

**TETTONICA DELLE FALDE AUSTROALPINE NELLE DOLOMITI
DELL'ENGADINA: UN'IPOTESI DI LAVORO**

*TECTONICS OF THE AUSTROALPINE NAPPES
IN THE ENGADINE DOLOMITES: A WORKING HYPOTHESIS*

P. CONTI ⁽¹⁾

ABSTRACT

Regional west thrusting (Cretaceous) affected the entire austroalpine nappe pile of the Engadine Dolomites. Interference between Jurassic and alpine structures lead to inversion of the Jurassic basins in the Ortler nappe and to "anomalous" thrust geometries along the Zebrù Line, Trupchun-Braulio Line and the Gallo Line. Most of the deformation in the Ortler nappe occurred during this thrusting phase (F1).

INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Nelle Dolomiti dell'Engadina sono esposte le seguenti falde (fig. 1): Falda di Campo, Falda dell'Ortles, Falda di Quattervals, Falda Sesvenna, Falda di Scharl, Falda dell'Ötztal. I contatti tra queste falde sono generalmente tettonici: la Linea del Gallo segna il contatto Quattervals/Scharl, la Linea Trupchun-Braulio (anche Linea dell'Alpissella, Quattervals Thrust) è il contatto Quattervals/Ortles, la Linea dello Zebrù è il limite Ortles/Campo, l'accavallamento di Slingia

segna il contatto della Falda dell'Ötztal con le Falde di Scharl e Sesvenna. In prima approssimazione è presente un basamento paleozoico (Campo-Sesvenna), al di sopra falde costituite quasi esclusivamente da sedimenti che formano le Dolomiti dell'Engadina vere e proprie (Ortles-Quattervals-Scharl), il tutto è stato sovrascorso con un movimento verso W dalla Falda dell'Ötztal (HAMMER, 1908; SPITZ & DYHRENFURTH, 1914; DAL PIAZ, 1936; SCHMID & HAAS, 1989). In figura 2 sono riportati i sensi di movimento riconosciuti lungo le linee tettoniche, essi derivano da osservazioni di campagna e dallo studio in sezione sottile degli indicatori cinematici presenti nelle miloniti. In base a questi dati è possibile affermare che non solo la Falda dell'Ötztal è sovrascorsa verso W, ma anche le falde dell'Ortles e di Quattervals hanno subito movimenti in tale direzione. SCHMID & HAAS (1989) indicano un'età di 90 Ma per i movi-

⁽¹⁾ Geologisch-Paläontologisches Institut, Universität Basel, Bernoullistrasse 32, 4056-Basel, Svizzera.

