

tra la Falda dell'Ötztal e la Falda di S-charl (fig. 33, tav. 1).

Verso S la continuazione della Faglia di Slingia deve necessariamente essere tracciata in Val Müstair alla base delle Miloniti della Val Venosta e al tetto della Falda di S-charl, ulteriormente verso S la sua continuazione potrebbe essere ricercata nella Linea del Gallo.

5.4. – STRUTTURA DELLE FALDE A N DELLA FALDA DELL'ORTLES

5.4.1. – *La Falda di S-charl e il Basamento di Sesvenna*

La Falda di S-charl e il Basamento di Sesvenna costituiscono la maggior parte delle Dolomiti dell'Engadina centro-settentrionali. I rapporti tra la Falda di S-charl e il Basamento di Sesvenna sono di natura stratigrafica; il contatto al tetto della Falda di S-charl è invece tettonico ed è rappresentato dalla Faglia di Slingia. Nella Falda di S-charl è rappresentata una serie stratigrafica continua dal Permiano al Cretaceo, con una successione permio-triassica eccezionalmente ben conservata. Tali sedimenti vulcanoclastici (Formazione di Ruina, Formazione di Chazforà) sono stati intensamente deformati durante l'orogenesi alpina nella parte orientale della Falda di S-charl, in Val Müstair («S.ta Maria Quetschzone» di SPITZ & DYHRENFURTH, 1914).

La struttura interna della Falda di S-charl è molto complicata in dettaglio (SPITZ & DYHRENFURTH, 1914; BOESCH, 1937; INHELDER, 1952; EUGSTER, 1959; KARAGOUNIS, 1962; STUTZ & WALTER, 1983; SCHMID & HAAS, 1989 TRÜMPY *et alii*, 1995). Secondo SPITZ & DYHRENFURTH (1914) è possibile distinguere due unità tettoniche sovrapposte: un'unità inferiore («*S-charl Unterbau*»), che comprende tutta la serie dal Permiano al Trias medio, ed un'unità superiore («*S-charl Oberbau*») composta in maggior parte da Dolomia Principale e sedimenti più giovani. Il contatto tra le due unità è tettonico ed è localizzato lungo la Formazione di Raibl. Secondo SCHMID & HAAS (1989) la deformazione differenziale nello S-charl Oberbau rispetto allo *S-charl Unterbau* è da ricondursi agli effetti del sovrascorrimento della Falda dell'Ötztal sopra le Dolomiti dell'Engadina: i movimenti lungo la Formazione di Raibl sono necessari per rendere compatibile la deformazione nel grande spessore di Dolomia Principale con quella dei sedimenti del Permiano-Trias medio ad

essa sottostanti. Secondo FROITZHEIM (1995) invece, parte dei movimenti differenziali dello *S-charl Oberbau* rispetto allo *S-charl Unterbau* sono da ricondursi ad una tettonica estensionale del Cretaceo superiore, contemporanea ai movimenti lungo la Faglia di Slingia. Nei profili di SCHMID & HAAS (1989) è comunque possibile osservare come la dislocazione dello *S-charl Oberbau* relativamente allo *S-charl Unterbau* sia solamente dell'ordine di qualche chilometro.

Anche senza entrare nei dettagli della deformazione all'interno della Falda di S-charl, sulla base delle considerazioni precedenti è possibile affermare che:

a) la Falda di S-charl e il Basamento di Sesvenna si comportano coerentemente durante la tettonica alpina: il loro contatto stratigrafico è preservato;

b) anche la Falda di S-charl ha conservato completamente la sua successione stratigrafica; lo *S-charl Oberbau* può essere considerato la copertura stratigrafica dello *S-charl Unterbau*, solo localmente scollata; per questo motivo si parlerà in questo lavoro solo di Falda di S-charl, senza ulteriori distinzioni tra Oberbau e Unterbau.

c) il solo accavallamento di importanza regionale presente nelle Dolomiti dell'Engadina centro-settentrionali è l'Accavallamento di Slingia, al tetto della Falda di S-charl. Questo accavallamento crea la strutturazione più importante nell'area, portando il basamento della Falda dell'Ötztal sui sedimenti mesozoici della Falda di S-charl. La Faglia di Slingia non altera sostanzialmente questi rapporti, per questo motivo per ricostruire l'evoluzione tettonica dell'area viene considerato sempre l'Accavallamento di Slingia come lineamento importante (tav. 15, fig. 68) e non la Faglia di Slingia.

