

<b>Zeitschrift:</b>	Eclogae Geologicae Helvetiae
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Geologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	58 (1965)
<b>Heft:</b>	1
 <b>Artikel:</b>	Schema tettonico dell'Alta Valtellina da Livigno al Gruppo dell'Ortles
<b>Autor:</b>	Pozzi, Renato
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-163254">https://doi.org/10.5169/seals-163254</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Schema tettonico dell'Alta Valtellina da Livigno al Gruppo dell'Ortles

di Renato Pozzi, Milano

con 2 figure nel testo e 2 tavole (I e II)

---

*Summary.* The tectonic structure of the Rhaetian Alps extending between the Livigno Valley also the Ortles Massif as far as the Solda and Trafoi Valleys is considered. The tectonic units are referred to the upper and lower Austroalpine System; each system being formed of different tectonic units, which are described according to their sequence. The main geological problems and the regional tectogenesis are discussed.

Il territorio in esame è compreso fra la Valle di Livigno ad O, la regione a N di Bormio ed il Gruppo dell'Ortles ad E sino alla Val Solda e alla Valle di Trafoi. Si tratta cioè della porzione meridionale di quella regione, geologicamente unitaria, chiamata Dolomiti Engadinesi e che in territorio italiano costituisce, per una buona parte, la testata della Valtellina.

Dei numerosi studiosi che si sono occupati delle Dolomiti Engadinesi, voglio ricordarne per primi solo tre; ognuno di essi ha rappresentato una guida per questo lavoro: HAMMER specialmente con lo studio del 1938 «Bemerkungen zu STAUB», «Geologische Probleme um die Gebirge zwischen Engadin und Ortler», WENK con il suo schematico ma efficace profilo che illustra la nota del 1934 «Der Gneiszug Pra Putér-Nauders im Unterengadin und das Verhältnis der Umbraildecke zur Silvretta-Oetzaldecke», ed infine CADISCH di cui ricorderò per ora solo ciò che scrisse nel 1961 (pp. 122) «Man wird den tatsächlichen Verhältnissen eher gerecht, wenn man in den Engadiner Dolomiten anstatt verschiedene, weit her transportierte Decken eine solche sieht, deren zonarer Innenbau durch wechselnd verschiedene gerichteten Schub bedingt ist».

L'assetto tettonico regionale è riassunto dallo schema seguente:

## AUSTROALPINO SUPERIORE

### C) Sistema di Scarl-Umbrail

- 5) *Scaglie del Passo dei Pastori* (M. Forcola, P.ta La Monata, P.zo Aguzzo, Vetta del Sumbraida, M. Cornaccia, C.ma La Casina, C. Cavalli)
- 4) *Sedimentario di Umbrail* (P.zo Umbrail, Bocchetta del Lago)
- 3) *Sedimentario della Val Tagliata* (Val Chiasabella, Valle dell'Orsa)
- 2) *Scaglie di base* (Alta Val Forcola, M. Pedenolo, M. Solena)
- 1) *Cristallino di Umbrail* (M. Braulio, M. Scorzuzzo, Alpe di Glorezza)

### B) Sistema di Ortles-Quatervals

- 6) *Sedimentario di Quatervals* (dal M. Sumbraida ad E sino alla Cima del Fopel ed al M. Serra ad O)

- 5) *Scaglia dello Stelvio* (Giogo dello Stelvio, Val Forcola)
- 4) *Scaglia della Nagler* (P.ta Nagler, Platiglione, V.ne di Pedenoleto, M. Solena, Parete Alta)
- 3) *Sedimentario dell'Ortles* (dal M. Ortles a E attraverso le Cime di Plator e P.ta Tropione a O)
- 2) *Scaglie di base* (Val Solda, Rocca Bianca (Trafoi), Val Zebrù, Premadio, Alpe Trela, La Paré, Val Saliente)
- 1) *Cristallino dell'Ortles* (Val Zebrù, Bormio, Livigno)

A) Sistema di Languard

- 3) *Sedimentario di Languard* (Campo Piccolo, Rino Toscie, P.so di Cassana, P. Cantone)
- 2) *Scaglie di base* (Trafoi, Val Solda, Val Federia)
- 1) *Cristallino di Languard* (Val Solda, M. del Toro, P.zo del Leverone, M. Cotschen, M. Campaccio, M. delle Rezze, M. Ganda)

AUSTROALPINO INFERIORE

A) Sistema dell'Err-Bernina

- 2) *Sedimentario del Bernina* (Valle del Leverone, Val del Forno, Corna dei Gessi, M. Garone, Valle Ambrie, Forcola di Livigno)
- 1) *Cristallino del Bernina* (M. Garone, M. Breva (Stretta), P.ta del Plata)

In questo schema ho cercato, per il possibile, di adoperare la nomenclatura tettonica già in uso, per non aumentare ulteriormente l'elenco dei toponimi, molti dei quali, alla fine, risulterebbero equivalenti.

Descriverò qui di seguito i diversi sistemi e le singole unità a partire dalle inferiori.

**Sistema dell'Err-Bernina**

Nella regione considerata questo sistema è rappresentato soltanto dal Sedimentario e dal Cristallino della Falda del Bernina, ed è localizzato nell'alta Valle di Livigno e nell'alta Valle di Federia.

A partire dal M. Garone e attraverso la Valle Abrie sino alla Forcola di Livigno, una fascia sedimentaria più o meno continua segna la zona frontale della Falda del Bernina che si immerge rapidamente sotto la Falda di Languard. Il contatto fra queste due unità avviene lungo lo «Scorrimento del M. Garone». Sedimenti del Bernina affiorano però ancora in finestra tra il Cristallino di Languard alla Corna dei Gessi, in Valle del Leverone e in Valle del Forno (vallecole laterali, queste ultime, incise nel versante sinistro della Valle di Federia). Queste rocce sedimentarie formano pieghe complesse, il più delle volte scagliate, la cui direzione assiale varia intorno alla O-E; le immersioni degli assi sono generalmente verso E oppure ENE; la vergenza delle pieghe verso N oppure NNE.

Nello studio del 1959 b (pp. 212-214) ho illustrato le ragioni che mi fanno attribuire queste zone sedimentarie alla Falda del Bernina invece che a quella «di Campo» come indicato da STAUB nel 1946; in questo stesso studio ho descritto la serie stratigrafica della Valle del Leverone ove gli affioramenti sono più estesi e continui.

Pochissime notizie di dettaglio si hanno invece sul Sedimentario che affiora lungo lo «Scorrimento del M. Garone»; per questo voglio darne qui di seguito le caratteristiche principali.

Alla base della serie troviamo porfidi quarziferi e porfiroidi sericitici; gli affioramenti più tipici sono nella Valle del Monte di Dentro; la loro potenza, non valutabile con sicurezza, è di circa 30 m. Seguono pochi metri di scisti sericitici e quarzoso-sericitici verde-chiari, alternati ad argille e miloniti. Sono i tipici orizzonti tettonici al contatto di unità diverse largamente diffuse nelle Alpi e solitamente assimilati al «Verrucano» anche quando mancano i veri conglomerati. Sulla validità di questa attribuzione le opinioni sono molto discordi (ANDREATTA, 1939).

Alla testata della Valle Abrie gli scisti sericitici sottostanno a dolomie cariate (Rauhwacken) giallastre con le quali anche localmente si alternano; la loro potenza è di circa 4 m.

Tutti questi sedimenti, per uno spessore di 35-37 m, possono essere attribuiti con buona sicurezza al Permico ed al Trias inferiore.

In Valle del Leverone ed in Valle del Forno invece, i porfidi quarziferi sono raramente distinguibili mentre, al contrario, vi si trovano le litofacies più caratteristiche del Permico e del Trias inferiore: conglomerati ed arenarie rossastre o verde-chiaro.

Al M. Garone sopra le dolomie cariate gialle si hanno 30-35 m di dolomie cariate grigie alle quali si intercalano calcari dolomitici compatti. Seguono circa 40 m di arenarie dolomitiche in alternanza a calcari dolomitici vacuolari gialli. Questi sedimenti (70-75 m in totale) potrebbero effettivamente rappresentare il Carnico (STAUB 1946).

Nell'alta Valle del Leverone ed alla Corna dei Gessi, nel Carnico, oltre che dolomie cariate gialle e grigie, si trovano anche gessi.

Al Norico attribuiscono 100-120 m di dolomie e calcari dolomitici grigi o rosati che affiorano al M. Garone e nella Valle del Monte di Dentro. Sul Norico trasgredisce direttamente il Lias con alla base brecce calcareo-dolomitiche primarie rossastre cui fanno seguito calcari dolomitici pure rossastri, che in Valle Abrie hanno una potenza complessiva di quasi 40 m.

La presenza di Retico fossilifero è stata segnalata solo in Valle del Leverone ove ha una potenza di una cinquantina di metri (POZZI 1959b).

