

Flysch e frane sottomarine. Proposte per una didattica sul terreno nel Cividalese

FURIO FINOCCHIARO*

Dipartimento di Matematica e Geoscienze
Università di Trieste
finofu@units.it

MICHELE STOPPA**

Dipartimento di Matematica e Geoscienze
Università di Trieste
mstoppa@units.it

SUNTO

Il contributo intende ribadire l'importanza che le attività didattiche sul terreno assumono ai fini di un apprendimento efficace delle Geoscienze. Dopo un necessario inquadramento sulle caratteristiche geologiche della subregione cividalese (Friuli Venezia Giulia, Italia), viene pertanto delineata una proposta didattica che, privilegiando un approccio di tipo euristico, consenta agli studenti delle Scuole secondarie di secondo grado, di scoprire in cosa consistano le attività del geologo.

PAROLE CHIAVE

GEOSCIENZE / GEOSCIENCES; ROCCE SEDIMENTARIE / SEDIMENTARY ROCK; STRATIGRAFIA / STRATIGRAPHY; PALEOGEOGRAFIA / PALEOGEOGRAPHY; GEOMORFOLOGIA / GEOMORPHOLOGY; PREALPI GIULIE / JULIAN PRE-ALPS; SCUOLE SECONDARIE / SECONDARY SCHOOLS; DIDATTICA DELLE GEOSCIENZE / GEOSCIENCES EDUCATION; DIDATTICA TERRITORIALE / TERRITORIAL EDUCATION.

1. PREMESSA

Le peculiarità geologiche del Cividalese (Friuli Venezia Giulia, Italia) offrono ai docenti interessanti opportunità per proporre agli studenti - in modo più avvincente e in una prospettiva maggiormente sensibile ad approcci di natura euristica - i primi rudimenti della Geologia storica e di altri ambiti specialistici delle Geoscienze a essa

* Docente del PAS/TFA A059, del PAS/TFA A060 e del PAS A039 dell'Università di Trieste.

** Docente del PAS/TFA A059, del PAS/TFA A060 e del PAS A039 dell'Università di Trieste.

strettamente connessi e, naturalmente, a essa propedeutici (Sedimentologia, Petrografia del sedimentario, Stratigrafia, Paleogeografia).

Di norma, i manuali di Geoscienze in uso nelle Scuole secondarie di secondo grado, contengono un ampio capitolo dedicato alla storia del nostro pianeta (ossia al campo di studio della Geologia storica). In tale capitolo, dall'impostazione quasi sempre enciclopedica, viene generalmente proposta una ricostruzione degli scenari paleogeografici succedutisi nel corso del tempo, accompagnata da una disamina della diffusione della vita e degli accadimenti bio-geologici, che vengono considerati alla scala planetaria e sull'intero arco della storia geologica¹.

La comprensione di queste conoscenze implica la padronanza di *prerequisiti* impegnativi e indubbiamente rilevanti per le Geoscienze, non solo difficili da assimilare da parte degli studenti ma persino da declinare da parte degli insegnanti, in modo tale da risultare più "digeribili" ai discenti. Spesso, il tutto viene corredato anche dalla richiesta di un esercizio mnemonico tutt'altro che trascurabile (ad es. si invitano gli studenti a memorizzare una grande quantità di nomi di unità cronostratigrafiche, di fossili-guida, ecc.), con il rischio di indurli a ri-orientare i loro interessi verso altre discipline.

Per quanto riguarda, inoltre, lo sviluppo di un'adeguata padronanza dei prerequisiti essenziali, si rammenta, ad esempio, che lo studio delle *rocce* non può considerarsi completato semplicemente limitandosi a esaminare a scuola alcuni *macrocampioni*: una classificazione moderna delle rocce non può prescindere, infatti, dall'osservazione al microscopio di *sezioni sottili*, anche se questa metodologia comporta aspetti, anche tecnici, che difficilmente possono essere affrontati all'interno di un percorso scolastico, fatto salvo che non si instaurino opportune forme di collaborazione inter-istituzionale, con il coinvolgimento, ad esempio, dell'Università.

¹ Si tenga presente che un capitolo analogo o, perlomeno, richiami disseminati nel testo dedicati a queste tematiche compaiono frequentemente anche nei manuali di Bioscienze. Naturalmente, in questo caso, l'attenzione è maggiormente concentrata sugli aspetti di interesse biologico, una tendenza che talora si registra, peraltro, anche nei manuali di Geoscienze. Questi ultimi, invece, dovrebbero riservare maggiore attenzione allo studio dei principali eventi geologici e alle trasformazioni dell'assetto paleogeografico.

Naturalmente le lezioni frontali e l'esame di campioni macroscopici di rocce vanno affiancati a esperienze di didattica territoriale. Così, in campagna, senza trascurare osservazioni di carattere geografico-geomorfologico, si potranno pure svolgere indagini più specifiche su *affioramenti di rocce*, e procedere, ove possibile, pure al riconoscimento di *strutture sedimentarie*.

L'obiettivo formativo di ampio respiro che si intende perseguire è quello di favorire nei discenti una più profonda comprensione del "ciclo geologico", inteso come un organico insieme di conoscenze riguardanti gli ambienti sedimentari attuali, la formazione delle rocce, le relazioni tra le caratteristiche delle rocce e gli ambienti in cui si sono formate, i processi sedimentari, la deformazione tettonica delle masse rocciose, e, infine, il loro modellamento a opera degli agenti morfogenetici².

In questo modo la Geologia storica intesa come lo studio delle trasformazioni nel tempo geologico degli ambienti di sedimentazione con conseguente genesi di una successione stratigrafica di diversi litotipi, ognuno con il suo contenuto fossilifero caratteristico, tornerà ad essere tema precipuo delle Geoscienze.

Il contributo è stato elaborato organizzando i contenuti in funzione di un uso didattico, in particolare da parte di docenti non specialisti in Geoscienze, adeguando opportunamente il linguaggio e la terminologia specialistica. La proposta di seguito formulata si basa, peraltro, sulla convinzione che l'eshaustività della conoscenza - almeno in questo campo - non è altrettanto *qualitativamente* significativa sul piano formativo quanto l'assimilazione di *procedimenti euristici*, fecondati con l'interesse che scaturisce nel discente dall'esaminare casi di studio per quanto possibile paradigmatici, desunti tuttavia dal territorio di residenza, anche attraverso esperienze concrete, da intraprendere *direttamente* sul terreno. Nella didattica delle Geoscienze le attività in campagna rappresentano, infatti, una fondamentale opportunità formativa³, in quanto costituiscono un vero e proprio "laboratorio pratico".

² Cfr.: VENTURINI 2010.

³ Si veda in proposito: STOPPA 2014b.

Verrà, pertanto, preso in considerazione un territorio non eccessivamente esteso dal punto di vista geografico - la subregione cividalese - e un limitato segmento temporale, ossia il Paleogene. In questa sorta di “palestra” i discendenti potranno formarsi un’idea del modo di lavorare - e di produrre conoscenza - del geologo.



Figura 1. Le estreme morbide propaggini delle Prealpi Giulie inquadrare dal versante meridionale del Monte Matajur, in prossimità del Rifugio Guglielmo Pelizzo a Montemaggiore (UD). Al centro è riconoscibile lo sbocco della valle del Natisone nella Pianura friulana e la confluenza del T. Alberone nel Natisone. La freccia indica, invece, la localizzazione del geosito “Cava di Vernasso” sul versante orientale del Monte dei Bovi.

2. LA SCELTA DEL CASO DI STUDIO

Si è ritenuto opportuno concentrare in particolare l’attenzione sulle “Valli del Natisone”⁴, in quanto si tratta di un territorio in cui affiora un insieme di litologie facilmente riconoscibili sul terreno, la cui genesi si deve, peraltro, a processi sedimentari di notevole interesse scientifico.

⁴ Il territorio in questione si estende nel settore sud-orientale delle Prealpi Giulie, comprendendo il bacino montano del Fiume Natisone nonché i sottobacini idrografici dei suoi principali affluenti (l’Alberone, il Cosizza e l’Erbezzo). Per un primo inquadramento delle peculiarità geologiche del territorio si rinvia a CARULLI, GALLI 2013; PONTON 2015, CARULLI 2006, CARULLI (a cura di) 2006. Si tratta di una subregione (naturale) transfrontaliera, innervata sul confine politico che separa l’Italia dalla Slovenia. Caratterizzata dall’insediamento pure di popolazioni slavofone, costituisce un esempio di *frontiera* ossia una fascia di transizione fra il mondo slavo e il mondo latino, dotata peraltro di identità linguistico-culturale propria.

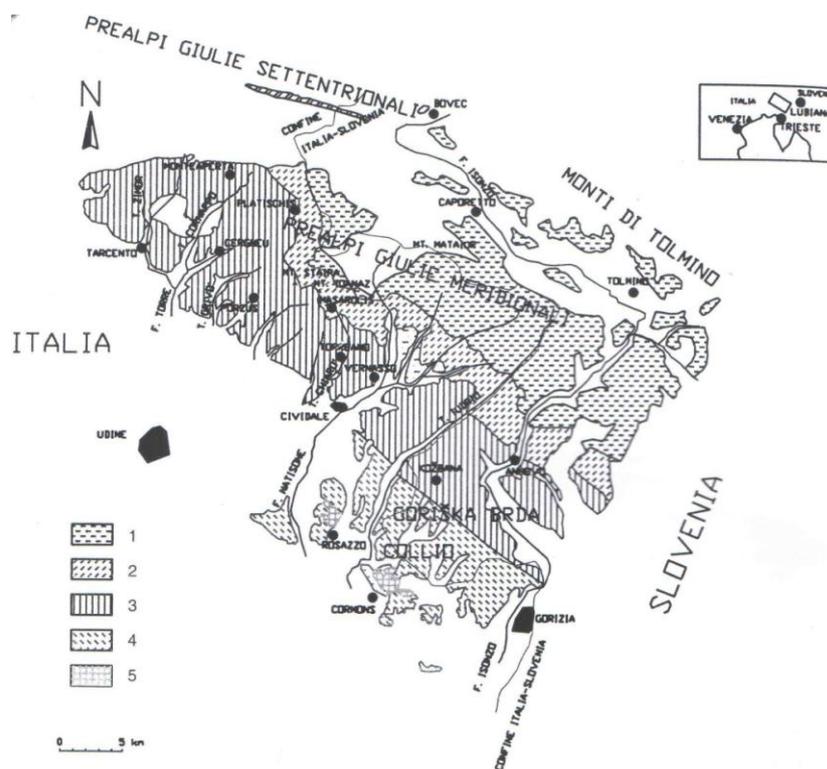


Figura 2. Esempio di *carta litologica* delle Prealpi Giulie (Fonte: CATANI, TUNIS 2000). La legenda è semplificata e adattata a scopo didattico: 1. Litotipi del Cretacico superiore (Mesozoico) (Unità di Drenchia, Flysch di Clodig, Flysch dello Iudrio e Flysch di Monte Brieka). 2. Litotipi del Paleocene da inferiore a parte del superiore (Cenozoico) (Flysch di Calla e Flysch di Masarolis). 3. Litotipi di parte del Paleocene superiore e di parte dell'Eocene inferiore (Flysch del Grivò. Si noti che in questi litotipi affiorano i megastrati più potenti). 4. Litotipi torbiditici dell'Eocene inferiore (Flysch di Cormòns). 5. Litotipi di ambiente deltizio dell'Eocene medio (Unità di Cormòns).

Il “Megastrato di Vernasso” costituisce, ad esempio, un *geosito*⁵ noto a livello internazionale come uno dei più potenti *megastrati*⁶ conosciuti su scala mondiale⁷. Va inoltre ricordato che l'area si presta ampiamente a evidenziare altresì gli stretti collegamenti sussistenti tra assetto geologico e morfologia del territorio⁸.

⁵ Si veda in proposito: CUCCHI et al. 2010. Oltre alla definizione classica di Wimbledon (1996): «un geosito può essere definito come una località, un'area o un territorio in cui è possibile individuare un interesse geologico per la geoconservazione», l'ISPRA - Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale precisa che «i geositi sono elementi, zone o località di interesse geologico di rilevante valore naturalistico ed importanti testimoni della storia della Terra» (v.: <<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/tutela-del-patrimonio-geologico-parchi-geominerari-geoparchi-e-geositi/il-censimento-nazionale-dei-geositi>>. Un significato analogo, anche se non equivalente, ha il termine *geotopo*, introdotto inizialmente nella letteratura scientifica di lingua tedesca e più utilizzato in ambito geografico, di regola a indicare zone significativamente meno estese rispetto ai geositi, eventualmente comprese al loro interno. Si veda nota n. 61.

⁶ La definizione di *megastrato* (indicato in letteratura anche con i termini *megabanco* o *olistostroma*) non è affatto univoca. Si veda in proposito il § 2.3.

⁷ DALLA VECCHIA et al. 2009.

⁸ VAIA 1997.

2.1 LE CARATTERISTICHE DEL FLYSCH AFFIORANTE NELLE VALLI DEL NATISONE

La successione di rocce sedimentarie⁹ che affiora nelle Valli del Natisone comprende diversi litotipi, costituiti sia da rocce carbonatiche sia da rocce clastiche a composizione silicatica o mista, deposte in un ampio arco di tempo che si snoda dal Triassico superiore all'Eocene medio.

Le formazioni carbonatiche mesozoiche affiorano in una zona limitata al confine con la Slovenia, che comprende il Monte Matajur, i monti Mia e Vogu e il Kolovrat; il resto del territorio è caratterizzato da alternanze di marne, arenarie, brecce e megabrecce complessivamente denominate, già a partire dall'Ottocento, come "Flysch".

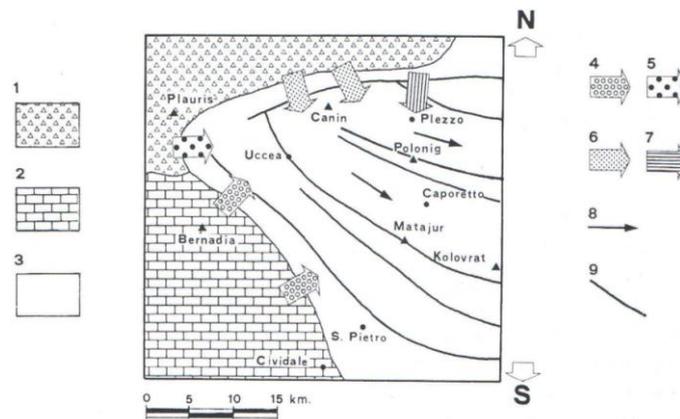


Figura 3. Esempio di *carta geotematica*, in cui viene ipotizzato l'assetto paleogeografico del Bacino Giulio durante il Paleogene e i processi responsabili della genesi degli olistostromi. Per quanto attiene la legenda: 1) Area emersa. 2) Piattaforma carbonatica, localmente emersa. 3) Scarpata e bacino. 4) Apporti sedimentari provenienti dalla piattaforma carbonatica friulana. 5-6-7) Apporti sedimentari provenienti dalle aree emerse localizzate a nord del bacino. 8) Direzioni delle correnti di torbida silicoclastiche. 9) Faglie (Fonte: TUNIS, VENTURINI 1984, legenda adattata a scopo didattico).

