



L'anello geoturistico della Valle Loana

Guida all'escursione e approfondimenti

Irene Maria Bollati

Valeria Caironi

Beatrice Crosa Lenz

Enrico Zanoletti



• CREDITI •

Testi, immagini e schemi esplicativi (salvo dove diversamente specificato):

Prof.ssa Irene Maria Bollati - Dip. Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano

Dott.ssa Beatrice Crosa Lenz - docente di matematica e scienze presso l'IC Fratelli Casetti di Crevoladossola (VB)

Dott. Geol. Enrico Zanoletti - GEOEXPLORA Geologia&Outdoor, Baveno (VB)

Dott.ssa Valeria Caironi - Dip. Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano

Schemi geologici (se non diversamente indicato): realizzati nell'ambito del progetto SITINET.

Coordinamento

Ecomuseo "Ed Leuzerie e di Scherpelit", Malesco (VB)

Impaginazione grafica

GEOEXPLORA Geologia&Outdoor, Baveno (VB), www.geoexplora.net

© Comune di Malesco, Ecomuseo "Ed Leuzerie e di Scherpelit", vers. 2026

L'ANELLO GEOTURISTICO DELLA VALLE LOANA è un itinerario tematico escursionistico a tema geologico e geomorfologico, allestito con segnaletica dedicata, pannelli esplicativi in sito, video multimediali e la presente guida, in formato ebook e pdf, disponibile insieme ad altri approfondimenti sul sito <https://ecomuseomalesco.it/anello-geoturistico-della-valle-loana>



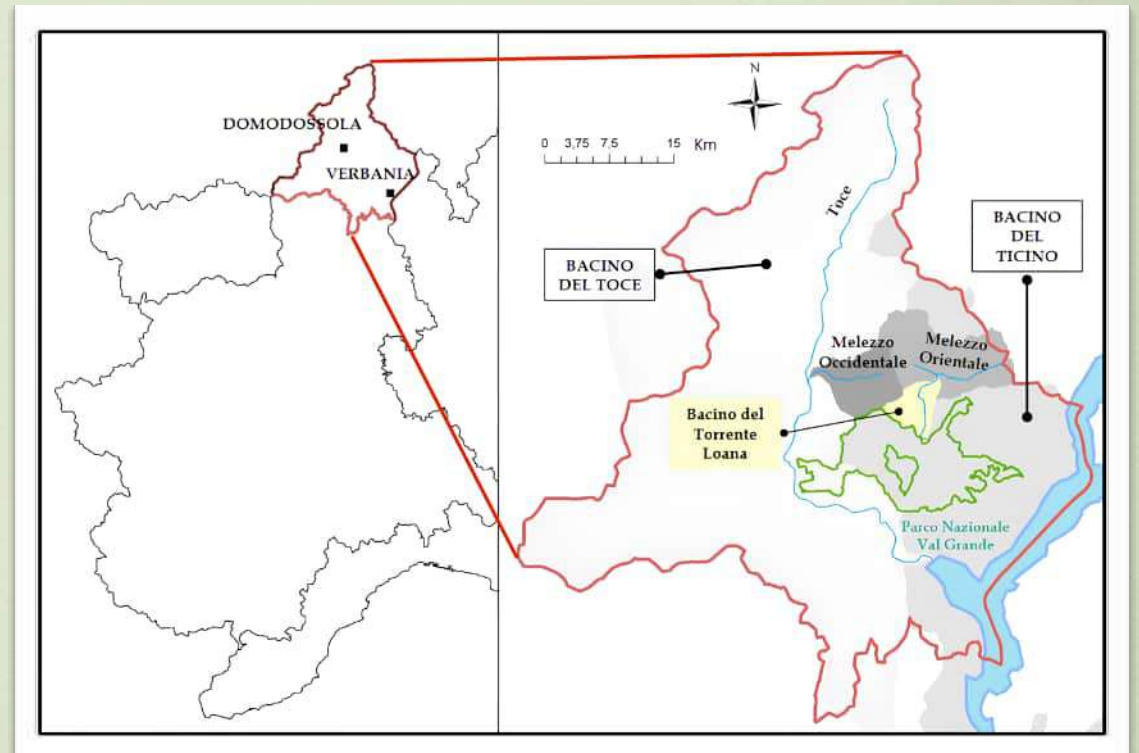
INDICE

CAPITOLO 1 - DOVE SIAMO	pag. 3
CAPITOLO 2 - GEOPATRIMONIO, GEOTURISMO E GEOPARCHI	pag. 9
CAPITOLO 3 - LA GEOLOGIA	pag. 12
CAPITOLO 4 - LA GEOMORFOLOGIA	pag. 48
CAPITOLO 5 - L'ECOMUSEO	pag. 70
CAPITOLO 6 - BIBLIOGRAFIA	pag. 73

DOVE SIAMO

GEOGRAFIA, STORIA E GEORISORSE

La Valle Loana è localizzata in Valle Vigizzo (Alpi Lepontine), nella provincia del Verbano Cusio Ossola. La Valle Vigizzo ha una conformazione dovuta all'azione di un ghiacciaio che ha modellato migliaia di anni fa una zona interessata dalla deformazione strutturale legata all'azione della Linea delle Centovalli, un'importante faglia con andamento Est-Ovest. Lungo questa valle infatti, le rocce, particolarmente indebolite dall'azione di questa faglia, sono risultate più facilmente erodibili per il ghiacciaio, permettendo la formazione di un ampio corridoio che mette in comunicazione la valle del fiume Toce con quella del fiume Ticino. Successivamente i processi legati alle acque correnti e alla gravità hanno continuato a modellare i versanti della valle e il fondovalle stesso.

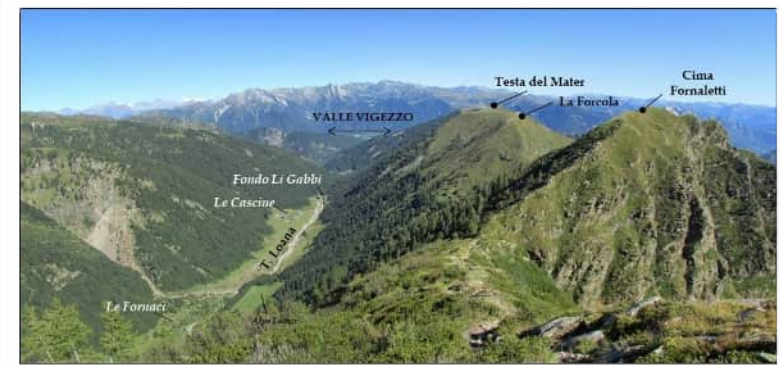


Inquadramento geografico della Valle Loana. Sono indicati i principali bacini idrografici: in grigio molto chiaro quello del fiume Toce, in grigio chiaro quello del Ticino, in grigio scuro i due torrenti Melezzi e in giallo quello del Torrente Loana con parte del bacino del Melezzi Orientale. In verde sono riportati i confini del Parco Nazionale Val Grande e dell'area a protezione integrale del Monte Pedum (area centrale)

La Valle Vigezzo presenta un'idrografia alquanto interessante. L'ampio fondovalle vigezzino non degrada impervio dalla sorgente del fiume che lo percorre, fino alla foce, come accade nelle più esemplari vallate alpine, ma è solcato da due torrenti Melezso che, sorgendo sui due versanti opposti, drenano la valle in senso opposto. Lo spartiacque tra i bacini dei due "Melezzi" non è costituito da una ripida cresta montuosa, ma si trova sul fondovalle, a circa 830 m s.l.m., come visibile dal **profilo topografico** sotto riportato, pertanto l'espressione "corridoio" si addice in modo calzante alla morfologia della Valle Vigezzo, come se essa "*non abbia inizio né fine*", espressione elegantemente utilizzata da alcuni autori locali. Dei due corsi d'acqua, il Melezso Occidentale nasce dalle pendici del Pizzo Ragno e scorre verso ovest per 13 km fino ad immettersi nel fiume Toce a Masera; il Melezso Orientale invece nasce dalla zona della Pioda di Crana e scorre verso est per 30 km fino a confluire nel torrente Maggia a Sud di Locarno, in Canton Ticino (Svizzera).



Il torrente Loana, che nasce dalle sorgenti ai piedi della testata della Valle Loana, dopo aver raccolto le acque del rio del Basso e del rio Galeria, confluisce nel Melezzeo Orientale, in corrispondenza dell'abitato di Malesco, dando origine alla spettacolare "Cascata dei Camini". Lungo la Valle Loana, da monte a valle, sono individuabili una *zona superiore* (dalla testata della Valle alla località Fondo li Gabbi), con un fondovalle ampio e l'aspetto di una tipica valle glaciale con profilo ad "U" ed una *zona inferiore* (da Fondo li Gabbi a Malesco), caratterizzata da un fondovalle stretto, intensamente inciso dal torrente Loana, con il tipico aspetto di una valle fluviale a regime torrentizio con profilo a "V". La linea spartiacque che separa la Valle Loana dalla Valle di Finero, a Est, è costituita da Nord a Sud da cime modeste, fra le quali La Cima (1810 m), la Testa del Mater (1846 m), la Cima della Forcola (1849 m) e la Cima Fornaletti (1903 m). Ad Ovest lo spartiacque che divide la Valle Loana dalla Valle del Basso si addolcisce dalle elevate altitudini del Pizzo Stagno (2182 m) verso il Moncucco (1961 m) perdendo lentamente quota verso il fondovalle vigezzino. L'estremità meridionale della Valle Loana, ovvero la sua testata, confina invece con il Parco Nazionale della Val Grande, qui si trovano le cime più elevate: Cima di Cortechiuso (2183 m), Cima della Laurasca (2192 m), Cimone di Straolgio (2162 m) e Pizzo Stagno (2182 m).



Valle Loana: la frequentazione da parte dell'uomo

La Valle Loana è stata intensamente abitata fino agli inizi del Novecento: 17 erano i nuclei di alpeggio dislocati in tutta la Valle. Oggi questi antichi alpeggi sono in parte abbandonati, in parte ristrutturati ed utilizzati per villeggiatura, mentre alcuni sono ancora utilizzati per la transumanza estiva. Essi sono tutti la dimostrazione di un antico e intenso sfruttamento della Valle, dovuto alle sue numerose risorse: acqua, estesi pascoli assolati, ampi boschi di faggio e preziosi affioramenti di roccia calcarea e di scisti a talco e clorite (pietra ollare). Nove sono i nuclei alpini che ancora si riconoscono, due dei quali, Cortenuovo (1793 m) e Cortino (1491 m), sono utilizzati ancora oggi per la transumanza estiva. Gli alpeggi situati sul fondovalle sono, da Nord a Sud: Le Cascine, sul versante idrografico sinistro, e Fondo Li Gabbi e l'Alpe Loana, sul versante idrografico destro. Gli alpeggi più alti invece sono l'Alpe Cavalla (1665 m) e l'Alpe Rialone (1602 m), sul versante destro, l'Alpe Cortenuovo, l'Alpe Scaredi (1842 m) e l'Alpe Cortevocchio (1776 m) nella conca glaciale di Scaredi. Numerosi ruderi si rinvengono sparsi di tanto in tanto, a testimoniare il progressivo abbandono dell'economia alpestre.

All'altezza dell'Alpe Fondo Li Gabbi, sul versante idrografico sinistro, si riconosce un accumulo di blocchi di pietra di circa 150 m² di superficie, che anticamente era posizionato ad ostruire il corso del torrente Loana affinché si formasse un lago, nel quale venivano accumulati i tronchi risultanti dal taglio dei grandi boschi di faggio. L'apertura improvvisa della diga in pietra causava una grande piena, localmente chiamata *buzza*), in grado di portare a valle il legname, testimonianza di quanto anche il taglio dei boschi costituisse la base dell'economia di sussistenza delle popolazioni della Valle Vigizzo.

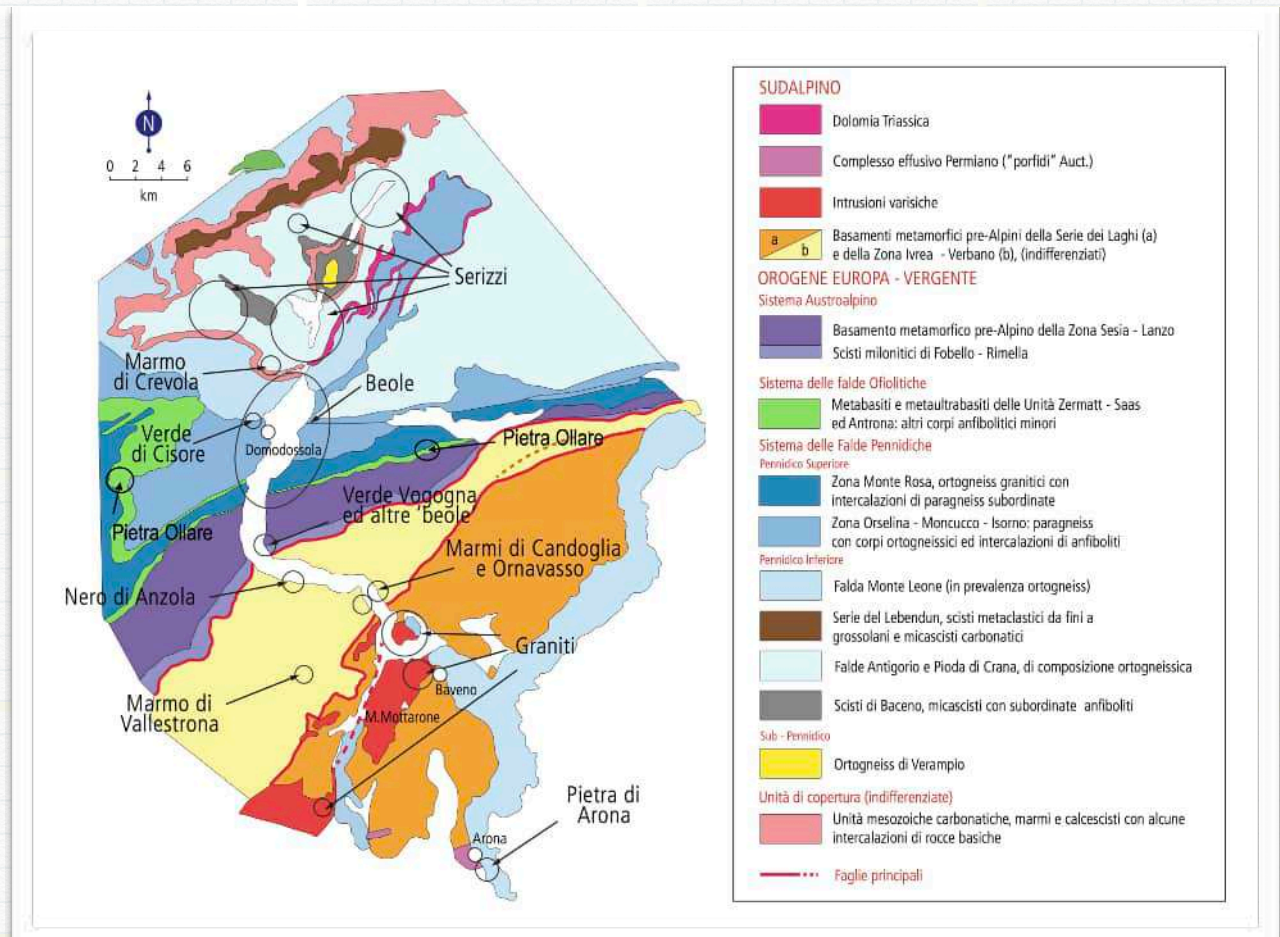
LE ROCCE COME GEORISORSA

La Provincia del Verbano-Cusio-Ossola (VCO) è particolarmente rinomata per l'attività estrattiva in quanto ricca di materiali lapidei utili sia dal punto vista ornamentale che, dopo opportune trasformazioni, per la creazione di utensili o di sostanze utili all'uomo, come la calce.

Le rocce sono quindi delle georisorse, cioè materiali geologici che hanno un valore economico ma anche culturale. In questo senso, le tecniche di estrazione dei materiali lapidei negli ultimi anni sono in corso di recupero anche dal punto di vista culturale nell'ambito di percorsi geoturistici.

Nel sito internet www.pietredelvco.it, molte sono le informazioni reperibili sulle rocce del VCO e sul loro impiego come risorse. Un particolare campo di applicazione della geologia si occupa proprio di queste valutazioni. Nella mappa in figura le rocce delle varie unità strutturali che caratterizzano il territorio provinciale sono riportate anche con il loro nome commerciale, ovvero la denominazione con la quale sono conosciute sul mercato dei materiali lapidei.

*Mappa delle zone di estrazione storiche ed attuali dei principali materiali lapidei del VCO
(fonte www.pietredelvco.it, modificata)*



Nell'area della Valle Loana sono di elevato interesse storico – antropologico le **fornaci della calce** e le cave di **pietra ollare** (Località Curgibin – strada che porta da Malesco a Fondo Li Gabbi).

Sette sono le fornaci che si rinvencono nella porzione meridionale della Valle Loana, utilizzate per la trasformazione delle rocce calcaree, affioranti nell'area, in calce e latte di calce. Già sfruttate nel XVII secolo, le fornaci vennero abbandonate verso la fine del XIX secolo. Due di esse sono state recentemente ristrutturare e sono oggi utilizzate per attività didattiche e divulgative (Geostop 3).

Diversi sono gli affioramenti di pietra ollare (scisti a talco e clorite) nel bacino del torrente Loana, alcuni dei quali storicamente utilizzati per l'estrazione. La pietra ollare è infatti una roccia che, grazie alla sua facile lavorazione, viene utilizzata per la produzione di utensili per la cucina (es. pentole), vasellame, sculture ed elementi di decoro (es. capitelli). Lungo la strada che da Malesco porta a Fondo Li Gabbi è visibile un affioramento di pietra ollare che porta impresse le forme tondeggianti dovute all'estrazione (*ciapùgn* in dialetto locale).

Rocce calcaree e pietra ollare (*Leuzerie* in dialetto maleschese) affioranti nell'area, sono state e sono tuttora importanti georisorse per l'economia del luogo. Il loro sfruttamento, in tempi antichi con la produzione di calce e manufatti e, in tempi moderni, con l'allestimento di percorsi geoturistici di valorizzazione del territorio, mostra il legame indissolubile tra il substrato geologico e la vita delle comunità locali. Gli aspetti culturali legati allo sfruttamento delle due rocce e il loro valore scientifico sono raccontati nella sezione geologica del Museo del Parco Nazionale della Val Grande, cellula dell'**Ecomuseo della Pietra Ollare e degli Scalpellini (Ed Leuzerie e di Scherpelit)** di Malesco.



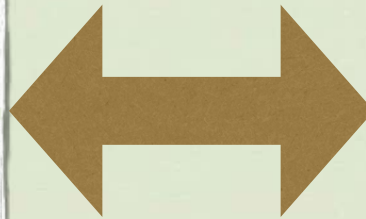
Sopra: fornaci della calce
Sotto: segni di estrazione della pietra ollare



GEOPATRIMONIO, GEOTURISMO E GEOPARCHI

Cosa si intende per **GEOPATRIMONIO**?
È una parte del Patrimonio Naturale di una determinata area costituito da elementi di geodiversità con particolare valore scientifico e che quindi occorre salvaguardare a beneficio delle attuali e future generazioni.

Il Geopatrimonio può includere sia elementi in situ (i cosiddetti "**geositi**") sia elementi ex situ (ad esempio, collezioni di rocce e minerali), caratterizzati da un valore scientifico (ad esempio, paleontologico, geomorfologico, mineralogico, petrografico o stratigrafico) oltre che da altri valori definibili "accessori" (turistico, estetico, storico, didattico), ma altrettanto importanti per la valorizzazione e divulgazione.



Il termine **GEOTURISMO** definisce una forma di turismo che si fa portavoce del concetto di "sostenibilità", legato alla salvaguardia del patrimonio naturale e quindi anche geologico della Terra. Il Geoturismo consente quindi di cogliere il senso della complessità dei fenomeni geologici e nel contempo del rapporto che lega gli esseri viventi con ogni cosa sulla Terra; dà spazio ad una cultura geologica che promuova una conoscenza integrata della complessità del sistema Terra e che cerchi le relazioni tra tutte le sue parti (geologia, natura, economia e culture locali) e dunque delle caratteristiche del paesaggio antropico strettamente connesso alle matrici geologiche che lo "sostengono".

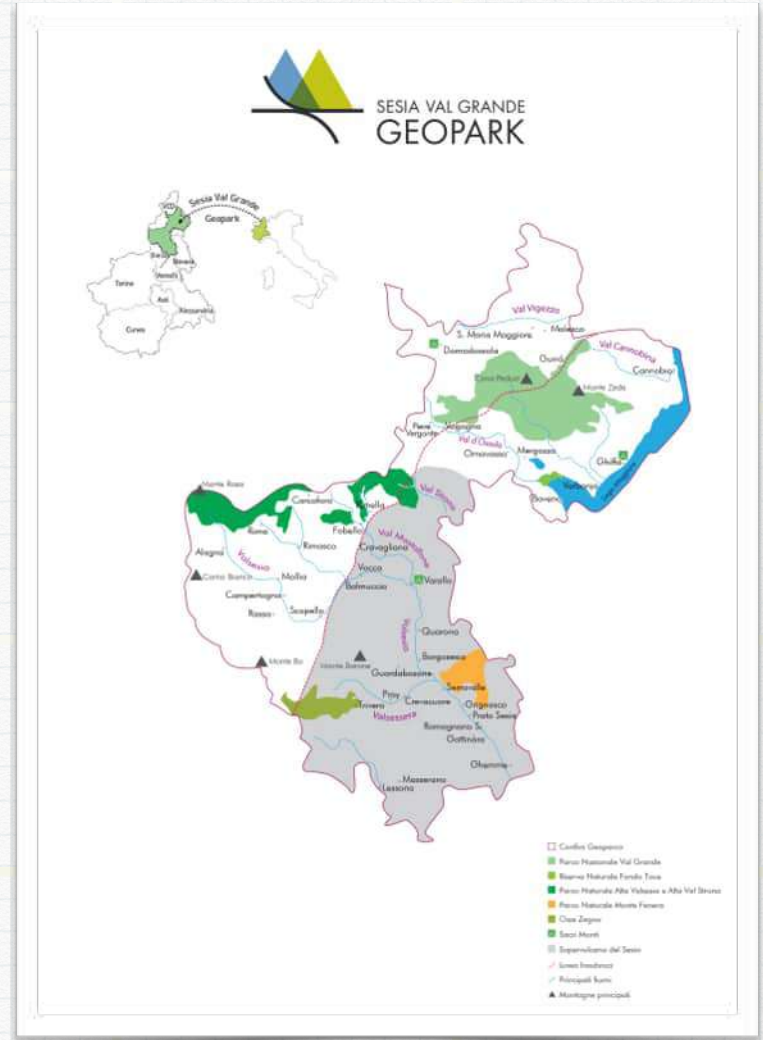


<http://www.sesiavalgrandegeopark.it>

Il Geoparco UNESCO **Sesia Val Grande** è stato riconosciuto il 5 settembre 2013; dal 17 novembre 2015 è “Geoparco Globale UNESCO”, il nuovo programma prioritario, al pari del Patrimonio mondiale dell’Umanità, delle Riserve della Biosfera e del Patrimonio Immateriale, ratificato durante 38^a Conferenza Generale dell’UNESCO dai 195 Stati membri.

