GUIDA PRATICA PER GUIDE GEOLOGICHE

CORRADO VENTURINI

ISBN 978-88-940394-1-2

Interreg
Italia-Österreich
European Regional Development Fund

Geoparco delle Alpi Carniche
Geopark Karnische Alpen

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE ED ENERGIA
Servizio geologico

Corrado Venturini
www.corradoventurini.it

GUIDA PRATICA PER GUIDE GEOLOGICHE

Geo-escursioni: cosa dire, come dirlo

Geoparco delle Alpi Carniche

Autore (testi, fotografie, disegni)
Prof. Corrado Venturini
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali

Responsabile del progetto
Ing. Fabrizio Fattor
Direttore Servizio Geologico, Direzione Centrale Ambiente ed Energia Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

Referenti tecnici per il Servizio geologico, RAFVG
Dott.ssa geol. Sara Bensi e Dott.ssa geol. Chiara Piano
Servizio Geologico, Direzione Centrale Ambiente ed Energia Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

Coordinamento editoriale
Cooperativa Cramars, Tolmezzo

Grafica
Kesaqui.com

Stampa
Tipografia Cortolezzis, Paluzza

ISBN
978-88-940394-1-2

Nell'ambito del Progetto, finanziato dal Programma Interreg V-A Italia-Austria 2014-2020 GeoTrAC - Geoparco Transfrontaliero delle Alpi Carniche, il Servizio Geologico della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, in collaborazione con gli altri partner, in particolare il Museo Friulano di Storia Naturale (Lead partner) e l'UTI della Carnia, ha sostenuto questo compendio per la formazione delle Guide geologiche del geoparco delle Alpi Carniche. Obiettivo del progetto GeoTrAC è infatti la creazione di un geoparco transfrontaliero volto alla valorizzazione e divulgazione, anche in chiave turistica, dello straordinario patrimonio geologico rappresentato da questo territorio. Il manuale è nato anche a completamento del primo corso di Guide geologiche del geoparco che si è tenuto in settembre 2018, co-organizzato dalla Soc. Coop. Cramars e il Servizio Geologico RAFVG e al quale hanno partecipato come docenti il Prof. Corrado Venturini, il Dott. Giuseppe Muscio e l'Ing. Fabrizio Fattor.

Un particolare ringraziamento a Giuseppe Muscio, Cristiana Agostinis, e Daniela De Prato "fulcri" del geoparco Alpi Carniche nonché a Sara Bensi e Chiara Piano del Servizio geologico RAFVG per la revisione del manoscritto. Un grato ringraziamento anche ad Annalisa Bonfiglioli, per il suo perfetto ed indispensabile ruolo di collegamento e regia.

REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA
DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE ED ENERGIA
Servizio geologico

*Corrado Venturini
www.corradoventurini.it

GUIDA PRATICA PER GUIDE GEOLOGICHE

Geo-escursioni: cosa dire, come dirlo

Geoparco delle Alpi Carniche

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
* Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali



Foto M. Casanova

INDICE

Introduzione 7

1) La progettazione di un percorso geo-escursionistico 9

2) Rapporti Guide/Escursionisti 14

3) Materiali, strumenti e strategie 19

4) Concetti geologici di base 29

5) Un paradigma geologico 78

6) Geologia del geoparco delle Alpi Carniche 81

7) Geo-itinerari: spunti e appunti 91

Conclusioni 134

Appendice normativa 135

Foto M. Casanova

INTRODUZIONE

"Chi di voi è privo di patente di guida?" Immagino nessuno. *"E chi di voi ha mai pensato che per saper guidare come si deve, con perizia e sicurezza, sarebbe bastato apprendere l'uso del cambio, dei freni e della frizione, aggiungendovi qualche mirata lezione di guida?"* Anche in questo caso, presumo con certezza, nessuno.
Così come non sarà sufficiente, pur frequentando le uscite programmate con gli esperti, leggere e assimilare i contenuti di questa guida per trasformarsi in operatori autonomi e sicuri.
Guide geologiche in grado non solo di illustrare situazioni e contesti, ma soprattutto di rispondere alle sempre più numerose domande degli appassionati. Escursionisti che, con altrettanta passione, prenderete sotto la vostra guida e tutela.
La propria personale, completa trasformazione avverrà col tempo.
Sarà il prodotto della diretta esperienza maturata attraverso decine di escursioni guidate da voi stessi, in piena autonomia, sul territorio regionale.
Nondimeno, ricordando il paragone iniziale, sarà il contenuto di queste poche pagine a indicare ad ognuno di voi il sentiero metaforico da intraprendere con volontà ed impegno.
Un sentiero appena tracciato che riceverete in consegna e che, con caparbietà ed entusiasmo, dovrete riproporvi di allargare, segnalare, rendere adatto e percorribile a coloro i quali, nel corso degli anni futuri, vi eleggeranno a loro guida nella scoperta del territorio e dei suoi più mirabili segreti geologici.



1

LA PROGETTAZIONE DI UN PERCORSO GEO-ESCURSIONISTICO

Nella gran parte dei casi, quanto disporrete, mostrerete e analizzerete durante le vostre uscite è stato ricavato e desunto dalla lettura di ricerche e scoperte altrui. Diventa dunque propedeutico assimilare nel migliore dei modi la bibliografia, ossia gli studi precedenti, tenendo presente che ormai, per la gran parte delle situazioni geologiche s.l. comprese nel territorio del *geoparco delle Alpi Carniche* - oggetto specifico di questa guida - esistono tanto le pubblicazioni scientifiche quanto le trattazioni divulgative di quei medesimi dati e processi geologici. Il che vi semplifica non poco la vita.
Molto spesso (e ne sono felice!) le circostanze richiedono che io stesso mi cali nel ruolo di *Guida* assumendo la conduzione di un gruppo alla scoperta dell'evoluzione geologica di un dato settore (Fig. 1).
Prescindendo dal fatto che la mia è una posizione privilegiata, in quanto mi capita sempre di descrivere e spiegare contesti e situazioni che ho investigato in prima persona, vediamo quale prassi adotterei nel caso mi fosse assegnato un gruppo da condurre lungo un percorso che attraversa settori da me conosciuti solo superficialmente. Preferisco procedere per punti. Favoriscono la comprensione e l'assimilazione.

Fig. 1
Il territorio durante un'escursione può diventare un'aula senza pareti. Massiccio Coglians-Chianevate.



Fig. 1

a) Le carte

Preliminarmente cerco di ottenere gli stralci delle carte topografiche e geologiche a diverse scale dell'area oggetto dell'escursione (Fig. 2).

b) La ricerca bibliografica

Raccolgo poi le relative pubblicazioni scientifiche e quelle divulgative, tenendole separate. Saranno l'importante riferimento ai più svariati

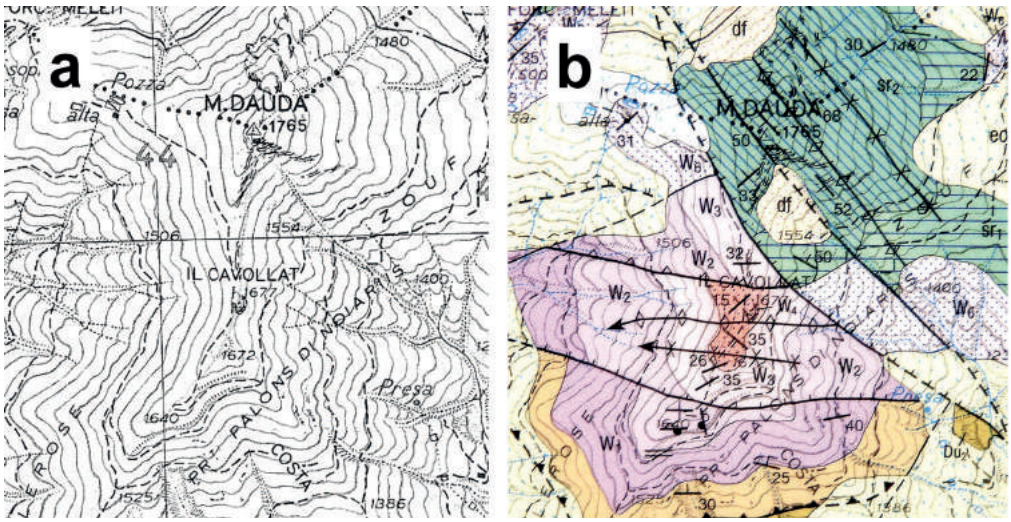


Fig. 2

Può tornare sicuramente utile scaricarsi le cartografie e i dati disponibili sul sito della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia; in particolare le carte topografiche (CTRN) a diverse scale si trovano nelle pagine web dell'IRDAT FVG (Infrastruttura Regionale dei Dati Ambientali e Territoriali), al link:

http://www.regione.fvg.it/rafvg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/conoscere-ambiente-territorio/

La cartografia geologica in formato digitale, disponibile per il FVG si trova invece sul sito gestito dal Servizio geologico, al link:

http://www.regione.fvg.it/rafvg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA201/

argomenti geologici trattati per quel settore: successione stratigrafica (il *substrato*, Cap. 4, XI), fossili guida, dati sedimentologici, eventuale vulcanismo, depositi quaternari (le *coperture*, Cap. 4, XI), deformazioni tettoniche, morfologie, eventi franosi, sistemazioni antropiche, ...

c) Le pubblicazioni divulgative

Leggo per primi i lavori divulgativi, in quanto sono in grado di fornirmi, in modo rapido e conciso, una corretta versione semplificata dei caratteri e dell'evoluzione della zona in oggetto. In questo caso è importante scegliere le letture in modo mirato (un po' come quando si naviga in Internet per... cercare certezze: non le trovate ovunque,

Fig. 2
Stralci di carta topografica (a) e geologica (b), realizzata quest'ultima sulla base topografica.

tutt'altro!). Il consiglio è di capire, prima ancora di addentrarsi nella lettura, se l'ente patrocinante della pubblicazione è un soggetto geologicamente accreditato (Regione, Musei con sezioni di geo-scienze, Servizio geologico, ...), oppure no. Nel caso non riusciate a calibrare il vostro giudizio, chiedete un parere agli esperti. Basta una semplice e-mail al Museo Friulano di Storia Naturale o al Servizio geologico regionale, o anche al sottoscritto, per non disperdere il proprio tempo e le energie in letture che potrebbero essere poco produttive o, nel peggiore dei casi, fuorvianti.

d) Le pubblicazioni scientifiche

Solo successivamente alla lettura dei lavori divulgativi (inerenti agli argomenti e ai luoghi toccati dall'escursione) mi immergo nell'assimilazione delle pubblicazioni scientifiche. I loro dati ed interpretazioni si inseriranno via via nel palinsesto semplificato - e per questo facilmente memorizzabile - che ho ricavato dalla lettura dei contributi divulgativi.

e) I dati utilizzabili

Durante la lettura delle pubblicazioni scientifiche mi segno i dati 'interessanti' che potrebbero essere utilizzati durante l'escursione. Per 'interessanti' intendo quelli che, a mio giudizio, sembrano avere le seguenti caratteristiche: **a)** possono essere compresi dai 'non geologi'; **b)** li ritengo importanti nell'ambito del percorso escursionistico che intendo strutturare; **c)** non appesantiscono la trattazione; **d)** incuriosiscono l'ascoltatore; **e)** completano e arricchiscono l'evoluzione del settore, così come intenderò presentarla.

f) Quanto racconterò

Durante la lettura della bibliografia tengo sempre presente che il rapporto tra quanto assimilo dai lavori divulgativi e quanto racconterò ai miei Escursionisti si aggirerà intorno all'80%. Al contrario, sarà meno del 20% la quantità dei dati scientifici che potrò utilizzare e soprattutto fare comprendere (cosa indispensabile!). Considerando queste percentuali teniamo sempre conto che i lavori divulgativi sono quasi sempre un derivato delle pubblicazioni scientifiche.

g) Spunti extra-geologici

Mi documento anche su eventuali presenze, nella zona scelta per l'escursione, di evidenze d'interesse extra-geologico (archeologico, storico, architettonico, rurale, ...) prevedendo di parlarne durante il percorso e - se direttamente intersecate - facendole diventare oggetto di breve visita. Cito, a titolo di esempio, gli scavi di *Iulium Carnicum* (Fig. 3).



Fig. 3
Scavi di Iulium Carnicum, l'odierna Zuglio.

h) Il percorso dell'escursione

Quando ho chiarito a me stesso l'evoluzione geologica del settore considerato e ho individuato sul territorio la posizione dei dati più rappresentativi, comprendo che è arrivato il momento di organizzare logisticamente il percorso escursionistico. Dovrà avere i seguenti requisiti: **a)** fattibile in una giornata (massimo 7-8 ore); **b)** prevedere un numero adeguato di soste in relazione alla lunghezza del tragitto complessivo e ai dislivelli da compiere; **c)** attraversare i punti dove toccare con mano i dati oggetto di discussione e i siti panoramici dai quali spaziare con lo sguardo su visioni d'insieme; **d)** contenere, quando possibile, dei punti di ristoro (caffè, 'pausa bagno', ...), spesso necessari per 'ricaricare le pile' dell'attenzione e della concentrazione; **e)** inoltre, il *punto di raduno* (inizio escursione) coinciderà quasi sempre con quello di termine dell'escursione, al fine di recuperare senza perdite di tempo e di energie (ormai esaurite!) i mezzi di trasporto.

i) La bozza dell'itinerario

Disegno quindi la bozza del percorso sulla fotocopia di una carta topografica per escursionisti, collocando la posizione delle singole soste. Mi informo che il *punto di raduno* abbia uno spazio adeguato e idoneo ad ospitare per un'intera giornata (preferibilmente senza tariffa di sosta!) i mezzi di trasporto degli Escursionisti.

j) Le singole soste

Sulla carta topografica numero progressivamente le soste dell'itinerario e in un foglio ne descrivo sinteticamente i contenuti. Ovvero: **I)** cosa mostro; **II)** come lo interpreto; **III)** quali le domande (semplici) da proporre loro; **IV)** quali i materiali (portati da me sul terreno) da mostrare e da utilizzare (acido cloridrico, lente, bussola, disegni, fotografie, ...); **V)** quali eventuali esperienze dirette posso fare eseguire agli escursionisti.

k) I tempi

Prevedo poi, indicativamente, i tempi delle singole soste, comprensivi di spazio da dedicare alle eventuali domande degli Escursionisti. Calcolo anche i tempi impiegati negli spostamenti da una sosta alla successiva, basandomi su una velocità di passo mai elevata. Ricordate che, in genere, quando una *Guida* è alle prime armi, tutti i tempi sono sempre sottostimati almeno del 20%.

l) Il pranzo al sacco

Individuo una sosta idonea a favorire la consumazione di un pranzo al sacco. Nel farlo la colloco in un orario utile (intorno alle 13) e verifico che il luogo abbia caratteristiche idonee. Meglio se posizionato in posti panoramici e/o spazi aperti, o lungo corsi d'acqua, oppure con ombra se la stagione è molto calda, o ancora nei pressi di un punto di ristoro, quando possibile.

m) La Locandina

Una volta perfezionati tutti i particolari logistici e scientifici, con l'utilizzo di Photoshop o programmi equivalenti,

realizzo una *Locandina* formato A4 contenente l'itinerario, inserito su base topografica (con relativa scala grafica), completo di *punto di raduno* (con posteggio!), di *soste geologiche*, di *soste extra-geologiche*, di *sosta pranzo*. Vi aggiungo, in evidenza, il toponimo principale di riferimento, la data e gli orari dell'escursione, nonché gli obiettivi (Fig. 4).

Se lo spazio lo consente è buona cosa inserire - in piccolo - il territorio regionale o del geoparco nel quale indicare la posizione dell'escursione stessa. Riporto inoltre anche il nome della *Guida* a cura della quale si svolge l'escursione e l'ente o gli enti sotto la cui egida si svolge l'iniziativa (Regione, Comune, UTI (ex Comunità Montane), CAI, geoparco, ...).

A questo punto cambia la prospettiva dalla quale osservare il tutto: ossia l'Escursione, gli Escursionisti e la loro *Guida*. Ho cominciato esponendovi uno dei modi in cui è possibile ideare un itinerario da trasformare in escursione. Ora è indispensabile passare a parlarvi di atteggiamenti e di comportamenti delle Guide nei confronti dei loro Escursionisti.

Fig. 4
Locandina tipo che illustra l'itinerario di un'escursione geologica.



Fig. 4

2 RAPPORTI GUIDE / ESCURSIONISTI

Vi è mai capitato di ascoltare una conferenza, un documentario, la spiegazione in TV di un fenomeno o di un determinato processo fisico, chimico, naturale, per poi realizzare che non tutto era stato chiarito o espresso chiaramente? È accaduto poche volte, lo so. Ma è accaduto. Si verifica di rado, perché solitamente chi struttura una conferenza, organizza un documentario, sviluppa una spiegazione, lo fa con cognizione di causa, senza improvvisare e soprattutto tenendo ben presente quali sono gli errori da evitare. Anche se non sempre il successo è assicurato.

Sono, in parte, gli stessi errori che anche una *Guida geologica* non dovrebbe mai commettere quando conduce sul territorio gli Escursionisti desiderosi di conoscere e di apprendere. Si tratta in questo caso di errori per così dire trasversali, ossia non riferibili alla materia oggetto di spiegazione, ma alle modalità di trasmissione del sapere e dei suoi contenuti. Voi stessi, per evitarli, avete un metodo infallibile: quando preparate i vostri interventi - siano essi tenuti lungo un percorso esterno o in una sala museale, oppure in un *auditorium* - provate sempre ad 'ascoltarvi' facendo finta di sapere poco o nulla dell'argomento del quale qualcuno (voi stessi!) vuol rendervi edotti.

Proviamo allora a scoprire insieme cosa evitare, tenendo sempre presente che il vostro non sarà mai un pubblico di specialisti, tutt'altro. Per di più, può accadere che tra i vostri ascoltatori ci sia chi, credendo di sapere, porta con sé sistematici errori concettuali, capaci di interferire con le vostre spiegazioni.

Ecco dunque una serie di buone norme didattico-divulgative e comportamentali da prendere in considerazione nel momento in cui iniziare a condurre un gruppo di Escursionisti lungo un certo percorso e, per esclusione, quelle *cose da evitare* alle quali prima si faceva riferimento.

a) Spontaneità

La prima impressione che date è sempre fondamentale; risulterà in grado di condizionare il grado di empatia che svilupperete con chi per un'intera giornata vi seguirà ascoltandovi. Siate sempre voi stessi, non recitate una parte. La spontaneità - pur con tutte le imprecisioni e pecche che spesso può portarsi dietro - genera molte più condivisioni che rifiuti.

b) Dedicatevi a tutti

Parlate con calma, sincerandovi che la vostra voce raggiunga sempre tutti (con gruppi numerosi si rende indispensabile

l'uso di un megafono). Cercate di guardare l'insieme delle persone, evitando di concentrare l'attenzione su pochi elementi. Molti comincerebbero a sentirsi esclusi.

c) Rimandate a dopo

Assumete sempre un atteggiamento di 'condivisione del sapere', mai di 'sfida a chi ne sa di più'. Questo anche quando vi imbatterete in chi, tra i partecipanti, desidera dare visibilità alle proprie conoscenze superiori alla media. In questi casi l'atteggiamento migliore è apprezzare l'intervento, ma al tempo stesso far in modo che non inneschi spiegazioni ed analisi troppo specifiche o approfondite, tali da escludere e distrarre l'attenzione del gruppo.
Una buona prassi è quella di rimandare a più tardi il confronto (a due, magari durante una delle pause dell'escursione) motivando tale scelta in funzione del mantenimento di una compatta attenzione da parte del gruppo, non idoneo a seguire discorsi troppo specialistici.

d) Enzimi divulgativi

Ogni *Guida*, ogni operatore, ha il proprio carattere e le proprie modalità di relazionarsi con gli altri. Chi è più timido (come inizialmente, per lungo tempo, lo è stato chi vi scrive!), chi più incerto, chi più riservato e chi più distaccato. Tutti però, indistintamente, sappiamo sorridere. Ecco, utilizzate il sorriso per generare confidenza, affidabilità e propensione all'ascolto.
Quando digeriamo il cibo, una qualsiasi pietanza, sono i succhi gastrici che svolgono il ruolo fondamentale. Se al succo gastrico, vario e articolato nelle sue componenti, togliessimo il contributo degli *enzimi digestivi*, l'intera assimilazione ne risulterebbe fortemente penalizzata, diventando molto più laboriosa, difficile e complessa. Fate sì che il sorriso sia sempre il vostro *enzima divulgativo* da usare a piene mani.

e) Frasi semplici e corte

Scandite bene le parole e organizzate frasi con poche subordinate. Evitate perciò le 'frasi a *matrioska*', dove la seconda spiega la prima e trova nella terza un appoggio che solo la quarta riesce a giustificare! Esposti così i concetti sono sempre difficili da seguire, specialmente in ambienti esterni dove ogni elemento del paesaggio e ogni collega d'escursione possono costituire motivo di distrazione.

f) Velocità differenti

Se, lungo un percorso escursionistico, state guidando un gruppo numeroso



Fig. 5
Escursionisti al Lago Dimon, sopra Ligosullo (VII Geoday, Ordine dei Geologi FVG; 2006).

Fig. 5

può accadere che, assieme a una parte di esso, raggiungiate un luogo di sosta con parecchi minuti di anticipo sui meno agili (Fig. 5). Il tempo di attesa può essere impiegato in due modi: **a)** rispondendo a domande dei singoli, oppure **b)** effettuando la spiegazione prevista, che poi però sarà ripetuta ai 'ritardatari', a beneficio anche di coloro che la vorranno risentire per comprendere e memorizzare meglio i contenuti.

g) Trasmettete sensazioni

Molti tra voi, forse tutti, ritengono che il proprio ruolo di operatore, di *Guida*, sia quello di trasmettere conoscenza.
Correggerei il tiro. Il vostro vero obiettivo dev'essere quello di... *trasmettere sensazioni attraverso la conoscenza.* La conoscenza nel caso della divulgazione diventa un mezzo. Un mezzo speciale che non scompare al termine dell'esperienza, ma che è destinato a trasformarsi in cultura ed interesse. Cibo per menti affamate.

h) Siate degli entusiasti

Questo è un corollario del punto g.
Mi chiederete quasi certamente come riuscire a *trasmettere sensazioni*, dando per scontato che - intuitivamente - vi sembra molto più facile la trasmissione della pura conoscenza. La risposta è più semplice di quanto pensiate.
È sufficiente, ma al tempo stesso indispensabile, che quella conoscenza che vi apprestate a trasmettere sia per voi stessi fonte di *entusiasmo, stupore e coinvolgimento.*
Un esempio, tanto per capire meglio.
La medesima sceneggiatura è stata affidata a due registi differenti, ognuno con il compito di realizzare il proprio film. Entrambi utilizzeranno, in tempi successivi, gli stessi attori e le stesse ambientazioni. Il primo regista è affascinato dalla storia. Non vede l'ora di iniziare le riprese.
Passa le giornate ad immaginare e scegliere soluzioni sceniche, ideando strategie innovative di ripresa. Il secondo regista è un semplice mestierante. Per lui realizzare un film è un lavoro come un altro che gli dà da vivere. Inutile confrontare i due prodotti e tantomeno monitorare i risultati ottenuti sulle platee. Eppure la storia era la stessa, perfettamente identica. Solo quella.

i) Mai annoiare

Una *Guida* deve avere tante preoccupazioni e tutte devono essere sempre tenute sotto vigile controllo, seppure senza mai darlo a vedere. Una tra le più importanti preoccupazioni dev'essere quella di non annoiare gli Escursionisti! Per raggiungere l'obiettivo vi gioverà molto l'esperienza diretta maturata negli anni, aiutata da alcuni suggerimenti immediati, molto rapidi ma significativi.
Eccoli: **a)** piuttosto che interventi lunghi e troppo ricchi di contenuti è meglio effettuare molte soste in cui, piano piano e progressivamente, aggiungete informazioni consequenziali; sarà anche un modo per farli riposare fisicamente; **b)** è doveroso intercalare alle spiegazioni 'parlate' (spesso troppo astratte per i non addetti ai lavori, seppure appassionati) la concretezza di esperienze mirate, inerenti a quanto state raccontando (Cap. 3, h); **c)** non

siate mai troppo seriosi (anzi!) e sappiate anche fare, quando si presenta l'occasione, della sana autoironia; **d)** coinvolgete sempre i vostri Escursionisti, proponendo loro domande specifiche (ma senza pretendere risposte, le darete voi; non devono mai sentirsi sotto interrogazione o giudicati da voi e dai presenti, guai mai!); rendeteli protagonisti nell'uso dei materiali e degli strumenti; indirizzateli nella ricerca di particolari elementi presenti (con certezza) tanto nelle *coperture*, quanto nel *substrato* (quando gli affioramenti sono ampi o abbastanza numerosi da permettere a gran parte di loro di ottenere risultati e soddisfazione).

j) Tipologie di escursionisti

Tenete inoltre presente che quanto espresso nei punti sopra riportati deve sempre fare i conti con una domanda fondamentale e preliminare. Una domanda che vi dovrete porre ogni volta che organizzate/conducete un'escursione: "*Quale sarà* - questa volta - *la tipologia dei miei Escursionisti?*" Solo così riuscirete ad ottenere un risultato ottimale: tarando le vostre esposizioni sul grado di conoscenza e di cultura di base di chi quel giorno si affiderà alle vostre conoscenze per imparare e... ricevere sensazioni.

Ad esempio, potreste avere a che fare con delle scolaresche (situazione frequente). In questo caso, appena vi viene affidato il compito di guida, è doveroso sviluppare un contatto con l'insegnante che ne segue il percorso formativo relativo alle geo-scienze.

Sarà proprio sui pre-requisiti assimilati dagli studenti e sulla loro età - variabile dalle classi elementari fino alle ultime classi di scuola superiore (Fig. 6) - che dovrete costruirete un palinsesto delle informazioni da trasmettere.



Fig. 6

Palinsesto che deve risultare idoneo al preciso segmento scolastico che vi viene affidato. Ricordatevi inoltre che una scolaresca è un gruppo che contiene sempre alcuni 'Escursionisti coatti'.

Sono quelli che vedranno l'escursione come una 'gita del disimpegno' e che, poco attratti dalla materia, non saranno propensi ad ascoltarvi; nel peggiore dei casi, per vincere la noia cercheranno di distrarre i compagni con battute, risate e commenti di ogni genere. Di solito questi 'irriducibili' non sono più di due o tre per gruppo/classe, ma possono avere effetti devastanti. Sono paragonabili alla curva Sud che ogni stadio non può mai eliminare dal proprio rettangolo.

Vi suggerisco di neutralizzarli... coinvolgendoli in prima persona. Per esempio affidandogli le fotografie (Cap. 3, e) che loro stessi poi vi passeranno nei momenti in cui decidete di mostrarle al gruppo durante le spiegazioni. Affidate loro anche la strumentazione (lente, bussola, boccetta con l'acido

Fig. 6
Scolaresca in escursione geologica ai Laghetti di Timau (2010, Progetto edu-geo; www.edu-geo.it).

cloridrico, ...) e sollecitateli a fare per primi l'esperienza che di volta in volta suggerite. I risultati sono garantiti.
Altro caso molto frequente. Vi potrà capitare di condurre in escursione persone di età molto diversa, con conoscenze di base diversificate e magari con provenienze sia regionali che extra-regionali. Un interessante *mix* legato però da un aspetto comune: la passione per le 'cose geologiche' (altrimenti non si sarebbero affidate a voi).
Sarà su questa volontà comune di apprendere i racconti del territorio che dovrete muovervi. Semplificando senza mai banalizzare. Facile a dirsi. Ma non impossibile a realizzarsi. Vedremo come procedere in uno dei prossimi capitoli, quello relativo alla trasmissione dei contenuti (Cap. 3).
L'eterogeneità spinta dei partecipanti è in fondo quello che mi capita durante gli annuali *geoday* regionali (è stato da poco effettuato il XIX). Ogni volta coinvolgono da minimi di 20 a massimi di 100 Escursionisti, che più differenti tra loro non si potrebbe.
Eppure, lavorando sulla loro propensione all'ascolto, ogni anno ci salutiamo tutti soddisfatti (quante belle amicizie ho attivato grazie ai *geoday* regionali!). Loro soddisfatti per essersi calati in storie capaci di coinvolgerli, io per aver dato voce al territorio e averne trasferito degli aspetti inediti nelle menti e nei cuori di chi per un giorno si è affidato a me.
Informazioni & Sensazioni: un binomio che nelle vostre escursioni deve diventare un'unica parola. Come Bed & Breakfast!
Adesso, dopo aver parlato dell'organizzazione di un percorso geo-escursionistico e dopo la sintetica trattazione sul rapporto tra le *Guide* e i loro Escursionisti, è arrivato il momento di entrare nel merito delle modalità utili al raggiungimento di risultati efficaci. Ovvero i risultati in grado di appagare gli Escursionisti e soddisfare le loro *Guide* (Fig. 7).

Fig. 7
Escursionisti sul Conoide dei Rivoli Bianchi di Tolmezzo (luglio 2018, primo corso per Guide geologiche; Serv. Geol., Reg. Aut. FVG).



Fig. 7

3 MATERIALI, STRUMENTI E STRATEGIE

Attraverso la solita serie di punti vi elencherò alcuni suggerimenti che ritengo utili e facilmente applicabili allo scopo. Li dividerò in due insiemi, rispettivamente dedicati ai *Materiali e strumenti* da un lato, e alle *Strategie* dall'altro.

MATERIALI E STRUMENTI

a) L'acido cloridrico

Portate con voi una boccetta (con dosatore) riempita di HCl (acido cloridrico) diluito al 10%: il comune acido muriatico che trovate nei supermercati. Abbiate l'accortezza, con un pennarello indelebile, di marcare il piccolo contenitore con il noto segnale di pericolo! Utilizzerete l'acido come esperienza sull'affioramento roccioso per individuarne la composizione (carbonatica o silicatica). Nel secondo caso non c'è alcuna reazione chimica. Nel primo caso invece si libera CO_2 (Fig. 8).

C'è da aggiungere che le rocce cosiddette carbonatiche sono di due principali tipologie: i calcari ($CaCO_3$) e le dolomie (Ca, Mg) $(CO_3)_2$. Mentre la reazione sui calcari è veramente colossale, una vera friggitoria (provare per credere!), quella sulle dolomie è ridottissima, pressoché nulla.

A meno che non si sbricioli un frammento di dolomia e sulla sua polvere sia fatto cadere un paio di gocce d'acido. Effervescenza garantita. Questo perché l'acido agisce su una superficie gigantesca: quella di tutti i granuli di polvere messi insieme.

Ecco che in questo caso la ridottissima reazione dell'acido sulle dolomie viene enfatizzata dalla presenza di una enorme superficie, concentrata in un minuscolo spazio.

Detto tra noi, se invece riducete in polvere un frammento di roccia silicatica (cioè a composizione dominata dal silicio, Si) e cospargete quest'ultima di HCl... non accadrà assolutamente nulla.

Un'ultima precisazione (qualcuno potrebbe chiedervelo): "*La reazione chimica tra un deposito calcareo e l'acido*



Fig. 8
Effetti del HCl (acido cloridrico, diluito al 10%) su roccia calcarea. L'efferfescenza è data dalla liberazione di CO_2 (anidride carbonica).

cloridrico (puro o diluito che sia) cosa libera?" Rilascia non solo CO_2, ma anche H_2O e piccole quantità di cloruro di calcio ($CaCl_2$).

b) La bussola

Se siete geologi sicuramente avrete con voi una bussola specifica acquistata ai tempi dell'università. Come *Guida* portatela con voi in escursione (Fig. 9).
Così come per l'acido cloridrico (HCl) può essere interessante per molti dei vostri Escursionisti capire come questo strumento è utilizzato per misurare l'orientamento degli strati nello spazio (e non solo per 'cercare il Nord'!). Una cosa che affascina il profano di queste cose è l'uso del *clinometro* (la comune livella, per intenderci), che pochi associano alle bussole e ancor meno sanno di poterlo trovare al loro interno.

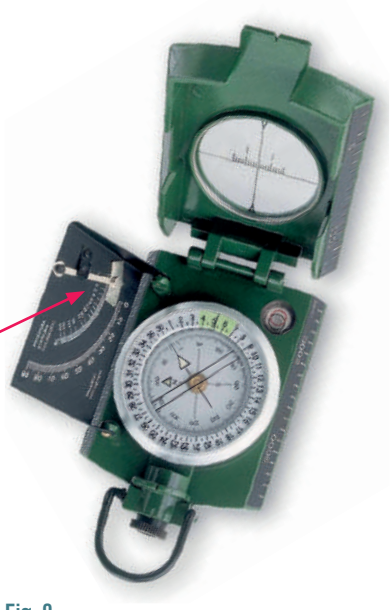


Fig. 9
La bussola da geologo, sempre comprensiva di clinometro.

Fig. 9

c) Lo specchietto della bussola

A volte può capitare di avere delle belle e interessanti evidenze (sedimentologiche, tettoniche, ...) collocate in parete, anche solo pochi metri oltre una normale accessibilità. In questi casi, ma solo con il sole in posizione favorevole, potrete indicare le singole strutture con la necessaria precisione semplicemente utilizzando lo specchio della bussola e il suo riflesso proiettato sull'affioramento.

d) La lente

Indubbiamente, un affioramento roccioso può presentare evidenze degne di interesse, tanto macroscopiche quanto microscopiche. Per le seconde spesso basta osservarle tramite una lente, non inferiore a 12 ingrandimenti (così suggerivano i miei proff quand'ero studente di geologia e così oggi a mia volta ripeto a voi). Portatela con voi, anzi portatene almeno tre. Questo per evitare di trascorrere troppo tempo a passarsi la lente l'uno con l'altro, evitando file e distrazioni scontate.
Lo stesso discorso del 'tanto piccolo' potrebbe valere anche per il 'tanto lontano'. Ecco che anche un binocolo (in questo caso ne basta uno!) potrebbe far parte della vostra strumentazione di scorta. È questo uno strumento che (come la bussola) può rivelarsi utile anche in condizioni di eventuale pericolo.

e) Foto, disegni e schizzi

Se lungo il percorso dovete soffermarvi sulla descrizione di pareti rocciose

ben visibili, ma inaccessibili, oppure di panorami, o ancora di oggetti distanti seppure ben osservabili, vi consiglio di portare con voi delle immagini degli stessi (formato A3, non più piccole), anche solo in bianco e nero. Saranno delle fotografie effettuate nel punto esatto nel quale o dal quale mostrerete nella loro realtà i singoli oggetti geologici e/o i panorami. Disponendo della corrispondente foto avrete l'opportunità di commentare ogni cosa indicando (sulla foto) in modo preciso i particolari degni di attenzione. Tutto risulterà più comprensibile e immediato, ve l'assicuro.

Meglio ancora se le immagini sono state plastificate: non si deteriorano con l'uso e si proteggono dagli scrosci di pioggia! Esistono in commercio plastificatori (con relative plastiche in formato A4 e A3) il cui prezzo si aggira sui 20 €. Io stesso ne ho acquistato uno anni fa e continuo a servirmene per questi scopi (Fig. 10).

Nelle vostre spiegazioni sul terreno mostrate non solo fotografie, ma anche disegni, schizzi, carte geologiche (molto semplificate!), sezioni geologiche, ...e tutto quello che di grafico riuscite a trovare. Internet e la bibliografia cartacea, specialmente quella divulgativa, saranno il vostro pozzo di San Patrizio!

STRATEGIE

f) Non più di tre scelte

Se all'interno di una spiegazione avete la necessità di proporre una classificazione o delle alternative ad una soluzione, fate in modo che le possibilità tra le quali muoversi o sulle quali ragionare siano al massimo tre, meglio ancora se soltanto due. Bianco o nero. Bianco, nero o grigio. Per la mente umana, oltre le tre scelte la difficoltà a gestire una possibile soluzione aumenta in modo esponenziale. E l'attenzione crolla.

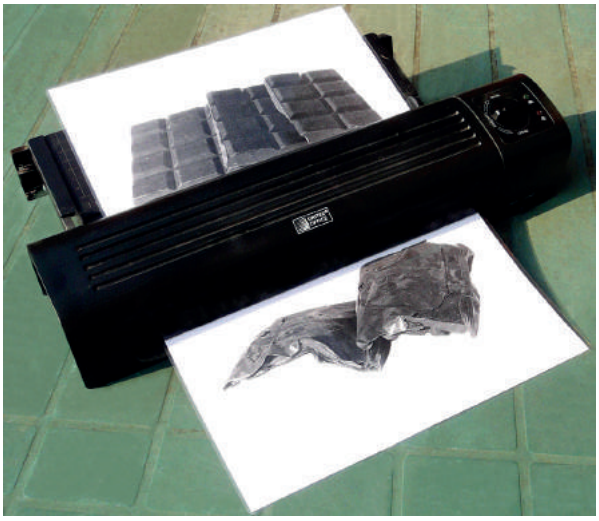


Fig. 10

g) Comprendo dunque procedo

Questo può essere considerato un corollario del punto precedente. Fa riferimento a quella che da alcuni anni chiamo la *sostenibilità dell'informazione*. È un concetto basilare della divulgazione, sia orale che scritta, tanto sotto forma di percorsi escursionistici, quanto sviluppata all'interno di sale museali. Nel vostro caso chi durante un'escursione vi segue, vi osserva e vi ascolta, deve sempre continuare ad avere la percezione che quanto gli state trasmettendo è alla portata della sua comprensione. Solo così sarà invogliato a proseguire nell'ascolto, dedicandovi attenzione piena.

Fig. 10
Plastificatore di fogli in formato A3.

h) Esemplificare

Il mio consiglio: esemplificate il più possibile. "*Cosa significa?*" Vuol dire che spesso, per fare comprendere ai non addetti ai lavori il significato di un dato, di un processo, di un rapporto causa/effetto, diventa vantaggioso escogitare esempi tratti dal vissuto quotidiano e/o utilizzando oggetti noti, entrati nell'uso comune. Un esempio su tutti (ma se vi sforzate ne troverete a decine, applicati alla gran parte degli argomenti e contesti inerenti alle geoscienze): le *colate torrentizie*.



Fig. 11

Fig. 11
Il miele, ad esempio, riesce a rendere concreti i processi di trasporto solido (colate torrentizie) tipici dei conoidi di deiezione

Ricordo che ogni esempio intenderete utilizzare, per dimostrarsi efficace non ha la necessità di essere realizzato concretamente; basterà solo descriverlo in modo appropriato, a parole. Trattandosi di oggetti e contesti quotidiani per gli ascoltatori sarà immediato raffigurarsi ciò che descrivete a parole e... gesti (riprenderemo quest'ultimo suggerimento più avanti, quando tratterò il *Metodo Coleman*; Cap. 3, k).
Ma torniamo per un attimo alle *colate torrentizie* per precisare cosa intendo per *esemplificazione*. Dando per scontato che chi mi legge conosce il significato del termine *colata torrentizia*, cosa c'è di meglio di un barattolino di miele versato sulla copertina di un settimanale (non usate i fogli perché sono troppo sottili), stropicciata quanto basta per simulare valli e rilievi? Non è sufficiente.
Prima di versare il miele (Fig. 11) distribuite a pioggia, sul vostro speciale plastico, delle briciole di pane di varia grandezza, dell'uva passa e - vogliamo esagerare - dei frammenti di mandorle e di noci (gusci e gherigli). Così come il miele, nella sua discesa non lentissima, ma decisamente meno rapida di un flusso d'acqua, incorpora senza fatica frammenti sia di piccole quanto di esagerate dimensioni, così farà la *colata torrentizia* nei confronti dei massi e dei pezzi e pezzetti di roccia incontrati lungo il proprio percorso.

i) Sintetizzare

Consideriamo un territorio montano che si presta ad essere meta di vostre future escursioni. Cominciate a capire cosa noi geologi leggiamo nelle sue rocce e nelle morfologie che percorrerete insieme ai vostri Escursionisti. Poi, provate a sintetizzare le evidenze di terreno.
Sintetizzare, nel linguaggio delle *Guide*, significa riuscire a sfrondare il palinsesto delle informazioni rendendolo snello, concreto, memorizzabile e soprattutto facile da comprendere e assimilare.
Tutto è sempre vantaggiosamente riassumibile in un concentrato di frasi. Un romanzo, una vicenda, una situazione,

un'intera vita. Sapere riassumere, riuscire ad essere sintetici, è uno dei grandi pregi - quasi un dono - che dobbiamo e dovrete sempre coltivare.
Non solo per la vostra vita professionale. In quest'ultima, nel vostro ruolo di *Guide geologiche*, diventa un requisito fondamentale. Pensate sempre, mentre organizzate il *cosa dire* e il *come dirlo*, che spesso, molto spesso, parlate e parlerete a persone appassionate sì di 'cose geologiche' (altrimenti non avrebbero scelto di essere lì ad ascoltarvi), ma che al tempo stesso vedono per la prima volta le evidenze che mostrerete loro. Altrettanto spesso capiterà che per la prima volta frequentino, grazie a voi, quei territori. Spesso dunque, tutto per loro è decisamente nuovo.
Si trovano nella condizione di un terreno arido, molto arido, che ha subito una prolungata siccità. Se vi versate sopra una massa d'acqua in modo irruento e copioso la gran parte scivolerà via, bagnando solo i primi millimetri di suolo. Un breve ritorno del sole seccherà nuovamente ogni cosa. Fate in modo che questo non avvenga nei confronti dei vostri Escursionisti.
Dissetateli inizialmente a piccoli sorsi. Scegliendo diversamente perdereste tempo voi, ne fareste perdere a loro e, cosa da non trascurare, comincerebbero a farsi l'idea (sbagliata!) che la geologia è una scienza troppo complessa e non alla loro portata, abbandonando in futuro ogni interesse per le 'cose geologiche'. E sarebbe un peccato.
Sintetizzare significa scegliere in modo intelligente le cose più importanti e di sicuro effetto da raccontare, facendo in modo di tenere desto l'interesse degli ascoltatori.

j) Gerarchizzare

Mi permetto di darvi un consiglio. È lo stesso che anch'io applico da sempre ogni volta che guido un'escursione, che intrattengono i presenti con una geo-chiacchierata, che uso quando organizzo e imposto un ciclo di lezioni: "*Gerarchizzate sempre le informazioni che intendete trasmettere. Organizzatele come fossero un albero. Con un tronco portante, con dei rami principali, ognuno dei quali regge i propri rami secondari e il relativo fogliame*".
La gerarchia facilita la memorizzazione e, al tempo stesso, aiuta a recuperare le informazioni ricevute e ad aggiungerne di nuove senza creare confusione (Fig. 12).
Quando manca la gerarchia il vostro

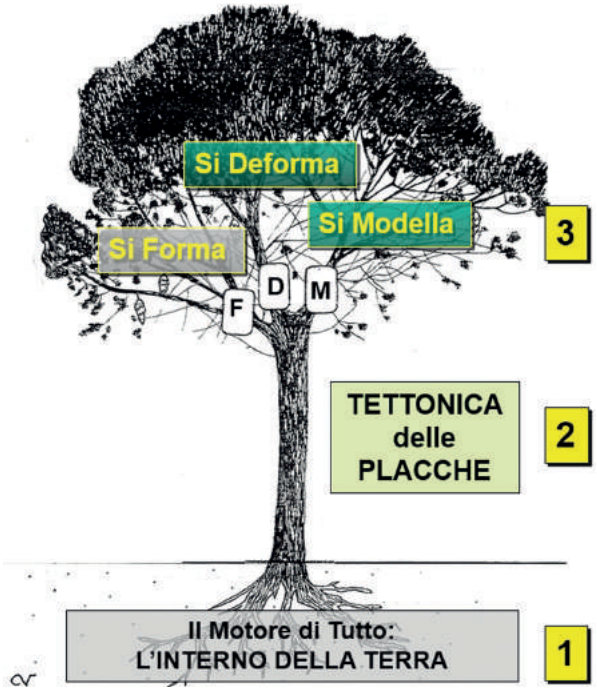


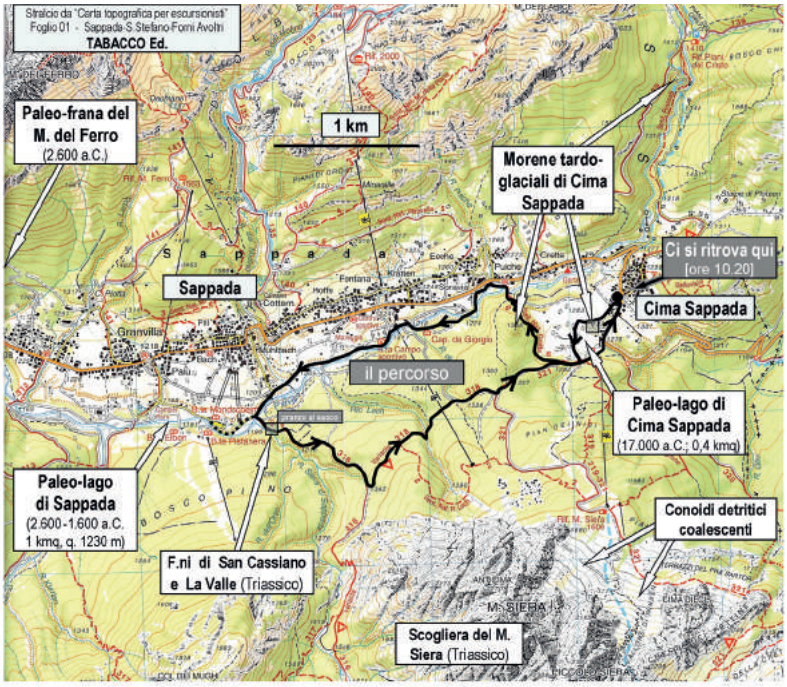
Fig. 12
L'albero della conoscenza… geologica.

sapere diventa un arbusto. Ogni ramo è indistinguibile dagli altri. Ogni volta che cercherete qualcosa nel vostro *arbustarchivio*, vi confonderete tra rami tutti uguali che renderanno infruttuosa la ricerca. In questo malaugurato caso l'utilizzo del sapere (ossia quanto avete appreso o state apprendendo nel corso di una esperienza) diventa da subito impreciso e difficoltoso. La memorizzazione, di conseguenza, si farà a dir poco improbabile.

Per voi, *Guide geologiche*, gerarchizzare le informazioni da trasmettere durante una geo-escursione, significa spesso riuscire a 'raccontare una storia' in modo comprensibile.

Come ogni storia che si rispetti anche la vostra avrà un inizio (le rocce più antiche che attraverserete) e una fine (l'aspetto attuale del territorio). Nel mezzo troverà spazio un'incredibile quantità di informazioni.

Come già visto, sarete voi a scegliere



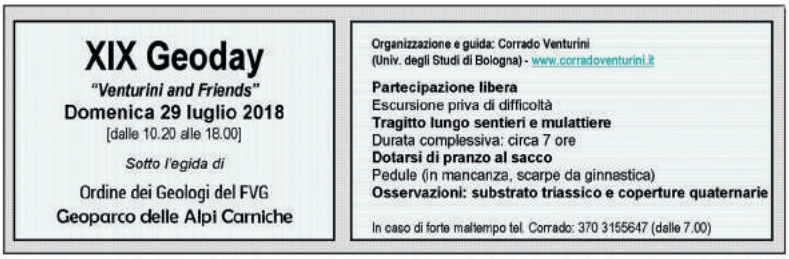


Fig. 13
Nella locandina di questa escursione sono indicati, sinteticamente, anche gli obiettivi. Sono rappresentati dagli argomenti delle singole soste.

Fig. 13

cosa non dire. Dopo la fase preliminare di... scrematura, quello che resta dovrà essere da voi necessariamente gerarchizzato. Le modalità per farlo sono molte e varie. Questa è la sede adatta per approfondirle.
Pur senza entrare nel merito dei contenuti, prenderò un esempio concreto, sfruttandolo come ideale palestra di divulgazione.
Cercherò di vivisezionare la *geo-escursione Cima Sappada - Sappada* (Fig. 13), i cui argomenti spaziano dalle geometrie delle scogliere organogene triassiche, agli strati torbiditici di pari età, alle deformazioni alpine, al glacialismo würmiano e tardo-würmiano, ai paleo-laghi nati e scomparsi durante il Quaternario (Pleistocene sup. e Olocene), alle erosioni fluviali... Chi più ne ha ne metta! Un'escursione veramente densa di cose da mostrare, da spiegare, da far comprendere.
Se poi consideriamo che il tutto deve irrinunciabilmente essere trasmesso durante un solo giorno di escursione... le cose (ma solo apparentemente) si complicano. C'è di più: dovrete considerare che i vostri Escursionisti potranno essere vari ed eterogenei per età e cultura geologica. Un vero banco di prova!
La 'storia da raccontare' è complessa, ma come tutte le storie può - anzi, deve! - essere riassunta. Anche il riassunto è un modo molto particolare per gerarchizzare le informazioni. È un po' come *bonsaizzare* il grande albero usato come metafora iniziale e osservarlo da vicino. Quello che segue è il mio modo di procedere. Voi stessi però, col tempo e con l'esperienza, potreste idearne di differenti, altrettanto se non più vantaggiosi di questo.
Il *punto di raduno* ben si presta per presentare i contenuti (e la logistica) dell'escursione. Della serie '*poche ma sentite parole*', mi raccomando. Vi concedo dai sette ai dieci minuti, non di più. Oltre questo limite farcireste le menti dei presenti di... parole mute. Dovranno essere informazioni necessariamente sintetiche, ma al tempo stesso in grado di citare tutti o gran parte dei capitoli dell'intera storia.
Ci troviamo dunque nel luogo di raduno degli Escursionisti, al centro di Cima Sappada, nei pressi di un capiente parcheggio. I sette minuti (che diventano dieci con le informazioni logistiche) potrebbero essere impiegati così, in quella che si configura come il benvenuto al gruppo e la definizione degli obiettivi della giornata da trascorrere insieme (Fig. 13).
Guardiamoci intorno, ruotando lentamente lo sguardo a 360°. Cerchiamo di riassumere in poche categorie significative quello che vediamo.
I non-geologi potrebbero proporre: vegetazione (prati e boschi) e pareti rocciose.
L'occhio del geologo invece suggerisce: ripiani e dossi (rivestiti da prati e boschi) da un lato e fasce a pendenza media ed alta (rivestite da boschi o in roccia esposta) dall'altro.
Osservate come la prima 'categoria' - ripiani e dossi - sia concentrata nelle zone altimetricamente più basse, mentre la seconda sembri formare le spesse pareti di un enorme contenitore dai contorni molto irregolari. Il nostro recipiente-contenitore non è altro che il *substrato* roccioso, variamente inciso e modellato dalle passate erosioni fluviali e glaciali.

Lo scarso 'contenuto' che esso racchiude (raccolto e concentrato sul fondo del recipiente) è invece rappresentato dai depositi recenti, le cosiddette *coperture* (v. Cap. 4, XI).
Risalgono all'epoca in cui gli ultimi ghiacciai hanno liberato il fondo del nostro contenitore e sono stati sostituiti dalle acque di superficie: i vari torrenti con il proprio carico di detriti che regolarmente abbandonavano e distribuivano nei fondivalle.
"*L'età delle rocce del substrato?*" Intorno a 230 milioni di anni fa (Triassico). "*L'età delle coperture?*" Da 16.000 anni fa ai giorni nostri, secolo più secolo meno (Quaternario). Due mondi diversissimi a contatto tra loro: come uno *stampo per dolci* e un *impasto* (poco, pochissimo) versato al suo interno, accumulato sul fondo e, in minor misura, sbrodolato lungo parte delle pareti.
Storie lontanissime e diversissime tra loro quelle del *substrato* e delle *coperture* (Cap. 4, XI). Come molto differenti sarebbero la storia dello *stampo per dolci* - dai materiali impiegati, al procedimento di lavorazione, al reparto industriale che l'ha forgiato - e la storia dell'*impasto* la quale, naturalmente, vive di vita propria. Un'unica differenza: nella realtà geologica la pressoché totalità delle *coperture* è formata da blocchi, frammenti, particelle graffiati, sgretolati, staccati dalle pareti rocciose del... contenitore. E questo occorre ricordarlo sempre.
Il *substrato* di questo settore (Sappada) ci riserva rocce spesso scoscese formatesi, come nella maggior parte dei casi, in ambienti marini. Da mare basso, di ambiente tropicale (230 milioni di anni fa il Friuli Venezia Giulia si trovava intorno a 15° di latitudine N), a mare mediamente profondo. I depositi delle *coperture* raccontano invece di ghiacciai che prima di sparire del tutto dalla zona sappadina hanno compiuto delle brevi soste accumulando dei depositi morenici a forma di arco (morene stadiali).
Non basta. Altri depositi delle *coperture* raccontano anche la nascita e la scomparsa di alcuni specchi lacustri (due paleo-laghi). Uno era presente proprio qui, a Cima Sappada, e un altro occupava il fondo della conca di Sappada. Paleo-laghi originati per cause molto differenti in tempi molto diversi tra loro. Rispettivamente 16.000 anni fa (Cima Sappada) e circa 2.600 anni a.C. (Sappada). Oggi, come vedete, si mimetizzano molto bene e solo il geologo può riconoscerli con certezza celebrandone le acque cristalline di un tempo.
I depositi delle *coperture* chiudono la loro storia con l'aggressività delle acque del Fiume Piave, che a monte di Cima Sappada ha le proprie sorgenti. Aggressività che, nelle ultime migliaia di anni, ha asportato e distrutto parte dei depositi morenici e parte di quelli lacustri, confondendo le idee a geologi e non-geologi.
Fine dei vostri sette minuti. Non aggiungete altro: sarebbe inutile - per il momento - e, anzi, per la maggioranza risulterebbe motivo di sovraccarico di informazioni. Ricordate sempre che chi avete di fronte ascolta per la prima volta i vostri 'racconti'.
Non mandateli in cortocircuito proprio nel momento in cui accendete loro la spina!

k) L'uso della gestualità: il Metodo Coleman

Una *Guida geologica* che nelle sue spiegazioni esterne, sul territorio, non utilizza la gestualità (mirata e motivata) è come un direttore d'orchestra che agita la sua bacchetta con soli piccoli impercettibili movimenti delle mani. Vi esorto pertanto ad accompagnare le trattazioni dei vari processi geologici mimando - con lentezza - i dinamismi che la geologia ci propone. Tutto (o quasi) in geologia può essere rappresentato tridimensionalmente attraverso il *Metodo Coleman*. Metodo americano che, nella traduzione italiana, significa *con le mani*. E vi assicuro, il suo utilizzo aumenta non poco la comprensione.
Voi stessi, se conoscete un processo geologico, un fenomeno, una serie di effetti presenti sul territorio, saprete intuitivamente come rappresentarli al meglio nel loro affermarsi dinamico, utilizzando i vantaggi offerti dal *Metodo Coleman*.
Ad esempio, con l'uso delle sole mani potete mimare e rendere facilmente comprensibili i movimenti delle particelle coinvolte in un processo di decantazione (la caduta per gravità di particelle finissime in ambiente idrico quieto) o di flusso verso le profondità marine (o anche lacustri) durante una corrente di torbida.
Oppure, sempre utilizzando lo stesso metodo, mostrerete con indubbio realismo ed effetto scenico la dinamica della sovrapposizione tettonica tra grandi volumi di roccia, durante le compressioni di un'orogenesi (Cap. 4, IX), o anche l'avanzamento di un delta lacustre, lo sviluppo di un terrazzamento fluviale (Cap. 4, XVII) o il movimento relativo di due lembi di faglia (Cap. 4, VII), (Fig. 14).
La gestualità dell'intero corpo può invece risultare utile per descrivere casi ancor più complessi. Il *moonwalk* di Michael Jackson serve a far comprendere l'attività degli afflussi in una lingua glaciale durante il ritiro della stessa. Tenete presente che gli afflussi di ghiaccio e il ritiro della fronte glaciale hanno versi opposti (Cap. 4, XII) e pertanto risultano quasi sempre di difficile comprensione.



