche sono presenti sia nella Zona di Roisan sia nella Zona del Combin. I travertini studiati sono il risultato della percolazione di acque meteoriche nei calcescisti della Zona del Combin, la quale determina la dissoluzione di carbonati di calcio presenti in queste rocce. La

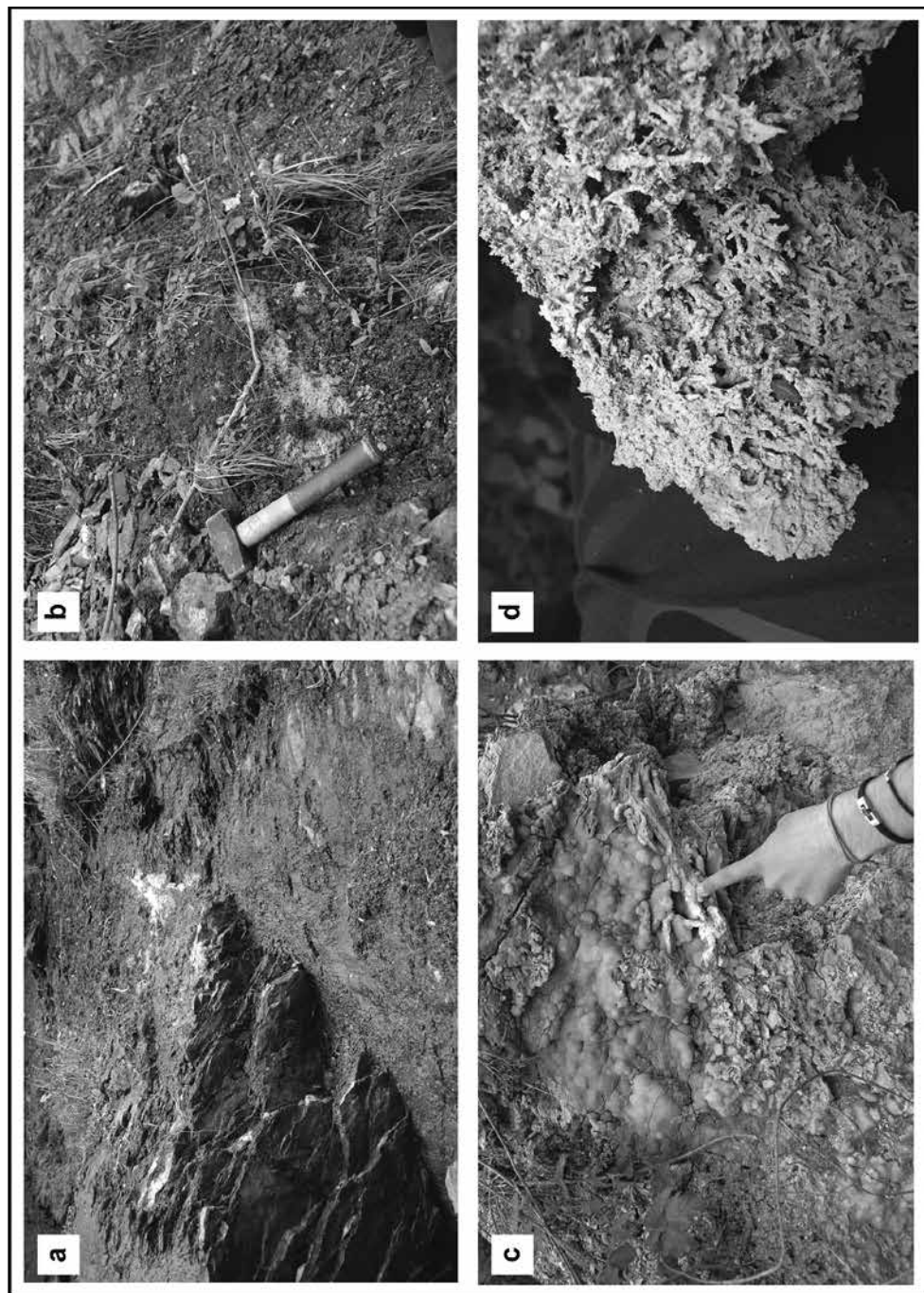


Fig. 2 - (a-b) Aspetto degli affioramenti dei travertini studiati. (c) Concrezioni di natura carbonatica. (d) Concrezioni vacuolari incrostanti piante igrofile (Bryophyta).