5.4.2. – *Rapporti tra le falde lungo la Linea del Gallo*

Per ricostruire l'evoluzione cinematica delle Dolomiti dell'Engadina è importante stabilire una correlazione tra le falde affioranti nella parte centro-settentrionale (Falda di S-charl, Basamento di Sesvenna e Falda dell'Ötztal) e quelle affioranti nella parte meridionale (Falda dell'Ortles, Falda di Quaternals, Scaglia di Piz Terza e Zona a scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch). Una loro correlazione diretta è resa impossibile dalla presenza della Linea del Gallo (BÖSE, 1896; HESS, 1953), è quindi fonda-

mentale studiare la geometria dei rapporti tra le varie falde lungo tale linea.

Come Linea del Gallo si intende il contatto tettonico che segna, verso S, il tetto della Falda di S-charl o del Basamento di Sesvenna. In campagna è una superficie tettonica orientata NW-SE e immergente verso S tra la Valle dell'Engadina e Punt Teal (a SE di S.ta Maria in Müstertal, tav. 3). Per la mancanza di indicatori cinematici univoci, ogni discussione su significato e cinematica lungo la Linea del Gallo è basata solamente su considerazioni geologiche regionali.

La Linea del Gallo è stata interpretata in passato come una faglia normale, con spostamento del tetto (Quattervals e Zona a scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch) verso S (fig. 63a) (HESS, 1953; KARAGOUNIS, 1962; SOMM, 1965; DÖSSEGGER, 1970; SCHMID, 1973). Dalla carta geologica si vede infatti come rocce più giovani (solitamente Dolomia Principale delle varie falde affioranti a S della linea) siano direttamente a contatto con rocce più antiche (serie del Permiano-Trias medio e talvolta Dolomia Principale della Falda di S-charl). La presenza di una anticlinale a grande scala, immediatamente a N della Linea del Gallo («Münstertaler Aufwölbung») rende però verosimile che almeno parte dell'inclinazione verso S della faglia sia stata acquisita durante la formazione dell'anticlinale e cioè durante la fase D3.

L'estremità occidentale della Linea del Gallo è stata riconosciuta alla base della Scaglia di Piz Terza; procedendo verso E la Linea del Gallo è dapprima il contatto tra la Falda di S-charl e la Falda di Quattervals, in seguito tra la Falda di S-charl e la Zona a scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch. La situazione cambia ad E di Punt Teal. Tra Punt Teal e il M. di Glorenza il contatto tettonico al tetto della Falda di S-charl è rappresentato dal contatto con le Miloniti della Val Venosta (Profili A-A', D-D', E-E' e F-F' di fig. 62). Questo contatto è di natura tettonica ed indicatori cinematici hanno permesso di stabilire (FROITZHEIM, 1995) che si tratta di una faglia normale: la Faglia di Slingia. Per questa ragione questo tratto del contatto in Val Müstair non è indicato come «Linea del Gallo», ma come «Faglia di Slingia» (tav. 3, tav. 8, profilo D-D' fig. 62).