Fig. 14
Il Metodo Coleman costituisce un valido aiuto anche sul terreno.

Fig. 14



Foto L. Coradazzi

4 CONCETTI GEOLOGICI DI BASE

La conoscenza della geologia dell'estremo NE d'Italia, e in particolare del territorio alpino carnico e carinziaco, non può prescindere dall'assimilazione di una serie di concetti di base applicati al contesto geologico locale. La trasmissione della conoscenza, dalle *Guide* ai loro Escursionisti, sarà legata direttamente alla corretta assimilazione di tali concetti e all'uso di appropriate strategie, utili a facilitarne e favorirne la comprensione.
Di seguito vi elenco i concetti geologici di base considerabili come irrinunciabili. Per ognuno di essi cercherò di indicare una possibile strategia che lo renda comprensibile al vasto pubblico dei non-geologi che dimostrano passione nei confronti delle 'cose geologiche'.
Eccoli, nell'ordine.

I) Tempo profondo. **II)** Materializzazione del tempo geologico. **III)** Paleo-ambienti. **IV)** Età assolute ed Età relative. **V)** Paleo-magnetismo e Paleo-latitudini. **VI)** Clinostratificazioni. **VII)** Faglie. **VIII)** Tettonica sin-sedimentaria. **IX)** Orogenesi. **X)** Scaglie tettoniche. **XI)** Substrato e Coperture. **XII)** Glacialismo e Glaciazioni. **XIII)** Esarazioni (glaciali) ed Erosioni (fluviali). **XIV)** Catture fluviali. **XV)** Paleo-frane e Frane. **XVI)** Paleo-laghi e Laghi da sbarramento. **XVII)** Terrazzamenti fluvio-torrentizi. **XVIII)** Conoidi.
La vostra efficace funzione di *Guida* passerà necessariamente attraverso questi concetti. Se state leggendo queste pagine conoscete già le lettere dell'*alfabeto geologico* che utilizzerete con il vostro pubblico. In questo capitolo useremo quelle lettere per comporre delle parole dal significato particolare.
Successivamente, con quelle medesime parole, impareremo a strutturare delle frasi in grado di descrivere situazioni e ricreare lo sviluppo e l'affermazione delle modificazioni geologiche di un territorio attraverso il tempo.
Tutto questo, ricordatelo sempre, al fine di trasmettere non solo conoscenza, ma anche e soprattutto sensazioni di stupore e meraviglia.

I) Tempo profondo

Il termine è legato a filo diretto con la geologia: i suoi prodotti - dall'intera Terra all'infinitesimo granello di sedimento - si generano, sopravvivono e si trasformano secondo tempi incommensurabilmente più dilatati rispetto alla scala di quelli umani. Noi, esseri adulti, riusciamo a spaziare (mentalmente) dai tempi storici a

quelli archeologici muovendoci con disinvoltura tra le migliaia di anni.
Con poco sforzo e relativa facilità collochiamo i nostri precursori neolitici lungo un'ideale griglia temporale. Ma già insorgono difficoltà quando cerchiamo di raffigurarci e posizionare, lungo quella medesima scala dei tempi, l'epoca di Lucy (ominide del centro Africa risalente a oltre 3 milioni di anni fa) o della successiva diaspora indo-europea dei suoi diretti discendenti.
Se poi la maggior parte di noi cerca di materializzare il *Calendario della Terra*, visualizzando i tempi in cui a Osoppo pascolavano i rinoceronti (5 milioni di anni or sono) o addirittura quando in Val d'Uqua si accumulavano i gusci dei futuri più antichi fossili dell'intera penisola italiana (460 milioni di anni fa!)... Beh, il senso di vertigine si accompagna a un laconico "*Mi sono perso...*". E questa spesso è l'anticamera di chi getta la spugna al primo *round,* chiudendo la mente ad ulteriori informazioni geologiche.
Per evitare precoci perdite di interesse, occorre adottare delle strategie che avvicinino i non-geologi al *tempo profondo*, rendendoglielo familiare. Tra le strategie mirate potrei suggerirne due, molto differenti tra loro.
La prima consiste nel considerare la Terra, con il suo perpetuo dinamismo - interno, non percepibile; esterno, sotto gli occhi di tutti - come un enorme 'organismo' in costante, lenta modificazione. Date le sue dimensioni, anche i tempi di affermazione dei suoi cambiamenti sono estremamente rallentati. Tanto che, confrontando i nostri tempi con quelli del nostro pianeta, possiamo constatare che un milione di anni 'vissuti' dalla Terra possono essere paragonati a un anno di vita di un essere umano.
Ecco dunque che, ad esempio, facendo riferimento alle più antiche *rocce sedimentarie* del Friuli Venezia Giulia e dell'intera penisola italiana, potremmo semplificare dicendo che hanno... 460 *anni Terra*. I confronti fra età differenti elimineranno quel

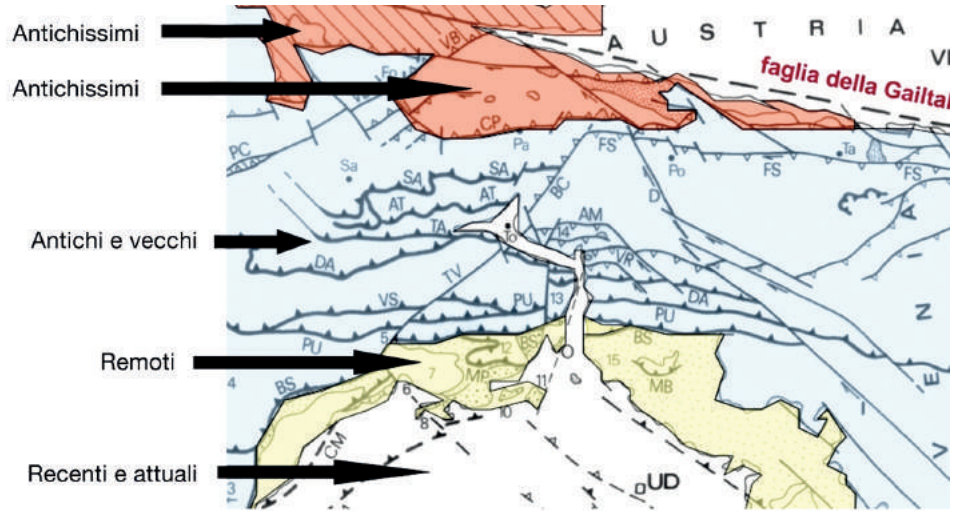


Fig. 15
Tabella (empirica!) dei tempi relativi assegnati alle successioni stratigrafiche del settore alpino nord-orientale.

Fig. 15

termine che spaventa e manda in crisi intere generazioni: 'milioni'.
L'altra strategia, usata in alternativa o associata alla prima, prevede di assegnare degli aggettivi di tempo per i vari gruppi di rocce più o meno vecchie, più o meno antiche. Usando questa modalità, e facendo riferimento all'età di accumulo dei depositi sedimentari e vulcanici che formano l'ossatura del NE d'Italia, potrete suddividerli in *antichissimi, antichi e vecchi, remoti, recenti* e *attuali* (Fig. 15).

I depositi *antichissimi* possono essere fatti risalire all'alto Paleozoico (circa 460-320 *anni Terra*) e precedono l'affermazione dell'*orogenesi ercinica* nelle Alpi Carniche. Gli antichi (circa 310-200 *anni Terra*) comprendono i depositi successivi all'*orogenesi ercinica* e si estendono fino alla fine del Periodo Triassico. Per intenderci, dalle rocce che caratterizzano la zona di Pramollo/Nassfeld fino a quelle che formano la pressoché totalità del M. Amariana.
I depositi *vecchi* (circa 200-50 *anni Terra*) sono invece quelli della restante parte del Mesozoico (Giurassico e Cretaceo) e della parte basale del successivo Cenozoico (Paleocene).
Quelli *remoti* (50-2 *anni Terra*) coprono la restante parte del Cenozoico.
I *recenti*, geologicamente parlando, si spingono fino a circa 12.000 anni fa e coincidono con il noto Pleistocene (Quaternario). L'ultimo termine - *attuali* - è riservato ai depositi più vicini a noi, quelli accumulati durante l'Olocene (la parte terminale del Quaternario), gli ultimi 12.000 anni circa della Storia della Terra.

II) Materializzazione del tempo geologico

Questo è un concetto che, sempre e comunque, dev'essere trasmesso da voi e compreso da chi vi ascolta. Chi avete di fronte deve rendersi conto che tutti i depositi, tanto sedimentari quanto vulcanici, rappresentano anche... la materializzazione fisica del tempo!
Ogni volta che qualcuno tocca uno strato roccioso attiva una speciale *macchina del tempo* in grado di inghiottirlo, inviandolo da poche migliaia fino a centinaia di milioni d'anni dal Presente. Quando osservate nei particolari una fotografia dei bisnonni che vi guardano da una strada del centro cittadino, provate una sensazione simile. È riconducibile a una sorta di personale viaggio temporale. Ecco, nel caso delle rocce, si aggiunge l'esperienza tattile. La geologia vi porta a 'toccare' il passato più remoto del territorio che attraversate.
Il tempo diventa solido, trasformandosi in oggetto tridimensionale. Appoggiandovi a una roccia o maneggiando un campione della stessa toccherete fisicamente il passato remoto della Terra, facendolo rivivere tra le vostre mani. È questa un'esperienza da enfatizzare e letteralmente svelare ai vostri Escursionisti.
C'è di più. Come mi racconta la mia amica Sara - anche lei geologa - le rocce sanno anche racchiudere i paleoodori prodotti negli istanti in cui si sono generate. Ai vostri Escursionisti spezzate una roccia e dite loro di provare a guardarla come una sfera di cristallo capace di proiettare le scene del passato.
Poi, chiamateli ad annusarne le superfici appena colpite con un martello.

Ne scaturiranno odori rimasti prigionieri per milioni di anni dentro un frammento di tempo. Odori che attendevano questo momento per svelarsi e tornare liberi.

III) Paleo-ambienti

Occorre far comprendere questo importante concetto a chi si affida a voi per scoprire i segreti racchiusi nelle rocce. Attraverso i molteplici caratteri delle successioni rocciose è possibile ricreare con estrema precisione il paesaggio, l'ambiente, nel quale - anche a distanza di centinaia di milioni d'anni - quegli stessi depositi si andavano accumulando (Fig. 16).

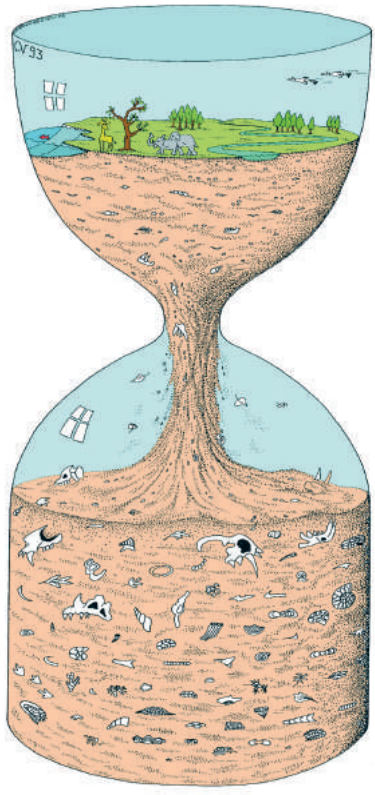


Fig. 16

Fig. 16
Esemplificazione che unisce in sé il concetto di ambiente attuale, di tempo geologico e di trasformazione degli istanti geologici in un archivio materiale a tre dimensioni.

Ad esempio, può accadere che un pacco di strati, anche se ai nostri occhi oggi si è trasformato in... montagna, riveli un remoto passato durante il quale ognuno di essi era il fondale di una laguna tropicale. Questo accade comunemente all'interno del geoparco, ad esempio osservando le successioni sedimentarie dei Periodi Devoniano e Triassico.
Lo stesso concetto può rovesciarsi, rendendo ancora più chiaro il suo significato. È sufficiente immaginare il destino dei sedimenti fluviali dell'odierna pianura friulana - strati e banchi di ghiaia, sabbia e limo - tra qualche decina di milioni d'anni. Appariranno come pacchi di strati cementati, ormai sollevati e variamente deformati dall'avanzare del fronte della deformazione alpina verso meridione.
Chi, nel lontano futuro, saprà ancora 'leggere' le rocce, sarà anche in grado di risalire all'ambiente fluviale odierno, alla direzione e verso di scorrimento degli antichi fiumi di oggi. Otterrà queste informazioni semplicemente osservando con cura i caratteri ereditati e tramandati attraverso il tempo dai pacchi di strati.
I paleo-ambienti sono dunque gli ambienti del tempo che fu. Così come gli ambienti di oggi, materializzati attraverso l'accumulo dei più vari depositi, sono destinati a trasformarsi nei paleo-ambienti di un domani prossimo venturo.

IV) Età assolute ed Età relative

I concetti complessi per essere spiegati e facilmente compresi hanno bisogno di essere semplificati ed esemplificati (Cap. 3, h, i). In questo caso proviamo ad applicare il concetto di età a due alberi della stessa specie, nati

in tempi molto differenti all'interno dello stesso giardino.
Per tutti noi diventa intuitivo riconoscere quale dei due è nato prima. Pur senza effettuare delle misurazioni specifiche, lo deduciamo dal diametro dei tronchi, dall'altezza dei fusti, dall'ampiezza delle chiome: "*Questo è più vecchio dell'altro*." L'età stabilita è stata relativa.
Addirittura, sempre sulla base dei caratteri appena considerati, è possibile farsi un'idea sull'epoca in cui collocarne il primo sviluppo. "*Questo albero potrebbe risalire a prima dell'ultimo conflitto mondiale*." È sempre un'*età relativa* che, in modo indiziario, si cerca di collocare in una griglia temporale basata su riferimenti assoluti e noti a tutti.
Per passare da un'*età relativa* ad un'*età assoluta*, riferendo entrambe allo stesso albero, bisognerebbe trivellarne il tronco con un succhiello e contarne gli anelli. Con questo dato (il numero degli anelli) potremmo ottenere l'*età assoluta* di quell'albero. Solo così potremo affermare "*Ha 92 anni!*" oppure "*è nato nel 1927*", che è poi la stessa cosa. L'*età assoluta* è un'età numerica, ottenuta - a seconda dei materiali considerati - in modi vari e differenti. Ad esempio, per le rocce magmatiche (e alcune sedimentarie) è il noto *decadimento radioattivo* a fissarla.
Molti tra voi si chiederanno se, entrando in discorso, diventa opportuno spingersi oltre, approfondendo l'argomento. Ritengo non sia vantaggioso per i seguenti motivi. Ricordatevi che siete in escursione. Che pochi tra i presenti potrebbero essere interessati alla cosa. Che non tutti comprenderebbero la spiegazione al primo colpo e dunque occorrerebbe ripeterla. Che argomenti simili generano dubbi e domande a *matrioska*. Meglio allora, molto meglio, avere pronto un riferimento bibliografico (non tra quelli scientifici, ma tra i divulgativi) da indicare in proposito. E tutti si riterranno soddisfatti.
Questo è un suggerimento generale: per ogni argomento complesso nel quale potreste imbattervi nel corso di una data escursione (non vi sarà difficile individuarli a priori) tenete pronta la vostra indicazione bibliografica da suggerire. Divulgativa però, mi raccomando. A meno che voi stessi riconosciate, in chi vi chiede l'approfondimento, delle conoscenze e capacità superiori alla media.
Torniamo alle *età relative* ed *assolute* per completare il discorso. Nella gran parte dei casi, l'età dei pacchi di *rocce sedimentarie* non può essere valutata con il metodo del *decadimento radioattivo*. Questo metodo si basa letteralmente su un conteggio statistico: quanti atomi (isotopi) presenti all'interno di particolari minerali, col trascorrere del tempo geologico si sono trasformati in altre 'specie atomiche'. Tutto questo sapendo che ogni 'specie atomica' che tende a trasformarsi è caratterizzata da un preciso e ben noto *tempo di dimezzamento*.
Ossia la quantità di tempo che occorre affinché la metà degli atomi considerati si trasformi in una 'specie atomica' differente, emettendo energia (collegata direttamente alla *radioattività*).
Più passa il tempo e meno atomi originari troviamo. Semplificando moltissimo, dal rapporto tra la quantità di atomi originari e la quantità di atomi trasformati possiamo ricavare

l'età numerica della roccia, ossia la sua *età assoluta*. Ad esempio: 75 milioni di anni.
Nelle rocce magmatiche le trasformazioni si attivano nel momento in cui il magma si solidifica e dà luogo ai vari minerali che formeranno il deposito o l'ammasso. Da quel momento inizia il *decadimento radioattivo* (Fig. 17).
Attenzione però: ora leggete attentamente quanto segue, cercando di dare autonomamente la risposta corretta. "*Volendo stabilire l'età assoluta di deposizione di un livello sabbioso oggi diventato arenaria, vi chiedo perché è un controsenso utilizzare i suoi granuli, seppure scegliendoli tra quelli formati da minerali che fanno al caso nostro (ossia che contengono atomi che 'si trasformano')*". La risposta è semplice... Così facendo otterremmo solo l'età (in milioni di anni) dei minerali e della roccia magmatica dalla quale quei granuli sono derivati per sgretolamento ed erosione. Non certo l'età della formazione del deposito sedimentario.
Un esempio: è come se in un manufatto di cartapesta, fra i mille ritagli di giornale utilizzati, trovassimo un frammento con, ancora leggibile, una data (ottobre 1986). Eppure, dalle nostre conoscenze sappiamo per certo che l'oggetto in sé risale alla fine degli anni '90. Dunque, tanto per le rocce sedimentarie, quanto per la cartapesta, può accadere che la vera età dei costituenti utilizzati sia più antica rispetto all'età della loro effettiva genesi. E qui, per molti tipi di rocce sedimentarie, entra in gioco l'*età relativa*, molto più facile da ottenere dato che si basa sul contenuto paleontologico: i fossili.
"*Cosa vuol dire allora dare un'età relativa a un pacco di rocce sedimentarie (le più comuni all'interno del geoparco)?*" Significa stabilire, sulla base delle associazioni di fossili ritrovate, che quegli strati sono più antichi o più giovani rispetto ad altri pacchi di strati contenenti fossili di specie o generi differenti.

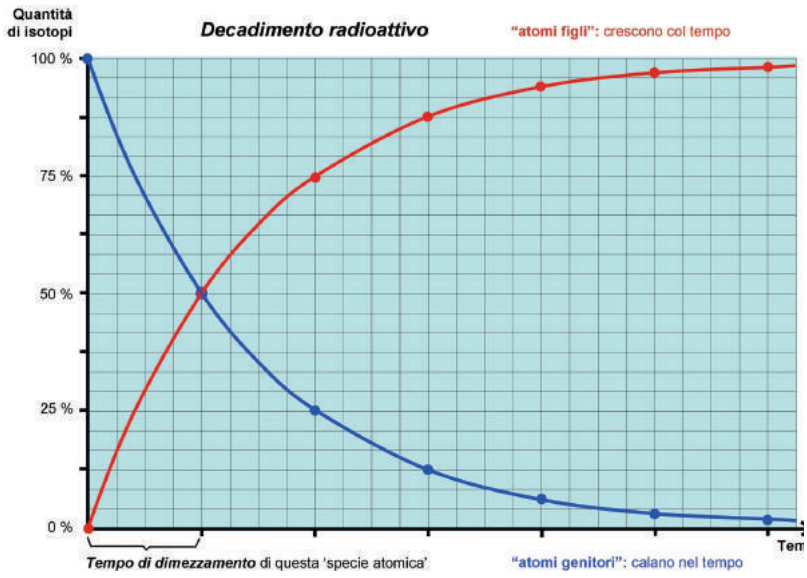


Fig. 17
Curve di decadimento radioattivo. In ordinata la percentuale di isotopi; sulle ascisse il tempo. Sulla verticale, la somma dei valori delle due curve (atomi genitori e atomi figli) deve essere sempre il 100%.

Resta un dubbio da risolvere. Un dubbio non da poco. "*Come è possibile affermare - sulla sola base del contenuto paleontologico - che quel dato pacco di strati si è sedimentato nel Campaniano, quindi circa 75 milioni di anni fa [età assoluta che appartiene al Cretaceo sup.]*?"
Qui entra in gioco l'infinito archivio di informazioni raccolte in oltre un secolo di attività dai geologi/paleontologi/geofisici di tutto il mondo.
Sono informazioni di *età assolute* e di *età relative*, ottenute studiando le successioni rocciose di tutto il pianeta.
Anche e soprattutto quelle dove strati sedimentari più o meno antichi (*età relative*) si alternano a livelli vulcanici (*età assolute*). È proprio in tali circostanze che diventa possibile confrontare tra loro i due tipi di età, calibrando quella 'relativa' e riferendola alla scala dei tempi assoluti. In questo modo si è costruita la cosiddetta *Scala cronostratigrafica* (Fig. 18), nella quale convivono in parallelo le *età relative* delle successioni stratigrafiche (rocce giurassiche hanno fossili differenti da quelle cretaciche) con le *età assolute*. Quelle applicate - ad esempio - al limite fra Giurassico e Cretaceo e alle rispettive suddivisioni interne.
Un'ultima considerazione. Confrontando delle *Tabelle cronostratigrafiche* stampate in anni differenti, potreste trovare delle *età assolute*... che cambiano (seppure di poco). Il principale motivo di tali discrepanze è che le *età assolute* sono il risultato di progressive analisi, sempre più raffinate, compiute sulle 'specie atomiche' contenute nelle rocce. Dunque i valori si perfezionano col passare del tempo e il progredire della ricerca.

V) Paleo-magnetismo e Paleo-latitudini

Questo è un altro di quei concetti base da chiarire e tenere sempre presenti. Vi tornerà utile quando vi troverete a contatto con rocce del *substrato* formate in paleo-ambienti tropicali o addirittura equatoriali. Nell'ambito del geoparco questo accadrà... 2 escursioni su 3.
Paleo-latitudine significa *latitudine occupata nel passato geologico da un dato territorio.* Ad esempio, le successioni sedimentarie di Pramollo/Nassfeld, accumulate tra mari, delta e fiumi di circa 300 milioni di anni fa (Carbonifero sup.), si formavano in posizione equatoriale: latitudine 4°N. Oggi la loro latitudine è 46° N. Un viaggio non indifferente. Domanda dell'escursionista (ma anche vostra): *"Chi ce lo dice? Con quali dati possiamo affermarlo?"* È il paleo-magnetismo a fornirceli. Occorre approfondire, senza scendere in discorsi specialistici (giammai!). Ancora una volta, come nel caso del *decadimento radioattivo*, sono i contenuti di alcuni particolari minerali a tornarci utili.
In questo caso si tratta di minerali che contengono ferro (Fe). *"Perché proprio loro?"* Perché a livello sub-molecolare sono suscettibili al *campo magnetico* della Terra, formatosi fin dai primordi del pianeta, dopo lo smistamento tra nucleo e mantello. *Fe-particelle* tanto sensibili da comportarsi come microscopiche bussole giroscopiche che si allineano, proprio come fossero aghi calamitati, inclinandosi secondo le linee di flusso del *campo magnetico* terrestre... del tempo (Fig. 19).
Più i depositi che contengono le nostre *Fe-particelle* sono vicini all'equatore e

Fig. 18
Scala cronostratigrafica standard, aggiornata al 2018.
COHEN K.M., HARPER D.A.T. & GIBBARD P.L., 2018. ICS International Chronostratigraphic Chart 2018/07. Int. Comm. on Stratigraphy, IUGS. www.stratigraphy.org

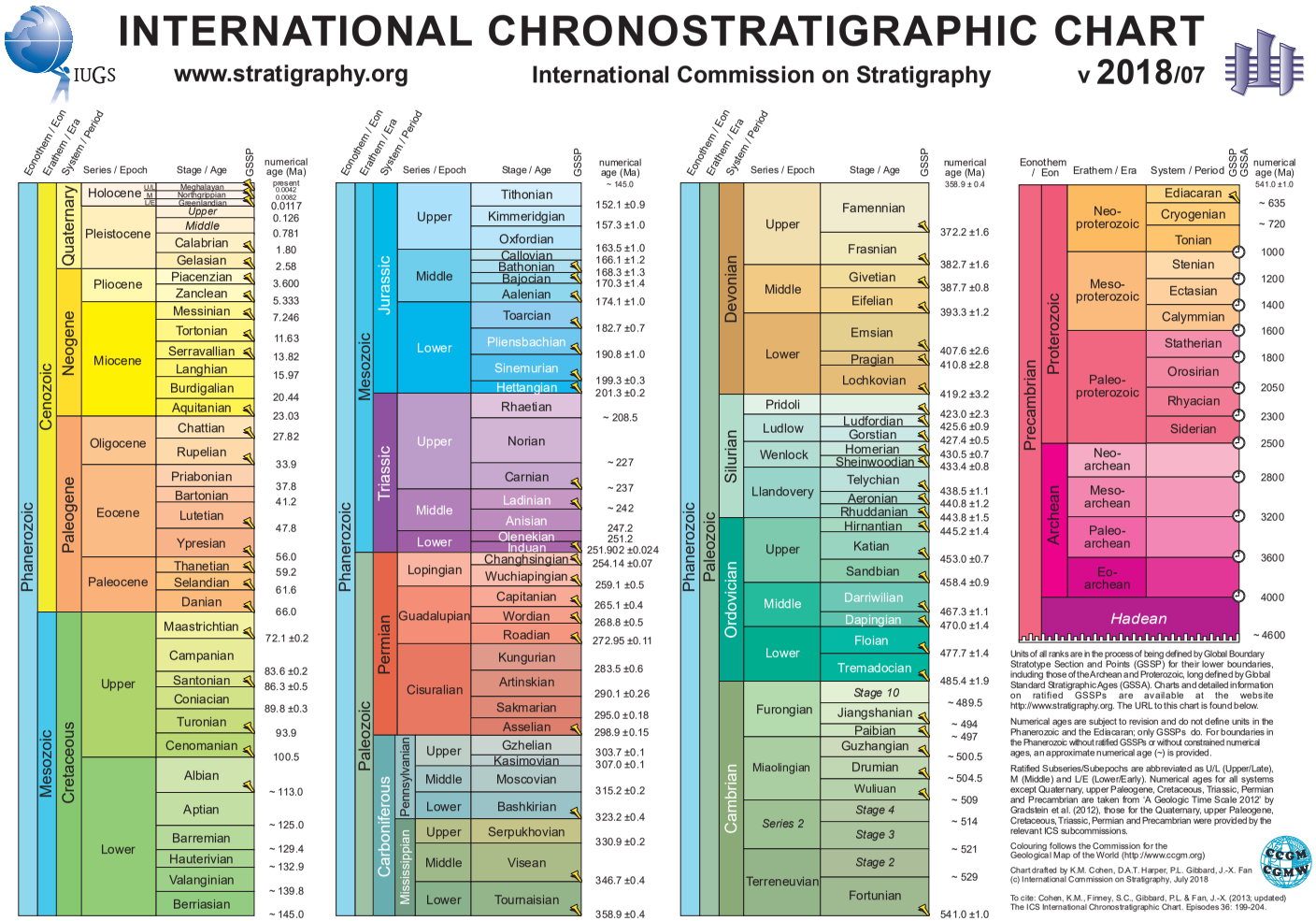
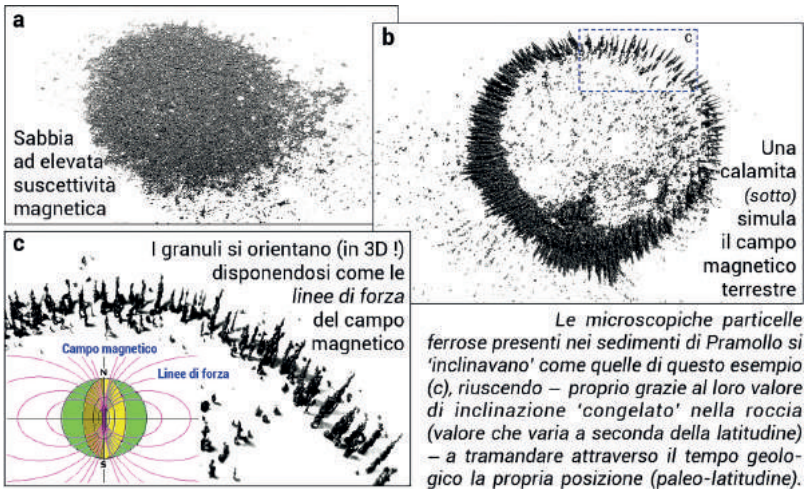

INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART
IUGS
www.stratigraphy.org
International Commission on Stratigraphy
v 2018/07
Eonothem / Eon
Erathem / Era
System / Period
Series / Epoch
Stage / Age
GSSP
numerical age (Ma)
Phanerozoic
Cenozoic
Quaternary
Holocene
Meghalayan
Northgrippian
Greenlandian
Pleistocene
Upper
Middle
Calabrian
Gelasian
Neogene
Pliocene
Piacenzian
Zanclean
Miocene
Messinian
Tortonian
Serravallian
Langhian
Burdigalian
Aquitanian
Paleogene
Oligocene
Chattian
Rupelian
Eocene
Priabonian
Bartonian
Lutetian
Ypresian
Paleocene
Thanetian
Selandian
Danian
Mesozoic
Cretaceous
Upper
Maastrichtian
Campanian
Santonian
Coniacian
Turonian
Cenomanian
Lower
Albian
Aptian
Barremian
Hauterivian
Valanginian
Berriasian
Jurassic
Upper
Tithonian
Kimmeridgian
Oxfordian
Middle
Callovian
Bathonian
Bajocian
Aalenian
Lower
Toarcian
Pliensbachian
Sinemurian
Hettangian
Triassic
Upper
Rhaetian
Norian
Carnian
Middle
Ladinian
Anisian
Lower
Olenekian
Induan
Paleozoic
Permian
Lopingian
Changhsingian
Wuchiapingian
Guadalupian
Capitanian
Wordian
Roadian
Cisuralian
Kungurian
Artinskian
Sakmarian
Asselian
Carboniferous
Pennsylvanian
Upper
Gzhelian
Kasimovian
Middle
Moscovian
Lower
Bashkirian
Mississippian
Upper
Serpukhovian
Middle
Visean
Lower
Tournaisian
Paleozoic
Devonian
Upper
Famennian
Frasnian
Middle
Givetian
Eifelian
Lower
Emsian
Pragian
Lochkovian
Silurian
Pridoli
Ludlow
Ludfordian
Gorstian
Wenlock
Homerian
Sheinwoodian
Llandovery
Telychian
Aeronian
Rhuddanian
Ordovician
Upper
Hirnantian
Katian
Sandbian
Middle
Darriwilian
Dapingian
Lower
Floian
Tremadocian
Cambrian
Furongian
Stage 10
Jiangshanian
Paibian
Miaolingian
Guzhangian
Drumian
Wuliuan
Series 2
Stage 4
Stage 3
Terreneuvian
Stage 2
Fortunian
Precambrian
Proterozoic
Neo-proterozoic
Ediacaran
Cryogenian
Tonian
Meso-proterozoic
Stenian
Ectasian
Calymmian
Paleo-proterozoic
Statherian
Orosirian
Rhyacian
Siderian
Archean
Neo-archean
Meso-archean
Paleo-archean
Eo-archean
Hadean
GSSA
~ 145.0
152.1 ±0.9
157.3 ±1.0
163.5 ±1.0
166.1 ±1.2
168.3 ±1.3
170.3 ±1.4
174.1 ±1.0
182.7 ±0.7
190.8 ±1.0
199.3 ±0.3
201.3 ±0.2
~ 208.5
~ 227
~ 237
~ 242
247.2
251.2
251.902 ±0.024
254.14 ±0.07
259.1 ±0.5
265.1 ±0.4
268.8 ±0.5
272.95 ±0.11
283.5 ±0.6
290.1 ±0.26
295.0 ±0.18
298.9 ±0.15
303.7 ±0.1
307.0 ±0.1
315.2 ±0.2
323.2 ±0.4
330.9 ±0.2
346.7 ±0.4
358.9 ±0.4
358.9 ± 0.4
372.2 ±1.6
382.7 ±1.6
387.7 ±0.8
393.3 ±1.2
407.6 ±2.6
410.8 ±2.8
419.2 ±3.2
423.0 ±2.3
425.6 ±0.9
427.4 ±0.5
430.5 ±0.7
433.4 ±0.8
438.5 ±1.1
440.8 ±1.2
443.8 ±1.5
445.2 ±1.4
453.0 ±0.7
458.4 ±0.9
467.3 ±1.1
470.0 ±1.4
477.7 ±1.4
485.4 ±1.9
~ 489.5
~ 494
~ 497
~ 500.5
~ 504.5
~ 509
~ 514
~ 521
~ 529
541.0 ±1.0
541.0 ±1.0
~ 635
~ 720
1000
1200
1400
1600
1800
2050
2300
2500
2800
3200
3600
4000
~ 4600
Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website http://www.stratigraphy.org. The URL to this chart is found below.
Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.
Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as U/L (Upper/Late), M (Middle) and L/E (Lower/Early). Numerical ages for all systems except Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012), those for the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.
Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (http://www.ccgm.org)
Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, J.-X. Fan
(c) International Commission on Stratigraphy, July 2018
To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

Fig. 18



Le microscopiche particelle ferrose presenti nei sedimenti di Pramollo si 'inclinavano' come quelle di questo esempio (c), riuscendo – proprio grazie al loro valore di inclinazione 'congelato' nella roccia (valore che varia a seconda della latitudine) – a tramandare attraverso il tempo geologico la propria posizione (paleo-latitudine).

Fig. 19

Fig. 19
L'orientazione della limatura di ferro, inserita in un campo magnetico generato da una calamita, replica la distribuzione in 3D delle linee di forza del campo stesso.

Fig. 20
Campo magnetico terrestre, rappresentato dalle sue linee di forza. Le bussole (rombi bianchi e neri) si orientano di conseguenza.

meno inclinati saranno i loro assetti (Fig. 20).

Dall'inclinazione memorizzata all'interno dei minerali ferriferi è facile, con un'equazione, ricavare la paleo-latitudine.

È sufficiente infine riferirla all'età delle rocce e la collocazione spazio-temporale è completata.

Aggiungo un esempio per chiarire un particolare non trascurabile. Paragoniamo la roccia a... un bosco. I singoli minerali sono, nell'esempio, le varie specie di alberi. Sono tante le conifere, poche le latifoglie. Queste ultime rappresentano i minerali che al loro interno hanno atomi di Fe, suscettibili al *campo magnetico* terrestre. Nel caso del bosco il *campo magnetico* può essere paragonato a una leggera brezza che spira con direzione costante. Non saranno i tronchi delle latifoglie o i loro rami a risentirne, ma solo le foglie più ampie. Ossia i 'domini' più interni dei minerali ferriferi - le nostre *Fe-particelle* - celati in profondità nella struttura molecolare.

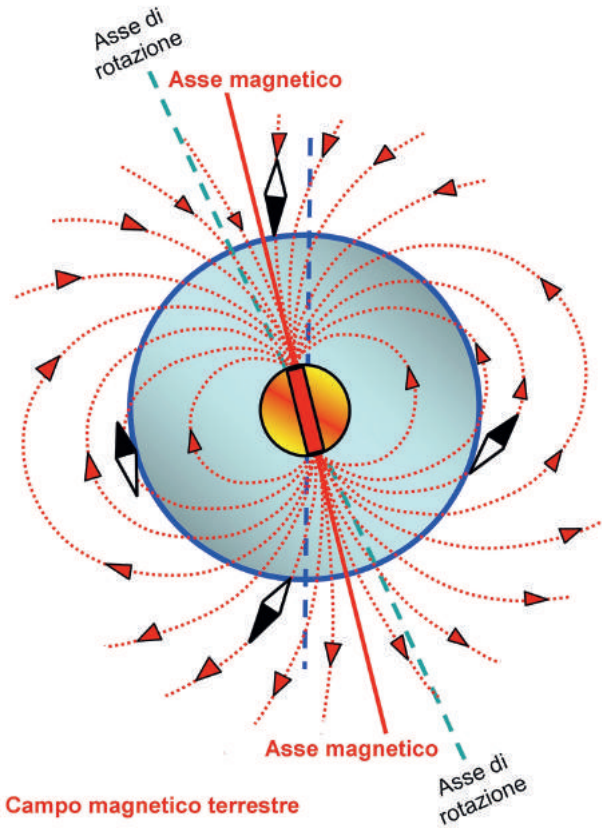


Fig. 20

VI) Clinostratificazioni

Parliamo di depositi sedimentari. Ricordo che con il termine 'depositi' riusciamo indicare tanto i sedimenti (dunque i depositi ancora sciolti non cementati, come ad esempio il pietrisco, le ghiaie, le sabbie, i fanghi, ...), quanto le rocce.

Se vi domandassi (e se, a vostra volta, voi lo chiedeste ai vostri Escursionisti): *"È vera l'affermazione che i depositi sedimentari si accumulano sempre in strati o banchi ad assetto orizzontale?"*, senza riflettere tutti sareste d'accordo sul sì. Al contrario, la realtà ci riserva delle sorprese. Gli ambienti (e i paleo-ambienti) capaci di meravigliarci sono molti. Basta sapere cercarli. Ancora una volta sarà un esempio ad aprirci la mente.

Prendete un pane pugliese - rigorosamente grande - fatelo diventare secco e friabile. Tagliatelo in due, appoggiandolo di taglio su un tavolo in modo da simulare un rilievo stabile. Ora, con una di quelle grattugie per noci moscate, cominciate a frantumarlo verso la sommità. Briciole finissime. Guardate come si accumulano alla base della 'parete di pane'. Formano un deposito inclinato adagiato alla sua base.

Cambiate grattugia. Grattugia grande, briciole grandi. Nuovi depositi si aggiungono e si sovrappongono ai precedenti. Anch'essi rigorosamente inclinati (38°-40°). La loro caduta e accumulo è regolata dalla sola forza di gravità. Non interviene alcun flusso idrico, né tanto meno dovuto al ghiaccio o al vento. La loro inclinazione corrisponde al cosiddetto *angolo di riposo*, variabile a seconda del materiale considerato (e comunque sempre mediamente alto).

Dall'esempio alla realtà geologica. Alla base di versanti rocciosi ripidi e fratturati sono presenti le *falde di detrito*, formate dalle... briciole di roccia. L'inclinazione verso valle della loro superficie (poco meno di 40°) è quella degli apporti più recenti, gli unici esposti e visibili. L'inclinazione però sarà la stessa anche per i depositi precedenti e più vecchi, sottoposti a quelli recenti (Fig. 21).

Gli strati che si formano già inclinati all'origine si dicono clinostratificati (o clino-stratificati) e la loro peculiare stratificazione è detta *clinostratificazione*. È questa una delle caratteristiche tipiche delle *falde di detrito*

Fig. 21
Ideale sezione di un deposito detritico di versante (pietrisco e blocchi) che mette in luce la sua clinostratificazione.

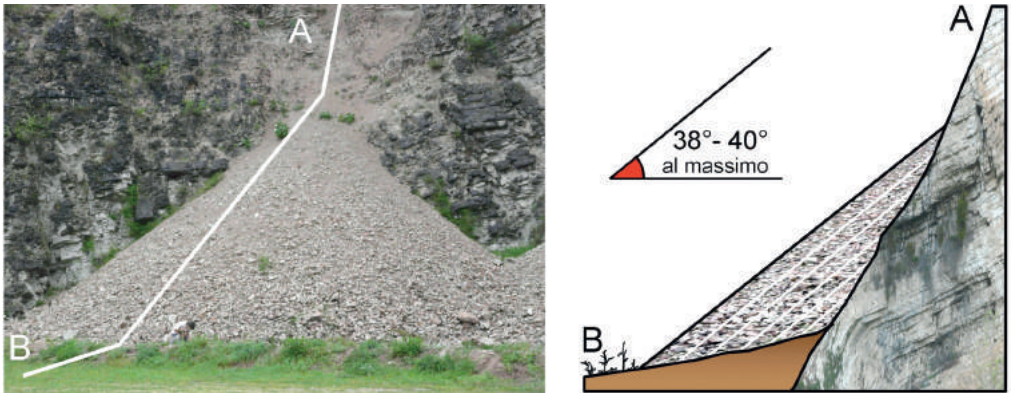


Fig. 21



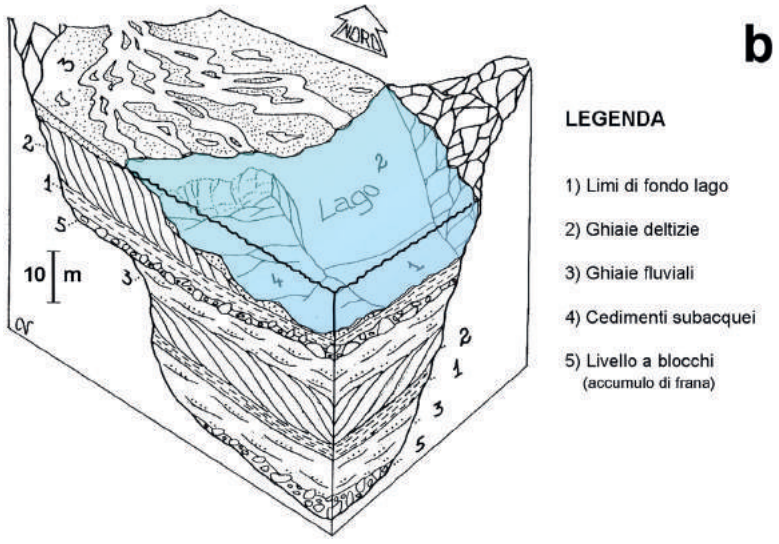


Fig. 22

presenti sempre (ma non solo) alla base delle grandi pareti di dolomia, roccia molto fragile e pertanto molto fratturata.

Scopriamo però che la *clinostratificazione* è diffusa e affermata anche in contesti subacquei, tanto marini quanto lacustri. Nel caso dei laghi sono i depositi deltizi ad offrirci delle evidenze spettacolari, seppure di estensione quasi sempre limitata (Fig. 22).

Per imbattersi in clinostratificazioni importanti, esposte alla scala di interi rilievi montuosi, dobbiamo cercare tra gli antichi depositi marini, tanto

Fig. 22
Deposito clinostratificato di riempimento lacustre (Miocene sup. - Pliocene inf.). Ponte Racli, presso Meduno (PN).

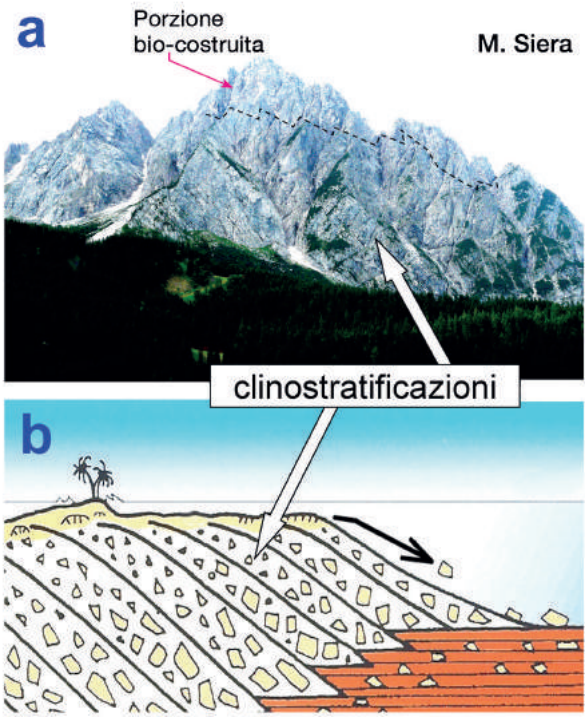


Fig. 23

Fig. 23
Le clinostratificazioni della scogliera organogena di età triassica media visibili al Monte Siera (vista da Cima Sappada).

deltizi quanto di *scogliera organogena*. Più antichi sono e più di altri possono essere stati sollevati dalle spinte crostali (Cap. 4, IX) e messi allo scoperto dalle erosioni fluviali e glaciali (Cap. 4, XIII).

Resta solo da precisare come e dove le scogliere organogene possono dare luogo a vaste porzioni clinostratificate. Il termine scogliera si riferisce a una 'costruzione' realizzata da organismi che, con le loro impalcature minerali (pensiamo ai coralli, ma non solo ad essi), riescono a costruire delle cattedrali sottomarine di roccia in grado di diventare immense. Quella cresciuta nelle Alpi Carniche nel lontano Devoniano ha raggiunto i 1200 m di spessore! Per trovarne di altrettanto eccezionali dobbiamo risalire il tempo fermandoci nel Triassico medio. È proprio nelle scogliere triassiche che si conservano le migliori evidenze di *clinostratificazione* (Fig. 23).

Solo una parte della *scogliera organogena s.l.* è clinostratificata, la porzione più esterna, quella che si affaccia sul mare aperto e profondo. Sezionando idealmente un corpo di scogliera troviamo, in posizione mediana, la porzione *bio-costruita*: quella dove vivono gli organismi costruttori, il cuore pulsante di tutto il 'sistema scogliera'.

Tra questo e le basse terre emerse retrostanti si estende la laguna. Un ambiente riparato nel quale si generano e depositano sedimenti fini, calcarei, organizzati in strati orizzontali.

Dalla parte opposta, la porzione *bio-costruita* si affaccia verso le profondità del mare aperto ed è esposta alla violenza delle mareggiate.

Cresce incessantemente, ma - seppure solo parzialmente - è frantumata dall'energia di impatto delle onde di tempesta e dall'azione dei vertebrati marini (tartarughe, pesci dotati di rostro, ...) che si cibano dei suoi minuscoli organismi. I frammenti strappati dalle loro impalcature minerali (calcaree) scivolano verso le profondità, in continuazione.

Grandi e piccoli frammenti il cui accumulo finisce col generare delle enormi *falde di detrito*... sottomarine. Come le *falde detritiche* di ambiente emerso, anch'esse sono clinostratificate. Spettacolari, all'interno del geoparco, si presentano quelle del M. Siera, ben visibili da Cima Sappada (Fig. 23).

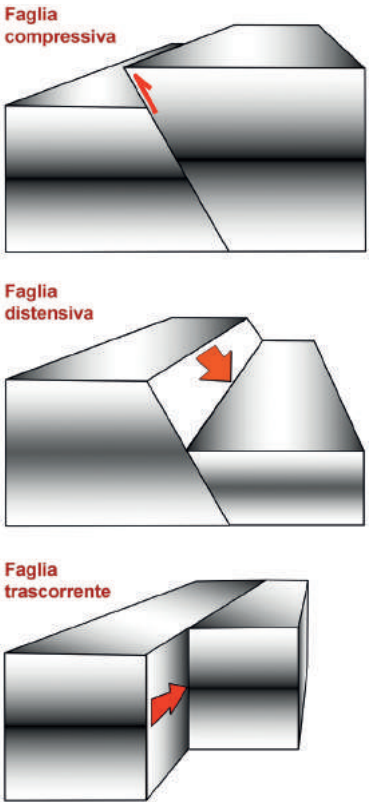


Fig. 24

VII) Faglie

Per voi *Guide geologiche* il concetto di *faglia* diventa concreto in moltissime escursioni dedicate al *substrato*. Mostrare sul terreno, in affioramento, un'antica faglia ai vostri Escursionisti e spiegare loro come ricostruire in modo semplice e immediato il movimento relativo dei due lembi rocciosi - credetemi - è un argomento che affascina i non esperti del settore.

Spiegare questo argomento a chi si affaccia incuriosito sul vasto e vario mondo delle 'cose geologiche', può essere facile e molto difficile al tempo stesso. Vi comprenderanno facilmente quando direte che per *faglia* si intende una *superficie di rottura (un taglio) sviluppata internamente al volume di roccia, tale da comportare il movimento di uno o di entrambi i lembi.* Le difficoltà cominceranno quando dovrete far loro capire che esistono vari e differenti tipi o famiglie di faglie. Attenzione: per spiegare bene quel tanto che occorre, è necessario conoscere tanto bene anche quello che non occorre mai spiegare. Considerazione valida sempre, per ogni argomento.

Partiamo dalla classificazione classica delle faglie, presente in ogni manuale di geologia: *faglie compressive*, *distensive* e *trascorrenti*. Si basa sugli effetti prodotti nei volumi di roccia deformati in... modalità fragile: raccorciamenti, estensioni, neutralità (Fig. 24).

Come ogni classificazione che si rispetti non può - anzi non deve! - escludere alcun elemento. Tutte le *faglie* presenti in natura devono - dovrebbero! - appartenere a uno di questi tre gruppi. Altrimenti chi vi ascolta comincia a non capire più nulla.

Proviamo allora ad aprire una carta geologica di un qualsiasi settore alpino. Accanto ai tre tipi di faglia descritti sembrerebbe aggiungersene un altro, tra l'altro sempre molto rappresentato. È dato da superfici verticali di *faglia* i cui lembi non scorrono orizzontalmente, come nelle *faglie trascorrenti*, ma si muovono verticalmente, in senso opposto (alto/basso). "*Bene* - direte voi - *allora sono compressive o distensive*". "*No di certo* - preciso io - *perché con un assetto verticale del piano di faglia il volume roccioso non si raccorcia né si estende, nonostante il movimento dei due lembi. Resta un comportamento... neutro*." Vi renderete dunque conto che non sono

Fig. 24
Le tre classiche tipologie di faglia: compressiva, distensiva e trascorrente.

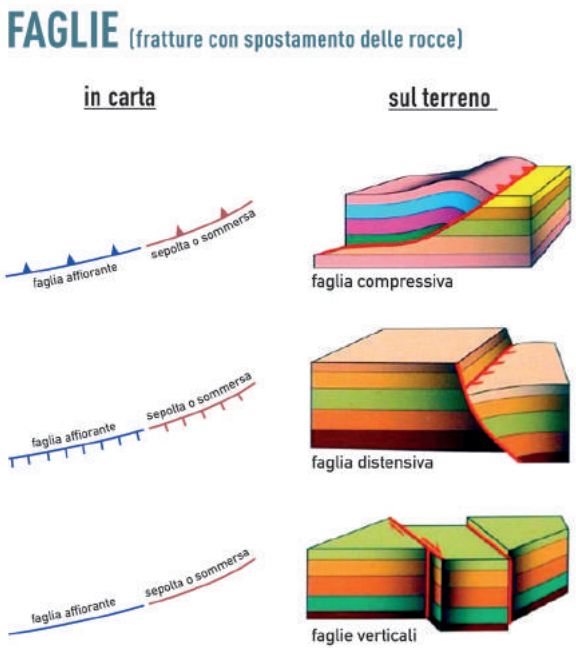


Fig. 25

Fig. 25
Un differente modo di catalogare le faglie, basato sulla loro geometria. (Da Venturini & Pantaloni, 2018).

classificabili in nessuna delle categorie previste.
Gulp! Abbiamo scoperto una falla nel sistema. Lì dove sembrava impossibile. Da adesso in poi, per chi (cioè... voi!) ha il compito di spiegare le cose come stanno, quelle stesse cose, paradossalmente, vi renderanno complicata la vita. Abbiamo fatto 13, ma... non troviamo più la schedina! Occorre porre rimedio, guardando le faglie da un'altra prospettiva: la loro geometria.
Solo in questo modo non sarà persa la precedente suddivisione (utilissima nonostante tutto), quella in *compressive*, *distensive* e *trascorrenti*. La gerarchizzazione (Cap. 3, j) ci viene in aiuto. Seguendo un criterio puramente geometrico, TUTTE le *faglie* possono essere suddivise in due soli insiemi: faglie inclinate e faglie verticali.
Questo è già un buon inizio - comprensibile a tutti - dato che è un criterio che non esclude alcuna *faglia*. A questo punto entriamo nel merito dei due gruppi.
Nelle *faglie inclinate* sono riconoscibili due delle tipologie classiche: le *faglie compressive* (raccorciamenti) e le *faglie distensive* (estensioni).
Nel secondo grande raggruppamento - le *faglie verticali* - possiamo individuare le *faglie trascorrenti*, con i tipici movimenti orizzontali, e le *faglie neutre*, con movimenti verticali (Fig. 25).
Questo è tutto, ma davvero tutto.
Ora starà a voi scegliere cosa raccontare a chi vi chiederà di parlargli in modo specifico di faglie.