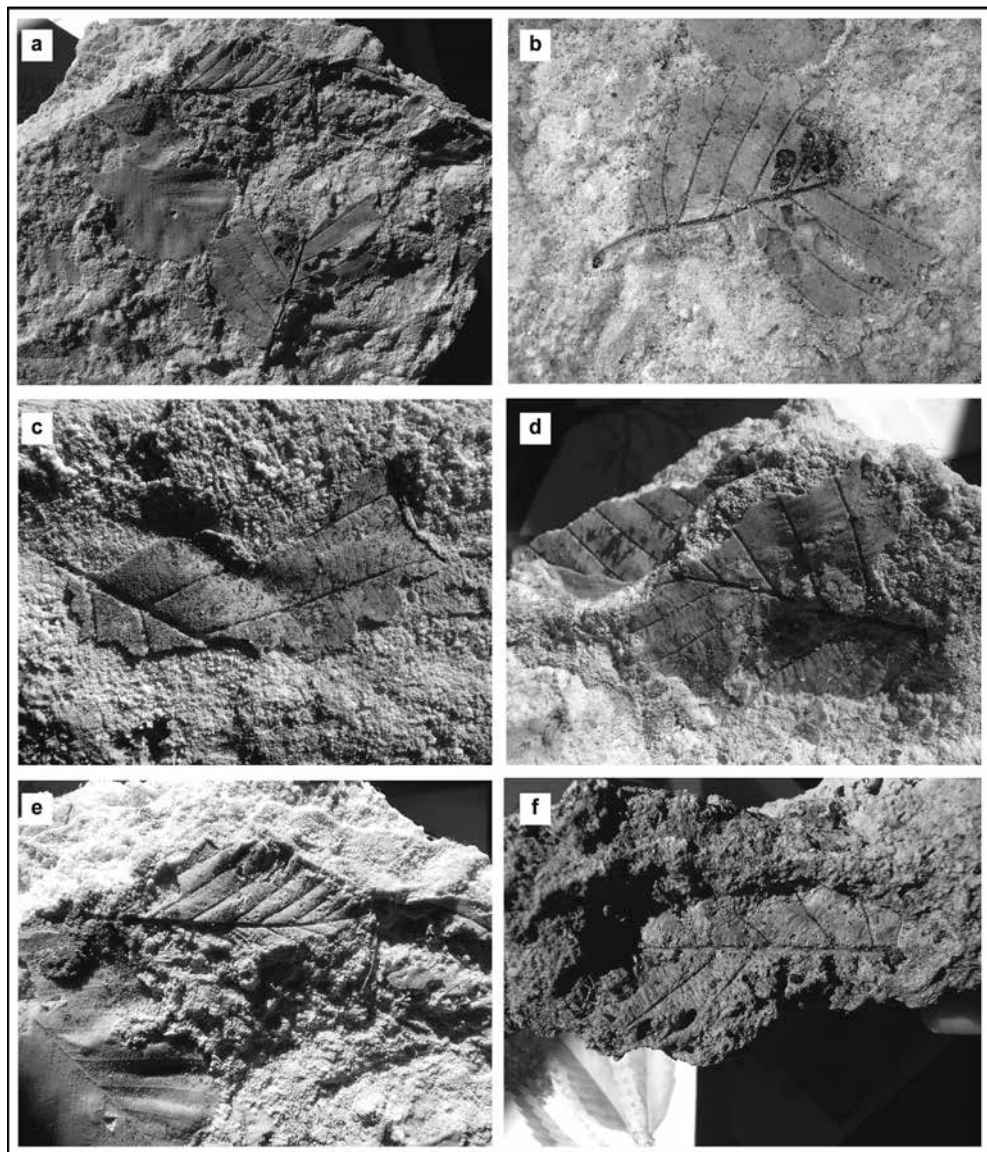


Fig. 3 - Tavola che mostra le diverse impronte di foglie rinvenute nei corpi di travertino.
Si tratta in tutti i casi di foglie penninervie.

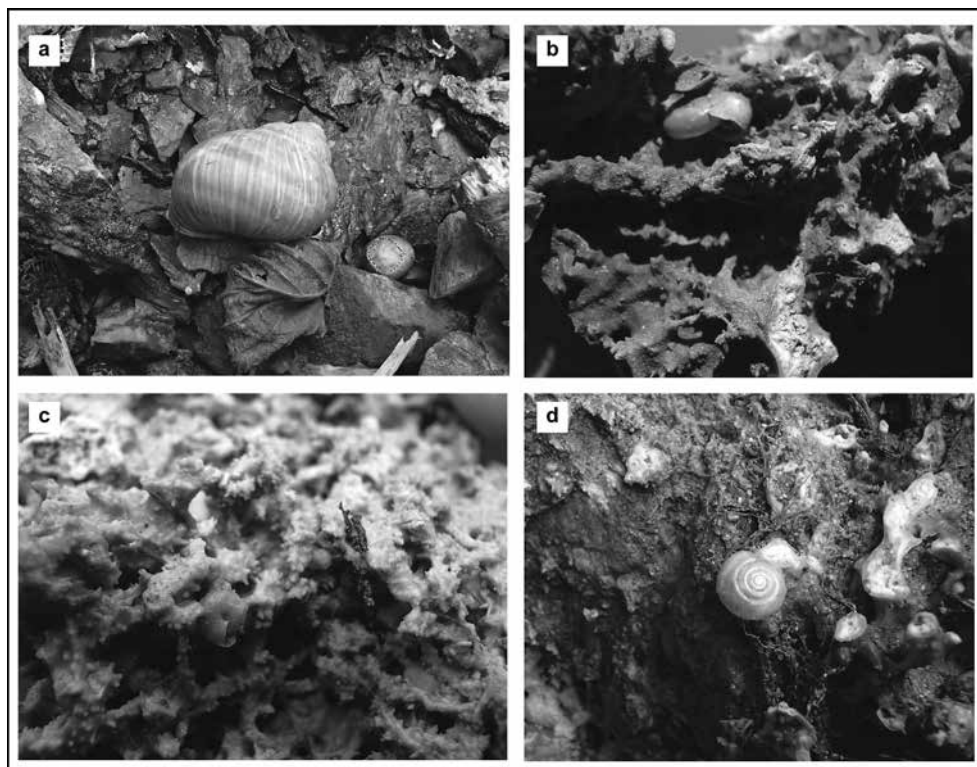


Fig. 4 - Tavola che mostra i molluschi viventi (a, *Helix pomatia*) ritrovati nell'area di studio e i nicchi privi di viventi presenti nei corpi di travertino (b-c-d, *Oxychilus sp.*).

riprecipitazione di questi carbonati, all'emersione delle acque circolanti, dà luogo alla formazione dei travertini.