Queste osservazioni sono molto importanti in quanto permettono di affermare che il proseguimento verso W delle Miloniti della Val Venosta è da ricercarsi tra il tetto della Falda di S-charl e la base della Zona a scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch, cioè lungo la Linea del Gallo. Come abbiamo già visto,

sia l'Accavallamento dello Zebrù che l'Accavallamento Trupchun-Braulio trovano la loro continuazione nelle Miloniti della Val Venosta, ne deriva perciò che verso N l'Accavallamento Trupchun-Braulio e l'Accavallamento dello Zebrù devono passare al tetto della Falda di S-charl. Questa geometria di accavallamento deve venire acquisita durante la fase D1.

Posteriormente alla fase D1 la zona di contatto tra la Falda di S-charl e la Falda di Quattervals può venire interessata da faglie normali o da movimenti trascorrenti, obliterando in questo modo la struttura D1. Questi movimenti possono essere coevi con quelli della Faglia di Slingia: la Faglia di Slingia e la Linea del Gallo potrebbero perciò rappresentare il solito lineamento, una faglia normale responsabile durante la Fase D2 del sollevamento dell'insieme S-charl-Sesvenna.

Questa evoluzione strutturale è schematicamente illustrata in fig. 61. In fig. 61a è riportata la situazione alla fine della fase D1. Sia l'Accavallamento dello Zebrù che l'Accavallamento Trupchun-Braulio continuano verso N al tetto della Falda di S-charl. È interessante notare che l'Accavallamento dello Zebrù alla base della Falda dell'Ortles ha a letto rocce del basamento della Falda di Campo, mentre la sua continuazione settentrionale ha a letto la successione sedimentaria della Falda di S-charl. L'Accavallamento dello Zebrù ha perciò durante la fase D1 la geometria di una «rampa laterale» (BOYER & ELLIOTT, 1982; THOMAS, 1990) con senso di trasporto verso W, lungo cui l'insieme Ortles-Quattervals-Scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch si mette in posto sulla Falda di Campo (a S) e sulla Falda di S-charl (a N).

Durante la fase D2 una faglia normale e/o trascorrente oblitera questa strutturazione (fig. 61b), originando l'attuale Linea del Gallo (fig. 61c).

Importante conseguenza di tutto questo è che:

a) dove oggi vi è la Linea del Gallo doveva passare una superficie di accavallamento D1, con la geometria di una rampa laterale;

b) la Falda dell'Ortles e la Falda di Quattervals hanno una posizione strutturale nell'edificio a falde più elevata rispetto alla Falda di S-charl.

5.4.3. – *La Faglia di Glorenza*

Tra la Val Müstair e la Val Venosta è stata riconosciuta una faglia diretta, da subverticale a fortemente immergente verso SE, denominata Faglia di Glorenza. Essa è sicuramente posteriore alla fase