Vediamo ora di fare alcune distinzioni utili per le spiegazioni sul terreno. Le faglie si possono presentare in vari modi e differenti sono le osservazioni che potete effettuare assieme ai vostri Escursionisti. Ricordatevi che la gran parte delle faglie riconoscibili in affioramento si è formata sotto la superficie terrestre, a profondità comprese tra molte centinaia di metri e 12-15 km.
Trovarle oggi 'a portata di mano' significa solo che i volumi rocciosi che le contengono sono stati sollevati e parzialmente smantellati dalle erosioni, fino a portarle alla luce. Quando le superfici di faglia sono affioranti, avete due possibilità: o si tratta di faglie visibili in parete come linee, oppure come porzioni di superfici di faglia.

a) *Faglie visibili in parete*. In questi casi, nelle migliori situazioni, è possibile apprezzare lo spostamento relativo tra i due lembi separati dal piano di faglia.
Il *rigetto di faglia*, semplificando, è lo spostamento tra due punti inizialmente in contatto reciproco.

Per determinarlo è necessario riconoscere, da una parte e dall'altra della superficie di faglia, uno strato, un livello, un... qualcosa che prima dello spostamento formava una struttura continua. Tenete comunque sempre conto che state osservando una sezione bidimensionale del volume roccioso e questo potrebbe portare a delle semplificazioni.



Fig. 26

b) *Faglie visibili in parete.* Può accadere che, pur senza riconoscere il *rigetto di faglia,* sia ugualmente evidente la presenza del piano di spostamento. Questo ad esempio accade quando il movimento tra i due lembi ha fratturato intimamente la roccia generando una fascia di frizione, caratterizzata da fitta fratturazione (Fig. 26). In questi casi al piede della superficie di faglia e della parete rocciosa si riconosce un *conoide detritico* o una *falda di detrito* i cui frammenti rocciosi si sono accumulati per distacco gravitativo (Cap. 4, XVIII).

c) *Superfici di faglia.* Non è raro imbattersi in piani di faglia affioranti e osservabili da vicino con accuratezza. In questi casi il riconoscimento è spesso favorito dalla presenza di calcite, o più raramente da quarzo. Entrambi appaiono biancastri e letteralmente spalmati in spessori millimetrici sul piano di antico movimento. Si tratta di sostanze minerali che, grazie a fluidi circolanti in profondità nelle fratture del volume roccioso, erano richiamati verso il piano di faglia (a quel tempo in attività). Lungo esso i fluidi scaricavano il proprio contenuto minerale che cristallizzava, sigillando irregolarità e piccoli vuoti. Non è un caso che tutte queste 'spalmature' di calcite o quarzo si presentino... striate. Le strie, formate durante la crescita progressiva dei minerali, indicano con estrema precisione la direzione di antico spostamento dei due lembi di faglia. C'è di più. Se osservate meglio il piano di faglia noterete che nella calcite (o nel quarzo) sono presenti dei piccoli scalini orientati perpendicolarmente alle strie di movimento (Fig. 27).
Sono in grado di fornirvi il verso di movimento. In altre parole, la faglia racconta tutto di sé. Vi precisa anche come si è mosso il lembo di faglia che con la sua scomparsa (per distacco, per erosione) ha messo in luce l'antica superficie di movimento.

Fig. 26
Successione rocciosa dislocata e fratturata da una faglia.

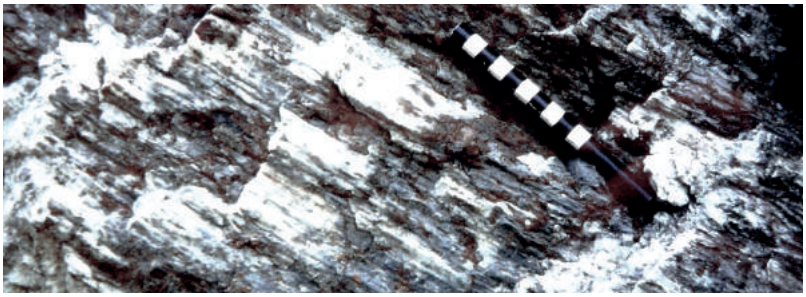


Fig. 27

"Ops... non vi ho ancora svelato come capire tutto questo!" Il metodo è facile da assimilare e ancora più facile da trasmettere ai vostri Escursionisti. È sufficiente che immaginiate di dover scendere i 'gradini' di calcite o quarzo. Il verso della discesa corrisponde al movimento del ' lembo che non c'è più', quello asportato dall'erosione.
Qui potete utilizzare il *metodo Coleman* (Cap. 3, k), simulando la discesa dei gradini con due dita (indice e medio) in... camminata lungo il piano striato e gradonato. Alla fine, sarà anche vantaggioso raccontare ai vostri Escursionisti che proprio con lo studio statistico di questa tipologia di dati, i geologi riescono a precisare la direzione delle grandi spinte crostali. Quelle che, ad esempio, hanno fatto nascere e crescere la catena alpina orientale.
Un'ultima curiosità: *"Come stabilire se i minerali 'spalmati' (meglio... cristallizzati) sul piano di faglia sono calcite o quarzo?"* Sono entrambi bianchi, ma la calcite si riga facilmente (portate sempre con voi un chiodo d'acciaio); il quarzo invece resiste, vista la sua durezza. Se poi utilizzate l'acido cloridrico (Cap. 3, a) risolvete subito il dubbio e, data la diffusione della calcite sui piani di faglia, quasi sempre in modo spettacolare.



Fig. 28

Fig. 27
Superficie di faglia con strie (indicano la direzione di movimento) e con gradini di calcite (indicano il verso di movimento del lembo mancante: qui verso sinistra).

Fig. 28
Un caratteristico specchio di faglia.

d) *Superfici di faglia*. In rari casi la superficie di movimento è stata levigata a tal punto dal moto reciproco dei due lembi di faglia che, lì dove il piano affiora, al profano di 'cose geologiche' sembra una levigatura a piombo effettuata dall'Uomo (Fig. 28).
E invece... nulla di più naturale e stupefacente. Non è un caso che superfici di faglia di questo tipo (prive di calcite o quarzo; prive di qualsiasi stria o gradino), uniformi e super-levigate, estese in natura fino a migliaia di metri quadri, siano universalmente conosciute come *specchi di faglia*. Una perfetta smerigliatura operata dalla Natura durante gli scontri tra volumi rocciosi. Rara a vedersi, ma non rarissima.

VIII) Tettonica sin-sedimentaria

Consideratelo come un argomento secondario del quale però è bene conoscere l'esistenza. Questo perché in poche ma significative occasioni potrà tornarvi molto utile. Ai più il suo significato sfugge. Proviamo insieme a svelarlo.

Tettonica deriva dal greco *tectos* (edificio) e indica *l'architettura delle deformazioni presenti in un volume roccioso.* L'aggettivo 'sedimentaria' sembra l'opposto delle deformazioni, dato che fa riferimento diretto all'accumulo di una successione di strati.

Il prefisso *sin-* (contemporaneità) mette ordine, giustificando l'apparente contrasto tra i due termini opposti. *Tettonica sin-sedimentaria* si utilizza dunque per i settori che sperimentano delle deformazioni fragili (in questi casi interessati da faglie distensive), le quali sono in grado di abbassare porzioni circoscritte di territorio, favorendo il richiamo di grandi quantità di sedimenti. Sono aree ampie da pochi chilometri quadrati fino ad alcune migliaia.

In tali circostanze si formano estesi 'scatoloni sprofondanti' delimitati da faglie in attività pressoché continua. Il settore di Pramollo/Nassfeld-Lanza - situato all'estremità orientale del geoparco, con la propria successione permo-carbonifera risalente a 310-270 milioni di anni fa - ne è l'esempio più eclatante (Fig. 29).

Ma non l'unico. All'interno del geoparco (zone occidentali e centrali)

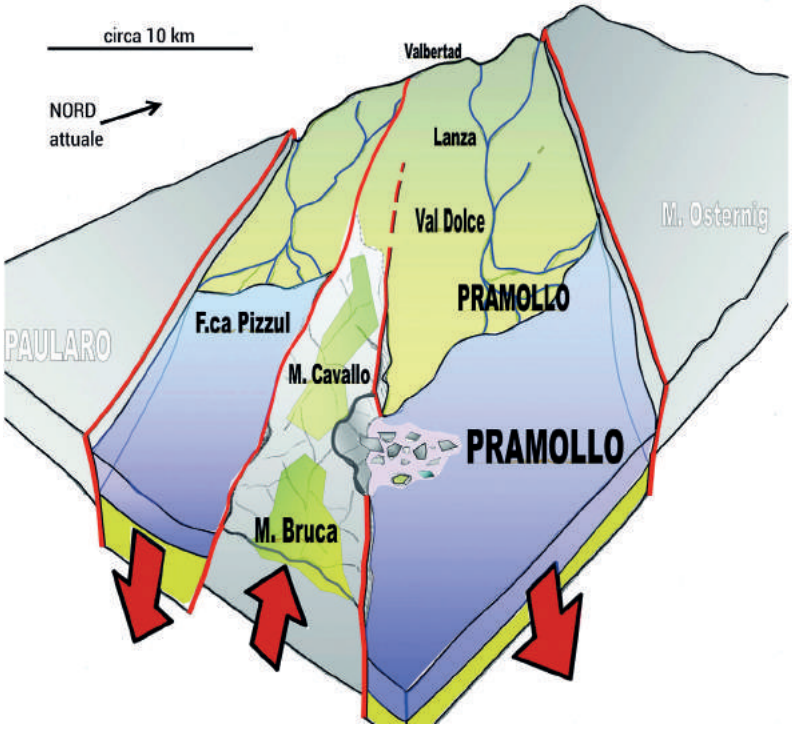


Fig. 29
Sintetica rappresentazione della tettonica sin-sedimentaria che ha propiziato e condizionato l'evoluzione carbonifera sup. (e permiana inf.) del settore Pramollo/Nassfeld.

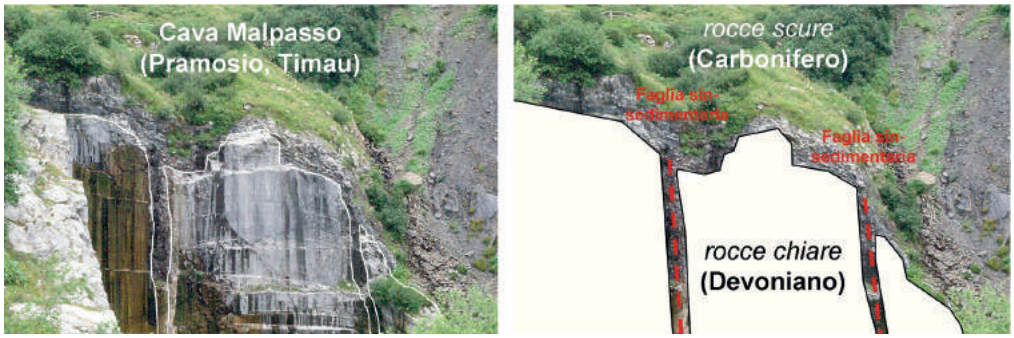


Fig. 30

Fig. 30
Evidenze di tettonica sin-sedimentaria nella successione paleozoica di Pramosio, sopra Timau. Contatto tra rocce chiare (calcari, Devoniano s.l.) e rocce scure (Fm. del Hochwipfel, Carbonifero). Sono evidenti le faglie distensive in allargamento che - circa al passaggio Devoniano-Carbonifero - hanno richiamato i precoci depositi scuri formando i cosiddetti filoni sedimentari: un classico elemento della tettonica sin-sedimentaria.

altri evidenti esempi di *tettonica sin-sedimentaria* sono presenti nei volumi rocciosi compresi tra il Permiano sup. e il Triassico. A questi si possono aggiungere quelli di età giurassica, particolarmente concentrati nel settore M. Verzegnis - M. Lovinzola. Degna di nota, in quest'ultimo, è una parete di cava con dati ottimamente esposti e spettacolari.

Per non parlare delle evidenze di *tettonica sin-sedimentaria* presenti nella successione devoniana e carbonifera del Paleozoico carnico. Una su tutte, per la sua chiara esposizione e facilità di raggiungimento: la cava abbandonata scavata nei calcari del Carbonifero basale, a Malpasso, nei pressi di Casera Pramosio bassa (Fig. 30).

IX) Orogenesi

All'interno del geoparco questo è uno di quegli argomenti che non può essere mai trascurato. A meno che la vostra escursione non si concentri esclusivamente sulle *coperture* (i depositi accumulati durante il Quaternario). Se poi le successioni rocciose risalgono al Paleozoico (Ordoviciano - Carbonifero *p.p.),* le orogenesi da citare e da documentare nei rispettivi effetti, diventano addirittura due: l'*ercinica* (conosciuta anche come *varisica*) e l'*alpina.*

Orogenesi (dal greco) significa *formazione di montagne.* Anche se non tutte le montagne di questo pianeta sono l'effetto di un'orogenesi. All'interno del geoparco (e dell'intera catena montuosa alpina) l'assunto è comunque valido e giustificato.

Quando si sviluppa un'orogenesi significa che due placche litosferiche con crosta continentale alla sommità sono venute in contatto reciproco, scontrandosi più o meno frontalmente. La loro deriva le ha portate a collidere e ad infilarsi una sotto l'altra, generando sollevamenti guidati dalle deformazioni: essenzialmente *pieghe e faglie.*

Ricordatevi sempre che la forma esterna dei rilievi, delle montagne, non è un effetto delle deformazioni. Tutt'altro. È la diretta conseguenza dell'azione delle acque superficiali (ghiacci compresi, quando presenti), in minima parte del vento e, ricordatelo sempre, delle alterazioni chimiche, subdole e diffusissime. Tutt'al più le deformazioni possono 'guidare' le erosioni, concentrandole lungo particolari settori o transetti. A questo proposito pensiamo ad una superficie di faglia il cui movimento ha frantumato e triturato le rocce dei due lembi a contatto.

Lì dove la *faglia* raggiunge la superficie,

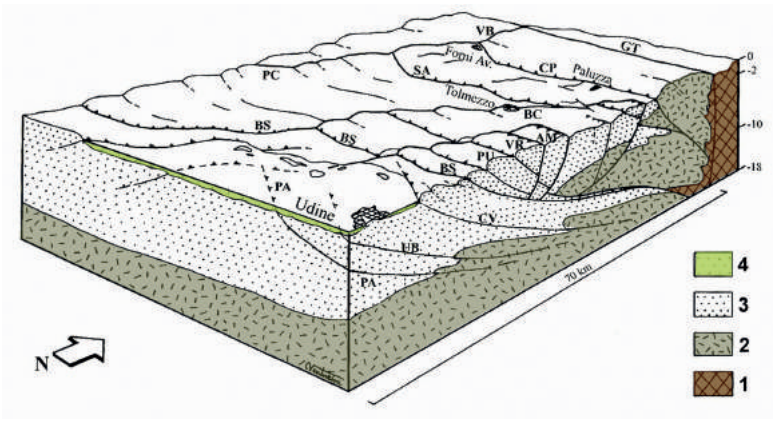


Fig. 31

i suoi 'lembi fratturati' daranno luogo una fascia esposta molto più erodibile rispetto alle zone circostanti (v. Fig. 26). È lì che le acque piovane battenti e quelle incanalate dei rii e dei torrenti troveranno... terreno fertile.

X) Scaglie tettoniche

È un concetto collegato direttamente all'orogenesi, al *substrato* deformato del Friuli Venezia Giulia e, più in particolare, al *geoparco delle Alpi Carniche.* Senza le *faglie compressive* non esisterebbero le *scaglie tettoniche.* Sì, perché la singola scaglia rappresenta il volume roccioso (qualsiasi tipo di roccia) compreso tra due *faglie compressive*.
Una serie di queste faglie, parallele e simili tra loro, descrive l'affastellamento di una successione rocciosa che si organizza in una serie di 'tegole tettoniche' rampanti. Una appoggiata all'altra, una davanti all'altra. L'effetto complessivo è un raccorciamento dell'estensione originaria della successione rocciosa.
Osservata dal punto di vista deformativo, l'ossatura delle Alpi e Prealpi Carniche può essere sinteticamente descritta come un insieme di 'tegole embricate' (*scaglie tettoniche*) rampanti in gran parte verso S (Fig. 31).
In genere, le faglie che delimitano le *scaglie tettoniche* sono superfici dalle geometrie 'a gradonata'.
Alla loro presenza si associano elevati raccorciamenti orizzontali e significativi sollevamenti dei volumi rocciosi verso posizioni più superficiali. Interessante tra queste, nel territorio del geoparco, la *Faglia di Sauris* (Fig. 32).

Ugualmente, possono esistere *scaglie tettoniche* delimitate da faglie con geometrie ad alto angolo (circa 60°). Più rare delle precedenti *faglie a gradonata*, tali *faglie* producono scarsi raccorciamenti orizzontali, ma cospicui sollevamenti. Tra queste la più degna di nota all'interno del geoparco è la *Faglia Comeglians-Paluzza-Paularo (Faglia Com-Pa-Pa), (Fig. 32).*

XI) Substrato e coperture

Tutto quello che ci circonda è sempre riassumibile in due sole categorie:

Fig. 31
Orogenesi alpina. Modello deformativo sintetico del settore friulano. Sono evidenti le faglie compressive e le relative scaglie tettoniche, in gran parte vergenti verso S come "tegole rampanti". 1) Basamento ercinico metamorfico (Ordoviciano-Devoniano); 2) "Basamento" ercinico non-metamorfico (Ordoviciano sup. - Carbonifero); 3) Successioni tardo-ercinica ed alpina (Carbonifero sup. - Cenozoico *p.p.*); 4) Coperture recenti (Quaternario).

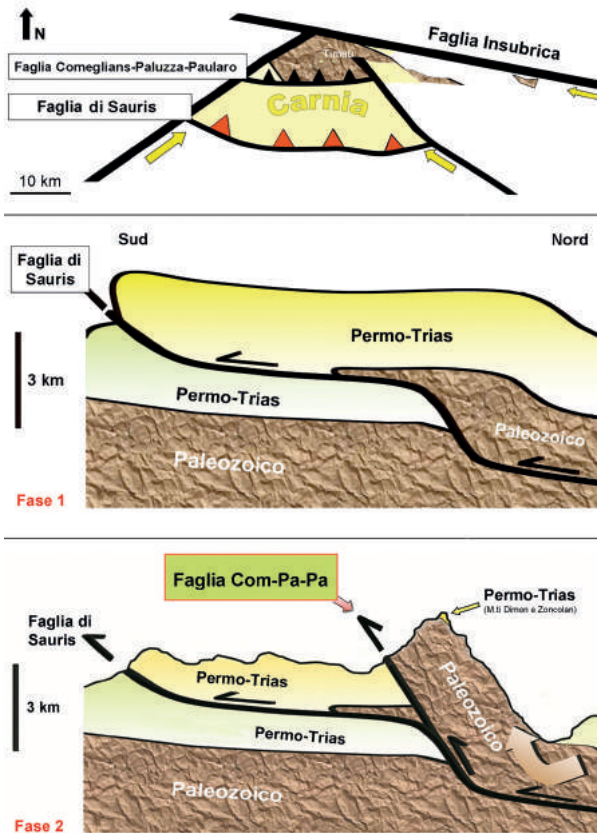


Fig. 32

substrato e *coperture* (ricordate sempre questa importante distinzione).

Al *substrato* appartengono le successioni rocciose, più o meno antiche, più o meno deformate. Alle *coperture* sono ascrivibili i depositi più o meno recenti (quasi sempre non cementati, ovvero sciolti) i quali, per loro natura, rivestono le rocce del *substrato*. In genere, le massime concentrazioni delle *coperture* si apprezzano, com'è logico, nei fondivalle e alla base delle vaste pareti di rocce fragili e molto fratturate. In rare occasioni il reciproco contatto si rende visibile. Frequentemente è mascherato dalla vegetazione, ovvero è presente in profondità, ben al di sotto della superficie topografica. *Substrato* e *coperture*: una suddivisione che, per chi ascolterà le vostre spiegazioni, deve costituire un vero caposaldo concettuale. Due mondi che, seppure sovrapposti, sono lontani anni luce tra loro. Li separa un lasso di tempo spesso quantificabile in decine o centinaia di milioni di anni. Un tempo durante il quale si sono prima affermati i seppellimenti (riferiti alle rocce del *substrato*), seguiti poi dalle spinte crostali, dalle conseguenti deformazioni e dai sollevamenti, e infine dalle poderose erosioni e dai franamenti generalizzati (Cap. 5). Nell'ambito del geoparco la massima parte delle *coperture* nelle quali vi imbatterete è compresa tra i 18.000 anni (epoca coincidente con la rapida deglaciazione würmiana, Cap. 4, XII) e il Presente. Al contrario, nei medesimi territori le rocce del *substrato* hanno età comprese tra 460 e 200 milioni di anni circa (Paleozoico e parte del Mesozoico).

Potrei a questo punto suggerirvi un paragone archeologico, utilizzando un sito presente proprio all'interno del geoparco. Qualora fosse lambito dal tracciato di una vostra futura escursione non trascuratene la visita, magari sfruttando il veloce parallelo geologico che vi propongo.

Siamo a Zuglio (Valle del Bût), l'antica *Iulium Carnicum*, fiorente cittadina romana devastata da Attila nel 452 d.C. e risorta solo nei secoli scorsi dopo un lunghissimo periodo di oblio. Ovunque oggi si scavi, sotto gli edifici moderni vengono alla luce gli antichi ruderi e le testimonianze del lontano passato. Sono il *substrato* sopra al quale, in tempi recenti, si sono sviluppate le... *coperture*, ossia l'odierno paese di Zuglio.

Fig. 32
La Faglia di Sauris e la sua diretta "emanazione": la Faglia Com-Pa-Pa (Comeglians-Paluzza-Paularo).

Due storie molto diverse quella di Zuglio e della sua antica radice *Iulium Carnicum*. Le loro vestigia tangibili (muri, colonnati, pavimenti musivi, strade, impianti idrici, ...) appaiono oggi sovrapposte e in contatto reciproco. Effetti e storie facilmente separabili tra loro, fisicamente e temporalmente. Anche dai non-archeologi.
Come le *coperture* di Zuglio (gli edifici recenti) hanno spesso riutilizzato nei loro muri le antiche pietre del *substrato archeologico*, anche le *coperture geologiche* (i depositi recenti) rielaborano e riconvertono parte di quelle rocce che formano il *substrato geologico*. Rocce ridotte in frammenti, granuli e particelle strappati ai rilievi, accumulati alla base delle pareti e/o ridistribuiti nei fondivalle.
In poche parole, attraverso un esempio (Cap. 2, h) - ma voi stessi in autonomia ne potrete comunque escogitare di nuovi - dovete far sì che anche i vostri ascoltatori non-geologi abbiano, altrettanto chiara, la distinzione tra *substrato* e *coperture*. Due termini prettamente geologici, ma che per i vostri Escursionisti devono entrare nel lessico comune.

XII) Glacialismo e Glaciazioni

Glacialismo è un termine che sottolinea l'affermarsi e il persistere di condizioni climatiche in grado di generare spesse coltri glaciali i cui effetti, sparsi sul territorio, restano a documentarne la passata presenza. Entrando più nello specifico, possiamo riconoscere quelle che, forse impropriamente, sono definite come Ere glaciali. Rappresentano degli intervalli temporali dominati da prevalenza di temperature che, per buona parte degli organismi superiori abitatori delle terre emerse, sono considerabili decisamente rigide.
Nella storia recente della Terra (gli ultimi 600 milioni di anni circa, coincidenti con l'Eone Fanerozoico) per trovare un'Era glaciale precedente a quella cosiddetta 'quaternaria' - con la quale ha convissuto prima *Homo habilis*, poi *Homo erectus* e infine *Homo sapiens* - bisogna risalire al lontano Paleozoico, fermandosi tra i periodi Carbonifero e Permiano.
Durò per oltre 30 milioni di anni, con alterne vicende climatiche. A quei tempi il Nord-Est d'Italia si trovava a cavallo dell'equatore, ben distante dai centri di produzione glaciale. Eppure, anche alla massima distanza, il glacialismo si fece sentire.
"In che modo?" chiederete voi, incuriositi alla pari dei vostri Escursionisti. Attraverso le variazioni del livello degli oceani a loro volta indotte dalle periodiche espansioni e contrazioni della vasta calotta di ghiacci che, allora come oggi, rivestiva i territori emersi collocati in posizione antartica. Le corrispondenti oscillazioni del livello marino - molte decine di metri - spostavano la linea di riva ora verso il mare (regressione), ora verso terra (trasgressione), modificando le tipologie di depositi (fluviali, deltizi, marini) che di volta in volta si accumulavano uno sull'altro e uno dopo l'altro.

Le rispettive rocce, deposte durante il Carbonifero sup. e il Permiano inf. (circa da 310 a 280 milioni di anni fa), le troviamo oggi magnificamente esposte nel comprensorio di Pramollo/Nassfeld, a N di Pontebba. Sono la diretta testimonianza di questa prece-

dente antichissima glaciazione che in Italia solo il Friuli Venezia Giulia conserva.

Non si pensi che un'Era glaciale sia dominata da un clima costantemente rigido. Tutt'altro. Però gli intervalli miti e in un certo senso 'vivibili' che periodicamente interrompono... l'effetto granita, sono sempre molto limitati nel tempo. Risultano decisamente brevi se comparati con le durate dei periodi freddi. Un *intervallo glaciale* - regolato quindi da condizioni estreme alle medio-alte latitudini e/o altitudini poste sopra il limite delle nevi perenni - dura mediamente intorno ai 100.000 anni, altre volte 40.000 (Fig. 33).

Tutto dipende da ragioni astronomiche, oceaniche, geologiche e atmosferiche, in un complicato intersecarsi e interagire di variabili. Dall'eccentricità dell'orbita terrestre alle variazioni di inclinazione dell'asse; dall'intensità della radiazione solare, alla presenza e quantità di macchie solari (significativa per alcuni ricercatori); dalla distribuzione delle masse continentali e loro altezze sul livello del mare, alle modifiche delle principali correnti oceaniche; dal prolungato stazionamento di aree d'alta pressione su masse d'acqua oceanica, al disgelo accelerato di vaste estensioni di *permafrost,* con relativa emissione concentrata di CH_4 (metano), gas serra ancor più potente della CO_2 (anidride carbonica).

Torniamo però alla stima della durata, questa volta riferita agli intervalli interglaciali. Essi, con la mitezza del loro clima, hanno avuto la forza di interrompere lo strapotere degli intervalli glaciali: quelli che, nel passato più recente della storia del nostro pianeta,

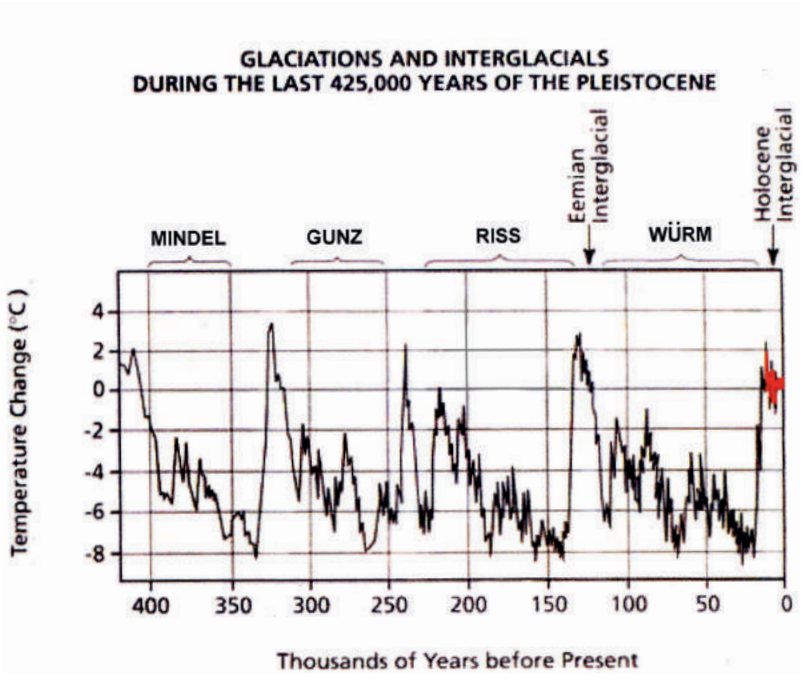


Fig. 33

Glaciazioni quaternarie e andamento delle temperature medie. *(Dati di T° dalla Vostok ice core; da Hansen, 2004 modif.).*

Fig. 33

hanno più volte smorzato le speranze di 'un mondo migliore' nei nostri più antichi progenitori, costringendoli ad adattamenti sofferti e/o migrazioni forzate.

Un *intervallo interglaciale* 'resiste' in genere dai 10.000 ai 15.000 anni. È un dato che fa riflettere. Se consideriamo che l'attuale fase di clima mite (interglaciale) è iniziata 11.700 anni fa e ha interrotto l'ultima (per ora) fase fredda, identificata come Glaciale Würm (cominciato circa 125.000 anni or sono), ci accorgiamo che il conto alla rovescia verso l'inizio di un nuovo *intervallo glaciale* potrebbe esser ormai al termine.

La riflessione prosegue. Seguendo quanto attualmente ci viene proposto dai media, cassa di risonanza di quanto proclama una parte dei climatologi, ossia la stretta relazione tra la concentrazione di CO_2 e l'aumento della temperatura media globale, potremmo un giorno - se la corrispondenza fosse reale (persistono dubbi in proposito) - ringraziare le emissioni di CO_2, in grado di scongiurare o anche solo allontanare l'innesco della prossima fase fredda, anzi... glaciale.

La glaciazione quaternaria è ormai una conoscenza comune e condivisa. Pochi però sanno che da qualche anno un congresso mondiale di scienziati ne ha spostato a ritroso l'inizio e con esso il limite Pliocene-Quaternario. Si è così passati dai precedenti 1.800.000 anni fa agli attuali 2.600.000. Due milioni e seicentomila anni durante i quali, iniziando con un progressivo, lento abbassamento delle temperature medie globali, alcuni lunghi periodi freddi,

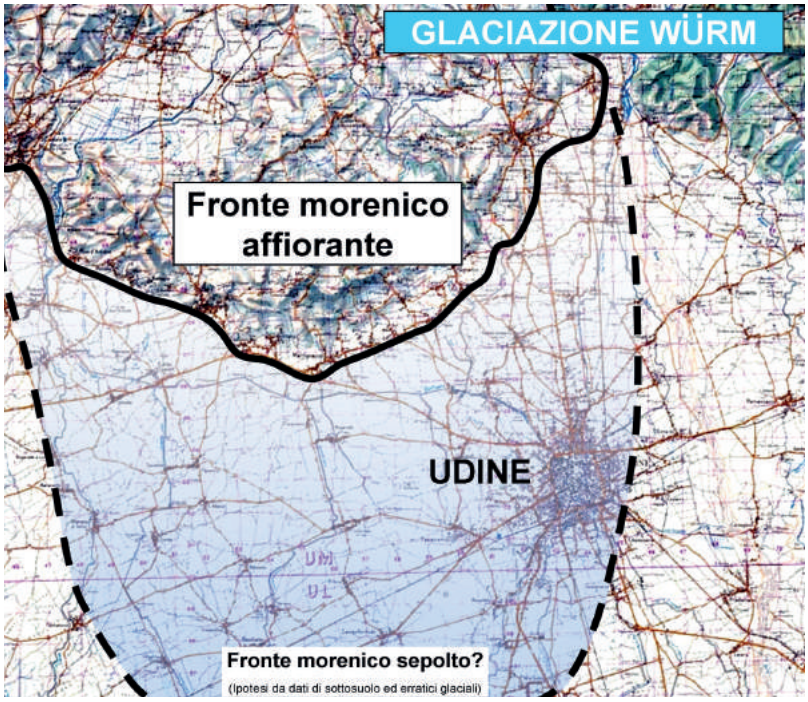


Fig. 34

Fig. 34
Espansione massima della glaciazione würmiana in Friuli: due ipotesi a confronto.

molto freddi, si sono alternati a brevi intervalli caldi o 'diversamente freddi'. Da quattro a sei sono le lunghe fasi climatiche molto rigide riconosciute nei territori alpini europei. Fino a un decennio fa erano identificate con i nomi di sei torrenti svizzeri, scelti in ordine alfabetico, dalla fase glaciale più antica a quella più recente: Biber, Donau, Gunz, Mindel, Riss e Würm. Attualmente, date le incertezze di attribuzione dei relativi effetti lasciati sul territorio, si preferisce fare riferimento - certo e sicuro - solo all'ultimo massimo glaciale, il cosiddetto LGM (Last Glacial Maximum); o ancor meglio, ALGM (Alpine Last Glacial Maximum), valido per i territori che ci riguardano più da vicino.

Coincide con la massima espansione glaciale würmiana. Quest'ultima, nei nostri territori alpini, è marcata dalla presenza di una coltre di ghiacci le cui propaggini più avanzate - secondo un'ipotesi basata sui depositi sepolti presenti nell'alta pianura friulana - circa 30.000 anni fa raggiungevano e superavano Udine (Fig. 34).

Nel *geoparco delle Alpi Carniche* i ghiacciai würmiani colmavano ogni valle, rivestendo le cime montuose, ad esclusione di quelle più elevate e ripide. Queste ultime, come isole rocciose (*nunatak*), emergevano dalla coltre gelata. Il limite delle nevi perenni (*lnp*) si attestava intorno a 1300 m (oggi è prossimo a 3000 m). Lo spessore dei ghiacci aumentava verso l'interno della catena, la zona interfrontaliera, raggiungendo massimi di 1500 m.

In funzione di quello che troverete sul territorio alpino carnico relativamente alle *coperture* quaternarie, è indispensabile conoscere le variazioni climatiche intercorse tra il momento della massima espansione glaciale würmiana e il Presente. La deglaciazione, come sempre avviene, fu rapida. Nel volgere di pochi secoli le acque di superficie si riappropriarono dell'intero territorio. Le cime più elevate, allora come oggi, non superavano i 2800 m di altezza.

Mentre l'acme glaciale würmiano è databile intorno a 22.000 anni fa, la rapida deglaciazione risale a 18.000 anni or sono.

In questi casi a una *Guida geologica* si chiede, preliminarmente alle spiegazioni che può dare ai propri Escursionisti, di immedesimarsi nelle varie situazioni di cui esporrà gli effetti. Per farlo in modo corretto, la *Guida* dovrà essere in grado di comprendere le variabili che in ogni momento hanno condizionato l'ambiente fisico e le sue trasformazioni, talvolta radicali.

Esercitiamoci insieme a immaginare e scoprire l'aspetto e le condizioni del territorio del geoparco appena liberato dai ghiacci würmiani. Prima di continuare a leggere provate a ricreare, in autonomia, lo scenario che caratterizzava le Alpi Carniche intorno a 18.000-17.000 anni fa (ad avvenuta deglaciazione).

Pensate di avere davanti a voi una fotografia del paesaggio del tempo e di descriverla. Provateci; solo dopo riprendete la lettura.

Ecco quanto avreste dovuto tenere presente. Mancanza totale di vegetazione. Dove non sono esposte le successioni rocciose (presenti solo lungo versanti ripidi) il territorio è rivestito da una coltre morenica (*morena di fondo*) abbandonata durante la fusione dei ghiacci; i suoi spessori variano da qualche decimetro ad alcuni metri;

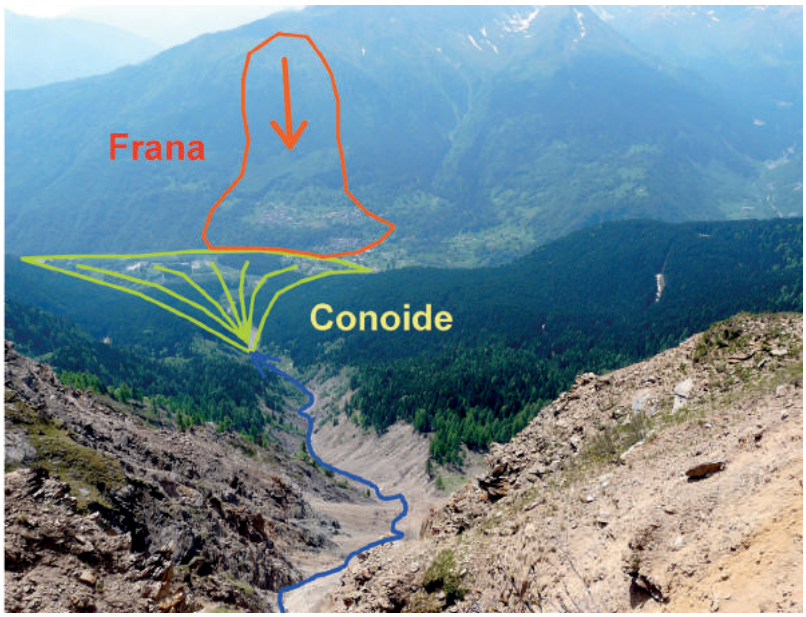


Fig. 35

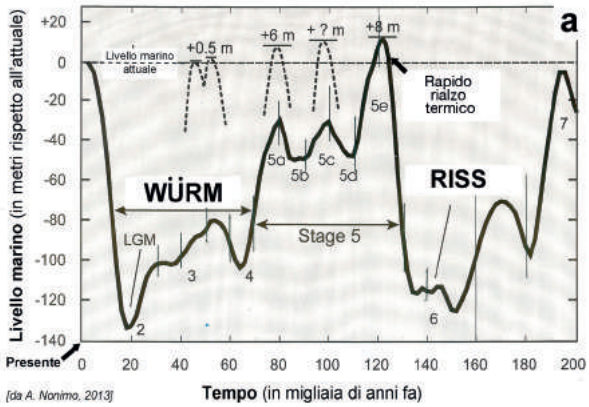
si tratta di fanghiglie con dispersi frammenti rocciosi dalle dimensioni più varie, fino a blocchi superiori al metro cubo che il ghiacciaio trasportava al proprio interno fino al momento della fusione.
Inoltre, ragionando sullo scenario del tempo, possiamo anche presupporre che il clima in rapido cambiamento abbia indotto aumenti nella concentrazione di vapore acqueo con frequenti eventi estremi: piovosità abbondante e concentrata.
Da non trascurare, inoltre, l'effetto prodotto dal veloce decaricamento glaciale in grado di generare una diffusa instabilità del *substrato*, più marcata dove questo è formato da rocce già di per sé fratturate. Ne deriva una tendenza al 'rigonfiamento' definita, in termini scientifici, come *glacial rebound,* sintetizzabile nel più prosaico ma comprensibile 'effetto materasso', prodotto dallo stesso quando vi alzate dal letto.
"Quali sono dunque le prevedibili conseguenze prodotte sul territorio dalla rapida deglaciazione würmiana?"
Presenza di corsi d'acqua (rii e torrenti) in grado di mobilizzare significativi volumi di materiali incoerenti (depositi morenici di fondo), mescolati a quantità elevate di detriti rilasciati continuamente dalle pareti rocciose esposte e fratturate (*falde e conoidi di detriti*).
Attivazione di diffuse grandi frane.
Ne derivarono rispettivamente degli estesi corpi di frana (Cap. 4, XV) e degli ampi ventagli di depositi torrentizi (Cap. 4, XVIII) in progressivo ampliamento (*conoidi di deiezione*), (Fig. 35). Non finisce qui.
Tra la deglaciazione (18.000 anni fa) e il Presente si è inserito un evento particolare, confidenzialmente riassumibile

Fig. 35
I due tipi di depositi che caratterizzarono la precoce evoluzione del territorio dopo la deglaciazione würmiana (nel Tardo- e nel Post-würmiano): vasti accumuli di frana e ampi conoidi di deiezione.

come il 'colpo di coda' della glaciazione würmiana.
Sì, perché dopo la fusione dei ghiacci würmiani e dopo nemmeno un paio di migliaia d'anni di clima mite che aveva lasciato ben sperare le sparute popolazioni a suo tempo migrate forzatamente dalle vallate montane verso l'alta pianura friulana, qualcosa nelle temperature medie globali andò storto. Il limite delle nevi perenni (*lnp*) si abbassò drasticamente, fermandosi a 1750 m s.l.m. Valore ben lontano dai 1300 m raggiunti nel Würm. Dato indicativo di temperature nuovamente fredde, ma non propriamente glaciali. Il *Calendario della Terra* segnava 16.000 anni fa circa. Nei successivi 4.000 anni le temperature medie globali invertirono la tendenza e presero ad innalzarsi progressivamente. Procedettero secondo scatti progressivi.
Ad ogni piccolo incremento termico seguiva una breve stasi della durata di alcuni secoli. Si arrivò così al limite Pleistocene-Olocene, coincidente con la fine del 'colpo di coda' - noto scientificamente come Tardo-würmiano - e con l'ingresso nel 'nostro' *intervallo interglaciale.*
Nei territori del geoparco gli aumenti 'a scatti' delle temperature medie spostarono il corrispondente *lnp* verso quote sempre più alte. Si passò così, nel volgere di 4.000 anni circa, da 1750 m a 2050 m, per poi salire a 2200, 2350 e 2450 m: ultimo stazionamento tardo-glaciale würmiano prima dell'ingresso nel cosiddetto Post-glaciale, identificato con la soglia temporale degli 11.700 anni fa (inizio dell'Olocene), (Fig. 36).

Questo, in sintesi, è quanto accade da un punto di vista prettamente termico.
A voi, come *Guide geologiche*, interessano in parallelo anche gli affascinanti effetti prodotti durante questa speciale fase finale della *glaciazione würmiana*.
Sì, perché proprio l'analisi dei relativi effetti ha reso possibile la ricostruzione accurata dell'evoluzione tardo-glaciale dei territori del geoparco.
Torniamo allora, con l'immaginazione, a 16.000 anni fa circa. Il calo delle temperature medie fu drastico, ma non eccezionale.
Con il limite delle nevi perenni (*lnp*) attestato sul 1750 m di altitudine s.l.m., solo i massicci più elevati (meglio

Fig. 36
Il Tardo-glaciale würmiano: il "colpo di coda" della glaciazione würmiana.
(a: da Martinson et al., 1987 modif.).



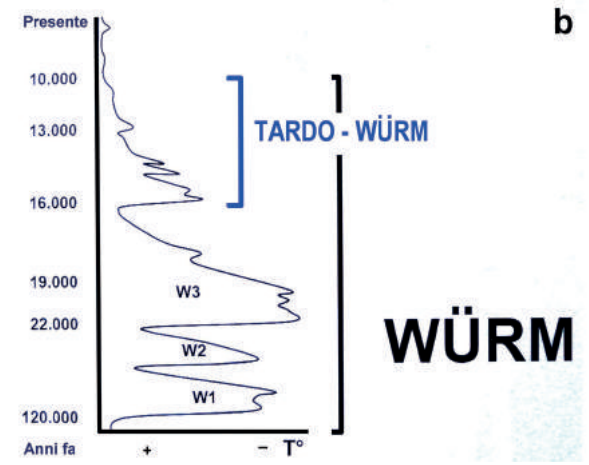


Fig. 36

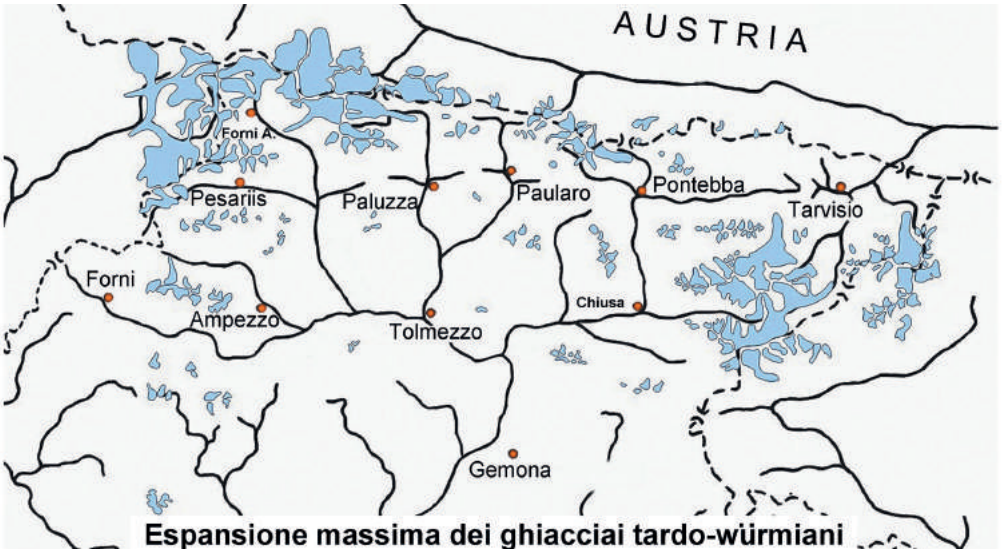


Fig. 37

ancora se conformati a conca rocciosa ed esposti a N) furono in grado di trasformarsi in... nuovi produttori di ghiaccio.

Vi ricordo che il 'ghiaccio dei ghiacciai' non è altro che la trasformazione ultima subita dai progressivi accumuli nivali. Neve che, con il proprio stesso peso, induce una lenta espulsione forzata, dagli strati via via più profondi, dell'aria rimasta intrappolata durante le successive nevicate. All'interno del geoparco in questo periodo (inizio del Tardo-würmiano) si contano circa 150 centri di produzione glaciale, i quali aumentano a 250 se si considera l'intero comparto montano carnico e giulio (Fig. 37).

Tra quelli relativi al geoparco sono una decina i degni di nota per volume di ghiaccio prodotto ed estensione della relativa *lingua glaciale*. Col termine *lingua glaciale* si definisce la propaggine distale di un ghiacciaio delle alte quote in grado di fluire lento verso il basso, raggiungendo confini di espansione ben al di sotto del limite delle nevi perenni (*lnp*).

La fronte più avanzata della *lingua glaciale* è la posizione in cui, in quel dato momento, c'è equilibrio tra il ghiaccio che vi giunge e quello che fonde. Se per un certo lasso di tempo la temperatura media si mantiene stabile, anche la posizione della sua fronte è stabile. Questo comporta che tutti i detriti presenti dentro e sopra la *lingua glaciale* siano espulsi lungo il suo perimetro esterno. È così che si formano gli *archi morenici frontali.*

Attraverso la loro posizione e l'orientazione della concavità si ricostruisce l'estensione, la forma e il limite della *lingua glaciale* in una certa zona e in un dato istante geologico.

Nei casi più fortunati, lungo la stessa valle o versante che un tempo ospitava una *lingua glaciale* tardo-würmiana, riusciamo oggi a riconoscere più *archi morenici frontali,* collocati a quote via via crescenti nel tempo. Sono la diretta e unica testimonianza in grado

Fig. 37
Distribuzione dei centri di produzione glaciale tardo-würmiani nelle Alpi Carniche e Giulie.

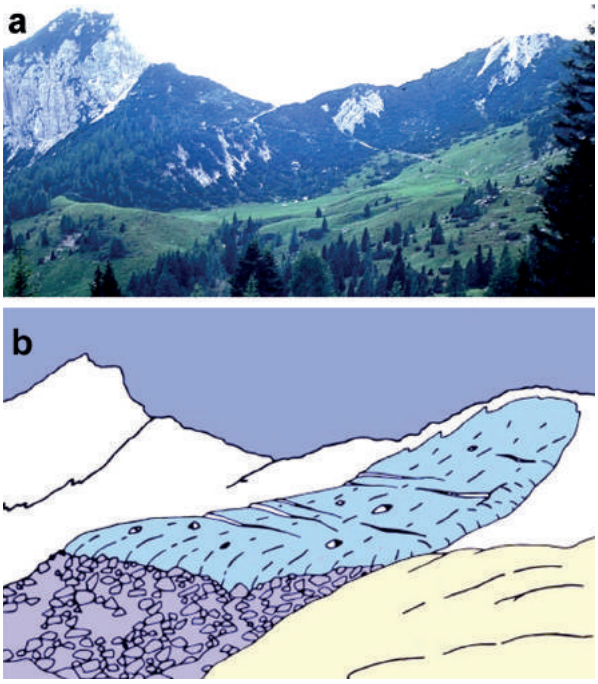


Fig. 38

Fig. 38
Quanto resta a testimonianza dei brevi stazionamenti tardo-glaciali würmiani. Morena frontale del M. Cerchio, ai confini orientali del geoparco.

di farci rivivere il 'colpo di coda' del glacialismo würmiano, nonché il suo progressivo esaurimento (Fig. 38).
A questo punto la *Guida* deve conoscere due altri aspetti legati a questa tipologia di depositi glaciali. Il primo è molto semplice ed è anche facilmente comprensibile per tutti gli Escursionisti.
Non di rado gli archi morenici tardo-würmiani si presentano incompleti. Sono stati mutilati dalla forza erosiva delle acque superficiali sostituitesi ai ghiacci. La posizione dei depositi residui, risparmiati dallo smantellamento erosivo, facilita la ricostruzione completa del deposito originario.
Il secondo aspetto è più complesso. Durante le escursioni sarà approfondito a vostra discrezione nei modi e nei tempi che, eventualmente, riterrete più congeniali.

Questa che segue è una sintetica trattazione che vi suggerisce come risalire al limite delle nevi perenni (*lnp*) partendo dalla posizione di un dato accumulo morenico frontale, ricavandone di conseguenza anche l'età. Quando ci imbattiamo in un qualsiasi arco morenico frontale vi potrei chiedere: *"Come siamo sicuri che esso appartenga al secondo stadio (lnp = 2050 m), oppure al primo (lnp = 1750 m), o invece al terzo (lnp = 2200 m)?"*
Non pensiate, erroneamente, che imbattersi in un accumulo localizzato a quote alte significhi automaticamente che dovete riferirlo agli stadi più recenti di stazionamento glaciale, ovvero quelli con elevato *lnp*. Tutt'altro. La posizione dell'accumulo morenico frontale (o *stadiale* che dir si voglia) dipende - oltre che dalla quota dell'*lnp* - dall'altezza delle cime che formavano la conca di produzione del ghiaccio *(circo glaciale)*.
Conosco depositi di questo tipo collocati rispettivamente a 1600 m e 750 m di quota, generati contemporaneamente durante lo stesso stadio del 'colpo di coda'. Ovviamente nel primo caso le cime del *circo glaciale* non raggiungevano nemmeno i 2000 m di altezza, mentre nel secondo si approssimavano ai 2800 m.
Per risolvere i vostri ragionevoli dubbi esiste un metodo elaborato all'inizio del secolo scorso dal nostro geografo Olinto Marinelli. É valido per ghiacciai di medie e piccole estensioni, proprio la tipologia legata al 'colpo di coda' würmiano. Ve lo esemplifico con un riferimento numerico reale, per farvi comprendere meglio e prima il procedimento.
Primo passo: individuate la quota

basale del deposito morenico frontale del quale volete stabilire il relativo *lnp* (es. 750 m). **Secondo passo:** con l'uso di una carta topografica stabilite da dove poteva partire il percorso dei ghiacci. **Terzo passo:** prendete la quota più alta del rilievo roccioso che ne costituiva il serbatoio (es. 2750 m). **Quarto passo:** trovate (con un semplice calcolo) l'altitudine equidistante dalle due quote precedenti (1750 m), sarà quella del relativo limite delle nevi perenni (*lnp*), (Fig. 39).

A questo punto, per stabilire a quale stadio appartiene il deposito morenico preso in esame, basterà confrontare quest'ultimo dato con la serie di quote note dei vari *lnp*.

Conoscendo lo stadio, otterrete infine anche la corrispondente età di affermazione (compresa tra 16.000 e 11.700 anni fa).

Ricordatevi che, per quanto sopra esposto, in vallate differenti vi imbatterete quasi sempre in *archi morenici frontali* i quali, seppure contemporanei tra loro, ovvero accumulati durante lo stesso *lnp*, potrebbero occupare quote molto diverse tra loro.

XIII) Esarazioni (glaciali) ed Erosioni (fluviali)

Questa volta - per meglio comprendere questi processi naturali e poi spiegarli - immaginate di prendere un blocco compatto di parmigiano, togliendone la crosta. Non meno di 5 kg. Deve apparire come una sorta di montagna appoggiata sul tavolo, di fronte a voi. Adesso, con la punta di un coltello, cominciate ad incidere un lieve solco, dalle zone più alte verso quelli inferiori.

Una volta segnata la traccia, insistete fino a quando non si è trasformato in una profonda incisione. Il suo profilo (in sezione trasversale) è sagomato a V e ricorda quello dei solchi torrentizi e fluviali delle aree montane. Il vostro coltello ha agito alla maniera dei ripi-

Fig. 39
Schematizzazione dei calcoli finalizzati al recupero del limite delle nevi perenni (lnp), valutato per una data morena frontale. Il metodo vale per ghiacciai di limitate estensioni.

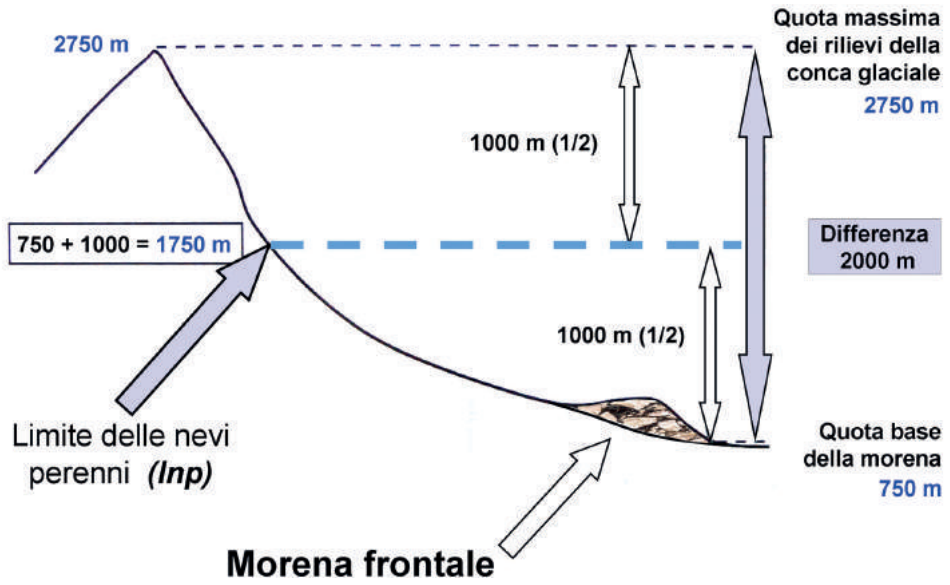


Fig.39

di corsi d'acqua che, continuando ad approfondire il proprio tracciato, ne approfondiscono e allargano la base grazie ai periodici scalzamenti e crolli attivi lungo le due sponde.
Avete simulato un'erosione da acque incanalate, ossia generata dall'attività di rii, torrenti o fiumi su territori caratterizzati da medio-alti gradienti morfologici (le differenze di quota rapportate alle distanze misurate in pianta).
Lo scenario cambia, ma il vostro rilievo di parmigiano resta. Vi chiedo ora di trovare una di quelle grattugie di una volta (un tempo erano le uniche!). Le riconoscete perché la forma della superficie abrasiva è semi-cilindrica. Farà al caso vostro. Ora (dopo lunga ricerca...) insistete per decine di volte, grattugiando il precedente solco fluvio-torrentizio fino a cambiargli i connotati.
Ad operazione ultimata la vallecola sarà irriconoscibile. Il fondo, sempre inclinato verso le quote inferiori, sarà diventato largo e piatto (in sezione trasversale). Le nuove sponde, nella realtà geologica rappresentate da pareti di roccia, appariranno come ripide e strapiombanti. Il loro raccordo con il fondo, ancora una volta visto in sezione, apparirà come una gigantesca U. Nulla che ricordi la precedente erosione fluvio-torrentizia prodotta dal coltello.
Inutile aggiungere che con la grattugia avete simulato l'azione di un ghiacciaio in transito sopra un comprensorio montano. Quello del *geoparco delle Alpi Carniche*, ad esempio. Nel primo caso (coltello, torrente/fiume) l'erosione è stata lineare; nel secondo (grattugia, ghiacciaio) è stata areale.