La sedimentazione del Flysch è iniziata nel Cretacico superiore¹⁰ per terminare nell'Eocene medio, un intervallo di tempo - se inteso in termini geocronologici¹¹ -

⁹ Per approfondire la conoscenza delle rocce sedimentarie si rinvia a: BOSELLINI et al. 1989.

¹⁰ FERUGLIO 1925.

¹¹ Si rammenta che termini come Cretacico, Eocene, ecc. possono indicare sia intervalli di tempo (in termini geocronologici) sia pacchi di rocce (in termini cronostratigrafici) che si sono formati nell'intervallo di tempo corrispondente. Lo studio accurato di tali pacchi di roccia consente di risalire ai principali accadimenti geologici occorsi nell'intervallo di tempo corrispondente alla loro genesi. Per ulteriori precisazioni sul lessico specialistico stratigrafico si rinvia a CASATI 1996 e alla *International Chronostratigraphic Chart* scaricabile dal sito web:

<<http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-04.pdf>>.

superiore a 25 milioni di anni, durante i quali si è depositato un pacco di rocce, nell'area compresa tra le Valli del Natisone e il Collio goriziano, di potenza complessiva superiore ai 4000 m¹². Questa cospicua successione sedimentaria è stata suddivisa in un insieme¹³ di *formazioni informali*¹⁴ sulla base delle loro diverse caratteristiche litologiche.

Durante il Paleogene - ossia il Periodo che comprende le Epoche Paleocene, Eocene e Oligocene e con cui inizia l'Era Cenozoica - l'area delle Valli del Natisone era rappresentata da un profondo bacino subsidente¹⁵ (si tratta del "Bacino Giulio", noto in letteratura anche come "Bacino Sloveno"¹⁶) compreso tra l'area coinvolta nell'orogenesi alpina (e più precisamente la catena montuosa delle Dinaridi), che stava progressivamente emergendo a nord-est e la Piattaforma Carbonatica¹⁷ Friulana localizzata invece a sud-ovest di esso.

Il Bacino Giulio era interessato sia da *correnti di torbidità* che da *frane sottomarine*. Le prime, movimentando per lo più sedimenti silicoclastici derivanti dalla degradazione di rilievi localizzati a nord e a nord-est rispetto al bacino di sedimentazione, hanno dato origine al *Flysch*, prevalentemente nella sua *facies*¹⁸ più classica, che verrà delineata nel § 2.2. Le seconde coinvolgevano, invece, materiale carbonatico che franava dal margine della piattaforma carbonatica localizzata a sud-ovest, producendo per lo più fenomeni di *trasporto di massa* ma anche correnti di torbidità.

Questa particolare situazione paleogeografica è sostanzialmente alla base delle specifiche caratteristiche del *Flysch* affiorante nelle Valli. Il materiale carbonatico

¹² CATANI, TUNIS 2000.

¹³ Si segnala in proposito che una colonna stratigrafica di immediata leggibilità - e pertanto indubbiamente utile dal punto di vista didattico - relativa al *Flysch* del Grivò, con evidenziati e accuratamente denominati i diversi megastrati carbonatici intercalati alla successione silicoclastica classica del *Flysch*, è desumibile da TUNIS 1987. Si rammenta in particolare che nel *Flysch* del Grivò è pure ricompreso il Megastrato di Vernasso (livello MS 11 di Feruglio).

¹⁴ Si rammenta che la *formazione* è l'unità litostratigrafica fondamentale. Per approfondire le conoscenze su questo importante concetto stratigrafico - che risultano basilari per intraprendere operazioni di *rilevamento geologico* - si rinvia a CASATI 1996 e BOSELLINI et al. 1989; in quest'ultimo viene peraltro illustrato anche cosa si debba intendere per istituzione formale di una formazione.

¹⁵ Si rammenta che la *subsidenza* consente un cospicuo impilamento di sedimenti, anche di notevole potenza stratigrafica. Si veda in proposito: CASATI 1996.

¹⁶ CATANI, TUNIS 2000; TUNIS 1987.

¹⁷ Per approfondimenti sull'ambiente di *piattaforma carbonatica* si rinvia a BOSELLINI 1991.

¹⁸ Per approfondimenti relativi al concetto di *facies*, si rinvia a BOSELLINI et al. 1991 e RICCI LUCCHI 1980.

franato nel Bacino Giulio ha dato origine a dei *megastrati carbonatici*, talora di notevole spessore ed estensione spaziale, litologicamente assimilabili a megabrecce. Vennero studiati già nel secolo scorso da E. Feruglio (1925)¹⁹, che ne identificò ben 25, seppur di potenza variabile²⁰, e li denominò livelli di “conglomerato pseudo cretaceo”, numerandoli a partire dal più antico.

Le caratteristiche sedimentologiche, stratigrafiche, paleontologiche, paleoambientali e paleogeografiche dei megastrati sono state ampiamente studiate²¹. In proposito si segnala il lavoro di Catani e Tunis (2000) che, si presta, forse meglio di altri, a una declinazione didattica adatta alle Scuole secondarie di secondo grado.

Si segnala altresì che, recentemente, è stato pure pubblicato un approfondito studio specialistico²² che affronta dettagliatamente il problema della loro genesi, anche alla luce delle teorie più aggiornate, e soprattutto, in questo caso, l'indagine è stata estesa al bacino nella sua interezza, considerando cioè sia le Valli del Natisone sia le aree comprese in territorio sloveno tra Cormòns, Tolmin (Tolmino) e Kobarid (Caporetto)²³, consentendo una più puntuale ricostruzioni paleogeografica dell'intera area.

La successione stratigrafica si chiude, nell'Eocene, con l'Unità di Cormòns, un Flysch di ambiente deltizio, a dimostrazione della diminuzione di profondità determinata dal progressivo riempimento del bacino.

2.2 LA GENESI DEL FLYSCH

Il Flysch è una roccia sedimentaria clastica caratterizzata per lo più dalla successione ritmica di strati di arenaria e strati di marne; talora possono essere presenti anche livelli conglomeratici.

¹⁹ Egidio Feruglio (1897-1954) è stato geologo, naturalista ed esploratore. Una breve biografia, elaborata in occasione del Centenario della nascita dello studioso dagli alunni della Scuola Media “E. Feruglio” di Feletto Umberto (UD) è reperibile al sito: <<http://ospitiweb.indire.it/~udee0001/feruglio/biografia.htm>>.

²⁰ Cfr.: CATANI, TUNIS 2000. È di indubbio interesse, dal punto di vista della storia del pensiero geologico, soffermarsi a esaminare ad esempio la descrizione che il Feruglio fece dell'Eocene nelle *Note illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie* relative al *Foglio Udine*, sia in termini di caratteristiche delle litologie affioranti ma, e soprattutto, di interpretazione della loro genesi (si veda: FERUGLIO 1929), comparandola, quindi, con gli studi più recenti.

²¹ Si veda in proposito: CATANI, TUNIS 2000; DALLA VECCHIA et al. 2009; PIRINI RADRIZZANI et al. 1986; TUNIS 1987, 2000; TUNIS, VENTURINI 1984, 1997 e, dal punto di vista paleontologico, DALLA VECCHIA et al. 2004; GRASSINO 1999.

²² OGATA et al. 2014.

²³ In proposito si veda anche POGAČNIK et al. 2015.

I meccanismi di formazione del Flysch sono indubbiamente complessi e sono stati compresi solo a partire dagli anni Trenta del secolo scorso, mentre con il dopoguerra è stato intrapreso lo studio approfondito delle sequenze sedimentarie, soprattutto in Appennino e nei Pirenei, che, di fatto, ha permesso il perfezionamento di *modelli deposizionali*²⁴.

Talora, in alcuni manuali scolastici, il Flysch viene sbrigativamente definito come una roccia originata da *frane sottomarine* al piede della scarpata continentale. Questo schema di formazione è estremamente semplicistico e non tiene conto dei *modelli teorici* e dell'ampia letteratura geologica disponibile in materia.

Le frane sottomarine rappresentano certamente il processo geomorfologico che, comunque, sta alla base della genesi del Flysch, nel senso che il distacco di una *frana sottomarina* dal margine della piattaforma (continentale/carbonatica) mette in sospensione grandi quantità di particelle detritiche a grana per lo più fine (*silt e clay*)²⁵, generando una massa d'acqua a densità maggiore rispetto alle acque oceaniche circostanti. Questa massa d'acqua più densa tende a scendere per gravità lungo quella sorta di piano inclinato che è la scarpata (continentale/di avanscogliera, quest'ultima ai margini di piattaforme carbonatiche), in molti casi erodendo *canyon* sottomarini.

Quando la corrente di torbidità raggiunge il fondo del bacino, perde velocità gradualmente, sia perché si può espandere lateralmente sia per la brusca diminuzione di pendenza che si registra tra la scarpata e la piana abissale.

Il risultato è la progressiva deposizione, a partire dai più grossolani, dei sedimenti trasportati, a formare ampi depositi a ventaglio (*fan o conoidi sottomarine*) più o meno coalescenti, simili ai grandi *conoidi alluvionali pedemontani*, con l'apice (parte prossimale) più vicino all'orlo inferiore delle scarpate e ampi lobi che si estendono per decine / centinaia di km, costituendo nel loro insieme una forma sottomarina nota come *rialzo (continentale)* che raccorda la scarpata al fondo del bacino di sedimentazione.

²⁴ BOSELLINI et. al. 1989; RICCI LUCCHI 1974, 1980, 1992.

²⁵ I termini *silt (limo)* e *clay (argilla)* sono da intendere in senso granulometrico. Ai sensi della Scala granulometrica di Wentworth, il *silt* è costituito da granuli di diametro compreso tra 1/16 di mm (0,0625 µm) e 1/256 di mm (0,004 µm), mentre nel caso del *clay* i granuli hanno diametri inferiori a 1/256 di mm (0,004 µm).

Lo “strato”, che si deposita per decelerazione di una corrente di torbidità ha delle caratteristiche particolari. È contraddistinto da una suddivisione interna in *intervalli* e prende il nome di «Sequenza di Bouma» dall'autore olandese che per primo l'ha descritta. La sequenza completa prevede cinque intervalli, denominati dal basso verso l'alto Ta-Te:

- Ta: intervallo basale gradato, in cui le dimensioni medie dei granuli aumentano dal basso verso l'alto (*gradazione diretta*), costituito da sabbie medio-grossolane e microconglomerati;
- Tb: intervallo caratterizzato da sabbie medio-fine a laminazione piano parallela;
- Tc: intervallo contraddistinto da sabbie fine e silt a stratificazione incrociata;
- Td: intervallo caratterizzato da silt con lamine piano parallele;
- Te: intervallo contraddistinto, infine, da silt e clay riferibili alla normale sedimentazione bacinale che chiude l'evento di torbidità.

La sequenza Ta-Tc rappresenta, quindi, il risultato di una corrente che decelera, perdendo progressivamente competenza²⁶, ovvero capacità di trasporto, ma che conserva ancora capacità trattive sul fondale, come testimonia l'intervallo a stratificazione incrociata, mentre la progressiva sedimentazione del materiale provoca una graduale diminuzione della densità della corrente di torbidità.

2.3 LA GENESI DEI MEGASTRATI

Una delle caratteristiche geologiche più significative delle Valli del Natisone – che tra l'altro, determina anche il peculiare assetto morfologico del territorio cividalese, è rappresentata dalla presenza all'interno della sequenza stratigrafica di *megastrati*²⁷,

²⁶ Il concetto di *competenza* precisa la massima dimensione dei granuli di sedimento che una corrente può trasportare in funzione della propria velocità. Quanto maggiore è la velocità (da cui dipende l'energia libera che può essere spesa nei processi di erosione e di trasporto) tanto maggiore è la competenza.

²⁷ Il letterario vengono utilizzati per indicare un *megastrato* anche i termini *megabanco* e *olistostroma*, quest'ultimo derivato dal greco antico *olistaino* che significa *scivolare* e *stroma* che significa *strato*).

ovvero di *strati* molto potenti²⁸, composti prevalentemente da materiale carbonatico. A questo punto è determinante precisare cosa si debba intendere per “molto” potente. Ad esempio, Bosellini et al.²⁹ definiscono *megastrato* uno strato con *potenza stratigrafica* (ossia con uno spessore) maggiore di 10 m. Secondo Bouma i megastrati devono raggiungere uno spessore critico o almeno essere significativamente più potenti degli altri strati della sequenza. Tunis e Venturini³⁰, certamente anche sulla base di un’ampia esperienza di rilevamento geologico maturata nel Cividalese, preferiscono, invece, applicare una definizione meno rigida da un punto di vista quantitativo, definendo *megastrato* uno strato che abbia potenza di uno o più ordini di grandezza maggiori rispetto alla media della potenza degli strati presenti nella successione del bacino in esame come suggerito da Mutti et al.³¹. I parametri e i valori considerati variano da bacino a bacino.

Nel caso del Bacino Giulio si parla di *megastrati* in presenza di banchi che raggiungano uno spessore di 15-20 m³². Si tratta pertanto di unità litostratigrafiche che presentano caratteristiche tali da essere riconoscibili sul terreno in aree sufficientemente estese, in modo tale da facilitare le *correlazioni stratigrafiche* - in quanto isocroni - e, possibilmente, risultare anche *cartografabili*: rappresentano pertanto importanti *marker stratigrafici*.

Alcuni dei megastrati delle Valli del Natisone raggiungono spessori veramente eccezionali, pur registrando *variazioni laterali* della potenza. Per il megastrato di Vernasso (livello MS 11 di Feruglio), ad esempio, si superano i 250 m di potenza, mentre i megastrati di Porzus (livello MS 15 di Feruglio, quindi più recente) e Monte Ioanaz (livello MS 3 di Feruglio, quindi più antico) superano i 100 m. Megastrati di questo spessore sono facilmente riconoscibili sul terreno per decine

²⁸ Si veda in proposito il modello proposto da Labaume et al. nel 1983 che, viene recepito nel lavoro di Catani e Tunis (v. CATANI, TUNIS 2000), in quanto, nel Cividalese risulta ampiamente compatibile, almeno nel caso degli *olistrostromi* più potenti, con le risultanze di terreno.