La valle del torrente Buthier è stata modellata dal ghiacciaio del Buthier, la cui massima espansione si è verificata circa 20000 anni fa. I travertini studiati si sono formati dopo il ritiro del ghiacciaio del Buthier (Olocene) e sono ancora in corso di formazione. Il ritiro di questo ghiacciaio è avvenuto in diversi distinti episodi ed è testimoniato da diversi depositi morenici, tuttora osservabili su entrambi i versanti della valle. Le acque meteoriche si infiltrano nei calcescisti della Zona del Combin e successivamente percolano nei depositi morenici. La formazione dei travertini è osservata in corrispondenza delle zone di emersione delle acque meteoriche (a est del paese di Variney). L'infiltrazione delle acque meteoriche è probabilmente favorita dalla presenza di un'intesa fratturazione degli ammassi rocciosi, risultato della deformazione gravitativa profonda che interessa l'intero fianco della Punta Chaligne.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano Maurizio Bovio, Francesco Prinetti e Roberto Sindaco per la rilettura critica del testo. Si ringraziano inoltre i compagni delle escursioni al torrente Buthier (Daniele Regis e Christophe Real).

BIBLIOGRAFIA

- Ballèvre M., Kiénast J. R., Vuichard, J. P., 1986. La “nappe de la Dent-Blanche” (Alpes occidentales): Deux unités austroalpines indépendantes. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 79: 57-74.
- Barnicoat A. C., Fry N., 1986. High-pressure metamorphism of the Zermatt-Saas ophiolite zone, Switzerland. *Journal of the Geological Society of London*, 143: 607-618.
- Bearth P., 1967. Die Ophiolite der Zone von Zermatt-Saas Fee. *Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz* (NF), 132, 130 p.
- Bistacchi A., Pennacchioni G., Gatta G. D., Grizzetti R., 2009. Seismic slip at the base of the seismogenic crust along the exhumed extensional Oligocene Trois Villes Fault (Western Italian Alps). *Geophysical Research Abstracts*, 11: 11855.
- Bucher K., Fazis Y., De Capitani C., Grapes R., 2005. Blueschists, eclogites, and decompression assemblages of the Zermatt-Saas ophiolite: High-pressure metamorphism of subducted Tethys lithosphere. *American Mineralogist*, 90: 821-835.
- Bussy F., Venturini G., Hunziker J. C., Martinotti G., 1998. U-Pb ages of magmatic rocks of the Western Austroalpine Dent-Blanche-Sesia Unit. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 78: 163-168.
- Canepa A., Castelletto M., Cesare B., Martin S., Zaggia L., 1990. The Austroalpine Mont Mary nappe (Italian Western Alps). *Memorie di Scienze Geologiche*, 42: 1-17.
- Cartwright I., Barnicoat A. C., 2002. Petrology, geochronology, and tectonics of shear zones in the Zermatt-Saas and Combin zones of the Western Alps. *Journal of Metamorphic Geology*, 20: 263-281.
- Dal Piaz G. V., Ernst W.G., 1978. Areal geology and petrology of eclogites and associated metabasites of the Piemonte ophiolite nappe, Breuil – St Jacques area, Italian Western Alps. *Tectonophysics*, 51: 99-126.
- Dal Piaz G. V., 1988. Revised setting of the Piedmont zone in the northern Aosta valley, Western Alps. *Ophioliti*, 13: 157-162.
- Dal Piaz G. V., 1999. The Austroalpine-Piedmont nappe stack and the puzzle of Alpine Tethys. *Memorie di Scienze Geologiche*, 51: 155-176.
- Dal Piaz G. V., Gianotti F., Monopoli B., Pennacchioni G., Tartarotti P., Schiavo A., 2010. *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 091 Chatillon*. Servizio Geologico d'Italia, Foglio 091, 5-152.
- Diehl E. A., Masson R., Stutz A. H., 1952. Contributo alla conoscenza del ricoprimento della Dent Blanche. *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 17: 1-52.
- Gardien V., Reusser E., Marquer D., 1994. Pre-Alpine metamorphic evolution of the gneisses from Valpelline series (Western Alps, Italy). *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 74: 489-502.
- Groppe C., Beltrando M., Compagnoni R., 2009. The P-T path of the ultra-high pressure Lago di Cignana and adjoining high-pressure meta-ophiolitic units: insights into the evolution of the subducting Tethyan slab. *Journal of Metamorphic Geology*, 27: 207-231.
- Malusà M. G., 2004. *Post-metamorphic evolution of the Western Alps: kinematic constraints from a multidisciplinary approach (geological mapping, mesostructural analysis, fission-track dating, fluid inclusion analysis)*. PhD thesis, Università di Torino – CNR-IGG, 1-320.
- Manzotti P., 2011. Petro-structural map of the Dent Blanche tectonic system between Valpelline and Valtouranche valleys, Western Italian Alps – 1: 20 000, 1: 10 000, 1: 2500. *Journal of Maps*, 7: 340-352.
- Manzotti P., Zucali M., 2013. The pre-Alpine tectonic history of the Austroalpine continental basement in the Valpelline unit (Western Italian Alps). *Geological Magazine*, 150: 153-172.
- Manzotti P., Ballèvre M., Zucali M., Robyr M., Engi M., 2014. Geometry and kinematics of the Roisan-Cignana Shear Zone, and the orogenic evolution of the Dent Blanche Tectonic System (Western Alps). *Swiss Journal of Geosciences*, doi: 10.1007/s00015-014-0157-9.
- Martin S., Tartarotti P., Dal Piaz G.V., 1994. The Mesozoic ophiolites of the Alps: a review. *Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata*, 36: 175-219.