Fig. 40
Evidenti effetti dovuti al ruscellamento su una copertura rivestita da bassa vegetazione e coltre erbosa.



Fig. 40

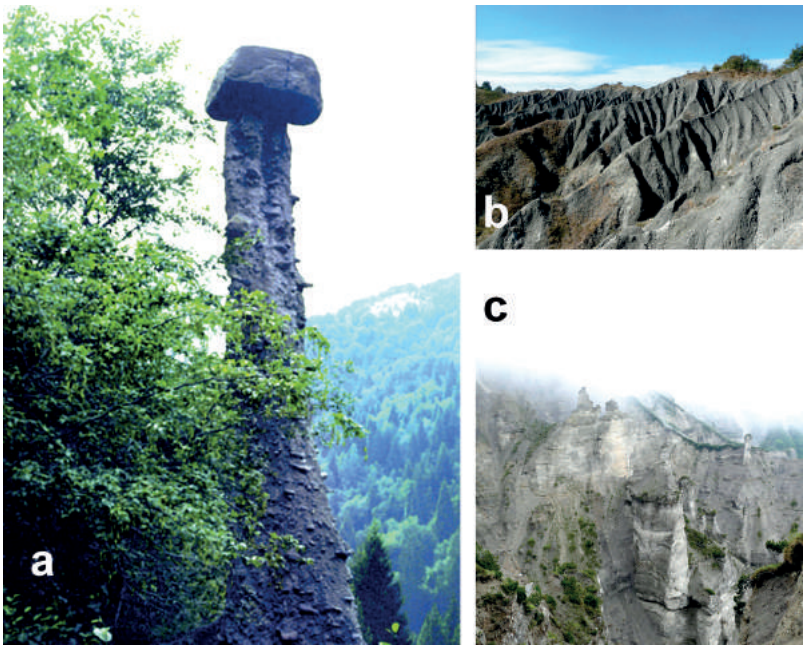


Fig. 41

Tanto particolare è l'erosione prodotta dai ghiacci che si è pensato bene di definirla con un termine tutto suo, capace di distinguere e rimarcare questo agire su superfici e non lungo linee. Non è dunque corretto chiamarla 'erosione glaciale', ma *esarazione* che in sé già contiene l'aggettivo 'glaciale'. Quando cercate un 'profilo a U', tipico dunque di valli sagomate dai transiti glaciali, dovete idealmente eliminare dalla scena tutti i depositi cosiddetti post-glaciali (ossia le *coperture*). Questo perché il 'profilo a U' deve essere l'eredità morfologica generata dalle sole abrasioni dei ghiacciai.
Ve lo sottolineo perché molto spesso, nell'individuazione di un 'profilo a U', sono impropriamente inserite anche le superfici delle frequenti *falde detritiche* (Cap. 4, XVIII), indubbiamente posteriori al glacialismo.

Prima di chiudere l'argomento è necessario citare un'altra categoria di erosioni legata alle acque superficiali. É quella prodotta dalle acque non incanalate. In certi territori, dominati da depositi non cementati, ovvero sciolti e pertanto facilmente soggetti ad erosioni, non bisogna sottovalutare l'azione delle piogge battenti, le cosiddette 'acque selvagge'. Ad esse è riferibile il processo di *ruscellamento* (Fig. 40).
Quando organizzerete delle escursioni nelle *coperture* potreste imbattervi nei relativi effetti. L'erosione da pioggia battente (acque non incanalate) si verifica normalmente quando le *coperture* sono 'a vista' e più raramente quando sono rivestite da vegetazione erbosa. Nessun effetto invece se le stesse sono coperte da fitti arbusti o bosco.

Fig. 41
Tre effetti connessi al ruscellamento: piramidi di terra (Fielis, presso Zuglio), calanchi in argilla (Appennino emiliano) e torrioni in roccia (M. di Rivo, sopra Arta Terme).

Nel caso di *coperture* 'a vista' (ma anche di *substrato* composto da materiali sciolti, quali le argille) si sviluppa un'erosione areale diffusa. Essa comporta il progressivo, lento approfondimento della superficie esposta, dovuto all'allontanamento del materiale dilavato. Le note *piramidi di terra* e gli altrettanto conosciuti *calanchi*, testimoniano questo particolare tipo di processo erosivo causato dal *ruscellamento* operato da piogge battenti (Fig. 41).

Resta ancora da chiarire la ragione che giustifica un'erosione da piogge battenti in presenza di copertura erbosa. In effetti sarebbe come immaginare che qualcuno, sotto un forte temporale, si bagni di brutto nonostante indossi un impermeabile (della giusta taglia!). Per capire è sufficiente, come sempre, dare voce a tutte le possibili variabili del sistema, ragionando su *cause* ed *effetti.* Proviamoci insieme.

Piove forte. Molta, moltissima pioggia. Continua così per ore ed ore. Sotto alla pioggia c'è un vasto prato. Non è orizzontale: vi sono vari e diffusi salti di pendenza che possono terminare anche in scarpate molto ripide, fino a 60° di inclinazione (effetti tipici dei *terrazzamenti*, v. Cap. 4, XVII).

Il rivestimento erboso è continuo e omogeneo. Cresce su un suolo sviluppato a spese di un deposito incoerente *(copertura)*, potente da alcuni a molti metri. All'apparenza dà sicurezza contro eventuali dissesti. L'acqua in parte scorre sull'erba verso le quote inferiori, in parte è assorbita dal terreno. Più prolungato e intenso è l'apporto piovoso e maggiore sarà l'assorbimento. Finirà per saturare lo strato di suolo e percolare nei pori del sottostante

Fig. 42
Effetti del ruscellamento attivo su coperture sciolte (e relativo suolo) rivestite da manto erboso.
Dioor (Paularo).



Fig. 42

deposito sciolto. Ragionate ora sulle variabili e sui loro parametri.
Il suolo, assorbendo acqua fino a saturarsi, è diventato molto pesante. Non è difficile prevedere che in qualche punto o settore a pendenza più elevata, la gravità farà collassare verso il basso delle porzioni di prato più suolo. Non necessariamente delle aree estese. Sarà sufficiente produrre poche lacerazioni della coltre erbosa per rendere vulnerabile all'erosione la sottostante *copertura* (Fig. 42).
Processi simili possono essere l'anticamera di future pronunciate erosioni. In certi casi, questo è il primo passo verso l'individuazione di una via preferenziale per lo scorrimento delle acque superficiali. L'inizio della creazione di un infinitesimo rio che, lasciato libero di agire, col tempo può essere destinato a trasformarsi in un futuro solco marcato da rapido approfondimento (v. Fig. 40).
E qui, nel progredire dell'evolversi del fenomeno, entra in gioco un ulteriore concetto: quello di *erosione regressiva*, ossia un'erosione di tipo lineare (quindi fluvio-torrentizia) che per sua stessa natura tende rapidamente ad espandersi... all'indietro, facendo risalire verso monte la propria testata (Cap. 4, XIV). Per noi esseri umani, abituati a colonizzare il territorio, l'*erosione regressiva* ('a gambero'!) rappresenta uno dei più rapidi e subdoli attacchi del reticolo idrografico alla 'staticità' dell'ambiente, del territorio in cui viviamo.
Ci dimentichiamo troppo spesso che la principale caratteristica del nostro pianeta è proprio il dinamismo, sia superficiale che profondo. Sulla Terra non siamo i protagonisti di una semplice, immobile fotografia. Stiamo vivendo il fotogramma di un lungo film. Un film che talvolta, e a fatica, può essere rallentato, ma per il quale non è prevista l'opzione 'fermo immagine'.

XIV) Catture fluviali

Per chi la geologia non la pratica, ma la ascolta solo raccontare, sembra spesso un atto di fede credere che una montagna solcata da valli e torrenti un domani, seppur lontano, potrebbe trasformarsi in pianura.
Anche un bambino in età pre-scolare, osservando i propri genitori, non penserebbe mai che sono destinati col tempo a invecchiare e trasformarsi lentamente. Fino a diventare simili a quei nonni che, nella propria giovane mente priva di esperienze e di raffronti, crede nati già anziani, così come da sempre è abituato a vederli.
Un bimbo piccolo può percepire il significato del trascorrere del tempo se questo è riferito a quantità minime (giorni o al massimo stagioni), ma sarebbe un tentativo sterile provare a fargli comprendere il concetto di 'decina d'anni' o, peggio ancora, di 'secolo'.
Allo stesso modo chi non possiede la consuetudine di ragionare in termini di estesi intervalli temporali non riesce a concepire quello che può accadere a un territorio col passare delle decine di migliaia o dei milioni d'anni. Può solo ascoltare e fidarsi di quanto gli viene raccontato.
Non sarà sempre così. Ogni bambino, accumulando esperienze, è destinato a diventare mentalmente adulto. Per gli appassionati di 'cose geologiche' l'esperienza sarà costituita dal continuare a leggere e documentarsi sugli argomenti



Fig. 43

che stanno a cuore. Arriverà il momento in cui comprenderanno il lento fluire del tempo geologico e delle modificazioni indotte sulla superficie terrestre e nei fondali sottomarini.

Nell'ambito delle modificazioni morfologiche dei territori montani esistono erosioni grandi e piccole, impercettibili e catastrofiche, insignificanti e colossali. Ognuna aiuta a compiere un piccolo passo o un enorme balzo verso i futuri cambiamenti geologici di un territorio. Le *catture fluviali* sono da considerarsi alla stregua di enormi balzi. Quando si manifestano possono cambiare radicalmente l'aspetto di un settore montano. Con le *catture fluviali* i drenaggi superficiali vengono modificati, o addirittura stravolti, attraverso l'alterazione dell'idrografia di intere vallate (Fig. 43).

Tali processi si manifestano in maniera rapida, ma non imprevedibile. I tempi di preparazione e progressiva modificazione di un territorio verso una *cattura fluviale* sono sempre molto lenti.

Il *geoparco delle Alpi Carniche* ne conserva degli esempi da manuale (alta Valle del Torrente Bût, Ampezzo, tanto per citare i più eclatanti). La presenza di questi esempi, aggiunti a tutte le numerose e spesso uniche peculiarità geologiche e morfologiche visibili all'interno del perimetro del geoparco, ci inducono a ritenere quest'ultimo come un'insostituibile palestra didattico-divulgativa e a presentarvelo come un'eccellenza da utilizzare, valorizzare e in cui continuare a credere.

"*Ma infine, cosa si intende per cattura fluviale?*" Prima di darvi la risposta, vi posso anticipare che nel nostro ambiente montano il processo chiama in gioco altri concetti, quali *spartiacque*, *paleofrane* ed *erosione regressiva*. In questi casi una sola figura vale più di 1.000 parole. Non è un caso la mia insistenza nel raccomandare a voi, *Guide geologiche*, di corredare SEMPRE le spiegazioni delle vostre uscite (Cap. 3, e) con una buona dose di immagini (disegni, schizzi, carte topografiche, fotografie...). Saranno il valore aggiunto di ogni escursione, in grado di assicurarvi che le situazioni e i concetti che spiegherete a parole potranno essere davvero compresi.

Torniamo ora alla *cattura fluviale* e vediamo di focalizzarne l'evoluzione.

La *cattura fluviale* fotografa un deciso cambiamento nella idrografia di un settore. Un torrente o un fiume (nel nostro caso in ambiente montano), ha sferrato un attacco erosivo alla zona di crinale (spartiacque) che lo separa da un altro corso d'acqua. Alla fine dell'attacco si è creato un varco nello spartiacque tra i due torrenti. L'invito morfologico finirà per richiamare a sé le acque del secondo corso d'acqua. Il primo corso dunque cattura un segmento del secondo, dal punto di avvenuta cattura su fino alle sue sorgenti, per quanto lontane possano essere (Fig. 44).

"Perché si sviluppa una cattura fluviale?" Può affermarsi a causa di intense erosioni 'a gambero' (le cosiddette *erosioni regressive*) attive nella zona

Fig. 43
Modifiche idrografiche dovute a una evidente cattura fluviale quaternaria (Fiume Natisone, Alpi Giulie). Un tempo il Natisone conferiva nell'Isonzo.

sorgentizia del 'torrente conquistatore', ma anche per franamenti improvvisi del diaframma di spartiacque che, ancor per poco, sta separando i corsi 'conquistatore' e 'conquistato'.
In quest'ultimo caso - mi riferisco concretamente alla condizione idrografica dell'alta Valle del Bût - una buona mano l'hanno data i ghiacciai che periodicamente colonizzavano la zona: ad essi fu affidato il compito di 'ripulire' dai detriti di frana la valle, consentendo poi all'*erosione regressiva* fluviale, una volta fusi i ghiacci, di agire con solerzia e rapidità nella definitiva conquista del nuovo segmento vallivo. *"Quali sono i segnali di un'avvenuta cattura fluviale?"* Le evidenze lasciate sul territorio da un processo di *cattura fluviale* sono spesso molteplici e diversificate.
Innanzitutto il punto di cattura è quasi sempre segnato da una improvvisa curva a gomito della nuova asta fluviale. Poi, dato che norma vuole che gli affluenti si innestino nel loro collettore a 'lisca di pesce', trovare un corso (che si presuppone catturato) con un affluente che si inserisce... al contrario, aumenta la lista degli indizi a favore dell'avvenuta cattura (Fig. 45, Rio Gaier).
Inoltre, tenete conto che l'*erosione regressiva* avrà agito non solo nella zona dell'ex-spartiacque, ma si sarà propagata lungo il segmento vallivo catturato. Ecco che allora si potranno riconoscere, a tratti, i residui del precedente fondovalle risparmiati dall'erosione. Appariranno come piccole zone subpianeggianti, disposte lungo i fianchi vallivi e 'sospese' rispetto alle quote nuovo fondovalle. Numerose, in questo caso specifico, quelle presenti fra Timau e il Rif. Marinelli.

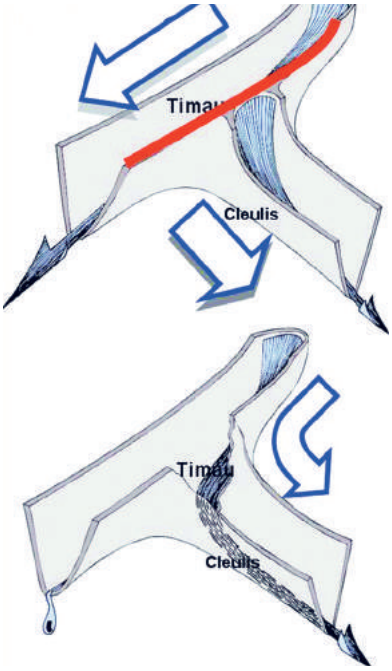


Fig. 44
La cattura fluviale avvenuta tra Cleulis e Timau nel Quaternario.

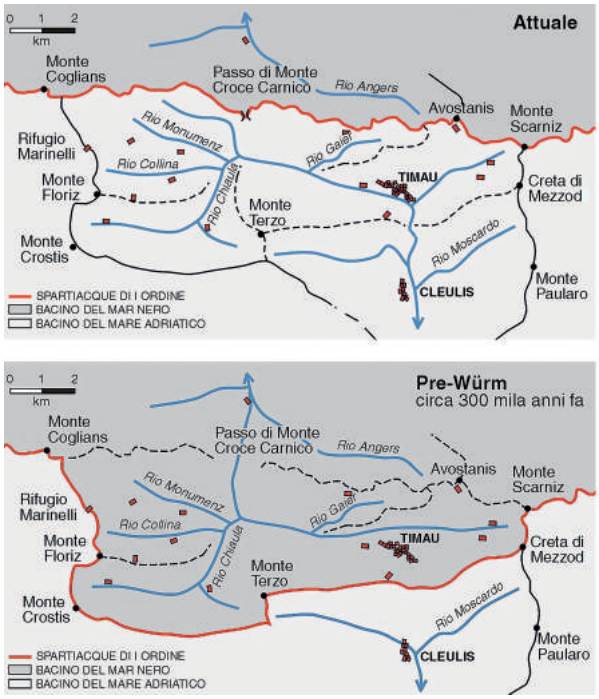


Fig. 45
Modificazioni idrografiche quaternarie nell'alta Valle del Bût.

XV) Paleo-frane e Frane

Il termine *frana* è comprensibile a tutti. Molti, inoltre, intuiscono che l'onnipresente forza di gravità, nel momento dell'innesco di un fenomeno franoso, ha avuto la meglio su altre forze 'intrinseche' dell'ammasso reso instabile. Pochi invece riescono a risalire a queste ultime. Sono molto differenti da caso a caso. Una prima interessante distinzione può essere fatta tra *substrato* (roccioso) e *coperture* (sciolte), (Cap. 4, XII). Fanno eccezione i depositi argillosi e/o sabbiosi pre-quaternari che, nei confronti dei processi franosi, si comportano come *coperture* pur facendo parte del *substrato*. Ad ogni modo non ci creano problemi non essendo presenti all'interno del geoparco.
Ricordate comunque ai vostri Escursionisti che non dovrete proporre le classificazioni dei tipi di movimenti franosi. Nulla respinge e devasta l'interesse dei presenti più delle classificazioni con tante suddivisioni e terminologie. Succede la stessa cosa per i tipi di eruzioni vulcaniche, che comunque non ci riguardano da vicino. Limitatevi invece a presentare le possibili 'forze' e le potenziali 'debolezze' di un *substrato* o di una *copertura* assoggettati a franamenti.
Cominciamo dal *substrato*, comunemente rappresentato all'interno del geoparco da rocce di età paleozoica e triassica. Se il rilievo, pur presentando pareti a tratti scoscese, è massiccio, ossia privo di stratificazioni, ed è anche esente da fratturazioni (e/o faglie), lo possiamo considerare stabile e in equilibrio rispetto a potenziali ampie frane da crollo. Perlomeno alla scala dei tempi umani. È facile quindi dedurre che le superfici di stratificazione, con gli inevitabili cambiamenti di roccia (paralleli alla stratificazione) e, ancor di più, i piani di frattura e/o di faglia, sono le 'debolezze' degli ammassi rocciosi.
Un rilievo delimitato da pareti e versanti ripidi è come una macchina posteggiata in leggera salita. La condizione di massima stabilità (e sicurezza) è data dal freno a mano tirato. Il freno rappresenta gli 'attriti interni' del mezzo, più potenti della forza di gravità.

Fig. 46
Versante settentrionale del M. Toc con gli evidenti strati a franappoggio che hanno propiziato il distacco e lo scivolamento roccioso verso il Lago del Vajont.



Fig. 46

Allentare il freno equivale ad aggiungere al massiccio roccioso le stratificazioni, i cambi di litologia (ossia di roccia) e, soprattutto, le fratture. Per la stabilità di una massa rocciosa sono meno pericolose le fratture fitte e numerosissime, rispetto a quelle spaziate (a maglie larghe) e magari inclinate verso l'esterno. Le prime daranno luogo a continui piccoli rilasci superficiali di materiale che formeranno semplici *falde di detrito* alla base delle rispettive pareti rocciose; le seconde provocheranno cospicui distacchi improvvisi di grandi volumi di roccia. Anche la stratificazione, associata alle variazioni del tipo di roccia o di deposito, ha il suo peso nell'equilibrio di un ammasso roccioso. Basti pensare al Vajont e alla stratificazione del Monte Toc (sede della nicchia di frana), pericolosamente inclinata verso l'invaso idro-elettrico (Fig. 46).

E pensare che sarebbero bastati 10° di inclinazione in più per eliminare ogni pericolo di cedimento, tutelandosi anche contro la stupidità e il dolo. La stessa terminologia usata per descrivere l'inclinazione di una successione stratificata rispetto a quella del versante che la modella è indicativa di situazioni più o meno critiche: *reggipoggio, traverpoggio, franappoggio.*

Quest'ultima tipologia deve comunque destare preoccupazione solo se si presenta come 'meno inclinata del pendio' (ossia del versante che interseca), (Fig. 47).

Anche in questi casi spiegate agli Escursionisti le varie, possibili situazioni, facendo di volta in volta riferimento alle condizioni reali che incontrerete. Teorizzare i fenomeni e i processi di fronte a un caso concreto è la migliore prassi. Dà in seguito agli Escursionisti l'opportunità di applicare in autonomia quanto appreso, ottenendo innegabili soddisfazioni.

Sul terreno, durante un'escursione, fate notare i tre 'elementi' di una frana: la *nicchia di distacco*, il *tragitto di trasferimento* della massa franata (più o meno esteso), l'*accumulo di frana*. Della *nicchia di distacco* portate i vostri Escursionisti a comprendere se è superficiale o se ha intaccato in profondità il rilievo che la ospita. Se ha coinvolto le sole *coperture* o anche il sottostante substrato. Se è 'fresca', ossia formata da poco tempo, ovvero se la sua formazione risale a secoli o millenni fa. Se risulta 'cicatrizzata',



Fig. 47
Vari rapporti fra assetto della stratificazione e del relativo versante morfologico.
Uno solo tra essi crea problemi alla stabilità.

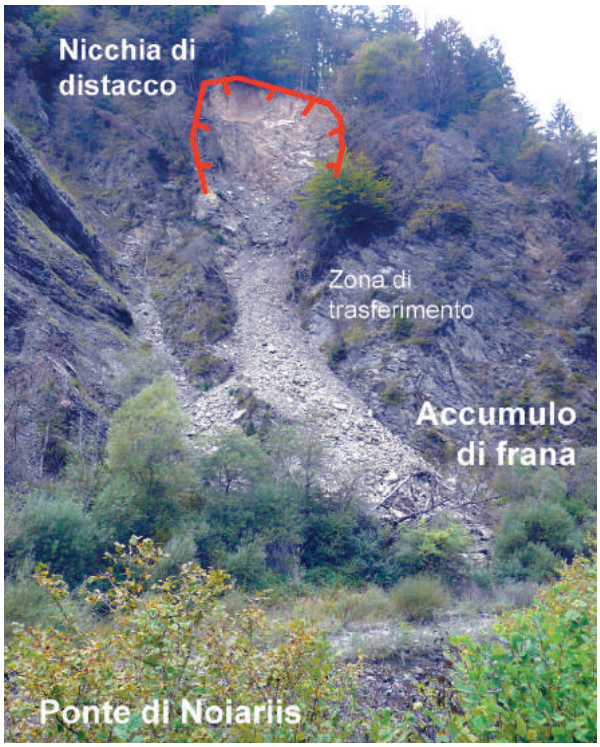


Fig. 48

ossia non più attiva (spesso un segnale è la diffusa vegetazione), o se si presenta ancora come una 'ferita viva' inferta al territorio (Fig. 48).
Un'ultima interessante osservazione. Ogni volta che, con i vostri Escursionisti vi imbattete in una *nicchia di frana*, sia essa 'viva' o 'cicatrizzata', guidateli alla ricerca dell'*accumulo di frana*. La sua assenza sarà un dato molto importante, dato che anche l'eventuale scomparsa è parte integrante dell'evoluzione di quel particolare sito. Nell'ambito del *geoparco delle Alpi Carniche*, la mancanza dell'*accumulo di frana* si può percepire al piede dei Monti di Rivo e Cucco, presso Paluzza; alla base del rilievo di Flaudona, in Val Pesarina; a valle di Illegio, a monte di Tolmezzo.
Più la frana e il suo *accumulo* sono di immediata individuazione da parte di un semplice appassionato di 'cose geologiche' e più la *frana* può tendenzialmente classificarsi come attuale o recente. Più invece la *frana* è riconosciuta e inizialmente compresa dal solo geologo - e necessita di spiegazioni per renderla evidente ai non addetti ai lavori - e più, statene certi, può essere classificata come *paleo-frana*. Ossia una *frana* del tempo che fu, solitamente risalente a molti millenni fa.

Fig. 48
Sono tante e molteplici le classificazioni delle frane. Ai vostri escursionisti basterà riconoscere la nicchia di frana e (se ancora presente) l'accumulo di frana.

XVI) Paleo-laghi e Laghi da sbarramento

A rigore di logica tutti i laghi hanno degli sbarramenti più o meno pronunciati che li propiziano e li delimitano. Sia che si parli, a maggior ragione, di invasi artificiali, sia che si considerino i soli bacini naturali. In questi ultimi, gli sbarramenti possono presentarsi ad esempio sotto forma di soglia rocciosa prodotta da una *esarazione* (i Laghetti Avostanis e Dimon, tra Paluzza, Ligosullo e Timau, sono dei classici esempi interni al geoparco), oppure essere il risultato di particolari processi, più o meno rapidi, più o meno improvvisi. Esaminiamo insieme questi ultimi, cercando le ragioni che lungo un fondovalle possono causare l'interruzione di un flusso fluviale o torrentizio, indispensabile per la creazione di un invaso naturale di una certa estensione (Fig. 49).
Una prima possibilità può essere data proprio dall'attività glaciale e, più in particolare - facendo riferimento alle situazioni interne al geoparco - alla deposizione di quegli *archi morenici frontali* avvenuta durante il 'colpo di coda' della glaciazione würmiana. Ar-

chi morenici che, al ritiro della lingua glaciale che li generava, spesso formavano perfetti sbarramenti alle acque di fusione che si sostituivano ai ghiacci. Come esempio da manuale posso citare il *paleo-lago* di *Cima Sappada*, in territorio friulano.

Qualcuno tra voi, ricordando di avere osservato da vicino dei depositi morenici di questo tipo, potrebbe obiettare chiedendosi come degli accumuli tutti massi e pietrisco (e pertanto molto porosi) riescano a bloccare i deflussi di un corso di fondovalle. La ragione risiede nella reale consistenza del deposito glaciale. Appena sotto le porzioni più superficiali dell'accumulo, i vuoti sono riempiti da limi glaciali compatti che lo rendono impermeabile. L'aspetto superficiale del deposito, privo di particelle fini, ha risentito del dilavamento prodotto dalle piogge battenti e pertanto non può essere considerato rappresentativo dell'intero accumulo.

Una seconda possibilità per trasformare un fondovalle fluviale (intramontano) in splendido specchio lacustre è fornita dal rapido avanzamento *(progradazione)* e ispessimento *(aggradazione)* di un *conoide di deiezione* (Cap. 4, XVIII). Si tratta di un ventaglio di detriti scaricato nel collettore principale da un affluente laterale dotato di elevato - anzi super-elevato! - trasporto solido. L'esempio locale più pertinente può essere il *paleo-lago di Cleulis e Timau* (v. Fig. 99).

La terza ed ultima possibilità è quanto di più rapido ed immediato possa esistere nella creazione dal nulla di un invaso lacustre intramontano: una *frana*. Se la sezione valliva è stretta, l'*accumulo di frana* nel fondovalle è in grado di produrre ostacoli alti fino a un centinaio di metri e oltre (un campanile di San Marco a Venezia!), con pari profondità del neonato invaso lacustre. Frequenti gli esempi interni al geoparco: il *paleo-lago di Sutrio e Paluzza* e quello di *Sappada*; il *paleo-lago di Paularo* e quello della località *Laghetti*, a monte di Timau.

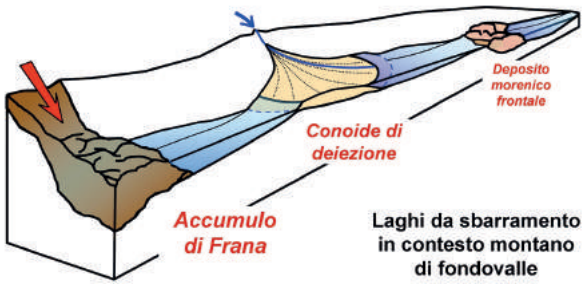


Fig. 49

Un discorso a parte merita... la loro scomparsa. Sì perché di essi, dei laghi come tali, oggi non v'è più traccia. È solo il geologo a scoprirne la passata esistenza (non a caso si parla di paleolaghi). Ci riesce attraverso le mute testimonianze che essi stessi hanno lasciato in eredità: l'ostacolo (o parte di esso) che ha propiziato l'antico lago e, soprattutto, il riempimento lacustre. Ostacolo che sovente si presenta mutilato dalle successive erosioni fluvio-torrentizie, o sepolto sotto più recenti depositi.

Un lago naturale nasce, invecchia e infine muore, scomparendo. Ne abbiamo trattato le varie modalità di nascita, differenti da caso a caso. Al contrario, l'invecchiamento e morte può avvenire in due soli modi: precocemente o per... raggiunti limiti di età. Nel primo caso lo sbarramento è sfondato prima che i depositi portati dagli emissari (ghiaie, sabbie e fanghi) ne abbiano colmato l'invaso. Nel secondo caso

Fig. 49
Cause di formazione di invasi lacustri in ambienti montani.

invece il lago si esaurisce per colmamento, trasformandosi in una piana paludosa di bassa profondità.
La descrizione di quello che accade immediatamente dopo è molto interessante ed è trattata nel capitolo successivo (Cap. 4, XVII). Rappresenta la naturale evoluzione di un settore che, per un lasso di tempo compreso tra le centinaia e le migliaia di anni, è stato trasformato da fondovalle a invaso lacustre e infine, grazie al suo riempimento, in piana alluvionale palustre.

XVII) Terrazzamenti fluvio-torrentizi

Un fiume o un torrente che incide i propri stessi depositi, approfondendo col passare del tempo il suo corso, quasi sempre procede a scatti. Ne deriva una incisione a gradoni sempre più profondi, formata da settori a debole inclinazione (i terrazzi) disposti su vari livelli e raccordati da ripide scarpate. Queste ultime, con la loro altezza, testimoniano l'entità dei vari approfondimenti erosivi. Al contrario, i settori quasi orizzontali corrispondono a momenti di più o meno prolungata stasi erosiva (Fig. 50).
All'interno del geoparco i migliori effetti di *terrazzamento* si osservano quando le erosioni fluviali agiscono sui potenti accumuli alluvionali del fondovalle. Le migliori condizioni si incontrano in corrispondenza di riempimenti lacustri, ovvero i depositi portati dagli affluenti che con i loro apparati deltizi avanzano verso l'ostacolo che ha propiziato l'invaso. Col tempo, il lago è destinato a trasformarsi in una sorta di piana alluvionale. *"Qual è la differenza di quello stesso fondovalle rispetto alla sua situazione pre-lago?"* Dopo il riempimento lacustre il torrente o il fiume che ha visto le proprie acque bloccate da un ostacolo (*deposito morenico, conoide di deiezione, accumulo di frana*) scorre ad una quota più elevata, molto prossima all'orlo della diga naturale.
In queste condizioni basta una piena improvvisa e il momentaneo, elevato flusso d'acqua può superare agevolmente l'orlo dell'ostacolo. Qualcuno, immaginando la scena, potrebbe pensare: *"Passata la piena, le acque calano e tutto rientra nella normalità. La piana alluvionale torna palustre e il corso d'acqua divaga lento e ristagna... Tutto come prima"*. E invece, ve l'assicuro, nulla sarà più come prima. Tornate con la vostra immaginazione al momento in cui la piena valica l'orlo dell'ostacolo, della diga naturale che per millenni ha consentito l'accumulo di fanghi, sabbie e ghiaie

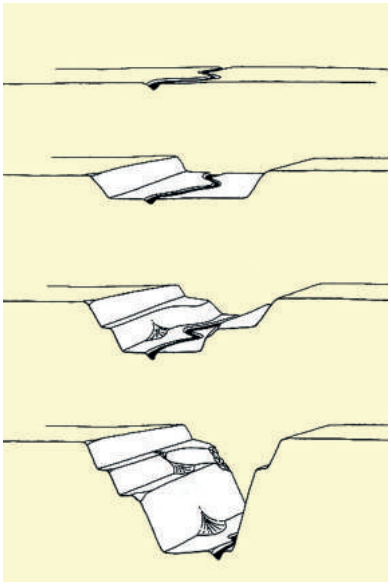


Fig. 50
Progressivo sviluppo di vari ordini di terrazzi fluviali. Sono classificati nell'ordine, con il primo che occupa la posizione più alta.

Fig. 50

in volumi immensi. All'immaginazione aggiungete le leggi fisiche e riguardate la scena con occhi diversi. Quello che ora percepite è una massa d'acqua in discesa vorticosa lungo il versante esterno dell'ammasso di frana. Un pendio la cui inclinazione media si aggira sui 30°.
La velocità del flusso è estrema e questo lo rende molto aggressivo nei confronti dell'accumulo. Bastano poche ore per visualizzarne gli effetti. La massa liquida del fiume in piena ha generato un profondo solco inclinato. Non basta. È come aver dischiuso il vaso di Pandora. Nulla davvero sarà più come prima (Fig. 51).
Passata la piena, toccherà al normale deflusso proseguire l'opera di incisione scavo. Ogni apporto idrico, da questo momento in poi, andrà incanalarsi nel nuovo solco e, data la sua ripidità aumenterà la propria velocità, incrementando il proprio potere erosivo. Di nuovo non basta.
L'erosione non solo si approfondirà lungo il corpo di frana, ma si estenderà 'all'indietro', intaccando il riempimento lacustre, anch'esso incoerente, ossia non cementato, e perciò facilmente erodibile. L'incisione proseguirà ...a scatti, con momenti di intensa attività e soste prolungate, dovute a resistenze interne offerte dall'eterogeneo ammasso di frana.
La conseguenza logica di questo processo erosivo sarà il *terrazzamento* dei depositi lacustri e la parziale o totale (quando la valle è stretta) eliminazione del corpo di frana. All'interno del geoparco ritroviamo queste evidenze molto ben espresse a Paularo, nel fondovalle tra Sutrio e Paluzza, e a Sappada.

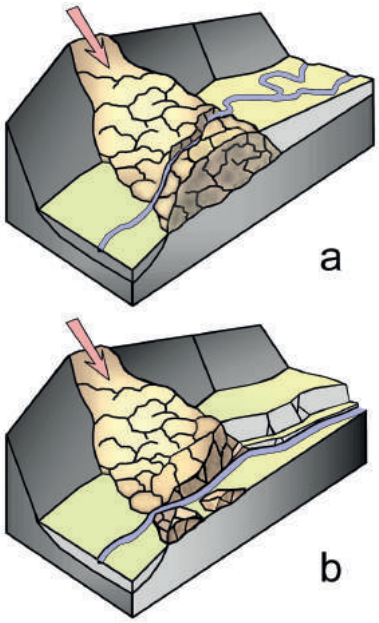


Fig. 51

XVIII) Conoidi

Il conoide è un deposito tipico delle *coperture* ed è riconoscibile per la sua caratteristica forma 'a ventaglio', con l'apice posto ad altezze più elevate rispetto alle quote del perimetro esterno. Si tratta di un termine generico che racchiude morfologie simili dotate di inclinazioni (mai oltre i 40°) variabili a seconda del processo di accumulo.
Per quanto concerne il geoparco, caratterizzato da un insieme continuo di valli e rilievi, possiamo riconoscervi i *conoidi detritici* e i *conoidi di deiezione*, oltre a una tipologia di conoidi intermedia fra le due.
I *conoidi detritici* si formano per accumulo continuo di frammenti rocciosi staccatisi da settori a maggiore fratturazione presenti lungo pareti rocciose esposte. Sono indicativi di

Fig. 51
Modalità di incisione dell'ostacolo frontale che ha propiziato il lago e successivo sviluppo della rapida erosione regressiva a spese della frana e del riempimento deltizio-lacustre.

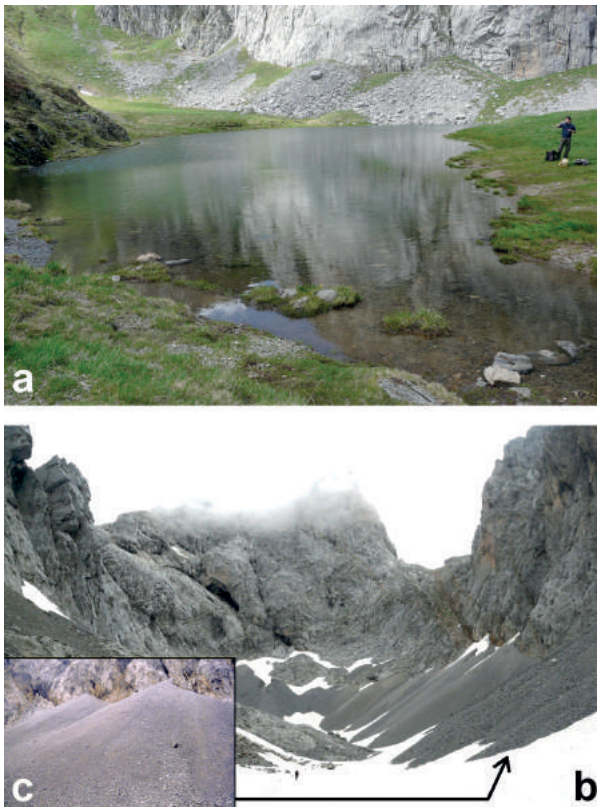


Fig. 52

alimentazioni detritiche circoscritte, corrispondenti a zone soggette ad incessanti sgretolamenti. Può capitare che *conoidi detritici* adiacenti si amplino a tal punto da riuscire a sovrapporre le frange dei propri ventagli (*conoidi detritici* coalescenti), (Fig. 52).

Se appoggiate un pezzo di pane secco sopra un tavolo e cominciate a graffiarne con un coltello la superficie, le briciole che si formano si accumulano con la stessa logica. Su entrambi i depositi, sia quelli rocciosi che quelli 'sbriciolosi', agisce la medesima forza: la gravità.

In entrambi i casi nessun fluido interviene a ridistribuire su più ampie superfici i prodotti della frammentazione. Ne consegue che li troviamo tutti concentrati al piede delle rispettive zone di produzione.

E tutti saranno *clinostratificati* (Cap. 4, VI) ossia inclinati già all'origine. La loro caratteristica inclinazione corrisponderà al cosiddetto *angolo di riposo*. Ossia l'angolo d'equilibrio e di assestamento che assumono nel momento in cui fermano la propria caduta gravitativa. Quando una ripida parete rocciosa presenta una fatturazione omogenea, fitta e pervasiva si assiste alla formazione di una *falda di detriti* (Fig. 53).

Quando, al contrario, lungo una parete esistono fasce a maggior fatturazione, separate da tratti meno fratturati e meno instabili, la produzione di detriti si concentra dando luogo a singoli *conoidi detritici*. Entrambi i prodotti, *falde detritiche* e *conoidi detritici*, hanno inclinazioni massime intorno ai 38°-40°.

È interessante notare che in questi depositi i singoli frammenti detritici presentano sempre una accentuata spigolosità. L'assenza di arrotondamento è la diretta conseguenza del limitato trasporto subìto e quindi della mancata abrasione meccanica.

Accumuli di questo tipo sono molto porosi e la cementazione, che col tempo potrebbe consolidarli, difficilmente riesce ad occludere i grandi vuoti presenti tra un frammento e l'altro.

Oltretutto, le polveri di roccia che si generano durante gli impatti da crollo sono convogliate e disperse in profondità durante le periodiche piogge che cadono sul deposito.

Quando vi imbatterete in questi depositi di tipo 'gravitativo' (privi di trasporto da flusso idrico), può essere

Fig. 52
I conoidi detritici coalescenti che si immergono nel Lago Avostanis (a), presso la Creta di Timau, e quelli che rivestono la base de La Chianevate (b,c).

interessante mostrare ai vostri Escursionisti la distribuzione delle dimensioni dei frammenti: i maggiori sono alla base del ventaglio, i più fini all'apice. Questo per la maggiore energia cinetica dei primi che li induce a rotolare fino alla zona periferica del deposito.

I *conoidi di deiezione* rappresentano l'altra tipologia di depositi 'a ventaglio' riscontrabili nei territori montani. Un torrente che trasporta elevate quantità di detriti rocciosi, quando confluisce in una valle più ampia e con minore pendenza è portato ad abbandonare parte del proprio carico.

Più che abbandonarlo in modo confuso in prossimità della confluenza, nel tempo lo distribuirà su tutto lo spazio disponibile all'uscita della propria valle secondaria. Anche questo processo darà origine a dei ventagli di detriti inclinati verso valle.

L'inclinazione però sarà più modesta (10°-15°) rispetto a quella dei depositi precedenti. Vi sfido comunque a salirne uno per raggiungerne l'apice senza che vi venga il fiatone! Vi sono *conoidi di deiezion*e con raggio di poche centinaia di metri e altri con raggio che può superare il chilometro. Quello dei Rivoli Bianchi, presso Tolmezzo, è il secondo per grandezza in Europa tra quelli ancora attivi (Fig. 54).

La denominazione data a questi particolari ventagli di detriti *(conoidi di deiezione)* deriva dalla loro forma e... dal peculiare processo di accumulo dei depositi.

Strano nome per un ventaglio di depositi torrentizi. Vada per il termine conoide. Nel senso che questo deposito non ha la forma di un cono - come del resto non l'aveva il *conoide detritico* - ma la sua geometria in qualche modo è solo simile ad essa. Un po' come definire un individuo matto o mattoide. C'è una certa differenza, e il suffisso la rimarca.

Per molti il problema sta in quel 'di deiezione'. *"Che senso può mai avere definirlo così?"* Invece un senso logico ce l'ha, eccome. Deriva dal latino 'gettare fuori'. Del resto il termine deiezione, usato in senso medico, sta ad indicare una tipologia di prodotti di scarto... espulsi in modo periodico e consistente!



Fig. 53

Fig. 53
Classica falda di detriti alla base di pareti di dolomie super-fratturate. Faglia Fella-Sava, presso Malborghetto.

Fig. 54
Conoide di deiezione dei Rivoli Bianchi, presso Tolmezzo (foto anni '30).



Fig. 54



Fig. 55

Fig. 55
Rimaneggiamento superficiale da colata che interessa un conoide detritico. Località Laghetti, presso Timau.

La costruzione e ampliamento di questi conoidi si realizza principalmente attraverso periodiche, abbondanti e improvvise espulsioni di materiale detritico (lave torrentizie, colate, *debris flow*), riversate lì dove il corso d'acqua esce dalla sua incisione naturale.
Dato però che le suddivisioni le propone l'Uomo sulla base dei dati offerti dalla Natura, quest'ultima talvolta crea anche delle situazioni intermedie, mal classificabili.
È il caso dei conoidi misti tra quelli *detritici* e quelli *di deiezione*. In essi sono presenti, in tempi differenti, entrambi i meccanismi di distribuzione e accumulo: da esclusiva gravità e da flusso idrico. Questi conoidi *border line* si generano per periodici accumuli gravitativi ma, durante le precipitazioni piovose di forte intensità, i loro depositi più recenti sono mobilizzati e ridistribuiti lungo la superficie del deposito.
Può dunque accadere che dagli stretti canaloni di alimentazione detritica e nelle porzioni sommitali dei *conoidi detritici* l'afflusso improvviso d'acqua diventi talmente elevato da saturare i pori del sedimento già accumulato per gravità durante i periodi secchi.
La saturazione 'alleggerisce' il sedimento più superficiale e, data l'inclinazione del deposito (prossima ai 40°), è capace di renderlo instabile con facilità, mettendolo in rapido movimento verso le quote inferiori (Fig. 55).
Flussi d'acqua e pietrisco possono essere visti scendere lungo il conoide, per poi frenare e bloccarsi quando l'acqua che sostiene i detriti mobilizzati è assorbita dalla sottostante, ampia massa porosa delle zone inferiori.
Da notare che un simile processo può attivarsi anche sulla superficie degli stessi *conoidi di deiezione*. Questo avviene quando i depositi sono formati da esclusivo pietrisco, privo di fango.
Dopo questa generale trattazione prenderò come spunto un esempio concreto, utile per illustrare un 'metodo di lavoro' di una *Guida* sul terreno.
L'oggetto è rappresentato da un classico conoide di deiezione: il *Conoide del Rio Randice* (Piano d'Arta, Valle del Bût), noto anche come Conoide di Alzeri.
"Come procedere per illustrare in modo comprensibile e soprattutto coinvolgente, la storia dell'evoluzione di questo come di molti altri conoidi?" Innanzitutto mostrando i dati, ossia gli effetti visibili sul territorio. Serviranno per ragionare sulle cause che li hanno indotti e prodotti.



Fig. 56

Ricordatevi sempre di attingere alle strategie per ottenere i risultati sperati. Questa volta la prima strategia da utilizzare è la *gerarchizzazione* (Cap. 3, j). Parlando di *coperture* (Cap. 3, i), fate subito comprendere ai vostri Escursionisti che le relative morfologie (ossia l'insieme delle superfici che delimitano un deposito) possono essere ogni volta riconducibili a due sole origini: sono positive (*costruttive*), oppure negative (*distruttive*).

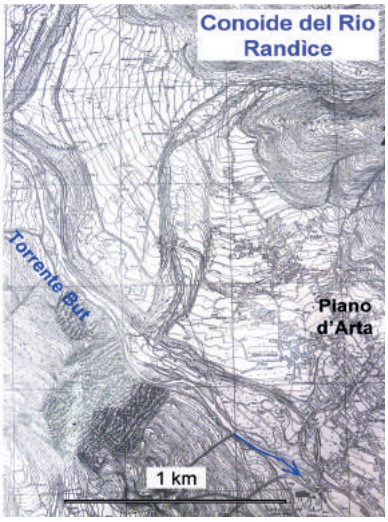


Fig. 57

In altre parole, o sono il risultato dell'abbandono di un accumulo o deposito *(superfici positive/costruttive),* oppure sono state generate dell'asporto erosivo *(superfici negative/distruttive),* sviluppato a spese di precedenti depositi (Fig. 56).

Non limitatevi a proporre questa distinzione, sempre importante e fondamentale. Ogni volta che occorre, di fronte alle sempre nuove morfologie che incontrerete lungo i percorsi delle vostre escursioni, chiedete ai presenti di decifrarne la natura: positiva o negativa. Sarà un modo tanto utile per coinvolgerli in prima persona nella scoperta dell'evoluzione del territorio, quanto vantaggioso per catturarne l'attenzione. Sarà così che li trasformerete da passivi spettatori a diretti protagonisti del vostro viaggio nel tempo.

Torniamo al Rio Randice e al suo *conoide di deiezione.* È importante farne percepire lo sviluppo in pianta, definendone le dimensioni del perimetro e del raggio. É utile a tal fine evidenziarne i dati morfologici (Fig. 57) su un ingrandimento fotografico della relativa carta topografica (Cap. 3, e).

Fig. 56
Esemplificazione di superfici morfologiche positive (costruttive) e negative (distruttive) osservabili nelle coperture quaternarie. Conoide di deiezione dei Rivoli Bianchi, presso Tolmezzo

Fig. 57
Il Conoide di deiezione del Rio Randice (Piano d'Arta) è perfettamente riconoscibile anche sulla carta topografica.

Naturalmente, trovandovi sul posto, sarà immediata la percezione in 3D della sua forma 'a ventaglio'. Così come sarà immediato battezzare questa morfologia come *positiva/costruttiva*, ovvero acquisita per accumulo di un deposito. Percorrendo la superficie del conoide (la strada comunale che da Paluzza porta a Piano d'Arta è l'ideale) si incontra solo vegetazione, con prevalenza di aree prative punteggiate di edifici rurali.

Vi ricordo che dovrete anche trovare il momento giusto per approfondire il 'contenuto', la 'sostanza' del conoide: ossia ciò che sta sotto la sua superficie. Diventa perciò utile precisare le caratteristiche di questi depositi (dalle dimensioni molto eterogenee) e attraverso quali processi si sono accumulati (prevalenti *colate torrentizie*). Per scavare letteralmente nel passato del conoide, sarà sufficiente osservare le profonde scarpate (40 m) generate dalla *cannibalizzazione* operata dal Rio Randice, ancora attiva. Nel breve tratto in cui la strada ne attraversa il corso, le erosioni hanno fatto tornare alla luce i caratteri dei suoi depositi (Fig. 58).

Non trascurate di precisare quando i processi di accumulo che descrivete si sono verificati. Nel caso del *Conoide del Rio Randice* - ma anche di tutti i conoidi ascrivibili alle *coperture* del geoparco - si può affermare che si sono generati a partire dalla deglaciazione würmiana e non prima, per ovvi motivi legati alle *esarazioni* (Cap. 4, XIII). In questa fase di preliminare 'osservazione dati', per il *Conoide del Rio Randice* sarà più opportuno collocarne l'età in un generico Post-glaciale. Questo in quanto la sua età precisa potrà essere ricavata solo attraverso un processo deduttivo basato sul confronto e sulla relazione tra molti altri dati di varia natura ed origine.

L'intero palcoscenico geologico sul quale il *Conoide del Rio Randice* ha svolto il ruolo temporaneo di protagonista minore potrà essere paragonata a una 'scena del delitto'. In essa vari 'criminali', una 'vittima' e degli 'spettatori occasionali', si sono avvicendati nel tempo (gli ultimi 10.000 anni), ab-

Fig. 58
Incisione prodotta dal Rio Randice a spese dei depositi del suo stesso conoide (cannibalizzazione). Il paese, costruito sul lato meridionale del conoide è Piano d'Arta.



Fig. 58

bandonando indizi e inquinandone di precedenti.
È con questo approccio investigativo che vi consiglio di presentare ai vostri Escursionisti l'affascinante storia evolutiva della media Valle del Torrente Bût, che contiene al suo interno quella del *Conoide del Rio Randice*. Alla Tenente Colombo, per i più anziani come il sottoscritto, o secondo le indagini del RIS, per le ultime generazioni.
Un approccio attuato attraverso la raccolta di indizi lasciati sul territorio *(dati/effetti)* e la formulazione di interpretazioni *(cause e moventi)*, entrambe finalizzate alla ricostruzione dinamica, attraverso il tempo, della 'scena del crimine'.
Domanda di rito da proporre agli Escursionisti ogni volta che hanno a che fare con un conoide di deiezione: *"É ancora attivo questo conoide?"* Il che, tradotto in parole più dirette, vorrebbe dire: "*Il corso d'acqua che l'ha generato, oggi lo sta ancora ampliando continuando ad aggiungere detriti torrentizi, oppure quello stesso corso ha già cominciato a divorare i propri depositi* [con un processo definito, non a caso, cannibalizzazione] *scavandosi un solco dal quale è ormai impossibilitato ad uscire?"*
In estrema, ma significativa sintesi questa è stata l'evoluzione del *Conoide del Rio Randice* (e di molti *conoidi di deiezione* presenti nel geoparco): 1) *fase costruttiva*, con la superficie del conoide 'pietrosa' e priva di vegetazione, percorsa stagionalmente da improvvisi rivoli d'acqua ricchi di abbondanti detriti; 2) *fase distruttiva* (tuttora attiva) con il corso d'acqua che si è infossato, cannibalizzando il proprio conoide la cui superficie, non più alimentata, si è rapidamente coperta di vegetazione.
Un processo comune dunque a moltissimi conoidi del geoparco. Il discorso evolutivo sembra definitivamente concluso. Eppure manca qualcosa. Di fondamentale. È la risposta a una semplice domanda che voi stessi potreste proporre ai vostri Escursionisti, qualora non fosse venuta loro in mente. Eccola: "*Perché mai un rio, un torrente, che per migliaia di anni ha vissuto scaricando detriti fino a formare un enorme ventaglio di alluvioni, dovrebbe invertire drasticamente la tendenza costruttiva, trasformandosi in un accanito distruttore della propria creatura?*"
Non date subito la risposta. Raccogliete pareri. È il modo migliore per stimolare interesse. In genere, la risposta giusta stenta ad arrivare. Proviamo a considerare le deduzioni ...meno probabili: "*Per uno smantellamento delle rocce friabili che rifornivano di detriti il torrente...*" "*Per un abbassamento consistente dei rilievi a monte sottoposti ad erosione...*" "*Per una diminuzione della piovosità...*". La ragione sta - molto spesso - in una drastica diminuzione sì, ma del materiale detritico convogliato nel torrente. Il deciso calo di 'materia prima' a sua volta è legato a un motivo ancora differente rispetto a quelli sopra esposti.
I versanti rocciosi spesso smettono di riversare detriti nel sottostante torrente quando sono colonizzati e consolidati dalla vegetazione. La quale, a sua volta, può incrementarsi se la piovosità media aumenta. Non crediate che questa rivelazione concluda le possibili domande di chi vi ascolta. In effetti, anche a voi potrebbe venire in mente un'ulteriore considerazione, apparentemente ovvia. È questa: *"Tutto logico.*

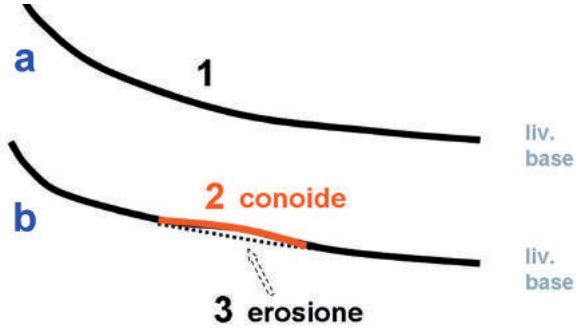


Fig. 59

Aumenta la vegetazione, si consolidano i versanti, cala drasticamente la disponibilità di detriti e dunque il trasporto solido. Però mi aspetterei, di conseguenza, di vedere il nostro rio scorrere sulla superficie del conoide senza apportare del nuovo materiale, ma anche... senza scavare!"