Caratteristica appare la litofacies del Lias della Falda del Bernina che si differenzia sostanzialmente da quella del sistema di Ortles-Quatervals (POZZI 1960b). Per quello che riguarda il Cristallino, nella regione considerata, esso risulta costituito da due litofacies fondamentali: gneiss muscovitici (M. Garone, M. Breva, Passo del Fieno) e paragneiss muscovitico-cloritici (Punta di Plata, Cippo n. 6 alla Forcola di Livigno); questi ultimi apparterrebbero alla Serie della Stretta (STAUB, 1946).

Quarziti e gneiss minuti affiorano nell'alta Valle di Livigno in corrispondenza dalle vallecole del Rino della Rovina, del Rino del Solivo, e del Rino dei Clus, sotto ed in contatto tettonico con le Granodioriti del Monte delle Rezze (base della Falda di Languard).

Gli affioramenti di queste rocce, che solo in via preliminare riferisco alla Falda del Bernina, sarebbero da porre in relazione con una culminazione assiale. Questo problema però non è stato ancora completamente risolto.

### Sistema di Languard

La Falda di Languard è l'unità tettonicamente più bassa dell'Astroalpino superiore, al quale appare strettamente legata. A mio avviso infatti il Cristallino di Languard rappresenta la parte più profonda del Cristallino dell'Ortles, e le litofacies del Sedimentario sono del tutto uguali a quelle del sistema Ortles-Quatervals. Questa unità tettonica appare perciò come una digitazione (Teildecke) del sistema Ortles-Quatervals. La carta tettonica della tavola I mostra che la Falda di Languard, nella regione considerata, si trova alle estremità orientale ed occidentale della fascia sedimentaria dell'Ortles-Quatervals, rispettivamente al suo margine settentrionale ed a quello meridionale.

Come preciserò meglio più avanti, queste due zone di affioramento corrispondono anche a due grandi zone di culminazione del basamento cristallino.

#### a) La Falda di Languard ad occidente

Nell'alta Valle di Federia ed in Valle di Livigno alla base della Falda di Languard, presso il contatto con la Falda del Bernina, troviamo gneiss granodioritici (M. Campanaccio, versante destro della Valle di Federia) e granodioriti (M. delle Rezze, M. Ganda, M. Cotschen, P.zo del Leverone, M. Morteir). Entro queste rocce si trovano, sul versante meridionale del M. Mortier e nell'alta Valle di Federia, lenti di diabasi e di porfiriti diabasiche.

Le rocce affioranti nelle località citate costituiscono un gruppo petrograficamente ben definito: le «Granodioriti del Monte delle Rezze».

In particolare il M. Cotschen è costituito da leucogranodiorite come del resto il Pizzo del Leverone ove peraltro si nota una maggiore abbondanza di biotite. Le «Granodioriti del Monte delle Rezze» in analogia con altri complessi granodioritici austroalpini, potrebbe essere di età tardo-ercinica (CADISCH, 1953). Tuttavia localmente (come al esempio al P.zo del Leverone) si notano importanti fenomeni di fel-dispatizzazione (neoformazione di feldispato potassico ecc.) che mettono in evidenza una fase autonoma, metamorfico-metasomatica, più recente.

Al di sopra delle Granodioriti del M. delle Rezze si trova, localmente scollata e ripiegata, una serie di parascisti costituiti prevalentemente da gneiss muscovitico-cloritici e micascisti. Questa serie affiora sul versante sinistro della Valle di Federia, a S del Passo di Cassana.

Il Sedimentario di Languard in Valle di Federia ha una potenza massima complessiva di circa 180 m. La serie stratigrafica comprende: il Permico con scisti sericitici e quarzosi, miloniti ed infine conglomerati rosastri; il Trias inferiore con arenarie, marne ed argilliti; il Trias medio con l'Anisico calcareo-argilloso ed il Ladinico dolomitico e fossilifero; in valle di Federia manca il Trias superiore. Nello studio del 1959b ho descritto la sezione del Rino Tosce (pp. 204-206). Tettonicamente questi sedimenti permo-triassici costituiscono un sistema di scaglie e di pieghe-faglie ad assi generalmente diretti NO-SE ed immersi verso SE; la vergenza delle pieghe è verso NE.

Il contatto tra la Falda di Languard e la soprastante Falda dell'Ortles si esplica lungo lo «Scorrimento della Blesaccia» che dal versante meridionale del P.zo Cassana, lungo la Val Saliente e la Valle di Federia continua sino in Valle di Livigno. Al P.zo

Cassana il piano di scorrimento è circa suborizzontale e le filladi del Cristallino dell'Ortles stanno sopra il Sedimentario di Languard; lungo la Val Saliente e sino alla Chiesa di Federia il piano di scorrimento è immerso rispettivamente verso NE ed E con una inclinazione valutabile intorno ai 30–40°; dalla Chiesa di Federia al M. Morteir l'immersione è verso SE e l'inclinazione meno accentata (20–30°) (Pozzi, 1959b); in Valle di Livigno l'immersione è nuovamente verso N e l'inclinazione di circa 35°.

Sul versante sinistro della Valle di Livigno lo «Scorrimento della Blesaccia» è esposto nelle vallecole del Rino di S. Giovanni e del Rin di Gien, oltre che presso i Casolari del Pelo; sul versante destro in corrispondenza della Val di Rez, del Rino e delle Spazze dei Clus ove sale sino a 2300 m. Nel 1961 ho avuto modo di osservare molto bene la zona di contatto Languard–Ortles sotto la Vetta Blesaccia esaminando lo scavo di una galleria idroelettrica che dai Casolari del Pelo, in Valle di Livigno, giunge a quota 2000 sul versante destro della Valle di Federia, mantenendo la direzione NO–SE. L'imbocco N si trova entro scisti sericitici e quarzosi, passanti a miloniti, che costituiscono il tetto della Falda di Languard; queste rocce formano una lama di trascinamento interposta fra le due unità. Entro questa massa fortemente tettonizzata si osservano anche arenarie e puddinghe rossastre molto simili a quelle del «Verrucano», in lenti disposte irregolarmente ed allungate in direzione E–O.

Dall'imbocco N verso S, si sono scavati dapprima 1760 m di scisti quarzoso-sericitici e miloniti; seguono 260 m di filladi e diaforiti del Cristallino dell'Ortles, abbassato dal «cuneo di sprofondamento» del Rin da Rin, che hanno gravemente ostacolato i lavori. Ancora più verso S si trovano 1160 m di Granodioriti del M. delle Rezze e parascisti del Cristallino dell'Ortles in contatto tettonico. In quest'ultimo tratto solo saltuariamente si sono incontrati, interposti, gli scisti quarzoso-sericitici, per cui ritengo che la potenza complessiva della lama di trascinamento diminuisca da O verso E.

#### b) La Falda di Languard ad oriente

All'estremità nord-orientale della fascia sedimentaria di Ortles–Quatervals, la Falda di Languard affiora in Valle di Trafoi ed in Val Solda. Riferisco infatti a questa unità il «Granito di Gomagoi» (HAMMER, 1908), la «Serie di Lasa» (HAMMER, 1908 e 1938; STAUB, 1964) e gli affioramenti permo-triassici di Campo Piccolo, dello Zumpanell e della Testa del Toro.

Petrograficamente il «Granito di Gomagoi» è una leucodiorite ricca di quarzo che localmente si arricchisce di femici e diviene scistica e cataclastica per azioni tettoniche; negli affioramenti a S di Gomagoi, fra la Valle di Trafoi e la Val Solda, il «Granito» mostra di aver subito un metamorfismo essenzialmente dinamico con trasformazioni mineralogiche del plagioclasio in albite-epidoto-sericite, cloritizzazione della biotite ecc; numerosi i filoni di porfirite; i piani di scistosità sono subverticali con direzione variabile da NNO–SSE a ONO–ESE. Circonda la massa del «Granito» una serie di parascisti costituita da filladi, scisti sericitici, paragneiss e, subordinatamente, quarziti; in prossimità del contatto con il Sedimentario si trovano intercalati dei cloritoscisti.

La copertura sedimentaria appare scivolata verso ovest (affioramenti di Campo Piccolo) e verso sud (affioramenti dello Zumpanell); piccole scaglie sedimen-

arie si trovano però anche ad est, alla Testa del Toro ed a nord presso Prato dello Stelvio.

Viene in tal modo ad essere delimitata la Falda di Languard nella regione presa in considerazione: ad ovest essa è in contatto tettonico con il Cristallino di Umbrail lungo lo «Scorrimento di Trafoi-Prato» che continua sul versante destro della Val Venosta; a sud ed a est è in contatto tettonico con la Falda dell'Ortles lungo lo «Scorrimento della Testa del Toro» che dallo Zumpanell attraverso la Val Solda raggiunge la Testa del Toro ed il M. delle Pecore.