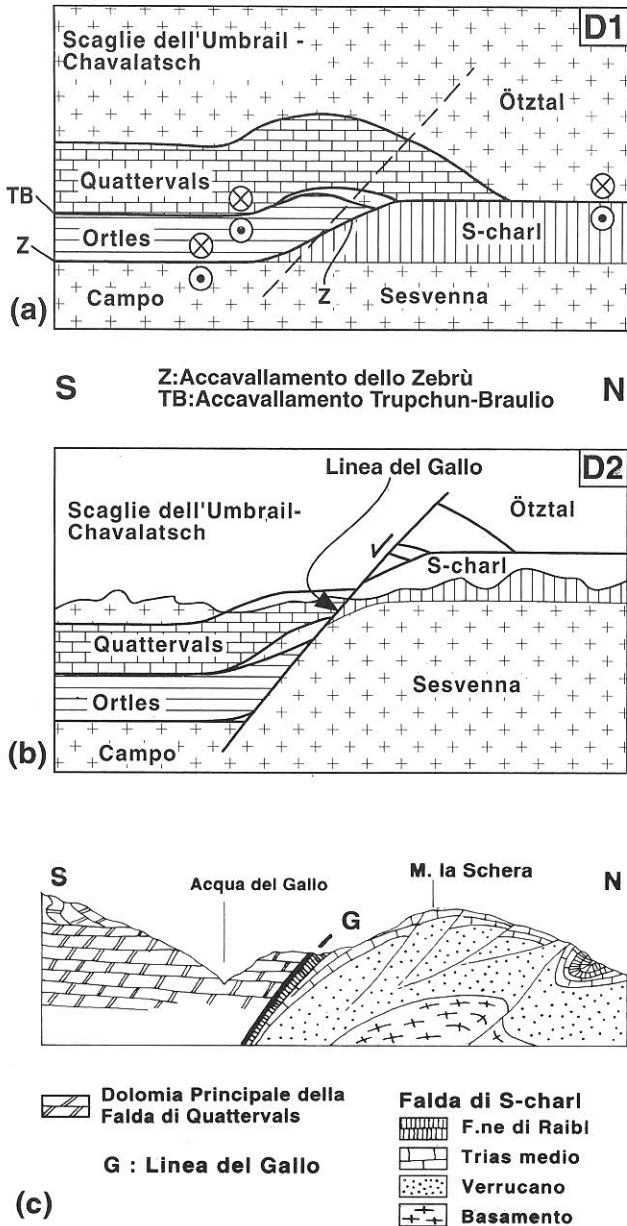


Fig. 61 - (a) Profilo schematico ortogonale alla Linea del Gallo e parallelo alla direzione di trasporto D1, illustrante la posizione relativa delle falde alla fine della fase D1. A tratteggio è riportata la posizione della futura Linea del Gallo. L'Accavallamento dello Zebbrù ha la geometria di una rampa laterale correndo a S al tetto di rocce del basamento, mentre a N è al tetto di sedimenti mesozoici. Una possibile spiegazione per lo sviluppo di questa rampa laterale è riportata in fig. 67. (b) Geometria dopo i movimenti lungo la Linea del Gallo, l'attuale contatto tra la Falda di S-charl e le falde di Quattervals e dell'Ortles. (c) Profilo geologico attraverso la Linea del Gallo, da HESS (1953), modificato. Si noti come la Linea del Gallo sia subparallela alla stratificazione delle formazioni sottostanti, mentre sia discordante con le formazioni al tetto.

- Profiles across the Gallo line and parallel to D1 transport direction. (a) Nappe geometry after after D1 phase. The position of the Gallo line, dashed, is indicated. The Zebbrù thrust acts as a lateral ramp during D1: it runs on basement rocks of the Campo nappe in the S and on sedimentary rocks of the S-charl nappe in the N. See also fig. 67. (b) Geometry after D2 activity along the Gallo line. (c) Geological profile after HESS (1953). The Gallo line is parallel to bedding in the footwall and cuts bedding in the hanging wall.

di messa in posto delle falde (post-D1) in quanto taglia le Miloniti della Val Venosta e posteriore alla fase D2 poiché taglia la Faglia di Slingia (Profili C-C', D-D' e F-F' di fig. 62). Lungo questa faglia si ha un abbassamento del blocco orientale rispetto a quello occidentale.

Il proseguimento della Faglia di Glorenza verso N non è osservabile a causa dell'estesa copertura quaternaria della Val Venosta. Verso S essa è riconoscibile fino a Punt Teal, dove taglia la base delle Miloniti della Val Venosta e la foliazione D1 nelle formazioni di Ruina e di Chazforà della sottostante Falda di S-charl (Profilo C-C' di fig. 62, fig. 65). Il prolungamento della Faglia di Glorenza verso SE non è chiaro. Essa non continua verso S nella Zona a scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch, ma non si esclude che prosegua verso W riattivando la Linea del Gallo.

5.4.4. - Rapporti tra le falde in prossimità della Linea dell'Engadina

I rapporti tra la Falda di S-charl, la Scaglia di Piz Terza, la Falda di Quattervals e la Falda dell'Ortles osservabili lungo il versante destro della Valle dell'Engadina tra Cinuos-chel e Zernez sono discussi in base a nuove osservazioni personali (Val Flin, Val Torta e Val Mela) e all'analisi di precedenti pubblicazioni (SPITZ & DYHRENFURTH, 1914; HEIGWEIN, 1927; KARAGOUNIS, 1962; KARAGOUNIS & SOMM, 1962; STAUB, 1964; SOMM, 1965; TRÜMPY, 1977; DÖSSEGER, 1987; SCHMID & FROITZHEIM, 1993).