"*Cos'è dunque che induce la cannibalizzazione di un conoide di deiezione?*"

Ovvero quegli effetti di incisione lineare (ossia sviluppata lungo e parallelamente al tracciato del corso d'acqua) così comuni nella gran parte dei grandi *conoidi di deiezione* presenti nel geoparco e nel complessivo territorio alpino e prealpino. La risposta non è scontata, ma nemmeno troppo complessa.

Durante la propria evoluzione un corso d'acqua, dalla sorgente alla confluenza nel suo collettore o dalla sua sorgente alla foce, tende a sviluppare un profilo regolare, assimilabile con approssimazione a un ramo di iperbole. Più ripido alle sorgenti e via via sempre meno inclinato verso la sua terminazione. Ogni perturbazione altimetrica del suo profilo tende ad essere col tempo spianata attraverso le erosioni di fondo alveo (Fig. 59).

Quando la perturbazione al profilo altimetrico è data da un occasionale accumulo di materiali sciolti (depositi morenici, *conoidi di deiezione*, depositi lacustri...) basta attendere le condizioni favorevoli per assistere al suo rapido, seppur parziale, smantellamento.

Fine del discorso? Forse no. Certamente non per tutti quelli che continuano a riflettere e a porsi domande. E la geologia, con i suoi molteplici aspetti, continua ogni volta ad assomigliare ad una infinita *matrioska* in cui ogni domanda genera una risposta, ma dove ogni risposta fa nascere nuove domande. L'argomento trattato ne è la prova diretta.

I più accorti tra voi (e tra i vostri Escursionisti) potrebbero ancora chiedersi, riflettendo sui dati: *"Un corso d'acqua tende, in modo naturale, a raggiungere un profilo altimetrico regolare e privo di... gibbosità. Bene. Ma quando, ad esempio e tanto per restare in tema, si è formato un deposito di conoide, quali sono i parametri fisici, quali le forze che inducono il corso ad attuare questo processo di successiva incisione?"*

Potrei rispondervi: *"La sola velocità dell'acqua che scorre lungo un piano inclinato. Molto inclinato, quale la superficie dei conoidi di deiezione, variabile tra 10° e 15°".*

Unite quest'ultima considerazione alla precedente frase *"... Cala drasticamente la disponibilità di detriti* (da monte)*: questo è il segnale dell'inversione di tendenza da costruttiva a distruttiva"* e otterrete la risposta cercata.

L'energia del flusso idrico non è più impiegata nel trasporto (da monte) di detriti alluvionali, ora è messa completamente a disposizione dello scavo lungo l'alveo, data la sensibile inclinazione di quest'ultimo.

Il discorso ora sembra davvero concluso. Effetti, cause, movente: c'è tutto.

Fig. 59
Profilo altimetrico di un torrente, modificato dalla deposizione di un conoide di deiezione generato dallo stesso corso d'acqua (a). Successiva fase di erosione (b), definibile come cannibalizzazione.

Il *Conoide del Rio Randice* ha fatto da prototipo per analizzare l'evoluzione di buona parte dei grandi conoidi di deiezione presenti nel geoparco.
Eppure, non ci crederete... non è ancora finita. Ci sarà qualcuno che guardando con attenzione la testata del Rio Randice esclamerà meravigliato: *"Vedo una grande area rocciosa e dirupata. Ovunque rocce esposte e fratturate. E poi... la vegetazione è totalmente assente! Questo significa una sola cosa: nel Rio Randice, da monte, i detriti continuano ad arrivare! Ma è anche attiva la cannibalizzazione... questo è un altro dato inoppugnabile. E allora, come possono convivere i due dati apparentemente in contraddizione?"*
Deve esistere per forza un'altra ragione, differente dalla vegetazione, che ha indotto l'approfondimento del rio causando la conseguente disattivazione del conoide.
Questa è la Geologia: un'analisi continua di TUTTE le variabili, di TUTTI i dati presenti sul territorio.
Osservando meglio il *Conoide del Rio Randice* non sfugge un ulteriore dato: il profilo esterno del ventaglio di alluvioni si presenta letteralmente 'mangiato' dal corso del Torrente Bût, collettore del Rio Randice.
Ecco la ragione della *cannibalizzazione!* In questo caso non è stata la vegetazione nella nicchia delle sorgenti (del tutto assente!) a guidare l'evoluzione del conoide ma... la presenza di un salto che il Rio Randice è stato costretto a compiere immettendosi nel suo collettore Torrente Bût che, a causa di una sua fase erosiva in tempi storici, scorre oggi 50 m più in basso.
Il salto ha indotto un'*erosione regressiva* lungo il rio; una 'erosione a gambero', propagatasi con rapidità verso monte a spese del conoide stesso. Un'erosione tendente ad eliminare il salto morfologico alla ricerca di un profilo più regolare.
Un'ultima indicazione di ordine generale. Avete notato che 'conoide' è sostantivo maschile. Al contrario, se dite 'la conoide' intendete riferirvi a una curva matematica.

5 UN PARADIGMA GEOLOGICO

È possibile raggruppare in tre soli gruppi di dati TUTTE le evidenze racchiuse in una successione, tanto di rocce quanto di sedimenti sciolti, ossia ancora non cementati. I tre gruppi sono concettuali e rispettivamente denominati: *si forma*, *si deforma* e *si modella* (Fig. 60).

Sono tre insiemi che, generalizzando e attingendo dalla nomenclatura geologica, potrebbero corrispondere a *litogenesi*, *tettogenesi* e *morfogenesi*. La divulgazione, per essere considerata tale, necessita anche di una volgarizzazione (entrambe derivano da *vulgus)* di molti termini scientifici i quali, qualora mutuati senza modifiche, produrrebbero il duplice svantaggio di non farsi né comprendere né tantomeno memorizzare.

Come conseguenza logica, nel destinatario dell'informazione deriverebbe una chiusura mentale e, con ricadute altrettanto critiche, un crollo dell'interesse specifico. Il tipico e giustificabile atteggiamento di chi - a torto o a ragione - non si ritiene in grado di comprendere quanto ascolta, osserva o legge e perciò, più o meno inconsciamente, tende a rifiutare.

Questa 'triade geologica', assurta a paradigma delle geo-scienze, non assume l'aspetto di una semplificazione riduttiva. Il sapere non è minimizzato o reso in modo parziale, né tantomeno travisato, ma acquisisce semmai il valore di una sorta di traduzione, corretta e alla portata di tutti.

In tutte le occasioni in cui ci si è avvalsi di tale paradigma (o *griglia concettuale*), utilizzandolo tanto in ambito divulgativo quanto didattico (mostre, conferenze, scuole, corsi di laurea, escursioni universitarie e non), è stato riscontrato un incremento della comprensione generale e la conseguente capacità degli interessati di interagire meglio con la materia, dimostrando assimilazione e memorizzazione di quanto appreso.

Nello specifico, utilizzando il termine *si forma*, si induce in colui che ascolta o legge, una serie di stimoli in grado di concretizzarne intuitivamente il significato, seppure in modo inizialmente sintetico e parziale, ma mai fuorviante. Ognuno at-

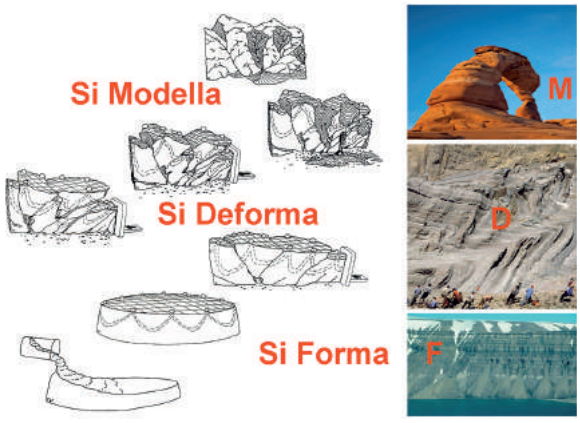


Fig. 60
Un paradigma per le geo-scienze, in grado di riunire tutti i dati e tutte le evidenze visibili nella e sulla crosta terrestre in tre soli gruppi, semplificandone l'assimilazione.

Fig. 60

tingerà dalle proprie scarse o sufficienti conoscenze ed esperienze, attribuendo di volta in volta a quanto osservato (ad esempio ai prodotti della sedimentazione) significati di trasporto e abbandono di materiali clastici, di accumulo di spoglie minerali di organismi in grado di generare impalcature o gusci, di deposizioni di cristalli per evaporazione di una soluzione soprassatura, e via dicendo.

Al tempo stesso il *si forma*, oltre a riferirsi a un ambito prettamente sedimentario, raggruppa e richiama anche fenomeni e prodotti connessi al magmatismo. *Si formano* anche le colate laviche, i depositi piroclastici e, per traslato, anche i vari corpi intrusivi che si consolidano a varie profondità crostali. Prende dunque concretezza un insieme litologico trasversale, concettualmente vantaggioso, che raggruppa in sé depositi di varia natura e origine, il cui carattere unificante è costituito dal loro generarsi per deposizione, ma anche per cristallizzazione da soluzioni soprassature o da fusi magmatici.

Il *si deforma*, al contrario, necessita per attuarsi di qualcosa di precostituito su cui applicare i propri effetti. Quel qualcosa sono i prodotti del *si forma*: le successioni rocciose (ma anche, talvolta, i depositi ancora non cementati). Questa imprescindibile necessità e consequenzialità (prima il *si forma*, dopo il *si deforma*) porta all'erronea percezione che anche il *si modella* - ultimo dei tre contenitori concettuali - sia un insieme di attività e di effetti che si affermano solo a conclusione degli atti deformativi. Nulla di più scorretto.

Al *si modella* competono erosioni e alterazioni della più varia natura, capaci sì di esprimersi al meglio sui rilievi deformati e sollevati, ma attive anche in contesti geologici completamente differenti. In genere, chiarire questo concetto amplia - da subito e in modo esponenziale - la capacità di fare comprendere la geologia e i suoi processi spazio-temporali. In tal caso occorre specificare che una catena montuosa cresciuta durante un'orogenesi, prima di diventare tale era una successione *(si forma)* di sedimenti e/o prodotti magmatici accumulati in ambienti prevalentemente marini e, in minor misura, continentali (deltizi e di pianura).

Le prime deformazioni dunque coinvolgono i fondali marini, inarcando, spezzando, e traslando i volumi rocciosi da essi delimitati. Già in condizioni subacquee cominciano a svilupparsi cedimenti, nicchie erosive e superfici di modellamento. Tali effetti si amplificano all'emergere dei fondali deformati, proseguendo incessanti, e con sempre maggiore intensità, durante tutto il sollevamento orogenetico. Da questo si ricava che, indubitabilmente, in molti casi i processi e gli effetti collegati al *si deforma* e al *si modella* procedono contemporanei.

Chiaramente, più le rocce passibili di deformazione si trovano in profondità e più saranno attaccate tardivamente dai processi modellanti. Il caso limite è quello delle rocce metamorfiche cosiddette 'regionali' (il più spinto tra gli effetti del *si deforma*). Ne derivano immensi volumi crostali che le temperature e pressioni presenti in profondità, hanno modificato drasticamente.

Raccontare ai semplici appassionati i tempi di attivazione e affermazione del *si modella*, rispetto agli altri due effetti e processi, spiana ulteriormente la strada verso la comprensione delle geo-scienze. É anche necessario spiegare che, in certi casi, l'affermazione del *si modella*

non richiede la presenza del *si deforma*, essendo in grado di sviluppare i propri effetti anche a spese di successioni non deformate, ad esempio i terrazzi fluviali (Cap. 4, XVII).

L'ultimo stimolo concettuale fornito dalla 'triade geologica', qui assurta a paradigma della divulgazione delle geoscienze, è forse il più importante e utile ai fini di una corretta impostazione didattica e divulgativa delle conoscenze geologiche di base. L'affermazione dei processi geologici sintetizzati nel *si forma - si deforma - si modella* non è da intendersi in senso lineare, ma circolare.

Questa circolarità (Fig. 61) si apprezza nel momento in cui si prende coscienza che le erosioni e le alterazioni ascrivibili al *si modella* generano a loro volta dei prodotti (blocchi, pietrisco, ghiaie, sabbie, limi) capaci di dare origine a nuove successioni sedimentarie *(si forma)*. E il ciclo si ripropone, privo di interruzioni.

Un paradigma geologico questo che è

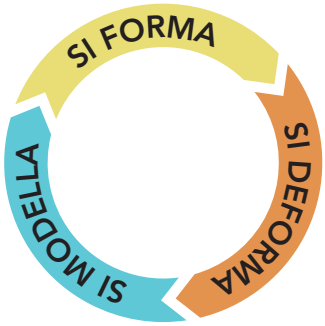


Fig. 61

dunque in grado **a)** di sintetizzare in tre soli e comprensibili insiemi concettuali la totalità degli effetti e dei processi attivi a livello crostale; **b)** di dimostrare l'avvicendarsi e il sovrapporsi, nel tempo e nello spazio, di fenomenologie differenti; **c)** di evidenziare una circolarità di sviluppo e affermazione dei vari fenomeni geologici, favorendo la comprensione del fluire dinamico e continuo dei numerosi processi attivi sulla superficie terrestre e all'interno della crosta (Fig. 62).

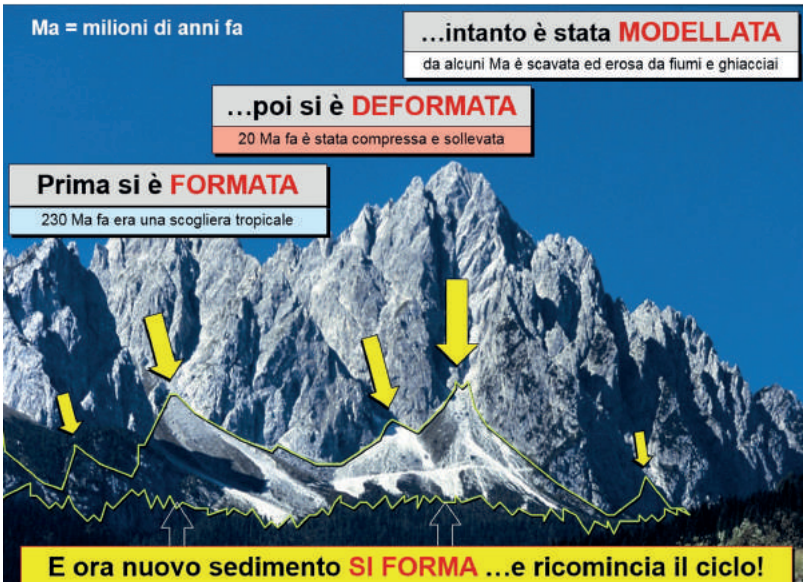


Fig. 62

Fig. 61
Circolarità dei tre processi (si forma - si deforma - si modella).

Fig. 62
Esemplificazione della circolarità dei tre processi. Il "si modella" dà origine a nuovi sedimenti che, veicolati verso le pianure, i delta e il mare, daranno luogo a nuove successioni sedimentarie ("si forma").

6

GEOLOGIA DEL GEOPARCO DELLE ALPI CARNICHE

Un territorio può essere tante, tantissime cose. Dipende dalla prospettiva dalla quale lo si osserva e considera. Prendiamo il Friuli Venezia Giulia. Socchiudendo appena gli occhi ne percepiamo le vicende storiche. A cominciare da quelle legate ai conflitti mondiali del secolo scorso, alle sofferte vicende dell'annessione all'Italia, alla prolungata - seppur parziale - dominazione austriaca, regalo di quella napoleonica. E, ancor più distante da noi, al dominio della Serenissima, sostituitasi, ora con la forza ora con la diplomazia, ai patriarcati locali, ai feudi, ai liberi comuni.

E ancora oltre, verso i Longobardi e gli Ostrogoti, subentrati a Roma e alle sue genti, che a loro volta avevano assimilato le sparute presenze dei Galli Carni nei territori montani e dei Veneti nei settori di pianura e del Carso. Carni e Veneti, e prima ancora Euganei, i quali furono preceduti da quegli abitatori neo- e mesolitici attraverso i quali l'Uomo cominciò ad intersecare la propria Storia con quella del territorio.

Riaprendo gli occhi su quei medesimi monti e su quelle stesse valli pianure e coste (Fig. 63) osservate dagli occhi dei nostri numerosi e vari predecessori, ci accorgiamo che così come l'Uomo vi ha stratificato la propria presenza, lasciando i suoi tangibili segni in prossimità della superficie - negli ultimi metri di suolo e di sedimenti - allo stesso modo il territorio, inteso come volume di rocce e di depositi non ancora cementati, rappresenta la concreta registrazione tridimensionale di tutti i mutamenti subiti durante il lento trascorrere del tempo geologico. Un *tempo profondo* che per il Friuli Venezia Giulia è scandito in milioni e centinaia di milioni di anni (Cap. 4, I).

Non è semplice riassumere la storia geologica del *geoparco delle Alpi Carniche.*



Fig. 63
L'area del geoparco delle Alpi Carniche.

Fig. 63

Né risulterà semplice per voi, *Guide geologiche*, memorizzarla per poi essere in grado di gestire, in modo sciolto e vantaggioso, i significati della miriade di dati distribuiti nei vari itinerari escursionistici.
Per ottenere il massimo dei risultati con il minimo sforzo, occorre avvalersi di una strategia particolare. La potremmo chiamare *per approccio telescopico*. A ben vedere è la stessa utilizzata nella scuola dell'obbligo per rendere radicate negli alunni le nozioni e i concetti di materie mnemoniche complesse, come la Storia. Ricorderete certamente come, passando dalle primarie alle secondarie inferiori e poi alle superiori, i medesimi contenuti erano riproposti ad ogni ciclo scolastico, ma... in modo sempre più approfondito e articolato.
Proverò a fare lo stesso con voi. In questo caso vi proporrò, una dopo l'altra, delle versioni sempre più approfondite dell'evoluzione geologica di questo settore chiamato geoparco delle Alpi Carniche, così come è stato ricavato dagli indizi e dalle tracce lasciate nel substrato e nelle coperture.

IN ESTREMA SINTESI

Si forma

Le successioni geologiche del geoparco appartengono sia al *substrato* che alle *coperture* (Cap. 4, XII). Le prime sono rappresentate da rocce in massima parte sedimentarie e subordinate vulcaniti, con un'età compresa tra l'Ordoviciano e il Cretaceo (con limitate plaghe di Eocene e probabile Miocene sup. - Pliocene, rispettivamente affioranti presso il M. Amariana e al M. Claupa); le seconde sono date da depositi in gran parte non cementati, appartenenti al Quaternario e riferibili per lo più al Pleistocene sup. (depositi glaciali würmiani e tardo-würmiani) e all'Olocene (ultimi 11.700 anni).
Vi aggiungo un altro sintetico dato. Nel territorio del geoparco il *substrato* è spesso complessivamente circa 7 km ed è rappresentato in massima parte da depositi sedimentari di ambienti marini delle più varie profondità. Al suo interno si riconoscono due soli orizzonti (30-270 m e 80-100 m) di

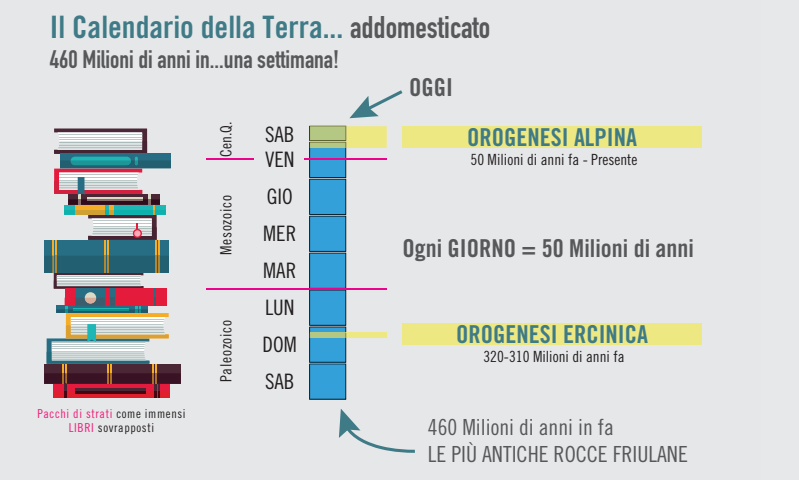


Fig. 64
Collocazione cronologica dei due eventi orogenetici che hanno interessato il settore alpino nord-orientale.

Fig. 64

arenarie rosse continentali. Testimoniano la presenza di due antiche pianure, rispettivamente del Permiano sup. e del Triassico sup.

Si deforma

Le deformazioni subite dalle rocce del *substrato* sono varie e numerose. Distinguiamole subito in due gruppi: quelle legate all'affermazione di un'orogenesi e... tutte le altre. Parliamo delle prime. Il territorio friulano è stato colpito da due orogenesi, quella *ercinica* (o *varisica* che dir si voglia) e quella *alpina* (Fig. 64).

L'*orogenesi ercinica* si è sviluppata nel Paleozoico, tra il Devoniano sup. e il Carbonifero, più di 300 milioni di anni fa. Ha colpito duramente prima le zone a W della Val Bordaglia (rocce metamorfiche), raggiungendo, in un secondo tempo e con effetti minori, la Carnia (rocce non metamorfiche, a pieghe e faglie). La sua ultima eredità nei territori di Nord-Est fu l'avvicinamento del Cadore metamorfico alla Carnia, non metamorfica. Quest'ultima, durante la compressione finale, si infilò letteralmente sotto al Cadore tramite l'antica *Faglia ercinica della Val Bordaglia*. Ecco perché sui due lati di questa importante struttura tettonica troviamo rocce visibilmente differenti.

L'*orogenesi ercinica* si concluse circa 310 milioni di anni fa. Si trattò di un'orogenesi breve (per quanto riguarda il comparto carnico), risolta in meno di 10 milioni di anni.

Ad essa seguì una relativa calma che durò (arrotondando) fino a circa 40 milioni di anni fa, quando sullo scenario settentrionale del Friuli Venezia Giulia ricominciarono violente le compressioni. Questa volta l'artefice era l'*orogenesi alpina*, ancora lontana dall'esaurirsi. In questi lunghi milioni di anni il *si forma* non era stato a guardare. Dopo un rapido e indispensabile *si modella* della Catena ercinica, conclusosi in tempi brevi (geologicamente parlando), sopra ai suoi nuclei spiegazzati e piallati dall'erosione si erano sovrapposti chilometri di nuovi depositi organizzati in strati orizzontali (Fig. 65). Si erano iniziati a deporre verso la fine del Paleozoico, proseguendo poi a pieno ritmo nel successivo Mesozoico.

Con l'*orogenesi alpina* nuove pieghe e nuove faglie interessarono l'ormai potente volume di rocce del Nord-Est.

Fig. 65
Usiamo la strategia dell'esemplificazione (Cap. 3, h) per un concetto che potrebbe risultare complesso.



Fig. 65

Le compressioni alpine generarono altre *scaglie tettoniche* (Cap. 4, X), in gran parte rampanti verso S (v. Fig. 31). Naturalmente, come ogni orogenesi che si rispetti, questa orogenesi a noi familiare non fece distinzioni di sorta, strapazzando tutto quello che trovava sul proprio percorso.
Ne fece le spese non solo il potente pacco di strati orizzontali di fine Paleozoico e Mesozoico, ma anche il 'piedestallo' ordoviciano-carbonifero (Paleozoico antico) sul quale esso poggiava, a sua volta già sacraboltato dalle deformazioni erciniche.
Vi lascio immaginare lo sconforto dei geologi che, tentando di comprendere gli effetti dell'*orogenesi ercinica* - ovviamente presenti solo sulle rocce più antiche - dovevano e devono tuttora fare i conti con la sovrapposizione ed interferenza di tutte le deformazioni lasciate in eredità dall'*orogenesi alpina*.
La Catena alpina cresceva e si affastellava in 'tegole tettoniche' rampanti appoggiate una sull'altra. Nella zona più interna della catena, quella transfrontaliera, anche le porzioni più profonde - quel ' piedestallo' fatto di rocce paleozoiche antiche deformate a più riprese - finirono per tornare alla luce per la gioia degli Escursionisti, delle loro *Guide* e dei geologi tutti.

Si modella

Contemporaneamente all'affastellarsi e al sollevarsi della Catena alpina, su di essa cominciò a svilupparsi una diffusa erosione fluviale. Una decina di milioni di anni fa si delineò un abbozzo di reticolo fluviale friulano, sintesi preliminare di quello che conosciamo oggi.
Negli ultimi due milioni di anni, l'alternanza di *intervalli glaciali* e *interglaciali*, diede un'impronta morfologica insolita e fino a quel momento sconosciuta alle nostre montagne.
Nell'ultimo milione di anni si perfezionò l'assalto del Tagliamento al Fiume Piave. A colpi di *catture fluviali* - favorite da franamenti di diaframmi rocciosi e 'ripuliture' della scena da parte di successivi transiti glaciali - il suo affluente Degano spostò le proprie retrovie verso NW, impadronendosi di un vasto territorio compreso tra il M. Siera e la Giogaia di Fleons (Fig. 66).
E l'attacco al Piave non sembra essersi

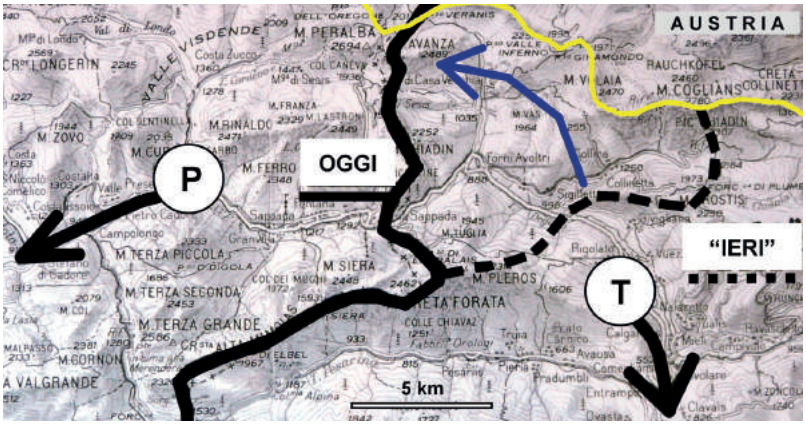


Fig. 66
Questa interpretazione mostra le presunte variazioni idrografiche tra i Bacini idrografici del Tagliamento e del Piave, intercorse durante il Quaternario e affermatesi attraverso processi di cattura fluviale.



Fig. 67

concluso. A farne le spese potrebbero essere, in un prossimo forse lontano futuro, le stesse sorgenti del Piave, con una possibile cattura fluviale (Cap. 4, XIV) in corrispondenza di Cima Sappada.
Non basta. All'interno del geoparco il *si modella* si dimostra a suo agio anche lungo la fascia di attuale confine italo-austriaco. Nell'ultimo mezzo milione di anni è addirittura il bacino idrografico del Mare Adriatico, sempre rappresentato dal Tagliamento e dai suoi affluenti, a sferrare un affondo vincente contro il bacino del Mar Nero, rappresentato dal Fiume Gail. A colpi di *catture fluviali* riuscirà a strappargli molte decine di km quadrati di territorio, spostando lo spartiacque di prim'ordine decisamente verso l'Austria (Fig. 67).
C'è dell'altro. Quello stesso *si modella* diventa l'artefice di un nuovo, rinnovato *si forma*, dando origine a un vario insieme di depositi classificabili come *coperture*. Sarà proprio grazie alle erosioni fluvio-torrentizie, allo sgretolamento dei massicci rocciosi fratturati, alle periodiche esarazioni, che nuovi materiali rocciosi - blocchi, pietrisco, ghiaie, sabbie, limi - si renderanno disponibili per formare depositi glaciali (*morene* di vari tipi), accumuli detritici gravitativi (*falde di detrito*, *conoidi detritici*, *ammassi di frana*) e depositi alluvionali (*conoidi di deiezione*, riempimenti lacustri, depositi d'alveo): le cosiddette *coperture* (Cap. 4, XII).
Senza contare che parte di questi depositi se n'è già scesa verso il mare a formare i grandi apparati alluvionali della pianura friulana, le fasce costiere e deltizie di Lignano Sabbiadoro e parte dei fondali adriatici. Un ciclo, quello del *si forma - si deforma - si modella*, che non potrà mai aver fine.

Approfondiamo il "Si Forma"

Il primo grande valore delle Alpi Carniche è rappresentato dal fatto che i suoi monti contengono le rocce sedimentarie - e fossilifere - più antiche dell'intera penisola italiana e di tutto l'arco alpino. Sono rocce non frequenti, ma quasi sempre ricche in macrofossili.
Risalgono al lontanissimo **Ordoviciano**, periodo geologico della parte più

Fig. 67
Modificazioni idrografiche e spostamenti della linea di spartiacque tra i bacini idrografici del Mare Adriatico e del Mar Nero, attivatisi presumibilmente durante l'ultimo mezzo milione di anni (Quaternario) a colpi di catture fluviali.

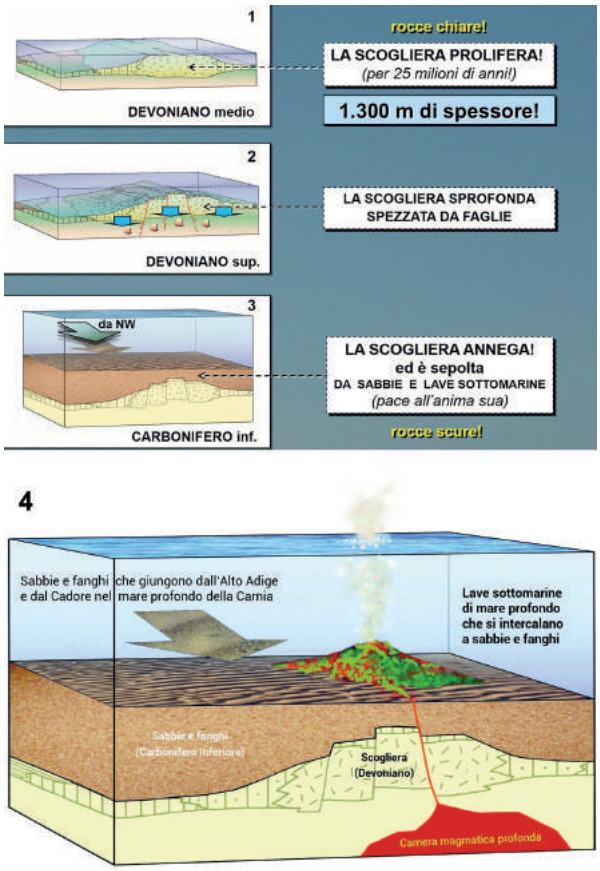


Fig. 68

Fig. 68
Evoluzione ambientale della successione devoniana e carbonifera delle Alpi Carniche.

antica del Paleozoico. Hanno un'età che si approssima a 460 milioni di anni. Quasi mezzo miliardo di anni fa! Da solo questo primato basterebbe per rendere le Alpi Carniche una catena montuosa speciale. Invece è solo l'inizio di una serie di peculiarità uniche nel loro genere. Ogni periodo geologico presente nelle rocce di questi monti ne può vantare almeno un paio, e in molti casi diventano anche più numerose.

Nel *geoparco delle Alpi Carniche* le rocce depositate in questo remoto periodo sono costituite da originari sedimenti marini sabbiosi e fangosi la cui velocità di accumulo era estremamente ridotta, stimata intorno ai 3 m per ogni milione di anni.

Il mare era sottile e il clima risultava temperato freddo essendo quei tempi la Carnia collocata alle medio-alte latitudini dell'emisfero meridionale.

Le faune fossili erano in prevalenza costituite da briozoi e da brachiopodi, mentre molto più rari risultavano i trilobiti e i cistoidi, affini questi ultimi ai moderni ricci di mare.

Tra le località di maggior interesse per i reperti paleontologici si può citare la Creta di Collinetta (Cellon).

Il **Siluriano** (443-416 milioni di anni fa) è rappresentato per buona parte da particolari strati nerissimi, suddivisibili in sottili lamine che a tratti si rivelano ricche in graptoliti, organismi coloniali che si erano diffusi nei mari di tutta la Terra per poi sparire, estinguendosi, alla fine di quello stesso periodo. La velocità di sedimentazione si riduce ulteriormente diventando meno di 1 m per milione di anni. Si diffondono anche i sedimenti calcarei, in condizioni di mare a profondità varia. In essi cominciano a diventare numerosi gli orthoceratidi, molluschi cefalopodi progenitori del noto *Nautilus.*

Nel **Devoniano** (420-360 milioni di anni fa) il calendario geologico delle Alpi Carniche segna la nascita, lo sviluppo, l'espansione e la rapida fine della più grande scogliera tropicale paleozoica d'Europa (Fig. 68). Una cattedrale rocciosa sottomarina che crebbe indisturbata per 25 interminabili milioni di anni, raggiungendo spessori di oltre un chilometro, una larghezza di almeno 5 chilometri e una lunghezza di quasi un centinaio. Nel Devoniano

la formazione delle rocce si intreccia con la vita degli organismi che le producono attraverso l'accumulo dei propri gusci e impalcature minerali a composizione calcarea (coralli, spugne particolari, molluschi, alghe).
È nel Devoniano, più che in tutti gli altri periodi della storia geologica delle Alpi Carniche, che si fa evidente il ruolo di certi organismi nella formazione delle rocce. Quelle stesse rocce destinate col tempo a trasformarsi nelle montagne che conosciamo e abitualmente percorriamo.
Dal clima temperato-freddo dell'Ordoviciano e del successivo Siluriano inf. si è passati progressivamente ad un clima tropico-equatoriale, grazie anche alla progressiva deriva dell'area carnica verso fasce di minore latitudine.
Mentre il Devoniano è caratterizzato da rocce e sedimenti che si produssero DENTRO il mare, il successivo periodo **Carbonifero** (360-300 milioni di anni fa) vide inizialmente l'accumulo di grandi spessori di strati sottomarini profondi i cui componenti (sabbie e fanghiglie silicee) si originarono FUORI dal mare. Erano sabbie e fanghi generati dall'erosione di antiche montagne che stavano sollevandosi nelle zone che oggi corrispondono all'Alto Adige e all'Austria più occidentale.
Il Carbonifero inf. nelle Alpi Carniche ha lasciato altre particolari, indelebili tracce. Basti ricordare i 200 m di spessore di vulcaniti sottomarine profonde che si sovrapposero e intercalarono alle sabbie e ai fanghi. Se questo ancora non bastasse, aggiungiamo quello che di lì a poco, a metà circa del Carbonifero, lasciò tracce profonde nella Carnia del tempo: l'*orogenesi ercinica*.

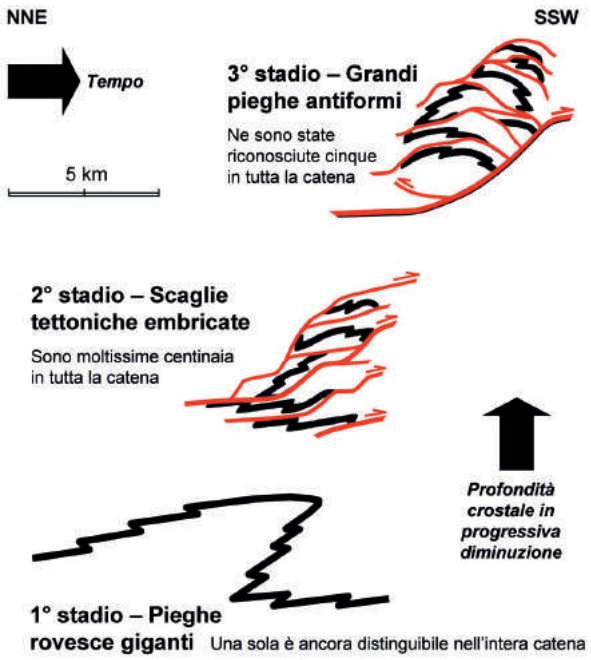


Fig. 69

Tutte le rocce - dall'Ordoviciano al Carbonifero - furono strette in una morsa crostale che le compresse, strizzò e sollevò. Dove fino a quel momento aveva regnato incontrastato il mare, si innalzò una bassa catena montuosa tutta pieghe e faglie che sono ancora oggi riconoscibili a distanza di 320 milioni di anni da quell'evento (v. Fig. 64; Fig. 69).
Ma il Carbonifero non finisce di stupirci. Passano i milioni di anni e la catena è lacerata da nuove grandi faglie, questa volta verticali, che come spaccature crostali si propagano in profondità. Due fra queste faglie cominciano ad isolare un'area geografica che lentamente inizia ad abbassarsi, come un gigantesco, lento ascensore. È il settore di Lanza-Pramollo/Nassfeld-M.Cavallo-M.Bruca che da zona montuosa (ricordiamo l'*orogenesi ercinica*) si abbassa a quote che per molte

Fig. 69
Le deformazioni erciniche delle Alpi Carniche (Carbonifero) sono date dalla sovrapposizione di tre differenti "stili tettonici" sul medesimo volume roccioso. Ognuno di essi si è sviluppato a profondità crostali via via decrescenti durante un intervallo inferiore a 10 milioni di anni. La direzione di compressione è rimasta invece invariata nel tempo (NNE-SSW).

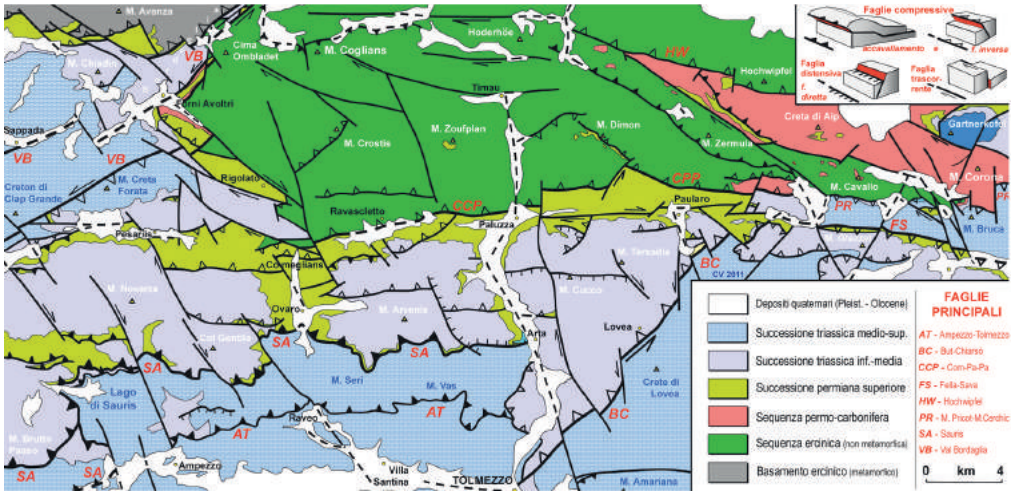


Fig. 70

Fig. 70
Schema geologico delle Alpi Carniche (da Venturini et al., 2002-2003, semplificato).

decine di milioni di anni continueranno ad oscillare intorno o sotto al livello del mare (v. Fig. 29).

È proprio durante questo lungo lasso di tempo (siamo nel Carbonifero sup.) che prenderà forma e spessore una successione rocciosa molto particolare. Durante gli ultimi cento anni è diventata famosa nel mondo scientifico (e non) d'Europa e d'oltreoceano. Tra 1.000 e 2.000 m di depositi fluvio-deltizi, di mare basso e, inizialmente, di mare più profondo, si alternarono in cicli ripetuti moltissime volte uno sopra l'altro. Oggi, in particolare, li possiamo ammirare lungo le pareti dei Monti Auernig, Carnizza e Corona, solo per citare le località più classiche.

Sta proprio in questo la caratteristica che ha reso famosa la serie di strati del settore di Pramollo/Nassfeld. In Europa è l'unica successione rocciosa fossilifera di età permo-carbonifera che offre l'opportunità di confrontare i contenuti paleontologici marini con quelli continentali, comparando le due differenti scale d'età. E che fossili! Foraminiferi, trilobiti, brachiopodi, molluschi, briozoi, coralli solitari, alghe calcaree, stelle di mare serpentine, per citarne solo alcuni tra quelli marini.

Ad essi si affiancano, come fossili di ambienti emersi (cioè continentali) e marginali (deltizi), resti vegetali con esemplari perfetti. In particolare, hanno viaggiato attraverso il tempo giungendo fino a noi i resti di due grandi gruppi di piante, le 'felci' (scritte tra virgolette dato che sono vegetali del tutto simili alle attuali felci ma dotati di semi e di frutti), e gli equiseti. Entrambi i gruppi si svelano sia sotto forma di fronde, sia dei relativi tronchi, il più delle volte divelti, raramente ancora in posizione di crescita. Eccezionalmente sono state trovate anche impronte isolate di anfibi.

Anche nel settore di Forni Avoltri si assiste durante il Carbonifero sup. e il successivo Permiano inf. ad uno sprofondamento del territorio e alla conseguente deposizione di una successione identica - per caratteri, paleo-ambienti e faune - a quella di Pramollo/Nassfeld. Purtroppo le deformazioni dell'*orogenesi alpina* hanno penalizzato molto

i depositi di Forni Avoltri, rendendo quasi sempre impossibile l'esposizione di successioni continue e ben studiabili (Fig. 70).

Con il successivo **Permiano** (300-250 milioni di anni fa) si chiude l'Era Paleozoica.

Non potevano certo mancare, anche per questo periodo, cose degne di nota. Tra tutte spicca la presenza di un caratteristico spessore di rocce rosse, un tempo formato da sabbie e fanghi silicei, che si espande ben oltre i confini friulani. È potente da 40 a oltre 250 m ed è in grado di raccontarci che l'intero Nord-Est - dal Sud Tirolo al Cadore alla Carinzia, alla Carnia, alla Slovenia... - si era col tempo trasformato da montagna ercinica a immensa pianura semiarida (v. Fig. 65), da cui il caratteristico colore rosso derivato dall'ossidazione dei sedimenti (oggi rappresentati dell'Arenaria di Val Gardena).

Anche per il Permiano le novità non finiscono qui. Basta cercare le rocce che si sovrapposero ai sedimenti dell'antica pianura rossa: i noti gessi della Fm. a Bellerophon. La loro presenza testimonia che la precedente piatta pianura col tempo si era trasformata in una vasta, sottile laguna salata, le cui acque evaporavano a causa del clima diventato caldo e arido.

Non è solo la presenza dei gessi ad essere un elemento distintivo del Permiano sup. di questi territori. Ad essa si aggiungono le deformazioni - peculiari ed uniche - che quegli stessi gessi hanno subìto durante la compressione alpina principale, orientata N-S e attiva circa da 15 a 5 milioni di anni fa.

Il passaggio al successivo **Triassico** - primo periodo dell'Era Mesozoica, iniziata 250 milioni di anni fa - è segnato dalla repentina scomparsa ed estinzione del 98% degli organismi che allora popolavano i mari della Terra. La stessa vita rischiò di sparire dal pianeta a causa di quella che, non a torto, è oggi definita come la *madre di tutte le estinzioni*. Ben più tremenda di quella, nota a tutti, che colpì nuovamente la Terra 65 milioni di anni fa in concomitanza con la scomparsa dei dinosauri.

Il drammatico evento, collocato al limite **Permiano-Triassico** (250 milioni di anni fa), naturalmente si sviluppò a scala globale, e come tale è registrato anche nelle rocce triassiche basali delle Alpi Carniche. Nel loro primo metro di spessore si presentano improvvisamente ed incredibilmente prive di ogni forma vitale, anche la più infinitesima. Poi, prima lentamente, infine in modo quasi esplosivo, la vita ebbe di nuovo il sopravvento e ripopolò i mari e gli strati di tutto il mondo, Alpi Carniche comprese, riempiendoli di organismi, dei loro resti, delle loro tracce.

Infine il **Triassico** (250-200 milioni di anni fa) delle Alpi Carniche, in gran parte formato da strati marini, ci riserva nuovi meravigliosi gruppi di fossili, ricchi di inaspettati esemplari dalle forme degne di una galleria d'arte. Come, ad esempio, le frequenti ammoniti che arricchiscono i numerosi orizzonti fossiliferi, o gli incredibili, piccoli rettili volanti - i più antichi d'Italia - racchiusi negli strati della Val di Preone, sul bordo esterno dell'area carnica.

Un Triassico che sa conservare ulteriori sorprese, anche quando, per brevi istanti geologici, il mare perdeva la supremazia sulla terraferma e le foreste si impossessavano delle ampie baie salmastre accumulando estesi orizzonti di futuro carbone, come accaduto nella

zona di Cludinico, appena a S di Ovaro (Val Degano).
Nel *geoparco delle Alpi Carniche* l'Era Mesozoica non riserva ulteriori scoperte, semplicemente perché le rocce più recenti del Triassico superiore (le più 'alte' tra tutte) - salvo rarissimi lembi - da tempo immemorabile sono state asportate dall'erosione.
Questo perché da almeno 30-35 milioni di anni, l'intero settore alpino carnico è sottoposto a un lento, generalizzato sollevamento dovuto all'*orogenesi alpina*.
La causa? La morsa crostale attuata da Africa ed Europa che, da molte decine di milioni d'anni, si stanno fronteggiando in un contesto di collisione. Una sorta di gigantesco schiaccianoci geologico che sta ancora oggi frantumando le successioni rocciose che trova collocate tra le proprie ganasce. In particolare quelle rocce che hanno finito per formare le Alpi e gli Appennini.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alle pubblicazioni in elenco:

CORRADINI C., PONDRELLI M., SUTTNER J.T. & SCHÖNLAUB H.P., 2015 - *The Pre-Variscan sequence of the Carnic Alps.* STRATI 2015. Berichte der Geologischen Bundesanstalt (ISSN 1017-8880), Band 111, Wien.

MUSCIO G. (a cura di), 2015 - *Le rocce raccontano. Un viaggio nel tempo fra le meraviglie geologiche del Friuli Venezia Giulia*. Comune di Udine, Museo Friulano di Storia Naturale; Reg. Aut. FVG, servizio Geologigo, 240 pagg.

MUSCIO G. & VENTURINI C. (a cura di), 2012 - *Le Alpi Carniche: uno scrigno geologico.* Comune di Udine, Museo Friulano di Storia Naturale, 160 pp.

VAI G.B., VENTURINI C., CARULLI G.B. & ZANFERRARI A. (a cura di), 2002 - *Guida alle Alpi e Prealpi Carniche e Giulie, alla pianura friulana e al Carso.* Guide Geologiche Regionali, Soc. Geol. It., 360 pp.

VENTURINI C., 2006 - *Evoluzione geologica delle Alpi Carniche.* Museo Friulano di Storia Naturale, Comune di Udine, 48, 220 pagg.

VENTURINI C., 2017 - *Friuli Venezia Giulia: grandi deformazioni di una piccola regione.* In: Menchini G. (a cura di) SISMA - dal Friuli 1976 all'Italia di oggi. Fondazione Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi, 73-90.

VENTURINI C., SPALLETTA C., VAI G.B., PONDRELLI M., FONTANA C., DELZOTTO S., LONGO SALVADOR G. & CARULLI G.B., 2010 - *Note Illustrative al F°. 031 Ampezzo (Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000).* ISPRA - Dipartimento Difesa dei Suoli - Servizio Geologico Nazionale.

7

GEO-ITINERARI: SPUNTI E APPUNTI

Nel presente capitolo, l'ultimo di questa rapida guida (a proposito, siate sempre concisi; ormai si sa che nell'epoca di Internet e dei suoi multiformi contenuti, delle decine e decine di e-mail giornaliere da aprire e alle quali rispondere... le 'cose lunghe' si guardano ma non si osservano, si scorrono, ma non si leggono. E mi fermo qui, altrimenti anch'io...)...

In quest'ultimo capitolo - dicevo - finalmente arriviamo all'obiettivo cardine di ogni *Guida geologica*: l'escursione, con il proprio itinerario e i contenuti ad esso collegati.

A tal proposito vi proporrò due differenti percorsi. Sono entrambi collocati lungo la Valle del Bût e ubicati nella fascia di fondovalle. Le difficoltà di percorso sono minime, così come i dislivelli da affrontare a piedi, contenuti entro la quarantina di metri alla volta e in numero di uno, al massimo due, per itinerario. Due escursioni dunque che possono essere affrontate senza problemi da gruppi di persone con età eterogenee, bambini e anziani compresi.

Il primo dei due itinerari esemplificativi è centrato sulla media Valle del Bût, tra Paluzza ed Arta; il secondo si svolge nell'alta Valle del Bût. Non è un caso che entrambi gli esempi scelti siano collocati lungo la medesima vallata. All'interno del *geoparco delle Alpi Carniche* il Canale di San Pietro, coincidente con la Valle del Torrente Bût, è il settore più ricco di geositi (Fig. 71). Sono quasi tutti raggiungibili senza difficoltà e addirittura in modo rapido e immediato quelli ubicati lungo il fondovalle. Questa guida vuole quindi fornirvi una concreta traccia da utilizzare come spunto per eventuali escursioni giornaliere di sicuro impatto.

L'obiettivo del primo itinerario è quello di far comprendere agli Escursionisti l'evoluzione post-glaciale di questo tratto vallivo (dunque olocenica, ultimi 12.000 anni circa). Per essere più precisi, potrei anticiparvi che il vero protagonista di questo itinerario sarà un paleo-lago: il Paleo-lago di Sutrio e Paluzza (600 m), ampio in origine 6 km^2. Essendo definito paleo-lago va da sé che oggi non esiste più.

Affronteremo questa escursione nel modo più diretto e concreto possa esistere: una cronaca puntuale e precisa di quanto avvenuto durante un'esperienza reale durante la quale il gruppo di partecipanti (15 elementi) era formato da una classe di liceali di Trieste, accompagnati da due dei loro insegnanti. Trattandosi questa volta di studenti, l'obiettivo era quello di indurli al ragionamento sul significato delle numerose evidenze, della più varia natura, distribuite sul territorio. Un territorio

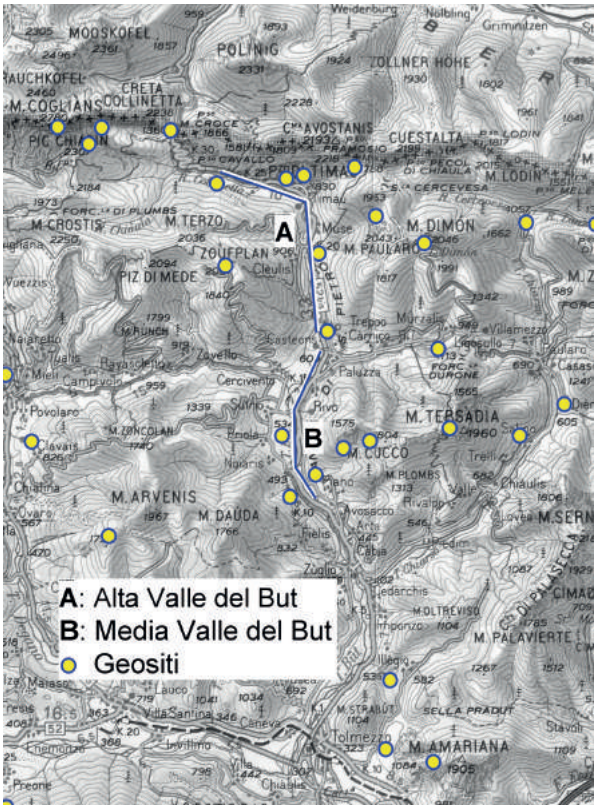


Fig. 71

Fig. 71
I segmenti vallivi A e B delle due escursioni esemplificate in questa guida. Al loro interno sono indicati i numerosi geositi che rendono questa vallata una vera palestra geologica didattico-divulgativa.

che in questo caso dà il meglio di sé osservandolo come fosse la scena di un crimine.

Procederemo dunque alla scoperta degli effetti, e dalla loro analisi risaliremo alle cause che li hanno prodotti; distribuiremo poi il tutto in una griglia di *età relative* (Cap. 4, IV), dando alle varie evidenze, ai singoli dati, una collocazione temporale, un *prima* e un *dopo*. Cercheremo anche delle *età assolute*, dei *marker* cronologici, che ci aiutino a 'inchiodare' la nostra successione relativa degli eventi ad una scala temporale dal valore assoluto, ossia numerico (Cap. 4, IV).

Il secondo itinerario si svolge invece nell'alta Valle del Bût - un vero patrimonio geologico - tra Paluzza (600 m) e il Passo di Monte Croce Carnico (1365 m). Tratterò questa escursione in modo sostanzialmente differente rispetto alla prima. Cercherò di mostrarvi il lavoro propedeutico di strutturazione e regia spettante ad una *Guida* prima del suo diretto intervento sul campo.

Un lavoro di scelta e di organizzazione logistica e scientifica che, partendo dalla conoscenza dei posti e dalla relativa base topografica, consentirà di ottenere il palinsesto dell'escursione stessa.

Se si trattasse di un film da realizzare potrei anticiparvi che, in questo secondo esempio di itinerario, prenderemo in esame le mansioni, le scelte, il *modus operandi* tanto dello sceneggiatore quanto del regista, qui incarnati in un'unica figura: la *Guida geologica*.

Un ultimo suggerimento prima di passare ai due esempi. Quando, a valle di ogni cosa, preparerete la necessaria, indispensabile *Locandina* (Cap. 1, m) - in formato A4, minimo 300 dpi, ovvero stampabile a buona risoluzione - ricordatevi di dare al vostro itinerario un titolo.

Procurate che sia breve e che contenga un riferimento al luogo e all'argomento trattato. Inoltre, cosa importante, il vostro titolo dovrebbe essere il più possibile coinvolgente ed evocativo. Ossia, meno tecnico/scientifico e più immaginifico.

Anche questa volta un esempio è quanto mai necessario; sarà riferito proprio alla prima delle due escursioni trattate in questo capitolo. Se voi la chiamaste: "*Evoluzione olocenica della media Valle del Bût, tra Arta Terme e Paluzza (Alpi Carniche)*", sareste corretti, correttissimi, ma altrettanto inefficaci.

Mancherebbe il coinvolgimento emotivo, utilissimo a catturare l'attenzione e a fare proseliti.
Un po' come se per il glorioso film di Sergio Leone (1966) "*Il buono, il brutto, il cattivo*" si fosse optato per un titolo differente, ad esempio del tipo: "*Storia di tre cowboy*". Incassi ridotti di un terzo. Ecco che allora il nostro geo-titolo potrebbe trasformarsi in: "*Nascita, vita e morte di un grande lago tra Sutrio e Paluzza (Alpi Carniche)*".