²⁹ BOSELLINI et al. 1989.

³⁰ TUNIS, VENTURINI 1997.

³¹ MUTTI et al. 1984.

³² Cfr.: CATANI, TUNIS 2000.

di chilometri e condizionano l'assetto del paesaggio naturale della subregione.

La genesi della maggior parte dei megastrati è legata a processi sedimentari significativamente differenti rispetto a quella delle *torbiditi*: sono il risultato di *movimenti di massa* di materiali verso il fondo del bacino; rappresentano, quindi, dei fenomeni di risedimentazione a larga scala. Per voler usare dei termini più semplici i megastrati sono il prodotto di *frane sottomarine*, anche di enormi dimensioni.

D'altra parte sia le *torbiditi* sia le *frane sottomarine* fanno parte dei *processi gravitativi*, ovvero di quei fenomeni in cui è la *forza di gravità* l'agente morfogenetico responsabile del processo. Tuttavia, come già precisato, le frane sottomarine rappresentano il processo iniziale che è pure alla base delle correnti di torbidità, e, certamente, una megafrana mette in sospensione anche grandi quantità di materiale fine e, quindi, a sua volta genera una corrente di torbidità.

A differenza delle correnti di torbidità, il *trasporto in massa* si distingue per la notevole *granulometria*³³ dei materiali coinvolti anche in conseguenza delle maggiori *densità* e *viscosità* che caratterizzano il flusso, tanto da renderlo in una certa misura assimilabile alle colate detritiche (*debris flow*) che avvengono in ambiente subaereo. Tali caratteristiche del flusso che, analogamente alle correnti di torbidità si esplica a stretto contatto con il fondo, ne giustificano la significativa azione erosiva a carico dello stesso, tanto da inglobare brandelli di sedimenti raschiati dal substrato (detti *rip up* torbiditici). La deposizione avviene poi più rapidamente, date le granulometrie coinvolte, rispetto a quanto si osserva per le correnti di torbidità.

E questo è anche il motivo per cui in letteratura ricorre una terminologia abbastanza complessa: *megastrati*, *megabanchi*, *strati complessi*, *megatorbiditi*. In particolare, Tunis e Venturini³⁴ ricordano, inoltre, che esistono diverse tipologie di megastrati, ossia: megastrati complessi, megastrati polifasici, megatorbiditi, *big bed* carbonatici massicci.

³³ Si ricorda che la granulometria più grossolana coinvolta in una torbidite è dell'ordine dei *ciottoli* (*sensu* Wentworth), mentre, nel caso del trasporto di massa, i clasti coinvolti (*olistoliti*) raggiungono le dimensioni dei *blocchi*, talora del volume di molti m³.

³⁴ TUNIS, VENTURINI 1997.

Ogata et al.³⁵ utilizzano, invece, i due acronimi MTD e MTC. Il primo termine indica depositi gravitativi prodotti da un *unico* evento deposizionale (*Mass Transport Deposit*), mentre il secondo indica invece *depositi compositi*, risultato di più eventi successivi sovrapposti (*Mass Transport Complex*).

In letteratura ricorre anche il termine *sismotorbiditi* coniato da Mutti et. al.³⁶, che assume, peraltro, un ben preciso significato *genetico*, richiamando l'origine del fenomeno, che sarebbe connesso a eventi sismici di straordinaria intensità. Questi, almeno nel caso del Bacino Giulio, sono ritenuti la causa più accreditata del fenomeno. Nel caso delle Valli del Natisone, frane sottomarine e correnti di torbidità hanno pure provenienze diverse: le correnti di torbidità provengono da nord e nord-est, mentre le frane provengono, invece, dalla piattaforma carbonatica friulana, localizzata a sud e a sud-ovest rispetto al Bacino Giulio. Di conseguenza anche la composizione litologica dei rispettivi depositi è diversa.



Figura 4. La Cava di Vernasso vista dalla strada che collega Cividale a San Pietro al Natisone (UD).

2.3.1 IL MEGASTRATO DI VERNASSO

Il *megastrato di Vernasso* è sicuramente il geosito più importante delle Valli del Natisone. Le sue caratteristiche interne sono state messe in evidenza durante i

³⁵ OGATA et al. 2012.

³⁶ Cfr.: CATANI, TUNIS 2000.

lavori di coltivazione di un'imponente cava localizzata tra Sanguarzo (UD) e Vernasso (UD) e ciò ha reso possibile l'osservazione anche di quelle litologie più facilmente alterabili/erodibili e che, normalmente, sono ricoperte da suolo.

Da alcuni anni la cava non è più in attività e lentamente la vegetazione sta nascondendo alcuni affioramenti, ma comunque sono ancora ben visibili le suddivisioni interne del megastrato principale, nonché le alternanze tra Flysch e altri megabanchi di minore potenza stratigraficamente più recenti. Infatti, nel sito della Cava di Vernasso e nei suoi immediati dintorni, non solo è visibile il Megastrato di Vernasso (megabanco n. 11, seguendo l'originaria numerazione proposta da Feruglio³⁷), ma anche i sovrastanti megastrati dal n. 12 al n. 15.

Con i suoi 235 m di spessore, il Megastrato di Vernasso potrebbe rappresentare uno dei più potenti corpi sedimentari esistenti sinora noti associati a un singolo episodio di sedimentazione. Seguendo il *modello di facies* introdotto da Labaume et. al. e ripreso da Catani e Tunis³⁸, il Megastrato di Vernasso può essere suddiviso in cinque unità.

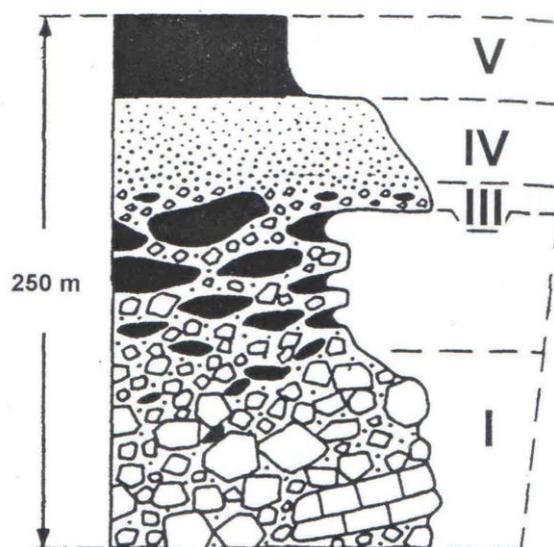


Figura 5. Il modello di facies proposto da Labaume et al. (1983) si presta a ricapitolare le caratteristiche dei principali megastrati presenti nel Flysch del Grivò (Fonte: CATANI, TUNIS 2000).

³⁷ FERUGLIO 1925.

³⁸ CATANI, TUNIS 2000.

L'unità U_1 (v. I in Figura 5) è costituita da una *megabreccia* poco organizzata con evidenti olistoliti calcarei e marnosi, per uno spessore di 55 m. L'unità U_2 è rappresentata da megabreccia con olistoliti metrici-decimetrici in cui compaiono brandelli di Flysch strappati dal fondo del bacino nel corso dell'evento gravitativo (*rip up* torbidity). Lo spessore raggiunge gli 85 m. Secondo questi Autori questi primi due livelli (*megabreccia*) vengono considerati come un unico *olistostroma* di 140 m di spessore che ingloba olistoliti riferibili a un intervallo cronostratigrafico estremamente ampio, strappati dai margini della piattaforma carbonatica (nel caso di U_1) e dal fondo del bacino (i brandelli di Flysch nel caso di U_2). Le unità U_1 e U_2 rappresentano quindi il vero e proprio corpo di frana.

Le unità successive (U_3 , di 25 m e, rispettivamente, U_4 , di 35 m di spessore) sono rappresentate rispettivamente da una *calcirudite* e da una *calcarenite*³⁹. L'unità stratigraficamente più alta (U_5 , di 30 m di spessore) è costituita, infine, da marne⁴⁰. Le unità U_3 , U_4 , U_5 , rappresentano la testimonianza di una *megatorbidite* che la frana sottomarina stessa ha innescato e messo in movimento.



Figura 6. Cava di Vernasso (UD). L'unità U_2 vista dal piazzale inferiore.

³⁹ Con i termini di *calcirudite* (conglomerato/breccia calcareo/a) e *calcarenite* (arenaria calcarea) si indicano rocce sedimentarie clastiche con clasti prevalentemente carbonatici. In particolare la calcarenite dell'unità U_4 costituisce la ben nota *pietra piacentina*.

⁴⁰ Si rammenta che la *marna* è una roccia sedimentaria a grana fine a composizione mista. È costituita infatti da cristalli finissimi di carbonato di calcio (detti *micrite*) mescolati, in proporzioni variabili tra il 35% e il 65%, con minerali argillosi (fillosilicati). Le marne sono rocce plastiche, dotate di scarsa coesione.

Questa sorta di “percorso stratigrafico” viene praticamente a coincidere, assai opportunamente dal punto di vista didattico, con il percorso della strada che si snoda all’interno della cava che, partendo dal piede del versante e risalendo verso i ripiani superiori, inizialmente attraversa l’unità U_2 , caratterizzata appunto da una matrice caotica, in cui sono immersi enormi *olistoliti* calcarei e *flyschoidi*.

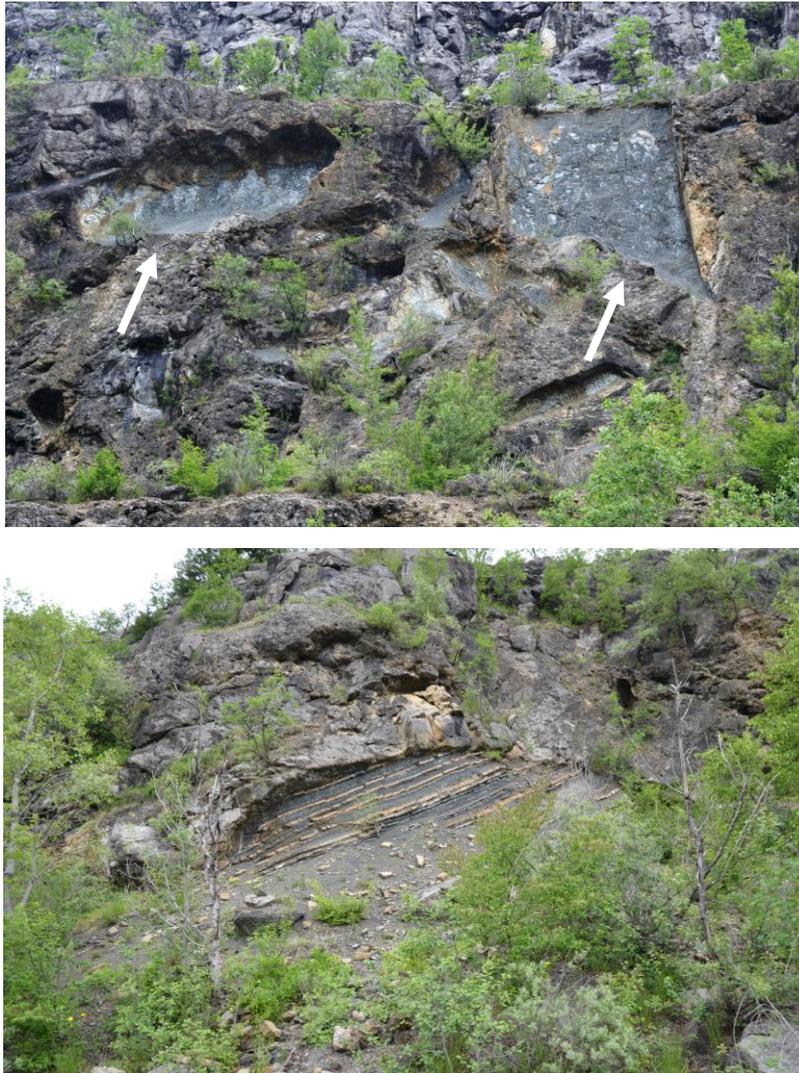


Figura 7. Cava di Vernasso (UD): olistoliti compresi nell’unità U_2 . Sopra: la freccia a sinistra mostra un vacuo originariamente occupato da un olistolite marnoso; la freccia a destra indica invece un olistolite calcareo. Sotto: si noti al centro un olistolite flyschoido.

La strada sale e, successivamente, entra nelle unità carbonatiche U_3 e U_4 . In corrispondenza del piazzale più alto, la litologia cambia ulteriormente: affiorano le marne cerulee (chiare) dell’Unità U_5 .

Il limite – un esempio tipico di *confine litostratigrafico* - tra i livelli fini marnosi con cui termina il Megastrato di Vernasso e il Flysch stratigraficamente sovrastante è facilmente osservabile in corrispondenza del ripiano subpianeggiante sommitale della cava. Il limite stratigrafico è marcato dalle testate sporgenti dal terreno di straterelli arenacei di colore nocciola che caratterizzano il Flysch (a composizione silicoclastica classica).



Figura 8. Cava di Vernasso (UD). A sinistra: calcirudite (unità U₃). A destra: calcarenite (unità U₄).

Il versante subverticale alle spalle del piazzale sommitale consente ulteriori straordinarie osservazioni: in successione da nord-est verso sud-ovest si possono distinguere le marne al top del Megastrato di Vernasso, un primo affioramento di Flysch, il megastrato MB 12, nuovamente del Flysch e poi ancora un ultimo megastrato (MB 13) (v. Figura 9).

Il sito di Vernasso aveva un'altra particolarità di notevole interesse paleontologico e paleoambientale: alcuni dei grandi *olistoliti* calcarei del Cretacico superiore inglobati nell'unità U₁ avevano un importante contenuto fossilifero, già studiato alla fine del XIX secolo. Si trattava di pochissimi blocchi, peraltro non facilmente individuabili, ricchi di fossili di pesci, sia clupeiformi (simili alle sardine e alle aringhe attuali), sia picnodontiformi, pesci tipici dei mari tropicali del Cretacico, sia resti di altri pesci

teleostei e rari denti di squaliformi. Alcuni olistoliti registravano persino episodi di moria di massa. Erano anche presenti resti vegetali di Araucariacee, piante molto antiche che attualmente sono tipiche dell'emisfero australe⁴¹. Tali blocchi sono stati rimossi per attività di scavo, pertanto non sono più reperibili.

Il Megastrato di Vernasso è caratterizzato da una grande continuità laterale e nei pressi di Torreano il suo spessore è persino maggiore a quello riscontrabile a Vernasso.