Gli affioramenti sedimentari di Campo Piccolo – sino ad ora poco conosciuti in dettaglio – sono formati da tre scaglie allineate in direzione NNE-SSO. Ognuna di queste scaglie appare costituita da una serie basale del Permo-Scitico (scisti sericitici, porfiroidi, arenarie quarzose rossastre, argilloscisti neri) e da una serie calcareo-dolomitica con le litofacies caratteristiche dell'Anisico e del Ladinico che si chiude con dolomie cariate e gessi (Carnico). Ancora più sopra si trovano discontinui affioramenti di Dolomia Principale (Norico). La potenza complessiva di tutte queste rocce sedimentarie è di circa 250 m; gli strati appaiono subverticali, diretti circa NE-SO e fortemente ripiegati; gli assi delle pieghe sono ugualmente diretti NE-SO.

Le dolomie cariate ed i gessi costituiscono un livello guida chiaramente individuabile dal Costone di Gomagoi (Uebergrimm) sino a Trafoi di fuori e dal Patlai Graben sino allo Zumpanell; dolomie cariate si trovano ancora sul versante destro della Val Solda presso i Masetti e quindi alla Cresta del Toro ed alla Testa del Toro.

Alla base del Patlai Graben i lembi sedimentari appaiono ripiegati con le sinclinali chiuse ad est; il Cristallino s'incunea sopra e sotto questi lembi di spinta che appaiono chiaramente mossi da est verso ovest. Allo Zumpanell il Sedimentario di Languard presenta la seguente successione:

- 4 – Dolomie cariate gialle e dolomie cristalline rossastre (Carnico); m 30.
- 3 – Alternanze di dolomie grige, massicce, dolomie brune stratificate ed argilloscisti neri (Ladinico); m 60.
- 2 – Dolomie cristalline nere mineralizzate (magnesite ed ankerite), massicce, alternate a scisti calcarei neri (Anisico); m 35.
- 1 – Scisti sericitici, scisti filladici neri, miloniti, arenarie rosse (Permo-Scitico); m 5.

Fra questa serie sedimentaria e la soprastante dell'Ortles (P.ta Alta – Hochleitenspitz) si interpone il Cristallino della Falda dell'Ortles che sale sino alla testata del Vallone del Prato (q. 2500). Gli affioramenti dello Zumpanell sembrano costituire una sinclinale complessa, fortemente strizzata alle estremità, a direzione assiale E-O; l'analogia fra questi sedimenti e quelli della P.ta Alta (Sedimentario dell'Ortles) è evidente, come risulta chiaramente la posizione della Falda di Languard rispetto a quella dell'Ortles. Il Sedimentario della P.ta Alta costituisce il fianco normale della anticlinale a nucleo cristallino della quale il Sedimentario dello Zumpanell forma il fianco rovescio laminato, oltre che il fianco normale della sinclinale di ritorno; la Falda di Languard appare perciò una digitazione di quella dell'Ortles.

In corrispondenza del Vallone del Prato – inciso nel versante sinistro della Val Solda – lo «Scorrimento della Testa del Toro» ha un andamento E-O notevolmente simmetrico rispetto a quello che si osserva sul versante occidentale dello Zumpanell;

il Sedimentario di Languard si assottiglia e si lamina tanto da essere interrotto – circa a q. 1880 – da una lama di Cristallino.

Soltanto limitati lembi di dolomie cariate arrivano sino in prossimità del fondo-valle, peraltro ricoperti dalle falde di detrito, e sembrano effettivamente collegarsi con i medesimi litotipi che affiorano lungo la strada della Val Solda presso i Masetti e che si ritrovano alla Cresta del Toro ed alla Testa del Toro. In queste ultime località il piano di scorrimento è immerso verso S con una inclinazione di circa 25°; le dolomie cariate chiudono una serie di scisti filladici neri, apparentemente molto potente, che fa parte della «Serie di Lasa» (Carbonifero?). Al di sopra delle dolomie cariate si trovano gneiss porfiroidi e miloniti che penso rappresentino il Cristallino dell'Ortles. Lo «Scorrimento della Testa del Toro» così come l'ho rilevato presenta un andamento ed un significato notevolmente diverso da quello indicato sulle carte geotettoniche di KAPPELER (1938) e di HESS (1953).

A questo punto, dopo aver esaminato le aree di affioramento di questa unità, ritorno a quanto precedentemente affermato, cioè che la Falda di Languard si trova in corrispondenza di alti strutturali.

Ad occidente infatti è la culminazione della Falda del Bernina che determina l'emergere della Falda di Languard in Valle di Livigno ed in Valle di Federia. In queste regioni la direzione dei movimenti appare chiaramente verso N o verso NE. Ad oriente è la culminazione della Massa dell'Oetz che determina l'inarcarsi della Falda di Languard che costringe il Cristallino dell'Ortles a ripiegare verso S.

Fra questi alti strutturali giace la fascia sedimentaria Ortles-Quatervals allungata in direzione ONO-ESE.

È inoltre possibile che le due zone di affioramento della Falda di Languard si continuino da oriente a occidente, nelle regioni a S di Bormio, lungo il margine meridionale delle filladi e dei micascisti del Cristallino dell'Ortles, sul cui significato «ristretto» parlerò più avanti. Diventa in tal modo anche ammissibile che la Falda di Languard affiori in finestra nella profonda incisione dell'Alta Valtellina, ma non nella posizione indicata da STAUB (1964) bensì più a S.

Infatti il significato tettonico del «Cristallino della Val Grosina» (Piazz-Komplex, Colombo-Komplex ecc.) è per ora poco chiaro (STAUB, 1964, KOENIG, 1964) ma sono propenso a considerarlo appartenente alla Falda di Languard.

### Sistema Ortles-Quatervals

Nel titolo è implicito ciò che penso circa la posizione tettonica della cosiddetta «Falda di Quatervals». Contro le ipotesi di STAUB (1964), di EUGSTER (1959) e di altri, ritengo (POZZI, 1957-1960a; HESS, 1953) che la «Falda di Quatervals» sia strettamente connessa con quella dell'Ortles e che sia impossibile – per ciò che sul terreno è dato vedere – un suo collegamento con la «Falda di Umbrail».

Alla base del sistema Ortles-Quatervals vi è il Cristallino dell'Ortles; sotto questo nome comprendo soltanto la spessa serie di parascisti di epi-mesozona (filladi e micascisti soprattutto e subordinatamente anfiboliti, quarziti e marmi) normalmente sottostante gli scisti sericitici e quarzosi oppure localmente sottostante i conglomerati e le puddinghe rossastre del «Verrucano». Questa serie potrebbe pertanto rappresentare il Carbonifero, ma la questione è senz'altro secondaria. Le serie polimetamorfiche più profonde, di meso e catazona (ANDREATTA, Foglio n° 6 «Cavedale»)

sarebbero a mio avviso da riferirsi alla Falda di Languard e con ciò il quadro tettonico delle regioni a S della catena Vioz-Cevedale e di quelle a S di Bormio cambierebbe notevolmente. Mentre mi riservo di ritornare su questo argomento in un futuro lavoro metto in evidenza come sia ormai opportuno abolire la «Falda di Campo» come termine e come concetto in quanto questa unità non è mai stata ben definita petrograficamente, mentre dal punto di vista tettonico è sinonimo di Austroalpino medio, sulla qual cosa non tutti sono d'accordo. La «Falda di Campo» viene sostituita dal «Sistema Ortles-Quatervals» e dal «Sistema di Languard» separati ad occidente dallo «Scorrimento della Blesaccia» e ad oriente dallo «Scorrimento della Testa del Toro».

Il Cristallino dell'Ortles - nel senso «ristretto» che ho detto - costituisce lo zoccolo della spessa e tettonicamente complessa zolla sedimentaria dalla quale è quasi interamente costituito il Sistema Ortles - Quatervals. Il Cristallino dell'Ortles nelle regioni a N del M. Cevedale occupa buona parte della Val Solda sino al contatto con la «Serie di Lasa».