GEO-ITINERARIO B

Anatomia di un'escursione (Alpi Carniche): fondovalle della media Valle del Bût, tra Sutrio e Paluzza (UD)

Questo contributo è la cronaca dettagliata di una concreta applicazione dell'IBSE (Inquiry-Based Science Education) sviluppata con una classe liceale durante un'escursione geologica. L'obiettivo è stato quello di valutare la complessa evoluzione quaternaria di un settore alpino di fondovalle (Alpi Carniche, NE Italia) attraverso la raccolta guidata di indizi e prove (Fig. 72). I miei interventi sono in tondo, quelli degli studenti in *grigio corsivo.*

Prima sosta (propedeutica):

sito archeologico di Zuglio (402 m)

La sosta si configura, ma solo in apparenza, come destinata ad esclusive osservazioni archeologiche. La Valle del Bût era anticamente solcata dalla via Julia Augusta che attraverso il vicino Passo di M. Croce Carnico, oggi valico tra Italia e Austria, conduceva al Norico, provincia romana.
In corrispondenza di Zuglio il Torrente Bût lambiva *Iulium Carnicum* - da cui l'attuale toponimo - edificata sopra e a spese di precedenti insediamenti celtici. È proprio quel *sopra* e *a spese di* ad interessarci. Dopo la spiegazione più prettamente archeologica e storica, i resti dell'insediamento suggeriscono un parallelo con i processi geologici e i loro prodotti tridimensionali.
In particolare con quanto di norma avviene nell'ambito delle successioni sedimentarie del Quaternario (ultimi due milioni di anni circa), regolate dall'alternarsi e intersecarsi di fenomeni erosivi e deposizionali.

Fig. 72
Le soste di questa escursione

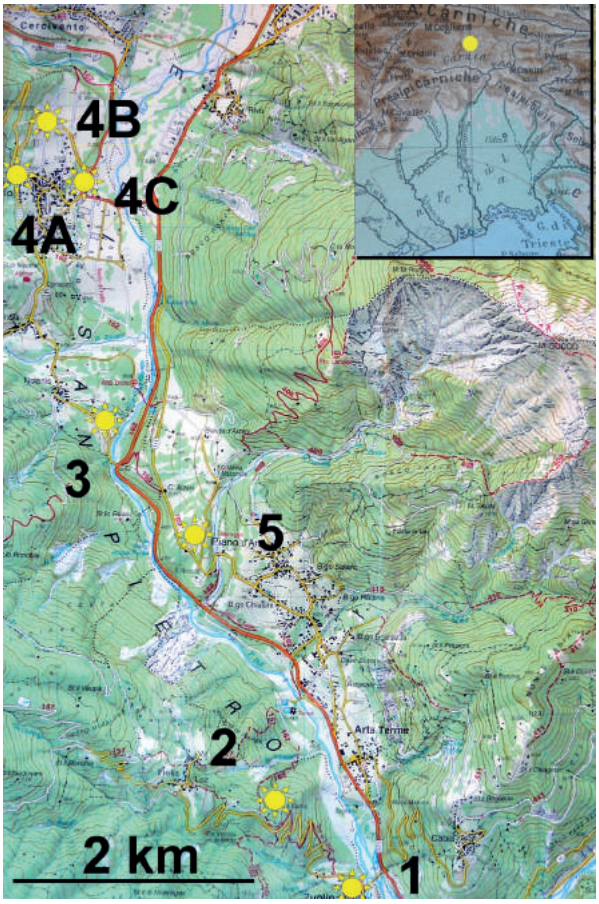


Fig. 72

Questa escursione nella Valle del Torrente Bût (Alpi Carniche), è un viaggio nel tempo per ritrovare lo splendore e la rovina di un antico lago, scomparso ormai da alcune migliaia di anni.
Potete notare che gli edifici dell'insediamento celtico hanno formato una sorta di spesso 'strato' caratterizzato da un'età ben precisa (VIII-III sec. a.C.). Più tardi, sui ruderi di quanto restava della cittadina celtica, i conquistatori romani hanno sviluppato un nuovo insediamento, uno 'strato' più recente.
Osservando meglio potreste scoprire [uno schizzo, in sezione, su una lavagna da campo fa comprendere meglio il concetto] che in certi settori lo 'strato celtico' è stato addirittura rimosso, scavato, asportato e distrutto dalle nuove popolazioni. Di conseguenza gli edifici romani invece che sopra, in alcuni casi sono stati costruiti sullo stesso livello, o addirittura più in basso rispetto al piano di fondazione celtica.
E ora scommetterei che i nuovi edifici, quelli romani, hanno utilizzato le pietre di quelli celtici distrutti. Lo 'strato' più recente dunque è stato formato, almeno in parte, a spese del precedente. Lo potete trovare sopra a quest'ultimo, ma in certi casi anche a fianco o addirittura a quote più basse. La stessa cosa è avvenuta in tempi ancora più vicini a noi, con lo sviluppo degli insediamenti più recenti. Basta osservare le numerose case ottocentesche di Zuglio che circondano e incombono letteralmente sul sito archeologico.
Ma questa non è solo archeologia; è anche la base concettuale per comprendere buona parte di quanto l'escursione mostrerà nelle prossime tappe. Storie di deposizioni e di erosioni che si intrecciano secondo logiche ben definite.



Fig. 73

Fig. 73
Vista sul versante S dei Monti di Rivo e Cucco, sede di una doppia nicchia di frana.

Seconda sosta:
San Pietro in Carnia (749 m)

Si raggiunge l'antica pieve il cui nucleo principale risale al XII secolo. È edificata su un promontorio che sovrasta la sottostante Zuglio e domina la vallata del Torrente Bût. Da lì lo sguardo abbraccia il massiccio dei Monti di Rivo e Cucco. Spicca l'ampio dirupo del M. di Rivo, conformato a conca e sottoposto a incessanti fenomeni erosivi. Dal piccolo cimitero che borda la chiesa, sul retro del campanile, la vista è perfetta (Fig. 73).

Ragazzi, vi chiedo di usare delle parole adatte a descrivere le morfologie dei Monti di Rivo e Cucco (1575 m, 1804 m).

La conca di una grande frana!
Una sola?

Beh, guardando meglio... forse due.
Esatto, una è quella del M. di Rivo e l'altra quella del M. Cucco, sono affiancate ma distinte, seppure, con tutta probabilità, si sono generate contemporaneamente. Però non basta. Dovete capire qual è stata la più importante in quanto a volume franato.

Quella di sinistra, del M. di Rivo.
Ancora non mi basta. Questa è una vostra interpretazione, o semplicemente un'intuizione. Occorre portare a supporto di quanto affermate dei dati oggettivi.

Ci sono! Quella a sinistra è più erosa.
Errore, l'erosione esiste, ma è dovuta alle acque meteoriche battenti che col tempo hanno approfondito la conca di frana del M. di Rivo (e solo quella).

Provate invece a osservare con attenzione il crinale dei due monti. Anzi, disegnatelo sul vostro quaderno d'appunti. Nel farlo rispettate le proporzioni, orientate il disegno (NW-SE) e inserite una approssimativa scala grafica (sono circa 2 km complessivi d'estensione).
Bene, ora che il profilo del crinale è fatto, provate a ricostruire (in tratteggio) il suo probabile andamento prima dei due franamenti. Adesso voglio sapere qual è stato l'effetto prodotto dalle due nicchie di frana e su che base stabilite che quella del M. di Rivo è effettivamente la più imponente.

Alla parte sinistra (nicchia di frana del M. di Rivo) manca un pezzo di crinale! La frana del M. Cucco, al contrario, non è stata così 'profonda' da intaccare la zona di culmine del rilievo.
Molto bene, con queste due frasi avete detto tutto (Fig. 74). Posso aggiungere che complessivamente furono mobilizzati ben 50 milioni di metri cubi di materiale, pari a un quinto del volume della tragica frana del Vajont. Un accumulo considerevole.

Fig. 74
Ricostruzione della parte mancante alla sommità del M. di Rivo, mobilizzata dalla frana.

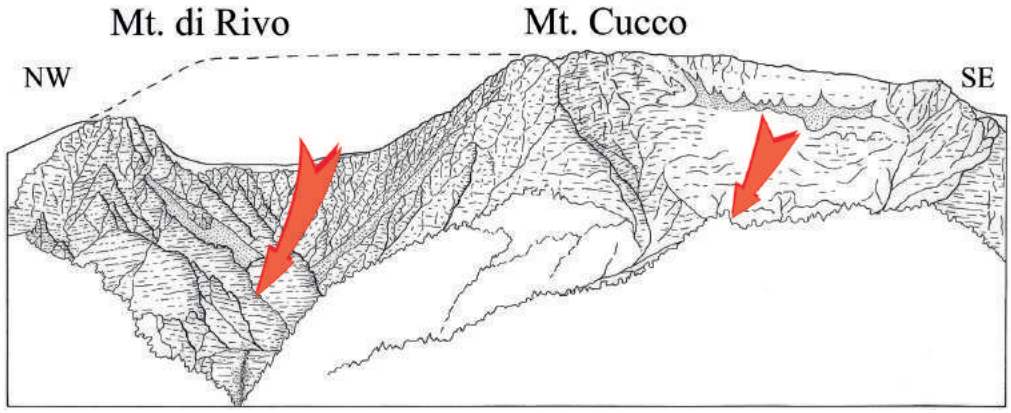


Fig. 74

Prendete la fotocopia della carta topografica (scala 1:25.000) che vi ho appena distribuito. Individuate la nostra posizione attuale (Chiesa di San Pietro) e i Monti di Rivo e Cucco. Ora con un segno colorato delimitate l'orlo delle nicchie, adiacenti, delle due frane. Dove vi attendete di trovare il 'corpo del reato', ossia il corpo di frana?
Lo chiamo così perché oggi, come una sorta di Tenente Colombo (o del più moderno, ma meno coinvolgente, RIS), gireremo alla ricerca di indizi che ci consentiranno di ricostruire lo... scenario del delitto e tutto quanto è successo dopo il doppio franamento.
Troveremo l'accumulo di frana nel fondovalle, naturalmente. La deduzione sembra ineccepibile. Adesso, prima di andare alla ricerca dell'accumulo di frana proviamo a fare un ragionamento. Da 30.000 a 18.000 anni fa la vallata era coperta dai ghiacci (l'ultima fase della recente *glaciazione würmiana*). Emergevano solo le cime dei rilievi superiori a 1800-2000 m. Con questi presupposti ora vi chiedo: quand'è che, temporalmente, collochereste l'episodio franoso e perché?

Dunque... le frane devono avere meno di 18.000 anni. Questo perché le morfologie delle nicchie non avrebbero potuto sopravvivere al modellamento glaciale. Quindi se avessero più di 18.000 anni non sarebbero così fresche ed evidenti. Di conseguenza devono avere meno di 18.000 anni. Giusto?
Giusta considerazione. Sono dunque frane cosiddette, in gergo geologico, tardo- o post-glaciali. Per ora ci basta. Sappiate che più avanti vi chiederò di essere più precisi sull'età del franamento. Ora vi porto oltre il piccolo cimitero, esattamente sul retro della Chiesa di S. Pietro da dove, appoggiati a un muretto potete comodamente osservare il fondovalle e cercare l'accumulo franoso. Anzi, prima controllate la vostra carta topografica e tracciate un ellisse lì dove vi immaginereste di trovare la frana.

Fatto. Dovrebbe trovarsi allo sbocco di questo stretto solco morfologico che conduce direttamente dalla zona di frana al fondovalle.
Vediamo. M'immagino che un corpo di frana sia un accumulo caotico e la sua superficie di conseguenza sia oltremodo irregolare. Voi forse sulla carta topografica, nella zona dove dovrebbe esserci il corpo di frana - da voi segnata con un ellisse - notate una distribuzione caotica delle isoipse? O invece... (Fig. 75).

Prof ha ragione! Qui le isoipse sono distribuite concentriche e 'come un cono'.
Provate a simularmi, con una mano, la forma che sembra avere il territorio in quella zona (richiesta di uso del *Metodo Coleman*, Cap. 3, k). Bene, gli somiglia proprio. E secondo voi a cosa corrisponde una simile forma, visto che è solcata radialmente da un torrente?

A una conoide di deiezione!
Quasi esatto: diciamo un *conoide* (maschile), dato che la conoide è una curva matematica. Ma va benissimo. Dunque al posto della frana troviamo un deposito di detriti trasportati e abbandonati da un torrente.
Che strano, occorrerà indagare. Come si chiama questo corso fluviale e da dove deriva? Cercate la risposta sulla carta topografica.

È il Rio Randice e le sue sorgenti sono dentro la nicchia di frana del M. di Rivo.

Corretto. Ecco, la poderosa erosione che avevate riconosciuto fin dal primo istante lungo la pendice del M. di Rivo ha dunque prodotto un *conoide di deiezione* nel fondovalle. A questo punto però le cose non sembrano più tornare.

La nicchia, anzi le due *nicchie di frana* (geologicamente anche abbastanza recenti), sono un dato importante che non può essere disatteso. In qualche modo, se esistono le due nicchie, deve essere esistito anche l'accumulo nel fondovalle (e magari poi qualcosa l'ha fatto sparire; non di certo i ghiacci, questo è sicuro!).

Da adesso le cose si fanno complesse e interessanti. Occorre cercare ulteriori indizi, ma prima proverete ad avanzare delle ipotesi. Potete basarvi sul fatto che il corpo di frana sia realmente esistito immaginandovi le conseguenze.

Anzi provate a descrivermele.

Beh, se una frana intasa il fondovalle - e questa doppia frana non sembra essere stata cosa da poco! - i deflussi a monte dell'accumulo si saranno bloccati. Di conseguenza dovrebbe essersi formato un lago.

Analisi perfettamente... geo-logica!

Potrei allora chiedervi: se il lago da voi

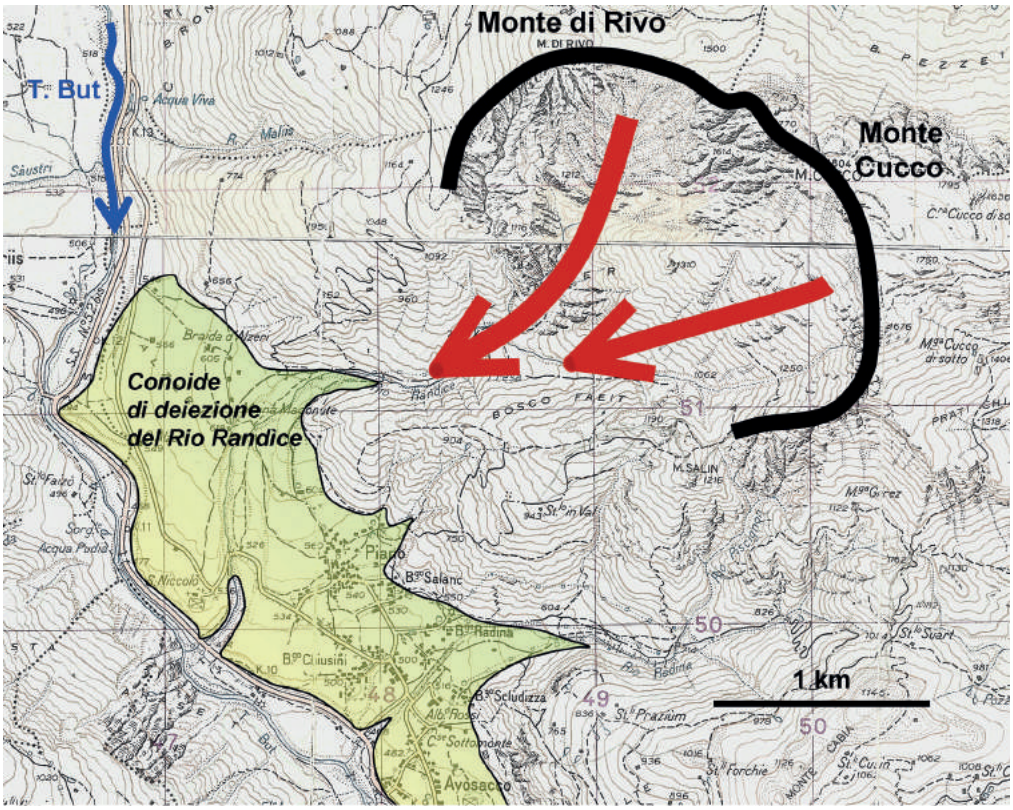


Fig. 75
Nella zona dove dovrebbe essere presente l'accumulo di frana si osserva invece un deposito a ventaglio (conoide di deiezione) sottolineato dal regolare andamento incurvato delle isoipse.

ipotizzato (Fig. 76) avesse avuto lunga durata (diciamo alcune migliaia di anni) cosa vi aspettereste da un punto di vista deposizionale, ossia del *si forma*?

Forse col tempo si sarebbe riempito di depositi.
Che tipo di depositi e portati da chi?

Soprattutto fanghi, ma anche sabbie e ghiaie, portate dai fiumi e torrenti immissari.
Molto bene, per questa sosta può bastare. Se le nicchie di frana sono reali, e lo sono, dovrebbe esserci stato un lago a monte dell'accumulo. Ora, tornando verso Zuglio e spostandoci verso l'area che l'antico lago avrebbe occupato (cercatela sulle carte topografiche), dovremmo trovare degli indizi deposizionali: il riempimento (parziale o totale) del lago, anzi del... paleo-lago. Andiamo insieme a cercarli.

Terza sosta:

Centrale idroelettrica SECAB, Noiariis (510 m)

Si attraversa il Torrente Bût sul ponte di Noiariis, deviando dalla SS 52bis (occhio che l'incrocio è in corrispondenza dell'esterno di una curva pericolosa!). Ci si ferma poco oltre, in corrispondenza della centrale idroelettrica SECAB. Ci troviamo appena a monte di quello che, dai vostri calcoli, doveva essere l'accumulo di frana.
Alcuni anni fa gli sbancamenti effettuati per costruire le fondazioni dell'opificio (perfettamente inserito nell'ambiente) e della non lontana Trattoria alle Trote evidenziarono una spessa successione (ora coperta da vegetazione) di fanghi e sabbie stratificati (Fig. 77), già nota grazie a una serie di sondaggi e ai numerosi affioramenti sparsi tra un vicino colle (rupe di Ognissanti), le case di Sutrio e le sponde del Torrente Bût.

Possiamo riprendere a ragionare. Qui dovremmo trovarci proprio 'nell'antico lago'. Lo attestano i fanghi (limi) che ho in mano: questo è quasi mezzo metro di una carota trivellata proprio sotto i nostri piedi (Fig. 78). È arrivato

Fig. 76
Ricostruzione del paleo-ambiente che dominava questo segmento vallivo dopo l'ostacolo ai deflussi prodotto dalla duplice grande frana dei Monti di Rivo e Cucco.



Fig. 76



Fig. 77

il momento di porvi alcune domande. Anzi, una sola: cosa vorreste sapere per immaginarvi meglio questo lago... che non c'è più?

Le sue dimensioni.
Siate più dettagliati.



Fig. 78

Quanto era profondo, per esempio; e poi la quota delle acque, cioè a che quota si trovava la sua superficie.
Bene. Datevi da soli le risposte. Vi posso aiutare solo dicendovi che il lago è stato praticamente colmato dai sedimenti portati nel lago dagli immissari. Quanti sedimenti fangosi ci sono sotto di noi? Circa 30 m, e poggiano su depositi ghiaiosi fluviali e rocce del *substrato*. Vi basta questo dato?

No. Occorre riuscire a scoprire fino a quali quote, sopra la nostra posizione, si trovano altri fanghi (o sabbie) lacustri.
Perché siete così interessati alle quote dei limi lacustri?

Perché in un lago pressoché riempito di sedimenti il loro spessore può essere considerato circa equivalente alla profondità delle acque. A quella iniziale, naturalmente!
Bravi! Cercate sulla carta topografica la vicina Chiesa di Ognissanti, sopra l'omonima rupe. Vi posso dire che i limi 'più alti' in assoluto sono stati scoperti circa 5 m più in basso della Chiesa d'Ognissanti. Procedete coi calcoli.

Fig. 77
I limi lacustri venuti a giorno durante gli scavi per le fondamenta della centrale idroelettrica SECAB di Noiariis.

Fig. 78
Carota trivellata nei limi lacustri, i quali pro-seguono in profondità per una trentina di metri.

Noi adesso ci troviamo a quota 520 m; la chiesa è a quota 600 m. Sopra di noi c'erano circa 70 m di limi e sabbie. Sotto di noi altri 30 m. Totale: 100 m di depositi lacustri fini = profondità del lago all'inizio della sua esistenza.
Vi siete accorti che, indirettamente, siete riusciti a ricavare anche l'altezza minima di qualcos'altro? Di cosa?

Dello sbarramento, ossia l'altezza minima dell'accumulo di frana!
Proprio così. E scommetto anche che adesso sarà per tutti interessante segnare sulla propria carta l'estensione del lago. Come state procedendo?

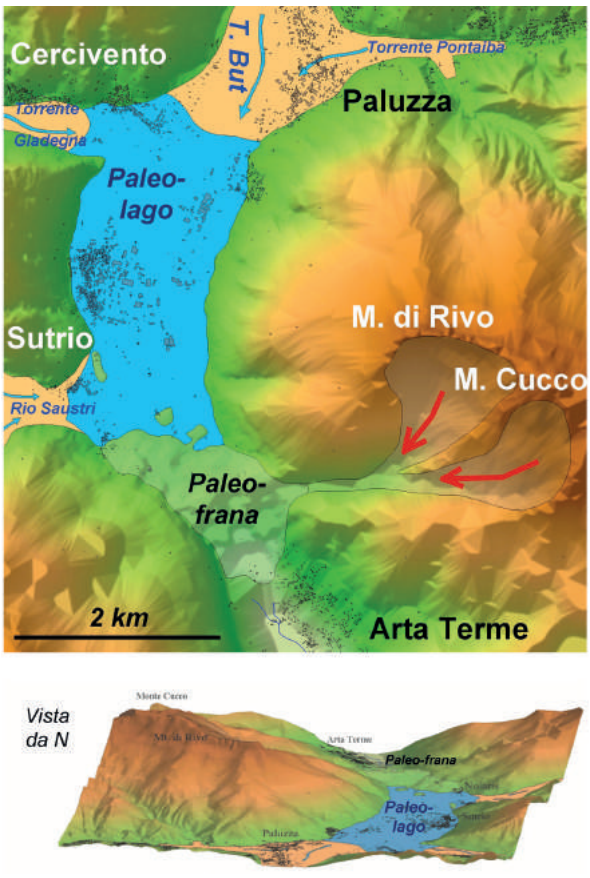


Fig. 79
Ricostruzione tridimensionale (DEM) del Paleo-lago di Sutrio e Paluzza.

Stiamo rinforzando con una penna l'isoipsa 600 m, ovunque ben riconoscibile. Ci siamo accorti che i paesi di Sutrio, Priola e Noiariis, sarebbero tutti... sott'acqua!
Ora siete in grado di calcolare in modo approssimativo anche l'area del lago (circa 6 km^2). Se sulle carte osservate l'estensione del lago dovreste riuscire a capire da dove arrivavano i fanghi e le sabbie (Fig. 79).

Dagli immissari, ossia dal Rio Gladegna, dal Rio Pontaiba ma soprattutto dal Torrente Bût, loro collettore!
La posizione degli immissari in qualche modo influenza la distribuzione dei tipi di sedimento (finissimo, fine, medio, grossolano) all'interno del lago?

Forse, dato che gli immissari si collocavano sul lato opposto del lago (verso N, rispetto a questa sosta) ci dovremmo aspettare, spostandoci verso N, di incontrare fanghi e sabbie, poi sabbie e ghiaie e infine solo ghiaie, lì dove si concentrava l'ingresso del principale immissario (Torrente Bût).
Effettivamente è così e gli scavi vi danno ragione. Alle porte di Paluzza sotto il rivestimento erboso si intercettano ormai solo ghiaie e rare sabbie.

Grande!!
Non è finita. Nella sosta precedente vi dicevo che sarebbe arrivato il momento in cui non mi sarebbe più bastato sapere solamente che il lago era più giovane di 18.000 anni (età del ritiro dei ghiacci dalla vallata). Dovete propormi un metodo per avere dati molto più precisi.

Fig. 79

Carbonio 14.
Sì, va bene; ma voglio che anche voi siate più precisi.

Dunque, se usiamo il decadimento radioattivo del ^{14}C (tempo di dimezzamento 5.730 anni) riusciamo ad avere datazioni precise.
Mi sta bene, ma dove lo andremmo a prelevare il ^{14}C da analizzare?

Forse dalle piante?
Certo, dalle piante. Quelle che a monte dell'invaso erano periodicamente sradicate dalle piene e venivano trascinate nel lago sotto forma di tronchi, rami, frammenti. Lì, prima di sprofondare fradice d'acqua, erano sospinte dalle correnti verso le zone più distali, sopra fondali fatti di sabbie e fanghi. In effetti, proprio tra questi depositi sono stati trovati i resti che hanno consentito di datare la nascita e la scomparsa del lago. Fin qui è facile. Adesso arriva la domanda.
Se io vi dico che, dai dati radiometrici riportati da Martinis (1979), è stato trovato un primo tronco nei limi (fanghi) a circa 35 m dalla base del deposito (età 7.950 anni), e poi un tronchetto a 60 m, sempre dalla base, (età 6.800 anni), come riesco a ricostruire l'età di formazione del lago (i primi strati fangosi) e l'età della scomparsa del lago (gli ultimi depositi)?
Per essere più chiaro vi disegno la colonna di sedimenti lacustri (Fig. 80), vi posiziono i livelli e adesso datemi il risultato.

Con una proporzione! Sì, scusi, dobbiamo essere... precisi! Ecco, se in 1.150 anni si sono depositati 25 m di fanghi, ogni 5 m di deposito corrispondono mediamente a 230 anni. Tra la base dei limi e il primo livello datato, quello più antico, corrono 35 m (7 gruppi di 5 anni). Quindi 7 x 230 = 1.610 anni. La base dei limi avrà un'età di 9.560 anni.
Applicando lo stesso calcolo alla parte superiore della successione ricaviamo che i 40 m che stanno sopra al secondo livello datato, rappresentano un tempo dato da 8 x 230 = 1.840 anni. In questo caso stiamo risalendo verso età più vicine a noi e quindi dal livello datato (6.800 anni) dovremo togliere il tempo calcolato: 6.800-1.840 = 4.960 anni.
Molto bene, i due limiti temporali sono dunque 9.560 e 4.960 anni fa. Dato che le misure radiometriche hanno sempre un margine di oscillazione, approssimeremo i dati rispettivamente a 10.000 e 5.000 anni fa, più facili anche da memorizzare.

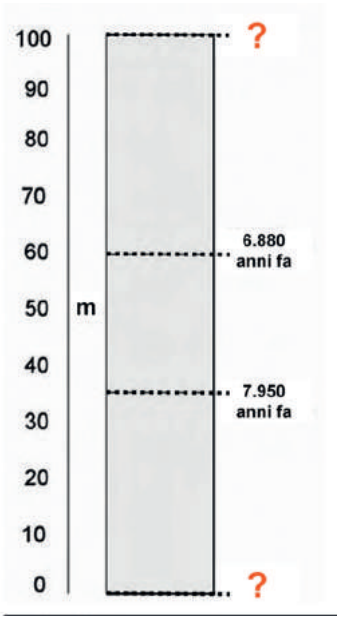


Fig. 80
La complessiva colonna dei sedimenti lacustri con, all'interno, il posizionamento dei resti vegetali interessati dalle datazioni radiometriche (^{14}C).

Adesso che siete riusciti a ottenere il periodo di tempo (*età assoluta*) in cui è 'vissuto' il Paleo-lago di Sutrio e Paluzza (così lo chiameremo), sapreste definire anche l'età del franamento dei Monti di Rivo e Cucco?

Semplice! Corrisponde praticamente all'età dei primi fanghi lacustri, dato che è la frana ad aver formato il lago. Dunque anch'essa scese circa 10.000 anni fa. Questa era facile!

Quarta sosta (parte A):

Sutrio, periferia N (620 m)

Ci si sposta verso Sutrio, passando di fronte alla Chiesa di Ognissanti (limi lacustri più alti). Da lì si prosegue verso la periferia nord-occidentale del paese raggiungendo un punto panoramico (quota 620 m, tornante della strada che porta al M. Zoncolan). Da questa posizione si domina la vallata che un tempo, fino a circa 5.000 anni fa, era ancora occupata dal lago.

Ora osservate la carta topografica, trovate il nostro punto di sosta, valutate la sua quota e ditemi se l'antico livello del lago ci avrebbe sommerso o no e che ne sarebbe di Sutrio che vedete alla vostra destra (verso SE).

No, dovremmo trovarci almeno una ventina di metri sopra la superficie del lago. Invece, controllando la carta e il perimetro del lago che prima vi abbiamo disegnato sopra, praticamente tutta Sutrio sarebbe sommersa. Solo la cima del campanile e due-tre case resterebbero fuori.
Giusta considerazione. Ma adesso mi dovete dire, guardando l'ampia vallata di fronte a voi (larga qui oltre un km) che cosa vedete. Una volta passati oltre la zona dell'antico accumulo di frana mi sarei aspettato di trovare i depositi lacustri (e procedendo verso N anche deltizi e poi fluviali). Mi sarei immaginato di trovare ancora un fondovalle piatto, attestato intorno a quasi 600 m di quota (quella dei limi più alti). Invece non mi sembra sia così. Vi chiedo allora di descrivermi quello che vedete da qui.

Sotto di noi si scorge una vasta superficie piatta. Anzi no, guardandola meglio sembra inclinata debolmente verso Sutrio (verso S).
Esatto, è proprio una vasta superficie. È il pianoro (terrazzo) di San Nicolò (Fig. 81). Ora vi domando: poteva essere il fondale dell'antico lago 'cristallizzatosi' nella sua posizione originaria di 5.000 anni fa dopo che, per qualche ragione, l'acqua se n'era andata? Dovete dirmi "sì" o "no", aggiungendo però la prova, ossia l'indizio che rende credibile la vostra risposta.

[Prima risposta, metà studenti] *Sì, perché è una superficie ampia e la sua bassa inclinazione potrebbe essere perché siamo vicini agli immissari (in questo caso il Rio Gladegna) e i depositi erano praticamente sotto forma di conoide subacqueo, la parte sott'acqua di un delta.*
[Seconda risposta] *No, non è così. Ci siamo accorti che non può essere l'antico 'fondo del lago' perché si trova a quote anomale.*
Buona la seconda! Spieghiamo al primo gruppo perché la loro ipotesi è da scartare. Per capire guardiamo tutti insieme la carta topografica. Vi ricordate dove sono stati trovati i limi più alti? E a che distanza sono rispetto a noi?

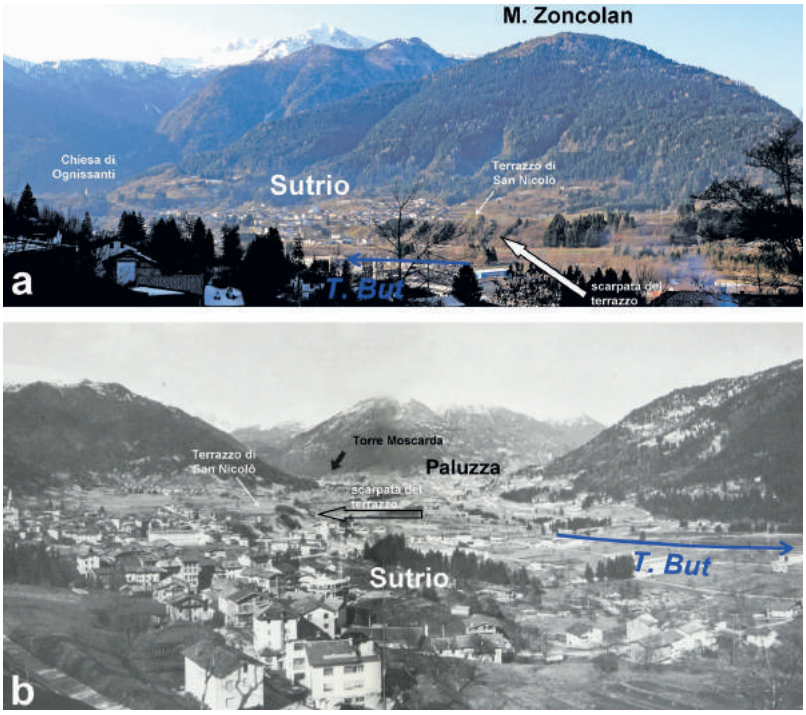


Fig. 81

Quasi in cima alla rupe di Ognissanti, a quota 595 m, un chilometro circa da qui.
Benissimo. Ora fate attenzione. Specialmente quelli che hanno dato la prima risposta. Dicevate che la superficie è inclinata. Questo è vero. Sapreste calcolare il valore della sua inclinazione? Anzi, vi chiedo qualcosa di più facile e che ci servirà di più. Di quanti metri la superficie si abbassa ogni 500 m lineari? Vi ricordo che per calcolarlo occorre procedere perpendicolarmente alle isoipse, perché questa è la linea di massima pendenza, ossia l'inclinazione reale. Per essere più precisi nel calcolo cambiamo carta topografica; ci tornerà più utile una CTR (Carta Tecnica Regionale), dove le isoipse sono disegnate ogni 5 m, invece che ogni 25 m. In questo modo il territorio è rappresentato al dettaglio.

Prof, abbiamo ottenuto il dato: ogni 500 m lineari (procedendo verso S) la superficie cala poco più di 20 m.
Mi sta bene. Gruppo B: come potete utilizzare questo dato a vostro favore? Suggerimento: prolungate idealmente la superficie inclinata fino a raggiungere la rupe di Ognissanti, lontana da qui un km, e poi mi raccontate.

È vero!! La superficie arriverebbe ai piedi della rupe, con una quota di circa 520 m. Non può essere dunque il fondale del lago, perché in corrispondenza della rupe correva sui 600 m (lo testimoniano i fanghi che ammantano il versante E della rupe d'Ognissanti fino a quota 595 m).

Fig. 81
Il ripiano (inclinato verso S) di San Nicolò, ripreso da E (a) e da S (b). In b si percepisce molto bene il terrazzamento con la grande scarpata (oltre 20 m) che lo delimita (puntini bianchi).

E allora, dato che questa superficie non è per 'aggiunta' di depositi, quale potrà essere la sua natura?

Forse per un'erosione, dato che ha portato via una parte del deposito lacustre che arrivava più in alto della superficie stessa.
Ora avete capito che a un certo punto della nostra storia il lago, ormai quasi colmo, subì una improvvisa crisi. I potenti depositi lacustri (circa 100 m) furono incisi e per gran parte asportati. Prima di chiedersi perché questo avvenne e a causa di quale processo, cercheremo insieme altri indizi lasciati dalla fase erosiva. Per farlo scenderemo dal tornante di questa sosta fino al fondovalle del Bût. Ora, a piedi, ci porteremo innanzitutto sul ripiano di San Nicolò.

Quarta sosta (parte B):
ripiano di San Nicolò (547 m)

Eccoci arrivati sull'ampio ripiano di San Nicolò che ha richiamato la nostra attenzione. Potrei anticiparvi che questo pianoro debolmente inclinato è interrotto, verso NE e verso E, da una ripida e continua scarpata alta oltre 20 m. La intercetteremo tra poco, alla fine di questa tappa. C'è da domandarsi: "L'erosione ha generato solo questo ripiano e la corrispondente scarpata che lo delimita o qui intorno ce n'è altre di simili evidenze (ripiani-scarpate)?" Non devono essere per forza tutte 'enormi'. A volte i ripiani conservati sono larghi solo una decina di metri ed estesi altrettanto. Anche le scarpate che li delimitano possono essere alte meno di un paio di metri. Cercate e poi mi chiamate.

Là, prof! Lungo il versante del monte si notano due piccoli ripiani e due scarpatine. E quella più bassa si appoggia al grande pianoro di San Nicolò.
Li avete visti allora! Anch'essi (scarpate e ripiani), seppure più modesti (Fig. 82), sono l'effetto di erosioni sviluppate a spese dei depositi deltizio-lacustri.

È il momento di capire il *com*e e il *perché* di questa serie di effetti (ma chiamiamoli col giusto nome: *terrazzi,* Cap. 4, XVII). Tutti sono delimitati dalla rispettiva scarpata.
Come e perché si sono formati? E qui devo rispondervi io. Provate a pensare al lago ormai quasi colmo di sedimenti. Siamo intorno a 5.000 anni fa e l'invaso persisteva da quasi cinque migliaia di anni. Il suo perimetro cominciava a modificarsi, dalla zona di Paluzza, per l'avanzata da N verso S dei delta formati dagli immissari. Ormai la profondità delle acque si era ridotta a pochi metri trasformandolo in una sorta di palude e bassi ristagni. Dalla parte opposta, guardando verso S oltre Sutrio, l'ostacolo di frana appariva come una bassa cornice che delimitava quanto restava di un lago, un tempo profondo un centinaio di metri. Durante una piena improvvisa, più violenta delle precedenti, le acque degli immissari probabilmente produssero un flusso capace di riversarsi contro lo sbarramento della frana. Non c'era più la massa di acque profonde del lago a smorzarne l'impeto. La piena superò agevolmente l'ostacolo formando una cascata lungo il suo pendio meridionale.
Ricordate a questo punto che la frana era alta almeno un centinaio di metri.



Fig. 82

Il pendio, come in questi casi avviene, aveva 15°-30° di inclinazione: un'enormità per una massa di acqua in movimento: il suo potere erosivo, dato dalla velocità, diventò davvero considerevole. In poche ore il flusso scavò un solco nel cuore dell'ammasso franoso. L'incisione si allargò rimontando all'indietro ed estendendosi ai retrostanti sedimenti lacustri che si appoggiavano al corpo di frana. Questo nel tentativo (riuscito) di eliminare i tratti ripidi e regolarizzare il proprio profilo (v. Fig. 51).
La breve discesa ci ha portato sul vasto ripiano di San Nicolò. Notate, osservando carta e territorio, la sua debole inclinazione verso S. La superficie racchiude dei sedimenti lacustri sabbioso-limosi. Le quote più elevate del ripiano si attestano sui 585 m, un'altezza inferiore rispetto al livello massimo (595 m) raggiunto in origine dai depositi lacustri.

Quarta sosta (parte C):

discesa dal ripiano di San Nicolò (530 m)

Dal ripiano di San Nicolò di Sutrio adesso scendiamo in macchina verso il Torrente Bût, percorrendo la via principale che scende dal M. Zoncolan. Vi state accorgendo che, superato il quadrivio di quota 547 m (cfr. CTR), la strada ha iniziato a scendere con una inclinazione via via più sensibile? Inoltre, essa corre tra piccole scarpate che delimitano un solco sinuoso in progressivo approfondimento. Vi anticipo che questo solco, dopo un tratto lungo 300 m, si allarga e si raccorda alla poderosa scarpata che delimita il ripiano *(terrazzo)* di San Nicolò.
Ecco che, mentre camminiamo e osserviamo, si prepara una domanda per voi. Vi chiedo se questo solco è stato scavato artificialmente, per dare una pendenza regolare alla strada che collega

Fig. 82
Sopra il ripiano di San Nicolò si osservano, verso monte, ulteriori terrazzi fluviali. I più alti della successione.

il pianoro di San Nicolò al fondovalle, oppure, al contrario, è la strada ad avere sfruttato un tracciato erosivo che era già presente sul territorio (Fig. 83). Non rispondete subito, dovete raccogliere indizi lungo la discesa, commentandoli in diretta.

Prof, qui sulla sinistra, all'inizio della discesa, si vedono dei piccoli solchi che si innestano 'come rami' nel solco della strada! È un dato?
Certo, ma non basta. Procedete nella discesa e raccogliete dati.

Qui, in fondo alla discesa, la strada fa un'ampia curva e le pareti dello scavo invece di correre parallele hanno un andamento molto... più largo e irregolare.
Sì, il punto è proprio quello. Se si trattasse di uno scavo antropico non ci sarebbe stato motivo di movimentare un quantitativo enorme di terra, ben oltre quella che sarebbe bastata per farvi passare in modo adeguato la strada. Il Comune avrebbe dovuto sopportare e giustificare un elevato costo in più, senza un motivo lecito.
Dunque il solco pre-esisteva (chissà da quanto tempo!) alla costruzione della strada e il Comune ne ha sfruttato abilmente la presenza, a costo zero. A questo punto riuscireste, sempre col ragionamento, a definirmi l'età più probabile di questo solco sinuoso nel quale stiamo camminando?

Domanda da 1.000 punti, prof! Ci lasci pensare... Noi sappiamo che il lago è vissuto fino a 5.000 anni fa circa. E sappiamo anche che la sua scomparsa è stata causata dal cedimento del corpo di frana, avvenuto quindi 5.000 anni fa, per forza. Sappiamo inoltre che il cedimento ha generato immediatamente un'erosione nei retrostanti depositi di riempimento lacustre che, tra Sutrio, Cercivento e Paluzza, avevano alzato il fondovalle fino a 100 m (questo perché il Torrente Bût e i suoi affluenti riappropriandosi della vallata dovevano riportare i profili dei loro corsi alle quote pre-lago al fine di ristabilire l'equilibrio idrografico). Il processo erosivo ha creato dunque una serie di scarpate che ancor oggi delimitano ripiani più o meno estesi.
E dunque? Nell'evoluzione che mi descrivete che ruolo ha avuto questo solco che, in un certo senso, collegava il ripiano di San Nicolò a un altro ripiano, ancora più basso, coincidente circa con l'attuale fondovalle?

Fig. 83
La strada comunale sfrutta il solco di un paleo-alveo per risalire dal fondovalle al ripiano di San Nicolò.



Fig. 83

Ci siamo! Poteva essere un solco erosivo prodotto dal fluire di acque piovane che dalle quote più alte (San Nicolò) si incanalavano e scorrevano verso le quote del Torrente Bût, in fondovalle. Ecco spiegati anche i piccoli solchi che si innestano in questo come rami. Magari in passato potevano esserci anche delle sorgenti. Lei vuole sapere l'età? Beh, potrebbe avere poco meno di 5.000 anni (contemporanea alla formazione della scarpata che delimita il terrazzo di San Nicolò), ma potrebbe anche essere più recente.

Molto bene. Risposta più che soddisfacente: non tutto può avere una risposta precisa in geologia. Il solco si è formato inizialmente come probabile conca di cedimento franoso sulla scarpata principale. Poi, per erosione regressiva, la conca si è ampliata verso monte trasformandosi in un'incisione che raccoglieva le acque ruscellanti drenandole verso la base del terrazzo. Il solco sinuoso, definibile come paleo-alveo, è ben riconoscibile anche sulla carta topografica.

Intanto siamo arrivati nel fondovalle (allo sbocco del nostro paleo-solco) e da qui si apprezza bene la scarpata del terrazzo di San Nicolò: è alta 20 m ed è tracciabile per chilometri lungo il fondovalle della conca di Sutrio e Paluzza. Tra le varie scarpate del settore questa è la più evidente.

Ora, recuperando le macchine, ci spostiamo verso Paluzza, passando per Cercivento. Avremo modo di osservare che entrambi i paesi sono costruiti su ripiani delimitati da una ripida scarpata erosiva alta da 15 a 20 m. Come quella di San Nicolò, sono tutte scarpate riconducibili alla medesima genesi. Sono l'ultimo 'scatto erosivo' legato all'approfondimento del reticolo fluviale prodottosi dopo il cedimento del corpo di frana.

Quinta sosta:

San Niccolò degli Alzeri (536 m)

Giunti a Paluzza e osservato il terrazzo (Fig. 84) su cui poggia il paese - identico a quelli di Cercivento e di San Nicolò di Sutrio - invertiamo la rotta. Si torna



Fig. 84
Il terrazzo fluviale sul quale sorge Paluzza (SS 52bis). È omologo e contemporaneo del ripiano di San Nicolò e del terrazzo sul quale si è sviluppato l'abitato di Cercivento.

verso le prime soste, all'estremità meridionale dell'antico lago. Questa volta vogliamo camminare sopra al *conoide di deiezione* che ha usurpato il posto all'accumulo di frana (Fig. 85). Ci fermiamo al posteggio della chiesetta di San Niccolò degli Alzeri, antico edificio che la tradizione vuole fondato dai templari nel XII secolo con funzione di ospedale e ricovero.

Come vedete, dalla carta topografica ora siamo proprio sopra al *Conoide di deiezione del Rio Randice*. A breve distanza incombe la grande nicchia di frana del M. di Rivo, approfondita dalle più recenti erosioni torrentizie e dai ruscellamenti prodotti dalle piogge battenti. So che state aspettando la domanda. Eccola: "Ditemi, senza indugi, quando ha cominciato a formarsi il conoide e perché non prima di allora".

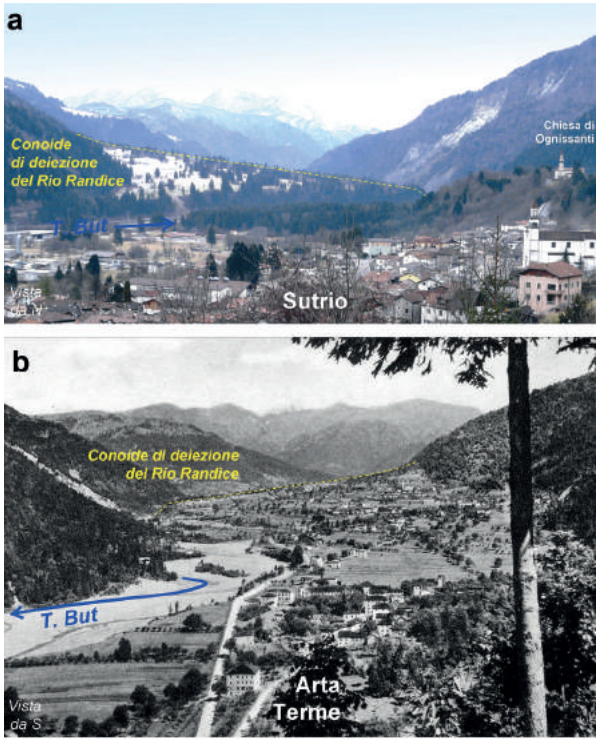


Fig. 85
Sullo sfondo si nota il grande Conoide di deiezione del Rio Randice, proteso verso il fondovalle. Vista da N (a) e da S (b).

Facile e difficile. Dopo che è scomparsa la frana. Quindi risale a non più di 5.000 anni fa. Ma non sapremmo dire perché non si è formato prima, per esempio durante la vita del lago.

Ci provo io. Perché prima della grande fase erosiva il fondovalle era intasato di detriti franati fino a 600 m di quota e con tutta probabilità lo era anche il medio corso del Rio Randice, fino a quote di 750-800 m (v. Fig. 76). Nel rio i detriti franati formavano una spessa spugna che assorbiva le acque inibendo le erosioni superficiali. Una sorta di tappo poroso che, immediatamente dopo l'asportazione del corpo di frana del fondovalle, è stato trasportato verso le quote inferiori dalle prime piene ed è andato a formare l'embrione del grande conoide di deiezione.
Da allora (5.000 anni fa circa) e per almeno quattro millenni, ogni piena ha dato il proprio contributo alla crescita del conoide. Le cronache dell'anno mille (circa) segnalano una poderosa colata di detriti che si riversò sul paese di Piano d'Arta devastandolo (controllate sulla carta il percorso del flusso). Domanda: "Il conoide può essere considerato oggi ancora attivo, ovvero in fase di costruzione e ampliamento?" Ricordatevi che voglio i dati.

No nel modo più assoluto: lo testimoniano la vegetazione continua che ne colonizza la superficie e l'urbanizzazione (Piano d'Arta, i numerosi edifici sparsi e la viabilità che li collega).

C'è però un altro dato, ancora più sintomatico dei precedenti. È un dato per così dire 'morfologico'. Guardate

Fig. 85

le isoipse che formano il conoide e poi mi dite.

È vero: non formano archi regolari. Hanno tutti una profonda 'rientranza' in corrispondenza del corso del Rio Randìce. Questo vuol dire che una volta erano degli archi regolari (durante la fase di costruzione e ampliamento del conoide), ma poi il rio ha cominciato a scavare i suoi stessi depositi e le isoipse si sono modificate 'rientrando' (Fig. 86). Prof, dalla carta riusciamo addirittura a calcolare che il solco nel quale oggi scorre il rio è profondo fino quasi 40 m (rispetto alla superficie del conoide) e ha una larghezza di 250 m, wow!

Molto bene davvero! Come sempre però dovete precisare il posto che il fenomeno occupa nella griglia temporale. Ossia, dovete risalire all'incirca a quando il conoide ha smesso di crescere e il suo stesso rio ha cominciato, per così dire, a cannibalizzarlo (Cap. 4, XVIII). Ricordatevi le notizie storiche.

È vero: se nell'anno mille le colate del rio ancora devastavano Piano d'Arta (che è costruito sul conoide) vuol dire che facilmente uscivano dall'alveo. Questo non sarebbe stato possibile se a quei tempi fosse stato già formato il solco torrentizio che abbiamo ora di fronte (250 x 40 m). Dunque la fase di cannibalizzazione deve essere sicuramente posteriore all'anno mille, ma non successiva al XII secolo, data la posizione scelta per costruire la chiesa-ospedale di San Niccolò degli Alzeri.

Complimenti per le deduzioni. Il Tenente Colombo non avrebbe saputo fare di meglio. Processi erosivi di questo tipo sono molto rapidi e danno risultati evidenti anche in meno di un secolo. Fu un'erosione poderosa che, contemporaneamente al corpo del conoide, intaccò profondamente anche il suo perimetro esterno. Cercate i corrispondenti effetti sulla carta topografica e ditemi a cosa si deve la poderosa erosione lungo il perimetro esterno del conoide.

Al Torrente Bût!!

Buona la prima! E ora il domandone finale prima di dichiarare conclusa l'indagine. Fino a una ventina di anni fa si pensava fosse stato il conoide a sbarrare i deflussi del Torrente Bût, dando forma a un lago (denominato dagli abitanti della valle Lago di Soandri). A dire il vero, recenti rinvenimenti di materiali torbosi (datati

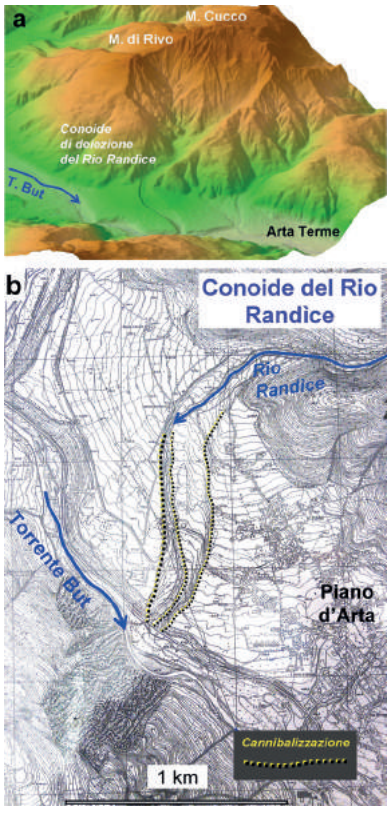


Fig. 86
Il DEM (a) mette in evidenza la cannibalizzazione del Rio Randìce, sviluppata a spese dei suoi stessi depositi (altrimenti non si tratterebbe di… cannibalizzazione!). Anche l'andamento delle isoipse (b) che descrivono il conoide, mostra in modo netto la tendenza all'erosione.

con il ^{14}C) a valle del paese di Noiariis (505 m) hanno dato età comprese tra il I e il III sec. d.C., testimoniando impaludamenti e ristagni a monte del conoide, indubbiamente favoriti dalla sua espansione.
Ma il domandone è: "Facendo finta di non avere trovato nulla di organico per datare i 100 m di limi che hanno riempito la parte distale dell'invaso, perché l'antico paleo-lago oggetto di questa escursione non poteva essersi formato a causa dell'avanzata del conoide, come invece si riteneva fino a un passato molto recente?" Per rispondere occorre osservare la carta topografica e considerare che...

...Che la superficie del conoide è ed era troppo bassa per creare uno sbarramento fino a quota 600 m (gli ultimi limi sono a quota 595 m). Nel fondovalle,

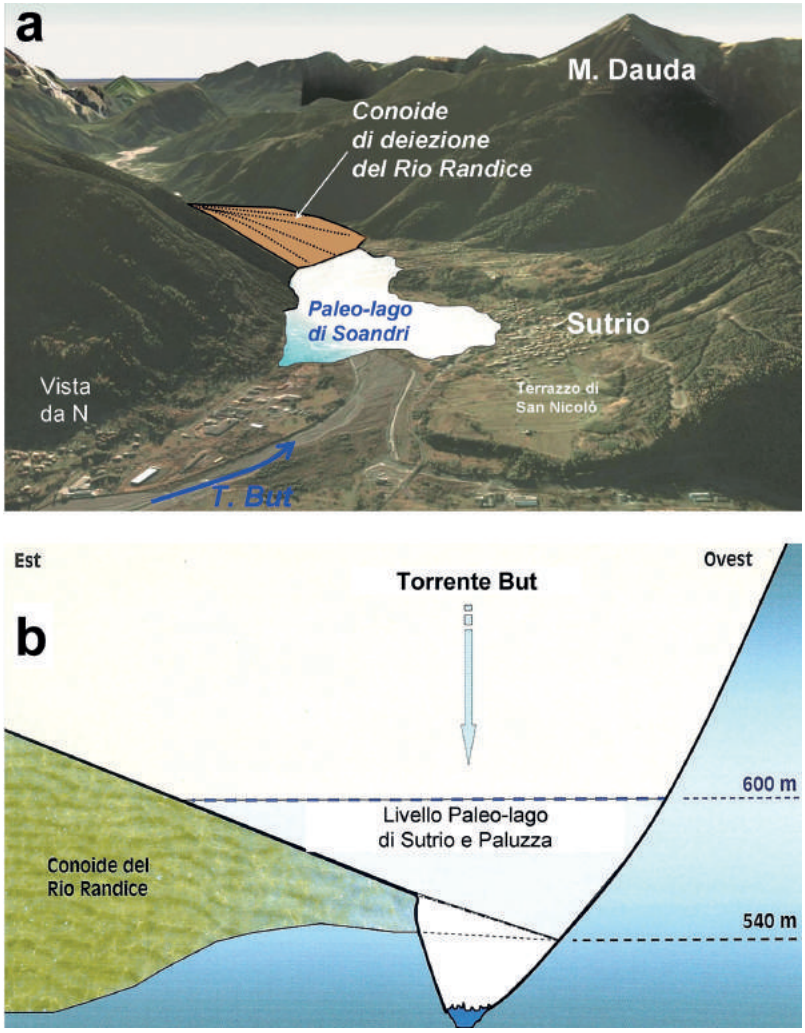


Fig. 87
a) Estensione del ridotto specchio lacustre che, in età storica, occupava la piana di Sutrio grazie al blocco dei deflussi operato dal Conoide del Rio Randice. b) Dimostrazione geometrica che non poteva essere stato il Conoide del Rio Randice a creare il Paleo-lago di Sutrio e Paluzza, il cui livello, in base ai ritrovamenti dei limi lacustri, si attestava intorno ai 600 m s.l.m.