Dopo le rivalidazioni avvenute nel 2021 e nel 2023, da parte di operatori UNESCO, ha ottenuto di proseguire la sua permanenza all'interno della rete. Il Geoparco è amministrato e gestito dal *Parco Nazionale della Val Grande* e dall’*Associazione Geoturistica Sesia Val Grande Geopark* ai quali, dal 2016, si è aggiunto l’*Ente di Gestione delle Aree Protette della Valle Sesia*. Il coordinamento scientifico è curato dal *Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università degli Studi di Torino* con la collaborazione dell’*Università degli Studi di Milano*.

Il Geoparco nella sua interezza si sviluppa nel Piemonte nord-occidentale, in un'area che si estende dal Lago Maggiore al confine con la Svizzera, fino al Monte Rosa al confine con la Valle d’Aosta. Qui la rilevanza scientifica degli aspetti geologici si fonde con l'influenza che da sempre la matrice geologica ha avuto, e continua ad avere, sulla cultura dell'uomo. L'importanza geologica di quest'area è legata ai processi di formazione delle Alpi, che hanno deformato la crosta terrestre. Qui affiora una delle più spettacolari sezioni della crosta terrestre, da rocce che si trovano normalmente a oltre 35 km di profondità (nel mantello terrestre) a rocce formate da eruzioni vulcaniche.



LA GEOLOGIA

La **Geologia** è la scienza che studia il pianeta Terra con riferimento alla sua composizione, alla sua struttura e configurazione, alla sua superficie e ai processi che vi operano.

Lo studio approfondito del nostro pianeta ha portato a suddividere la geologia in molte discipline specializzate che però possono dialogare tra di loro per ricostruire la storia della Terra attraverso l'indagine della successione degli eventi fisici, chimici e biologici che ne hanno determinato nel corso dei tempi l'evoluzione fino allo stadio attuale. In alcuni casi, i geologi riescono a prevedere scenari futuri in un'ottica di sviluppo sostenibile, utilizzo consapevole delle risorse e mitigazione del rischio causato dai fenomeni naturali.

LA GEOLOGIA: IL TEMPO IN MILIONI DI ANNI

L'età della Terra è stimata in circa 4570 milioni di anni. Il tempo geologico, molto diverso dal tempo come siamo abituati a viverlo noi, è scandito nella "*Scala Cronostratigrafica Internazionale*" (figura alla pagina successiva), un documento riconosciuto dalla comunità scientifica e periodicamente aggiornato sulla base delle nuove scoperte che permettono una sempre maggiore precisione della sua suddivisione. Tali suddivisioni si basano su diversi **criteri stratigrafici** (es. paleontologici, litologici). Differenti livelli della scala temporale sono stati decisi sulla base di significativi eventi geologici o paleontologici, come le estinzioni di massa. Queste ultime caratterizzano in maniera particolarmente significativa il passaggio dal periodo Permiano al periodo Triassico e dal Cretaceo al Paleogene. Quando una **sezione stratigrafica** affiorante viene riconosciuta a livello mondiale come la migliore per rappresentare questi limiti temporali (passaggi tra periodi, epoche, età), viene posto un "chiodo d'oro" sull'affioramento, e sulla scala stessa del tempo.

BOX 1

LE UNITÀ GEOCRONOLOGICHE

Eone (miliardi di anni)

Era (centinaia di milioni di anni)

Periodo (decine di milioni di anni)

Epoca (milioni di anni)

Età (migliaia di anni)



Chiodo d'oro identificativo di un limite stratigrafico

(fonte <http://geopavia.blogspot.com/2017/06/ma-che-cose-un-chiodo-doro.html>)

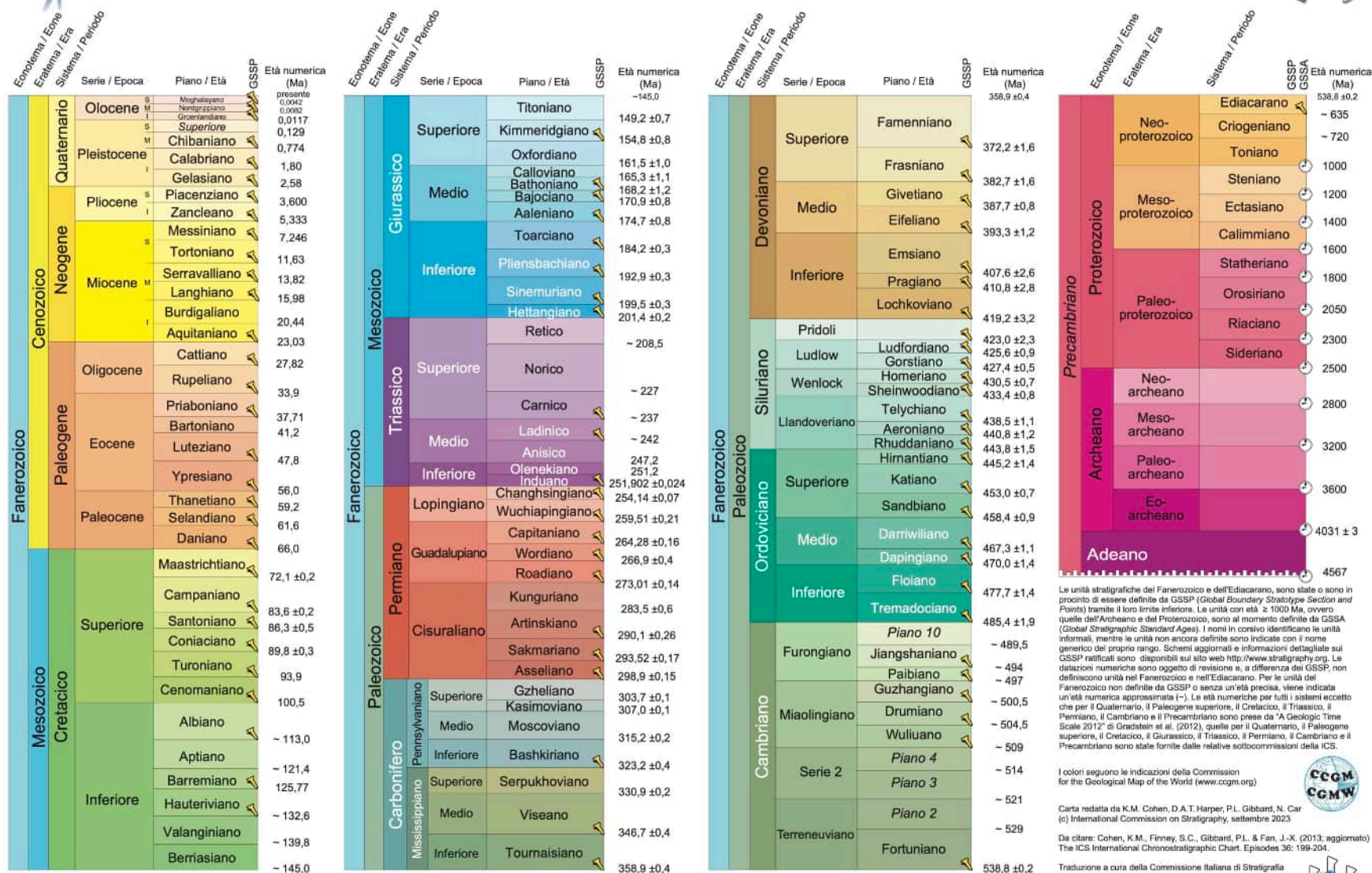


SCALA CRONOSTRATIGRAFICA INTERNAZIONALE

www.stratigraphy.org

Commissione Internazionale di Stratigrafia (ICS)

v 2023/09



Le unità stratigrafiche del Fanerozoico e dell'Ediacarano, sono state o sono in procinto di essere definite da GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) tramite il loro limite inferiore. Le unità con età ≥ 1000 Ma, ovvero quelle dell'Archeano e del Proterozoico, sono al momento definite da GSSA (Global Stratigraphic Standard Ages). I nomi in corsivo identificano le unità informali, mentre le unità non ancora definite sono indicate con il nome generico del proprio rango. Schemi aggiornati e informazioni dettagliate sui GSSP ratificati sono disponibili sul sito web <http://www.stratigraphy.org>. Le distinzioni numeriche sono oggetto di revisione e, a differenza del GSSP, non definiscono unità nel Fanerozoico e nell'Ediacarano. Per le unità del Fanerozoico non definite da GSSP o senza un'età precisa, viene indicata un'età numerica approssimata (-). Le età numeriche per tutti i sistemi accettati per il Quaternario, il Paleogene superiore, il Cretaceo, il Triassico, il Permiano, il Cambriano e il Precambriano sono prese da "A Geologic Time Scale 2012" di Gradstein et al. (2012), quelle per il Quaternario, il Paleogene superiore, il Cretaceo, il Giurassico, il Triassico, il Permiano, il Cambriano e il Precambriano sono state fornite dalle relative sottocommissioni della ICS.

I colori seguono le indicazioni della Commission for the Geological Map of the World (www.ccmw.org)

CCGM CGMW

Carta redatta da K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, N. Car (c) International Commission on Stratigraphy, settembre 2023

Da citare: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013) (aggiornato) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

Traduzione a cura della Commissione Italiana di Stratigrafia

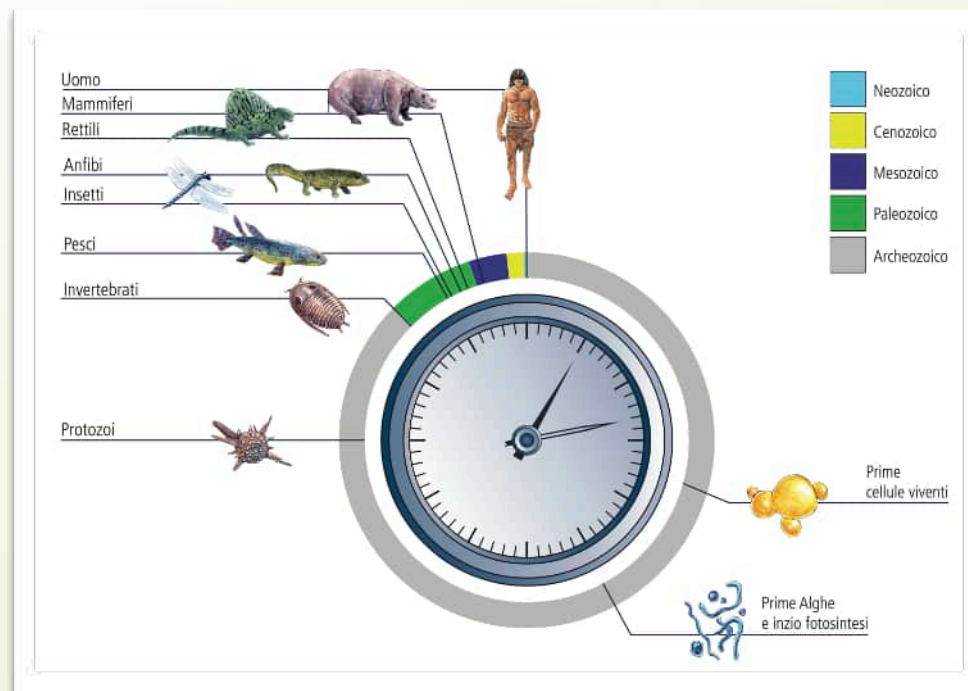
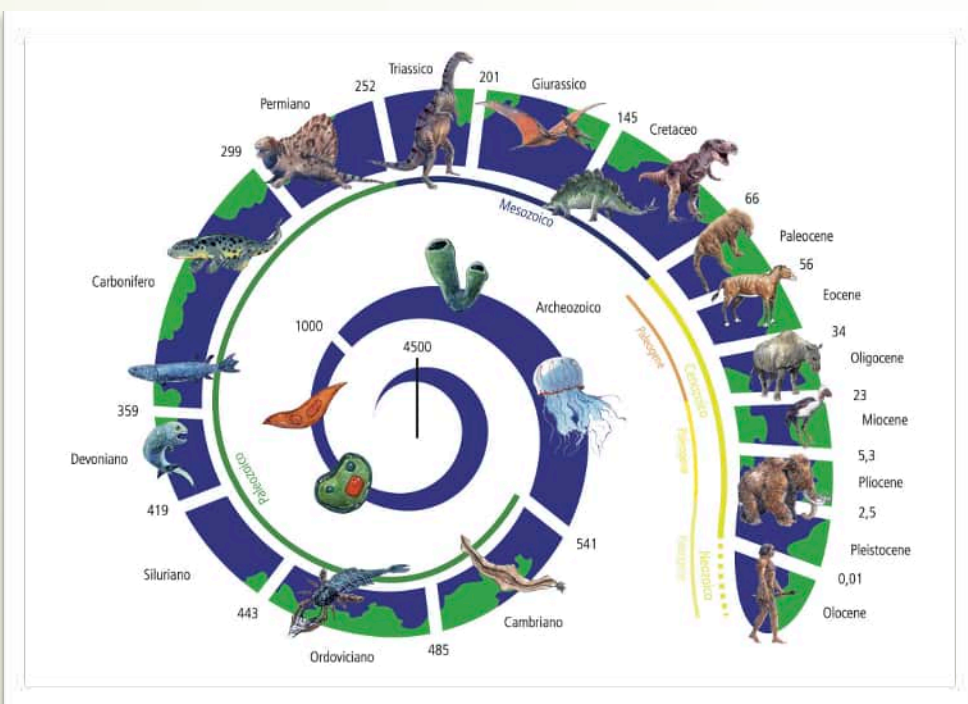
URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2023-09Italian.pdf>

Scala del tempo geologico utilizzata dai geologi e costantemente aggiornata sul sito <http://www.stratigraphy.org/>.
Si notino i chiodi d'oro posizionati dove i limiti temporali sono stati riconosciuti in precise sezioni stratigrafiche del pianeta Terra.

Se provassimo a immaginare il tempo geologico come una spirale o un orologio, e volessimo posizionare gli organismi viventi nel tempo, il risultato sarebbe quello della figura sottostante. Il *Neozoico*, l'era dell'Uomo, rappresenta appena meno di mezzo minuto di un ipotetico intervallo di 12 ore. In questo modo è più facile comprendere quale sia la dimensione dei tempi umani, con i quali siamo abituati a rapportarci durante la vita, in confronto all'estensione dei tempi che hanno scandito la storia del nostro Pianeta.

Spirale del tempo e orologio del tempo geologico. Si noti la presenza dell'Uomo come confinata a una infinitesima parte della spirale e dell'orologio.

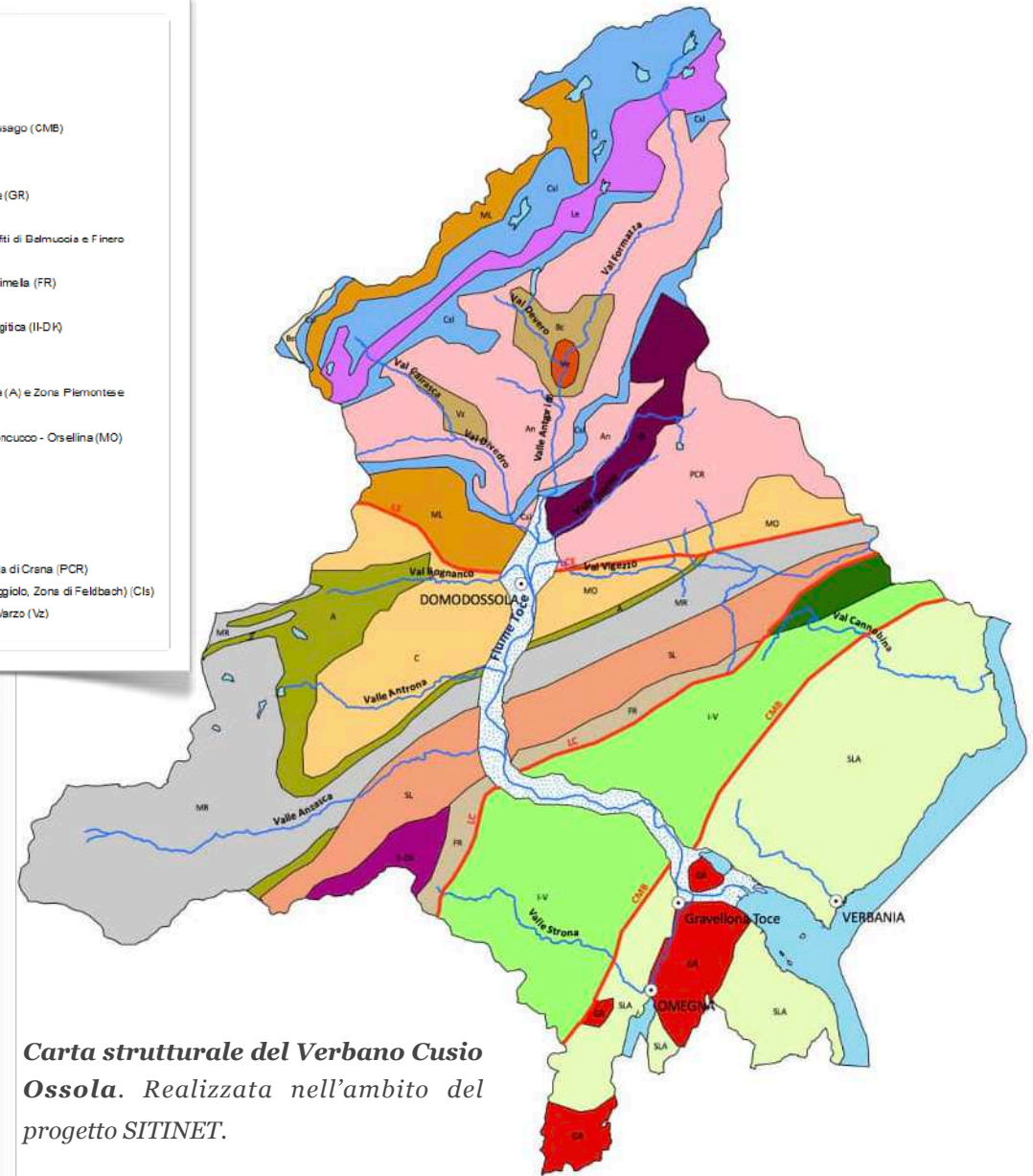
(elaborazione grafica nell'ambito del progetto SITINET)



LA CATENA ALPINA: UN “OGGETTO” GEOLOGICO

La Val d'Ossola è famosa tra i geologi di tutto il mondo poiché lungo il suo sviluppo si possono osservare le porzioni della catena alpina (**falde e/o unità strutturali**) che portano le tracce di deformazioni più o meno intense, traslazioni e accavallamenti avvenuti durante eventi tettonici, come l'orogenesi alpina, e addirittura durante eventi ancora più antichi.

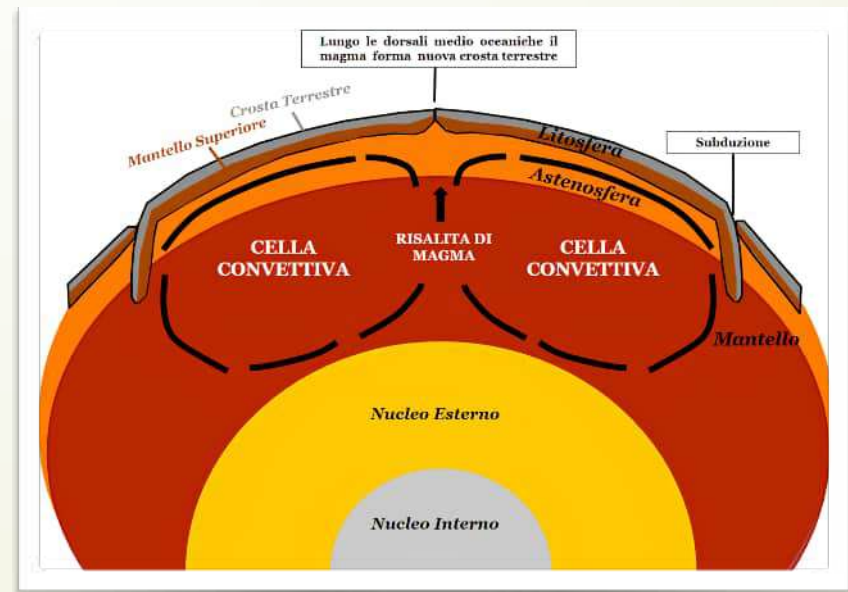
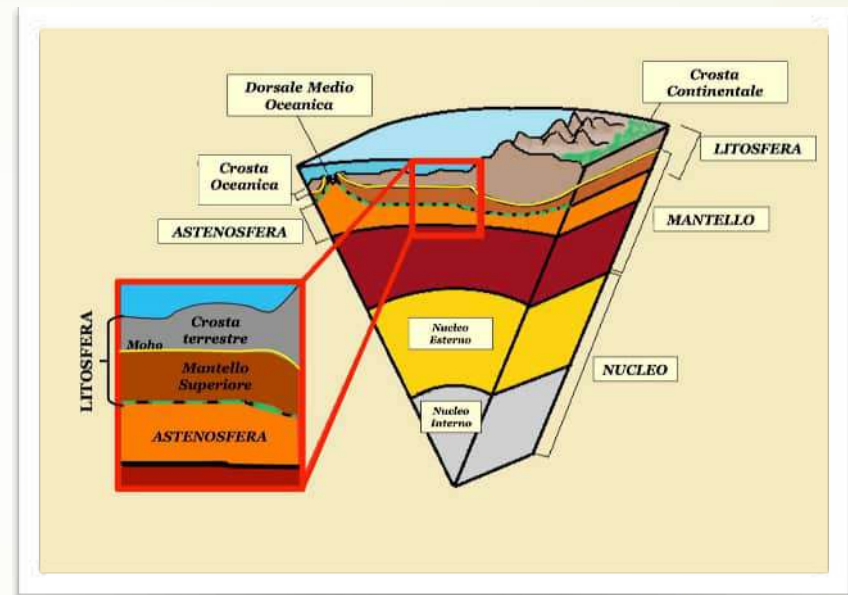
L'orogenesi alpina ha occupato un lungo intervallo temporale nella scala del tempo geologico: decine di milioni di anni. Tutt'ora le Alpi sono considerate una catena attiva dove, localmente, il processo continua con movimenti lungo superfici specifiche come le **faglie**.



Carta strutturale del Verbano Cusio Ossola. Realizzata nell'ambito del progetto SITINET.

Per capire come si sono formate le Alpi e l'origine geologica della zona della Valle Loana bisogna prima capire come funziona il nostro pianeta.

La Terra è suddivisa in involucri concentrici che, partendo dalla superficie, sono: *crosta*, *mantello*, *nucleo*. La crosta e la parte più superficiale del mantello superiore costituiscono insieme la litosfera, il cui spessore medio va da 5-7 km sotto gli oceani a 30-35 km sotto i continenti, ma supera i 60 km nelle catene montuose. La litosfera è suddivisa in placche, che possono comprendere contemporaneamente crosta oceanica e continentale, che si muovono trascinate da correnti convettive che risalgono dal mantello. Le placche possono allontanarsi l'una dall'altra, avvicinarsi fino a scontrarsi o scorrere lateralmente, generando fenomeni geologici che modificano continuamente l'aspetto del pianeta.



Costituzione della Terra in involucri concentrici (sopra);
meccanismo dinamico dei moti convettivi (sotto)

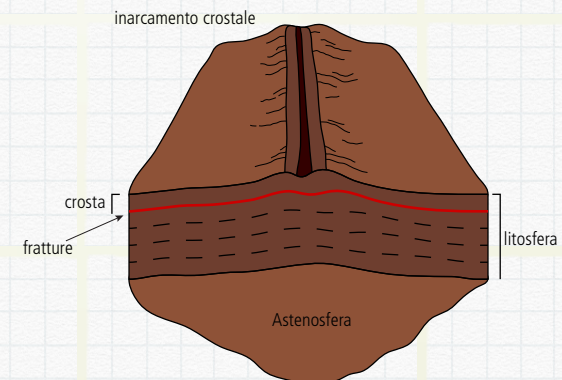
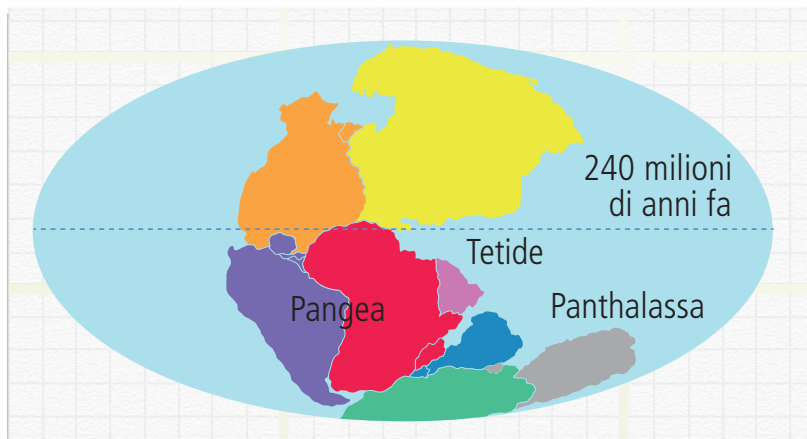
Ecco una breve sintesi degli eventi che si sono susseguiti durante la genesi della catena alpina.

300 milioni di anni fa – Fine del Carbonifero

La Terra era formata da un unico continente (Pangea) e da un unico grande oceano (Panthalassa) come conseguenza di una gigantesca collisione tra placche che, tra l'altro, ha prodotto una catena montuosa (orogenesi Varisica, 300-280 milioni di anni fa) estesa dalla Spagna all'Europa orientale. Però non è sempre stato così: le placche continentali e quelle oceaniche si sono già spostate parecchie volte prima di disporsi come ora, alla fine del Paleozoico.

250 milioni di anni fa - Triassico

Iniziò la separazione del megacontinente Pangea e un golfo (lo stadio iniziale della futura Tetide) si insinuò trasversalmente raggiungendo un'area che corrisponde all'incirca all'attuale Italia. Nel golfo si ebbe un sollevamento della crosta terrestre per risalita di magmi verso la superficie, che portò ad una progressiva spaccatura della Pangea.

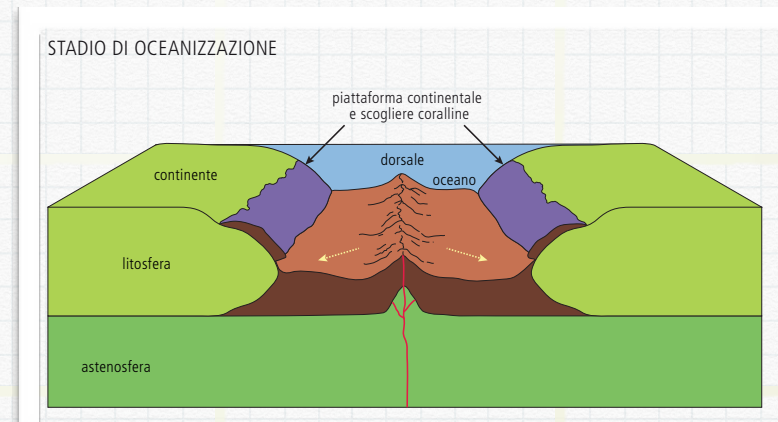


220 milioni di anni fa

In corrispondenza del sollevamento si formarono dapprima fratture, rilievi, valli, e in seguito si attivarono enormi forze che provocarono la “distensione” della crosta, con separazione delle zone fratturate. Si iniziarono a separare in tal modo due ampi paleo continenti: “Laurasia” a Nord e Gondwana” a Sud. Si formò l’ampio oceano della Tetide: la risalita di magma determinò la formazione di nuova crosta oceanica, l’espansione dell’oceano e l’allontanamento dei margini continentali dei due paleo-continenti. Una ramificazione secondaria del bacino della Tetide, l’Oceano Ligure Piemontese (o Tetide Alpina), si trovò interposto tra la Placca Euroasiatica e la Placca Africana.

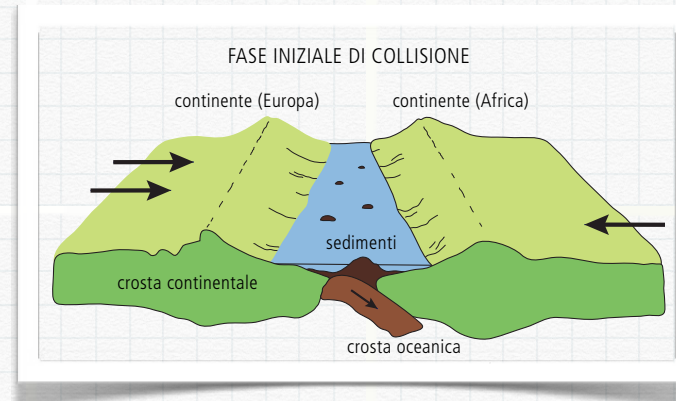
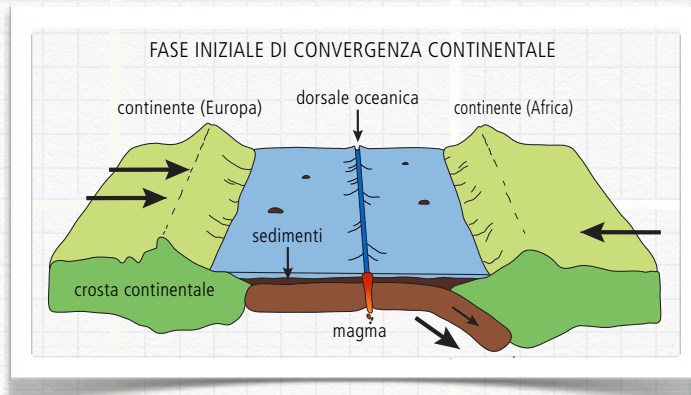
190 – 140 milioni di anni fa

L’oceano della Tetide raggiunse la massima espansione, attraversato da una lunga e articolata dorsale medio-oceanica. Il fondale era costituito da crosta oceanica, con la formazione di sedimenti marini, più fini nelle zone profonde e più grossolani vicino alla costa, nei cui pressi, per le condizioni climatiche favorevoli, si formarono banchi corallini.



130 milioni di anni fa

A causa di cambiamenti nelle dinamiche della crosta terrestre, i due blocchi continentali (Laurasia e Gondwana) iniziarono un inesorabile riavvicinamento.



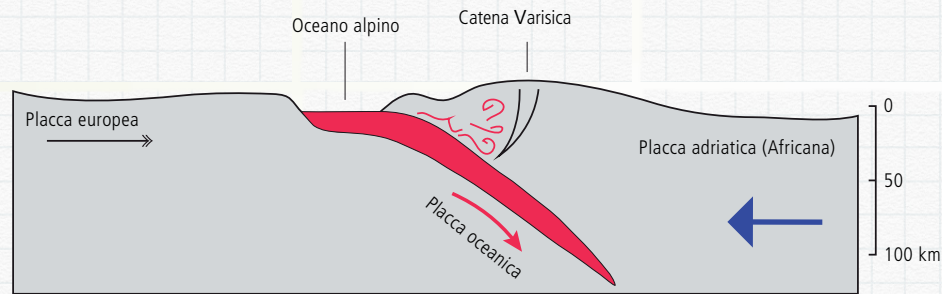
120 - 60 milioni di anni fa

La crosta oceanica dell'Oceano Ligure Piemontese, più pesante di quella continentale, iniziò ad andare in **subduzione** sotto la Placca Africana. Questa fase durò 30/40 milioni di anni, durante i quali sedimenti, frammenti di crosta oceanica e di crosta continentale si "accartocciarono" ed in parte vennero spinti verso la superficie. L'esistenza di un antico fondale oceanico è stata ricostruita dai geologi grazie ai resti di sequenze di crosta oceanica che, una volta strappati durante il processo di subduzione, furono inglobati all'interno della catena alpina. Tali successioni oceaniche inglobate nelle catene montuose si chiamano **successioni ofiolitiche**, che nella nostra area sono presenti in Valle Antrona (nella figura alla pagina successiva rappresentate dai riccioli rossi).

90 MILIONI DI ANNI FA

NW

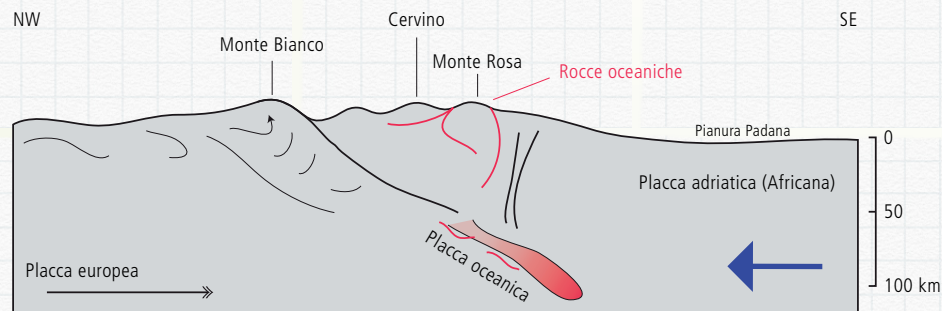
SE



DA 30 MILIONI DI ANNI FA AD OGGI

NW

SE



Le alte pressioni e le alte temperature determinarono trasformazioni fisiche e chimiche, tra cui piegamenti e genesi di nuovi minerali che ci fanno capire la temperatura e le pressioni che le rocce hanno subito. L'oceano della Tetide scomparve progressivamente e la collisione tra i continenti portò alla formazione di quello che viene definito **prisma di accrezione**.

Da 60 a 20 milioni di anni fa

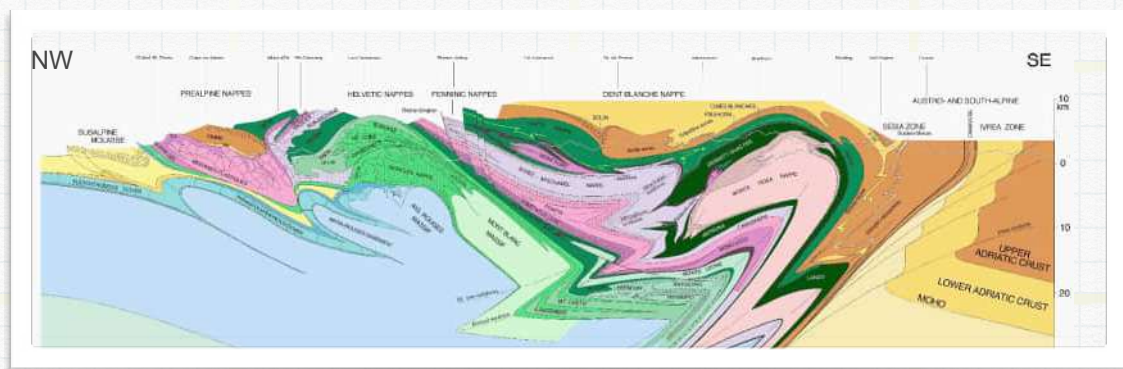
Continuò la spinta dell'Africa verso l'Europa e l'Oceano Ligure Piemontese e la sovrapposizione della crosta continentale africana su quella europea portò ad un aumento notevole di spessore della crosta e un rallentamento della collisione.

Le fortissime compressioni su ampi volumi rocciosi, determinarono in questo settore delle Alpi un continuo aumento delle temperature e delle pressioni, che causarono la trasformazione di molte delle rocce pre-esistenti, con la formazione delle rocce metamorfiche che possiamo osservare nelle nostre Alpi Lepontine.

Ancora oggi la linea lungo la quale è avvenuta la collisione è individuabile approssimativamente in corrispondenza della Linea Insubrica, una grande faglia trascorrente che attraversa tutte le Alpi per quasi 1000 chilometri, e che taglia in due l'area ossolana. Essa si ritrova in Valsesia, passa in alta Valle Strona (a Campello Monti), a sud di Domodossola (a Vogogna), attraversa la Val Grande e segna il confine tra la Val Vigezzo e la val Cannobina, per poi proseguire lungo le Centovalli, Locarno e la Valtellina e collegandosi più a est ad un altro sistema di faglie nella zona di Bolzano. Essa separa due “mondi” geologici che hanno subito evoluzioni differenti: a Nord della Linea Insubrica le unità strutturali hanno subito forti deformazioni nel corso dell'orogenesi alpina e sono state impilate (“vergenti”) verso Nord-NordOvest, mentre a Sud le unità meno coinvolte in questa fase orogenetica si sono impilate (“vergenti”) verso Sud-SudEst. Per questo si dice che le Alpi sono un *orogene a doppia vergenza* (le cui unità hanno subito un trasporto in differenti direzioni).

BOX 2

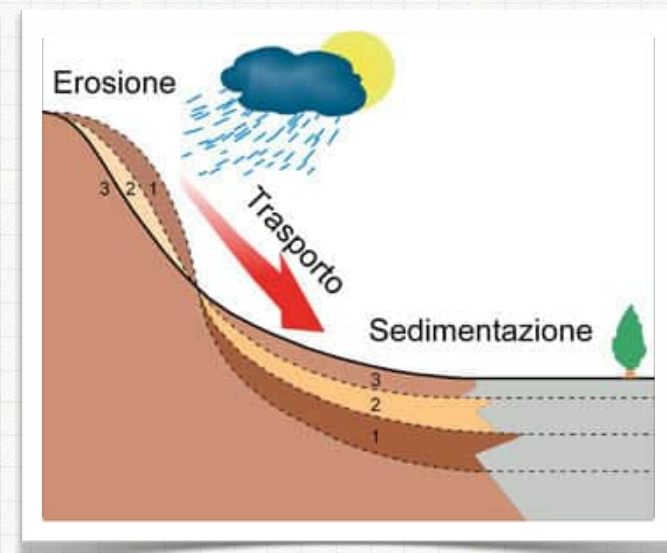
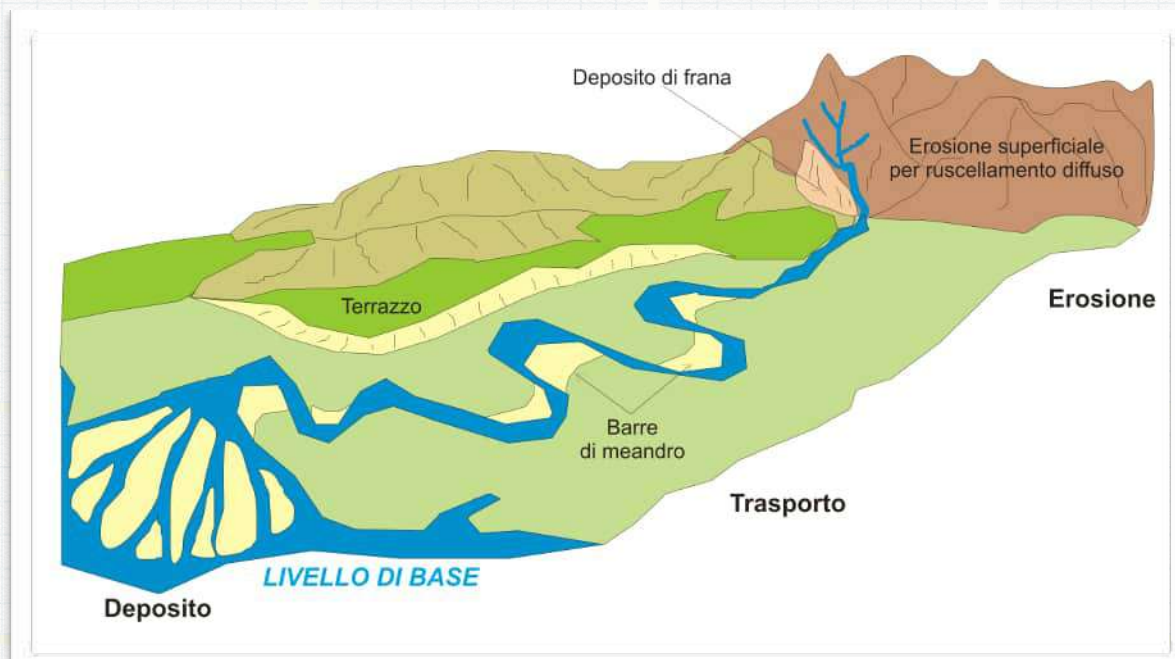
Gli eventi che caratterizzano la storia geologica si ripetono nel tempo. Ad esempio le unità a Sud della Linea Insubrica conservano ancora evidenti tracce di un'orogenesi, l'orogenesi Varisica, ben più antica di quella Alpina, verificatasi durante la formazione della Pangea, circa 300 milioni di anni fa.



Sezione geologica attraverso le Alpi (da Escher et alii, 1997)

Oggi

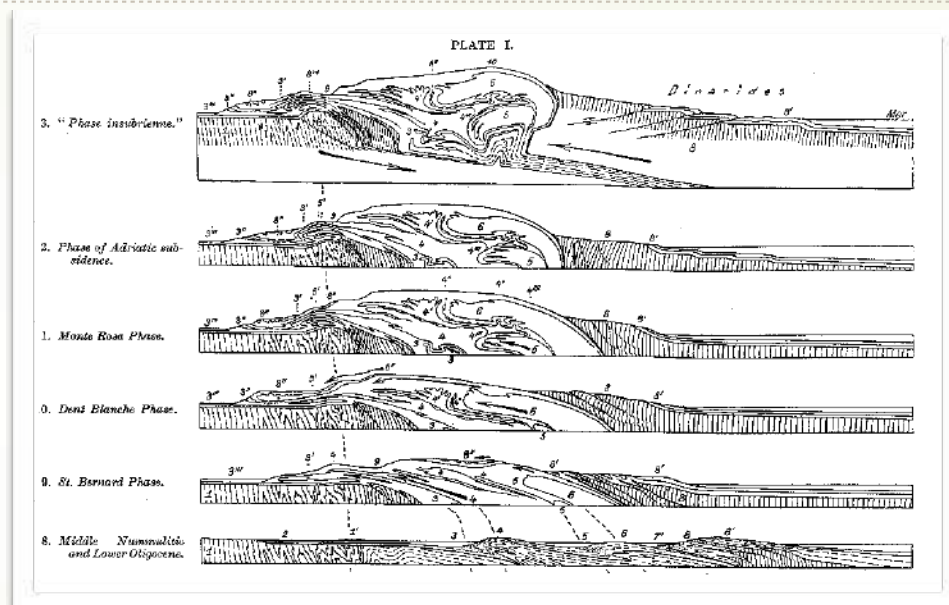
La catena alpina sta tuttora subendo trasformazioni, infatti il sollevamento è accompagnato dall'erosione della catena stessa a causa dell'azione di **fattori esogeni** (acqua nei suoi diversi stati, gravità, etc.), che sono responsabili del suo graduale smantellamento (vedi sezione di Geomorfologia). I sedimenti che derivano dallo smantellamento della catena alpina vengono ridistribuiti lungo la rete idrografica fino a raggiungere la Pianura Padana, che costituisce un enorme bacino di raccolta di questi sedimenti, erosi, trasportati e accumulati nel corso di milioni di anni.



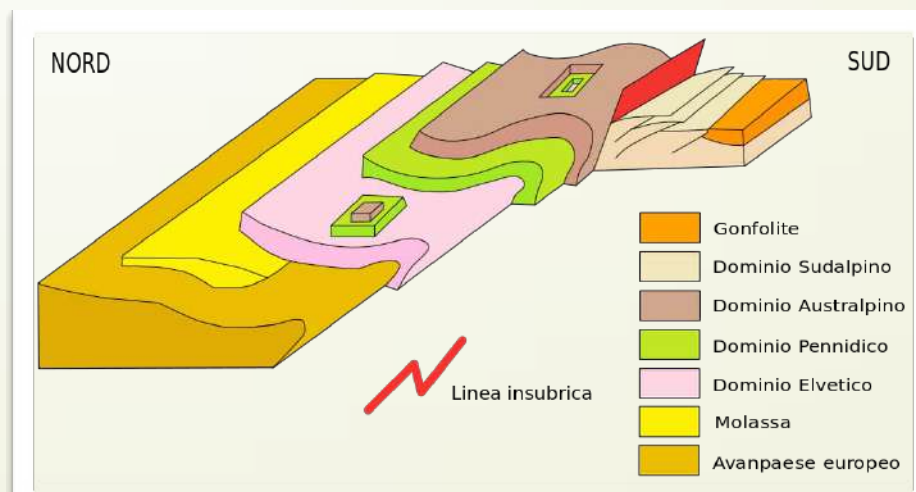
Schema ideale del ciclo erosione-trasporto-sedimentazione

LE ROCCE COME TESTIMONI DEL TEMPO E LA STRUTTURA DELLA CATENA ALPINA

La ricostruzione di tutti gli eventi descritti è stata possibile studiando le rocce che affiorano sul territorio: rocce di diverso tipo, con una diversa genesi (sedimentarie, magmatiche e metamorfiche: vedi **Box 3**), che come un libro, ci raccontano una storia durata milioni di anni. Studiandone la struttura e la composizione mineralogica, i geologi hanno ricostruito le diverse fasi deformative, gli episodi di fusione della crosta e della sua ricristallizzazione e la messa in posto di particolari sequenze, le ofioliti. Risalendo alle condizioni e alle posizioni geografiche precedenti la deformazione, poi, è stato anche possibile ricostruire la struttura dei bacini dove si accumularono per esempio le rocce sedimentarie successivamente deformate.



Ricostruzione dell'evoluzione strutturale delle Alpi articolata in sezioni geologiche orientate approssimativamente Nord-ovest (sinistra) - sud-est (destra) e con età decrescente dal basso verso l'alto (da Argand, 1916)



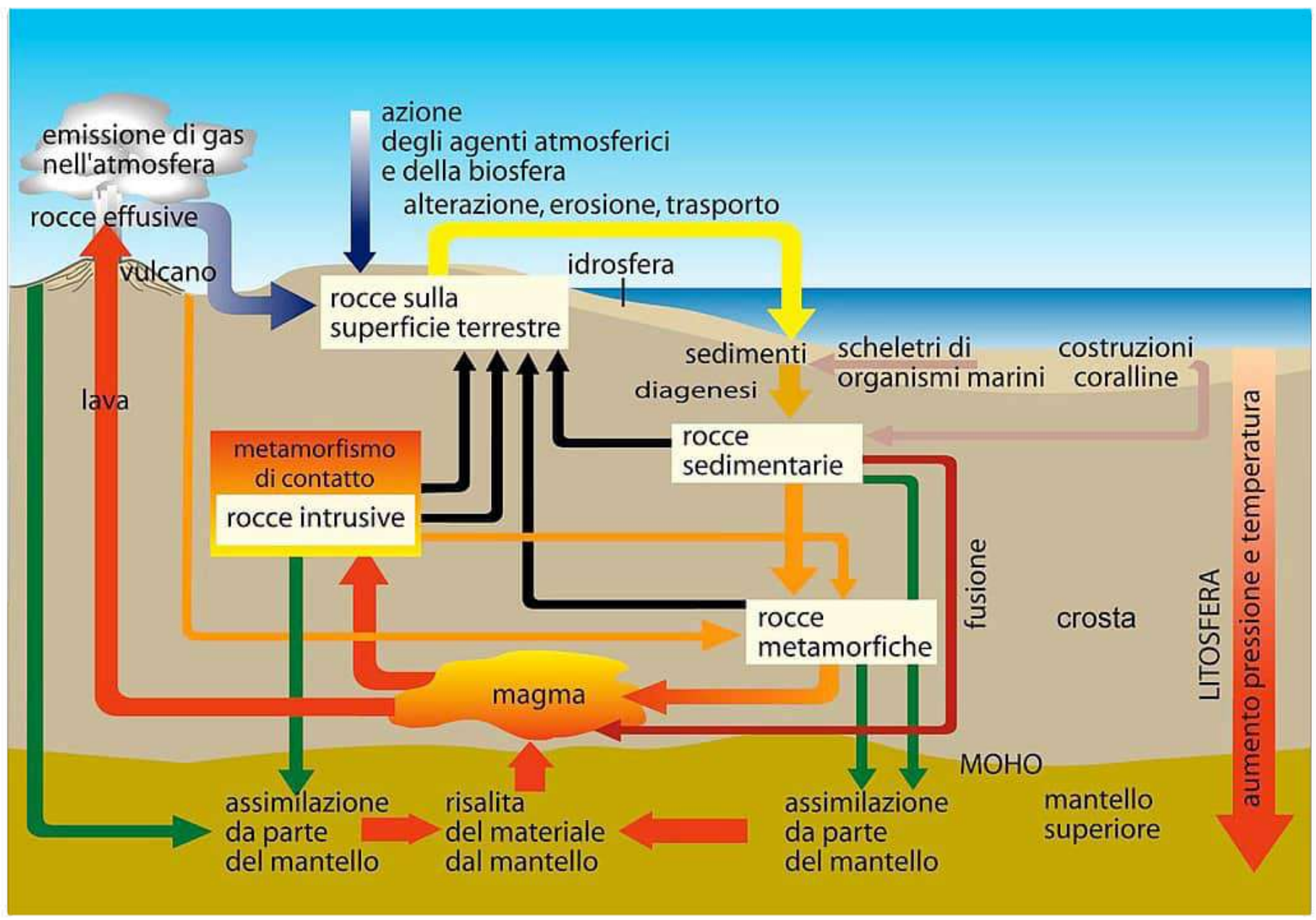
Rappresentazione schematica delle falde alpine (da Marthaler, 2001)

LE FAMIGLIE DI ROCCE

Le rocce, aggregati naturali di minerali, vengono distinte in funzione del processo che le ha generate in **Rocce sedimentarie**: derivano da processi fisici (erosione, trasporto e successiva deposizione), chimici (precipitazione di sali in una soluzione) e biochimici (accumulo di resti di organismi, i fossili). Come un libro, le rocce sedimentarie, che sono strutturate in strati di diverso spessore, corrispondente a un certo intervallo temporale, ci raccontano le condizioni dei bacini in cui si sono deposte. Alcuni esempi: arenaria, argillite, dolomia, calcare.

Rocce magmatiche: derivano dalla solidificazione di un magma in profondità (rocce magmatiche intrusive) o in superficie (rocce magmatiche effusive). Nel primo caso le rocce, essendo cristallizzate in tempi lunghi e ad elevate profondità hanno una struttura cristallina ben sviluppata e i minerali sono facilmente riconoscibili a occhio nudo perché hanno avuto il tempo necessario per formarsi bene. Nel secondo caso le rocce si sono solidificate velocemente, in superficie e con poco tempo per formare minerali ben riconoscibili. Esistono anche situazioni intermedie (rocce magmatiche ipoabissali) che mostrano caratteristiche intermedie perché cristallizzate a basse profondità, presentando una massa fine nella quale sono sparsi cristalli di maggiori dimensioni e ben riconoscibili. Il magma che cristallizza può avere diversa composizione e/o differenziarsi successivamente, durante la cristallizzazione, dando origine a rocce anche chimicamente molto diverse, caratterizzate da minerali di tipo diverso. Alcuni esempi di rocce intrusive: granito, gabbro. Alcuni esempi di rocce vulcaniche: riolite, basalto.

Rocce metamorfiche: derivano dalla trasformazione della composizione mineralogica e/o della disposizione spaziale dei minerali componenti ("struttura") di rocce preesistenti, dette "protoliti", in conseguenza di variazioni di pressione e temperatura, in funzione dell'ambiente geodinamico in cui le rocce sono venute a trovarsi. Studiando le diverse fasi deformative, il geologo associa ciascuna di esse a regimi di stress e a condizioni di pressione e temperatura differenti, associati a diversi eventi come quelli che, per esempio, hanno portato alla formazione della catena alpina. Quando le condizioni di pressione e temperatura sono tali da generare fusione parziale, si parla di migmatiti, o quando lo stress di taglio è particolarmente intenso di miloniti. Alcuni esempi: gneiss, micascisto, fillade, anfibolite, granulite, serpentinite, marmo.



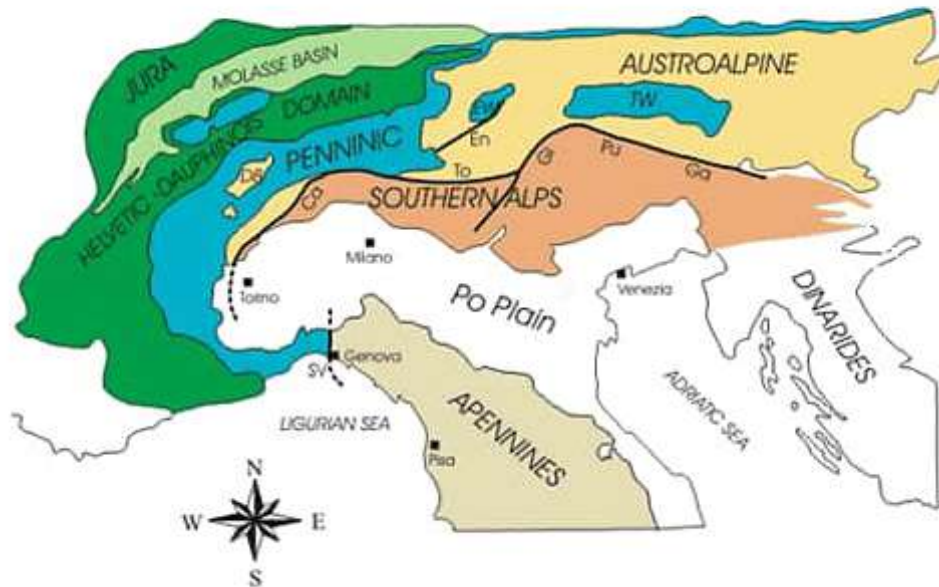
Schema dei processi litogenetici che originano le diverse famiglie di rocce

La struttura della catena alpina benché ben definita, è ancora oggetto di studio. Nell'ambito di una catena collisionale come quella alpina le rocce metamorfiche vengono solitamente associate in gruppi, "pacchi" di roccia, che si sono spostati in maniera unitaria, deformandosi contemporaneamente: le **unità strutturali** (o **falde**), ovvero porzioni di crosta delimitate da superfici di scorrimento lungo le quali è avvenuto il movimento principale.

Le falde poi si raggruppano a loro volta in **Domini paleogeografici** che, nel caso delle Alpi sono, da Sud a Nord sono:

1. *Dominio Sudalpino* o *Alpi Meridionali*: porzione della Placca Africana costituita da rocce metamorfiche e magmatiche, legate all'orogenesi Varisica (circa 300 milioni di anni fa), e dalla loro copertura sedimentaria. Questo settore è stato scarsamente interessato dalle deformazioni dovute all'orogenesi Alpina, durante la quale ha subito un trasporto (vergenza) verso Sud;
2. *Dominio Austroalpino*: rocce del margine continentale africano prevalentemente metamorfiche, altamente deformate durante l'evento alpino e verticalizzate nella zona della Val d'Ossola. Queste rocce sono state coinvolte significativamente nei processi di subduzione prima, e di collisione dopo e le falde di questo dominio mostrano una vergenza verso Nord-NordOvest;
3. *Dominio Pennidico*: rocce che costituiscono il **prisma di accrezione** della catena; rocce metamorfiche particolarmente deformate, con abbondanti **ofioliti**;
4. *Dominio Ultraelettico* e *Dominio Elvetico*: rocce di vario tipo, di pertinenza della Placca Eurasiatica.

Tectonic and paleogeographic domains of the Alps



DB - Dent-Blanche; EW - Engadine Window; TW - Tauren Window

Periadriatic Lineament: Ca - Canavese Line; To - Tonale Line;

Gi - Giudicarie Line; Pu - Pusteria Line; Ga - Gall Line.

En - Engadine Line

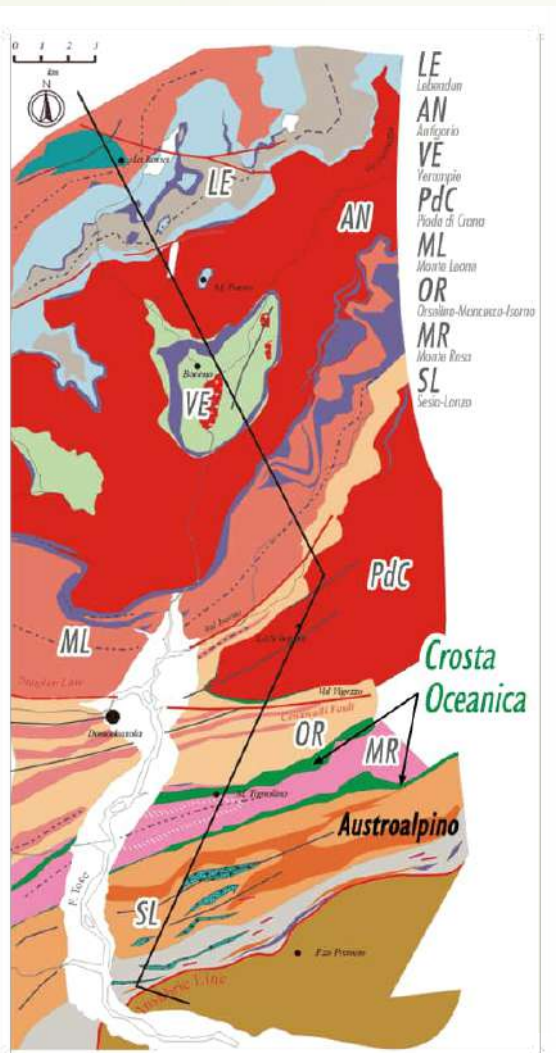
SV - Sestri-Voltaggio Line

Schema tettonico e Domini paleogeografici delle Alpi
(da www.pietredelvco.it)

I Domini sono separati da importanti lineamenti tettonici lungo i quali, in periodi differenti, si sono verificati spostamenti reciproci tra le varie unità, anche di alcuni chilometri. Tra i lineamenti più importanti delle Alpi ritroviamo:

A. la *Linea Insubrica* o *Lineamento Periadriatico*: separa il Dominio Sudalpino, a Sud, e il Dominio Austroalpino, a Nord. Lungo tale lineamento avvenne un innalzamento stimato di 20-25 km e uno spostamento laterale stimato attorno ai 60 km. Il segmento localizzato nelle alpi centro-occidentali, fino alla zona di Locarno, è nota come *Linea del Canavese* mentre a Est di Locarno è nota come *Linea del Tonale*.

B. il *Fronte Pennidico*: segna il **sovrascorrimento** delle Unità Pennidiche sulle unità Ultraelevantiche ed Elvetiche di pertinenza europea.



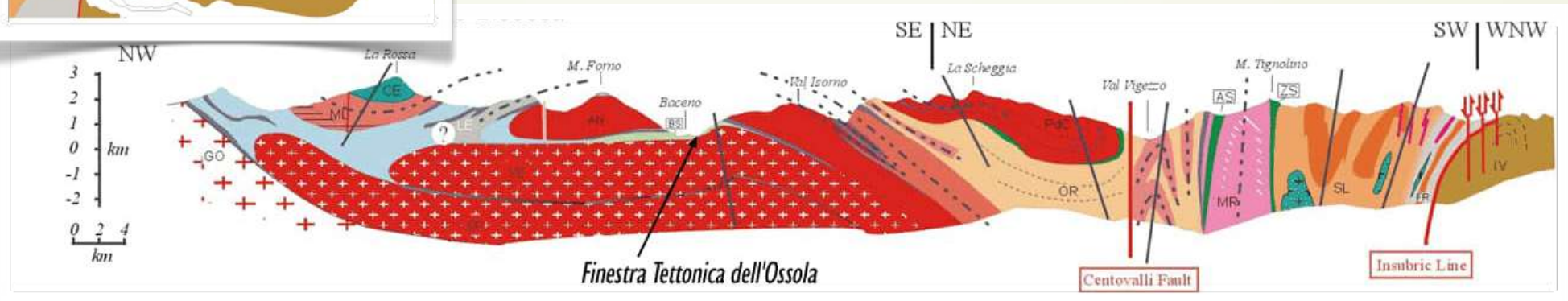
Carta geologica schematica della media-alta Val D'Ossola, disegnata sulla base di rilevamenti inediti alla scala 1:10000 effettuati da B. Bigioggero, A. Colombo e A. Tunesi.

Modificata da: Bigioggero & Colombo, 1996

(fonte: www.pietredelvco.it)

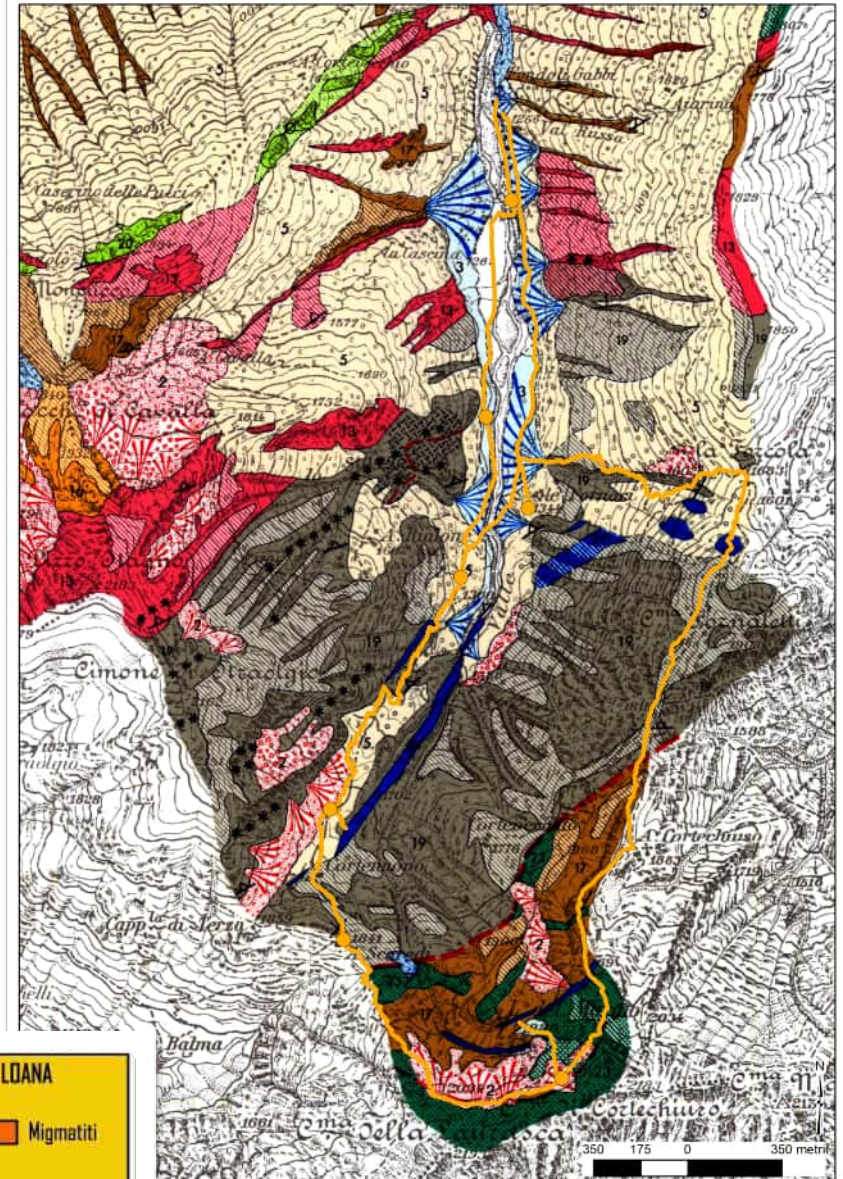
Nell'ambito della catena alpina questi domini, e i loro rapporti geometrici tramite i lineamenti tettonici prima descritti, possono variare nelle strutture e suddivisioni interne pur mantenendo uno stile distintivo.

Nelle figure accanto è riportato un modello strutturale semplificato dell'Ossola e relativa sezione geologica da nord a sud: questo mette in evidenza come attraverso la Val d'Ossola sia possibile osservare, per uno spessore di oltre 20 km, una tra le più potenti sezioni della catena alpina, fino ai livelli più profondi. La valle del Toce infatti incide quasi ortogonalmente la successione delle falde di ricoprimento dei domini *Sudalpino*, *Austroalpino* e *Pennidico*, permettendo di osservare numerose litologie appartenenti alle diverse unità strutturali.



LE ROCCE DELLA VALLE LOANA

Nel bacino idrografico del torrente Melezzo, nell'area della Val Vigizzo, le rocce che affiorano sono pertinenti a tutti i domini della fascia ossolana (*Sudalpino*, *Austroalpino* e *Pennidico*). Nella parte del bacino idrografico della Valle Loana su cui si snoda l'Anello Geoturistico della Valle Loana in particolare si individuano rocce appartenenti al *Dominio Sudalpino* e all'*Austroalpino*, divise dalla *Zona del Canavese*, una fascia di rocce intensamente deformate dall'azione della *Linea Insubrica*. In questa sezione verrà descritto il contesto strutturale specifico della Valle Loana, in relazione alla Valle Vigizzo, e le rocce affioranti da Sud verso Nord, con particolare attenzione alla zona compresa tra la testata della Valle Loana fino a Fondo li Gabbi. In questo capitolo sono descritte le rocce affioranti in schede di dettaglio che contengono immagini di affioramenti, campioni a mano e fotografie di sezioni sottili, cioè sottili fettine di roccia (spesse circa 0.03 mm) che vengono analizzate al microscopio.

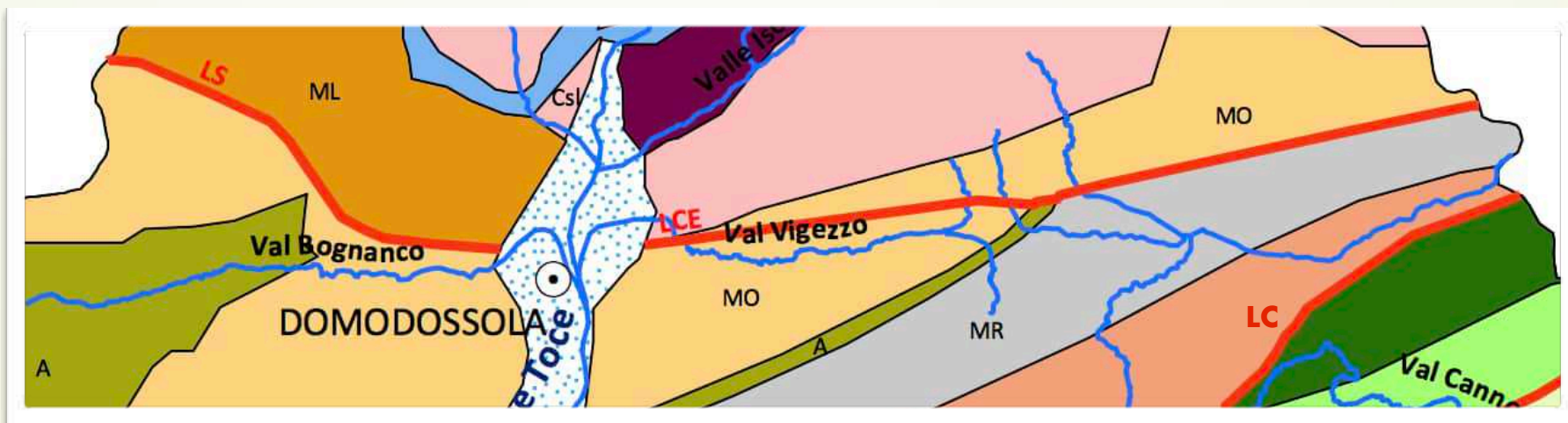


LEGENDA DELLE ROCCE DELLA VALLE LOANA			
Dominio Austroalpino			
■ Scisti a talco e clorite (Pietra ollare)	■ Migmatiti		
■ Ortogneiss	■ Paragneiss e Micascisti		
■ Filladi, Filloniti, Milaniti, Quarziti	■ Filoni porfirici		
■ Metacarbonati, calcescisti e marmi			
Dominio Sudalpino			
■ Anfiboliti	■ Paragneiss e Micascisti	■ Marmi	

Carta geologica della Valle Vigizzo, con dettaglio sulla parte alta della Valle Loana e con evidenziato l'Anello Geoturistico (in giallo)

(estratto della "Carta geolitologica delle valli Vigizzo, Fenechchio e Basso Isorno")

La Valle Vigezzo ha la particolarità di essere impostata lungo il sistema di faglie della *Linea delle Centovalli*. Tale linea tettonica, di importanza minore rispetto alla *Linea Insubrica*, è diretta da Ovest a Est e si raccorda verso Ovest con la *Linea del Sempione*. La linea “transfrontaliera” delle Centovalli è responsabile della deformazione delle rocce localizzate lungo la Val Vigezzo e le Centovalli. Questo lineamento si raccorda poi verso Est con la Linea Insubrica. Questo incrocio e sovrapposizione di lineamenti tettonici è responsabile di una complessa situazione strutturale nel tratto della Valle Vigezzo nei pressi della Valle Loana e quindi, conseguentemente, dell’instabilità dei versanti che caratterizzano questo tracciato vallivo. Inoltre, la Linea delle Centovalli, attiva nel Quaternario, è stata chiamata in causa per la creazione di un bacino nel fondovalle vigezzino: in tale area depressa si generò poi un bacino lacustre, testimoniato dalla deposizione di sedimenti lacustri datati a 120-67 mila anni fa. Tale bacino è ora scomparso e attualmente è presente una vasta piana tra i due abitati.



Dettaglio della carta strutturale sull'area Val Vigezzo - Domossola con evidenziati in rosso i principali lineamenti tettonici

LS: Linea del Sempione, LCE: Linea delle Centovalli; LC: Linea del Canavese (o Linea Insubrica)

LE ROCCE DEL DOMINIO SUDALPINO

Il *Dominio Sudalpino* (o *Alpi Meridionali*), situato a Sud della *Linea Insubrica*, è convenzionalmente suddiviso nell'area della media e bassa Ossola in *Serie dei Laghi* e *Zona Ivrea-Verbano*.

Le rocce della *Serie dei Laghi* si sono formate durante l'orogenesi Varisica nel Paleozoico. Si tratta di micascisti, paragneiss e ortogneiss metamorfosati in condizioni proprie della crosta di profondità intermedia. Non affiorano in Valle Loana, ma prevalentemente sui versanti verbanesi rivolti al Lago Maggiore, e nella vicina Valle Cannobina.

Le rocce della *Zona Ivrea-Verbano* rappresentano invece una porzione di crosta profonda quale raramente si può osservare con continuità in superficie, ma nell'area ossolana ciò è possibile grazie agli eventi tettonici di sollevamento e denudazione. Per questo motivo queste rocce sono molto studiate da esperti di tutto il mondo. Inoltre si segnala nelle zone di Finero e di Premosello l'affioramento di peridotiti, rocce particolarmente pesanti che costituiscono il mantello litosferico a profondità maggiori di 35 km.

La *Serie dei Laghi* e la *Zona Ivrea-Verbano* sono state interessate, durante il Permiano (280-250 milioni di anni fa) da un'intensa risalita di magmi che hanno cristallizzato in profondità, formando plutoni (es. i graniti di Baveno - Mottarone e Montorfano) o in condizioni quasi superficiali (es. porfidi e rioliti).

Nell'area della Valle Loana (vedere la carta geologica alla pagina precedente) le rocce della *Zona Ivrea-Verbano* che affiorano sono: *anfiboliti* (verde in carta), *paragneiss* (marrone in carta) e *marmi* (blu in carta). Le ritroviamo alla testata della valle, lungo la cresta tra la Cima della Laurasca e il Cimone di Cortechiuso, nella zona tra l'Alpe Scaredi e il Lago del Marmo.

ANFIBOLITI (ZONA IVREA-VERBANO)

Anfiboliti a pirosseno e granato, grana da media a grossolana, a bande e non scistose

Le **anfiboliti** sono rocce metamorfiche composte da *orneblenda* e *plagioclasio*, derivate da rocce ricche in ferro e magnesio tipo gabbri o basalti. In questo caso si tratta di *orneblenda bruna*, che assieme a *clinopirosseno*, e in misura minore a *granato*, indica temperature metamorfiche elevate (600-750°C). Sono rocce per lo più massicce, scarsamente foliate, talvolta con bandatura composizionale.

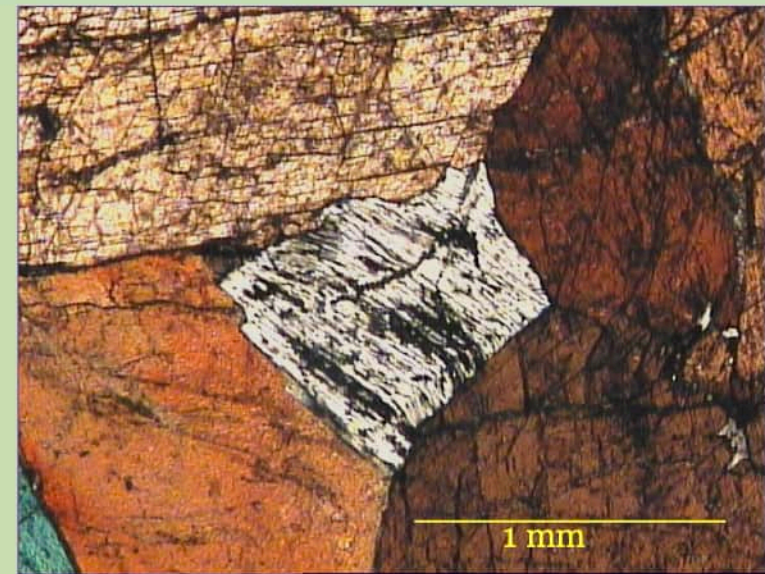


Affioramento lungo la cresta dalla Bocchetta di Scaredi alla Bocchetta di Campo

Dal campione a mano si percepisce l'aspetto massiccio delle anfiboliti.



In sezione sottile è visibile l'*orneblenda bruna*, con tipiche sfaldature a maglie rombiche, e il *plagioclasio*, al centro, caratterizzato da lamelle, che appaiono alternativamente bianche e nere



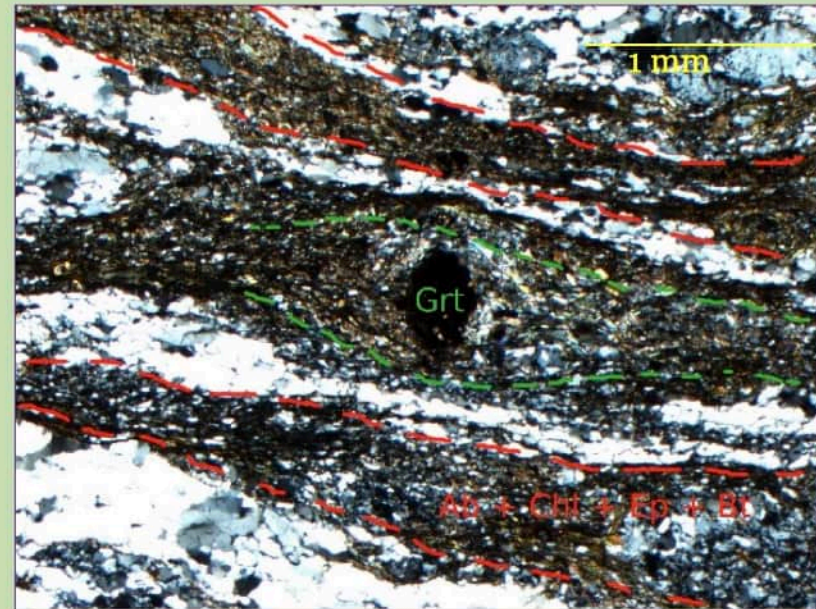
Sezione sottile

**PARAGNEISS, MICASCISTI
(AUSTROALPINO E IVREA-VERBANO)**

*Paragneiss a biotite e muscovite e
micascisti a granato e staurolite.
Grana da media a fine, molto scistosi*



Affioramento di paragneiss nei pressi dell'Alpe Cortecchio



Sezione sottile



Micascisti e paragneiss sono rocce metamorfiche derivate da rocce sedimentarie rispettivamente argillose e argilloso-arenacee. I micascisti hanno *miche* più abbondanti di *quarzo* e *plagioclasio*, i paragneiss il contrario. Possono essere presenti altri minerali (es. *granato*, *staurolite*), alcuni dei quali indicativi di condizioni specifiche di temperatura e pressione. Nei paragneiss della *Zona Ivrea – Verbano*, in particolare, a causa delle temperature più alte raggiunte, la *mica chiara* è scomparsa, ed è stata sostituita da *sillimanite*.

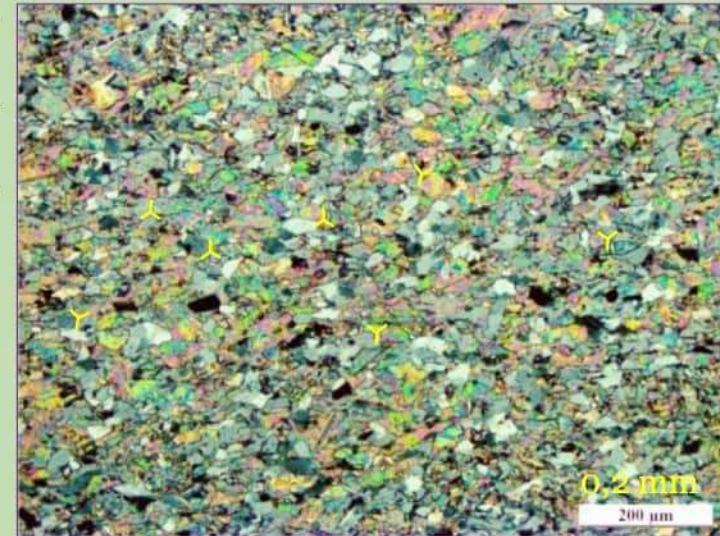
**ROCCE CARBONATICHE
(ZONA IVREA-VERBANO, DEL
CANAVESE, AUSTROALPINO)**

*Rocce carbonatiche in intercalazioni di modesta entità: **marmi saccaroidi, marmi silicatici a grana medio-fine**, anche scistosi, calcescisti e calcari debolmente metamorfici*

I **marmi** derivano dal metamorfismo di calcari più o meno puri. Sono composti essenzialmente da *calcite*, un minerale carbonatico, ricristallizzata durante il metamorfismo in cristalli di forma poligonale, con contatti fra tre granuli adiacenti a circa 120° (evidenziati in giallo nella foto al microscopio). Questa struttura si riflette in una granulosità alla vista e al tatto, che ricorda lo zucchero, per cui i marmi più puri sono spesso detti 'saccaroidi'.



Dato che la calcite è un minerale solubile, anche i marmi, come i calcari, subiscono processi di dissoluzione carsica con formazione di cavità e scannellature ★.



Sezione sottile in cui si vede la calcite dai colori vivaci e pastello, mentre il poco quarzo è bianco e grigio. I simboli Y indicano i giunti tripli tra cristalli di calcite tipici del marmo saccaroide

Per chi volesse approfondire la conoscenza di queste rocce si consiglia di percorrere l'itinerario geologico del *Geoparco UNESCO Sesia-Val Grande* di Viggiona-Trarego, gli itinerari geoturistici della Valle Cannobina e, nella zona compresa tra Vogogna e Premosello Chiovenda, il percorso geologico dedicato alla *Zona Ivrea-Verbano*, che permette di osservare in affioramento la porzione di crosta inferiore fino al limite con il mantello: un contatto che i geologi chiamano **Moho**. Si segnala che, dedicati a queste tematiche, presso la sede del Parco Nazionale Val Grande a Vogogna è visitabile il *Geolab*, e a Gurro il Museo Geologico: entrambe sono strutture tematiche del *Geoparco UNESCO Sesia-Val Grande*.

LE ROCCE INTENSAMENTE DEFORMATE DELLA ZONA DEL CANAVESE

Interposte tra le rocce del *Dominio Sudalpino* e quelle del *Dominio Austroalpino*, affiorano le *filladi* o *filloniti* (grigio in carta) della *Zona del Canavese*. Sulla carta geologica sono indicati come *Scisti di Fobello-Rimella*: si tratta di rocce molto scistose, localmente con una **struttura milonitica** tipica di zone di frizione intensa (le *filloniti* sono *filladi* con tessitura milonitica). Tali rocce derivano dal metamorfismo di rocce precedenti, in condizioni di bassa temperatura e pressione. Tale struttura milonitica indica proprio che le rocce da cui derivano, sia di pertinenza Austroalpina che Sudalpina, subirono intensi stiramenti. Tali deformazioni, che interessano una fascia di qualche decina di chilometri di ampiezza che parte dalla Valsesia, sono talmente intense da rendere difficile risalire alla roccia originaria (protolite). La loro deformazione è avvenuta sotto l'azione della *Linea Insubrica*, localmente nota come *Linea del Canavese*.

Intercalati alle *filladi* affiorano livelli di *rocce carbonatiche* più o meno intensamente deformati (*calcari debolmente deformati* e *calcescisti*) (blu in carta), che in alcuni casi si sono rivelati buone risorse per la produzione di calce.

FILLADI E FILLONITI (ZONA DEL CANAVESE)

Filladi e filloniti a grana minuta, con tessitura scistosa molto marcata; intercalazioni non cartografabili di porfiroidi e quarziti micacee



Affioramento di filloniti nei pressi dell'Alpe Cortenuovo, tra il Geostop 4 e il Geostop 5

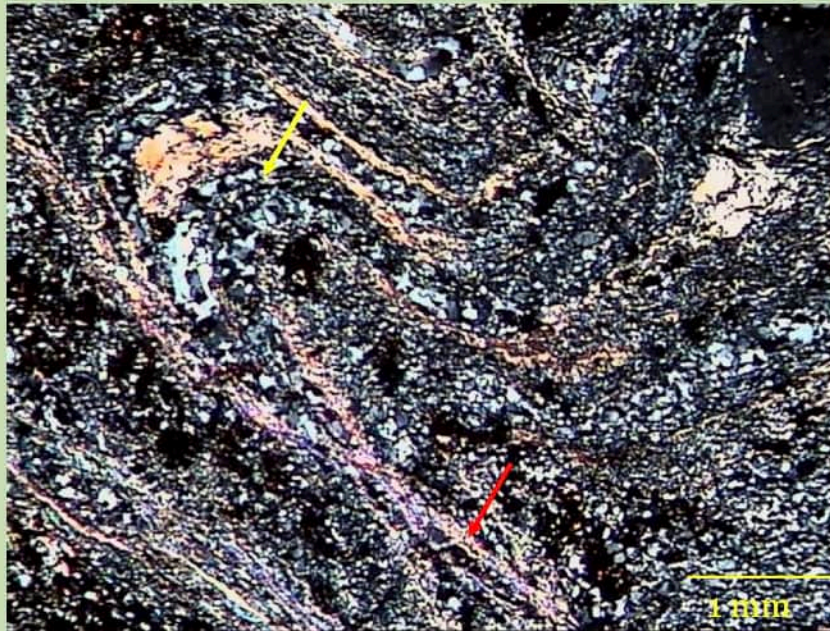
Le **filladi** sono rocce a grana fine, divisibili in scaglie sottili, costituite essenzialmente da *miche* e *quarzo*, derivate dal metamorfismo di rocce sedimentarie argillose.





Le **filloniti** sono di aspetto simile, ma prodotte per deformazione e macinazione di rocce già metamorfiche (qui sia paragneiss della *Zona Ivrea – Verbano* che micascisti e ortogneiss della *Zona Sesia – Lanzo*). La deformazione e la macinazione sono causate da frizione in corrispondenza di faglie (fratture con movimento reciproco dei blocchi), in questo caso la *Linea Insubrica*. Queste rocce si possono osservare al *Geostop 5*.

FILLADI E FILLONITI (ZONA DEL CANAVESE)



*Filladi e **filloniti** a grana minuta, con tessitura scistosa molto marcata; intercalazioni non cartografabili di porfiroidi e quarziti micacee*



Sezione sottile

Nelle **filloniti** al microscopio si vede una prima foliazione piegata, sottolineata da livelli di *quarzo* (bianco e grigio)  ed una seconda definita dalle *miche* (colori brillanti) , finemente macinate e allineate secondo una diversa direzione.



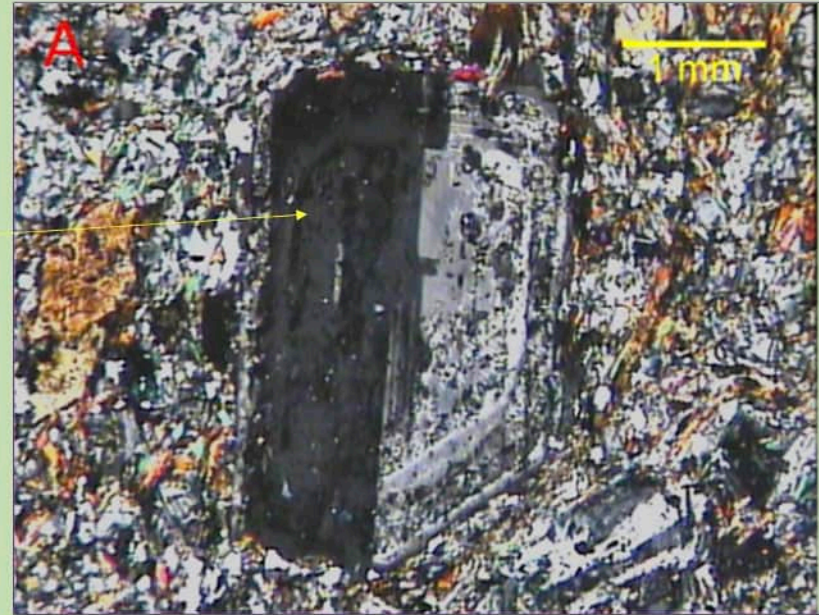
Blocco franato dalla zona del Pizzo Stagno nei pressi del Geostop 2a, in cui si osserva bene il contatto delle filloniti  con gli gneiss granitoidi 

**PORFIROIDI E QUARZITI MICACEE
(ZONA DEL CANAVESE)**


*Filladi e filloniti a grana minuta, con tessitura scistosa molto marcata; intercalazioni non cartografabili di **porfiroidi e quarziti micacee***




I porfiroidi sono abbondanti nel detrito del fondovalle



Sezione sottile

I **porfiroidi** sono rocce magmatiche ipoabissali, cioè intruse a bassa profondità come filoni. I cristalli di maggiori dimensioni, fenocristalli qui di *plagioclasio* , sono cresciuti lentamente durante la risalita del magma, mentre la massa di fondo a grana fine risulta dalla cristallizzazione rapida della parte ancora liquida al momento dell'intrusione in rocce fredde. Nell'area della Valle Loana non mostrano deformazioni e quindi si deduce che si siano intrusi successivamente al metamorfismo.



Le **quarziti** sono rocce composte essenzialmente da abbondante *quarzo* e *miche*  subordinate, prodotte dal metamorfismo di rocce sedimentarie come arenarie e siltiti quarzose, oppure selci o diaspri. Sono debolmente foliate data la scarsità di *miche*.

**ROCCE CARBONATICHE
(ZONA IVREA-VERBANO, DEL
CANAVESE, AUSTROALPINO)**

*Rocce carbonatiche in intercalazioni di modesta entità: marmi saccaroidi, marmi silicatici a grana medio-fine, anche scistosi, **calcescisti** e calcari debolmente metamorfici*

I **calcescisti** sono rocce ricche in calcio e silice, derivate dal metamorfismo di rocce sedimentarie pelitico-arenacee con abbondante frazione carbonatica. Sono costituiti da *miche* (che conferiscono loro la scistosità), *calcite* e *quarzo* in proporzioni variabili. In quest'area mostrano colore grigio più o meno scuro e scistosità sottile, talvolta pieghettata. La porzione carbonatica si altera in maniera significativa, come si osserva nei rari affioramenti lungo la cresta Cortechiuso - Forcola.



Calcescisti in affioramento lungo la cresta Cortechiuso - Forcola

**ROCCE CARBONATICHE
(ZONA IVREA-VERBANO, DEL
CANAVESE, AUSTROALPINO)**

Rocce carbonatiche in intercalazioni di modesta entità: marmi saccaroidi, marmi silicatici a grana medio-fine, anche scistosi, calcescisti e calcari debolmente metamorfici

I **calcari** sono rocce sedimentarie di ambiente per lo più marino, di origine organogena (parti dure di organismi marini, es. coralli o conchiglie) o chimica (precipitazione da acque sature di carbonato di calcio), per cui mostrano gran varietà di aspetto e caratteristiche (facies). In Valle Loana, i calcari rappresentano i resti della copertura sedimentaria triassico-giurassica del paleomargine africano, che ha subito un metamorfismo di debole intensità.



Contatto nei pressi del Geostop 4 tra filloniti e calcari debolmente metamorfici



LE ROCCE DEL DOMINIO AUSTROALPINO

Le rocce del margine continentale africano che interessano l'area della Valle Loana appartengono alla *Zona Sesia-Lanzo*. In particolare le rocce che qui affiorano sono: *ortogneiss* (rosa in carta), *paragneiss* (marrone in carta), *migmatiti* (arancione in carta) e *serpentinoscisti* (verde brillante in carta). Queste ultime sono note con il nome comune di Pietra Ollare).

Sia le rocce della *Zona del Canavese* che le rocce del *Dominio Austroalpino* in Valle Loana sono interessate dall'intrusione di rocce magmatiche sotto forma di filoni cristallizzati a bassa profondità (condizioni ipoabissali): *pegmatiti* e *porfiriti* (con il simbolo * in carta). Tali rocce si sono intruse come conseguenza dell'attività tettonica della Linea del Sempione e lineamenti connessi. L'età ricavata dagli studiosi per queste intrusioni è oligocenica, tra 31 e 25 milioni di anni fa. Le *porfiriti* devono il loro nome alla loro struttura porfirica, caratterizzata da grossi cristalli immersi in una matrice cristallina a grana fine, dovuta a condizioni di raffreddamento abbastanza rapido a bassa profondità. Molti sono i blocchi di questa roccia che si possono ritrovare nel detrito lungo il sentiero che sale all'Alpe Cortenuovo e Scaredi. Le *pegmatiti* sono rocce cristallizzate in presenza di grandi quantità di gas e fluidi che hanno favorito la formazione di cristalli di grosse dimensioni. Questi filoni pegmatitici sono di notevole interesse in Valle Vigizzo, per esempio nella zona del Pizzo Marcio, in quanto possono contenere minerali rari e preziosi quali berillo, topazio, zirconio.


Altre rocce che affiorano in maniera discontinua e locale in Valle Loana sono le *quarziti micacee* (con il simbolo * in carta), rocce metamorfiche che derivano da antiche rocce sedimentarie ricche in quarzo.



GNEISS GRANITOIDI (AUSTROALPINO)

Gneiss granitoidi biotitici da grana grossolana a media, localmente molto scistosi



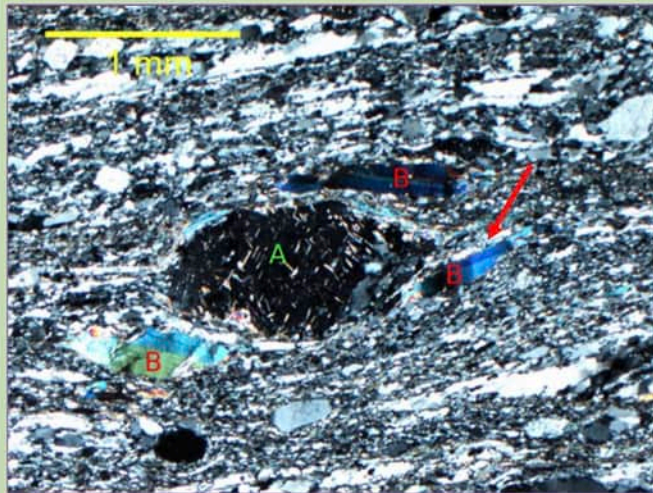
Gli **gneiss granitoidi** o **ortogneiss** sono rocce metamorfiche, composte da *quarzo*, *K-feldspato*, *plagioclasio* e subordinate *miche*, che derivano dalla trasformazione di rocce magmatiche intrusive come graniti, granodioriti e tonaliti. In Val Loana si trovano varietà a grana sia piuttosto fine, sia più grossolana, fino a gneiss occhiadini, così chiamati per la presenza di “occhi” , costituiti da megacristalli di *K-feldspato* avvolti dalla foliazione.





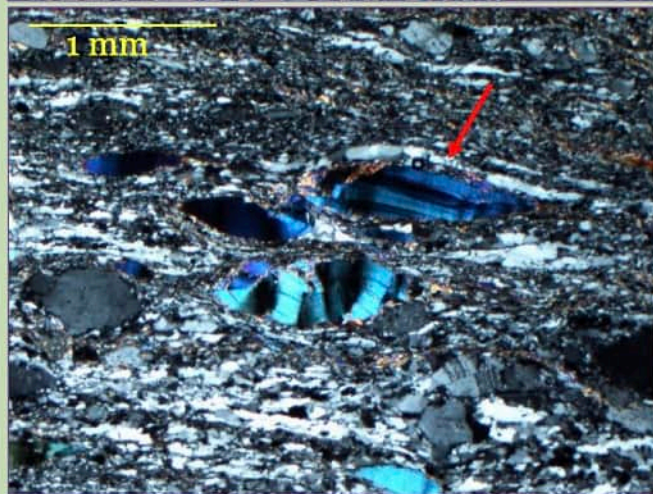
GNEISS GRANITOIDI (AUSTROALPINO)

Gneiss granitoidi biotitici da grana grossolana a media, localmente molto scistosi

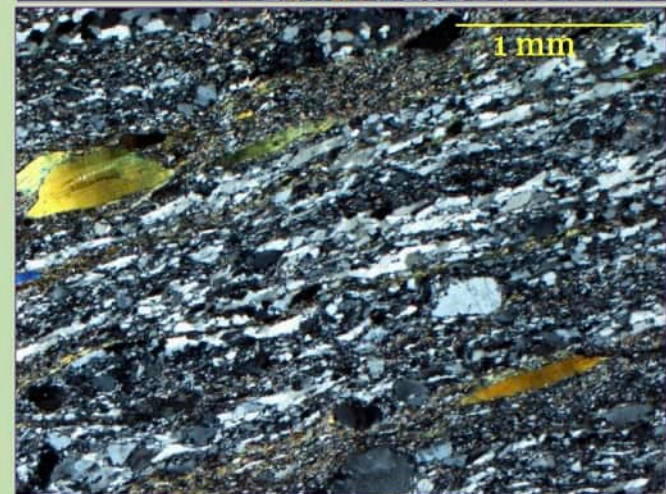
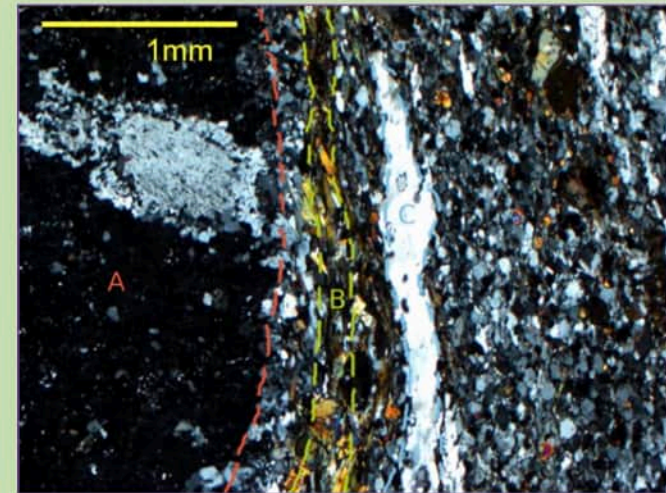


In sezione sottile sono ben visibili gli occhi di *K-feldspato* (A) avvolti dalla foliazione definita da *miche* (B) e da livelli di cristalli appiattiti di *quarzo*.

~
Sezioni sottili ~



Sono presenti talvolta miche di maggiori dimensioni deformate con una forma che ricorda dei «pesciolini» (detti '*mica-fish*'  in gergo tecnico).

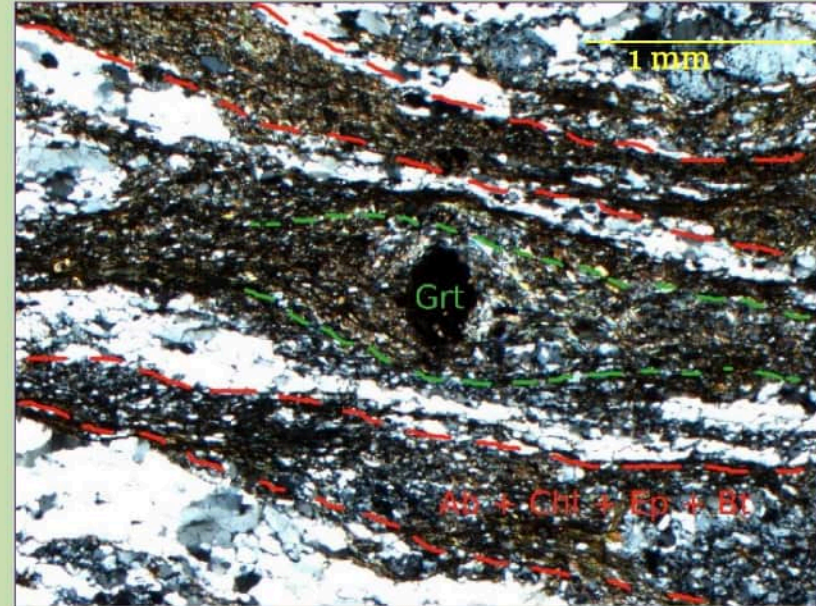


**PARAGNEISS, MICASCISTI
(AUSTROALPINO E IVREA-VERBANO)**

*Paragneiss a biotite e muscovite e
micascisti a granato e staurolite.
Grana da media a fine, molto scistosi*



Affioramento di paragneiss nei pressi dell'Alpe Cortevocchio



Sezione sottile



Micascisti e paragneiss sono rocce metamorfiche derivate da rocce sedimentarie rispettivamente argillose e argilloso-arenacee. I micascisti hanno *miche* più abbondanti di *quarzo* e *plagioclasio*, i paragneiss il contrario. Possono essere presenti altri minerali (es. *granato*, *staurolite*), alcuni dei quali indicativi di condizioni specifiche di temperatura e pressione. Nei paragneiss della *Zona Ivrea – Verbano*, in particolare, a causa delle temperature più alte raggiunte, la *mica chiara* è scomparsa, ed è stata sostituita da *sillimanite*.

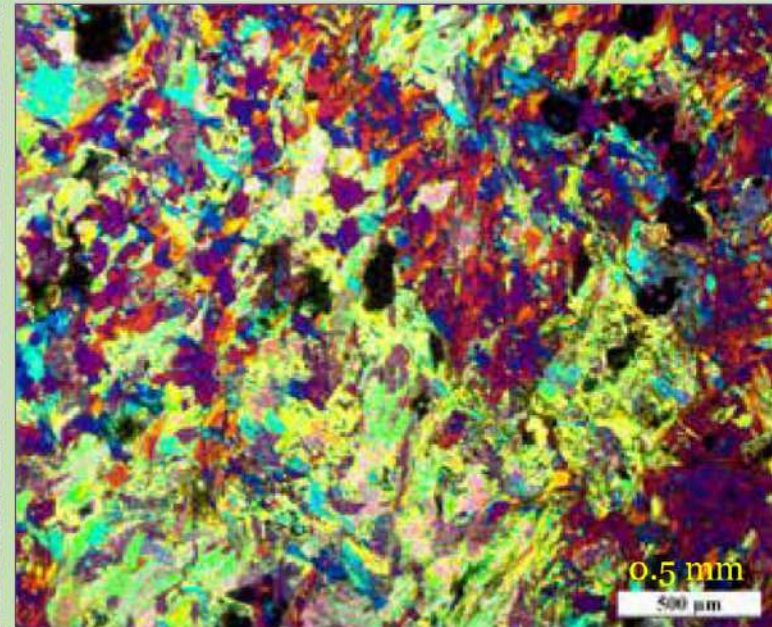


SERPENTINITI, TALCOSCISTI, *Serpentiniti molto talcose (pietra ollare), serpentinoscisti intensamente laminati, cloritoscisti* CLORITOSCISTI (AUSTROALPINO)

Sono rocce metamorfiche derivate da rocce ricche in ferro e magnesio (peridotiti, pirosseniti, gabbri o basalti), cioè ricche di minerali di magnesio e ferro (*olivina, pirosseni*). I **talcoscisti** possono derivare anche da rocce dolomitiche. Il metamorfismo di bassa temperatura in presenza di fluidi acquosi trasforma questi minerali in silicati idrati, come *serpentino, talco* e *clorite*, che con la loro abbondanza relativa definiscono i diversi litotipi. La grana è sempre abbastanza fine, il colore va dal verde-nerastro (**serpentiniti**, in cui è presente anche *magnetite*, nera), al grigio o bianco verdastro (**talcoscisti**) al verdino chiaro lucente (**cloritoscisti**). La scistosità più o meno evidente indica che si tratta di metamorfismo legato alla formazione delle catene montuose.



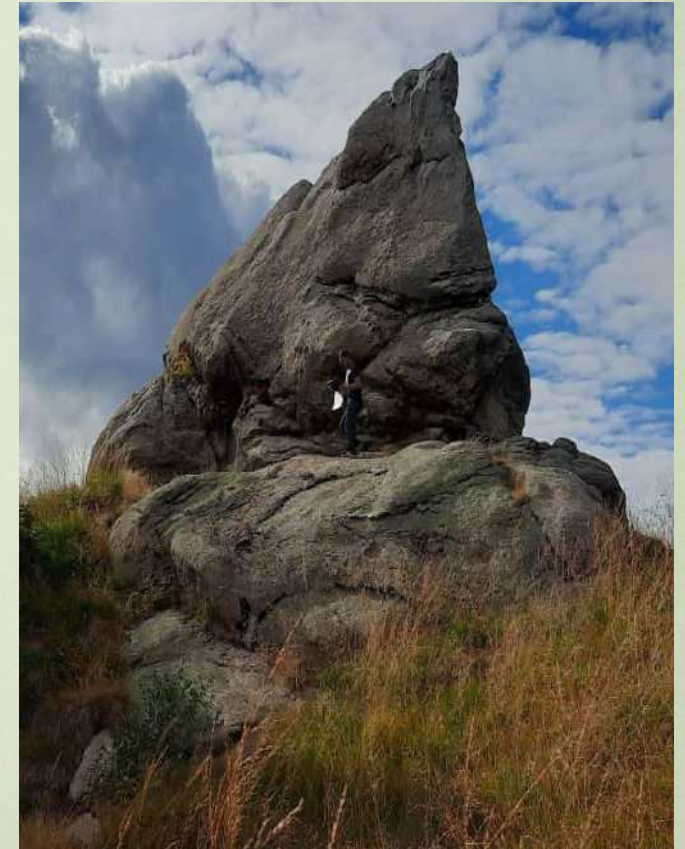
Affioramento di pietra ollare lungo la strada che sale da Malesco a Fondo li Gabbi



Sezione sottile dove si notano i vivaci colori del talco

LA GEOMORFOLOGIA

In generale la **Geomorfologia** è la disciplina che studia le forme del paesaggio (es. valli, creste, canaloni, depositi, laghi, fiumi, coste, colline...) e la loro evoluzione, ovvero la successione temporale dei processi geomorfologici (es. processi glaciali, gravitativi, fluviali, costieri...) che hanno modellato nel tempo il paesaggio conferendogli l'aspetto attuale. Ogni processo geomorfologico è governato da uno o più **agenti del modellamento** (es. acqua, gravità, ghiaccio, neve, vento). Grazie alla geomorfologia è possibile individuare le aree dove i processi che modellano il paesaggio sono attivi o potrebbero riattivarsi sotto specifiche condizioni, costituendo possibili problematiche per gli insediamenti sul territorio. La varietà di forme del paesaggio prende il nome di **Geomorfodiversità** e la loro "lettura" ci permette di ricostruire la storia evolutiva di un'area.



LA GEOMORFOLOGIA DELLA VAL LOANA

La Valle Loana è stata modellata dagli antichi ghiacciai, presenti centinaia di migliaia di anni fa (Pleistocene), che hanno scavato valli e modellato creste, levigato e inciso rocce, trasportato e accumulato detrito, essendo più efficaci laddove i lineamenti strutturali avessero indebolito la roccia o dove le rocce affioranti fossero più tenere. Da quando i ghiacciai hanno cominciato a ritirarsi, l'aspetto della Valle è continuato a cambiare, ad opera di **processi geomorfologici** che sono attivi ancora oggi, come l'azione delle acque correnti, delle valanghe, della gravità. Una particolare menzione merita l'Uomo che è a tutti gli effetti considerato un agente di modellamento del paesaggio.

Geomorfologia: forme, processi e agenti.



La Valle Loana è localizzata in un'area caratterizzata da precipitazioni a volte particolarmente intense e spesso concentrate in brevi periodi, e da un'intensa fratturazione delle rocce, le quali, insieme all'elevata pendenza dei versanti, hanno avuto effetti importanti sull'intensità dei processi che modellano quest'area, rendendola particolarmente propensa al dissesto idrogeologico.

BOX 4

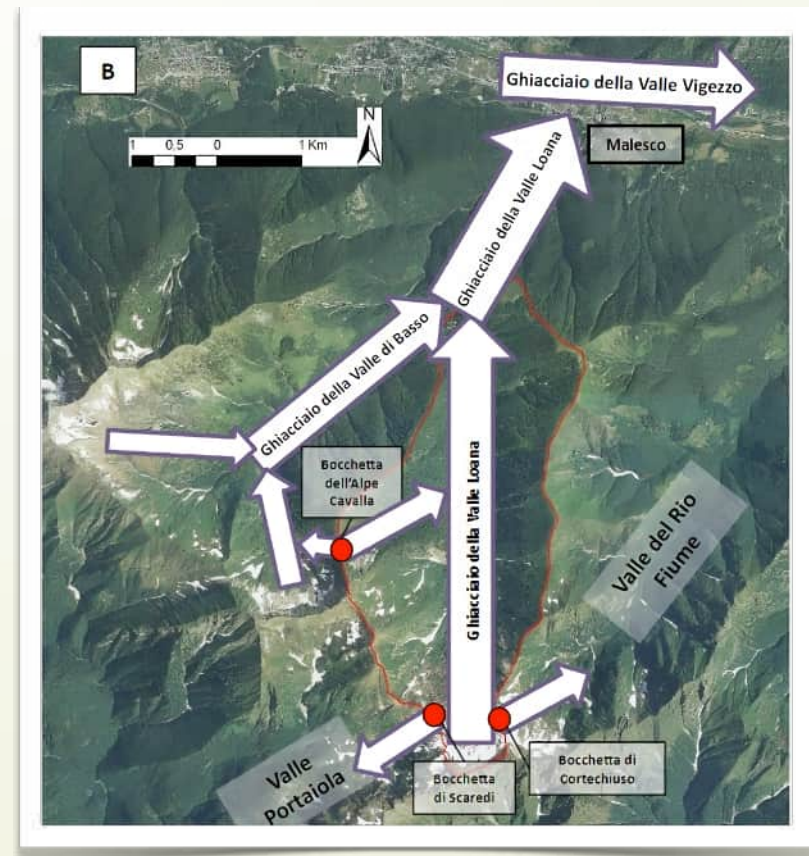
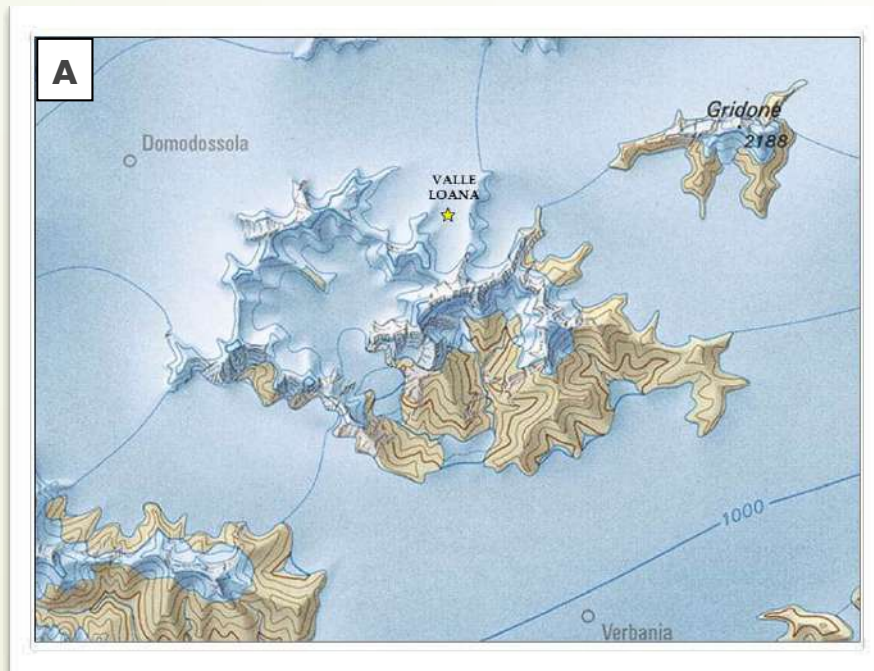
Valle Vigezzo: una storia di alluvioni

L'articolato regime climatico della regione ossolana è influenzato principalmente da due fattori: il forte sviluppo altitudinale in spazi ristretti, pochi chilometri infatti separano le basse altitudini del fondovalle dalle vette delle Alpi Pennine e Lepontine, e la vicina presenza dell'esteso e profondo lago Maggiore (superficie 215 kmq, profondità massima di 370 m), ottimo agente mitigatore del clima della regione (Mercalli & Cat berro, Nimbus, 2014). La Valle Vigezzo, e quindi anche la Valle Loana, sono aree in cui le precipitazioni si presentano frequenti, intense e prolungate: le masse d'aria umide provenienti da Sud infatti sono costrette a salire in quota per la presenza dei primi rilievi prealpini e alpini delle Alpi Lepontine. Questo determina la condensazione di grandi quantità d'acqua che si riversano sotto forma di piogge intense. I quantitativi di piovosità media annuale sono generalmente compresi tra 1500 e 2500 mm, concentrati soprattutto in primavera e autunno. Questo regime pluviometrico talvolta è causa di nubifragi violenti e concentrati in poche ore che hanno causato in un passato non troppo lontano terribili eventi alluvionali. Le tracce che questi eventi hanno lasciato nel paesaggio sono ancora ben evidenti, così come la sofferenza del ricordo nelle memorie dei valligiani. Nella tabella si riporta una raccolta bibliografica degli eventi alluvionali e delle piene eccezionali che hanno interessato l'alta Ossola ed in particolare la Valle Vigezzo. Si è considerato il periodo storico successivo al XVIII secolo in quanto più si va indietro nel tempo e più le informazioni risultano frammentarie e generalizzate. Per quanto riguarda la Valle Loana, le documentazioni storiche sono molto scarse. È allora che il paesaggio attuale risulta essere un importante registratore dei numerosi eventi di dissesto, che hanno lasciato e lasciano cicatrici ancora evidenti. La raccolta dei dati è avvenuta consultando le seguenti fonti bibliografiche: Bertamini, 1975, 1978; Cerrina, 2002; Mercalli & Cat Berro, 2014.

ANNO	PERIODO	DOVE?			DESCRIZIONE
		Val d'Ossola	Valle Vigezzo	Valle Loana	
1755		X			Alluvioni intense in tutta l'Ossola causano distruzione di interi paesi e numerose vittime
1839		X			Una serie di nubifragi colpiscono l'Ossola; sempre molto colpita la città di Domodossola
1855	10 luglio			X	"Alli 10 luglio di quell'anno, fra le ore 3 e 5 vespertine, in Val Vigezzo e più specialmente in quella di Lovana si scatenò un improvviso e furiosissimo uragano, il quale non si estese al di là di Druogno; però così forte che in due ore tutti i torrenti e ruscelli tributari della Lovana, s'ingrossarono in un baleno siffattamente che trascinaron seco nel loro corso sfrenato tutto quello che incontravano per via, al punto che la medesima gonfiò in modo così straordinario e non mai visto, straripando appena al di sotto del Pozzo Vecchio, nel luogo dove esse formava già un piccolo ramo detto la Lovanetta..." (Pollini, 1896)
1868	20 settembre – 15 ottobre	X			Alluvioni in tutta l'Ossola, piogge ininterrotte per 26 giorni, tutte le Valli dell'Ossola sono isolate
1900	23 – 27 agosto		X	X	Intensi processi di dissesto interessano la valle solcata dal rio Stagno (Valle Loana)
1907	Ottobre	X	X		844 mm di pioggia mensili registrati a Domodossola; piena del torrente Melezzo Occidentale
1918			X		Alluvioni diffuse in Valle Vigezzo
1924	24 settembre		X		Piene del torrente Cannobino e del Melezzo Orientale
1928	Fine ottobre		X		Piena del Melezzo Orientale
1951	27 maggio/agosto		X		Alluvioni del Melezzo Occidentale
1958	19 – 20 agosto	X			Tutte le valli dell'Ossola sono seriamente danneggiate da eventi alluvionali
1961	12 – 13 luglio		X	X	Evento alluvionale: ponti crollati, debris flows. Il torrente Loana abbatte l'elettrodotto di Malesco; 515 mm di pioggia registrati in un giorno a Malesco
1965	22 – 23 agosto/fine settembre		X		Frane e allagamenti lungo i due Melezzi. Frane lungo la strada che costeggia il Melezzo occidentale
1968	2 – 3 novembre	X			Estesa alluvione in tutto il bacino del fiume Toce
1978	7 agosto		X	X	Intensa alluvione in Valle Vigezzo, la più terribile di cui si abbiano notizie. Vengono riattivati molti conoidi, sui quali erano stati costruiti interi paesi. I Comuni più colpiti sono Druogno, Toceno, Craveggia, Santa Maria Maggiore e Malesco. L'innescò di frane e le erosioni spondali negli alti bacini di alimentazione dei torrenti Melezzo Occidentale, Melezzo Orientale e Isornino e dei rii Vasca, Cui, di Vocogno, Ragno, la Riana, Cadone, Sasso e d'Ovigo fanno ingrossare a dismisura questi torrenti che portarono ogni tipo di distruzione a valle. In Valle Loana sono segnalate frane diffuse sui versanti degli affluenti del rio del Basso e si è riattivata in maniera significativa la frana del Pizzo Stagno. Infine il torrente Loana, esonda violentemente alla confluenza con il Melezzo Orientale e il rio Isornino in località "Tre Acque" (Malesco)
1982				X	Una piena del torrente Loana provoca un morto; si riattiva la frana dello Stagno e crollano due ponti in località Patqueso (Valle Loana)
1993	Settembre		X		Alluvioni diffuse: a Camedo (Val Vigezzo) si registrano 1111 mm di pioggia dall'1 al 17 settembre
1994	Settembre	X			Alluvioni colpiscono intensamente tutta l'Ossola
2000	Ottobre	X			Per intensità ed estensione si può considerare l'episodio più gravoso dell'ultimo secolo in Ossola
2005	Luglio	X			Alluvioni colpiscono intensamente tutta l'Ossola
2020	2-3 ottobre	X	X	X	Alluvioni colpiscono intensamente tutta l'Ossola, diverse colate detritiche si registrano in Valle Vigezzo e Valle Loana

C'era una volta un ghiacciaio...

L'intero arco alpino è segnato dal passaggio dei ghiacciai che durante il Pleistocene (periodo che va da 2.58 milioni a 11.7 mila anni fa) hanno occupato le valli alpine con ripetute fasi di avanzamento, alternate a momenti di regressione. Nelle figure sottostanti sono riportati: A) un estratto della carta della Svizzera durante l'ultima massima espansione glaciale (in inglese si usa l'acronimo LGM – Late Glacial Maximum –), redatta dal Servizio geologico nazionale svizzero, che raffigura l'estensione massima dei ghiacciai circa 24000 anni fa; B) una ricostruzione delle direzioni di flusso delle lingue glaciali che occupavano la Valle Loana e le vicine valli.

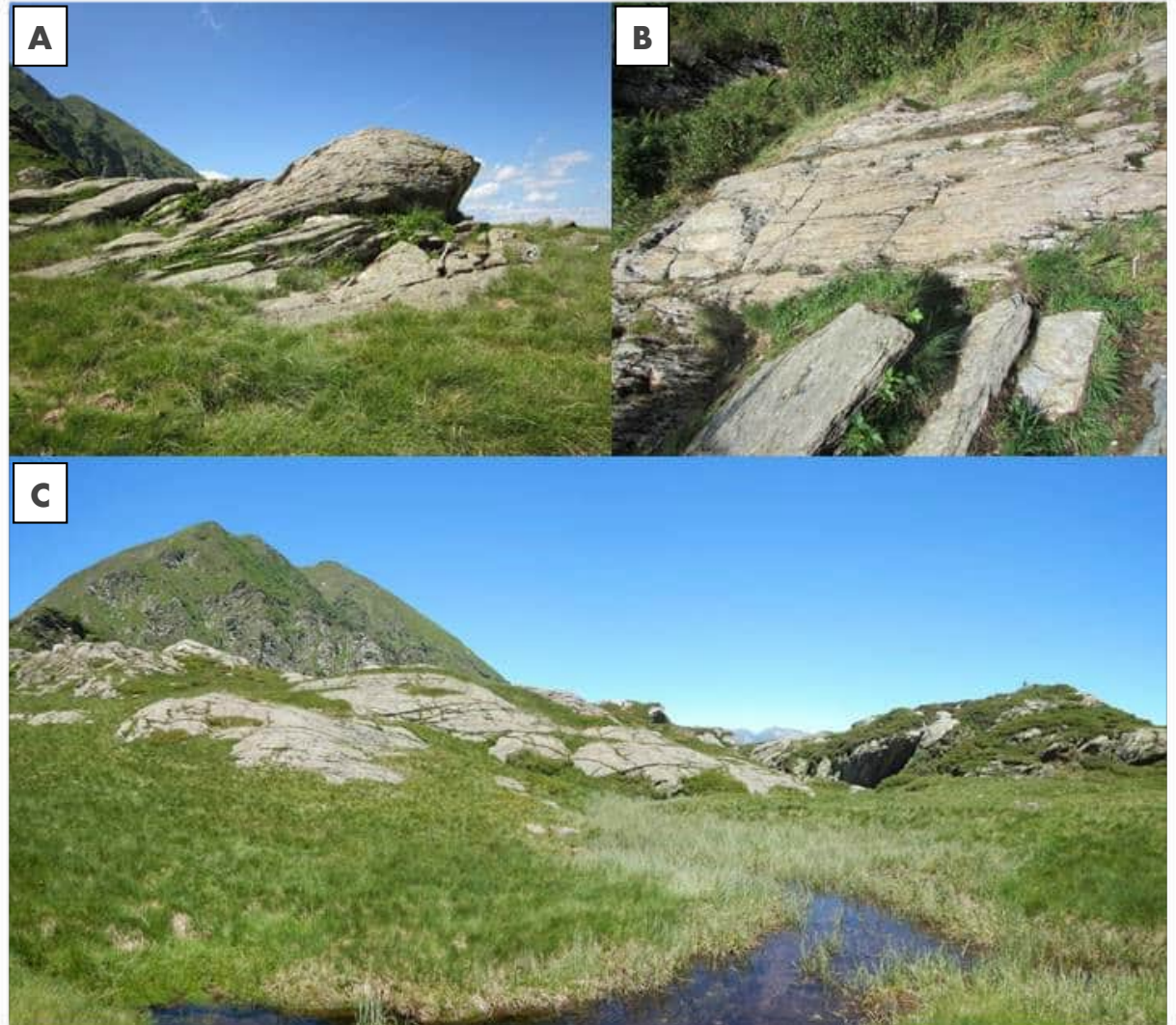


Durante l'ultimo massimo glaciale, la Valle Loana era sommersa da centinaia di metri di ghiaccio, per questo diciamo oggi che si tratta di una **valle di origine glaciale**. Ben osservabile ancora oggi è infatti il tipico **profilo ad "U"** scavato dall'imponente **lingua glaciale** che scendeva dalla conca situata tra l'Alpe Scaredi e la Bocchetta di Cortechiuso, dove risiedeva il bacino di accumulo del ghiacciaio della Loana, delimitato dalla cresta che unisce la Cima Fornaletti, la Cima di Cortechiuso e quella della Laurasca e che può definirsi dal punto di vista geomorfologico un **orlo di circo glaciale**. Il profilo attuale della valle è anche dovuto ai processi di versante (frane etc) e all'azione dell'acqua, che hanno poi modificato le forme di origine glaciale.



Evidenza del profilo a "U", con anche i depositi legati alla gravità e all'azione dell'acqua. Fotografia scattata dal parcheggio di Fondo Li Gabbi

La sella dove si trova l'Alpe Scaredi (Geostop 5) è una depressione scavata dal ghiacciaio, ma anche favorita dall'affioramento di rocce più erodibili a causa dell'attività della Linea Insubrica. La conca di Scaredi rappresenta anche l'area in cui sono più evidenti le forme di erosione glaciale (Geostop 5). Esse sono rappresentate da **rocce montonate** (foto A), sulle quali sono riconoscibili **solchi, strie**, forme dovute a un'**erosione differenziale** (foto B) (causata dalla differente composizione mineralogica della roccia) e **conche di sovraescavazione** (foto C), che ospitano oggi piccoli laghetti e zone umide a cuscinetti erbosi e torbiere, caratterizzate da un alto valore ecologico.





In particolare, lungo il sentiero che collega l'Alpe Scaredi all'Alpe Cortechiuso, si osserva una **conca di sovraescavazione glaciale** occupata da un laghetto di circa 10 mq di superficie: il *Lago del Marmo*, così chiamato perché delimitato a valle da un affioramento di **marmo** di uno spiccato colore bianco (Geostop 6). Il laghetto è alimentato da un ridotto reticolo idrografico che attinge a sorgenti che prendono origine dalla falda detritica situata alla base della cresta che collega le cime di Cortechiuso e della Laurasca.



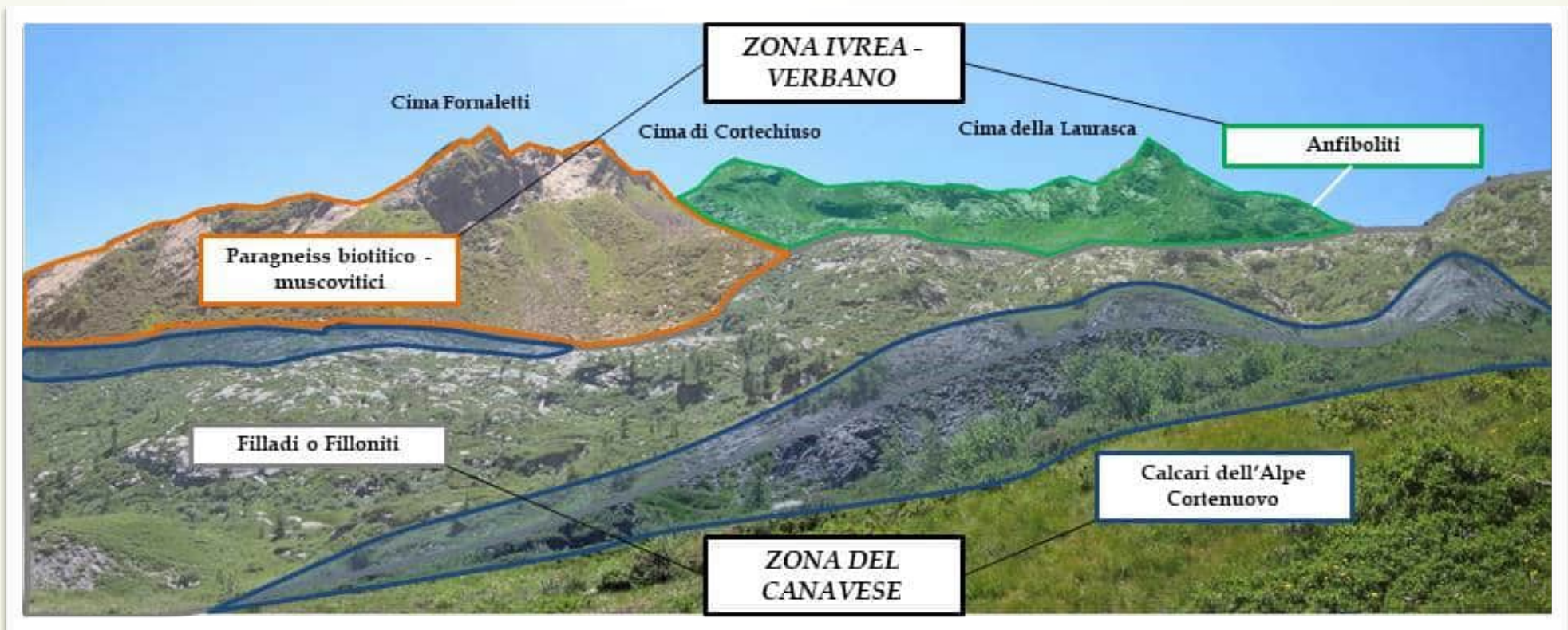
I marmi affioranti in quest'area riportano i segni dell'erosione chimica dovuta a processi di dissoluzione da parte della acque, denominati **processi carsici**: si osservano **scannellature**, **solchi** e **vaschette di corrosione**.

Il passaggio di un antico e imponente ghiacciaio è decifrabile anche lungo il sentiero che porta all'Alpe Scaredi. La scalinata che parte dalla località Le Fornaci (Geostop 3) si sviluppa lungo un notevole ed improvviso dislivello (circa 500 m di dislivello da Le Fornaci all'Alpe Cortenuovo, Geostop 4): un gradino di valle glaciale, che unisce la conca glaciale di Scaredi con il fondovalle. La formazione del **gradino glaciale** è stata favorita dalla complessità strutturale, dovuta al sistema di faglie della Linea Insubrica, che ha influenzato le linee preferenziali del modellamento glaciale. Attualmente la parete del gradino è interessata dall'erosione operata da alcuni corsi d'acqua che lo incidono dando origine ad alcune cascate.



*Evidenza del gradino glaciale tra le
Fornaci e Alpe Cortenuovo*

Superato il gradino glaciale, avvicinandoci all'Alpe Cortenuovo, possiamo osservare un interessante affioramento di roccia bianco – grigia che spicca notevolmente per altezza e per colore, rispetto ai pascoli e alle rocce grigio scure circostanti (Geostop 4). Anche questi dossi sono dovuti al modellamento glaciale, che ha eroso maggiormente le tenere filladi e filloniti grigio scure, rispetto alle rocce carbonatiche, che invece spiccano, appunto, come dossi bianchi allungati.



*La geologia dell'alta Val Loana
sovrapposta al paesaggio osservabile*

Acqua, neve e gravità

Poco più di 11000 anni fa le grandi masse glaciali pleistoceniche hanno lasciato il posto a valli solcate da torrenti tumultuosi e costellate di laghetti che raccoglievano le acque di fusione glaciale. Da allora, altri sono stati i processi geomorfologici protagonisti dell'evoluzione geografica della Valle Loana. I **processi geomorfologici**, complici della recente ed attuale morfologia della Valle, sono principalmente legati all'azione dell'acqua (**fluviali**), della gravità (**gravitativi**) e della neve (**crionivali**), ai quali si aggiunge il **modellamento antropico**.

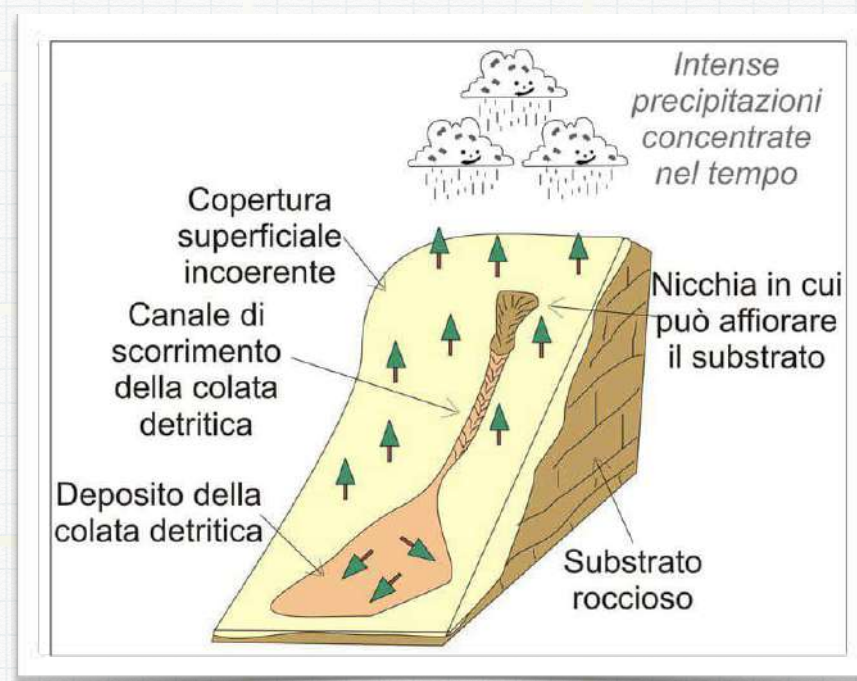
La forza di gravità che agisce sulle rocce o sul detrito, ne può innescare il trasporto dando origine a depositi di detrito alla base dei versanti, alimentati costantemente, o a frane che invece accadono in maniera anche repentina, come la frana del Pizzo Stagno (Geostop 2a e 2b). Il detrito si muove dall'area di produzione (ad esempio lungo una parete di roccia nuda), all'area di deposizione (ad esempio ai piedi della parete), dove la pendenza del versante diminuisce, dando origine così alle forme di accumulo quali le **falde detritiche**.



La Valle Loana è ampiamente modellata da questo tipo di processo in quanto presenta pendii molto acclivi, lungo i quali la forza di gravità vince facilmente la forza di attrito che lega il detrito al pendio. A fornire il materiale detritico sono tre condizioni: la debolezza delle rocce, dovuta all'assetto geologico della regione, che le rende facilmente frammentabili ed erodibili, i processi legati al gelo e disgelo del ghiaccio presente nelle fratture delle rocce, e gli intensi fenomeni meteorologici, che favoriscono l'alterazione meteorica, l'infiltrazione delle acque e la presa in carico del materiale detritico e/o della copertura di suolo.

Le falde detritiche, fasce di detrito che bordano il piede dei versanti, sono presenti sia alle quote più elevate che nel fondovalle, fra la località Le Fornaci e Le Cascine. In entrambi i casi si riconoscono falde detritiche più o meno coperte da vegetazione, ad indicare un differente grado di attività dei processi che le hanno generate.

L'intera Valle Vigezzo è teatro di uno specifico tipo di processo morfologico, la **colata detritica**, dovuta all'azione combinata di acqua e gravità che insieme permettono il flusso incanalato di grossi massi misti a fango, suolo, tronchi e resti vegetali. In genere le colate detritiche si innescano a causa di piogge molto intense, che abbiamo visto essere frequenti nell'area. Spesso questi processi possono interessare alvei di ripidi torrenti di valli secondarie, riversando poi tutto il materiale, trasportato con violenza, allo sbocco della valle principale, formando depositi a forma di ventaglio (Geostop 1).



Anche gli eventi di frana sono ben diffusi in tutta la regione vigezzina. Un notevole esempio è la frana nota col nome de *La Rovina*, staccatasi nei pressi dell'abitato di Paiesco. In Valle Loana poi, procedendo da Fondo Li Gabbi verso Le Fornaci, sulla sinistra idrografica, è ben visibile il sistema complesso della *frana del Pizzo Stagno* (Geostop 2B).

È possibile osservare la **nicchia di distacco** dalla quale proviene il materiale roccioso accumulato nel **corpo di frana** che, poco a valle, ha ostruito l'alveo del Rio Stagno, le cui acque oggi scorrono a valle per infiltrazione nel corpo di frana. Le origini della frana sono probabilmente da ricercarsi nel contatto tra due rocce diverse (gneiss e filladi) che rende più deboli le rocce di questa zona. Dove il Rio Stagno confluisce con il Torrente Loana è presente un ampio deposito a forma di ventaglio derivante dall'accumulo del detrito soprastante, mosso dai tre principali agenti protagonisti dell'attuale modellamento della Valle: acqua, gravità (colate detritiche) e neve, che tramite valanghe contribuisce al modellamento di queste forme (Geostop 2A).



La frana del Pizzo Stagno, vista dal versante opposto della valle: si notano bene la nicchia di distacco, la zona di scorrimento e la zona di accumulo.

Nel caso del verificarsi di valanghe, tale materiale, unitamente alla massa nevosa, colpisce periodicamente la vegetazione, che con tanta fatica ha colonizzato il deposito: lungo il sentiero che da Le Cascine sale alle Fornaci, lungo il fondovalle destro (salendo), possiamo vedere come molti alberi presentino tronchi incurvati, spezzati e chiome molto danneggiate. Secondo testimonianze locali, la frana del Pizzo Stagno ha avuto ripercussioni anche sulla frequentazione da parte dell'uomo, rendendo impervio ed impraticabile l'accesso all'Alpe Rialone, un tempo raggiungibile più facilmente, tramite la valletta del Rio Stagno.



*Evidenze dell'impatto delle colate
detritiche e delle valanghe sulla
vegetazione del conoide terminale della
frana del Pizzo Stagno.*

Sempre parlando di valanghe, infatti, il risveglio primaverile della Valle Loana è caratterizzato dalla presenza di segni del lungo e nevoso inverno appena trascorso. Passeggiando tra Fondo Li Gabbi e Le Fornaci in tarda primavera possiamo osservare diversi elementi del paesaggio che, di anno in anno, testimoniano il passaggio di valanghe più o meno modeste.

La valanghe in Valle Loana possono essere incanalate (A) oppure scorrere arealmente lungo il pendio (B).



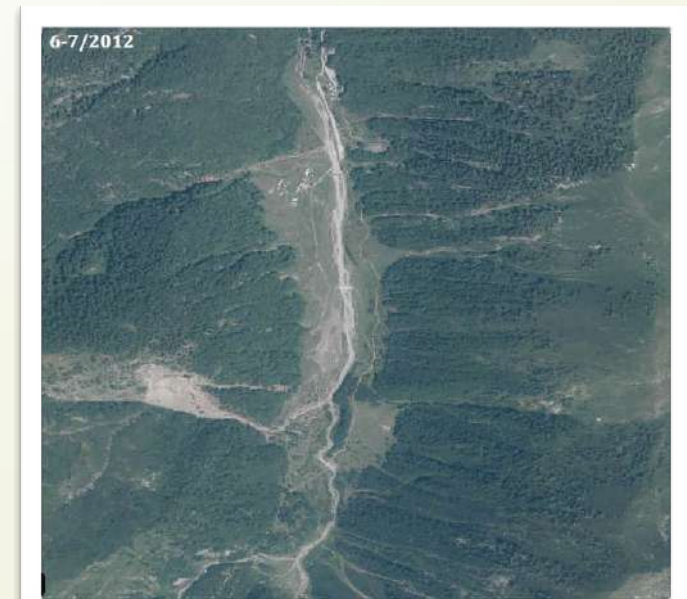
I corridoi di valanga che si osservano si sono formati a causa del ripetuto passaggio stagionale di valanghe che hanno prodotto solchi ben visibili nel bosco, composto ormai solo da radi arbusti e alberi danneggiati. Durante il movimento, le masse nevose prendono in carico suolo, massi di diverse dimensioni, alberi e arbusti, depositandoli poi al piede del versante, come quelli visibili nell'immagine accanto.



L'uomo come agente morfogenetico

L'intensa frequentazione antropica della Valle Loana si può dedurre anche dalla lettura del paesaggio naturale, che è stato modellato dall'uomo.

Nel tratto di fondovalle tra Fondo Li Gabbi e Le Fornaci si riconoscono orli di **terrazzo fluviale**, situati lontano dall'attuale alveo del torrente, che, unitamente alle sponde di erosione che incidono i depositi alla base dei versanti e a tracce di antichi canali, sono testimoni di un corso del torrente Loana differente da quello attuale. Anche grazie all'osservazione di foto aeree risalenti agli anni '80 del XX secolo è possibile ipotizzare un mutamento del corso del torrente, prima caratterizzato da **canali intrecciati**, che occupava gran parte del fondovalle, in un corso ad **alveo incanalato** a seguito di recenti interventi consistenti nella costruzione di un argine artificiale e di rivestimenti al fondo dell'alveo. Tali interventi si sono resi necessari per regolare la portata del torrente, al fine di operare una bonifica della piana alluvionale per allargare le aree a pascolo.