Il passaggio fra i parascisti ed il Sedimentario avviene tramite le Scaglie di base, lungo la «Frattura dello Zebrù» (Zebrù Bruchlinien, HAMMER, 1908) il cui decorso segna all'incirca il limite fra il Cristallino e Sedimentario. Queste Scaglie di base sono state a più riprese illustrate da diversi autori (SCHLAGINTWEIT, 1908; HAMMER, 1908; KAPPELER, 1938; HESS, 1953; POZZI, 1957-1959a; MARTINA, 1960) per cui non ritengo di doverne dare qui una nuova descrizione. Si tratta di lembi per lo più discontinui ove localmente si può osservare il passaggio dalle filladi alle dolomie ed alle dolomie cariate del Trias medio e superiore attraverso i porfidi ed i conglomerati del «Verrucano» e le arenarie del Trias inferiore (Alpe Trela, M. Crapene ecc.). Da occidente verso oriente scompaiono i conglomerati e le arenarie rosse sostituite, nella stessa posizione stratigrafica, dagli scisti sericitici e quarzosi verde-chiari. In Valle Uzza, sul versante meridionale della Cresta di Reit, affiorano anche gessi ai quali si intercalano scisti sericitici e miloniti. È da notare che ad E della Valle Uzza diventano frequenti le intercalazioni di lame di Cristallino (per lo più miloniti e parascisti) fra zone sedimentarie di spessore assai limitato cosicché le Scaglie di base presentano frequentemente alternanze di Cristallino e Sedimentario. Ciò era già stato notato da HAMMER (1908) e da KAPPELER (1938).

A N del Gran Zebrù, in Val Solda, le Scaglie di base sono bene esposte al M. del Bersaglio, al M. Marlet et alla P.ta Alta; KAPPELER (1938) ne ha già dato un'ottima descrizione per cui rimando senz'altro al suo lavoro.

OppORTUNA mi sembra invece qualche notizia di dettaglio sugli affioramenti a N del M. Glorenza, tra il Rio Trafoi e la Rocca Bianca, che considero ancora come Scaglie di base del Sistema Ortles-Quatervals. Salendo lungo il ripido versante sinistro della gola del Rio Trafoi, dal fondovalle alla strada statale dello Stelvio in corrispondenza dell'Osteria di Rocca Bianca, si nota la seguente successione dal basso verso l'alto:

- 1 - Dolomie del M. Glorenza (Scaglia dello Stelvio) immerse a NNO con forte inclinazione, passanti verso l'alto a brecce dolomitiche (Norico).
- 2 - Arenarie quarzose bianche o gialline, zonate, in strati e banchi; passaggi laterali a brecce quarzoso-dolomitiche. Questo livello ha una potenza massima di circa 10 m ed è concordante con le dolomie sottostanti.

- 3 - Seguono, nettamente discordanti, scisti sericitici e cloritici, verdini, untuosi, cui succedono paragneiss, quarziti e filladi che arrivano sino alla strada statale. La potenza complessiva di questo Cristallino è di circa 100 m.
- 4 - Discordanti sul Cristallino si trovano circa 20 m di scisti sericitici verde-chiari con al tetto brecce dolomitiche, dolomie cristalline bianche e gessi.
- 5 - Scisti cloritici e filladi per circa 10 m.
- 6 - Alternanza di dolomie cariate gialle, brecce dolomitiche e scisti dolomitici per circa 20 m.
- 7 - Cristallino di Umbrail in contatto tettonico.

Interpreto questa successione come una serie rovesciata, naturalmente ridotta e laminata; in particolare è evidente la piega sinclinale - chiusa a NO - che porta ad affiorare sopra le dolomie noriche della Scaglia dello Stelvio delle arenarie sicuramente più antiche. Ugualmente ben riconoscibili mi sembrano le soprastanti Scaglie di base, con le tipiche successioni litologiche che si trovano sempre alla base del Sistema Ortles-Quatervals. Il Cristallino di Umbrail sovrascorre sulle scaglie spin-gendosi verso SE, a determinare la chiusura della sinclinale dell'Ortles nel senso di HAMMER (1908).

Scisti sericitici in lembi molto discontinui e di limitato spessore sotto il Cristallino di Umbrail si trovano ancora a Campo Piccolo e possono essere ritenuti gli ultimi resti delle Scaglie di base; analogamente resti di Scaglie di base (gessi, brecce e scisti) si trovano anche poco a valle dell'Albergo Sottostelvio. L'andamento di queste scaglie mette in evidenza, a mio avviso, il ruolo sostenuto dal Cristallino di Umbrail nella tettogenesi regionale: il Cristallino di Umbrail ha rappresentato la massa-ostacolo contro la quale ha urtato il Sedimentario dell'Ortles nella sua avanzata da S e SE verso N e NO. Questi movimenti principali hanno determinato reazioni in senso contrario; per questo il Sedimentario dell'Ortles appare chiuso a N in sinclinale rovesciata ed il Cristallino di Umbrail sovrascorre sullo stesso Sedimentario in direzione S e SE. Il piano di scivolamento ha caratteristiche geometriche molto variabili localmente e lo si ritrova dall'alta Val Forcola a Prato dello Stelvio; lo chiamo «Frattura di Trafoi-Prato» mantenendo la denominazione di HAMMER (1908).

Per ciò che riguarda il Sedimentario dell'Ortles (ed il Sedimentario di Quatervals) ricordo (Pozzi, 1957; 1959a) che il punto controverso per la interpretazione tettonica è l'attribuzione cronologica delle fasce calcaree intercalate nella formazione dolomitica. Responsabile di questa controversia, che nella realtà di quanto si vede sul terreno non avrebbe neppure motivo di essere posta, è KAPPELER che nel 1938 ha attribuito al Retico i Calcarci ed al Norico le dolomie. Poiché le intercalazioni sono assai frequenti, accompagnate anche da passaggi laterali di un litotipo nell'altro, ne è derivata una interpretazione assai complessa che STAUB (1946, 1964) ha teorizzato nei suoi schemi tettonici regionali.

Contro questa attribuzione numerosa furono le critiche (G.B. DAL PIAZ 1938), ma il ritrovamento di fossili norici nei calcarci (Pozzi, 1959c, 1962; GELATI, 1964) riduce il problema nei suoi termini concreti: si tratta di un'unica serie sedimentaria norica la cui caratteristica è di presentare intercalazioni calcaree più frequenti al tetto. Per ciò che riguarda poi i piani di scorrimento esistenti fra dolomie e calcarci, faccio rilevare che essi, ove esistono, sono determinati dal diverso comportamento

alle sollecitazioni dinamiche che le dolomie (massicce o in strati sempre piuttosto spessi) presentano rispetto ai calcari (generalmente in lastre sottili). Si tratta comunque di fenomeni locali e discontinui ai quali non è possibile dare un significato regionale. Per questo non condivido le suddivisioni tettoniche degli Autori precedentemente citati. Soltanto nella parte più settentrionale della massa sedimentaria dell'Ortles, la più prossima al contatto con il Cristallino di Umbrail, e almeno in parte determinate da movimenti di reazione verso S, si separano due unità tettoniche: la Scaglia dello Stelvio e la Scaglia della Nagler.

Di queste due unità ritengo opportuno dare una descrizione, per breve che sia.

### a) La Scaglia dello Stelvio

Questa unità tettonica è stata riconosciuta da KAPPELER (1938) nella regione del Passo dello Stelvio; è stata successivamente studiata e cartografata per esteso da HESS (1953) e da POZZI-GIORCELLI (1960). Litologicamente è costituita da dolomie grige, cristalline, fetide, a stratificazione massiccia; queste dolomie formano ripide pareti e spiccano morfologicamente dalla formazione sottostante costituita da una fitta alternanza di calcari e dolomie.

Le dolomie della Scaglia dello Stelvio sono direttamente in contatto tettonico con il Cristallino di Umbrail lungo la Frattura di Trafoi-Prato; tale contatto è circa suborizzontale ad O del Passo dello Stelvio, molto inclinato verso NO sino a subverticale ad E.

Il Cristallino di Umbrail, sovrascorre da N verso S sulle dolomie della Scaglia dello Stelvio al M. Scorluzzo ove le stesse dolomie affiorano in finestra; al Pian di Pedenolo il Cristallino sovrascorre invece da E verso O e forma dei Klippen sulle dolomie (M. Pedenolo e regione ad E di Piano di Pedenolo). Nell'alta Val Forcola il contatto si segue bene ad O della Bocchetta di Forcola circa nel fondovalle, ma a partire dal punto quotato 2546 verso Baita Forcola, la Scaglia dello Stelvio è in contatto con le Scaglie di base del Sistema Umbrail-Scarl. Finalmente in Val Forcola le dolomie della Scaglia dello Stelvio sono ancora riconoscibili al piede dei versanti orientali del M. Sumbraida e Solena ove si assottigliano a cuneo e sottostanno ad un ultimo lembo di Cristallino di Umbrail.

In questa località la Scaglia dello Stelvio ha partecipato al generale movimento del Sedimentario e del Cristallino di Umbrail mosso da E verso O contro il Sedimentario di Quatervals (M. Sumbraida).