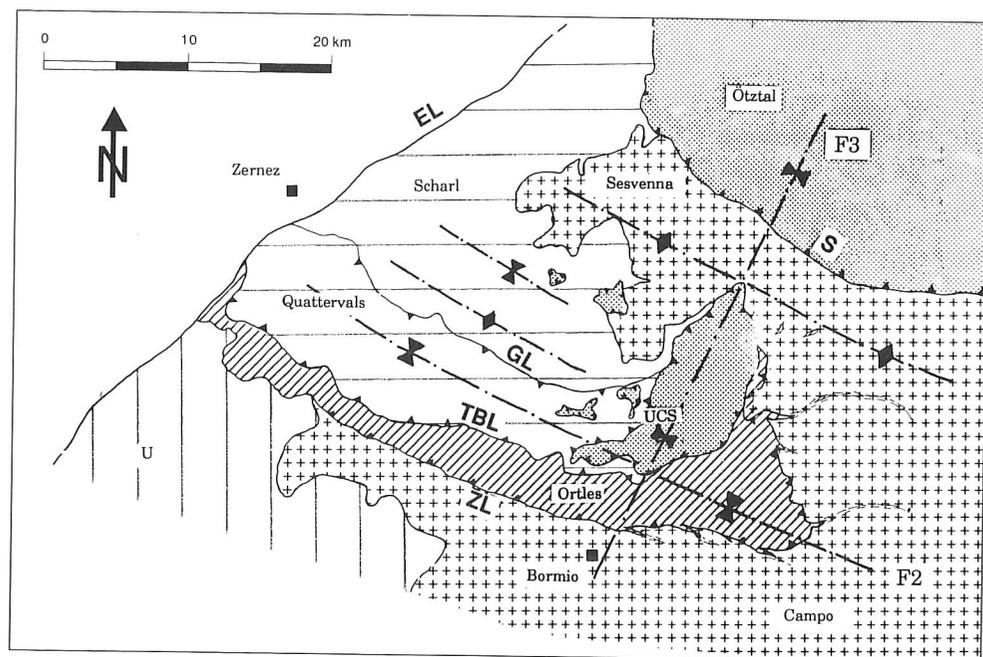


Fig. 1 - Carta tettonica schematica delle Dolomiti dell'Engadina; EL: Linea dell'Engadina, ZL: Linea dello Zebrù, TBL: Linea Trupchun-Braulio, GL: Linea del Gallo, S: Accavallamento di Slingia, UCS: Zona a scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch, U: Austroalpino inferiore.

Tectonic sketch map of the Engadine Dolomites; EL: Engadine Line, ZL: Zebrù Line, TBL: Trupchun-Braulio Line, GL: Gallo Line, S: Schlinig Thrust, UCS: Umbrail-Chavalatsch imbrications, U: Lower Austroalpine.

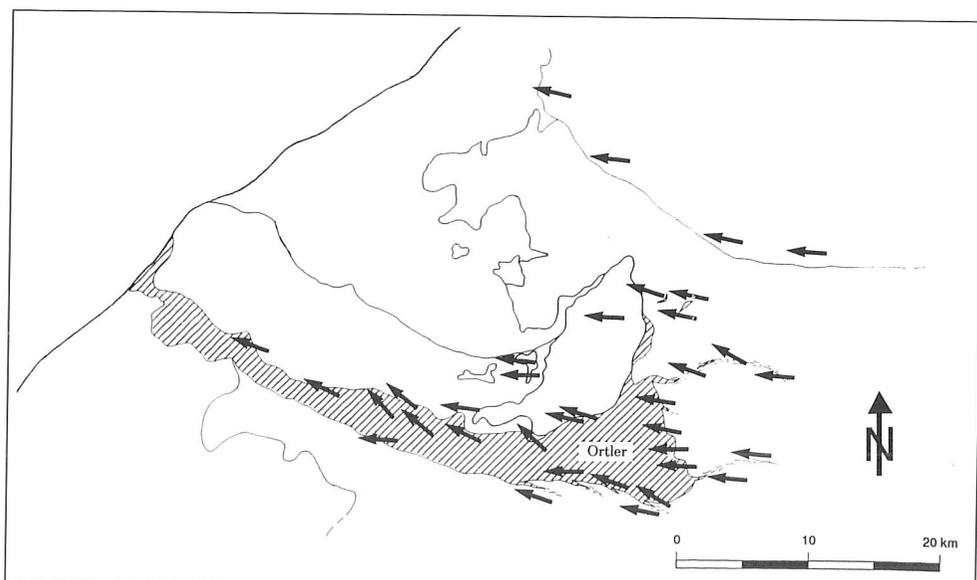


Fig. 2 - Direzioni di trasporto riconosciute nell'area studiata, le frecce indicano la direzione di movimento della parte sovrascorsa. — Transport directions of the hanging wall.

menti lungo l'accavallamento di Slingia. L'età dei più giovani sedimenti presenti nella Falda dell'Ortles (Turoniano medio) e il parallelismo delle direzioni di trasporto di figura 2 con quelle riscontrate lungo l'accavallamento di Slingia lasciano supporre che l'accavallamento della Falda dell'Ötztal e l'origine dei contatti Quattervals/Ortles e Ortles/Campo siano attribuibili al medesimo evento deformativo.