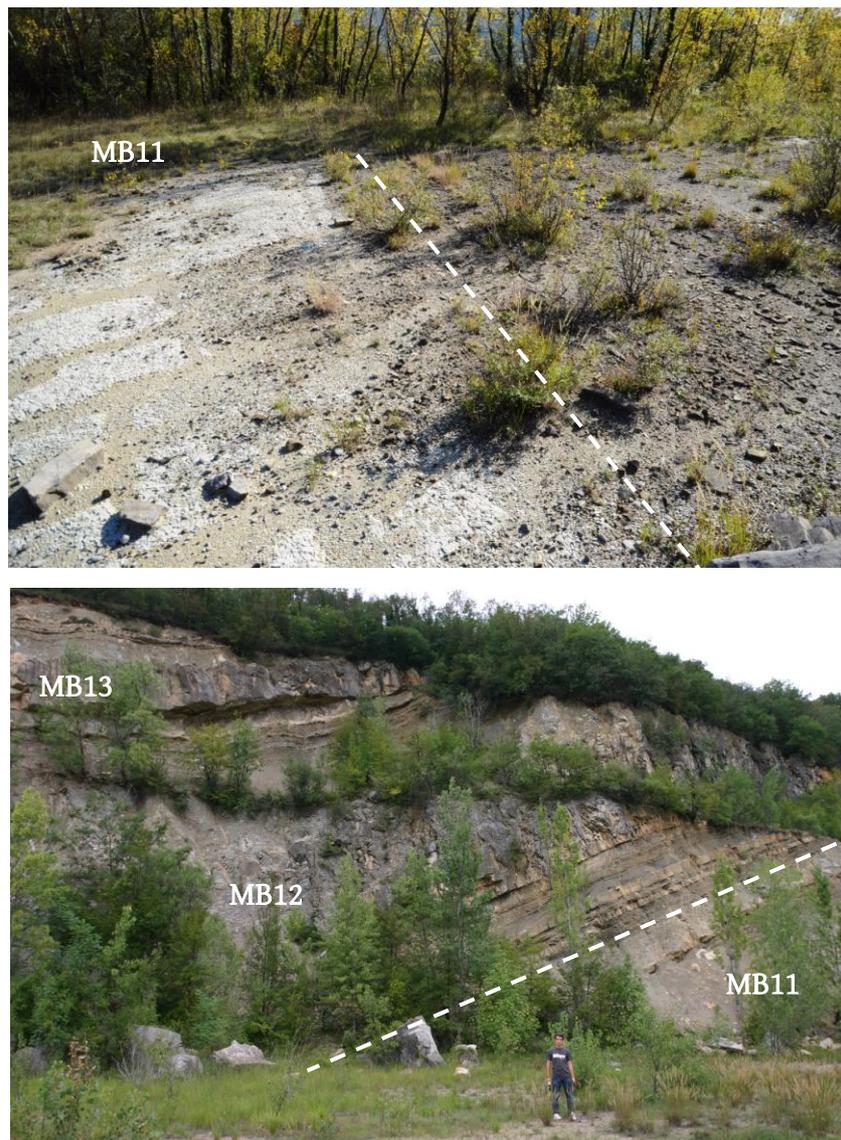


Figura 9. Sopra: il confine stratigrafico visibile nel piazzale superiore della cava tra la marna (unità U₅ di MB11, visibile a sinistra) e il Flysch stratigraficamente sovrastante (visibile a destra). Sotto: lo stesso confine stratigrafico nella sezione verticale alle spalle del piazzale superiore. Sono inoltre visibili anche i megabanchi MB 12 e MB 13, separati da un'ulteriore intercalazione di Flysch.

⁴¹ Si veda ad es.: DALLA VECCHIA et al. 2009.

Inoltre, soprattutto le unità calciruditiche e calcarenitiche hanno un elevato tenore di carbonati e quindi sono carsificabili.

2.4 SUCCESSIONE STRATIGRAFICA E MORFOSELEZIONE

Il paesaggio delle Valli del Natisone è condizionato fortemente sia dalla diversa litologia delle rocce affioranti sia dall'assetto tettonico, particolarmente importante in una catena attiva, come testimoniato dalla sismicità attuale (VAIA 1997): queste considerazioni generali, che valgono per qualsiasi paesaggio naturale, si possono ovviamente ancor di più adattare alle Valli del Natisone e a tutta la fascia delle Prealpi Giulie, verso nord-ovest fino alle valli del Torre e del Cornappo e verso sud-est fino a Stregna (UD) e Prepotto (UD), con le peculiarità di seguito evidenziate.

Nel settore più settentrionale delle valli, l'attraversamento dell'anticlinale carbonatica del Monte Mia-Matajur da parte del Natisone genera una valle stretta, che si allarga, dopo Pulfero (UD) proprio in corrispondenza dell'affioramento del Flysch del Grivò, la formazione in cui iniziano a essere più frequenti e più potenti i megastrati carbonatici.

I due litotipi, infatti, rispondono in modo diverso ai due processi morfogenetici più importanti legati ai climi temperati umidi particolarmente piovosi che caratterizzano le Prealpi Giulie: l'*erosione* e la *corrosione*. L'effetto di questi due processi è reso evidente dalla diversa pendenza dei versanti dei rilievi e dalla diversa permeabilità dei due litotipi. Escludendo i fondovalle, oltre la metà del bacino idrografico è caratterizzata da pendenze modeste, comprese tra i 10° e i 30°, su superfici che vengono a coincidere in gran parte con gli affioramenti della successione flyschoide. Al contrario vi sono limitate superfici con pendenza che supera i 40°-50° e che corrispondono agli affioramenti dei megastrati carbonatici.

Un esempio abbastanza evidente della diversa pendenza assunta da versanti impostati nel Flysch o, rispettivamente, nei megastrati calcarei, si può osservare nelle vicinanze

di San Pietro al Natisone (UD), percorrendo il sentiero naturalistico⁴², dei Monti Barda (252 m s.l.m.) e Roba (298 m s.l.m.) (v. Figura 10) immediatamente a est dell'abitato, la cui morfologia può essere esaminata nel dettaglio analizzando l'andamento delle isoipse negli *Elementi* della Carta Tecnica Regionale del Friuli Venezia Giulia (067061 *San Pietro al Natisone*; 067062 *Purgessimo*).



Figura 10. Sopra: il Monte Roba e il Monte Barda visti dalla Cava di Vernasso. In secondo piano sono visibili i rilievi che separano le valli del T. Alberone e del T. Cosizza. Sotto: il megastrato calcareo sulla cima del Monte Barda.

La struttura geologica dei due rilievi è simile: sulla loro sommità affiora un megastrato calcareo, potente una decina di metri, che determina un incremento

⁴² Si tratta di un breve e interessante itinerario segnalato e attrezzato dal CAI di Cividale e preso in gestione dagli allievi delle Scuole secondarie di primo grado di San Pietro al Natisone (UD) già a partire dall'a. s. 1998-99. Nel 2014, è stato oggetto di un intervento di risistemazione.

delle pendenze, per arrivare quindi a una superficie sommitale subpianeggiante. Si tratta dello stesso megastrato che si intravede tra la vegetazione in riva destra del Natisone, di fronte all'abitato di San Pietro. Gli affioramenti calcarei sono ben visibili, proprio in virtù della peculiare composizione mineralogica del litotipo che, sottoposto alla degradazione determinata dagli agenti atmosferici non produce materiali residuali, essendo interessato a prevalenti processi di tipo dissolutivo.

Gli affioramenti di Flysch che caratterizzano la parte inferiore delle alture sono visibili lungo il tratto di strada asfaltata che sale dalla periferia del paese. Il megastrato che affiora sul Monte Roba, caratterizzato da evidenti morfologie carsiche, è stato adattato da opere belliche durante la prima Guerra Mondiale, mentre, invece, la sommità del monte Barda, facilmente difendibile, probabilmente è stata sede di un sito preistorico e/o longobardo.

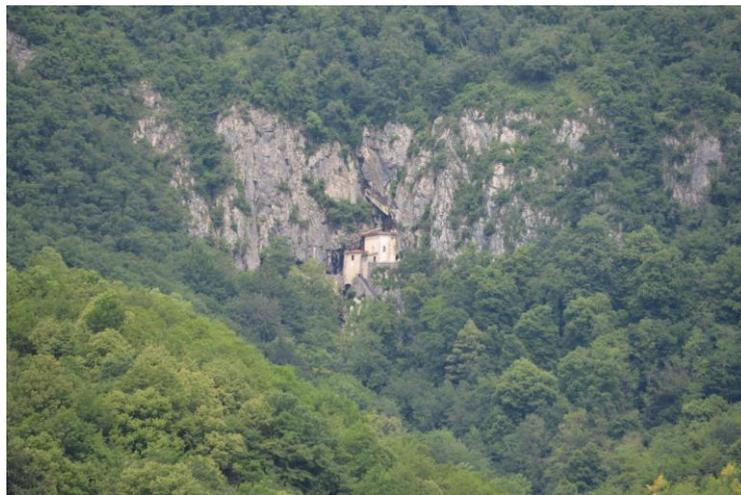


Figura 11. Il geosito di San Giovanni d'Antro (UD).

Spesso, i megastrati più potenti sono fortemente carsificati, e al loro interno si sviluppano complessi reticoli carsici: forse l'esempio più interessante, per le sue valenze archeologiche, artistiche e storiche⁴³ è rappresentato dalla grotta di San Giovanni d'Antro, geosito che si apre su una parete di roccia localizzata tra San Pietro al Natisone e Pulfero (UD), sul versante vallivo destro.

⁴³ Si veda FARAONE 1997; PONTON, TURCO 1997.

Si tratta del megastrato del Monte Ioanaz (livello MS3 di Feruglio), che qui ha uno spessore di 170 m. Il sentiero, che snodandosi dalle ultime dimore del centro abitato di Antro raggiunge l'ingresso, consente di osservare affioramenti di megabreccia (U_1+U_2); più avanti, in prossimità della scalinata d'accesso inizia l'alta parete di calcarenite (U_4), mentre l'unità U_3 (calcirudite), pure presente, non è di facile identificazione.



Figura 12. Affioramenti di megabreccia lungo la carrareccia che raggiunge il geosito.

La parte iniziale della grotta, adeguatamente attrezzata, è facilmente agibile anche ai non speleologi. Si tratta di una galleria suborizzontale, praticamente rettilinea, a sezione triangolare, percorsa da un corso d'acqua temporaneo, visitabile in condizioni di magra per circa 270 m. Si possono osservare morfologie tipiche di grotte attive, anche se sono presenti tracce di concrezionamento e formazione di vaschette sul pavimento, che mostrano tracce di dissoluzione⁴⁴.

Senza entrare nel merito della complessa evoluzione della cavità, le forme di concrezionamento e le vaschette rappresentano già una fase senile, in cui il deflusso idrico si sviluppava attraverso gallerie poste a quote più basse, consentendo fenomeni di concrezionamento. Successivamente anche questo ramo è ritornato a essere attivo e l'azione di grandi quantità d'acqua ha innescato processi di dissoluzione.

⁴⁴ PONTON, TURCO 1997.



Figura 13. Il percorso turistico nel tratto iniziale della grotta.

Nel Megastrato del Monte Ioanaz si aprono inoltre altre cavità, presso Faet, e presso S. Leonardo (Star Cedât). Nelle unità carbonatiche del Megastrato di Vernasso, nei pressi dell'abitato di Prestento, si aprono due importanti cavità, il Foran di Landri e il Foran des Aganis, raggiungibili dall'abitato grazie a un sentiero naturalistico autoguidato, risalendo il quale si incontrano le litologie principali della zona: megabreccia, calcari fossiliferi, calciruditi, marne, laddove non ricoperte da materiali detritici e vegetazione.

L'alternanza tra megastrati carbonatici e Flysch silicoclastico determina, quindi, un paesaggio particolare: ambiti in cui il deflusso superficiale è sostenuto dagli affioramenti di Flysch - e talora dalle megabrecce delle unità U1 e U2, se rese impermeabili dal contenuto di argille - si alternano con aree caratterizzate da deflusso precipuamente sotterraneo, di tipo carsico, interno ai principali megastrati carbonatici. Questo particolare paesaggio subaereo si ripropone anche nelle morfologie di parecchie cavità, che si sviluppano al contatto tra megastrati e Flysch (v. le Grotte di Villanova).

Infine si rammenta che le pareti verticali impostate sui megastrati carbonatici, se intercettate dalla rete idrografica epigea danno luogo a delle cascate (cascata Kot o di Altana presso S. Leonardo, cascata di Taipana) che costituiscono talora dei geositi di interesse paesaggistico (cascate del Rio Boncic e cascata della Cukula a Platischis, entrambe nel Comune di Taipana e impostate nel megastrato del Monte Ioanaz).

3. LA PROPOSTA DIDATTICA

Fermo restando che il percorso formativo di seguito suggerito può, con i dovuti adattamenti e le eventuali necessarie semplificazioni, essere proposto in qualunque Istituto di istruzione secondaria di secondo grado⁴⁵, tuttavia si ritiene che esso risulti particolarmente indicato, per le sue evidenti potenzialità orientative, propedeutiche e professionalizzanti⁴⁶, al secondo anno del primo biennio di un Istituto Tecnico del Settore Tecnologico, nell'ambito dell'indirizzo *Costruzioni, Ambiente, Territorio*.

Tale ottimale collocazione consente di promuovere forme di collaborazione sinergica tra docenti di diverse discipline curriculari (Scienze integrate⁴⁷, Scienze e Tecnologie applicate⁴⁸, Geografia generale ed economica⁴⁹, Storia, Diritto ed Economia)⁵⁰ nonché

⁴⁵ Il percorso formativo qui proposto è indubbiamente indicato anche per il quinto anno del Liceo Scientifico, in particolare nell'ambito dell'opzione Scienze applicate. In tale contesto è necessario però che il docente di Scienze naturali (incardinato nella nuova classe di abilitazione A-50, ex A060) abbia alle spalle un percorso caratterizzato da un'adeguata formazione geologica di livello universitario. In caso contrario si possono valorizzare le risorse umane eventualmente esistenti nell'Ambito del Dipartimento disciplinare d'Istituto o ricorrere al supporto offerto da docenti universitari. Per un inquadramento generale aggiornato delle problematiche connesse all'insegnamento sinergico delle Geoscienze nel quadro dell'assetto ordinamentale attualmente vigente nelle Scuole secondarie di secondo grado si rinvia a: STOPPA 2014a.