Ad E del Passo dello Stelvio, nell'incisione dell'alta Valle di Trafoi, si ha modo di osservare la fronte d'urto delle dolomie contro il Cristallino di Umbrail. Sui versanti settentrionali della Cima del Segnale e del Costone Davanti infatti i massicci banchi di dolomia appaiono intensamente ripiegati secondo pieghe complete ad «S» con gli assi suborizzontali, diretti circa E-O ed i piani assiali immersi a N; è questo un motivo tettonico che si ritrova sempre nella zona di contatto fra il Sedimentario ed il Cristallino di Umbrail, dalla Val Forcola al Passo dello Stelvio, ripetuto anche a piccola scala, nel qual caso nei nuclei sinclinali si trovano i calcari del Retico mentre le cerniere anticinali sono costituite dalle dolomie del Norico. Questa tettonica è stata recentemente descritta molto bene da GELATI (1964) per il versante meridionale del M. Radisca e zone limitrofe (fig. 4 e 5).

Dalla Cima del Segnale la Scaglia dello Stelvio continua verso E fino al M. di Gloreza ove si lamina contro le Scaglie di base del Sistema Ortles-Quatervals che, in parte almeno, sovrascorrono verso SE.

### b) La Scaglia della Nagler

Questa unità è sempre riconoscibile al tetto del Sedimentario dell'Ortles ed al di sotto della Scaglia dello Stelvio dalla Parete Alta in Valle di Fraele, sino alla P.ta Nagler ed al Rifugio Pirovano; viene proposta per la prima volta in questo lavoro.

Litologicamente l'unità è costituita da fitte alternanze di calcari e dolomie nere, in strati generalmente sottili, che raggiungono uno spessore massimo di oltre 200 m; queste alternanze calcareo-dolomitiche appaiono intensamente ripiegate e stanno al di sopra di scisti calcarei sicuramente del Retico che rappresentano il tetto stratigrafico locale del Sedimentario dell'Ortles; con un contrasto assai evidente gli scisti calcarei del Retico hanno una giacitura regolare. In Valle di Fraele (Parete Alta) la Scaglia della Nagler può essere identificata con lo «*Gefaltetes Zwischenelement der Ortlerzone*» di HESS (1953), ma più ad oriente ha un andamento molto diverso; in Val Forcola la Scaglia della Nagler subisce una forte riduzione tettonica mentre poco a N del Rifugio Pirovano presenta il massimo spessore.

La posizione tettonica di questa unità rispetto al Sedimentario dell'Ortles è uguale a quella del Sedimentario di Quatervals e pertanto ritengo che Sedimentario di Quatervals e Scaglia della Nagler siano tettonicamente equivalenti; del resto anche le litofacies non lasciano dubbi sulla loro stretta affinità mentre lo spessore è assai diverso come distribuzione areale. Pertanto è la Scaglia della Nagler l'unità che rappresenta la continuazione ad oriente della «*Falda di Quatervals*» e non la Scaglia dello Stelvio (HESS, 1953).

Oltre la Scaglia della Nagler e la Scaglia dello Stelvio nessuna altra suddivisione tettonica mi sembra giustificata ed in particolare non è possibile separare una «*Zona dello Zebrù*» da una «*Zona del Cristallo*» nel senso di STAUB (1964). KAPPELER (1938) basa la separazione tra la «*Scaglia dello Zebrù*» e la «*Scaglia del Cristallo*» sulla presenza di un livello calcareo attribuito al Retico – che continuerebbe da Bocca d'Adda verso oriente attraverso le Cime di Campo, la Thurwieser, e l'Hochjoch sino alla Capanna Borletti; ma la continuità di questo orizzonte non è affatto riconoscibile. Dopo quanto ho scritto nel 1957, ho ripercorsa recentemente tutta questa regione insieme al Dr. A. CALDERINI, che ha validamente collaborato con me, constatando prima di tutto che i calcari di Bocca d'Adda non sono correlabili con quelli che si trovano nella parete Sud delle Cime di Campo-Cime di Trafoi e che si ritrovano nella sinclinale della Thurwieser. I calcari di Bocca d'Adda continuano effettivamente ad E della Gola dell'Adda, ma sono spostati molto più a settentrione rispetto a quanto raffigurato da KAPPELER. In secondo luogo, i calcari dello Hochjoch non sono equivalenti a quelli della Thurwieser poiché vi si immagazzinano al di sotto; lo stesso autore non prende invece in considerazione l'orizzonte calcareo della Vorgipfel che sembra essere la continuazione di quello della Thurwieser. Inoltre nella parete dell'Ortles compresa fra la Vorgipfel e l'Hintergrat non vi è un unico orizzonte calcareo ma tre intercalazioni lenticolari poste a quote diverse. Anche i calcari della Capanna Borletti non continuano ininterrottamente alla base della Cresta di Plaies, ma si chi-

dono a lente; alla Cresta di Plaies si trovano altri orizzonti calcarei al di sopra di quelli della Capanna Borletti e che si presterebbero altrettanto bene ad essere prolungati al di sotto dell'Ortles; i calcari della Borletti inoltre non sono correlabili con la lente calcarea affiorante presso le Tre Fontane Sante.

Queste poche notizie di dettaglio – il cui elenco potrebbe essere allungato di parecchio se ve ne fosse vera ragione – ha lo scopo di mettere in evidenza che non è possibile fidarsi degli orizzonti calcarei per delle separazioni tettoniche. I calcari, che fondamentalmente sono ancora del Norico e non del Retico, appaiono chiaramente come livelli discontinui, ad andamento lenticolare, e con passaggi laterali a dolomie; appaiono cioè come il prodotto di variazioni locali dell'ambiente di sedimentazione.

Allo stesso modo non vi è necessità di separare una «Scaglia di Tabaretta»; la P.ta Tabaretta è effettivamente costituita da dolomie in discordanza sopra un'alternanza di dolomie e calcari (ma non sopra un unico orizzonte calcareo) che tuttavia non si segue fino alla base della parete settentrionale del Dosso di Tabaretta. Al contrario si vedono molto bene le lenti calcaree di P.ta Tabaretta chiudersi nelle dolomie del Dosso di Tabaretta. Anche al M. dell'Orso si trova un orizzonte calcareo come se ne trova un altro fra il M. dell'Orso e P.ta di Costalta (Hochleitenspitze), perchè allora non separare un'altra scaglia alla base di quella Tabaretta?

Restano ora da descrivere brevemente i mutui rapporti fra Sedimentario di Quatervals e Sedimentario di Umbrail e fra Sedimentario di Quatervals e Sedimentario dell'Ortles (Pozzi, 1960 a).

Il Sedimentario di Quatervals termina al M. Sumbraida nell'Alta Val Forcola ove vi è la zona d'urto con il Sedimentario di Umbrail mosso da E verso O. Questa zona d'urto è messa in evidenza dalle Scaglie di base del Sistema Scarl-Umbrail che almeno in parte inviluppano il Sedimentario di Quatervals ed in ogni caso ne interrompono la continuità verso oriente. Il Sedimentario di Quatervals, come ho già detto, trova il proprio equivalente ad E nella Scaglia della Nagler. D'altra parte i sedimenti di Quatervals hanno una litofacies così caratteristica che non è possibile paragonare a quelli di Umbrail; Quatervals presenta infatti le alternanze calcareo-dolomitiche del Sedimentario dell'Ortles e la loro attribuzione cronologica al Retico (SPITZ & DYHRENFURTH, 1914) aveva creato gli stessi equivoci e la medesima complessa interpretazione tettonica discussa a proposito della regione dell'Ortles.

È merito di HESS (1953) aver messo in evidenza la sostanziale identità litostratigrafica – prima che tettonica – fra Quatervals ed Ortles; HESS ha messo nella giusta luce quanto aveva già scoperto FRANCHI (1911) e cioè che i calcari di Quatervals contengono fauna del Norico e non del Retico; lo stesso HESS ha trovato altri fossili del Norico e, dopo di lui, MARTINA (1958), Pozzi (1959c), e lo stesso con GELATI ed ALLASINAZ (1963). In effetti il Sedimentario di Quatervals appartiene allo stesso gruppo di unità litostratigrafiche del Sedimentario dell'Ortles, non è possibile negare questa evidenza inseguendo una costruzione tettonica puramente geometrica. Al contrario la separazione di Quatervals di Umbrail, prima che tettonica è soprattutto litostratigrafica.

Che significato dobbiamo dare al Sedimentario di Quatervals ed alla Frattura dell'Alpisella che lo separa dal Sedimentario dell'Ortles?