TETTONICA DELLA FALDA DELL'ORTLES

Un'analisi strutturale di dettaglio è stata condotta nella Falda dell'Ortles, l'unica con un discreto spessore di sedimenti post-norici. Sono state riconosciute tre fasi deformative alpine:

D1 - Durante questa fase si formano pieghe da parallele a simili, da aperte a isoclinali con una foliazione di piano assiale ben sviluppata, una lineazione di estensione orientata WNW-ESE e accavallamenti con una direzione di trasporto verso WNW. Le pieghe non hanno una geometria cilindrica, gli assi risultano dispersi sul proprio piano assiale e il grado di dispersione aumenta verso E. Nella parte occidentale (Val Trupchun e Val Müschauns) gli assi sono orientati NE-SW e le pieghe hanno un "facing" verso NW (FROITZHEIM, 1988). Più a E, nei pressi di Livigno (Canale Torto - Cima Pozzin) sono presenti assi di pieghe variamente orientati rispetto alla lineazione d'estensione. Ancora più a oriente, in Valle di Fraele, gli assi e la direzione di estensione risultano paralleli.

I sovrascorrimenti sin-D1 presenti all'interno della Falda dell'Ortles mostrano un aumento dell'entità dell'accavallamento andando da W verso E. Nell'area Val Trupchun-Pizzo Cassana-Il Motto sono ancora conservate faglie estensionali sinsedimentarie giurassiche (EBERLI, 1988; FROITZHEIM, 1988), mentre più a E, nella zona M. Torracchia-Alpe Trela-Cima Doscopa, una faglia

normale di età giurassica è tagliata e riattivata durante la fase D1. Il quasi parallelismo tra la direzione di estensione lungo la faglia giurassica e la direzione di raccorciamento D1 alpina porta all'inversione del bacino sinsedimentario giurassico.

Durante questa fase si formano i contatti tettonici con la Falda di Quattervals e con la Falda di Campo, le miloniti che si sviluppano mostrano sempre un movimento della parte sovrascorsa verso W ("top-W"). Lungo la Linea Trupchun-Braulio e lungo la Linea dello Zebrù si ha una variazione da W verso E dei meccanismi deformativi operanti, i quali indicano un aumento della temperatura di deformazione verso E. Lungo la Linea Trupchun-Braulio abbiamo in Val Trupchun solo cataclasi, a E diventano predominanti i fenomeni di dissoluzione e riprecipitazione, nella Valle di Fraele e in Valle del Braulio si sviluppano vere e proprie miloniti carbonatiche. Lungo la Linea dello Zebrù si ritrova lo stesso andamento: nei pressi di M. Trela sono presenti cataclasi e in Val Zebrù quarzo-miloniti mostrano chiare prove di deformazione plastica.

Il metamorfismo nei sedimenti della Falda dell'Ortles è stato determinato con il metodo della "cristallinità" dell'illite. Lungo un profilo E-W si può osservare un gradiente progrado: nella parte occidentale (Val Trupchun) si riscontrano condizioni ancora diagenetiche, nella parte orientale (Valle Solda) si raggiunge invece la facies scisti verdi.

Questo evento deformativo e il relativo metamorfismo possono essere riferiti alle fasi eoalpine (Cretaceo).

D2 - Questa fase genera pieghe aperte a grande scala, con assi suborizzontali di direzione WNW-ESE e piano assiale subverticale. La Falda dell'Ortles e la Falda di Quattervals sono piegate insieme durante questa fase (deformazione posteriore alla messa in posto delle falde) generando una struttura

sinformale (fig. 1). La maggior parte della Falda dell'Ortles si trova nel fianco meridionale di questa sinforme, questo spiega la generale immersione verso N della stratificazione e dei contatti tettonici sin-D1.