L'analisi cinematica della Linea dell'Engadina (SCHMID & FROITZHEIM, 1993) ha permesso di stabilire che in questo tratto essa è una faglia normale immergente verso SE, con una componente di trascorrenza sinistra; lungo di essa le falde delle Dolomiti dell'Engadina (*hanging wall*) risultano abbassate rispetto alla Falda Silvretta (*footwall*). L'entità del rigetto verticale e di quello orizzontale è di 3 km in quest'area. Gli effetti di questo movimento normale sono visibili in tav. 2 e in tav. 12: in prossimità della Linea dell'Engadina le varie superfici tettoniche risultano piegate e immergono verso SE. La stessa geometria (contatti tettonici e stratigrafici immergenti verso SE) prosegue immutata lungo tutto il bordo occidentale delle Dolomiti dell'Engadina (SCHMID & HAAS, 1989).

L'immersione generale verso SE offre la possibilità di studiare i rapporti tra le falde in un profilo ortogonale alla direzione di trasporto.

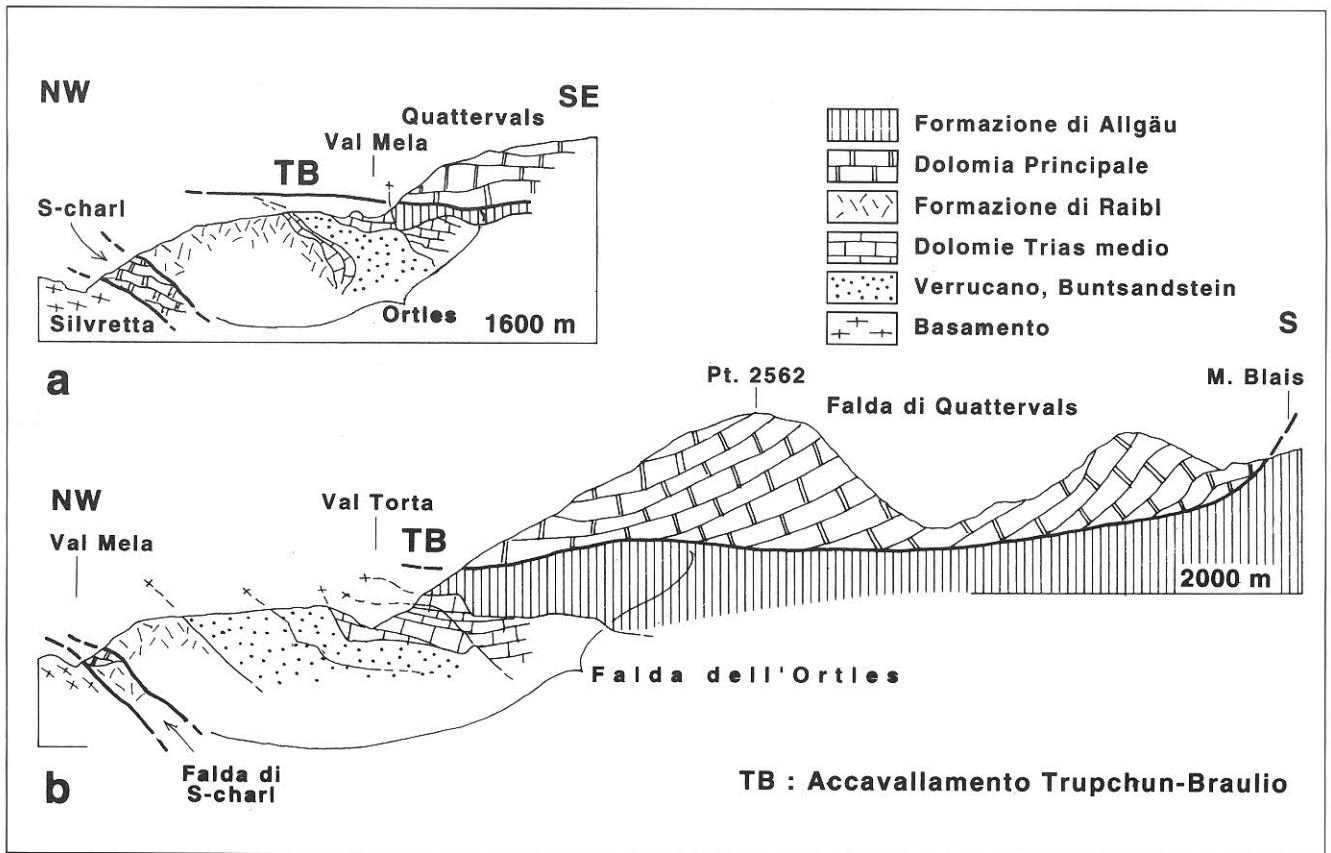


Fig. 63 – Profili da Somme (1965), modificati, illustranti i rapporti tra le falde alla terminazione occidentale delle Dolomiti dell'Engadina. Per le tracce dei profili vedi tav. 2.

– *Nappe relationships at the western border of the Engadine Dolomites, near the Engadine line. Profiles after Somme (1965), modified, profile traces in plate 2.*

A W del lago di Livigno la Linea del Gallo corre alla base della Scaglia di Piz Terza, la quale sostituisce la Falda di Quattervals al tetto della Falda di S-charl. La presenza della Scaglia di Piz Terza direttamente al di sopra della Falda di S-charl continua andando verso W nella Valle dell'Engadina, come indicato chiaramente nelle carte geologiche di KARAGOUNIS & SOMME (1962), SOMME (1965) e DÖSSEGER (1987). A E della Linea dell'Engadina, tra Cinuos-chel e Zernez, la struttura interna della Falda di S-charl è estremamente complicata; si può comunque affermare, come già riportato da SOMME (1965), BOESCH (1937) ed EUGSTER (1959), che una struttura minore della Falda di S-charl («Falcun Mulde») si estende verso SW fino all'altezza di Brail, nella bassa Val Mela.

In Val Mela (fig. 63), sopra questi ultimi resti della Falda di S-charl è presente una zona a scaglie («Val Mela Schuppenzone» di SOMME, 1965) in cui sono presenti litologie del basamento e del Permiano-Trias medio (cfr. DÖSSEGER, 1987). Sopra questa zona a scaglie è presente una scaglia di Formazione di Allgäu appartenente alla Falda dell'Ortles

e quindi la potente successione di Dolomia Principale appartenente alla Falda di Quattervals.

Qualunque sia la precisa collocazione tettonica delle Scaglie della Val Mela (appartenenza al tetto della Falda di S-charl o alla base della Falda dell'Ortles; vedi discussione in SOMME, 1965), il fatto di fondamentale importanza è che in questa sezione è possibile dimostrare che la Falda dell'Ortles è in una posizione superiore rispetto alla Falda di S-charl. La Falda dell'Ortles ha perciò sovrascorso la Falda di S-charl. A conclusioni analoghe si era giunti dallo studio della Linea del Gallo. Nella carta geologica di tav. 1 le Scaglie della Val Mela sono riportate come «Scaglie tettoniche alla base della Falda dell'Ortles».

5.5. – EVOLUZIONE DELLE FALDE AUSTRALPINE NELLE DOLOMITI DELL'ENGADINA

5.5.1. – *Correlazione tra le falde*

Prima di considerare in dettaglio l'evoluzione cinematica delle falde nelle Dolomiti dell'Engadina