Ritengo che la dislocazione ora ricordata abbia le caratteristiche di una Faglia inversa, che con un rigetto di circa 300-350 m porti il «Norico di Quatervals» contro il

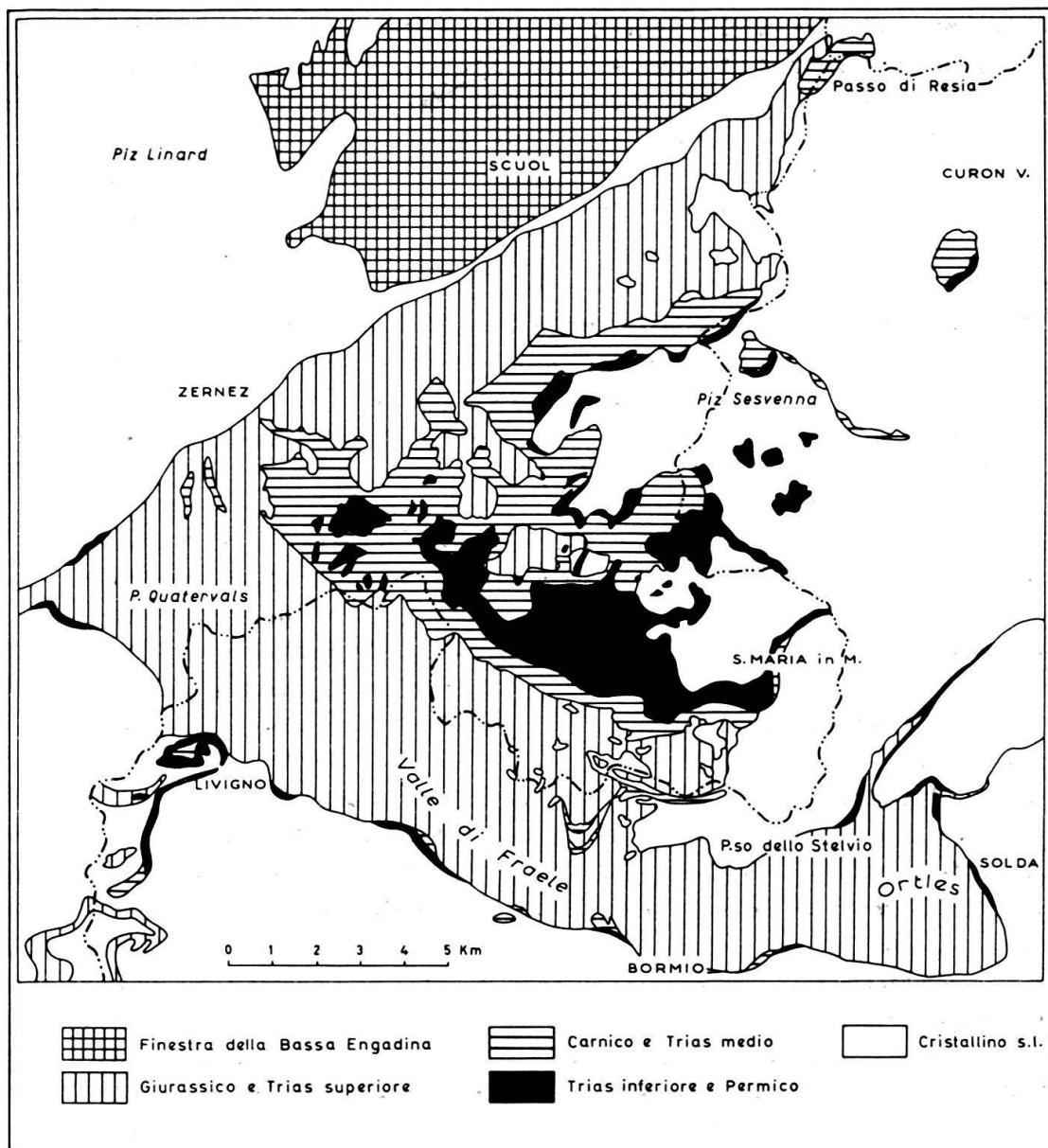


Fig. 1. Carta geologica schematica della regione a sud della Finestra della Bassa Engadina. Per il territorio a nord del confine italiano ci si è serviti delle Carte Geologiche di SPITZ & DYHREN FURTH, BÖSCH e CADISCH.

Retico e il Lias «dell'Ortles». A dislocazioni di questo stesso tipo – cioè di compressione – ritengo sia dovuto lo spessore apparentemente così notevole del Sedimentario di Quatervals; ritengo cioè che inizialmente la potenza delle alternanze calcareo-dolomitiche «di Quatervals» non fosse maggiore di quella riscontrabile nell'Ortles, ma che un sistema di faglie inverse conformi abbia determinato una potenza apparente di oltre 1000 m. La presenza di una tectonica di compressione, almeno in parte già sostenuta da HEGWEIN (1927), è messa in evidenza dalle masse – ostacolo rappresentate dalle culminazioni del Cristallino, che hanno provocato reazioni in direzione contraria rispetto ai movimenti principali. La presenza di questi alti strutturali del basamento cristallino è messa in evidenza (Fig. 1) dalla distribuzione

aerale di sedimenti continentali (Verucano) o di mare sottile (Bundsandstein e Muschelkalk) che seguendo l'andamento della costa mettono in risalto le zone di culminazione. Per la regione attorno a P.ta Quatervals questa struttura positiva è chiaramente individuabile negli affioramenti di «Verrucano» e di Triassico inferiore e medio della Münstertal. Il Sedimentario di Quatervals sarebbe in tal modo il risultato di più scaglie di Sedimentario dell'Ortles (in particolare di Norico calcareo-dolomitico) sovrapposte le une alle altre in seguito a compressione; per questo, pur costituendo questo «Norico» il fianco superiore della «sinclinale» dell'Ortles a nucleo retico e liassico, non si deve trovare necessariamente la serie rovesciata. Perciò il termine di «Falda» di Quatervals se da un lato pare troppo impegnativo, dall'altro è insufficiente poiché la «Falda» sembra in realtà costituita da una serie di scaglie. Il Sedimentario di Quatervals non esce perciò dall'ambito del Sistema dell'Ortles ed è proprio per ribadire questo fatto che parlo di «Sistema Ortles-Quatervals» all'inizio del paragrafo.

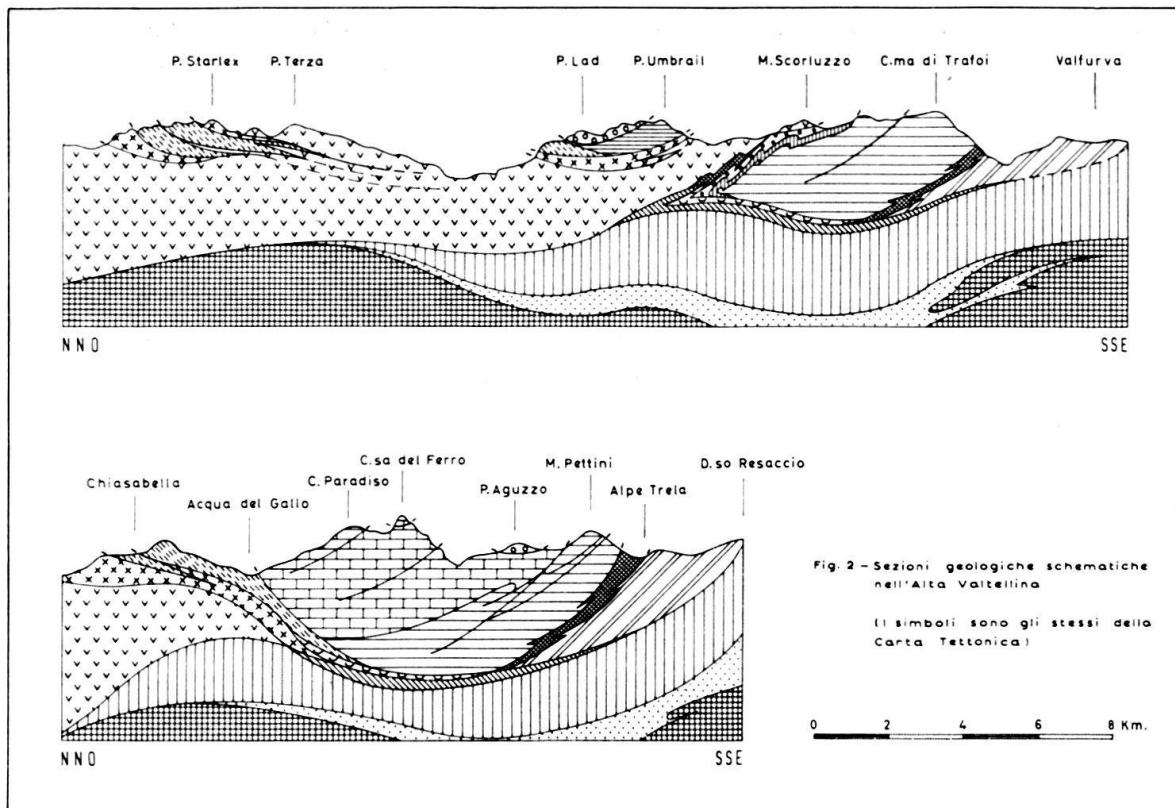
### Sistema di Scarl-Umbrail

Questo sistema affiora limitatamente in territorio italiano, dall'alta Val Forcola alla Valle di Trafoi, ma vi si possono osservare chiaramente i rapporti con il sottostante Sistema di Ortles-Quatervals.