Fig. 87

all'altezza del ponte di Noiariis, il conoide, prima delle erosioni storiche, arrivava al massimo a 525 m. Oggi al ponte di Noiariis il Torrente Bût scorre a 485 m, con 40 m di erosione verticale (Fig. 87).

Complimenti a tutti! Ora, visto che avete sotto mano la carta topografica e di fronte a voi vedete la sponda destra della vallata (con la caratteristica Roccia del Teschio) osservate come il corso del Torrente Bût è stato, nel corso delle ultime migliaia d'anni, incurvato verso W proprio dall'espansione del grande Conoide di deiezione del Rio Randìce. Guardando lo sviluppo del versante sinistro della vallata si percepisce ancora la direzione che il corso fluviale aveva prima della grande doppia frana (circa 10.000 anni fa): seguiva la congiungente Trattoria alle Trote - Arta Terme. Se poi ci chiediamo perché il versante destro della valle è privo di copertura boschiva nel tratto proprio di fronte al Rio Randice (Roccia del Teschio) la risposta ancora una volta ce la fornisce la lettura della carta topografica.

In quel preciso tratto, lungo 400 m, il Rio Randìce scarica da circa mille anni i propri detriti solidi trasportati durante le periodiche piene stagionali. In tal modo si è formato un piccolo conoide (incastrato 'telescopicamente' alla base di quello gigantesco) che in quel punto ha spinto ulteriormente verso l'esterno il Torrente Bût . Lo conferma la piccola curva che fa il suo corso (cfr. carta topografica - Ed. Tabacco - v. Fig. 86).

Le acque, sospinte contro il versante, ne hanno fatto franare la parte corticale: le rocce più superficiali del *substrato* permo-triassico con il bosco che le copriva. Ecco la ragione della spettacolare esposizione rocciosa, concentrata in quell'unico tratto (Fig. 88). E questo, per il momento e solo per ora, è l'ultimo fotogramma evolutivo della media Valle del Bût.



Fig. 88

L'ampio franamento corticale di Araseit (Roccia del Teschio), sviluppato - non a caso - lungo il perimetro di un conoide telescopico (ovvero "incastrato" nel primo, in corrispondenza della sua fascia perimetrale). In tempi storici ha spinto (e continua a spingere) verso l'esterno il corso del Torrente Bût (v. Figg. 57 e 86).
dei limi lacustri, si attestava intorno ai 600 m s.l.m.

GEO-ITINERARIO A

Un esempio di escursione (Alpi Carniche): fondovalle dell'alta Valle del Bût, tra Paluzza e il Passo di M. Croce Carnico (UD)

Tratterò l'argomento in prima persona - io stesso *Guida* fra le *Guide* - facendovi partecipi dei passi e dei ragionamenti che stanno alla base delle numerose scelte, tanto logistiche quanto di contenuto, da effettuarsi durante il complesso ed elaborato processo di 'costruzione di una geo-escursione'.
Cercate sempre di immedesimarvi nei vostri potenziali fruitori, selezionando a priori quello che potrebbero comprendere e quanto invece non potrebbe essere alla loro portata (secondo il concetto della 'sostenibilità dell'informazione', v. Cap. 3, g).
Con altrettanta attenzione sforzatevi di considerare sempre tutte le variabili che entreranno in gioco durante l'escursione. Non ultima quella di un repentino cambio di tempo atmosferico: in questi casi ricordatevi di prevedere sempre in anticipo le alternative da utilizzare, individuando a priori la localizzazione di eventuali ricoveri di fortuna distribuiti lungo il percorso. Importante in tali situazioni che non si tratti di ripari pericolosi (come ad es. i grandi alberi durante forti temporali!), non idonei per l'evidente esposizione al rischio.
Curate in modo speciale le variabili logistiche, legate alla frequentazione del territorio, alla migliore posizione delle soste, comprese quelle degli eventuali mezzi, stimati in funzione del numero di partecipanti previsto. Un'escursione, pur dimostrandosi perfetta nell'esposizione dei contenuti e nella loro comprensione, può risultare carente nell'organizzazione logistica.
State certi che verrà ricordata come un'esperienza difficile, complicata. Sarebbe come, tornando al paragone di inizio capitolo, assistere a un film interessante e coinvolgente in una sala dalle poltroncine sfondate e dalle luci di emergenza troppo intense. Alla fine, ricordereste solo il disagio subito.
L'obiettivo che mi prefiggo in questo itinerario è quello di fare comprendere a voi, *Guide geologiche*, e ai potenziali Escursionisti, il dinamismo che pervade un territorio montano, il quale è ritenuto da molti - a torto - come statico e immutabile nel tempo. Pertanto mi dedicherò in special modo alle morfologie e alle coperture (Cap. 3, j). In qualche caso il *substrato* entrerà in scena diventando un necessario, ma occasionale protagonista secondario. Nel nostro caso specifico diventerebbe una sorta di "*Con la partecipazione straordinaria del... substrato paleozoico*".
A questo punto do per scontato che conosciate già tutti i presupposti geologici, ossia i cardini dell'evoluzione remota e recente di questo tratto vallivo. Se vi sfugge qualcosa, basta riguardare la bibliografia (Cap. 1, b).

Primo passo. Gli argomenti e le strategie

Individuate l'argomento o gli argomenti dell'escursione (durata di un giorno). Dovete fare in modo che i contenuti siano collegati da un filo conduttore principale. Questa scelta caratterizzerà l'escursione evitando dispersioni e difficoltà di concentrazione in chi vi segue. Al tempo stesso vi permetterà di costru-

ire - indizio dopo indizio - un'evoluzione che con il trascorrere delle ore diventerà sempre più nitida, comprensibile e memorizzabile.
Dovete riuscire a trasmettere ai vostri Escursionisti il messaggio che il territorio montano non è solo un mirabile alternarsi di solchi e rilievi, di luci e di ombre, ma è soprattutto un susseguirsi e un intersecarsi di erosioni e depositi che aspettano solo di essere osservati, non guardati, di essere percorsi, mai attraversati.
Per questa escursione sceglierei un argomento (non sto ancora parlando del titolo) alla portata di tutti: l'evoluzione dell'alta Valle del Torrente Bût, dalla periferia N di Paluzza fino alla località Laghetti, a W di Timau. Il tutto durante un preciso intervallo temporale: gli ultimi 18.000 anni. Dal momento in cui dal territorio è scomparsa per rapida fusione la coltre glaciale würmiana, cedendone il controllo alle acque di superficie.
Mi accorgo di avere un asso nella manica rispetto a tante altre escursioni. Ce lo offre lo stesso territorio che ho scelto come vero protagonista del nostro itinerario. L'asso nella manica è rappresentato da una evidente anomalia, percepibile da chiunque. Eccola.
Siamo in ambito montano. Se idealmente proviamo a configurarci la pendenza del corso d'acqua principale, collettore di tutti i suoi vari e numerosi affluenti, la immaginiamo mediamente inclinata e caratterizzata da valori pressoché costanti. Ci sembra la cosa più logica e in effetti non posso darvi torto.
Applicando però questo carattere ai 10 km di corso del Torrente Bût - ovvero valutando le quote di fondovalle rapportate alle distanze - emerge in tutta la sua evidenza l'anomalia di cui si parlava.
Risalendo la valle, dopo un primo tratto sensibile pendenza (i 4 km tra Paluzza e Laipacco, borgata di Cleulis), fa seguito un segmento fluviale (altri 4 km, tra Cleulis e la periferia W di Timau) praticamente sub-orizzontale. A parità di distanze (4 km) nel tratto Paluzza-Cleulis il dislivello è di 200 m, in quello tra Cleulis e Timau (Ossario di -) è di soli 50 m!
Questo è niente. Proseguendo verso monte, dall'Ossario di Timau alla località Laghetti, in meno di 1 km, il fondovalle si innalza di ben 50 m: in proporzione supera addirittura la pendenza del tratto Paluzza-Cleulis (Laipacco). Non è finita. Nei successivi 2 km il corso d'acqua mostra di nuovo una debole inclinazione: 50 m in oltre 2 km.
Tutta l'escursione ruoterà sulla ricerca delle ragioni (geologiche) che spingono e giustificano questa anomalia (Fig. 89). Non c'è nulla di meglio che presentare un'escursione con un enigma da risolvere, tutti insieme.

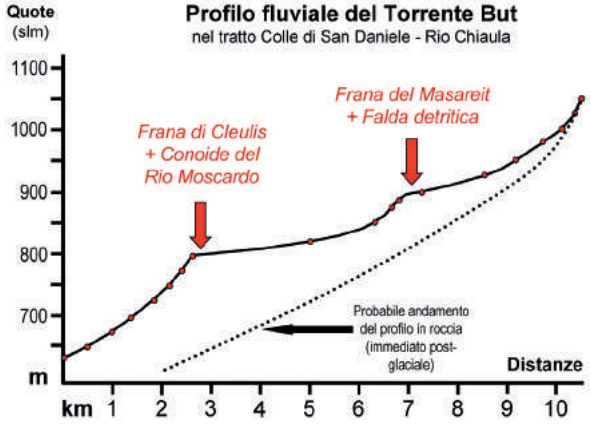


Fig. 89
Profilo fluviale (distanze e quote) del corso del Torrente Bût misurato tra l'abitato di Paluzza e il fondovalle a monte della località Laghetti (Timau), sotto il Passo di Monte Croce Carnico. Scala verticale esagerata di 10 volte.

Da questo momento so che le mie/vostre scelte organizzative (cosa mostrare, cosa raccontare, dove fermarsi) dovranno assecondare la risoluzione dell'enigma morfologico.

Secondo passo. L'itinerario

È necessario individuare su una carta topografica le zone nelle quali di volta in volta fare sostare il gruppo degli Escursionisti. È sufficiente una carta topografica in scala 1:25.000 (ottima la Tabacco, foglio 09). Devono essere soste utili sia alle osservazioni panoramiche, sia a quelle ravvicinate.
Queste ultime favoriscono il contatto diretto fra l'Escursionista e l'effetto (il dato, l'indizio) presente sul territorio.
In itinerari di questo tipo, svolti con trasferimenti in macchina e percorsi a piedi, ogni sosta può comprendere un tragitto (a piedi) fatto ad anello all'interno del quale inserire più fermate (sosta 1a, 1b,...).
Il percorso dovrà necessariamente risalire la fascia di fondovalle, da Paluzza fino ai Laghetti di Timau. Al tempo stesso, dati i presupposti, il complessivo itinerario non potrà essere ad anello, ma lineare.
La scelta, in questo caso obbligata, si riflette sulla modalità di percorso: a piedi o con mezzi propri. Le distanze complessive (oltre 10 km) implicano l'uso di mezzi di trasporto (auto, moto) che favoriranno la risalita progressiva della vallata in tempi brevi.
Ad ogni trasferimento - ognuno lungo qualche chilometro - farà seguito una sosta con tragitto a piedi nelle vicinanze. La prima sosta geologico-geomorfologica in genere non coincide con il *punto di raduno*. Questo perché il luogo d'incontro, per esperienza, è meglio situarlo in corrispondenza di un bar: chi arriva in anticipo o viene da lontano trova modo di servirsene come meglio crede, secondo... i propri bisogni.
È il momento dunque di fissare le soste principali, *punto di raduno* e punto di commiato compresi. Sì, perché un'escursione è anche un'occasione di incontro, di amicizie ritrovate e nuove, e come tale deve prevedere anche una bicchierata finale! Facile se il percorso è ad anello. Indispensabile pensarci prima se il percorso è lineare, come in questa escursione.
Un'ultima considerazione relativa al *punto di raduno*. Meglio ridurre il numero delle macchine se lo giudicate troppo elevato in base all'ampiezza delle successive aree di sosta. Questa strategia implica che nel *punto di raduno* ci sia un'ampia possibilità di parcheggio, consentito e possibilmente gratuito (Cap. 1, h).
Il *punto di raduno* in genere è la sede ottimale per presentare l'escursione, gli argomenti trattati e i suoi obiettivi (v. Primo passo). Ricordate sempre ai presenti che noi *Guide geologiche* non racconteremo una storia. Cercheremo insieme a loro una serie varia e numerosa di indizi sparsi sul territorio e, sempre insieme, cercheremo di ricostruire una storia. La differenza è sostanziale.

Terzo passo. Le singole soste di questa escursione

Il *punto di raduno* è fissato a Casteons, borgata settentrionale di Paluzza, in corrispondenza del bar ristorante Galles, dotato di ampio parcheggio. La scelta non è casuale.
Ci troviamo in corrispondenza della

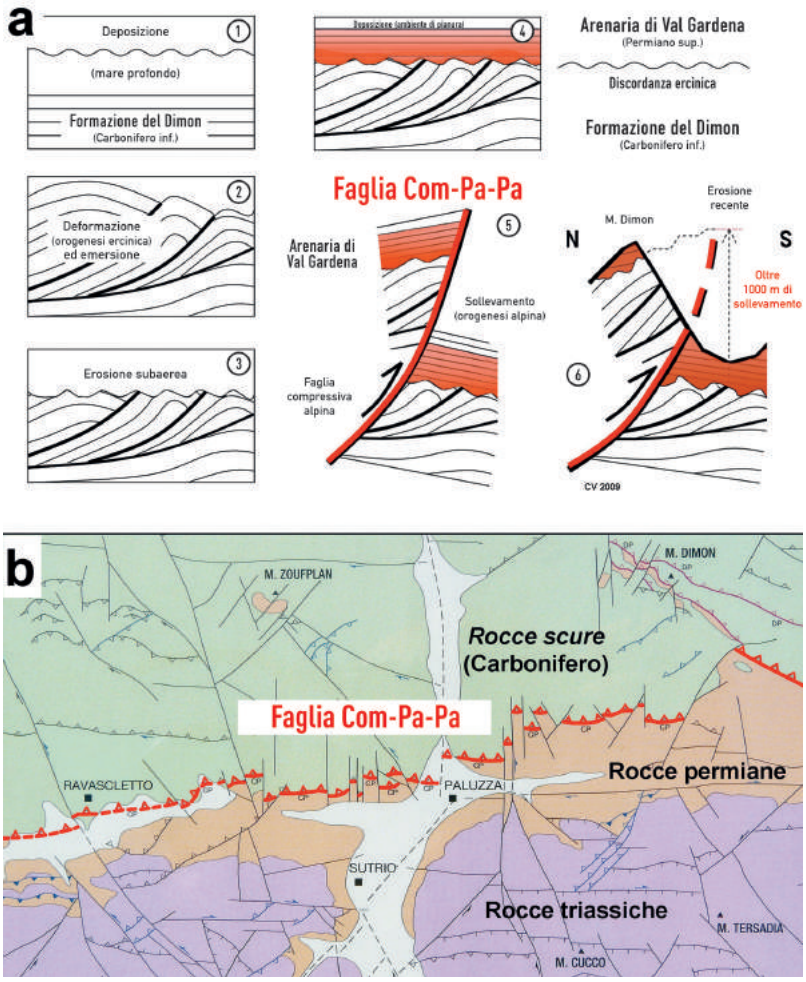


Fig. 90

Faglia Com-Pa-Pa (Comeglians-Paluzza-Paularo), attiva probabilmente dai 10 ai 5 milioni di anni fa (Cap. 4, VII). È una faglia compressiva (faglia inversa, per i geologi) orientata E-W, con un piano inclinato circa 60° verso N.

Il suo lembo settentrionale si è sollevato di quasi 1,5 km rispetto a quello meridionale. Lo testimoniano le rocce rosse della Arenaria di Val Gardena (Permiano sup., 245 milioni di anni fa) che nel blocco meridionale - appena a S del piano di faglia - affiorano a poca distanza dal *punto di raduno*. Al contrario, in quello settentrionale occorre cercarle a 2000 m di quota, verso la sommità dei Monti Zoufplan e Dimon (Fig. 90).

Grazie al poderoso sollevamento operato da questa faglia alpina, oggi vediamo portate a giorno le antiche rocce del Paleozoico Carnico e le rocce della

Fig. 90
Il rigetto stratigrafico (lo spostamento di punti un tempo affiancati prima dell'attivazione della faglia) osservabile lungo la Faglia Com-Pa-Pa raggiunge valori massimi prossimi a 1,5 km.

successione permiana superiore, discordanti sulla successione ercinica paleozoica molto deformata (v. Fig.65). Queste ultime sono ormai confinate in limitati lembi residuali risparmiati (per il momento!) dagli intensi smantellamenti quaternari.

Prima sosta

Trasferimento verso N (1 km). Si supera il Colle di San Daniele seguendo la SS52bis. Deviazione a sinistra su una breve strada sterrata che conduce a un ponte ciclabile sul Torrente Bût. Ampio posteggio libero. Si sosta sul ponte, in posizione sopraelevata. Numerose le cose da puntualizzare, geologiche e non. Siamo già sul lembo N della Faglia Com-Pa-Pa. In sinistra idrografica si erge il Colle di San Daniele, nucleo roccioso paleozoico (Fm. del Dimon, Carbonifero) elevato 35 m sulle alluvioni del Bût. Farete notare due caratteristiche morfologiche tra loro collegate: il Colle restringe la sezione della vallata dell'80% e, per questa ragione, offre un ottimo esempio di rilievo montonato, ossia levigato e arrotondato dai transiti glaciali (Fig. 91).



Fig. 91

Fig. 91
Il Colle di San Daniele e la Torre Moscarda in una foto del secolo scorso.

Nota storica. Sul Colle, tra la vegetazione di un orto botanico con specie locali, si staglia la Torre Moscarda. Prende il nome dal Rio Moscardo, affluente sinistro del Torrente Bût, che tra non molto vi diventerà familiare. Baluardo difensivo medievale (XII sec.), fino al XIX secolo aveva la sua torre gemella sul lato destro della vallata, in posizione speculare, appena a valle di questo ponte. Fu abbattuta nel 1836 perché ormai pericolante e ridotta a un rudere. La Torre Moscarda invece da qualche decennio è stata ristrutturata e oggi ospita mostre temporanee. Dalla sua sommità il colpo d'occhio sulla vallata glaciale satura ormai di alluvioni fluviali è degno di nota. (Fig. 92)

Interessante far sapere che, proseguendo oltre il ponte ciclabile, ci si innesta sulla antica strada romana che risale la vallata lungo il versante destro, raggiungendo Cleulis. A qualche centinaio di metri dall'abitato è ancora conservato un tratto lastricato dell'antica Via Julia Augusta. La denominazione non è originale. Fu assegnata nel 1884 'a tavolino' dal Gregorutti, storico friulano che con questo nome intese definire il tratto da Aquileia al Passo di Monte Croce Carnico, la via romana verso il Norico, l'antica *Carnorum Regio.* Oltretutto, questa denominazione è impropria perché una Via Julia Augusta già esisteva, ed esiste ancora. È l'antica strada romana che da Piacenza conduce ad Arles, in Francia, passando per Ventimiglia. Più opportuno sarebbe stato chiamare la 'nostra' via romana Via Claudia Carnica, come qualcuno ha suggerito.

Infine, l'attenzione può concentrarsi sul sottostante alveo ricco di detriti

grossolani. La gran parte è rappresentata dalle rocce scure paleozoiche (F.ni del Hochwipfel e del Dimon, Carbonifero). Al termine delle osservazioni panoramiche vi consiglio di portarli, per non più di una ventina di minuti, direttamente nei detriti dell'alveo. Potrebbe essere interessante cercare insieme i blocchi e i frammenti appartenenti alle rocce chiare (calcari devoniani). L'uso del HCl (acido cloridrico, v. Cap. 3, a), confermerà o meno i ritrovamenti.
Seconda possibilità: trovare le inconfondibili rocce laviche sottomarine (Fm. del Dimon) nelle quali i vuoti da degassazione sono stati precocemente riempiti da cristalli di zeolite (Fig. 92). Sono presenti sotto forma di sferule bianche che reagiscono all'acido cloridrico. Chiamatele... "rocce a pois", aiuta a renderle familiari.
Tenete come ultima notizia la prossima informazione. Sarà solo così che tutti, risalendo in macchina la SS 52bis fino all'altezza di Laipacco, borgata inferiore di Cleulis, faranno caso al dato: l'elevata e regolare inclinazione del fondovalle, sede di scorrimento del Torrente Bût.

Seconda sosta

Trasferimento in macchina fino al punto in cui termina il tratto in forte pendenza. Coincide con un quadrivio. Svoltate a destra (piazzale del bar Pakai) e sostate nell'ampia area asfaltata. Da lì fate procedere il gruppo a piedi lungo la vecchia strada statale, fermandolo sul ponte pedonale che attraversa il Rio Moscardo. Impagabile la vista sulla nicchia dirupata de La Musa, zona sorgentizia del rio. L'anfiteatro roccioso, oggi ricco di detriti di falda, è modellato nelle rocce scure del Carbonifero (F.ni del Hochwipfel e del Dimon).
Diventa immediata per tutti la percezione che la portata solida del Rio Moscardo, seppure discontinua e periodica, è davvero degna di nota. A questo punto è importante mostrare la carta topografica sottolineando la forma a ventaglio delle curve di livello (isoipse) e la loro spaziatura. Quest'ultimo è un dato importante: alla scala 1:25.000 è sempre compresa tra 0,5 e 1 cm. Mostrate anche la posizione dell'apice del ventaglio stesso, sempre collocato lungo il corso d'acqua responsabile dell'accumulo.

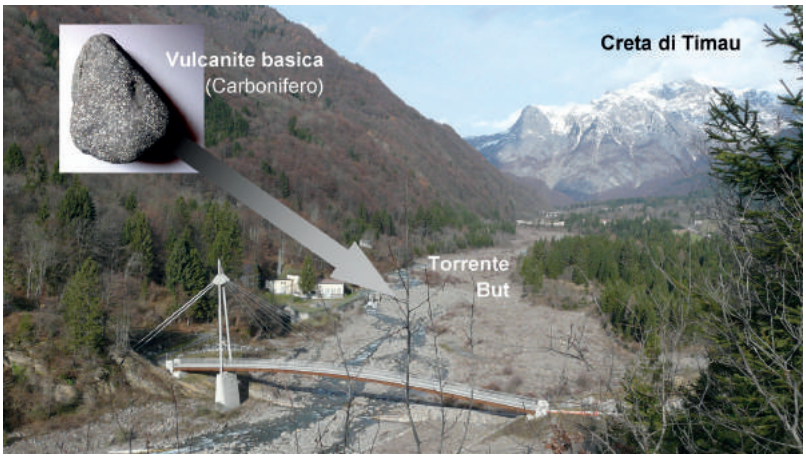


Fig. 92

Fig. 92
Ciottolo fluviale di vulcanite basica paleozoica (rocce scure, Fm. del Dimon; Carbonifero), raccolta nell'alveo del Torrente Bût, nella propaggine meridionale del vasto Conoide di deiezione del Rio Moscardo. Sono caratteristici i frequenti riempimenti cristallini di originarie cavità da degasazione.

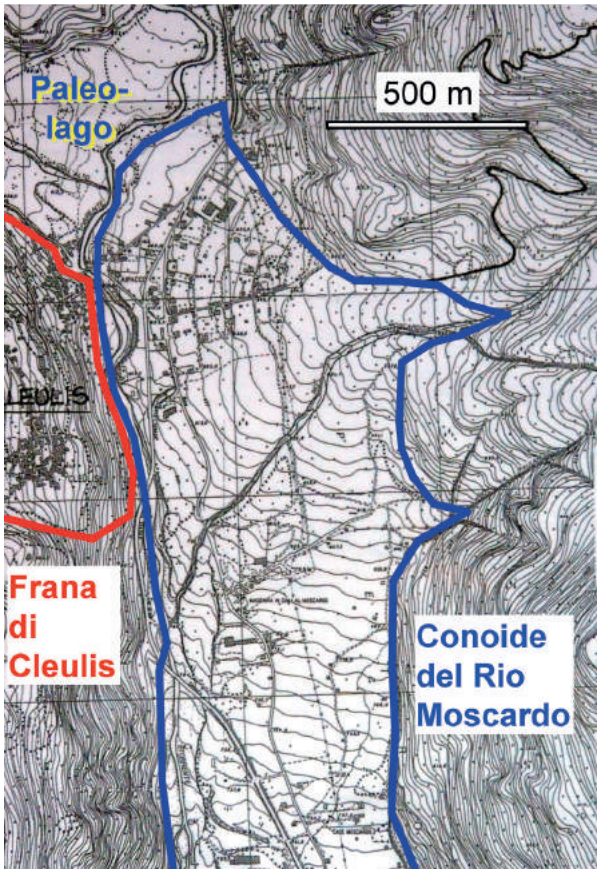


Fig. 93

Fig. 93
La carta topografica (CTR, scala 1:10.00) evidenzia la marcata asimmetria dei depositi del Conoide di deiezione del Rio Moscardo.

Ultima considerazione da fare mostrando la carta topografica: *"Cosa abbiamo attraversato in macchina lungo il tragitto dalla prima alla seconda sosta?"* È la propaggine meridionale di quello stesso conoide di deiezione (Cap. 4, XVII) che per il momento stiamo osservando da posizione sopraelevata. È questo un raro esempio di ventaglio fortemente asimmetrico (Fig. 93).
È dominato da una 'coda' meridionale che supera di due volte e mezzo il raggio base del conoide. *"A cosa si deve questa stranezza?"* A due condizioni particolari: il fondovalle stretto (0,5 km), troppo stretto rispetto al grande afflusso detritico apportato nel tempo dal Rio Moscardo.
"Da quanto tempo continua tutto questo?" Da ben 18.000 anni (*deglaciazione würmiana*), o... forse meno.
Occorre motivare il 'forse meno'. Presto detto. Dal ponte guardate assieme ai vostri Escursionisti il grande anfiteatro dirupato e poi cercatelo - evidentissimo - sulla carta topografica. Ha un'ampiezza di 2 km.
Non è solo una zona di *ruscellamento* e di erosione. Prima di essere tale è stato nicchia di frana, anzi di paleo-frana.
Il materiale mobilizzato nella propria discesa non ha mai raggiunto il fondovalle. Una cosa però pare certa: dopo il franamento, il Rio Moscardo ha prima inciso la parte frontale della frana, la più esterna, e poi - con rapida *erosione regressiva* (Cap. XIII) - ha raggiunto l'anfiteatro roccioso (Fig. 94). Ecco perché si diceva "forse meno di 18.000 anni". Perché tra la deglaciazione e l'impostazione del Rio Moscardo (e del relativo conoide) è necessario collocare la paleo-frana de La Muse.
Ragionamento ulteriore: lungo la Valle del Bût, frane di questo tipo - in rocce super-fratturate del Carbonifero, le rocce scure - solitamente sono state innescate dall' 'effetto materasso', dovuto alla rapida deglaciazione würmiana (Cap. 4, XII).
Con questa considerazione è ipotizzabile che la tripletta Deglaciazione - Paleofrana - Rio Moscardo si sia affermata in tempi strettissimi.
È possibile dunque presumere che il grande *Conoide di deiezione del Rio Moscardo* stia continuando a crescere da poco meno di 18.000 anni.

È il momento di passare dall'aspetto (il ventaglio) alla sostanza (i depositi torrentizi). Mostrate allora - sempre dall'alto del ponte ciclabile - l'esagerata varietà di dimensioni di questi accumuli: blocchi, frammenti, particelle... Tutto abbandonato in modo molto caotico, confusionario, all'interno dei singoli episodi di piena torrentizia. Si tratta dei classici depositi da colata fangosa.

Il flusso d'acqua - sempre collegato ad abbondanti piogge - si arricchisce di fango e, fin dalle quote superiori, si trasforma in una densa colata. Come tale è in grado di mobilizzare con facilità ogni pezzo di roccia - piccolo, grande, grandissimo - che incontra e raccoglie lungo il proprio cammino liquido (e denso!).

Si, perché questo riesce a farlo proprio grazie alla densità elevata, molto superiore a quella dell'acqua. La minore differenza di densità tra quella dell'impasto fangoso e quella delle rocce trasportate, rende in pratica queste ultime... più leggere. Un po' come per noi correre sulla Luna!

Quando tra poco tornerete verso le macchine, ricordatevi di addentrarvi nel bosco di conifere (verso monte). Bastano poche decine di metri per osservare gli abeti cresciuti tra i massi accumulati da colate di cinquant'anni prima (l'equivalente di un tronco di 20-25 cm di diametro). Ero piccolo io (primi anni '60) e ricordo le frequenti colate - almeno due all'anno - e la loro propensione ad uscire dagli argini naturali. Oggi non è più così. *"Come mai?"*

Qui è doveroso per voi, *Guide geologiche*, mostrare l'interazione Uomo-Natura, in questo caso finalizzata alla tutela e salvaguardia tanto di aree edificate (gli edifici sparsi, costruite sulla superficie del conoide), quanto della viabilità. Era, se non sbaglio, il 1975-76: due *colate torrentizie* più virulente di tutte le precedenti si incaricarono non solo di sovrastare e ricoprire di detriti il vecchio, caratteristico ponte in ferro ed assi, immobile dal dopoguerra, ma di sradicarlo dai suoi ancoraggi laterali incurvandone prima la struttura (Fig. 95)! Con un misto di soddisfazione e orgoglio posso oggi dire: *"Io c'ero!"*.

Il ponte, ormai inservibile, fu smantellato e sostituito da un semplice guado (tuttora esistente), in attesa di tempi migliori. Che, tradotto in altre parole, significa progettazione di una sistemazione adeguata. Non si trattò di ripristinare solo la viabilità interrotta. Il progetto, molto più ambizioso,

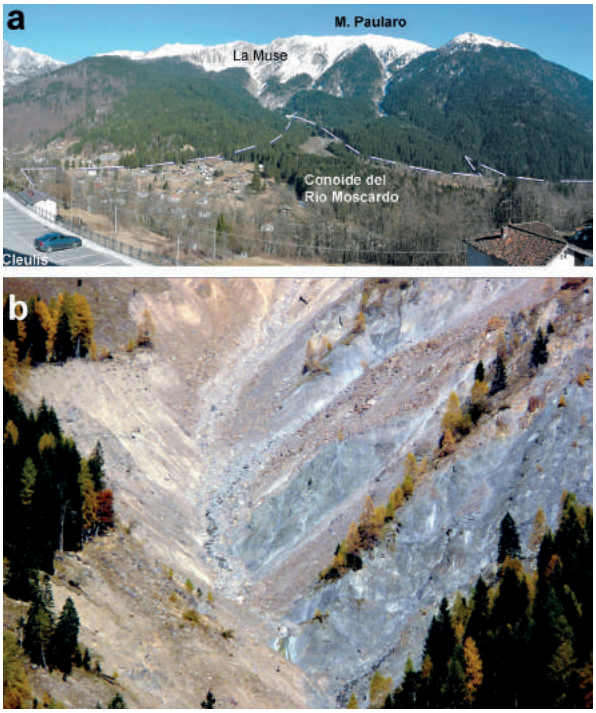


Fig. 94

Fig. 94
Il Conoide del Rio Moscardo ripreso da Cleulis (a) e vista del medio corso del suo artefice, il Rio Moscardo (b).



Fig. 95

si riproponeva di arginare anche gli effetti delle colate, riconducendole a scorrere all'interno dell'alveo del Rio Moscardo.

Qui però vi fermo. Siete, siamo ancora, sul ponte ciclabile. Torniamo allora indietro, fermandoci appena oltre il suo ancoraggio. *"Cosa scorgete di strano, di insolito, appoggiato tra l'erba?"*

È un oggetto simmetrico, in calcestruzzo. Lo chiamano tetrapode per le sue quattro sporgenze. Quando sono impiegati in numero elevato favoriscono incastri che difficilmente sono scardinabili da forze esterne.

Sì, ma questa prerogativa dipende molto dal contesto nel quale vengono impiegati. Si rivelano ottimi in aree portuali, come difesa delle strutture foranee dalla violenza delle mareggiate.

Molto, ma molto meno efficaci, se sono utilizzati come briglia (struttura trasversale) lungo un torrente di montagna. Il Rio Moscardo, se ce ne fosse stato bisogno, ci fa toccare con mano questa certezza incontrovertibile.

Nel 1976, a metà del corso, sono stati accumulati i tetrapodi (un centinaio) fino a formare un baluardo trasversale alto una ventina di metri (Fig. 96). L'anno dopo, una *colata torrentizia* si è fatta beffe dell'intera opera, smembrandola e trasferendo i moduli base nel Torrente Bût e da lì verso Paluzza, ormai ridotti a pezzi (sempre ben riconoscibili!) dai ripetuti urti.

Quello che ora state osservando, resta come silenzioso monito consentendovi di fare comprendere ai vostri Escursionisti l'energia connessa alle colate torrentizie fangose.

Come spesso sottolineo, nelle geoscienze le domande chiedono risposte, ma le risposte spesso generano altre domande. A *matrioska*. Eccone una, derivata dall'ultimo aggettivo dell'ultima frase: 'fangose'. *"Da dove deriva tutto il fango che caratterizza il trasporto solido del Rio Moscardo?"* I dati pregressi ci aiutano.

Situazione post-glaciazione/pre-frana: rocce scure super-fratturate (passa una importante faglia alpina proprio lungo il Rio Moscardo e taglia a metà l'attuale anfiteatro roccioso); sopra ad esse una coltre morenica di fondo (limi abbondanti!) con probabili spessori fino a un paio di metri.

Situazione paleo-frana: la discesa del materiale verso valle tritura ulteriormente le rocce già fratturate e le mescola con i limi della coltre morenica che, naturalmente, partecipa al franamento.

Fig. 95
Il vecchio ponte in ferro sul Rio Moscardo, divelto da una serie di colate torrentizie negli anni 1975-76.
(Foto gentilmente concesse dal Circolo culturale ricreativo Cleulis).

Situazione Rio Moscardo: la sua impostazione e la rapida *erosione regressiva* si compiono a spese dell'ammasso caotico della paleo-frana che, per le varie ragioni esposte, risulta arricchito nella frazione fine (limi). Attualmente, in alcuni tratti del medio corso del Rio Moscardo, l'incisione torrentizia è arrivata ad intaccare il *substrato* roccioso (F.ni del Hochwipfel e del Dimon, Carbonifero).

Torniamo però alle sistemazioni antropiche e concentriamoci su quelle apprezzabili dal ponte ciclabile. Mostrate al vostro gruppo gli argini artificiali (terrapieni paralleli al corso del Rio e ormai rivestiti di arbusti) e la loro regolarità, facendo comprendere che, nel basso corso, diventano l'unico intervento in grado di contrastare l'abbondanza del trasporto solido. Tra una colata e la successiva - con relativi depositi in grado di sopraelevarne il fondo dell'alveo - si instaura un regime di magra che tende a scavare e incidere quanto deposto.

Se la periodicità delle colate è elevata prevale l'accumulo. Ne consegue una tendenza al cosiddetto sovralluvionamento, con un innalzamento progressivo del fondo dell'alveo.

È arrivato il momento di tornare alle macchine. Non scordatevi però la breve deviazione all'interno del bosco. Bastano pochi minuti. A tal proposito, il bosco è formato da esclusivi abeti rossi e deriva da un programma di rimboschimento attivo già nei primi anni '60. Lo so per certo perché anche il sottoscritto, come alunno di una delle Scuole elementari dell'alto Bût (a Timau), era coinvolto nell'annuale festa degli alberi. A ognuno di noi era affidata dai forestali una piantina di abete e una buca pronta a riceverla. Per quattro volte ho piantato il mio piccolo albero con soddisfazione rinnovata. Mai però in quei tempi gloriosi mi ha sfiorato il pensiero che saremmo, io e loro, invecchiati insieme.

Giunti al parcheggio le osservazioni non sono terminate. Sosta ricchissima questa, e non sarà l'unica! Girate ora le spalle al *Conoide del Rio Moscardo* e osservate il paese di Cleulis, di fronte a voi, a mezza costa. L'occhio più allenato alle osservazioni botaniche percepirà una differenza tra la fascia sulla quale insiste l'abitato, che si prolunga anche verso monte, e le zone laterali, limitrofe ad essa. Cleulis è costruita su

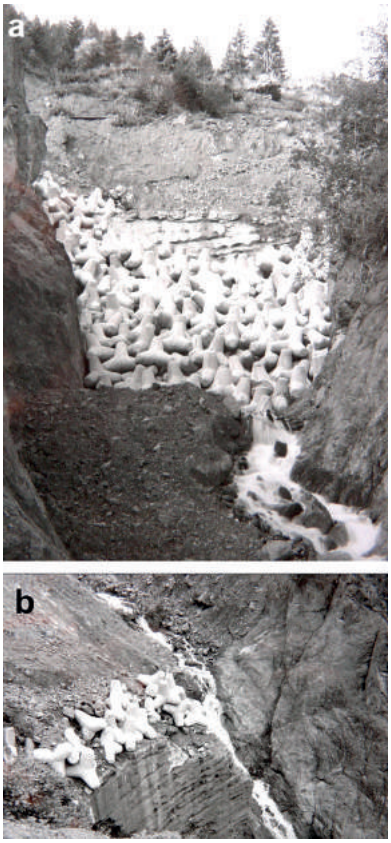


Fig. 96

Fig. 96
L'opera in tetrapodi ideata e costruita come briglia trasversale nel Rio Moscardo (1976) e come si presentava a distanza di solo un anno, dopo un evento di piena (colata torrentizia, debris flow).

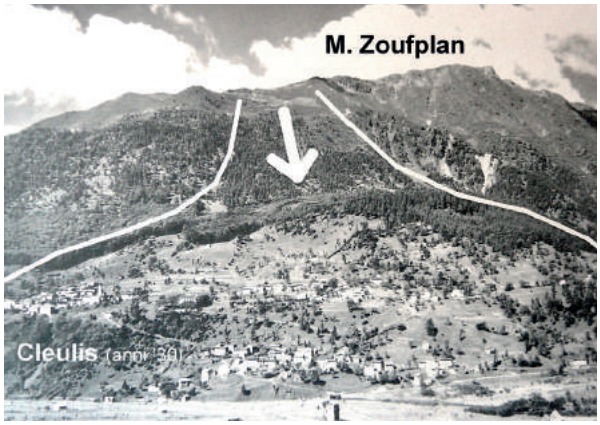


Fig. 97

una paleo-frana (un'altra!). Staccatasi dalla cima del versante orientale del M. Terzo (rocce scure, Fm. del Dimon, Carbonifero), quasi sicuramente rientra anch'essa nelle frane indotte dalla deglaciazione würmiana (Fig. 97).

Nelle fotografie di Cleulis dei primi '900, quando la vegetazione era assente nel fondovalle, si può notare molto bene l'interno del corpo di frana; questo grazie all'incisione operata dal Torrente Bût (Fig. 98).

Ora siamo in grado di ricapitolare gli avvenimenti, richiamando i protagonisti di questo primo tratto d'escursione. Non disattendete mai - scegliendo con cura il momento più opportuno - di proporre il riassunto di quanto osservato. Col tempo, capirete i vantaggi che ne derivano, specialmente per la comprensione di evoluzioni ritenute complesse. Ecco l'elenco degli eventi, nel probabile ordine di affermazione (o scomparsa) sulla scena geologica dell'alto Bût.

A) Scomparsa della coltre glaciale würmiana per fusione. B) Innesco (probabilmente semicontemporaneo) della Paleo-frana di Cleulis e della Paleo-frana de La Muse. C) Impostazione del Rio Moscardo (che incide il relativo accumulo di frana) e genesi del *Conoide del Rio Moscardo.*

Per il momento è tutto, per voi e per i vostri Escursionisti. Abbiamo applicato la gerarchizzazione (Cap. 3, e). A ognuno di questi corpi deposizionali è collegata una storia, descritta nelle pagine precedenti. Non tutti ricorderanno tutto, ma tutti ricorderanno i tre oggetti e i tempi relativi della loro entrata in scena. Siate adesso pronti a

Fig. 97
La grande frana post-glaciale sulla quale è sorto l'abitato di Cleulis. Recenti misurazioni hanno osservato una ripresa del movimento in ragione di quasi 1 cm all'anno.



Fig. 98

Fig. 98
La foto (1916) mostra una scarpata di incisione del Torrente Bût a spese della Paleo-frana di Cleulis. L'assenza di vegetazione rende visibile la natura eterogenea e caotica dell'ammasso.

compiere il prossimo passo, l'ultimo prima di risalire in macchina e procedere verso i Laghetti di Timau (Terza Sosta).
In geologia ogni evento, grande o piccolo esso sia, genera a sua volta degli effetti proporzionali. Scoprite, sempre insieme ai vostri escursionisti, gli effetti derivati dalla sequenza ravvicinata degli eventi appena descritti. Anzi, provate a lasciare che siano loro a suggerirvi la risposta giusta. Voi vi limiterete a guidarli, con eventuali domande mirate, verso la soluzione cercata.
Devono osservare il panorama del fondovalle. Non servirà, per il momento, l'occhio del geologo. È sufficiente che descrivano ciò che vedono: le morfologie. Sulle loro risposte, modulate i successivi ragionamenti. A loro spetta la ricerca dei dati (gli indizi), a voi compete spiegarne le cause. Vedrete comunque che alcuni, in autonomia, dedurranno dai dati stessi la corretta interpretazione. Ecco i dati.
A monte della zona di sosta (bar Pakai) si nota come la superficie inclinata del Conoide del Rio Moscardo passi in modo netto a una vasta area pianeggiante, paludosa, nella quale il Torrente Bût divaga. È parte integrante del lungo tratto pianeggiante, esteso fin oltre Timau, che avete preannunciato ai vostri escursionisti nella presentazione effettuata nel *punto di raduno*, a Casteons (Paluzza).
L'interpretazione è evidente: il blocco dei deflussi del Torrente Bût, causato dalla discesa della *Paleo-frana di Cleulis* e dalla progressiva, più lenta, progradazione del *Conoide del Rio Moscard*o, ha causato il sovralluvionamento del tratto a monte. Naturalmente oggi vediamo una piana paludosa, ma in passato dobbiamo pensare a questa zona come ad un lago (Fig. 99).

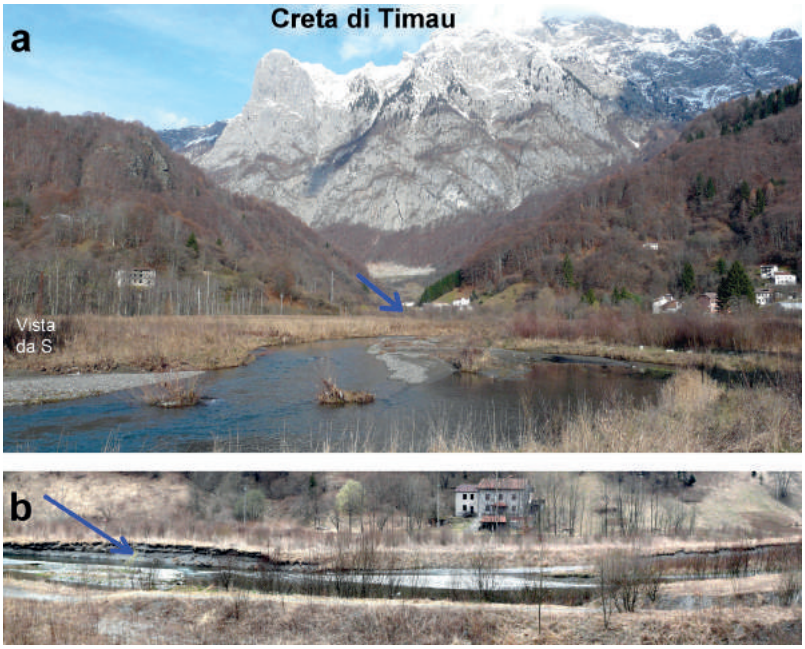


Fig. 99

Fig. 99
L'estesa piana paludosa (a) che occupa, in località Casali Sega, quello che fino a un paio di secoli fa era un lago di sbarramento. Restano, a testimonianza, i depositi di limi (b) visibili lungo le scarpate dell'alveo di magra (freccia blu).

Testimonianze scritte risalenti al 1350 lo indicano come: "...lago molto pescoso, attraversabile in barca". Gli storici concordano sulla sua estinzione, collocata nel XIX secolo, con tutta probabilità avvenuta in corrispondenza della violenta piena del 1823, con un invaso ormai reso poco profondo dai continui apporti solidi (limi e sabbie). Dell'antico lago restano anche dei chiari indizi geologici. A monte dell'attuale palude, ormai in vista dell'abitato di Timau, il Bût ha inciso le proprie alluvioni con scarpate di 1 m, mettendo in luce gli ultimi depositi lacustri che affiorano sotto forma di livelli di limi (Fig. 99b). Nei primi anni '60, durante gli scavi delle fondamenta della Chiesa Grande di Timau, gli stessi limi sono emersi a breve profondità (alcuni metri sotto le alluvioni recenti). Sono la testimonianza che il Lago Celeste - così viene chiamato - si estendeva da Cleulis fino a Timau e oltre, perlomeno in tempi proto-storici.
Si può presumere che le fasi di nascita e giovinezza del paleo-lago risalgano all'immediato post-glaciale e siano riferibili al blocco dei deflussi prodotto dalla *Paleo-frana di Cleulis;* mentre le fasi di maturità e vecchiaia possono essere riferite al blocco indotto dall'avanzata del *Conoide del Rio Moscardo.*

Terza Sosta

Trasferimento in macchina fino alla località Laghetti, 2 km a monte di Timau. Prima di partire suggerite ai partecipanti di osservare, durante il percorso, le quote relative del fondovalle. Sarà facile per tutti rendersi conto che il profilo del Torrente Bût si mantiene a bassa inclinazione fino quasi ai Laghetti (4 km).
Attenzione, perché poche centinaia di metri prima della méta la pendenza si incrementa in modo rapido e improvviso. Tant'è che, traguardando il fondovalle dalla galleria artificiale che precede il bivio per i Laghetti, lo si scorge profondo e lontanissimo. Poi, magicamente, all'uscita della stessa, lo vedrete ormai collocato a livello della strada. Sarà proprio in corrispondenza di que-



Fig. 100
La Valle dell'alto Torrente Bût, ripresa dalla spianata dei Laghetti (da W verso E). Si nota il netto restringimento vallivo dovuto alle coperture quaternarie che, nella loro progradazione verso il solco fluviale, sono venute in contatto reciproco.

Fig. 100

sta sosta che si farà evidente la seconda anomalia descritta e anticipata nel discorso introduttivo tenuto al *punto di raduno* (v. Fig. 89).
Ai Laghetti, nell'ampio parcheggio libero che precede il centro visite, c'è posto per tutti. Ci attende una serie di articolate osservazioni prima di passare alle interpretazioni: ovvero le ragioni di questa seconda, marcata anomalia che ormai è sotto gli occhi di tutti gli Escursionisti. Ed è proprio con questa consapevolezza che potrete iniziare il vostro intervento.
Siamo tutti riuniti nella spianata in terra battuta dei Laghetti. Verso valle si fa evidente la galleria paramassi dalla quale siamo appena usciti. Altrettanto evidente, ci colpisce il restringimento della vallata che, a 200 m da noi, si riduce a meno di una decina di metri di sezione (Fig. 100).
Dalla parte opposta, verso monte la vallata rapidamente si allarga a perdita d'occhio (3 km), mentre il suo fondovalle si mantiene praticamente orizzontale (Fig. 101).
Vicino a noi si sviluppa l'alveo ghiaioso del Torrente Bût, delimitato a tratti da argini artificiali realizzati con blocchi di roccia locale. A breve distanza scorgiamo un unico grande edificio che ospita, nella sua porzione ristrutturata, il centro visite del *geoparco delle Alpi Carniche*, e nell'altra sezione un bar-ristorante che, quando aperto, diventa un valore aggiunto.
È giunto il momento di chiedersi la ragione di questa seconda ancor più evidente anomalia morfologica. La diagnosi passa attraverso la valutazione dei sintomi. In geologia questi ultimi corrispondono agli effetti abbandonati nel tempo lungo il territorio. A proposito di tempo geologico, voi come *Guide* non potete tralasciare di fornire qualche notizia relativa al *substrato* roccioso. Sarebbe come aver organizzato una lauta cena, trascurando del tutto di fornire adeguate bevande. Inammissibile.
Ecco dunque che la prima parte del vostro intervento ai Laghetti - subito dopo avere sottolineato il 'piattume' anomalo dell'esteso fondovalle (Fig. 101) - si rivolgerà alle successioni rocciose nelle quali è modellata l'alta Valle del Torrente Bût. Qui spetta a voi illustrare sinteticamente la situazione, senza proporre domande o suggerire riflessioni. Una semplice esposizione dei dati.



Fig. 101

"Cosa dunque mostrare e raccontare, tenendo presente che deve trattarsi di un intervento breve, chiaro e soprattutto non dispersivo?" Ricordate ai presenti che vi trovate nel cuore del Paleozoico Carnico, la cui presenza in superficie è il grande regalo fatto agli appassionati di 'cose geologiche' dalla Faglia Com-Pa-Pa (v. Fig. 32), aiutata in questo dalle continue esarazioni ed erosioni quaternarie (Cap. XIII). Ripetere i concetti

Fig. 101
L'esteso tratto sub-orizzontale che caratterizza la località Laghetti di Timau (da E verso W).

chiave, così come riassumere le tappe evolutive più importanti, è fondamentale (Cap. 3, d).
Nel tratto di valle dei Laghetti, quanto di roccioso vi circonda può essere sintetizzato nella presenza di *rocce chiare* (Devoniano) e *rocce scure* (Carbonifero). Se osservate bene, le prime si concentrano lungo il versante vallivo sinistro (con limitate eccezioni), le seconde formano quello opposto. Le separa un'estesa faglia verticale, generatasi durante l'*orogenesi alpina*. Il suo piano si sviluppa in profondità - proprio sotto di voi - per molte centinaia di metri.
In superficie viene a giorno lungo la fascia di fondovalle, dove per estesi tratti è sepolta sotto le spesse coperture alluvionali. È una faglia che da milioni di anni non è più attiva.
Si spera continui ad esserlo, visto che la sua propaggine orientale lambisce la base della Creta di Timau, formata da calcari devoniani *(rocce chiare)* strapiombanti sul paese omonimo... località natale dello scrivente!
Questo è tutto, anche le bevande ora sono in tavola. Forse vi basterà, da ultimo, sottolineare che anche l'abbinamento con le pietanze ora è ben calibrato. *"In che modo?"* Facendo notare che, tra i due tipi di rocce (chiare e scure), sacraboltate entrambe da due orogenesi - *ercinica* ed *alpina* - sono le *rocce scure* del versante destro ad aver avuto la peggio, ereditando faglie e fratture a iosa.
Ecco il collegamento/abbinamento che cercavo per voi e per i vostri Escursionisti: posizionare i tipi di rocce del *substrato* lungo il solco vallivo dell'alto Bût per comprendere le tipologie di coperture, differenti da zona a zona.
Da adesso in poi ponetevi in... modalità interattiva. Nel senso che riprenderete il rapporto di interazione diretta con gli Escursionisti. Che nello specifico significa: fare domande e sollecitare risposte; mostrare degli effetti e domandarne le cause; descrivere situazioni e chiederne le ragioni; proporre più interpretazioni e far scegliere la più logica.
Torniamo dunque nell'alta Valle del Torrente Bût, alla zona Laghetti, proponendo ai presenti una prima, precisa domanda: *"Guardate di fronte a voi*

Fig. 102
Vista sul versante vallivo destro. Alle quote intermedie si generano dei conoidi detritici che, grazie a rimaneggiamenti superficiali da flusso, si espandono occasionalmente nel fondovalle.

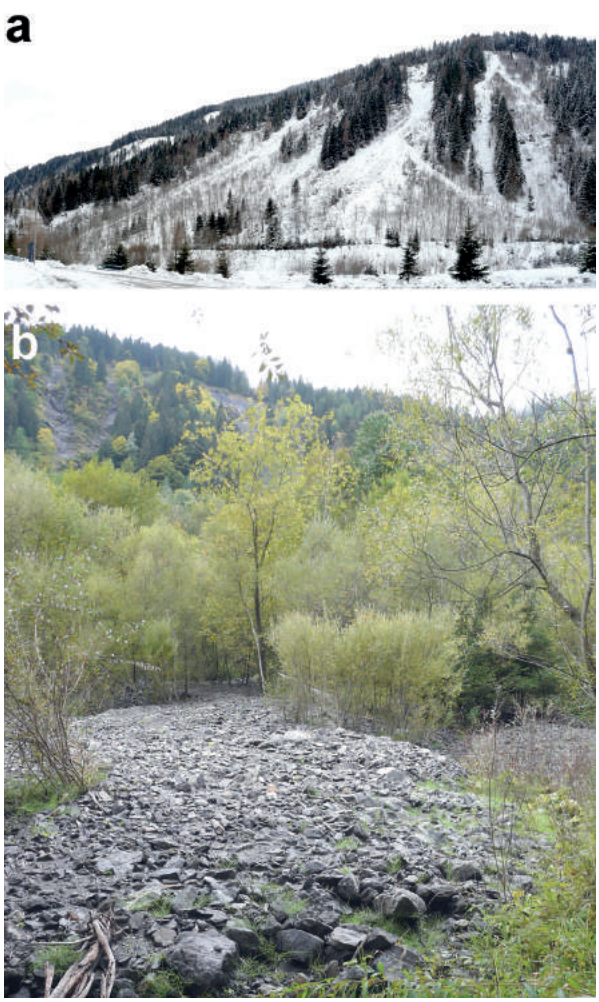


Fig. 102

(versante destro - rocce scure - e fondovalle). Provate a individuare in autonomia i vari tipi di coperture. Poi potremo, insieme, cercare di comprendere come si sono formati".