- Nicot E., 1977. *Les roches méso- et catazonales de la Valpelline (nappe de la Dent Blanche, Alpes Italiennes)*. Ph.D. dissertation, Université de Paris, France, 211 p.
- Pennacchioni G., Guermani A., 1993. The mylonites of the Austroalpine Dent Blanche nappe along the northwestern side of the Valpelline Valley (Italian Western Alps). *Memorie di Scienze Geologiche*, 45: 37-55.
- Pennacchioni G., Cesare B., 1997. Ductile-brittle transition in pre-Alpine amphibolite facies mylonites during evolution from water-present to water-deficient conditions (Mont Mary nappes, Italian Western Alps). *Journal of Metamorphic Geology*, 15: 777-791.
- Polino R., Malusà M. G., Martin S., Carraro F., Gianotti, F., Bonetto, F., 2012. *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 090, Aosta*. Servizio Geologico d'Italia, 1-148 (disponibile online at http://geonavst.partout.it/Data/Geologia/90_NoteIllustrative.pdf).
- Roda M., Zucali, M., 2008. Meso and microstructural evolution of the Mont Morion metaintrusives complex (Dent Blanche nappe, Austroalpine domain, Valpelline, Western Italian Alps). *Italian Journal of Geosciences*, 127: 105-123.
- Sperlich R., 1988. The transition from crossite to actinolite in metabasites of the Combin unit in Vallée St. Barthélemy (Aosta, Italy). *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 68: 215-224.

RIASSUNTO

Entro la bassa valle del torrente Buthier, a est dell'abitato di Variney, dei corpi di travertini, contenenti piante e molluschi fossili, affiorano in corrispondenza del torrente Buthier. Questi travertini derivano dalla precipitazione, tuttora in corso, di carbonati di calcio, la quale avviene principalmente attorno a fronde di muschio all'emergenza delle acque sotterranee che circolavano sul versante ovest della valle, entro i calcescisti della zona del Combin.

RÉSUMÉ

Les travertins post-glaciaires de la basse vallée du Buthier, au nord d'Aoste, avec des notes sur les caractéristiques géologique et morphologiques de la région.

Dans la basse vallée du Buthier, à l'E de Variney, affleurent au bord du torrent des travertins contenant des plantes et des mollusques fossiles. Ces travertins résultent de la précipitation encore active de carbonate de calcium, essentiellement autour des frondes de mousses dans une zone de résurgence d'eaux souterraines ayant percolé sur le versant ouest de la vallée dans les calcschistes de la zone du Combin.