Alla base del sistema vi è il Cristallino di Umbrail, comprensivo anche di quello che STAUB (1964) chiama Cristallino del Braulio. Ritengo infatti che una suddivisione del Cristallino lungo il versante meridionale del P.zo Umbrail non sia giustificata.

Alla base delle dolomie del P.zo Umbrail si trovano rocce plastiche – gessi, dolomie cariate, scisti argillosi – che costituiscono le Scaglie di base al tetto del Cristallino di Umbrail. Allo stesso modo di quanto avviene alla base del Sistema di Ortles-Quatervals, precedentemente descritto, entro queste Scaglie di base si sono introdotti cunei di Cristallino (in gran parte miloniti) favoriti in ciò dalla relativa plasticità degli orizzonti intermedi. Questo è il significato che a mio avviso hanno le limitate lame di Cristallino al tetto, in mezzo, oppure al letto dei gessi della P.ta di Rims; ad E non sono neppur più esattamente localizzabili. Il Cristallino di Umbrail appare in tal modo come una massa unitaria collegata direttamente con il Cristallino della Münstertal (Falda di Scarl) nel senso di HEGWEIN (1927) e soprattutto di HAMMER (1908-1938); mi pare perciò giustificata la denominazione di «Sistema di Scarl-Umbrail». Nella tettogenesi regionale questa massa cristallina, così profondamente radicata, ha rappresentato l'ostacolo contro il quale ha urtato il Sistema di Ortles-Quatervals nel suo scivolamento verso N e NO, come ho già detto nelle pagine precedenti. Il Cristallino di Umbrail ha reagito a questi movimenti in parte deformandosi ed avanzando verso S e SE sopra il Sedimentario dell'Ortles. A mio avviso perciò le spinte da N postulate da diversi autori, fra cui CORNELIUS (1930) e LEUPOLD (1934) vanno intese come reazioni ai movimenti principali da S e SE.

In tal modo il Cristallino di Umbrail non appare più come una massa che proviene da S (dalla regione di Peio secondo HESS, 1953) e sorvolando la zona dell'Ortles è discesa nella Münstertal, bensì come una digitazione del Cristallino di Scarl; la patria d'origine del Cristallino di Umbrail perciò non è a S ma a N.



Che sia giustificato separare in un sistema tettonico diverso questo Cristallino, rispetto a quello dell'Ortles, appare anche – come vedremo più oltre – dal fatto che insieme alla propria normale copertura sedimentaria appare coinvolto da movimenti da E verso O non risecontrabili nel Sistema Ortles–Quatervals.

Questi movimenti sono resi manifesti dalla distribuzione e dalla modalità di messa in posto delle Scaglie di base al tetto del Cristallino.

In Val Forcola le Scaglie di base sopravvanzano il basamento cristallino scivolando verso occidente contro il Sedimentario del M. Sumbraida che ne risulta inviluppato. Il versante S di questo monte è infatti interessato dalla Scaglia del M. Solea mentre il versante N è scagliato dalle masse di spinta del M. Forcola. Il fondovalle dell'alta Val Forcola è occupato da dolomie, verosimilmente del Carnico, che si incuneano anche sotto il M. Sumbraida in modo da rialzarlo (POZZI, 1960 a, pp. 665–669). Il Sedimentario di Umbrail, piuttosto ridotto come spessore e non certo paragonabile a quello dell'Ortles–Quatervals, è rimasto più ad oriente rispetto alle Scaglie di base; in realtà la copertura sedimentaria del Cristallino di Umbrail (e di Scarl) risulta – all'altezza del Norico – spezzettata in un sistema di scaglie distribuite in una regione relativamente ampia; per questo lo spessore massimo riscontrabile non è molto grande (circa 150 m). Ho chiamato, le scaglie superiori, scaglie «del Passo dei Pastori» e se ne trovano ad O del M. Sumbraida lungo la cresta spartiacque che segna anche il confine politico fra Svizzera e Italia: al M. Cornaccia, alla Cima La Casina ed alla P.ta La Monata; ancora più ad occidente si trovano di queste scaglie al P.zo Aguzzo ed alla Corna Cavalli. Per ciò che riguarda il Sedimentario della Val Tagliata, sono d'accordo con tutti gli studiosi – ed in particolare con CADISCH (1953) – che negano alla Frattura del Gallo (Gallobruch–BÖSE, 1896) che separa questo

Sedimentario da quello «di Quatervals» la funzione di dividere un Austroalpino medio da un Austroalpino superiore (Pozzi & GELATI, 1962). Il Trias medio ed il Carnico della Valle Tagliata rappresentano il tetto della serie stratigrafica della Münstertal (Falda di Scarl) che comprende il Verucano, il Trias inferiore e il medio.

### Tettogenesi-conclusioni

Da quanto ho esposto risulta che la tettogenesi regionale si è esplicata attraverso tre fasi di movimento diverse. La «fase principale», con movimenti diretti in senso lato da S verso N, ha determinato delle reazioni nelle masse-ostacolo cristalline, dirette in senso inverso, che raggruppo in una «fase del Braulio».

La terza fase di movimento, relativamente tardiva, appare diretta da E verso O e può essere chiamata ancora «fase di Umbrail» mantenendo il nome BOESCH, ma con il significato di G.B. DAL PIAZ (1936 nota 3).

Sulla direzione di movimento principale non vi è molto da aggiungere; da occidente verso oriente nella regione presa in esame sono individuabili spinte da SO, da S ed infine da SE lungo tutto il margine meridionale del Cristallino dell'Ortles. Mi sembra invece opportuno descrivere le strutture determinate dai movimenti da N verso S durante la «fase del Braulio».

La più tipica di queste strutture si vede sul versante destro della Valle del Braulio, a S delle Corne del Palone, ed è costituita da un sistema di pieghe e pieghe-faglie che l'incisione e la morfologia mettono bene in evidenza. L'elemento fondamentale della struttura è «l'anticlinale di Radisca» che si collega ad O con l'«anticlinale del Solena» (Pozzi 1957) e ad E con l'«anticlinale della Nagler»; l'anticlinale di Radisca è una piega coricata con asse diretto ESE-ONO costituita al nucleo da Dolomia del Cristallo (Norico) che verso l'alto passa alle alternanze calcareo-dolomitiche tabulari, localmente molto laminate. I fianchi sono costituiti dagli Scisti Calcarei di Fraele (Retico) che ripiegandosi in sinclinali di ritorno danno luogo al raddoppio della serie (questo lo si osserva anche al M. Solena ed in Val Forcola). Le sinclinali si chiudono a settentrione mentre le anticlinali a S; i piáni assiali immagazzinano a NE con inclinazione di circa 40°.

Una struttura analoga la si osserva alla P.ta Nagler: l'anticlinale della Nagler è diretta ENE-OSO ed al nucleo troviamo ancora le Dolomie del Cristallo (Norico); il suo fianco settentrionale è costituito dalle alternanze calcareo-dolomitiche tabulari, il fianco meridionale invece è laminato ed un piano di movimento mette in contatto le Dolomie del Cristallo con gli scisti calcarei del Retico. Questi ultimi sono ripiegati in sinclinale rovesciata chiusa a settentrione ed alla loro base si trova ancora la Dolomia del Cristallo in serie normale (versante S della Vedretta dei Vitelli, parete S della Nagler). A N della anticlinale della Nagler affiora la sinclinale di ritorno con piano assiale immerso a NNO; il nucleo di questa sinclinale appare molto laminato in mezzo alle alternanze calcareo-dolomitiche tabulari dalle Platiglie.

I piegamenti con vergenza verso SE delle Dolomie dello Stelvio visibili sul versante settentrionale della Cima del Segnale non possono spiegarsi che con spinte da N. Infine il motivo strutturale descritto alla Rocca Bianca, in Valle di Trafoi, mette in evidenza movimenti da NO verso SE appartenenti alla medesima fase tettonica. La «fase di Umbrail» con i movimenti da E verso O è riconoscibile a partire dal Cri-

stallino di Umbrail soprattutto nella disposizione della copertura sedimentaria di questo Cristallino. Il Sedimentario di Umbrail appare spezzettato in un sistema di masse di spinta distribuite su di un'area relativamente ampia: dal P.zo Umbrail al M. Sumbraida, dalla C.ma La Casina alla C.na Cavalli.