D3 - La fase D3 ha limitati effetti nella Falda dell'Ortles, diventa invece più importante verso N dove piega l'accavallamento di Slingia e il contatto tra il cristallino dell'area del M. Chavalatsch e le unità sottostanti. Gli assi sono orientati NE-SW e i piani assiali sono subverticali. Una sicura relazione di sovrapposizione tra i piegamenti D2 e D3 è ancora da stabilire in quanto in entrambi i casi si tratta di pieghe a grande scala difficili da riconoscere in affioramento. È difficile stabilire un'età per le fasi D2 e D3, esse ripiegano comunque i corpi magmatici intrusi nei sedimenti della Falda dell'Ortles, datati da DAL PIAZ *et al.* (1988) a 32 Ma. Fino ad ora non è stata riconosciuta alcuna deformazione intermedia tra quelle eoalpine (D1) e quelle post 32 Ma (D2-D3).

TETTONICA DELLE DOLOMITI DELL'ENGADINA

Di seguito viene presentato schematicamente, come ipotesi di lavoro, un possibile modello di evoluzione cinematica per le falde delle Dolomiti dell'Engadina.

I problemi che si incontrano nel tentativo di stabilire una correlazione ed una storia evolutiva sono:

a) le due falde che si trovano direttamente sopra il cristallino Campo-Sesvenna, cioè la Falda di Scharl e la Falda dell'Ortles, mostrano un diverso tipo di contatto con le rocce del basamento: stratigrafico la prima, tettonico la seconda;

b) le varie Falde hanno serie stratigrafiche più o meno complete: la Falda di Scharl presenta una serie stratigrafica completa dal Permiano al Cretaceo; nella Falda dell'Ortles abbiamo una serie completa fino al Turo-

niano, ma i sedimenti che vanno dal Permiano al Trias medio sono conservati solo occasionalmente (Alpe Trela) oppure presentano uno spessore molto ridotto a causa di laminazioni tettoniche; nella Falda di Quattervals sono conservati solo sedimenti del Trias sup.;

c) la Linea dello Zembrù corrisponde ad una superficie tettonica con movimento "top-W", ma lungo la maggior parte del suo sviluppo cartografico abbiamo sempre Dolomia Principale a diretto contatto con il basamento cristallino paleozoico. Non ci sono cioè raddoppi stratigrafici ad indicare un accavallamento ed inoltre manca l'intervallo stratigrafico Permiano-Trias medio (Bormio-Gruppo dell'Ortles);

d) il cristallino dell'area M. Chavalatsch-Passo dello Stelvio (Zona a scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch) sovrascorre sia la Falda di Quattervals che la Falda dell'Ortler, ed occupa in Valle Forcola una posizione intermedia tra le due falde;

e) la Falda di Quattervals sovrascorre su quella dell'Ortles con un movimento verso WNW, ma tutta la serie che va dal Permiano al Trias medio è mancante. Anche questa è una geometria resa anomala da un accavallamento.

In figura 3a è schematizzata la situazione dopo la fase estensionale giurassica. Le faglie inverse hanno direzione circa N-S. A tratteggio è indicata la futura superficie di accavallamento alpina: nella sua porzione orientale essa corre lungo la Formazione del Raibl, procedendo verso W interferisce con le faglie giurassiche (presenti nella Falda dell'Ortles nelle località Pizzo Cassana, Il Motto, Alpe Trela) e corre poi lungo il contatto basamento/copertura sedimentaria. A causa dell'immersione verso E delle faglie giurassiche, nella Falda dell'Ortles sono conservate alcune porzioni di cristallino con la propria copertura stratigrafica (Alpe Trela). Lungo questa superficie (A in fig. 3a) si realizza il primo importante accavallamento,

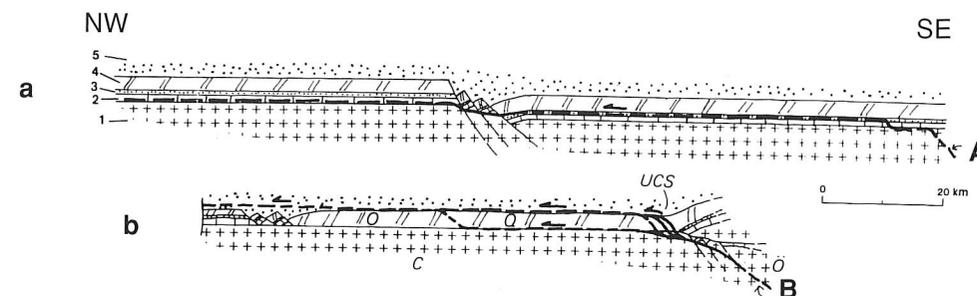


Fig. 3 - a) Ricostruzione schematica alla fine della fase estensionale giurassica, a tratteggio è indicata la prima superficie di accavallamento alpina (A), 1: basamento paleozoico, 2: Permiano-Trias medio, 3: Raibl, 4: Dolomia Principale, 5: Trias sup.-Cretaceo; b) situazione dopo la prima fase di accavallamento, a tratteggio è indicata la seconda superficie di accavallamento (B), abbreviazioni come in fig. 3.

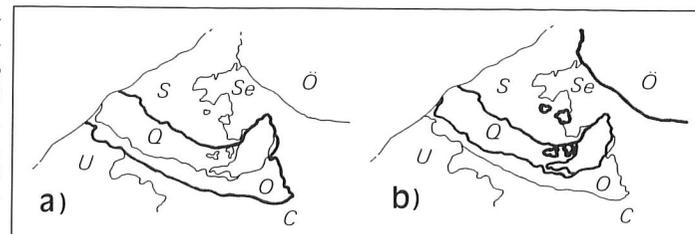
a) Situation after the Jurassic extension, dashed is the first thrust plane (A), 1: Basement, 2: Permian-Middle Triassic, 3: Raibl Formation, 4: Dolomia Principale, 5: Late Triassic-Cretaceous sediments; b) situation after the first thrust phase, dashed is the second thrust plane (B), see fig. 3 for legend.

che porta la Dolomia Principale del settore orientale a giacere direttamente sul basamento cristallino del settore occidentale. Il risultato di questa tettonica è riportato in fig. 3b. Durante una seconda fase di accavallamento (B in fig. 3b) le falde dell'Ötztal e di Quattervals sovrascorrono sopra quella dell'Ortles e si sviluppa una zona a scaglie alla terminazione orientale della Falda di Quattervals (Zona a scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch). Un'evoluzione in due fasi successive viene supposta in quanto la zona a scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch è costituita solamente da basamento cristallino e Dolomia Principale. È necessario perciò eliminare precedentemente i sedimenti del Trias inf.-medio, portando la Dolomia principale a

giacere direttamente sul cristallino (fig. 3a) e poi interessare quest'ultima strutturazione da ulteriori accavallamenti (fig. 3b).

In figura 4 sono riportati i possibili andamenti cartografici delle superfici di accavallamento A e B di figura 3a e 3b. Durante il primo stadio (fig. 4a) abbiamo il sovraccorrimiento verso WNW dell'insieme Ortles + Quattervals, durante la seconda fase (fig. 4b) abbiamo l'accavallamento della Falda dell'Ötztal e della Falda di Quattervals sopra la Falda di Scharl e quella dell'Ortles. È possibile stimare per i due accavallamenti un raccorciamento totale di circa 80 km. Si noti come l'accavallamento A corra a Sud lungo il contatto cristallino/sedimenti (Linea dello Zembrù), mentre a N si trovi al tetto della Falda

Fig. 4 - a) Andamento cartografico della superficie di accavallamento A; b) andamento cartografico della superficie di accavallamento B. O: Ortles. Q: Quattervals, C: Campo, Se: Sesvenna, Ö: Ötztal, S: Scharl, U: Austroalpino inferiore. Vedi fig. 1 per dettagli.



a) Map view of the first thrust surface (A); b) map view of the second thrust surface (B). O: Ortles. Q: Quattervals, C: Campo, Se: Sesvenna, Ö: Ötztal, S: Scharl, U: Lower Austroalpine. See fig. 1 for details.