Il primo tipo è dato dalle alluvioni (ghiaie) che saturano il fondovalle. Sono visibili a breve distanza da noi e derivano (perlomeno le più superficiali) da trasporto fluviale. La seconda tipologia riveste la parte inferiore del versante idrografico destro *(rocce scure,* fratturatissime). Osservate bene: genera delle geometrie particolari, a pseudo-cono (Fig. 102).

In effetti si tratta di conoidi (Cap. 4, XVII). Più in particolare, sono vari *conoidi detritici* alimentati dal crollo periodico di frammenti e blocchi. La mancanza di vegetazione, specie nelle zone di apice, racconta che continuano ad essere attivi. La loro nascita risale al tempo in cui l'alta Valle del Bût si liberò completamente dai ghiacci (v. Quarta Sosta).

I *conoidi detritici* si sono ormai saldati uno all'altro nelle rispettive fasce basali, divenendo coalescenti. Il processo di accumulo in conoidi di questo tipo avviene per caduta libera. Eppure, se guardate con attenzione, riuscite a scorgere delle mobilizzazioni di detriti da parte dell'acqua piovana. Sono rivoli d'acqua che si attivano solo in occasione di forti piogge. Iniziano nella parte alta dei conoidi e, nella discesa, si trasformano in colate dense di fango e detriti.

"Ma questo - potrebbe puntualizzare qualcuno - è un processo di trasporto e accumulo tipico dei conoidi di deiezione. Dunque è in grado di mandare in crisi la classificazione dei conoidi?" Le classificazioni, con i loro confini netti e ben definiti, sono proposte dall'Uomo per gestire e comprendere meglio le cose della Natura. Quest'ultima, talvolta (o spesso?) crea, come in questo caso, degli oggetti *border line,* con caratteristiche intermedie.

A questo proposito, oltrepassato il corso del Torrente Bût, percorrete 100 m di strada sterrata. Sulla sinistra vi imbatterete nei resti di una colata scesa qualche anno fa fino a lambire il fiume. Se poi la risalite fino al pianoro erboso che sta alla sua sinistra (salitina di 10 m), un sentiero in piano vi porterà dentro un bosco di arbusti dove è possibile osservare 3-4 grossi blocchi di vulcaniti carbonifere franati dalla lontana cornice rocciosa sommitale (Fig. 103).



Fig. 103

Improvvisamente vi ricordate tutti, voi e i vostri Escursionisti, dell'obiettivo di questa escursione: giustificare le anomalie del profilo fluviale. Il primo ragionamento che vi propongo utilizza proprio questa fascia di conoidi come possibile ostacolo al deflusso del Torrente Bût, con il sovralluvionamento della zona retrostante.

E aggiungo: *"Perché non può essere credibile questa ipotesi?"* È abbastanza intuitivo. In corrispondenza dei *conoidi*

Fig. 103
Blocchi di vulcanite franati dalla cornice rocciosa sommitale che alimenta i crolli che a loro volta riforniscono i conoidi detritici.

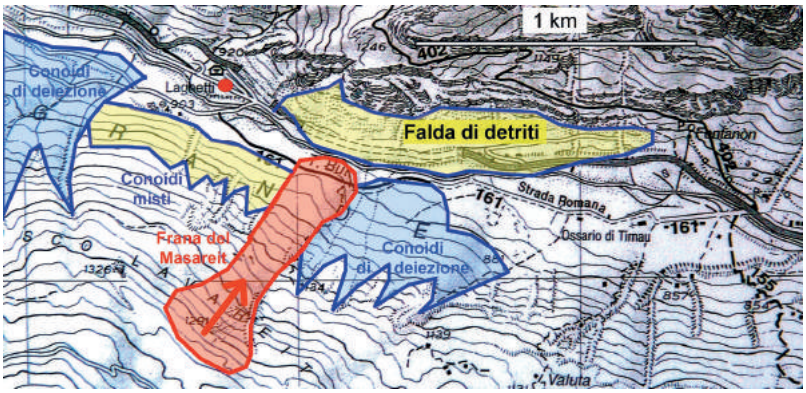


Fig. 104

detritici la valle è ancora abbastanza larga. Tanto larga da non riuscire ad essere bloccata dalla semplice avanzata di *conoidi detritici* che, tra tutti tipi i conoidi, sono quelli che progradano con maggiore lentezza.

La precedente sosta però ci ha insegnato, indirettamente, qualcosa d'importante. Se vogliamo trovare la causa dell'anomalia morfologica dobbiamo cercarla in quella ridotta area dove il profilo fluviale da ripido, molto ripido, diventa improvvisamente quasi orizzontale. E allora ci sposteremo lì dove si chiude improvvisamente la grande spianata alluvionale chiamata Laghetti.

Occorre tornare sui nostri passi, superare il guado, riportarsi verso la SS 52bis e sostare nei pressi della confluenza stradale.

Da lì potremo osservare, da distanza ravvicinata, la sezione più stretta - meno di 10 m - di questo tratto fluviale, compreso fra Timau e il Passo di M. Croce Carnico. Risulta chiaramente che su entrambi i lati della sezione valliva insistono ampie coperture quaternarie e non le rocce del substrato (Fig. 104).

In sinistra idrografica si scorge un ampio deposito gravitativo rappresentato da una *falda di detriti* alimentata da una parete calcarea devoniana (rocce chiare). La sottostante galleria paramassi, lunga 500 m, azzera in quel tratto la vulnerabilità della SS 52bis.

Le fotografie dei primi '900 e i ricordi dello scrivente (primi anni '60) rimandano ad una falda detritica, ancora completamente priva di vegetazione, con grandi massi verso le quote intermedie ma soprattutto inferiori, e un'inclinazione verso valle molto regolare e costante (38°-40°).

Più difficile capire che tipologia di copertura si è sviluppata sul lato destro della valle. Di qualsiasi deposito si tratti è composto di esclusive *rocce scure*, carbonifere. Nonostante la vegetazione imperversi, esiste una fascia lunga circa 30 m e alta 10 m ancora non colonizzata (v. Fig. 100, freccia).

Una sorta di finestra aperta sul deposito: un ammasso di grandi blocchi rocciosi scuri. Non è molto come dato. Aggiungiamone un altro. Questa volta, guardando meglio la forma di questo deposito, notiamo che si distingue dagli adiacenti *conoidi detritici* in quanto de-

Fig. 104
La distribuzione dei tipi di coperture presenti nel settore dei Laghetti.

cisamente sopraelevato rispetto ad essi.
Se dovessimo paragonare a qualcosa di noto i due tipi di depositi, i conoidi diventerebbero dei ventagli inclinati, mentre l'oggetto del contendere sarebbe una sorta di *plume cake,* anch'esso inclinato verso valle e in contatto laterale con uno dei ventagli. Cercate conferma dalla carta topografica. L'andamento delle isoipse è risolutivo. Più in particolare, alle quote superiori si riconosce una zona di cedimento gravitativo; alle quote intermedie, una zona di trasferimento del materiale mobilizzato; alle quote inferiori - quelle del nostro deposito - la zona di raccolta. Si tratta dunque di un *accumulo di frana*, denominato *Frana del Masareit*. Imponente quanto basta per essere riuscito a bloccare, data la stretta sezione della valle, i deflussi del Torrente Bût.
Ci si chiede allora: *"A quando potrebbe risalire questo franamento (e la relativa paleo-frana da cui deriva) che fino ai giorni nostri - anni '80 del secolo scorso - non ha mai smesso di muoversi?"*
La risposta corretta dovrebbe ipoteticamente datare il primo innesco della frana all'immediato post-glaciale, per le ragioni già commentate più volte (rocce super-fratturate, 'effetto materasso').
Inoltre, c'è un altro dato importante a favore di una precoce attivazione della frana: il potente spessore delle alluvioni dei Laghetti. Una semplice verifica sulla carta topografica le approssima a minimi di 50 m (in progressivo calo verso W) distribuiti su una lunghezza di quasi 3 km e una larghezza variabile da 50 a 150 m.
"Qual è stata dunque la probabile evoluzione della zona dei Laghetti nel tempo, fino ai giorni nostri?" Usiamo la strategia della sintesi (Cap. 3, i). Successivamente al ritiro completo dei ghiacci dalla zona, le contemporanee avanzate dei detriti di versante (lato sinistro) e, soprattutto, della *Paleofrana del Masareit,* cominciarono a bloccare i deflussi del Torrente Bût. Si generarono invasi lacustri e relativi riempimenti, in successione temporale. Il lago si ripropose anche in tempi storici. Ne danno testimonianza sia il toponimo Laghetti, sia la disgrazia accaduta il 29 ottobre del 1729.

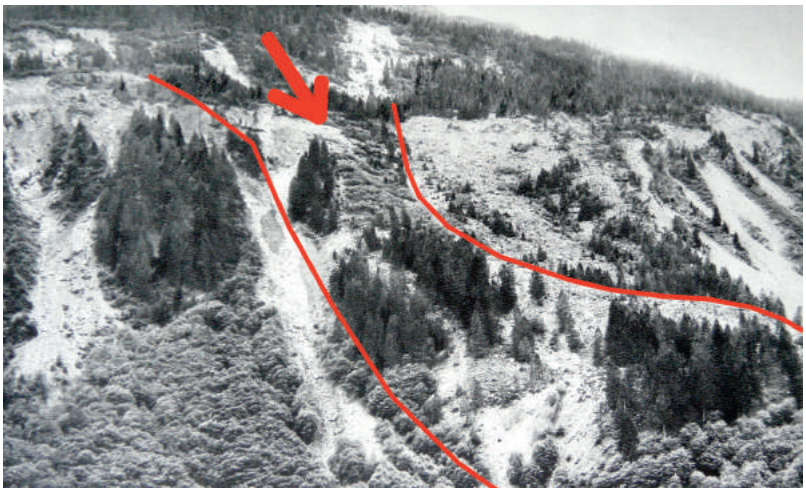


Fig. 105

Fig. 105
La Paleo-frana/ frana del Masareit, sopraelevata rispetto ai limitrofi conoidi. Fino a quarant'anni fa costituiva un insieme di massi pressoché privo di copertura vegetale. Confrontate l'immagine con l'aspetto odierno (v. Fig. 100).

In quell'occasione un muro d'acqua e detriti scese da questa zona verso l'abitato di Timau, a quei tempi ubicato totalmente in sponda destra, di fronte alla sorgente carsica del Fontanon. Fu in quell'occasione che i superstiti abbandonarono il sito, devastato e coperto da 2 m di detriti, ricostruendo il paese sotto le pareti verticali della Creta di Timau. Cambiarono solo la tipologia di pericolo: da quello connesso alle tracimazioni fluvio-lacustri, a quello dato dalle valanghe e dal distacco occasionale di porzioni rocciose.

Ci si chiede allora se la *Paleo-frana del Masareit* si muove ancora, o per qualche ragione si è stabilizzata. A giudicare dall'età del bosco che la ricopre (v. Fig. 100) sembra che da quarant'anni almeno sia ferma o perlomeno quiescente.

È il momento di muoversi alla volta dell'accumulo di frana per controllare di persona. L'unico dato certo, per noi che ancora stazioniamo nei pressi dell'ampio posteggio, è che le acque del Torrente Bût, di fianco a noi, continuano a scorrere. Seppure con la lentezza che è propria di un corso che attraversa una estesa zona sub-pianeggiante.

Ci spostiamo allora verso la strada statale e, una volta raggiunta, ricordiamoci di far camminare gli Escursionisti - e noi insieme a loro - oltre il *guard-rail,* nell'erba. Dopo un centinaio di metri appena ci troviamo di fronte al corpo della frana/paleo-frana e al cospetto di una incredibile serie di sistemazioni antropiche. Si deve a loro la messa in sicurezza dell'area che oggi appare tutelata sia sul fronte frana (versante destro), sia sul fronte falda detritica a grandi blocchi calcarei (versante sinistro).

Non è stata tralasciata, naturalmente, la sistemazione dell'alveo, stretto come in una morsa tra le due coperture progradanti (perlomeno fino agli anni '80) verso il fondovalle.

Il percorso, lungo circa 200 m, si svolge al riparo di una galleria paramassi che rappresenta la più appariscente delle tre sistemazioni, realizzate come progetto unico negli anni '80. Interessante notare che da allora un unico masso ha superato la struttura riversandosi in alveo. Commentate la presenza del blocco roccioso - impossibile non notarlo - e passate a descrivere la sistemazione del corso, che qui corre tra la falda detritica e la frana/paleo-frana.

Stupisce la mancanza completa di detriti alluvionali nell'alveo e colpisce il suo fondo, racchiuso tra alte pareti in calcestruzzo e, soprattutto, completamente lastricato da pietre piatte unite da rilegature in cemento (Fig. 106).

È proprio il fondo, reso privo di asperità, a favorire durante le piene e nel successivo regime di morbida (piena calante) lo scorrimento e allontanamento del materiale detritico. Lo favorisce il flusso idrico regolare e costante su tutta la sezione dell'alveo. Questa caratteristica è garanzia di fondo sempre sgombero. In effetti in quarant'anni non c'è mai stata eccezione alla regola.

Fig. 106
La sistemazione dell'alveo del Torrente Bût nel tratto che scorre tra la frana e la galleria paramassi.



Fig. 106

La terza sistemazione è quella che ha riguardato il corpo di frana. Fra tutte è la più incredibile. Continuando a camminare rasenterete dieci enormi cilindri in calcestruzzo armato che incombono sull'alveo, piantati nel sottosuolo (Fig. 107).
I cilindri armati raggiungono e superano la profondità di 30 m, definita dagli esperti come la posizione della superficie di scivolamento della frana.
Alle loro spalle, nascosta ormai dal bosco, una seconda fila di cilindri raddoppia l'effetto. Sono strutture cave, dalle pareti molto spesse, riempite di materiali inerti. Due file di gigantesche dita, piantate in profondità, che si comportano come due mani allineate e affondate nel terreno a trattenere l'intera frana. Finora ci sono riuscite e non lasciano dubbi in proposito per gli anni a venire.
Proseguendo con la camminata che rasenta l'alveo si raggiunge la terminazione dell'opera di sistemazione. Coincide con la fine del tratto in frana e da lì è possibile apprezzare il corrispondente salto delle acque che, una volta oltrepassato il lungo segmento sovralluvionato dei Laghetti e terminato l'ostacolo prodotto dalla frana, si raccordano all'originario fondovalle, 50 m più in basso.



Fig. 107

Si è reso necessario più che mai regimare il corso anche in questo tratto a ripidità accentuata. Questo al fine di evitare che la forte velocità dell'acqua attivi una vorace erosione sul fondo con inevitabile, rapida risalita verso monte (*erosione regressiva*, Cap. 4, XIII). L'ultima cosa da mostrare sarà proprio la serie di numerose briglie (opere trasversali all'asta fluviale) strutturata per smorzare la violenza delle acque, suddividendo il corso in tanti segmenti ravvicinati a inclinazione minore di quella originaria (Fig. 108).
Percepita quest'ultima tipologia di sistemazione d'alveo, si fa infine ritorno al parcheggio dei Laghetti procedendo a ritroso, alla volta del bar omonimo (sperando sia aperto!) per la bicchierata di commiato.



Fig. 108

Fig. 107
Vista parziale sulla sistemazione del corpo di frana. Ogni cilindro ha un diametro di circa 5-6 m. Sembra avere raggiunto il suo scopo: da quarant'anni la frana del Masareit non si è più mossa e pare stabilizzata.

Fig. 108
Nel tratto fluviale molto ripido che raccorda la zona dei Laghetti, ricca di alluvioni, a quella sottostante di Timau-Cleulis, è stata costruita una serie di briglie (opere trasversali al deflusso), alte e ravvicinate. Smorzano la velocità del corso d'acqua lungo il ripido corpo di frana, inibendo l'erosione e scongiurando una rapida erosione regressiva che risulterebbe fatale per la sopravvivenza dell'equilibrio raggiunto.

L'escursione è terminata, ma non i vostri compiti di *Guida geologica*. E non mi riferisco alla bicchierata finale. A questo punto diventa doveroso - proprio perché molto vantaggioso per i vostri Escursionisti - riassumere quanto osservato durante l'intera giornata. La sintesi (Cap. 3, i) che proporrete loro, al fine di ottenere i massimi risultati, dovrà utilizzare una carta topografica del segmento vallivo appena percorso, da Paluzza ai Laghetti di Timau e oltre. La scelta ideale potrebbe essere quella di realizzare degli stralci in formato A3 dell'intera vallata (ingrandendo le basi topografiche 1:25.000) e, dopo averli plastificati (Cap. 3, e), unirli in un 'pieghevole' unico.

Con una simile base potrete, mentre effettuate la vostra sintesi evolutiva, segnare di volta in volta con dei pennarelli lavabili i... protagonisti di questa evoluzione: i perimetri dei conoidi di deiezione, quelli delle varie frane/paleo-frane e delle loro nicchie di distacco, le falde detritiche, l'estensione dei paleo-laghi, enfatizzandone con dei simboli appropriati i rispettivi areali.

Non mancherete inoltre, addirittura come passo iniziale, di indicare sulla carta plastificata i dati con i quali avete iniziato la presentazione della vostra escursione, al *punto di raduno*. Ovvero quell'andamento anomalo del profilo fluviale, organizzato in segmenti molto ripidi intervallati ad estesi tratti subpianeggianti.

Potreste dunque cominciare a proporre la sintesi dell'escursione disegnando col pennarello più grosso che avete (sempre lavabile, così la base topografica potrà essere riutilizzata usando la medesima prassi) il corso del Torrente But. Nel farlo abbiate cura di segnare i tratti ripidi con una linea grossa e continua, e i tratti sub-orizzontali con una linea grossa a fitto tratteggio.

Inutile aggiungere che il disegno dei singoli corpi deposizionali procederà in parallelo con la vostra spiegazione riassuntiva e, altrettanto importante, seguendo l'ordine col quale li avete incontrati, osservati e mostrati durante l'escursione.

Dimenticavo un ultimo particolare, non secondario. Quando aprirete la carta topografica plastificata (realizzata come pieghevole il cui ingombro minimo resta un A3 al fine di facilitarne il trasporto), vi avrete già inserito i toponimi principali utilizzati durante l'escursione. Ve li elenco, nell'ordine col quale sono stati incontrati sul terreno: Colle di San Daniele, Cleulis, Rio Moscardo, Timau, Laghetti, Passo di M. Croce Carnico.

A questi vanno aggiunti la posizione esatta della Torre Moscarda e della sua gemella abbattuta nel 1.836 (due rettangolini rossi); la traccia approssimata, disegnata dunque come linea unica e continua della Faglia Com-Pa-Pa (bella evidente!); l'antica via romana.

Ricordatevi che i toponimi dovranno risultare leggibili fino a una distanza di 4-5 m e dovranno essere scritti - in ottima calligrafia - in posizioni che non si andranno a sovrapporre con gli oggetti (conoidi, frane,...) che disegnerete via via sulla carta. Inoltre, tanto per i toponimi quanto per la faglia, la strada romana,... userete dei pennarelli indelebili in modo che ad ogni escursione, aprendo la carta, sia subito chiara a tutti la distribuzione delle località attraversate.

Attraverso questo esempio ho voluto avvicinarvi in modo concreto all'organizzazione e soprattutto alla condu-

zione di un'escursione per certi versi complessa. Spero che l'assimilazione di quanto osservato e commentato possa servirvi anche come spunto metodologico da applicare in escursioni completamente differenti da questa.
Un'esortazione conclusiva: nello strutturare un'escursione scegliete sempre il percorso più idoneo a far comprendere le cose in modo consequenziale; non affaticate troppo (fisicamente e mentalmente) i vostri escursionisti; prevedete una sosta pranzo di circa un'ora (quasi sempre al sacco, e... avvisateli nella Locandina che arrivino già riforniti al *punto di raduno*).
Immedesimatevi sempre nel vostro pubblico chiedendovi come agire per far comprendere al meglio (e... al primo colpo!) un dato, un concetto, un processo, un fenomeno, un'evoluzione attraverso il tempo; inoltre, prevedete sempre una sintesi finale di quanto osservato durante l'intera giornata d'escursione: 10 minuti in tutto, non di più.
I consigli - basati sempre sull'esperienza diretta (non priva di errori!) acquisita in quasi quarant'anni di lavoro - non finiscono mai. Questa volta concludo davvero, ricordandovi un'ultima cosa, ...anzi due.
Una *Guida* deve raccontare le cose in modo 'fascinoso', ossia dimostrando entusiasmo per quanto indica, analizza ed espone, esternando coinvolgimento per quanto lo circonda, rivelando vera passione per i significati che le evidenze di terreno racchiudono.
Una *Guida* intorno a sé deve riuscire a creare sempre un clima di familiarità e condivisione in grado di predisporre all'ascolto e di generare una più o meno diretta consapevolezza negli Escursionisti di essere diventati partecipi dei segreti di un territorio ritenuto a torto ancora da molti, da troppi, come "statico, immutabile, monotono e privo di fascino".
Il vostro compito di *Guide*, riassunto in un'unica frase, è quello di... dimostrare il contrario!

CONCLUSIONI

Questa guida, l'avrete notato, non vuole essere un manuale di geologia. Ne trovereste già di ottimi sul mercato. Vuole invece descrivervi delle situazioni geologiche (presenti all'interno del geoparco) e soprattutto farvi ragionare. Ha l'obiettivo di sollecitarvi delle geodomande e suggerirvi delle risposte. In questo momento io sto a voi, come voi domani starete ai vostri Escursionisti.

Con questo spirito però, a lettura ultimata, voi ora attendete che io non vi lasci con dubbi irrisolti, così come chi vi ascolterà raccontare gli effetti e le cause delle mirabili storie nascoste in questo territorio, si aspetterà da voi risposte esaurienti ad ogni domanda.

Tuttavia non è possibile avere una risposta giusta per tutte le domande. Né l'avrò sempre io, né l'avrete sempre voi. Arriva sempre il momento in cui, io assieme a voi, dovremo fermarci, ammettendo con umiltà di non sapere.

Vale più sapere di non sapere qualcosa, ammettendolo a noi stessi e agli altri, piuttosto che essere convinti fermamente di sapere tutto e farlo credere a chi ci segue ed ascolta. Ricordatelo sempre.

Così come dovrete ricordare che l'escursione ben riuscita dev'essere migliore delle precedenti, ma peggiore delle successive.

BUONE E PROFICUE GUIDE A TUTTI VOI!



APPENDICE NORMATIVA

Ai sensi della LR 2/2002, art. 112 comma 3: **È guida naturalistica o ambientale escursionistica chi per professione, anche in modo non esclusivo o non continuativo, accompagna persone singole o gruppi di persone nelle visite ad aree protette e altri ambienti di interesse naturalistico, ivi compresi i siti allestiti e le strutture museali o espositive inerenti detti ambienti, illustrando gli aspetti naturalistici, paesaggistici, ambientali ed etnografici del territorio.**

L'art 113 prevede che: L'esercizio nella regione Friuli Venezia Giulia dell'attività di guida turistica, accompagnatore turistico e guida naturalistica o ambientale escursionistica, è subordinato all'iscrizione, rispettivamente, agli albi di guida turistica, di accompagnatore turistico, di guida naturalistica o ambientale escursionistica, istituiti presso la Direzione regionale del commercio, del turismo e del terziario, di seguito denominati albi.

2. Possono chiedere l'iscrizione agli albi coloro che sono in possesso dell'attestato comprovante il superamento dell'esame di idoneità di cui all'articolo 114, ovvero che si trovino in una delle condizioni previste dall'articolo 115, comma 3.

3. Agli iscritti all'albo professionale sono rilasciati la tessera di riconoscimento e un apposito distintivo le cui caratteristiche e modalità di utilizzo sono determinate con deliberazione della Giunta regionale, da pubblicarsi sul Bollettino Ufficiale della Regione.

4. Sono iscritti d'ufficio al relativo albo coloro che, al momento dell'entrata in vigore della presente legge, risultano iscritti agli albi di cui alle leggi regionali 20 dicembre 1982, n. 88, e successive modificazioni e integrazioni, e 10 gennaio 1987, n. 2, e successive modificazioni e integrazioni.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO:

Con generalità di Giunta n. 1560 del 31 luglio 2013, avente ad oggetto la 'valorizzazione e conservazione del patrimonio geologico e dei geositi, attraverso la creazione di geoparchi', tra l'altro viene data la definizione di geoparco, affidando al Servizio geologico della Regione, che da anni opera nell'ambito dei geositi, della geodiversità, della divulgazione geologica e che già coordina, lo sviluppo del processo per costituire la rete dei geoparchi.

Un geoparco è un territorio che possiede un patrimonio geologico particolare ed una strategia di sviluppo sostenibile. Deve avere confini ben definiti e sufficiente estensione per consentire uno sviluppo economico efficace del comprensorio. Un geoparco deve comprendere un certo numero di siti geologici di particolare importanza in termini di qualità scientifica, rarità, rilevanza estetica o valore educativo. La maggior parte dei siti presenti nel territorio di un geoparco deve appartenere al patrimonio geologico. I siti di un geoparco devono esse collegati in rete e beneficiare di misure di protezione e gestione. Nessuna distruzione o vendita di reperti geologici di un geoparco è tollerato. Un'area individuata quale geoparco deve essere amministrata da strutture ben definite, capaci di rinforzare la protezione, la valorizzazione e le politiche di sviluppo sostenibile all'interno del proprio territorio. Un geoparco ha un ruolo attivo nello sviluppo economico del suo territorio e deve realizzare un impatto positivo sulle condizioni di vita dei suoi abitanti e sull'ambiente.

La Legge regionale 14 ottobre 2016, n.15:
Disposizioni per la tutela e la valorizzazione della geodiversità, del patrimonio geologico e speleologico e delle aree carsiche, dopo le disposizioni generali, al CAPO II detta le disposizioni per la tutela e la valorizzazione del patrimonio geologico:

CAPO I
DISPOSIZIONI GENERALI

Art. 1
(Finalità)

1. La Regione Friuli Venezia Giulia, nell'ambito delle proprie competenze, assicura la conservazione e la valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico regionale, delle forre, delle aree carsiche e dei relativi acquiferi nel rispetto dei principi e delle disposizioni statali e comunitarie in materia e, in particolare, della raccomandazione Rec (2004) 3, adottata dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa il 5 maggio 2004, sulla conservazione del patrimonio geologico e delle aree di speciale interesse geologico.

2. Per le finalità di cui al comma 1 la Regione:
a) riconosce il pubblico interesse alla tutela e alla valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico regionale per la rilevanza dei valori ambientali, scientifici, culturali, economici e paesaggistici che esso presenta;
b) riconosce la specificità delle aree carsiche, nonché il valore strategico e il pubblico interesse alla tutela degli acquiferi carsici;
c) istituisce e aggiorna il catasto regionale dei geositi e dei geoparchi regionali e il catasto speleologico regionale;
d) promuove attività di studio, ricerca e monitoraggio del patrimonio geologico e speleologico anche per verificare l'impatto dell'antropizzazione sull'ambiente naturale;
e) promuove la divulgazione e la fruizione pubblica compatibile con la conservazione del bene e l'utilizzo didattico e turistico dei luoghi di interesse geologico e speleologico;
f) promuove la formazione tecnica e culturale degli speleologi nell'ambito delle organizzazioni non professionali.

Art. 2
(Definizioni)

1. Ai fini della presente legge si intendono per:
a) geodiversità: la varietà o la specificità delle caratteristiche geologiche del territorio, comprensive delle rocce e dei depositi, delle forme e dei processi in ambito geologico, geomorfologico, idrogeologico, paleontologico, mineralogico e pedologico;
b) patrimonio geologico: i luoghi, i geositi e le singolarità geologiche ove sono conservate importanti testimonianze della storia e dell'evoluzione della Terra e della sua geodiversità;
c) geosito: sito, area o territorio, sia epigeo che ipogeo, con caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, paleontologiche, mineralogiche e pedologiche di intrinseco interesse e importanza per la comprensione della storia e dell'evoluzione della Terra;
d) geoparco: territorio dai confini ben definiti che possiede un patrimonio geologico particolare e una strategia di sviluppo sostenibile;
e) patrimonio speleologico: l'insieme delle grotte che caratterizzano i sistemi carsici, nonché, unicamente ai fini applicativi della presente legge, le cavità artificiali;
f) area carsica: zona formata da rocce carsificabili, solubili, nelle quali l'idrografia di superficie è limitata e il sottosuolo è caratterizzato da sistemi carsici; le aree carsiche sono caratterizzate in superficie da forme quali depressioni chiuse, doline, campi solcati, valli cieche, inghiottitoi e zone sorgentifere;
g) forma carsica: morfologia epigea o ipogea dovuta a carsismo;
h) sistema carsico: complesso di forme carsiche ipogee ed epigee organicamente e funzionalmente collegate tra loro e parzialmente o totalmente occupate dall'acqua;
i) grotta: cavità carsica sotterranea di origine naturale, chiusa parzialmente o totalmente, di dimensioni accessibili all'uomo con sviluppo lineare superiore a 5 metri;
j) acquifero carsico: serbatoio idrico sotterraneo sviluppato in ammassi rocciosi dotati di permeabilità per fessurazione, fratturazione e carsismo caratterizzato da una zona di trasferimento verticale, non satura, e da una zona di trasferimento orizzontale satura o parzialmente satura;
k) cavità artificiale: ambiente sotterraneo, creato dall'uomo, di particolare valore storico, archeologico, geominerario o d'interesse naturalistico;
l) grotta turistica e cavità turistica: cavità naturale o artificiale gestita per finalità turistiche, dotata di accesso controllato, con predisposti al suo interno sentieri naturali o artificiali dotati di tutti gli apprestamenti e impianti tecnici fissi necessari a garantire la sicurezza dei visitatori secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia;
m) forra: gola stretta e profonda incassata nella roccia, dalle pareti subverticali o verticali, incisa da un torrente come

risultato di un'azione erosiva-corrosiva, interessata da attività di tipo esplorativo e turistico-ricreativo;
n) speleologia e attività derivate: complesso delle attività di individuazione, esplorazione, studio, documentazione e divulgazione didattica dei fenomeni naturali e culturali osservabili nelle grotte, nelle aree carsiche ove esse si sviluppano, nonché, ai fini applicativi della presente legge, nelle cavità artificiali.

CAPO II
DISPOSIZIONI PER LA TUTELA E LA VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO GEOLOGICO

Art. 3
(Catasto regionale dei geositi e dei geoparchi regionali)

1. È istituito il Catasto regionale dei geositi e dei geoparchi regionali (CaRGeo) presso la struttura regionale competente in materia di geologia, che ne cura la tenuta.

2. Il CaRGeo è costituito dalle seguenti distinte sezioni:
a) catasto informatico dei geositi;
b) catasto informatico dei geoparchi regionali;
c) elenco speciale dei geositi di particolare rilevanza.

3. In ciascuna sezione del CaRGeo sono indicati i dati identificativi, la perimetrazione dei geositi e dei geoparchi regionali e ogni altro dato indicato nel regolamento di cui all'articolo 6.

4. La struttura regionale competente in materia di geologia approva in conformità ai criteri previsti dal regolamento di cui all'articolo 6:
a) i dati identificativi, comprese eventuali antiche denominazioni toponomastiche, e le perimetrazioni dei geositi e dei geoparchi regionali;
b) la documentazione necessaria per la valorizzazione e la gestione dei geositi o dei geoparchi regionali.

5. La ricognizione e la perimetrazione dei geositi e dei geoparchi regionali sono effettuate sulla base di approfondimenti tecnico-scientifici relativi alle aree caratterizzate dalla presenza di valenze geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, paleontologiche, mineralogiche e pedologiche.

6. Nell'elenco speciale dei geositi di particolare rilevanza di cui al comma 2, lettera c), sono individuati geositi specifici per valenza e interesse per la comprensione della storia e dell'evoluzione della Terra al fine di assicurarne la tutela e la valorizzazione.

7. Gli enti territoriali, gli enti parco, gli istituti di ricerca, gli ordini professionali di competenza e le associazioni attive in materia ambientale possono proporre alla Regione geositi e geoparchi regionali da inserire nel CaRGeo.

8. Gli elenchi dei geositi e dei geoparchi regionali inseriti nelle sezioni di cui al comma 2 e i relativi aggiornamenti sono approvati dalla struttura regionale competente in materia di geologia, con provvedimento da pubblicarsi sul Bollettino ufficiale della Regione e sul sito istituzionale della Regione e sono trasmessi ai Comuni interessati che provvedono a darne pubblicità nelle forme idonee.

9. I dati del CaRGeo costituiscono strato informativo del Sistema Informativo Territoriale geologico (SITGeo).

Art. 4
(Disposizioni per la tutela dei geositi)

1. L'accesso ai geositi è libero, fatti salvi i diritti dei proprietari e dei terzi, nonché eventuali divieti o limitazioni previsti da disposizioni più restrittive.

2. Per le finalità di cui alla presente legge è vietato:
a) distruggere, danneggiare, deteriorare o deturpare i geositi;
b) alterare il regime idrico con l'effettuazione di scavi, sbancamenti e colmamenti nei geositi di particolare rilevanza di cui all'articolo 3, comma 2, lettera c);
c) alterare la morfologia del terreno nei geositi di cui all'articolo 3, comma 2, lettera c);
d) asportare e modificare gli elementi caratterizzanti il geosito.

3. Nei geositi non è consentito:
a) realizzare nuove cave;
b) realizzare impianti di recupero e di smaltimento dei rifiuti o varianti sostanziali degli impianti esistenti;

c) utilizzare fanghi di depurazione in agricoltura di cui al decreto legislativo 27 gennaio 1992, n. 99 (Attuazione della direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura).

4. L'autorità competente può autorizzare, previo parere della struttura regionale competente in materia di geologia, deroghe alle disposizioni di cui al comma 2, lettere b), c) e d), e di cui al comma 3, per la realizzazione di interventi di rilevante e dimostrato interesse collettivo. A tal fine il soggetto proponente presenta alla struttura regionale competente in materia di geologia il progetto dell'intervento corredato di una relazione geologica illustrativa dell'impatto sul geosito.

5. La struttura regionale competente in materia di geologia emana i provvedimenti diretti a evitare la distruzione, il danneggiamento, il deterioramento e il deturpamento dei geositi, nonché ulteriori specifiche forme di tutela per i geositi di cui all'articolo 3, comma 2, lettera c), e caratterizzati da particolari necessità di salvaguardia.

Art. 5
(Disposizioni per la gestione dei geositi e dei geoparchi regionali)

1. La Regione provvede al monitoraggio sullo stato di conservazione dei geositi.

2. Qualora i geositi ricadano all'interno di aree naturali protette spetta agli enti gestori di tali aree la loro valorizzazione e gestione in conformità ai criteri per la valorizzazione di geositi e geoparchi regionali indicati nel regolamento di cui all'articolo 6.

3. La struttura regionale competente in materia di geologia approva il progetto di valorizzazione e gestione di geositi o di geoparchi regionali presentato, sulla base della documentazione di cui all'articolo 3, comma 4, dagli enti di cui al comma 2 e da altri soggetti gestori.

4. Alla gestione di ogni geoparco regionale partecipa un laureato in geoscienze.

5. Qualora il territorio del geoparco ricada in aree naturali protette ai sensi della legge regionale 30 settembre 1996, n. 42 (Norme in materia di parchi e riserve naturali regionali), o in siti della rete Natura 2000, alle sedute del Comitato tecnico scientifico per le aree protette di cui all' articolo 8 della medesima legge regionale 42/1996 partecipa, a titolo consultivo, un laureato in geoscienze.

Art. 6
(Regolamento per la tutela e la valorizzazione del patrimonio geologico)

1. Con regolamento regionale, approvato previo parere della Commissione consiliare competente, in esecuzione del presente capo e in conformità ai criteri del Repertorio nazionale dei geositi dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA) e del Global Geoparks Network (GGN), sono disciplinati i criteri inerenti:

a) i contenuti e le modalità di gestione del CaRGeo di cui all'articolo 3;
b) l'individuazione dei geositi e dei geoparchi regionali ai sensi dell'articolo 3, commi 3 e 4;
c) l'inserimento dei geositi nell'elenco speciale dei geositi di particolare rilevanza ai sensi dell'articolo 3, comma 2, lettera c);
d) la valorizzazione e la gestione di geositi e di geoparchi regionali e i criteri cui va uniformata la relativa documentazione di cui all'articolo 3, comma 4.

Al CAPO III
la legge detta : DISPOSIZIONI IN MATERIA DI AREE CARSICHE E ACQUIFERI CARSICI

Art. 7
(Ricognizione e delimitazione di aree carsiche e acquiferi carsici)

1. La struttura regionale competente in materia di geologia approva i criteri per l'individuazione delle aree carsiche, dei relativi acquiferi carsici, delle zone sorgentifere, delle aree di ricarica dell'acquifero carsico e provvede alla loro successiva individuazione con proprio decreto, pubblicato sul Bollettino ufficiale della Regione e sul sito isti-

tuzionale della Regione, trasmesso ai Comuni interessati che ne danno pubblicità nelle forme idonee.

2. Per le finalità di cui al comma 1 la Regione individua all'interno delle aree carsiche le seguenti aree:
a) aree soggette a infiltrazione diffusa, ovvero porzioni di territorio caratterizzate dall'affioramento di rocce carsificabili, eventualmente coperte da depositi detritici, su cui si sia sviluppata una copertura vegetale;
b) aree soggette a infiltrazione concentrata, ovvero porzioni di territorio caratterizzate dall'affioramento di rocce carsificabili denudate o dalla presenza di morfologie carsiche superficiali, che condizionano le modalità di infiltrazione delle acque nel sottosuolo, quali doline, inghiottitoi, polje, valli cieche o asciutte;
c) zone sorgentifere, ovvero zone in cui sono ubicate le sorgenti del sistema carsico, nelle quali emerge una parte della risorsa idrica; le sorgenti possono essere costituite anche da grotte sature d'acqua.

3. Per le finalità di cui ai commi 1 e 2 la Regione acquisisce le informazioni di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, ambientale e paesaggistico, che comprendono anche l'andamento degli acquiferi carsici presenti nell'area, qualora indagati, il relativo grado di vulnerabilità e le aree di ricarica limitrofe non carsiche.
4. I dati delle aree carsiche costituiscono strato informativo del Sistema Informativo Territoriale geologico (SITGeo).

Art. 8
(Disposizioni per la tutela di aree carsiche e acquiferi carsici)

1. La Regione definisce le misure dirette ad assicurare la tutela delle aree carsiche e dei relativi acquiferi, delle aree di ricarica della falda, delle sue emergenze naturali e artificiali e delle zone di riserva idrogeologica, anche nell'ambito del Piano di tutela delle acque (PRTA) di cui all' articolo 121 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), ovvero nei Piani di gestione dei bacini idrografici di cui all' articolo 13 della direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000 , che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

2. La Regione può promuovere interventi per accordi e collaborazioni anche sovranazionali e sovraregionali per lo studio e la gestione ottimale di aree vaste carsiche.

3. Ai fini della tutela delle aree carsiche e dei relativi acquiferi non è consentita la realizzazione di:
a) impianti di recupero e smaltimento dei rifiuti nelle aree carsiche soggette a infiltrazione concentrata e nelle zone sorgentifere;
b) discariche di rifiuti pericolosi e non pericolosi di cui all'articolo 4 del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36(Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti), nelle aree carsiche soggette a infiltrazione diffusa.

Il CAPO IV
è invece, dedicato alla tutela e valorizzazione del patrimonio speleologico e delle forre dettando anche i "divieti" da rispettare:

Art. 9
(Catasto speleologico regionale)

1. È istituito il Catasto speleologico regionale (CSR) presso la struttura regionale competente individuata dal regolamento di organizzazione dell'amministrazione regionale di cui all' articolo 3 della legge regionale 27 marzo 1996, n. 18 (Riforma dell'impiego regionale in attuazione dei principi fondamentali di riforma economico sociale desumibili dalla legge 23 ottobre 1992, n. 421), che ne cura la tenuta.

2. Il CSR è costituito dalle seguenti distinte sezioni:
a) elenco delle grotte;
b) elenco delle cavità artificiali;
c) elenco delle grotte turistiche e delle cavità turistiche.

3. Per le finalità della presente legge è istituita una sezione separata del CSR nella quale sono iscritte le forre.

4. In ciascuna sezione del CSR sono indicati i dati identificativi catastali, topografici, toponomastici e metrici dei beni di cui al comma 2, oltre ai dati eventualmente disponibili di tipo geologico, speleologico, morfologico, faunistico, vegetazionale, archeologico, di fruizione, di tutela e

ogni altro dato utile indicato con il regolamento regionale. I dati contenuti nel Catasto regionale delle grotte di cui all' articolo 3 della legge regionale 1 settembre 1966, n. 27 (Norme di integrazione della legge statale 29 giugno 1939, n. 1497, per la tutela del patrimonio speleologico della Regione Friuli Venezia Giulia), sono inseriti nella sezione di cui al comma 2, lettera a).

5. L'elenco delle grotte di cui al comma 2, lettera a), è costituito da sottosezioni che ne evidenziano l'interesse geologico, idrogeologico, paleontologico, biologico, archeologico, etnografico, storico-culturale e paesaggistico.

6. Gli elenchi di cui ai commi 2 e 3 e i relativi aggiornamenti sono approvati dalla struttura regionale di cui al comma 1, con provvedimento da pubblicarsi sul Bollettino ufficiale della Regione e sul sito istituzionale della Regione e sono trasmessi ai Comuni interessati che provvedono a darne pubblicità nelle forme idonee.

Art. 10
(Disposizioni per la tutela del patrimonio peleologico e delle forre)

1. L'accesso al patrimonio speleologico è libero, fatti salvi i diritti dei proprietari e dei terzi ed eventuali divieti o limitazioni previsti da disposizioni più restrittive.

2. Per le finalità di cui alla presente legge all'interno delle grotte è vietato:
a) distruggere, occludere e danneggiare le forme carsiche o alterarne permanentemente la morfologia;
b) abbandonare rifiuti e scaricare reflui di qualsiasi natura ai sensi del decreto legislativo 152/2006 ;
c) provocare alterazioni ambientali permanenti e, in particolare, alterare il regime idrico o compromettere la funzionalità dell'ecosistema;
d) effettuare tracciamenti delle acque, fatti salvi i casi relativi alle attività di studio preventivamente comunicate alla struttura regionale di cui all'articolo 9, comma 1, fermi restando eventuali ulteriori adempimenti previsti;
e) asportare concrezioni; è fatta salva la raccolta per documentati motivi di studio preventivamente comunicati alla struttura regionale di cui all'articolo 9, comma 1;
f) asportare reperti paleontologici, paletnologici o archeologici ai sensi del titolo II della parte quarta del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell' articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n.137).

3. Per le finalità della presente legge nelle forre si applicano i divieti di cui al comma 2, lettere a), b) e c).

4. I divieti di cui al comma 2 non si applicano alle alterazioni necessarie alle operazioni di soccorso. I divieti di cui al comma 2, lettera a), non si applicano alle alterazioni strettamente necessarie alle attività di esplorazione e alla raccolta di idonee campionature per motivi di studio.

5. Ai fini dell'aggiornamento del CSR, qualora nel corso di lavori di qualsiasi natura sia rinvenuta una grotta o una cavità artificiale, il rinvenimento è comunicato entro dieci giorni alla struttura regionale di cui all'articolo 9, comma 1.

6. La struttura regionale di cui all'articolo 9, comma 1, emana i provvedimenti diretti a evitare la distruzione, l'ostruzione, il danneggiamento, il deterioramento e il deturpamento delle grotte.

Art. 11
(Disposizioni per la gestione del patrimonio speleologico)

1. La Regione provvede al monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio speleologico.

2. Con deliberazione della Giunta regionale possono essere individuate grotte di notevole interesse pubblico ai fini dei provvedimenti di cui alla parte terza del decreto legislativo 42/2004 .

3. Al fine di garantire un adeguato livello di tutela delle grotte di cui al comma 2 ogni utilizzo diverso dall'attività speleologica è preventivamente autorizzato dalla struttura regionale di cui all'articolo 9, comma 1, o dagli enti gestori dei parchi, nelle aree di propria competenza, subordinatamente alla presentazione di un progetto di fruizione corredato di una relazione illustrativa dell'impatto delle attività previste.

4. Per motivi di interesse pubblico al fine di assicurare l'accesso alle grotte la Regione può promuovere la costituzione di servitù di passaggio volontarie.

5. Nei parchi regionali e nelle aree contigue possono essere consentiti dall'ente gestore dell'area protetta l'accesso, la ricerca, l'esplorazione di grotte, nonché le eventuali disostruzioni a carattere esplorativo o scientifico, purché previamente disciplinati dal regolamento dell'area protetta interessata o dal Piano di conservazione e sviluppo della medesima.

6. La chiusura degli ingressi della grotta è previamente comunicata, unitamente alla relazione illustrativa dell'intervento, alla struttura regionale di cui all'articolo 9, comma 1, che entro trenta giorni può indicare le prescrizioni necessarie alla tutela dell'ambiente ipogeo. La chiusura degli ingressi della grotta per motivate ragioni di sicurezza può essere comunicata alla struttura regionale di cui all'articolo 9, comma 1, anche successivamente all'intervento e, comunque, entro trenta giorni dal medesimo.

7. L'apertura di nuove grotte turistiche di cui all'articolo 2, comma 1, lettera l), e la loro utilizzazione a fini economici, turistici e sanitari è preventivamente autorizzata dalla struttura regionale di cui all'articolo 9, comma 1, o dagli enti gestori dei parchi, nelle aree di propria competenza, subordinatamente alla presentazione di un progetto di fruizione corredato di una relazione illustrativa dell'impatto delle attività previste. Fatti salvi i vincoli di carattere archeologico, naturalistico, paesaggistico o di altra natura, l'autorizzazione e la realizzazione delle opere sono subordinate al rispetto delle altre normative di settore.

8. Ogni attività riguardante le grotte turistiche di cui all'articolo 2, comma 1, lettera l), si conforma al principio dello sviluppo sostenibile, di cui all' articolo 3 quater del decreto legislativo 152/2006 . realizzazione di percorsi permanenti, quali ferrate sotterranee e scale fisse, nelle grotte non ricomprese nella definizione di cui all'articolo 2, comma 1, lettera l), è disciplinata dal regolamento di esecuzione di cui all'articolo 15.

Per approfondimenti :
http://www.regione.fvg.it/rafvg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA201/FOGLIA17/

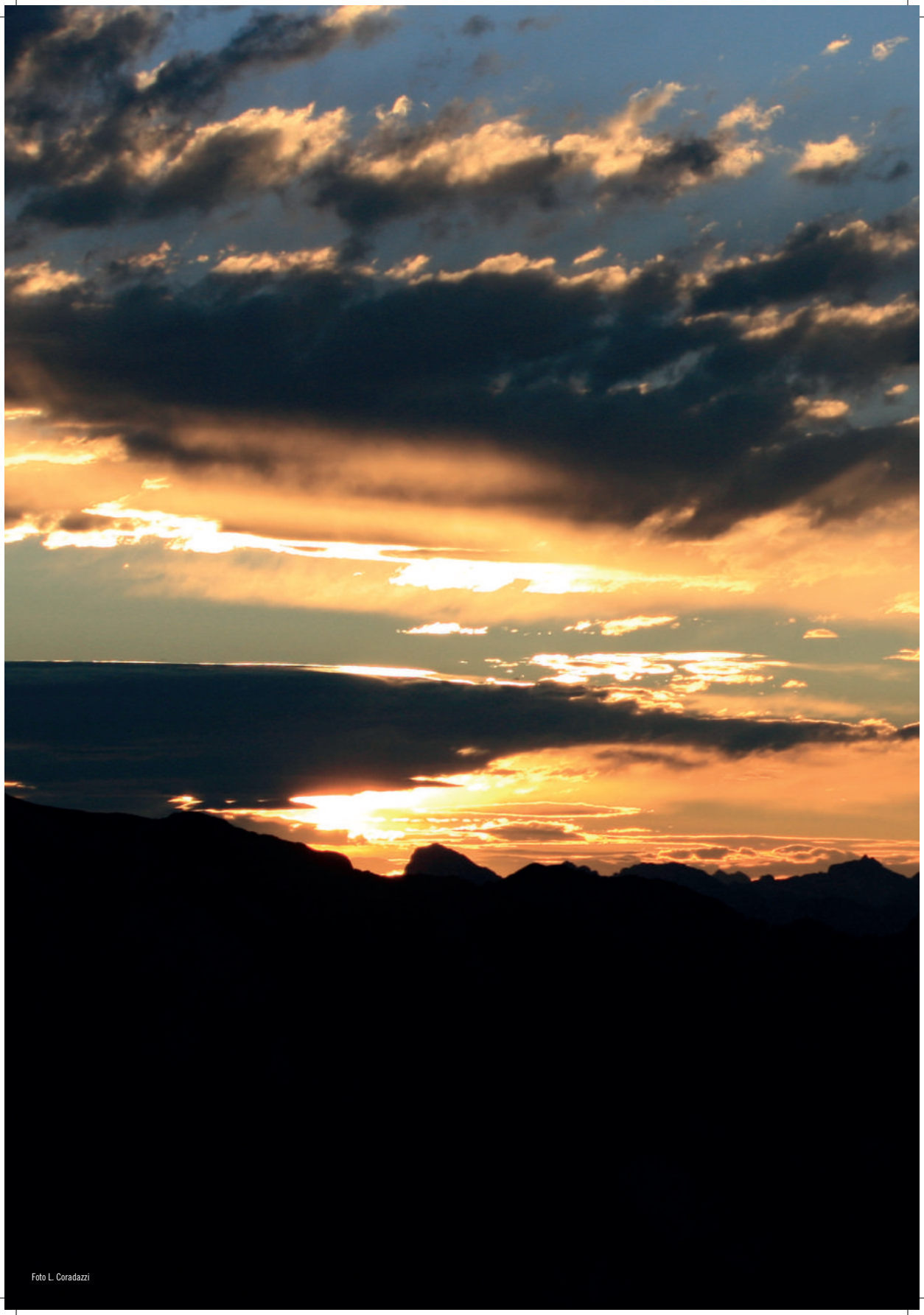
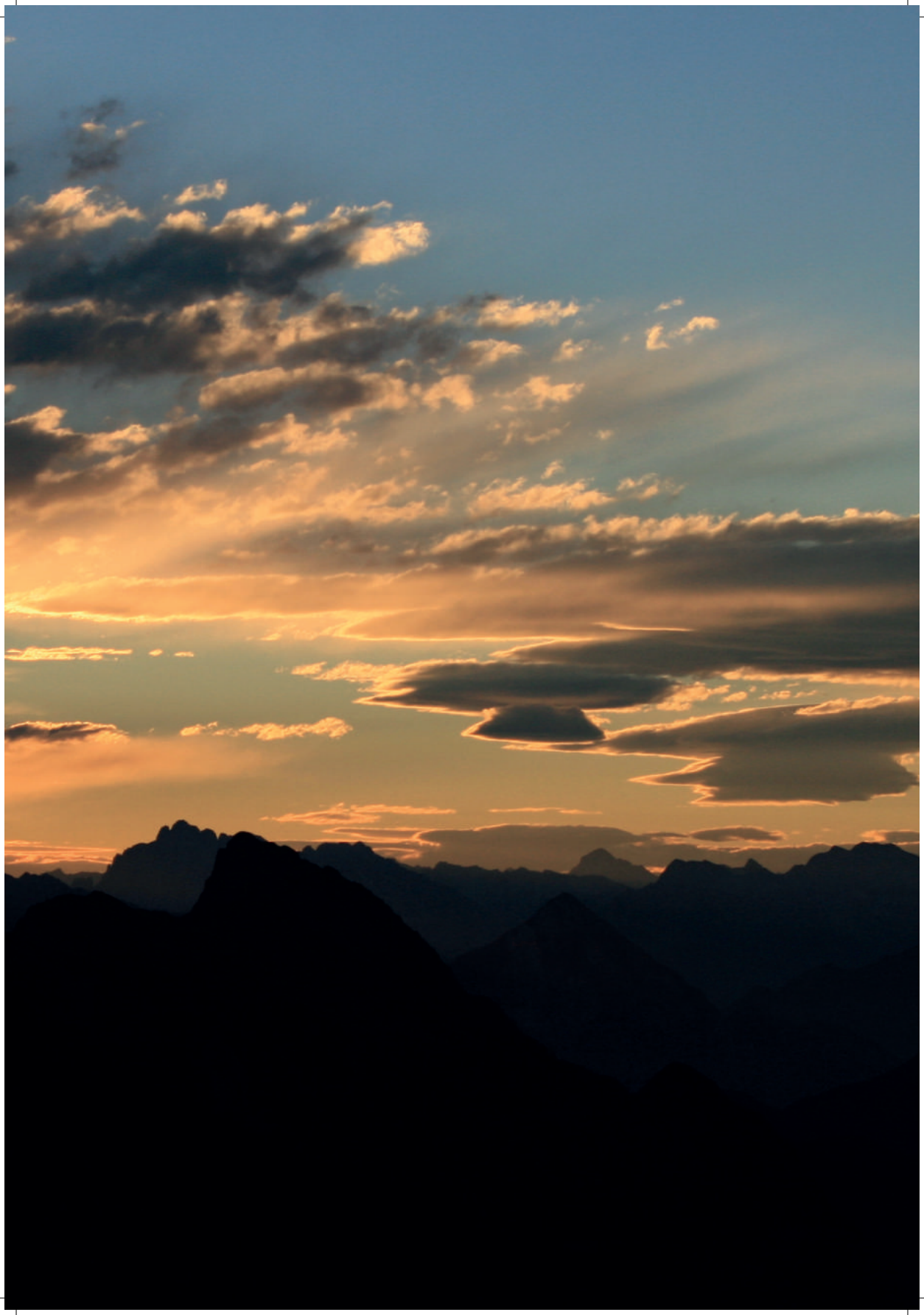


Foto L. Coradazzi



Stampato a Paluzza (UD)
dalla Tipografia C. Cortolezzis
in febbraio 2019 per conto della
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia,
Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici,
Servizio Geologico

Copyright© 2019
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia