

## Evoluzione geologica e assetto strutturale

La geologia del territorio della provincia del V.C.O., nel quadro geologico-strutturale delle Alpi Occidentali, è un argomento troppo vasto e complesso perché se ne possa fornire qui una visione soddisfacente. Ci si limiterà pertanto a fornire alcuni elementi, inevitabilmente lacunosi e sommari, che hanno lo scopo di inquadrare in modo semplificato il significato e la pertinenza geologico-strutturale dei bacini estrattivi e le essenziali caratteristiche geolitologiche e strutturali dei materiali lapidei estratti e lavorati.

Le rocce e le complesse architetture della catena alpina occidentale, osservate lungo la sezione strutturale Ossola-Verbano, consentono di ricostruire i principali processi geologici avvenuti nella regione alpina in centinaia di milioni di anni, dall'orogenesi paleozoica allo sviluppo delle Alpi, iniziato con l'apertura dell'oceano mesozoico (Tetide) ed evoluto con la sua progressiva chiusura fino alla collisione, ancora in atto, tra il continente europeo e quello africano. Non a caso la regione ossolana ha svolto un ruolo decisivo, tra la fine del '800 e i primi del '900, nello sviluppo del pensiero geologico moderno e nella definitiva affermazione delle teorie mobiliste: qui, oltre che nell'intero settore alpino occidentale, furono infatti ideati i primi modelli di una catena a falde di ricoprimento e furono poste le basi metodologiche per l'analisi cinematica e le ricostruzioni degli ambienti paleogeografici. In tempi più recenti i territori del V.C.O. hanno rappresentato il laboratorio naturale per gli ulteriori progressi delle Scienze della Terra, dalle applicazioni alla catena alpina della tettonica delle placche, allo sviluppo di più avanzate ricostruzioni cinematiche e geodinamiche basate sull'interpretazione integrata dei nuovi dati geologico-geofisici, petrologici, geochimici e chimico-fisici.

Tuttavia non è semplice parlare della geologia della zona in esame vista la complessità della sovrapposizione dei processi nel tempo. A partire da circa 400 milioni di anni fa (dal Devoniano, un periodo dell'era Paleozoica) inizia la storia ercinica in senso stretto (o varisca), con l'orogenesi collisionale, tettonica a falde, ispessimento crostale e metamorfismo regionale a più fasi, da condizioni iniziali di pressione relativamente elevata (relitti cianite) verso condizioni di bassa pressione (andalusite). Nel tardo Paleozoico (da circa 300 a 250 milioni di anni fa) si registra una complessa attività magmatica, con manifestazioni vulcaniche, subvulcaniche e plutoniche. Nel complesso esse si protraggono dal Carbonifero superiore al Permiano o sono di esclusiva età permiana e ad affinità calcicalina; quest'ultimo è il caso dei Graniti di Baveno-Mottarone-Montorfano, o Graniti dei Laghi, incassati in un basamento cristallino preesistente (Scisti dei Laghi), metamorfosato e strutturato durante il ciclo ercinico (cfr. Pertinenza geo-strutturale dei bacini estrattivi - Figura 2). Essi, così come gli scisti in cui sono incassati, non sono stati più ripresi dal metamorfismo e dalla deformazione duttile successivi, occupando, durante lo sviluppo degli elevati gradienti termo-deformativi alpini, un livello strutturale superficiale e una posizione non assiale e non metamorfica nell'ambito della catena alpina.

Il sollevamento e l'erosione finale della catena paleozoica producono, a partire dal Carbonifero superiore, una diffusa superficie di erosione. La successiva distensione crostale permo-mesozoica e l'impostazione di un margine continentale divergente hanno condotto all'apertura dell'oceano ligure-piemontese (paleogeografia giurassica), sino ad arrivare alla formazione della catena alpina attuale come prodotto dell'evoluzione, Cretaceo (130 milioni di anni fa)-attuale, del margine convergente compressivo Europa/microplacca Adria.

Proprio nella zona aostana e piemontese si raggiunsero, dal Cretaceo all'Oligocene Inferiore (30 milioni di anni fa), durante l'acme della fase orogenetica alpina, le massime temperature e pressioni le quali, oltre a provocare la trasformazione metamorfica di rocce preesistenti, hanno generato deformazioni dei litotipi, rovesciamenti e ripiegamenti dei materiali esistenti, nonché la messa in posto di una serie di plutoni.

Dal Cretaceo l'evoluzione dell'orogene alpino nel settore occidentale è quella che ha condotto alla struttura deformativa e al sollevamento osservabili attualmente. Può venire suddivisa in tre tappe principali:

- 1) evento eoalpino (130-50 milioni di anni fa), corrispondente alla lunga evoluzione pre-collisionale del margine convergente Europa/Africa e caratterizzato dalla subduzione veloce di crosta oceanica nel mantello e dalla formazione di una prima catena a falde di scollamento NO vergente sul margine adriatico; a livello profondo si registra anche la subduzione di lembi di crosta continentale, con impronta metamorfica di alta pressione testimoniata da relitti eclogitici diffusi in buona parte delle ofioliti alpine e delle unità Pennidiche ed Austroalpine del settore occidentale; in Val d'Ossola, dove la destabilizzazione mesoalpina delle associazioni metamorfiche di alta pressione è stata completa, relitti microscopici di paragenesi eoalpine sono stati ritrovati solo nelle serpentiniti appartenenti all'unità ofiolitica di Antrona;
- 2) evento mesoalpino (da 51 a 30 milioni di anni fa), corrispondente alla chiusura definitiva dell'oceano ligure-piemontese e alla collisione continentale; è un evento caratterizzato in profondità da metamorfismo polifasico e da fenomeni plicativi post-falda che a tutte le scale, e in più fasi, hanno strutturato i litotipi ossolani a nord del Lineamento Insubrico (a nord di Vogogna); il picco termico, con temperature dell'ordine di 550-650 °C e pressioni di 5-7 kb (kilobar), è stato registrato proprio nella zona Ossola-Ticino (duomo termico lepontino), con lo sviluppo di facies metamorfiche anfibolitiche e granulitiche (associazioni mineralogiche in equilibrio caratteristiche di rocce di medio-alta temperatura) e di prodotti di rifusione parziale;
- 3) evento neoalpino, contraddistinto da una serie di processi tettonici che hanno condotto all'attuale struttura a doppia vergenza della catena alpina: il dominio alpino in s.s. (o Alpi Settentrionali), contraddistinto da una migrazione delle strutture (falde, pieghe, faglie) verso NO, e quello Sudalpino (o Alpi Meridionali), caratterizzato dalla propagazione delle strutture verso SE. I due domini sono separati da un sistema di faglie denominato lineamento Insubrico-Canavesano.

Nel complesso, processi metamorfici e deformativi di età, grado e intensità diversi, si sono variamente sovrapposti a definire una struttura tettonico-metamorfica polifasica, complessa alle diverse scale, che caratterizza sia le rocce di un antico basamento paleozoico che quelle delle coperture sedimentarie permo-mesozoiche.

Il risultato di tutti questi avvenimenti comporta una grande difficoltà di lettura della situazione geologica esistente, che, ai fini di un inquadramento dei bacini estrattivi lapidei, può essere semplificata suddividendo la zona analizzata in due domini strutturali principali che da sud verso nord sono:

- 1) la zona del Basamento Cristallino Sudalpino, o Serie dei Laghi (cfr. Pertinenza geostrutturale dei bacini estrattivi - Figura 2), caratterizzata da metasedimenti di crosta superiore interessati da intrusioni calcocaline acido-intermedie tardo-varisiche di età permiana a chimismo variabile da granodioritico a granitico (Graniti dei Laghi della bassa Ossola, del Verbano e del Cusio); verso nord, ancora nell'ambito dell'orogene Sudalpino SE-vergente, affiora una sezione di crosta profonda della Zona Ivrea-Verbanò (bassa Ossola, da Candoglia a Vogogna), in contatto con la Serie dei Laghi attraverso la Linea del Pogallo (presso Mergozzo); tale zona è costituita dal cosiddetto Complesso Kinzigitico (metasedimenti ad alto grado metamorfico) e da abbondanti rocce basiche con locali peridotiti di mantello;
- 2) la zona dell'Edificio Alpino a Falde o Sistema Orogenico a Vergenza Europea (Figura 1), esposto, nel settore media-alta Ossola, ai livelli strutturali più profondi e radicali di quelli della Valsesia e della Val d'Aosta e con livello strutturale via via più profondo da sud verso nord. Come già detto, tale zona è separata verso sud dal Sudalpino attraverso la Linea del Canavese (Insubrica), un sistema di faglie regionali che attraversano la Val d'Ossola all'altezza dell'allineamento Vogogna-Loro. In sezione verticale, dall'alto verso il basso della struttura, lungo il versante sinistro della Val d'Ossola ritroviamo: da Vogogna a Cardezza, le unità Austroalpine di pertinenza continentale africana (unità Sesia-Lanzo); da Cardezza alla località

Quarata (poco a nord di Beura) il dominio Pennidico Superiore (falda Monte Rosa) e il Pennidico Medio (unità Camughera-Moncucco-Orselina), separati da un livello assottigliato delle Ofioliti mesozoiche di Antrona, rocce di fondo oceanico; a nord di Domodossola il Pennidico Inferiore, costituito, a sua volta, dall'alto verso il basso, dalle falde gneissiche Monte Leone, Lebendun, Antigorio sovrascorse sulla 'cupola di Verampio' e separate, le une dalle altre, dalle 'sinclinali mesozoiche', così definite da Argand, costituite da metasedimenti; la cupola di Verampio, affiorante poco a nord di Crodo, è l'elemento strutturale più profondo di tutta la catena alpina, come è possibile osservare dalla sezione riportata in Figura 1. Dalla stessa figura si può osservare come, a NO di Domodossola, la falda Monte Leone del sistema Pennidico Inferiore venga a contatto verso sud con la zona Camughera-Moncucco-Orselina (Pennidico Medio) attraverso il sistema di faglie duttili/fragili della Linea del Sempione, la quale prosegue verso est nella linea delle Centovalli. Il suo movimento distensivo recente ha facilitato la denudazione tettonica della zona Pennidica Inferiore in fase di sollevamento. Le falde pennidico-inferiori sono costituite da prevalenti ortogneiss granitici (protoliti tardo paleozoici a metamorfismo alpino) e sono caratterizzate da grandi pieghe isoclinali, a tratti coricate, formate dopo la fase di accavallamento eoalpino (Figura 1).