*Foto aeree dal Geoportale Nazionale di
ISPRA.*

Il Nucleo Alpino “Le Cascine” è costruito su un deposito detritico a forma di ventaglio, accumulato sul fondovalle allo sbocco di un’incisione laterale, dove scorre il torrente Cavalla (Geostop 1). La pendenza della superficie di questa forma è maggiore di quella di un semplice conoide di origine alluvionale, generato dalla deposizione di detrito da parte delle acque correnti. Infatti, in questo caso, oltre all’apporto detritico del torrente Cavalla, si ha anche quello accumulato dalle colate detritiche e dalle valanghe. Anche grazie alla presenza della vegetazione, è possibile distinguere zone caratterizzate da diversa attività: al centro del cono è osservabile il canale potenzialmente attivo dove, a seguito di piogge intense, scorre ancora l’acqua del Torrente Cavalla, sui lati invece si riconoscono tracce di canali non più attivi con vegetazione arborea e arbustiva che sta gradualmente ricolonizzando



la superficie. Fino agli anni '90, questi canali si attivavano durante eventi meteorologici intensi responsabili di piene lungo il torrente.

Successivamente però sono state costruite **briglie** ed **argini artificiali** per difendere i caseggiati dell'alpeggio, inserito tra i beni regolamentati dal Piano Paesaggistico della Regione Piemonte. Tale intervento ha modificato le dinamiche evolutive della forma, rendendo “inattiva” e “protetta” la porzione idrografica destra del cono, sulla quale sorgono i caseggiati dell'alpe. In caso di eventi di piena eccezionale, le colate detritiche sono state col tempo direzionate dagli argini artificiali verso il canale principale, situato al centro del cono, e verso la sua porzione idrografica sinistra. In questo caso l'intervento dell'uomo ha portato ad una riduzione del rischio geomorfologico in località Le Cascine. I fattori che regolano il **rischio geomorfologico** sono, infatti, la **pericolosità**, ovvero la probabilità che un determinato fenomeno geomorfologico (ad esempio una colata detritica) avvenga in una determinata area in un determinato intervallo di tempo, e la **vulnerabilità** e **l'esposizione di un bene** (ad esempio un'infrastruttura), ovvero la probabilità che un'infrastruttura sia danneggiata da un processo geomorfologico (ad esempio da una frana). Il geomorfologo è in grado di capire come agire su questi due elementi per ridurre il rischio geomorfologico. Questo esempio dimostra come, per via dell'elevato dinamismo del paesaggio fisico alpino, dovuto ai processi naturali, all'impatto antropico e ai cambiamenti climatici, sia fondamentale il ruolo della geomorfologia e del geologo nella gestione del territorio, sia in termini di interventi tecnici in aree urbane ed extraurbane che di tutela, conservazione e valorizzazione del patrimonio naturale.



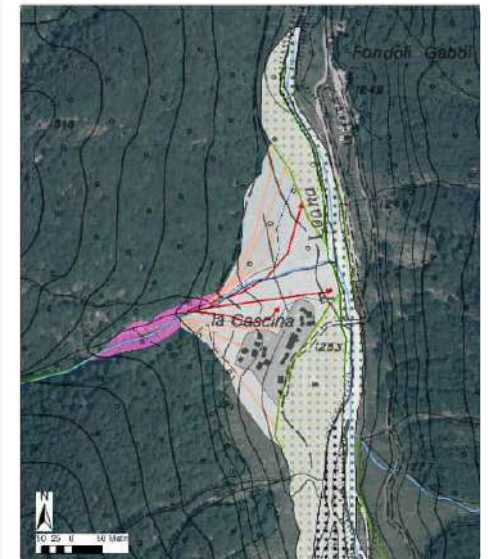
Protezione a difesa del nucleo abitato Le Cascine

GLI STRUMENTI DEL GEOMORFOLOGO

Il geomorfologo utilizza diversi strumenti per leggere il paesaggio, riconoscere i processi attivi, ricostruire la sua storia antica e recente e pianificare interventi volti ad una sua corretta gestione, conservazione o valorizzazione. Lungo l'*Anello Geoturistico della Valle Loana* è possibile familiarizzare con due elementi in particolare: la **cartografia geomorfologica** e la **dendrocronologia**.

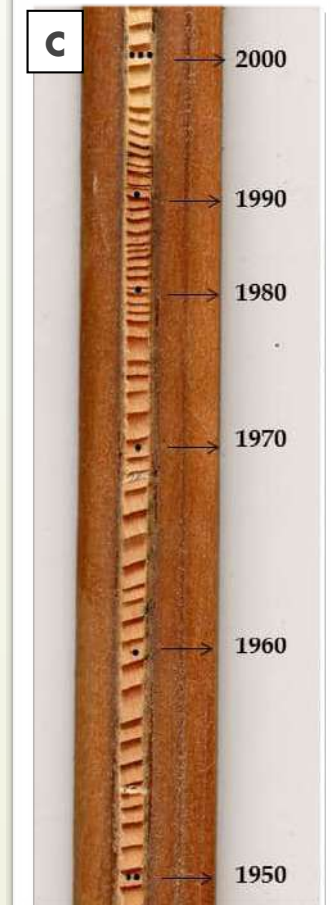
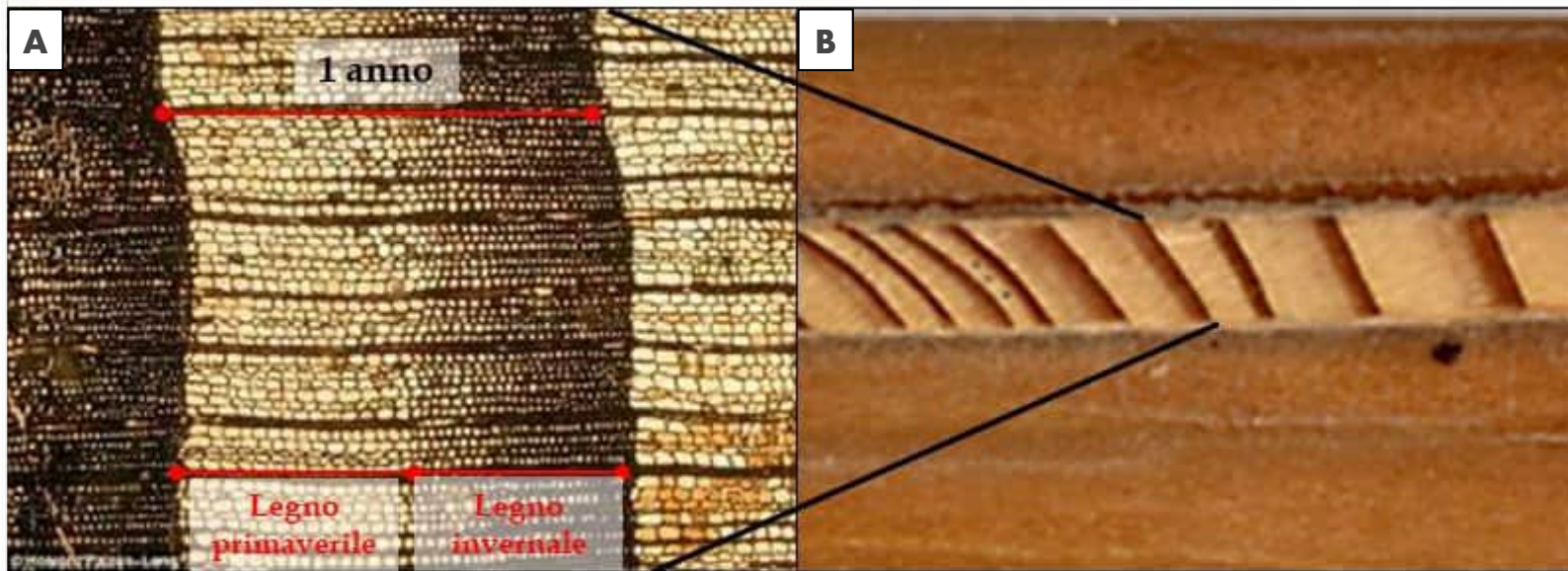
La cartografia geomorfologica

Il geomorfologo rappresenta le forme del paesaggio, che studia direttamente (attraverso escursioni sul territorio) o indirettamente (databases, cartografia, foto aeree e satellitari.), su **carte geomorfologiche** che riproducono le caratteristiche dell'ambiente fisico e dei processi che ne regolano l'evoluzione. Le forme del paesaggio sono riportate sulla carta in scala e sono rappresentate attraverso particolari simboli, i cui colori e la loro intensità, danno informazioni sui processi, attivi e non, che le modellano. Grazie a questi strumenti, gli enti che gestiscono il territorio possono avere importanti informazioni sulla sua dinamicità e quindi pianificare con consapevolezza. Allo stesso tempo, versioni semplificate delle carte geomorfologiche possono servire anche a coloro che frequentano l'ambiente naturale, per motivi sportivi o ricreativi, per conoscerlo meglio e frequentarlo in sicurezza nelle diverse stagioni. Sui pannelli dell'itinerario sono stati inseriti i *box geomorfologici*: una semplificazione della carta vera e propria, che può facilitare l'approccio e la lettura della simbologia geomorfologica.



Dendrocronologia

Anche gli alberi possono fornire importanti dati scientifici che servono al geomorfologo per studiare il paesaggio. In questo caso la geomorfologia si appoggia ad un'altra scienza, la **dendrocronologia**, che studia gli anelli annuali prodotti dalle piante. Ogni anno la pianta produce un anello, che nel caso delle conifere è costituito da: legno primaverile, prodotto nella prima parte dell'anno e più chiaro, e legno tardivo, più scuro, grazie ai quali un anello è ben distinguibile dall'altro. Contando gli anelli di crescita è possibile conoscere l'età della pianta.



A) Immagine di un anello di crescita annuale di conifera in cui si apprezza la distinzione fra legno primaverile (chiaro) e legno tardivo (scuro) (<https://encryptedbn3.gstatic.com/images>); B) Immagine di una carota di larice (*Larix decidua* Mill.), si riconoscono bene gli anelli di crescita annuali; C) esempio di conteggio degli anni su una carota di larice

In Valle Loana le **analisi dendrocronologiche** sono servite per studiare i processi geomorfologici che agiscono sull'area, e per questo vengono più correttamente chiamate **analisi dendrogeomorfologiche**. L'età delle piante che colonizzano una forma può infatti fornire una stima dell'età minima della sua superficie; inoltre, in particolari contesti, i processi geomorfologici possono arrecare disturbo alla pianta e gli effetti sono registrati dagli anelli di crescita, sotto forma di indicatori particolari come i **dotti resiniferi da trauma**, visibili attraverso il microscopio, o il **legno di reazione**, rendendo possibile ricostruire una cronologia degli eventi di dissesto di un'area. Infine, anche lo spessore di un singolo anello di crescita può variare da un anno all'altro in funzione di temperatura, precipitazioni, disponibilità di acqua nel suolo, e disturbi geomorfologici, fornendoci interessanti dati climatici del passato.

BOX 5

Come rispondono le piante al disturbo geomorfologico?

Producendo il **legno di reazione (o compressione nel caso delle conifere)**: legno più denso che viene prodotto in particolari condizioni di stress, quando le piante cercano di contrastare le forze dovute a eventi di dissesto (frane, trasporto in massa), che determinano un'inclinazione nella direzione di sviluppo del tronco. Il legno di compressione viene prodotto verso valle nelle conifere, di conseguenza l'ampiezza degli anelli è maggiore sul lato a valle del tronco rispetto al lato a monte. Al microscopio il suo riconoscimento è facilitato dalla colorazione arancione e dallo spessore maggiore degli anelli che interessa.



Producendo **dotti resiniferi da trauma**: disturbi meccanici possono indurre alcune specie di conifere a produrre più resina, grazie alla quale la pianta può rimediare al danno meccanico. Di conseguenza nell'anello relativo all'anno in cui l'individuo ha subito il trauma permangono canali resiniferi ben distinti. La risoluzione temporale del disturbo che si può arrivare ad ottenere è anche dell'ordine stagionale. Tali dotti sono associati alla presenza di *cicatrici da impatto*, ben visibili nella prima immagine a sinistra, dovute all'impatto sul tronco di elementi come detrito grossolano. A seguito di questi episodi la pianta produce un tessuto calloso costituito da cellule indifferenziate che serve a proteggerla dall'ingresso di funghi e si sviluppa dai bordi della ferita fino a richiuderla (seconda immagine a sinistra).



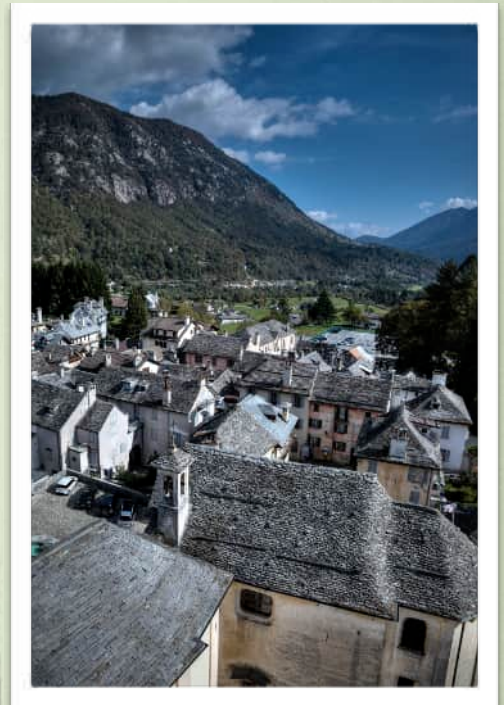
Nei contesti di erosione accentuata, specie lungo scarpate, le radici delle piante vengono esposte (es. nella figura di sinistra, a sinistra radice parzialmente esposta in superficie). Le radici così esposte all'aria cominciano a produrre un legno diverso, non più omogeneo al suo interno ma più simile a quello prodotto dal tronco dell'albero, caratterizzato da anelli annuali suddivisi in legno primaverile chiaro e legno tardivo scuro (es. nella figura di sinistra, a destra rotella di radice esposta nel 2019). La datazione di questo passaggio è importante, per calcolare il tasso o velocità media di erosione locale dato dal rapporto tra lo spessore di sedimento rimosso e il numero di anni intercorsi dall'inizio dell'esposizione.

L'ECOMUSEO

Il fiore all'occhiello di Malesco è il suo Ecomuseo, denominato in dialetto locale "Ed Leuzerie e di Scherpelit" cioè della pietra ollare e degli scalpellini. Il fil rouge è la pietra e in particolar modo la pietra ollare, utilizzata fin dall'antichità per la realizzazione di manufatti di varia natura, di uso domestico ma anche architettonico e urbanistico. L'Ecomuseo, riconosciuto dalla Regione Piemonte nel 2007, grazie ad una legge regionale del 1995, va oltre i confini fisici di un museo in senso stretto per tutelare un territorio nella sua interezza e il ricco patrimonio culturale di quest'ultimo, sia esso ambientale, pittorico o tradizionale.

L'Ecomuseo può essere definito come un museo del tempo e dello spazio: del tempo perché non privilegia sezioni storiche particolari e definite, ma si riferisce al passato come al presente, proiettandosi verso il futuro; dello spazio perché è il territorio nel suo insieme.

L'Ecomuseo si fa portavoce della comunità, custodisce quanto di più caro un territorio possiede e contribuisce alla tutela del suo patrimonio. A Malesco, l'Ecomuseo ha trovato terreno fertile nella valorizzazione dei beni immateriali poiché la popolazione è fortemente legata alle proprie radici e ciò è dimostrato, a titolo di esempio dalla presenza di un Carnevale storico e dalla nascita di un'associazione, Comunità del cibo di Slow food, volta alla tutela di un prodotto, i runditt, che hanno ottenuto il marchio De.C.O. ("Denominazione Comunale Di Origine") dal Comune.



Tetti di Malesco

foto Massimiliano Riotti

L'Ecomuseo di Malesco, Comune del Parco Nazionale della Val Grande che ha ottenuto il riconoscimento di Bandiera arancione dal Touring Club, include punti di interesse sparsi sul territorio e tre strutture museali: un lavatoio con una mostra permanente, dedicata al primo attraversatore della Manica a nuoto, Giovan Maria Salati; un mulino storico sito a Zornasco; il Museo archeologico, gestito dal Parco Nazionale della Val Grande, situato nello storico Palazzo della Pretura.

Tale struttura presenta oltre a una latteria turnaria, una sala archeologica e dal 2013 una sezione geologica che indirizza l'attenzione del visitatore sulle peculiarità geologiche e geomorfologiche del territorio. Quattro sale, presenti all'ultimo piano, descrivono gli aspetti geomorfologici e petrografici del territorio. Una prima sala più generica, presenta diverse possibilità di approfondimento sulla tematica delle tipologie di rocce affioranti. In questa sala, infatti, sono presenti numerosi campioni di rocce messi anche in relazione alla carta geologica.

Una seconda sala, invece, tratta nello specifico il tema delle georisorse: la pietra ollare, il marmo e le rocce carbonatiche in generale utilizzate, queste ultime, per la lavorazione della calce.



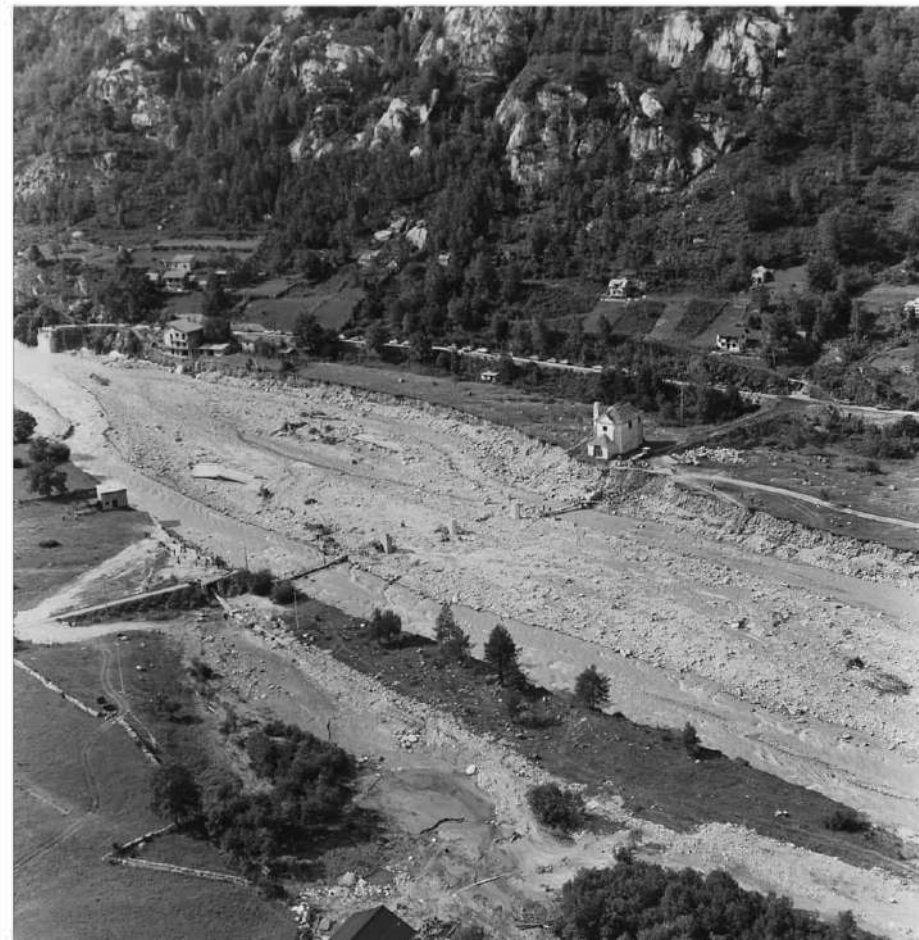
Sede del Museo del Parco - foto Massimiliano Riotti



Sezione geologica del Museo del Parco - foto Massimo Bertina

La realtà ecomuseale ha sostenuto diverse iniziative legate alla diffusione delle Scienze della Terra, tra cui la realizzazione dell'Anello geoturistico della Valle Loana e, dal 2021, il progetto "I segni dell'alluvione del 1978 in Valle Vigezzo: la popolazione racconta", nati entrambi grazie al supporto scientifico offerto dal gruppo di ricerca in Geomorfologia del Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio" dell'Università degli Studi di Milano. Nell'ambito del progetto sull'alluvione, che colpì duramente il territorio in valle nell'estate del 1978, l'Ecomuseo, attraverso la raccolta di fonti, interviste e incontri aperti, funge da collettore e fa da intermediario tra la comunità e l'Ateneo.

Tale progetto è patrocinato dall'Unione Montana e da tutti i Comuni della Valle Vigezzo, dai Comuni di Maserà e Trontano, dal Parco Nazionale Val Grande e dal Sesia-Val Grande UNESCO Global Geopark.



I segni dell'alluvione del 1978 al ponte del Gabbio - foto C. Pessina

BIBLIOGRAFIA

Bertamini T (1975) Storia delle alluvioni nell'Ossola. Oscellana 3 – 4

Bertamini T (1978) Alluvione in Ossola – 7 Agosto 1978. Oscellana 3

Biancotti A, Costamagna A (2001) Aspetti geomorfologici, climatici e idrogeologici della Val Grande. Aree di cresta e zone umide. Risultati delle ricerche, Baveno, PNVG ed

Bigoggero B, Boriani A, Colombo A, et al. (1981) Carta geologica delle Valli Vigezzo, Fenecchio e basso Isorno. 1: 25 000. CNR-Centro di studio per la stratigrafia e petrografia delle Alpi centrali–Milano. SEL CA., Firenze

Bigoggero B, Colombo A, Cavallo A et al. (2006) Schema geologico-strutturale dell'area Val d'Ossola-Sempione in scala 1:50.000, Carta e Note Illustrative. Snam Rete Gas Ed

Cat Berro D, Mercalli L, Bertolotto PL, et al. (2014) Il Clima dell'Ossola superiore. Nimbus 72(XXII-2)

Cerrina C (2002) Studio geomorfologico della Valle Loana (Valle Vigezzo, Alpi Lepontine). Master degree Thesis, Università di Pisa, Italy

Colombo A, Cavallo A (2007) Schema geologico – strutturale dell'area Val D'Ossola – Sempione, note illustrative

Crosa Lenz B (2017) I geomorfositi della Valle Loana (Alpi Lepontine): analisi delle valenze scientifiche ed ecologiche, ricostruzioni dendrocronologiche e itinerari per la valorizzazione. Master degree Thesis, Università degli Studi di Milano, Italy

Crosa Lenz P, Frangioni G (2010) Valle Vigezzo – Cannobina, Centovalli, Orsenone. Grossi, Domodossola

Dresti C, Ciampittello M, Saidi H (2011) Fenomeni di instabilità geologica connessi a piogge intense negli ultimi anni. Un caso di studio: strada statale 337 della Valle Vigezzo. Geologia dell'Ambiente (2011)

Hantke R (1988) La formazione delle valli tra Domodossola e Locarno: la Val d'Ossola, la Val Vigezzo (prov. di Novara) e le Centovalli (Ct. Ticino): Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali 76

Mazzi B, Pessina C (2008) L'alluvione del 1978 in Valle Vigezzo. Il Rosso e il blu Ed., Santa Maria Maggiore

Mercalli L, Cat Berro D (2014) Il Clima dell'Ossola Superiore, Nimbus 7

PNVG (2001) - Aree di cresta e zone umide. Risultati delle ricerche, Baveno, PNVG ed