⁴⁶ Il percorso formativo consente di far emergere nei discenti attitudini ed interessi che vengono sviluppati nel corso del successivo triennio nell'ambito dell'articolazione "Geotecnico", favorendo in tal modo un'opzione maggiormente consapevole da parte dello studente e un conseguente potenziale contenimento dell'insuccesso formativo. Il percorso consentirà, inoltre, di affrontare temi che verranno ripresi e approfonditi negli insegnamenti di Geologia e Geologia applicata e di Tecnologie per la gestione del territorio e dell'ambiente del triennio.

⁴⁷ Sarà principalmente coinvolto, anche con funzioni di coordinamento, il docente di Scienze integrate – Scienze della Terra e Biologia, incardinato nella nuova classe A-50 Scienze naturali, Chimica e Biologia (già A060 Scienze Naturali, Chimica e Geografia, Microbiologia), ad esso potranno eventualmente affiancarsi, per offrire supporto su aspetti specialistici, anche gli altri due docenti di Scienze integrate (Scienze integrate – Chimica e Scienze integrate – Fisica). Per un quadro complessivo sul nuovo assetto delle classi di abilitazione, si rinvia al DPR 14 febbraio 2016, n. 19 (v. Siti web).

⁴⁸ Il docente di Scienze e tecnologie applicate, insegnamento del secondo anno del primo biennio, è incardinato, nel caso dell'indirizzo Costruzioni, Ambiente e Territorio del Settore Tecnologico dell'Istituto Tecnico, nella nuova classe di abilitazione A-32 Scienze della geologia e della mineralogia derivante dall'accorpamento delle preesistenti classi A011 Arte mineraria e A054 Mineralogia e Geologia. Dati i titoli di accesso richiesti e i programmi dei concorsi a cattedre (v. Siti web) relativi a questa nuova classe di abilitazione è probabile che docenti incardinati in questa classe - che, si badi bene, nel secondo biennio e al quinto anno dell'articolazione Geotecnico dell'Indirizzo Costruzioni, Ambiente e Territorio saranno chiamati ad insegnare Geologia e Geologia applicata nonché Tecnologie per la gestione del territorio e dell'ambiente - padroneggino maggiormente le Geoscienze rispetto a docenti incardinati in A-50 (ex A060), meno frequentemente dotati, in forza dei titoli di accesso previsti da quella classe di abilitazione, di adeguata formazione geologica a livello universitario, quindi possano offrire un contributo essenziale alla realizzazione del percorso didattico qui proposto.

⁴⁹ Questo docente incardinato nella nuova classe A-21 Geografia (ex A039 Geografia) potrà a sua volta offrire un qualificato contributo alla realizzazione del percorso didattico qui proposto, a patto che, nell'Istituto Tecnico ove si intenda intraprendere il percorso formativo in questione, l'insegnamento della Geografia generale ed economica venga impartito al secondo anno del primo biennio. Si veda in proposito il Decreto Ministeriale dd. 11 settembre 2014 (v. Siti web).

di perseguire obiettivi formativi volti a raggiungere *prioritariamente* i seguenti risultati di apprendimento degli insegnamenti comuni agli indirizzi del settore tecnologico⁵¹:

- Riconoscere gli aspetti geografici, ecologici, territoriali dell'ambiente naturale ed antropico, le connessioni con le strutture demografiche, economiche, sociali, culturali e le trasformazioni intervenute nel corso del tempo (1);
- Riconoscere il valore e le potenzialità dei beni artistici e ambientali, per una loro corretta fruizione e valorizzazione (2);
- Utilizzare i concetti e i modelli delle scienze sperimentali per investigare fenomeni sociali e naturali e per interpretare dati (3);
- Analizzare il valore, i limiti e i rischi delle varie soluzioni tecniche per la vita sociale e culturale con particolare attenzione alla sicurezza nei luoghi di vita e di lavoro, alla tutela della persona, dell'ambiente e del territorio (4);
- Redigere relazioni tecniche e documentare le attività individuali e di gruppo relative a situazioni professionali (5).

Il percorso formativo di seguito suggerito si articola in quattro fasi, per ognuna delle quali vengono indicati i *prerequisiti* da padroneggiare, le *competenze* da consolidare nonché le *conoscenze specifiche* da acquisire riferite ai rispettivi *organizzatori cognitivi*; vengono pure proposti dei *casi di studio* e vengono offerti opportuni *suggerimenti metodologico-didattici*, oltre ad indicare i *risultati di apprendimento attesi*.

Esso consentirà agli studenti di incontrare i tipi di rocce presenti nel Cividalese, di scoprire le caratteristiche dell'ambiente in cui tali rocce si sono formate, di indagare i rapporti tra rocce affioranti e morfologia del territorio e infine di analizzare le opportunità che le georisorse hanno offerto all'uomo.

⁵⁰ Si tenga presente che i docenti delle tre discipline maggiormente implicate, ossia Scienze integrate – Scienze della Terra e Biologia, Scienze e tecnologie applicate ed eventualmente Geografia generale ed economica (se impartita al secondo anno del primo biennio) dispongono al secondo anno del primo biennio rispettivamente di: 66 ore annue (tendenzialmente corrispondenti a 2 ore settimanali di lezione), 99 ore annue (tendenzialmente corrispondenti a 3 ore settimanali di lezione) e 33 ore annue (tendenzialmente corrispondenti a 1 ora settimanale di lezione).

⁵¹ Cfr.: <<http://nuovitecnici.indire.it/>>.

FASE 1

<i>Prerequisiti da padroneggiare</i>			
Rocce sedimentarie: classificazione, genesi e ambienti genetici. Concetto di “sequenza stratigrafica”. Potenza stratigrafica. Principio della sovrapposizione stratigrafica (detto di Stenone). Principali unità litostratigrafiche e cronostatigrafiche. Marker stratigrafico. Scala cronostatigrafica. Principali stili tettonici. Faglie. Orogenesi. Avanfossa orogenica. Tettonica sinsedimentaria.			

<i>Organizzatori cognitivi</i>	<i>Conoscenze specifiche da acquisire</i>	<i>Casi di studio da proporre</i>	<i>Competenze da consolidare</i>
Materiali	MTD (Depositi connessi a trasporto di massa). Flysch.	Cava di Vernasso.	Osservare Riconoscere Localizzare Raccogliere (dati) Campionare Analizzare Interpretare Classificare Rappresentare Documentare Descrivere
Strutture	Stratificazione. Megastrati. Olistostromi / Olistoliti / Esotici. Marker stratigrafici isocroni. Strutture sedimentarie interfacciali e transfacciali ⁵² . Strutture sedimentarie geopetali. Stile tettonico monoclinale.	Cava di Vernasso.	
Organismi	Fossili. Icnofossili ⁵³ .	Cava di Vernasso.	
Rappresentazioni	Colonne stratigrafiche. Schemi stratigrafici. Carte geologiche ⁵⁴ / geotematiche.	Cividalese. Prealpi Giulie.	

<i>Risultati di apprendimento attesi</i>			
(1), (2), (3)			

Suggerimenti metodologico-didattici

Data per assodata la padronanza dei prerequisiti in forza di un pregresso percorso formativo nonché delle conoscenze degli aspetti logistico-organizzativi e delle norme di sicurezza per la realizzazione delle attività in campagna⁵⁵, si prevede di svolgere le attività didattiche prevalentemente sul terreno, tramite una *visita di studio* mirata alla

⁵² RICCI LUCCHI 1974, 1992. Ai fini dell'utilizzo in attività didattiche di *laboratorio territoriale*, si suggerisce di privilegiare la prima edizione che risulta operativamente più efficace dal punto di vista didattico, riservando la seconda per ulteriori approfondimenti.

⁵³ Si veda in proposito: RAFFI, SERPAGLI 1996.

⁵⁴ Circa l'utilizzo didattico delle carte geologiche si veda: STOPPA 2011.

⁵⁵ Si veda in proposito: DAMIANI 1984, CREMONINI 1994.

Cava di Vernasso (UD)⁵⁶, in cui si alterneranno lezioni itineranti interattive a laboratori territoriali, quest'ultimi particolarmente dedicati al consolidamento dei saperi specifici riferibili agli organizzatori cognitivi *Strutture / Organismi / Rappresentazioni*.

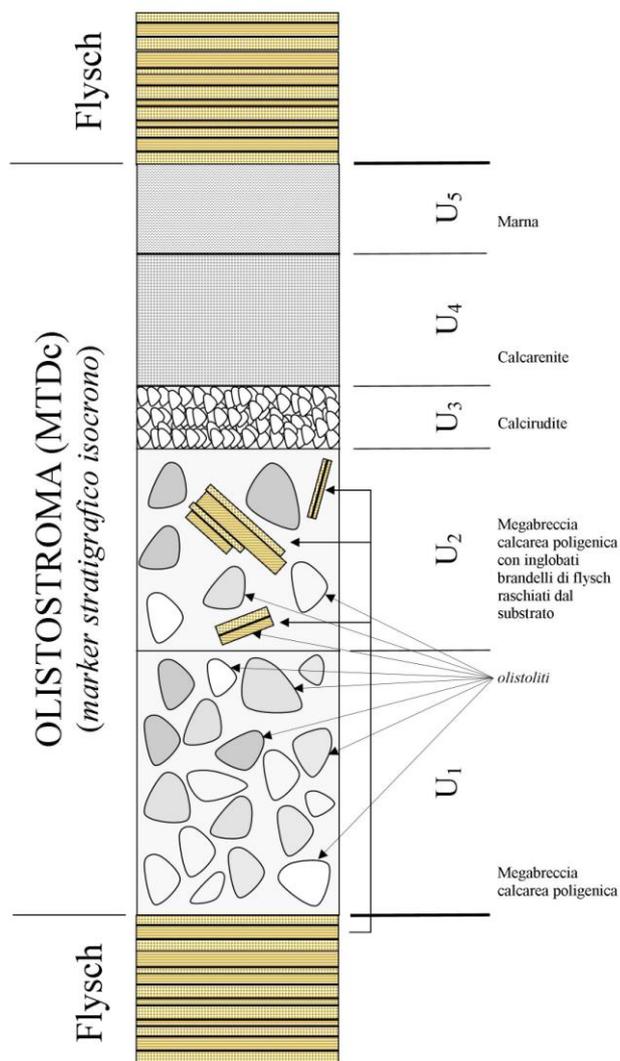


Figura 14. Esempio di sussidio da somministrare agli studenti nel corso della prima fase del percorso didattico. Si tratta di una *colonna litostratigrafica* semplificata a scopo didattico relativa a un megastrato (detto anche *megabanco* o *olistostroma* o indicato, in pubblicazioni specialistiche, come MTD, acronimo che si riferisce ai *depositi determinati da trasporto di massa*). Si noti che gli olistoliti costituiti da brandelli di Flysch raschiati dal fondo e inglobati nell'intervallo U₂ sono di poco più antichi o pressoché coevi all'evento di trasporto in massa che li ha inglobati. La loro attuale giacitura non è più quella originaria; possono risultare anche verticalizzati e persino rovesciati: bisognerà pertanto ricorrere all'individuazione di *strutture geopetali* per riconoscere la *polarità* della sequenza stratigrafica.

⁵⁶ Si precisa che la cava è privata e, attualmente, non è accessibile, anche per problemi legati alla sicurezza. Per tale ragione sarà necessario ricorrere a metodi indiretti di indagine.



Figura 15. Cava di Vernasso (UD): il Megastrato di Vernasso (MS 11 di Feruglio). In alto, a sinistra: il confine litostratigrafico fra l'orizzonte U_5 dell'olistostroma e il sovrastante Flysch in facies distale classica, ben osservabile sul terrazzo di cava. In alto a destra: l'orizzonte U_3 . Al centro: operazioni di rilevamento geologico in corrispondenza di un olistolite di Flysch raschiato dal substrato e inglobato nell'orizzonte U_2 . In basso, a sinistra: un olistolite marnoso inglobato nell'orizzonte U_2 . In basso, a destra: il settore della cava ove affiora l'orizzonte U_2 .

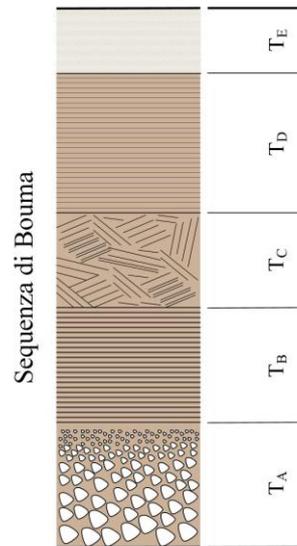


Figura 16. Ulteriore esempio di sussidio da proporre agli studenti nel corso della prima fase del percorso didattico. Si tratta anche in questo caso di una *colonna stratigrafica* semplificata a scopo didattico, raffigurante i cinque intervalli della *Sequenza di Bouma* classica.



Figura 17. Cava di Vernasso (UD): strutture sedimentarie interfacciali osservabili su clasti arenacei. Sopra si notano *controimpronte di corrente* prodotte da vortici (*flute casts*, a destra di tipo sfumato a ventaglio), mentre sotto a destra si riconoscono *vulcanetti di sabbia* (*sand volcanoes*). Sono anche esempi di *strutture geopetali*. Sotto a sinistra sono visibili *gallerie di organismi scavatori* (*burrow casts*); in questo caso si tratta, invece, di *icnofossili* (*paschichnia*, ossia *impronte connesse alla ricerca di cibo*).

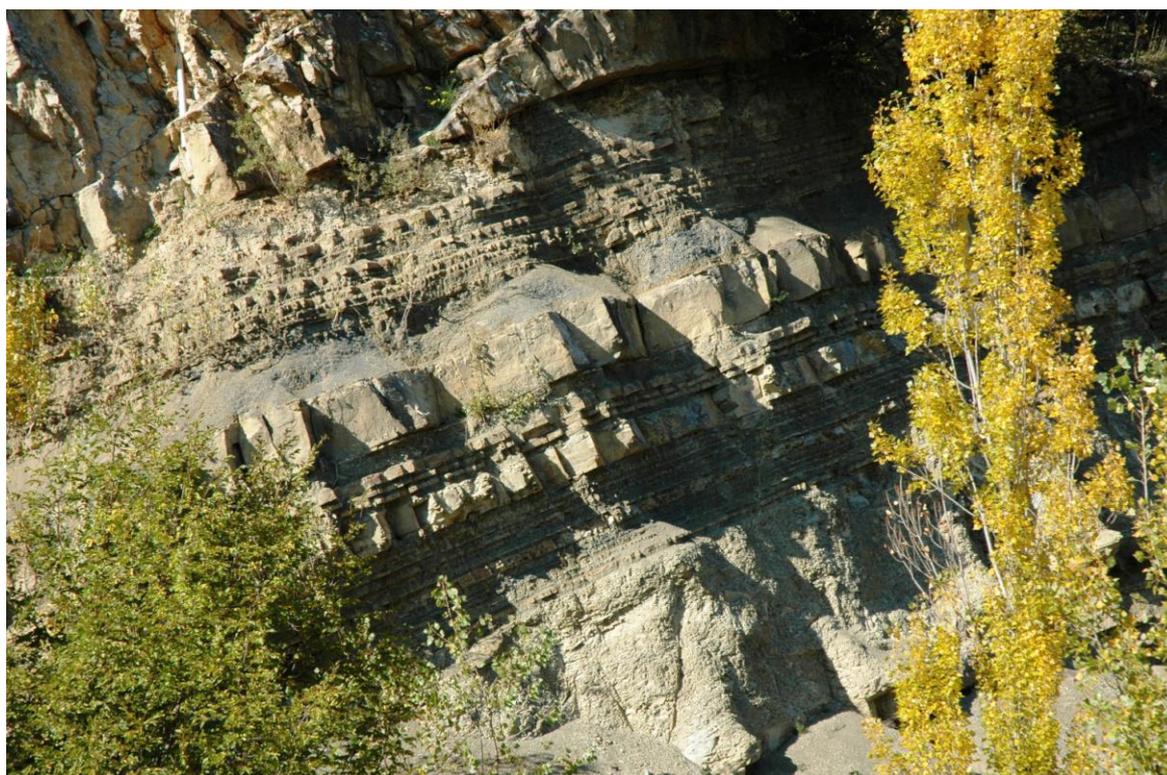


Figura 18. Cava di Vernasso (UD). Particolari della successione stratigrafica del Flysch del Grivò in assetto monoclinale. Si tratta dell'intervallo prevalentemente silicoclastico immediatamente sovrastante al megastrato MS 11 di Feruglio. In questo intervallo sono peraltro riconoscibili anche alcuni megastrati di minore potenza (v. in particolare la foto in alto). Si noti che l'attuale assetto monoclinale non corrisponde a quello originario, essendo nel frattempo intervenuta l'orogenesi alpina.

FASE 2

<i>Prerequisiti da padroneggiare</i>
Scala cronostratigrafica. Ambienti di sedimentazione. Concetto di “facies”. Principali forme di rappresentazione geotematica.

<i>Organizzatori cognitivi</i>	<i>Conoscenze specifiche da acquisire</i>	<i>Casi di studio da proporre</i>	<i>Competenze da consolidare</i>
Processi (sedimentari)	Frane sottomarine. Trasporto di massa. Correnti di torbidità.	Cava di Vernasso.	Analizzare Sperimentare Osservare Rappresentare Ipotizzare Interpretare Descrivere
(paleo) Ambienti	<i>Ricostruzione ipotetica dell'assetto paleogeografico rappresentato durante il Paleogene da ambienti di:</i> – piattaforma carbonatica; – scarpata; – bacino; anche con il ricorso a stereogrammi e altre rappresentazioni geotematiche.	Cividalese.	Indagare Scoprire Leggere Analizzare Ipotizzare Interpretare Comparare Rappresentare Descrivere
Rappresentazioni			
Modelli			

<i>Risultati di apprendimento attesi</i>
(3)

Suggerimenti metodologico-didattici

Le attività si svolgeranno prevalentemente a scuola o, eventualmente, presso sedi di Università o di Enti di ricerca specializzati, anche con il possibile coinvolgimento di esperti. Si potrà avviare questa fase con un'attività laboratoriale indirizzata alla scoperta dell'ipotetico assetto paleogeografico del territorio in esame nel corso del Paleogene, dei processi geologici che lo hanno interessato e delle sue trasformazioni crono-spaziali in conseguenza dell'orogenesi alpina.

Il gruppo-bersaglio verrà suddiviso in sottogruppi di lavoro. Ogni sottogruppo riceverà una copia della carta geotematica di Figura 19. Gli studenti dovranno cimentarsi nella lettura, nell'analisi e nell'interpretazione di tale sussidio e dovranno cercare di formulare ipotesi circa l'assetto paleogeografico, rappresentandolo, pure, in termini tridimensionali, grazie all'elaborazione di uno *stereogramma* analogo a

quello di Figura 20. Dovranno altresì redigere una *didascalia analitica* che illustri le ipotetiche caratteristiche del paleoambiente paleogenico nonché i processi/eventi geologici che lo caratterizzarono.

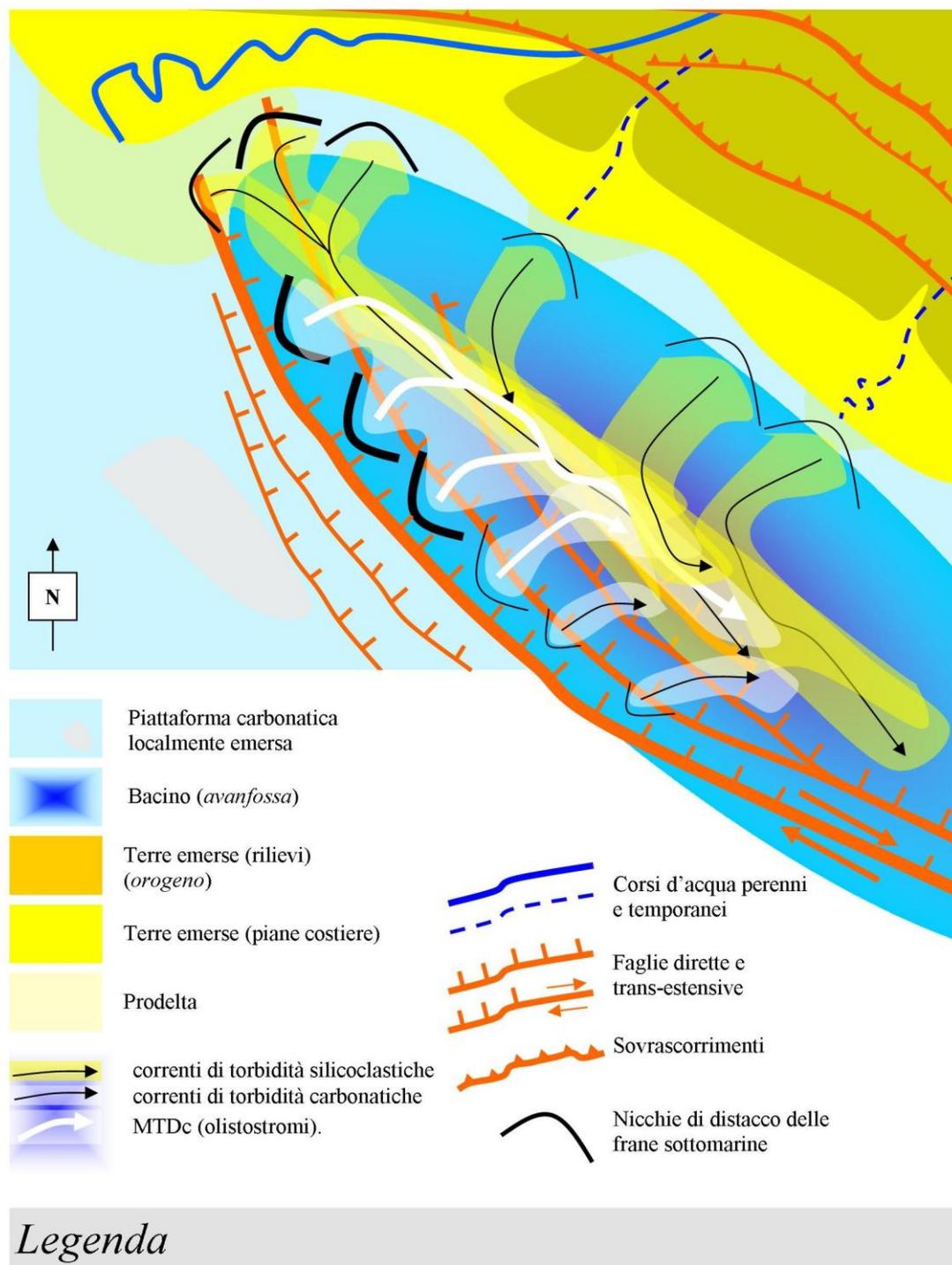


Figura 19. Un esempio di *carta geotematica* semplificata a scopo didattico. Si tratta della *carta paleogeografica* che raffigura l'assetto del Bacino Giulio nel corso del Paleogene.

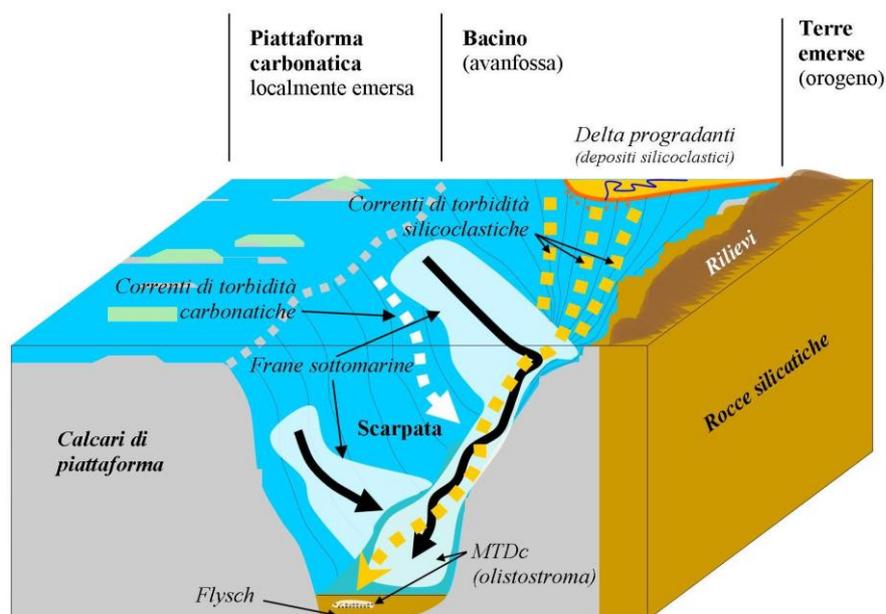


Figura 20. Un esempio di rappresentazione geotematica, semplificata a uso didattico, che simula la tridimensionalità. Pure questa delinea l'assetto paleogeografico del Bacino Giulio nel Paleogene (si confronti con la figura precedente). Dal punto di vista didattico è opportuno stimolare il pensiero divergente degli studenti, in modo tale che siano essi stessi a concepire e, successivamente, a elaborare lo *stereogramma*, a partire dalla *carta geotematica*. Si potrà, quindi, procedere a una comparazione dei prodotti degli studenti con il modello proposto dal docente.

Ogni sottogruppo esporrà, quindi, in plenaria gli esiti dei lavori svolti e potrà segnalare anche aspetti a cui non si sia riusciti a fornire una spiegazione o eventuali richieste di chiarimento/approfondimento. Solo a questo punto potrà eventualmente seguire una serie di *lezioni* impartite dal docente o da eventuali esperti. In proposito si precisa che saranno possibili prudenti raccordi con l'insegnamento di Scienze integrate – Fisica, relativamente a contenuti di *fluidodinamica*.

Si ritiene, tuttavia, che sia più significativo procedere ulteriormente con i lavori di gruppo assistiti, da impegnare, a questo punto, nella realizzazione di semplici esperimenti, che ricreino, nel laboratorio di Scienze dell'istituto o presso laboratori specializzati (ad es. di Sedimentologia), i processi sedimentari in esame⁵⁷.

Infine, si potranno consolidare ulteriormente le conoscenze grazie a un'opportuna disamina guidata della letteratura scientifica disponibile in materia.

⁵⁷ Si veda, a titolo di esempio, quanto suggerito in ESCP 1993. Si rammenta, altresì, che in Laboratori universitari di microscopia mineralogica gli studenti avranno eventualmente la possibilità di essere pure avviati alla scoperta delle più significative microfacies riferibili ai litotipi incontrati in campagna.

FASE 3

<i>Prerequisiti da padroneggiare</i>			
Processi morfogenetici: agenti, fattori e condizioni. Principali processi di degradazione delle superfici morfologiche. Geomorfologia strutturale: morfoselezione (morfolitologia e morfotectostatica). Versanti e relative geometrie. Carsismo e pseudocarsismo.			

<i>Organizzatori cognitivi</i>	<i>Conoscenze specifiche da acquisire</i>	<i>Casi di studio da proporre</i>	<i>Competenze da consolidare</i>
Processi (morfogenetici)	Degradazione selettiva. Erosione selettiva.	Cava di Vernasso.	Riconoscere Analizzare Interpretare Documentare Descrivere
	Speleogenesi.	Foran di Landri.	
Forme	Contrasti morfologici dovuti alla giustapposizione di litotipi diversi (morfologia delle marne, morfologia delle arenarie, morfologia dei calcari) ⁵⁸ .	Cascata di Altana. Monte Roba.	Esplorare Osservare Riconoscere Localizzare Analizzare Interpretare Rappresentare Comparare Documentare Descrivere
	Grotte attive impostate nei megabanchi carbonatici (ed eventualmente sviluppate per pseudocarsismo almeno parzialmente nel Flysch).	S. Giovanni d'Antro. Foran di Landri.	

<i>Risultati di apprendimento attesi</i>			
(1), (2), (3)			

Suggerimenti metodologico-didattici

Data per assodata la padronanza dei prerequisiti, si prevede di svolgere le attività didattiche in campagna tramite una o più visite di studio.

Alcune osservazioni circa la diversa degradabilità degli olistostromi carbonatici rispetto al Flysch saranno possibili e opportune già in occasione della precedente escursione alla Cava di Vernasso.

Si procederà, quindi, alla realizzazione di alcune ulteriori visite di studio a geotopi di particolare interesse (si può, ad esempio, ipotizzare un *itinerario delle cascate* e un

⁵⁸ Si rammenta che la *morfoselezione* studia le forme del rilievo legate all'erosione "selettiva" (o "differenziale"). Questa dipende innanzitutto dalla diversa composizione litologica (*morfolitologia*) ma, evidentemente, anche dall'architettura spaziale delle masse rocciose (*morfotectostatica*) (cfr: PANIZZA 1995, con particolare riferimento alla parte del volume dedicata alla *Geomorfologia strutturale*).

itinerario delle grotte che si snodino attraverso le Prealpi seguendo gli affioramenti dei megastrati⁵⁹, oppure, in carenza di tempo, ci si potrà limitare a casi localizzati nelle Valli del Natisone (Cascata di Altana, Grotta di San Giovanni d'Antro) e immediati dintorni (Grotta Foran di Landri nella valle del T. Chiarò di Prestento), tenendo conto sia del tempo scuola disponibile sia dei gruppi bersaglio con cui si lavora⁶⁰.



Figura 21. A destra, in alto: esempi di degradazione differenziale visibili nella Cava di Vernasso (UD). Per quanto riguarda l'olistolite costituito da Flysch raschiato dal substrato (*rip up* torbiditici) si notino gli strati arenacei sporgenti, in quanto più resistenti alla degradazione rispetto alle marne. A destra, sotto: la grotta Foran di Landri impostata nell'orizzonte calciruditico (U₃) del megastrato di Vernasso (MS 11 di Feruglio) sul versante destro della Valle del Chiarò di Prestento (UD). A sinistra: la parete calcarea strapiombante prodotta dal megastrato di Vernasso presso il Foran di Landri.

⁵⁹ Si veda in proposito: CARULLI (a cura di) 2006.

⁶⁰ Alcuni geositi pongono, ad esempio, questioni di accessibilità, nel senso che richiedono abbigliamento adeguato da escursione e un po' di allenamento, in quanto si tratta di intraprendere percorsi un po' faticosi, talora pure su terreno accidentato, a cui alcuni studenti possono non essere abituati.

FASE 4

<i>Prerequisiti da padroneggiare</i>			
Geotopi ⁶¹ . Antropotopi ⁶² . Organizzare e intraprendere attivamente attività di ricerca sia a livello personale che all'interno di team di ricerca.			

<i>Organizzatori cognitivi</i>	<i>Conoscenze specifiche da acquisire</i>	<i>Casi di studio da proporre</i>	<i>Competenze da consolidare</i>
Risorse	L'utilizzo della pietra.	La pietra piacentina, la produzione della calce e del cemento.	Ricerca Esplorare Analizzare Interpretare Rappresentare Documentare Elaborare Resocontare
Sostenibilità	La riqualificazione delle cave dismesse e la promozione del turismo scientifico.	Una cava accessibile in condizioni di sicurezza.	Collaborare Interagire Progettare Valutare Riqualificare Tutelare Valorizzare Elaborare Rappresentare Documentare Descrivere Comunicare Promuovere

<i>Risultati di apprendimento attesi</i>			
(1), (2), (3), (4), (5)			

Suggerimenti metodologico-didattici

Le attività si svolgeranno sia a scuola sia nel territorio, con il coinvolgimento di esperti. Comporteranno la realizzazione di indagini da svolgere a livello personale, in diade nonché all'interno di più ampi gruppi di ricerca.

In questa fase del percorso didattico, in laboratorio informatico, si potranno intraprendere una serie di ricerche a carattere multidisciplinare dedicate alla

⁶¹ «Il termine *geotopo* descrive la più piccola unità spaziale, geograficamente omogenea (parti di paesaggio con caratteri e struttura relativamente uniformi). Sulla base di tale presupposto i geotopi rappresentano quelle parti della geosfera che sono riconoscibili o accessibili sulla superficie terrestre, sono spazialmente limitati e chiaramente distinguibili dalle zone circostanti in relazione a caratteri e processi geologici e morfologici definiti. In tale contesto, il termine *geotopo* può assumere la stessa funzione che il termine *biotopo* ha per la pianificazione territoriale e la protezione della natura» (cfr.: <<http://www.geologiaeturismo.it/node/6>>).

⁶² Si definiscono in analogia con i geotopi, solo che nel caso degli *antropotopi* i criteri per il loro riconoscimento sono di natura antropica (ad es. si tratta di forme/opere prodotte dall'uomo o in cui l'uomo ha lasciato tracce evidenti e significative che abbiano rilevanza di tipo storico-culturale e/o ambientale). Naturalmente non è infrequente che un antropotopo venga a coincidere con un geotopo (es. una cava) e pure, talora, anche con un biotopo.

scoperta delle georisorse del Cividalese e, in particolare, della *pietra* intesa come *risorsa* che, oltre ad aspetti di interesse per le Scienze integrate, considerino anche questioni rilevanti per altre discipline, come le Scienze e Tecnologie applicate, la Geografia, il Diritto ed Economia, la Storia.

In proposito gli studenti avranno l'opportunità di scaricare innanzitutto dal web le *Note illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie - Foglio Udine*⁶³, per soffermarsi ad analizzare i paragrafi dedicati a *Materiali per calce idrauliche e cementi* e *Pietre da costruzione*. Potranno, inoltre, visionare siti web⁶⁴ di aziende che coltivano e/o lavorano la *pietra piacentina*⁶⁵, da cui si possono ricavare informazioni sulle cave attive e dismesse e sulla loro localizzazione, sulle caratteristiche tecniche dei litotipi coltivati e sulle attuali tecniche di coltivazione, sui tipi di lavorazione successivi e sui molteplici utilizzi della pietra nonché sui processi socio-economici che ruotano attorno allo sfruttamento della pietra stessa, sulla sostenibilità ambientale delle attività estrattive e, infine, sulla riqualificazione delle cave abbandonate.

Durante la navigazione nel web è probabile che gli studenti si imbattano anche nel contributo "La pietra piacentina" di L. Chiabudini, scaricabile dal sito web intitolato *Per conoscere le valli del Natisone*⁶⁶. Si tratta di un testo dallo stile colloquiale, elaborato essenzialmente sulla base di testimonianze riguardanti le vecchie usanze delle popolazioni delle Valli e le opportunità di sviluppo territoriale derivanti dallo sfruttamento delle georisorse custodite dal Cividalese avvenuto nel passato.

Anche se deve essere utilizzato sul piano didattico con la necessaria cautela, almeno per quanto attiene alcune considerazioni riguardanti processi di natura geologica,

⁶³ FERUGLIO 1929.

⁶⁴ A lucro di tempo, si riportano alcuni esempi:

<<http://www.cudicio.it/>>;

<<http://www.consorziopietrapiasentina.it/>>;

<<http://www.friulanamarmi.it/>>;

<http://www.gaverini.it/scheda-pietra.php?pietra=pietra_piasentina>;

<<http://www.iaconcig.it/>>;

<<http://www.juliamarmi.it/>>;

<<http://www.rossimarmisrl.it/>>;

<<http://www.sappt.it/>>.

⁶⁵ Per ulteriori approfondimenti sulle pietre utili del Friuli-Venezia Giulia si veda: CARULLI 1971.

⁶⁶ <<http://www.lintver.it/cultura-tradizioni-cave.html>>.

tuttavia offre, non senza vivacità e passione, suggestioni non facilmente reperibili sulla storia economica del territorio e sull'archeologia industriale, con particolare attenzione all'utilizzo della pietra, alla sua lavorabilità, alla produzione del cemento e della calce, alle diverse cave disseminate nel territorio, alle modalità di trasporto dalle cave agli opifici ove avvenivano i processi di lavorazione/trasformazione.

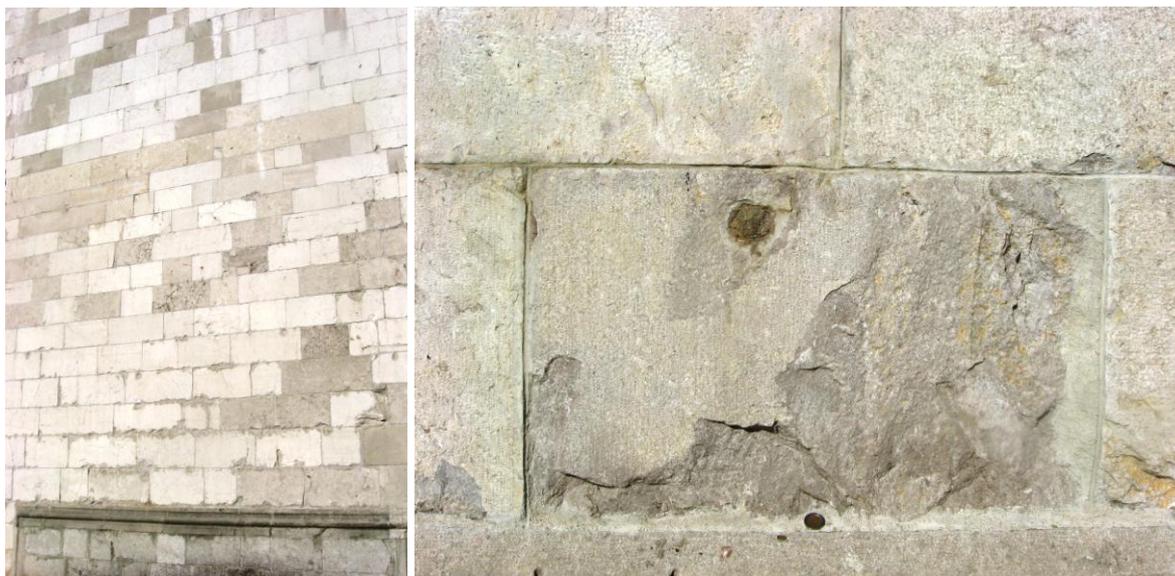


Figura 22. Particolari della facciata del Duomo di Cividale del Friuli (UD) realizzato in pietra piacentina (unità U_4). A destra, una pietra rovinata consente di riconoscere le caratteristiche del litotipo di norma mascherate dalle *texture*.

Si potranno a questo punto intraprendere due ulteriori visite di studio. La prima sarà dedicata a una o più aziende operanti nel settore dell'estrazione e della lavorazione della pietra piacentina, guidata da esperti aziendali⁶⁷, mentre la seconda comporterà un'interessante ricognizione di *geologia urbana* a Cividale del Friuli (UD), ove, dopo un accurato esame delle caratteristiche geologiche del sito su cui è localizzato l'edificio urbano cividalese, si potrà osservare l'utilizzo della pietra piacentina nella realizzazione dello spazio urbano, soffermando in particolare l'attenzione sui principali beni di interesse storico-culturale e artistico⁶⁸.

⁶⁷ Si veda, in proposito, la Visita alle cave di pietra piacentina e allo stabilimento della Julia Marmi realizzata dall'I.S.I.S. "A. Malignani" di Udine (cfr.: <<http://www.malignani.ud.it/comunicazioni/news/visita-alle-cave-di-pietra-piacentina-e-allo-stabilimento-della-julia-marmi>>).

⁶⁸ Si veda in proposito: <<http://www.juliamarmi.it/it/storia/>>.

Il principale obiettivo da perseguire in questa fase consiste, peraltro, essenzialmente nell'elaborazione di una *proposta di riqualificazione* di una cava dismessa, da trasformare in una sorta di *geoparco*. In proposito, i sottogruppi di lavoro potranno essere opportunamente impegnati nelle seguenti consegne:

- accessibilità e messa in sicurezza dell'antropo-geotopo;
- censimento e analisi degli aspetti di maggiore interesse geologico;
- ideazione degli itinerari geotematici ed elaborazione di appropriati sussidi esplicativi;
- individuazione delle più opportune infrastrutture di supporto, con particolare attenzione al centro-visite;
- progettazione delle iniziative di formazione/divulgazione da intraprendere presso il Centro Visite del costituendo geoparco;
- promozione turistica sostenibile (in termini di turismo scientifico/culturale) dell'antropo-geotopo riqualificato, anche attraverso la creazione di un sito web dedicato, di carattere informativo-promozionale, da realizzare con il concorso di tutti i sottogruppi di lavoro e sotto la supervisione di un team docente multidisciplinare.

Ulteriori elaborati prodotti dai sottogruppi di ricerca potranno consistere nella realizzazione di *poster* da organizzare e proporre in modo organico alla fruibilità nell'ambito di una *mostra permanente* da collocare in uno spazio scolastico (o anche extrascolastico) indicato all'uopo, ma anche nella progettazione di una *presentazione multimediale* e/o di un *ipertesto* e/o di un *videodocumentario* o nella redazione di una *pubblicazione*.

Infine, per quanto attiene la valutazione delle prestazioni degli studenti, si suggerisce di considerare prioritariamente i seguenti *indicatori*⁶⁹:

⁶⁹ La declinazione di tali *indicatori* in *descrittori* di livello/qualità della prestazione viene demandata ai docenti impegnati nella sperimentazione del percorso formativo, in quanto è opportuno tenere in debita considerazione anche le caratteristiche del contesto apprenditivo concreto e dei gruppi-bersaglio di volta in volta coinvolti.

- *competenza disciplinare* (padronanza delle conoscenze disciplinari implicate; padronanza dei procedimenti euristici implicati; padronanza del lessico specialistico disciplinare relativo ai fenomeni in esame sia in termini di comprensione sia di utilizzo corretto e consapevole);
- *competenza logistico-organizzativa* (adeguatezza dell'abbigliamento in occasione delle attività formative svolte sul terreno; dotazione in campagna di strumenti, tecnologie e materiali didattici necessari alle attività di ricerca da svolgere; consapevolezza e sicurezza sia sul piano organizzativo sia operativo);
- *competenza sociale* (disponibilità alla collaborazione nell'ambito di gruppi di lavoro; senso di responsabilità e autonomia nell'espletamento delle consegne);
- *impegno* (attenzione; interesse nei confronti delle attività proposte; costanza, dedizione e determinazione nell'esecuzione dei compiti assegnati);
- *qualità degli elaborati prodotti* (correttezza, esaustività, efficacia, originalità delle produzioni scritto-grafiche e multimediali).

RINGRAZIAMENTI

La presente ricerca è stata realizzata nell'ambito del FRA 2013 (Università di Trieste, Coordinatore: Prof. Gian Andrea Pini) "Studio integrato di frane sottomarine: organizzazione interna, processi di trasporto in massa e loro significato nell'evoluzione dell'Avanfossa adriatica".

Si ringraziano il Prof. Gian Andrea Pini e il Prof. Giuseppe Muscio per la lettura critica del manoscritto e gli utili consigli, il Prof. Maurizio Ponton per il supporto offerto durante le attività sul terreno, il Dott. Stefano Piccini, della Geoworld, per avere permesso le visite alla Cava di Vernasso e il Gruppo Speleologico Valli del Natisone.

BIBLIOGRAFIA

– relativa a saperi geologici di carattere generale:

BOSELLINI A.

1991, *Introduzione allo studio delle rocce carbonatiche*, Ferrara, Italo Bovolenta Editore.

BOSELLINI A., MUTTI E., RICCI LUCCHI F.

1989, *Rocce e successioni sedimentarie*, Torino, Utet.

CASATI P.

1996, *Scienze della Terra – vol. 1: Elementi di Geologia generale*, Torino, Città Studi.

CREMONINI G.

1994, *Rilevamento geologico. Realizzazione e interpretazione delle carte geologiche*, Bologna, Pitagora Editrice.

DAMIANI A. V.

1984, *Geologia sul terreno e rilevamento geologico*, Bologna, Editoriale Grasso.

ESCP - EARTH SCIENCE CURRICULUM PROJECT

1993, *Scienza della Terra. Corso sperimentale di Geografia generale per le Scuole secondarie superiori*, vol. A, Bologna, Zanichelli.

PANIZZA M.

1995, *Geomorfologia*, Bologna, Pitagora Editrice.

RAFFI S., SERPAGLI E.

1996, *Introduzione alla Paleontologia*, Torino, Utet.

RICCI LUCCHI F.

1974, *Sedimentografia. Atlante fotografico delle strutture primarie dei sedimenti*, Bologna, Zanichelli.

1992, *Sedimentografia. Atlante fotografico di strutture sedimentarie*, 2° ed., Bologna, Zanichelli.

1980, *Sedimentologia - vol. 1: Materiali e tessiture dei sedimenti*, vol. 2: *Processi e meccanismi di sedimentazione*, vol. 3: *Ambienti sedimentari e facies* (con un contributo originale di E. Mutti), Bologna, CLUEB.

STOPPA M.

2011, *La carta geologica. Un sussidio strategico per la ricerca e la didattica della Geografia*, «Bollettino A.I.C.», XLVIII, n. 143, supplemento su CD al n. 143, pp. 365-376, scaricabile dal sito web: <<http://hdl.handle.net/10077/11902>>.

2014a, *La didattica delle Geoscienze nelle Scuole secondarie di secondo grado*, in M. STOPPA (a cura di), *Introduzione alla Didattica delle Geoscienze. Problemi e prospettive*, («Collana Geografie»), Firenze, Casa Editrice Le Lettere, pp. 87-110.

2014b, *Le attività didattiche in campagna nella formazione degli insegnanti*, in M. STOPPA (a cura di), *Introduzione alla Didattica delle Geoscienze. Problemi e prospettive*, («Collana Geografie»), Firenze, Casa Editrice Le Lettere, pp. 192-200.

VENTURINI C.

2010, *Si forma, si deforma, si modella. Come il territorio si modifica attraverso il tempo geologico*, Comunità Montana della Carnia - Museo Geologico della Carnia, Tavagnacco (UD), Arti Grafiche Friulane/Imoco, scaricabile dal sito web:

<http://www.corradoventurini.it/cor/wp-content/uploads/2013/07/siforma_sd_sm.pdf>.

– relativa a saperi riguardanti la geologia regionale:

CARULLI G. B.

1971, *Le rocce, i minerali e le pietre utili*, in «Enciclopedia Monografica del Friuli-Venezia Giulia. 1 – Il paese – parte prima», Udine, Istituto per l'Enciclopedia del Friuli-Venezia Giulia, pp. 197-266.

2006, *Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia - scala 1:150.000. Note illustrative*, Regione autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici - Servizio Geologico, Università degli Studi di Trieste - Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine, Università degli Studi di Udine - Dipartimento di Georisorse e Territorio, Firenze, S.E.L.C.A., scaricabile dal sito web: <http://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA201/FOGLIA7/allegati/Note_illustrative_Carta_geologica_FVG.pdf>.

CARULLI G. B. (a cura di)

2006, *Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia - scala 1:150.000*, Regione autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici - Servizio Geologico, Università degli Studi di Trieste - Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine, Università degli Studi di Udine - Dipartimento di Georisorse e Territorio, Firenze, S.E.L.C.A., scaricabile dal sito web: <<http://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA201/FOGLIA7/allegati/Geofvg.pdf>>.

CARULLI G. B., GALLI M. (con il contributo di)

2013, *La storia Geologica delle Giulie*, «Alpi Giulie», 108 (2) (numero monografico), scaricabile dal sito web: <http://www.socgeol.it/365/2331/news/la_storia_geologica_delle_giulie.html>.

CATANI G., TUNIS G.

2000, *Caratteristiche sedimentologiche dei megabanconi carbonatici paleogenici del Bacino Giulio (Valli del Natisone, Friuli orientale)*, «Studi Trentini di Scienze Naturali. Acta Geologica», 77, pp. 81-102.

CUCCHI F., FINOCCHIARO F., MUSCIO G. (a cura di)

2010, *Geositi del Friuli Venezia Giulia*, Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine - Università degli Studi di Trieste, Regione autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione centrale Ambiente e Lavori Pubblici - Servizio Geologico, Udine, Tipografia Arti Grafiche Friulane/Imoco, pp. 248-253, scaricabile all'indirizzo web: <<http://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA201/FOGLIA16/>>.

DALLA VECCHIA F. M., MUSCIO G., TONELLO R.

2004, *Resti di Tetrapodi in inclusi calcarei di un megabed del "Flysch del Grivò" (Eocene inferiore) delle Prealpi Giulie (Montenars, Udine)*, «Gortania - Atti del Museo Friulano di Storia Naturale», 26, pp. 49-66, scaricabile dal sito web: <http://www.museomonfalcone.it/lavoripaleosvolti/CV_63_2004.pdf>.

DALLA VECCHIA F. M., TUNIS G., FIGUS B., MUSCIO G.

2009, *Frana sottomarina (olistostroma) di Vernasso*, in: F. CUCCHI, F. FINOCCHIARO, G. MUSCIO (a cura di), *Geositi del Friuli Venezia Giulia*, Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine - Università degli Studi di Trieste, Regione autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione centrale Ambiente e Lavori Pubblici - Servizio Geologico, Udine, Tipografia Arti Grafiche Friulane/Imoco, pp. 248-253, scaricabile all'indirizzo web: <http://www.caicsvfg.it/wp-content/uploads/2011/06/GeositiFVG_completo.pdf>.

FARAONE E.

1997, *Le grotte delle Valli del Natisone fra storia e leggenda*, in: G. MUSCIO (a cura di), *Il fenomeno carsico delle Valli del Natisone (Prealpi Giulie - Friuli)*, «Mem. Ist. It. Speleologia», s. II, vol. IX, pp. 21-26.

FERUGLIO E.

1929, *Note illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie. Foglio "Udine"*, Ministero dei Lavori Pubblici – Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque - Sezione Geologica, Padova, Società Cooperativa Tipografica, scaricabile dal sito web: <http://193.206.192.231/carta_geologica_italia/note_illustrative/25.pdf>.

GRASSINO A.

1999, *Nuova segnalazione di crostacei decapodi nel Cretacico inferiore di Vernasso (Udine, NE Italia)*, «Gortania - Atti del Museo Friulano di Storia Naturale», 21, pp. 61-64, scaricabile da sito web: <<http://decapoda.nhm.org/pdfs/32159/32159.pdf>>.

LABAUME P., MUTTI E., SEGURET M., ROSELL H.

1983, *Mégaturbidites carbonatées du bassin turbiditique de l'Eocene inférieur et moyen sud-pyrénéen*, «Bulletin de la Société Géologique de France», 7 (25/6), pp. 927-941.

MUTTI E., RICCI LUCCHI F., SEGURET M., ZANZUCCHI G.

1984, *Seismoturbidites: a new group of residimented deposit*, «Marine Geology», 55, pp. 103-116, scaricabile dal sito web: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002532278490135X>>.

OGATA K., POGAČNIK Ž., PINI G. A., TUNIS G., FESTA A., CAMERLENGHI A., REBESCO M.

2014, *The carbonate mass transport deposits of the Paleogene Friuli Basin (Italy/Slovenia): Internal anatomy and inferred genetic processes*, «Marine Geology», 356, pp. 88-110, scaricabile dal sito web: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025322714002011?np=y>>.

PIRINI RADRIZZANI C., TUNIS G., VENTURINI S.

1986, *Biostratigrafia e paleogeografia dell'area sud-occidentale dell'anticlinale M. Mia - M. Matajur (Prealpi Giulie)*, «Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia», 92 (3), pp. 327-382.

POGAČNIK Ž., OGATA K., PINI G. A., TUNIS G.

2015, *Understanding the Genesis of Mass Transport Deposits (MTDs) for Safe Mining Planning: Anhovo Quarry, Western Slovenia*, in G. LOLLINO, D. GIORDAN, G. B. CROSTA, J. COROMINAS, R. AZZAM, J. WASOWSKI, N. SCIARRA, *Engineering Geology for Society and Territory*, Cham (Svizzera), Springer International Publishing, vol. 2, pp. 307-310, scaricabile dal sito web: <http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-09057-3_46>.

PONTON M.

2015, *Itinerario 8. Il Flysch: le Prealpi Giulie*, in: G. MUSCIO (a cura di), *Le Rocce raccontano. Un viaggio nel tempo fra le meraviglie geologiche del Friuli Venezia Giulia*, Comune di Udine - Museo Friulano di Storia Naturale, Regione autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione centrale ambiente ed energia - Servizio Geologico, Cormòns (GO), Poligrafiche San Marco, pp. 124-131.

PONTON M., TURCO S.

1997, *La Grotta di San Giovanni d'Antro: geologia dell'area ed evoluzione della cavità* in: G. MUSCIO (a cura di), *Il fenomeno carsico delle Valli del Natisone (Prealpi Giulie - Friuli)*, «Mem. Ist. It. Speleologia», s. II, vol. IX, pp. 119-126.

TUNIS G.

1987, *New Data and Interpretation on the Geology of the Southern Julian Prealps (Eastern Friuli)*, «Memorie della Società Geologica Italiana», 40, pp. 219-229.

2000, Sosta 4.5 – Vernasso: la successione clastica del Bacino Giulio, in: G. B. CARULLI (Editor), *Guida alle escursioni. 80° Riunione estiva della Società Geologica Italiana (Trieste, 6-8 settembre 2000)*, Trieste, Edizioni Università di Trieste, pp. 141-144.

TUNIS G., VENTURINI S.

1984, *Stratigrafia e sedimentologia del Flysch maastrichtiano-paleocenico del Friuli Orientale*, «Gortania - Atti del Museo Friulano di Storia Naturale», 6, pp. 5-58, scaricabile da sito web: <<http://www.pionierieni.it/wp/wp-content/uploads/EXPLO-1674-Il-flysch-del-Friuli-orientale.-Venturini-e-Tunis-1984.pdf>>.

1997, *La geologia delle Valli del Natisone*, in: G. MUSCIO (a cura di), *Il fenomeno carsico delle Valli del Natisone (Prealpi Giulie - Friuli)*, «Mem. Ist. It. Speleologia», s. II, vol. IX, pp. 35-48.

VAIA F.

1997, *Caratteri morfologici delle Valli del Natisone*, in: G. MUSCIO (a cura di), *Il fenomeno carsico delle Valli del Natisone (Prealpi Giulie - Friuli)*, «Mem. Ist. It. Speleologia», s. II, vol. IX, pp. 27-34.

SITI WEB

Carbonaria Pietra. Benvenuti nel mondo della Pietra piasentina, <<http://www.carbonariapietra.eu/>>, sito consultato il 20/5/2016.

CHIABUDINI L.

La pietra piasentina, <<http://www.lintver.it/cultura-tradizioni-cave.html>>, sito consultato il 23/5/2016.

Consorzio Produttori Pietra piasentina,

<<http://www.consorziopietrapiasentina.it/>>, sito consultato il 20/5/2016.

CUDiCiO. Pietra piasentina,

<<http://www.cudicio.it/>>, sito consultato il 23/5/2016.

Egidio Feruglio. La biografia,

<<http://ospitiweb.indire.it/~udee0001/feruglio/biografia.htm>>, sito consultato il 17/5/2016.

Friulana Marmi,

<<http://www.friulanamarmi.it>>, sito consultato il 20/5/2016.

Gaverini. Porfidi. Pietre naturali,

<http://www.gaverini.it/scheda-pietra.php?pietra=pietra_piasentina>, sito consultato il 20/5/2016.

Geositi italiani. Che cos'è un geosito/geotopo?,

<<http://www.geologiaeturismo.it/node/6>>, sito consultato il 20/5/2016.

Iaconcig Pietra piasentina,

<<http://www.iaoncig.it>>, sito consultato il 20/5/2016.

INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY

International Chronostratigraphic Chart,

<<http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-04.pdf>>, sito consultato il 15/6/2016.

ISPRA - ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE

Inventario Nazionale dei Geositi,

<<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/tutela-del-patrimonio-geologico-parchi-geominerari-geoparchi-e-geositi/il-censimento-nazionale-dei-geositi>>, sito consultato il 17/5/2016.

Julia Marmi. Cave Pietra piacentina. Lavorazione marmi e pietre,

<<http://www.juliamarmi.it>>, sito consultato il 20/5/2016.

Rossi Marmi SNC. Estrazione e lavorazione pietra piacentina,

<<http://www.rossimarmisrl.it/>>, sito consultato il 20/5/2016.

SAPPT Pietra piacentina,

<<http://www.sappt.it/>>, sito consultato il 20/5/2016.

– siti web di interesse didattico:

Costruire i Nuovi Tecnici,

<<http://nuovitecnici.indire.it/>>, sito consultato l' 8/1/2016.

Decreto del Presidente della Repubblica 14 febbraio 2016, n. 19 Regolamento recante disposizioni per la razionalizzazione ed accorpamento delle classi di concorso a cattedre e a posti di insegnamento, a norma dell'articolo 64, comma 4, lettera a), del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n. 133. (16G00026) (GU Serie Generale n. 43 del 22-2-2016 - Suppl. Ordinario n. 5),

<http://www.gazzettaufficiale.it/do/atto/serie_generale/caricaPdf?cdimg=16G0002600100010110001&dgu=2016-02-22&art.dataPubblicazioneGazzetta=2016-02-22&art.codiceRedazionale=16G00026&art.num=1&art.tiposerie=SG>, sito consultato il 17/5/2016.

MIUR

Concorso Docenti 2016. Secondaria di I e II grado. D.M. 95 - Allegato A - Prove e programmi d'esame,

<http://www.istruzione.it/concorso_docenti/secondaria.shtml>, sito consultato il 20/5/2016.

Decreto Ministeriale dd. 11 settembre 2014,

<<http://www.istruzione.it/allegati/2014/dm050914.pdf>>, sito consultato il 20/5/2016.

Visita alle cave di pietra piacentina e allo stabilimento della Julia Marmi,

<<http://www.malignani.ud.it/comunicazioni/news/visita-alle-cave-di-pietra-piacentina-e-allo-stabilimento-della-julia-marmi>>, sito consultato il 27/5/2016.