Richiamando quanto ho scritto precedentemente, risulta che le successive fasi tettoniche hanno soltanto frazionato quella che doveva essere stata un'unica zolla sedimentaria, in un sistema di scaglie apparentemente assai complesso. Questa complessità è stata peraltro ingigantita da suddivisioni tettoniche e da attribuzioni cronologiche a mio avviso non sempre giustificate. Sulla sostanziale unità delle Dolomiti Engadinesi mi rifaccio soprattutto a quanto scritto da HAMMER, CADISCH e da WENK: «... Vielleicht erfolgte, die Sedimentation der Unterengadiner Dolomiten in einer Synklinale zwischen diesen beiden oberostalpinen Kristallinen Massen». La tetto- genesi è stata determinata dall'andamento dello zoccolo cristallino nel quale erano già delineate strutture positive e negative (POZZI & GIORCELLI, 1960). Inoltre, poichè la «Fattura del Gallo» non separa una facies austroalpina media da una superiore, tutte le unità tettoniche al di sopra del Sistema dell'Err-Bernina appartengono all'Austroalpino superiore (GB. DAL PIAZ, 1936; CADISCH, 1961).

#### BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA

- ANDREATTA C. (1939): *Sui cosiddetti «scisti del Verrucano» dell'Alto Adige occidentale.* Studi Trentini Sc. Nat., anno XX, n. 3, 213-253, Trento.
- (1948): *La «Linea di Peio» nel massiccio dell'Ortles e le sue miloniti.* Acta Geol. alpina I, Bologna.
  - (1951): *Il metamorfismo delle formazioni del Gruppo dell'Ortles.* Ric. Sc. 21/2, Roma.
- CADISCH J. (1953): *Geologie der Schweizeralpen.* Wepf & Co, Basel.
- (1961): *Geologie des Grenzgebietes zwischen West- und Ostalpen.* Verh. Geologischen Bundes- anst., Heft 2, 115-124, Wien.
- CORNELIUS, & FURLANI, MARTHA (1930): *Die insubrische Linie von Tessin bis zum Tonalepass.* Denkschr. Akad. Wiss. 102, Wien.
- 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 R. Accad. Sci., 71, 3-29, Torino.
- (1938): *Recensione critica sul lavoro di KAPPELER. Zur Geologie der Ortlergruppe und zur Stratigraphie ecc.* Studi Trentini Sc. Nat. 19/2, Trento.
- EUGSTER H. (1959): *Beitrag zur Tektonik der Engadiner Dolomiten.* Eclogae geol. Helv., 52, n. 2, 555-562, Basel.
- FRANCHI S. (1911): *Notizie preliminari sulla geologia dell'Alta Valtellina.* Boll. Soc. Geol. Ital., XXX, 487-517, Roma.
- GELATI R., & ALLASINAZ A. (1964): *Nuovo contributo alla conoscenza del Trias superiore dell'Alta Valtellina.* Riv. It. Paleont., LXX, n° 1, 15-64, Milano.
- HAMMER W. (1908): *Die Ortlergruppe und der Ciavalatschkamm.* Jb. K. K. Geol. Reichsanst., 58., fasc. 1, 79-196, Wien.
- (1938): *Bemerkungen zu R. STRAUBS «Geologische Probleme in die Gebrige zwischen Engadin und Ortler».* Verhandl. Geol. Bundesanst., 11-12, 227-237, Wien.
- HEGWEIN W. (1927): *Beitrag zur Geologie der Quatervalsgruppe im Schweizerischen Nationalpark.* Inaug. Diss. Univ., Bern.
- HESS W. (1953): *Beiträge zur Geologie der südöstlichen Engadiner Dolomiten zwischen dem oberen Münstertal und der Valle di Fraele (Graubünden).* Eclogae geol. Helv., 46, 1, 39-142, Basel.
- KAPPELER U. (1938): *Zur Geologie der Ortlergruppe und Stratigraphie der Ortlerzone zwischen Salden und dem Engadin.* Inaug. Diss. Univ. Zürich.

- KOENIG M. A. (1964): *Geologisch-petrographische Untersuchungen im oberen Veltlin*. Inaug. Diss., Zürich.
- LEUPOLD W. (1934): *Gemeinsame Einleitung zu den Exkursionen 92, 93 und 94 (Unterengadiner Dolomiten)* Geolog. Führer der Schweiz. Basel.
- MARTINA E. (1958): *Contributo alla conoscenza del Norico dell'Alta Valle del Gallo (Alpi Retiche, Bormio)*. Atti Soc. Ital. Sc. Nat., v. *XCVII*, 1, 156–173, Milano.
- (1960): *Osservazioni geologiche nella zona dell'Alpe Trela (Alpi Retiche, Bormio)*. Boll. Serv. Geol. Ital., v. 78, fasc. 4–5, 479–495, Roma.
- NABHOLZ W. (1951): *Beziehungen zwischen Fazies und Zeit*. Eclogae geol. Helv., *44*, 1, 131–158, Basel.
- PAREA G. C. (1960): *Contributo alla conoscenza del Triassico superiore del Gruppo dell'Ortles*. Riv. Ital. Pal. Strat., *LXVI*, 3, 323–344, Milano.
- POZZI R. (1957): *La Geologia della bassa Valle di Fraele (Alpi Retiche)*. Eclogae geol. Helv., *50*, 1, 100–140, Basel.
- (1959 a): *Studio stratigrafico del Mesozoico dell'Alta Valtellina (Livigno–P.so dello Stelvio)*. Riv. Ital. Pal. Strat., *LXV*, 1, 2–54, Milano.
- (1959 b): *La geologia della Valle di Federia (Alpi Retiche–Livigno)*. Riv. Ital. Pal. Strat., *3*, 203–219, Milano.
- (1959 c): *Nuovi fossili norici nei calcari dell'Alta Val Cancano*. Riv. Ital. Pal. Strat., *XLVI*, 1, 127–234, Milano.
- (1960 a): *Rapporti tectonici tra le Falde di Quatervals, Umbrail ed Ortles dalla Val Saliente alla Val Forcola (Alta Valtellina)*. Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett., *94*, 650–673, Milano.
- (1960 b): *La fauna liassica dell'Alta Valtellina (Alpi Retiche)*. Riv. Ital. Pal. Strat., *LXVI*, 4, 445–490, Milano.
- POZZI R. & GIORCELLI A. (1960): *Memoria illustrativa della carta geologica della regione compresa tra Livigno e il P.so dello Stelvio (Alpi Retiche)*. Boll. Serv. Geol. Ital., *81*, 1, 1–72, Roma.
- POZZI R., GELATI R., & ALLASINAZ A. (1962): *Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche sulla bassa Valle dello Spöl (Livigno–Alpi Retiche)*. Riv. Ital. Pal. Strat., *LXVIII*, 1, 39–66, Milano.
- SCHLAGINTWEIT O. (1908): *Geologische Untersuchungen in den Bergen zwischen Livigno, Bormio und S. Maria im Münstertal*. Z. Deutsch. Geol. Gesell., *60*, 2–3, 198–272, München.
- SPITZ A. & DYHRENFURTH G. (1914): *Monographie der Engadiner Dolomiten zwischen Schuls, Scanfs und dem Stilfserjoch*. Beitr. Geol. Karte Schweiz, (N. F.), *44*.
- STAUB R. (1915): *Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge*. Vjschr. Naturf. Ges. Zürich, *60*, 55–235.
- (1916): *Tektonische Studien im östlichen Berninagebirge*. Vjschr. Naturf. Ges., Zürich, *61*, 324–404.
- (1946): *Geologische Karte der Berninagruppe 1:50 000 und tektonische Karte der sudöstlichen rhätischen Alpen 1/250 000*. Spez. Karte 118, herausgeg. v. d. Schweiz Geol. Komm.
- (1964): *Neuere geologische Studien zwischen Bünden und dem oberen Veltlin*. Jahresb. Naturf. Ges. Graub., *89* und *90*, Bischofberger & Co., Chur.
- TOLLMANN A. (1960–63): *Résultats nouveaux sur la position, la subdivision et le style structural des zones helvétiques, penniques et austro-alpines des Alpes orientales*. Livre à la mémoire du Prof. P. Fallot, tome II, 477–490, Paris.
- VILLA F. & POZZI R. (1962): *Microfacies e microfaune del Mesozoico dell'Alta Valtellina (Alpi Retiche)*. Riv. Ital. Pal. Strat., *LXVIII*, 4, 447–482, Milano.
- WENK E. (1934): *Der Gneiszug Pra Putèr–Nauders im Unterengadin und das Verhältnis der Umbraildecke zur Silvretta Oetzaldecke*. Eclogae geol. Helv., *27*, 1, 135–146, Basel.
- ZAPFE H. (1964): *Das Mesozoikum in österreich. Mitt. Geol. Gesell.*, Heft 2, 2 tab., 361–399, Wien.
- ZOEPPRITZ K. (1906): *Geologische Untersuchungen im Oberengadin zwischen Albula pass und Livigno*. Ber. Naturf. Gesell., *16*, 164–231, Freiburg.

Lavoro eseguito con il contributo del Comitato per la Geologia del C.N.R.