di Scharl (Linea del Gallo) (fig. 4b). Questa geometria potrebbe essere spiegata con l'esistenza, durante l'accavallamento, di una o più rampe laterali orientate SE-NW, lo sviluppo di queste rampe laterali potrebbe essere legato alla presenza delle faglie sinsedimentarie giurassiche

Le due successive fasi di accavallamento con cui è possibile spiegare l'attuale struttura delle Dolomiti dell'Engadina vengono per ora legate al solito evento deformativo cioè alla fase D1 ben riconoscibile nella Falda dell'Ortles. Questa attribuzione si basa sul fatto che la direzione di trasporto dei vari accavallamenti è la solita ed è uguale a quella della fase D1 dell'Ortles, tutti gli accavallamenti sono inoltre piegati dalla fase D2. Allo stato attuale delle conoscenze non è possibile escludere una riattivazione tardiva di una parte della Linea del Gallo e dell'accavallamento di Slingia come faglia diretta (post D3?).

CONCLUSIONI

I punti di maggiore interesse finora emersi durante questo studio possono essere così riassunti:

a) i principali contatti tettonici nelle Dolomiti dell'Engadina (Linea del Gallo, Linea Trupchun-Braulio, Linea dello Zebrù) sono accavallamenti con un senso di trasporto verso WNW;

b) questi accavallamenti possono essere correlati con l'accavallamento di Slingia;

c) all'interno della Falda dell'Ortles, andando da W verso E è possibile osservare un aumento del grado metamorfico, una variazione della geometria delle pieghe (parallele-simili, aperte-isoclinali), una progressiva rotazione degli assi delle pieghe parallela-

mente alla lineazione d'estensione e un aumento dell'entità dei sovrascorrimenti;

d) presenza della transizione cataclasi-deformazione plastica lungo la Linea dello Zebrù e la Linea Trupchun-Braulio andando da W verso E,

e) l'attuale struttura a falde può essersi prodotta in due fasi di accavallamento, entrambe con direzione di trasporto verso WNW, ma successive nel tempo.

RINGRAZIAMENTI: Desidero ringraziare S. SCHMID, N. FROITZHEIM, G. MANATSCHAL e M. PFISTER per le utili discussioni, consigli e suggerimenti, C. ROSENBERG, M. MECCHERI, G. GOSSO, A. MONTRASIO e E. SCIESA per la lettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- DAL PIAZ GB. (1936) - *La struttura geologica delle Austridi. Nota III. Il sistema Austroalpino nelle Alpi Breonie e Venoste e nel Massiccio dell'Ortles. Nuovo schema tettonico delle Austridi della Venezia tridentina e del Tirolo orientale.* Atti Reale Accademia delle Scienze Torino, **71**, 3-29.
- DAL PIAZ G.V., DEL MORO A., MARTIN S. & VENTURELLI G. (1988) - *Post-collisional magmatism in the Ortler-Cevedale Massif (Northern Italy).* Jb. Geol B.-A., **131/4**, 533-551.
- EBERLI G.P. (1988) - *The evolution of the southern continental margin of the Jurassic Tethys Ocean as recorded in the Allgäu Formation of the Austroalpine Nappes of Graubünden (Switzerland).* Eclogae geol. Helv., **81/1**, 175-214.
- FROITZHEIM N. (1988) - *Synsedimentary and synorogenic normal faults within a thrust sheet of the Eastern Alps (Ortler Zone, Graubünden, Switzerland).* Eclogae geol. Helv., **81/3**, 593-610.
- HAMMER W. (1908) - *Die Ortlergruppe und der Chavalatschkamm.* Jb. k. k. geol. R. A. Wien, **58/1**, 79-196.
- SCHMID S.M. & HAAS R. (1989) - *Transition from near-surface thrusting to intrabasement décollement, Schlinig thrust, Eastern Alps.* Tectonics, **8**, 697-718.
- SPITZ A. & DYHRENFURTH G. (1914) - *Monographie der Engadiner Dolomiten zwischen Schuls, S-chanf und dem Stilsferjoch.* Beitr. geol. Karte d. Schweiz [N.F.], **44**, 1-235.