

MARIO CADROBBI

OSSERVAZIONI GEOLOGICHE NELLA GALLERIA DI
DERIVAZIONE CIMEGO - STORO (TRENTINO
SUD - OCCIDENTALE) IN RAPPORTO ALLA TETTONICA
DELLA ZONA

(Con 1 schizzo tettonico al 50.000)

Mi pare cosa non inutile riferire qui brevemente sulle osservazioni che ho potuto fare lungo la galleria di derivazione delle acque del Chiese, per la Centrale di Storo della Società Idroelettrica Alto Chiese (S.I.A.C.); galleria che, cominciando poco a valle del Ponte di Cimego, si svolge poi ininterrotta per circa 7 km. entro le rocce del fianco sinistro della valle, per terminare mezzo chilometro a monte della Ca' Rossa.

La realizzazione di quest'opera, al pari delle altre imponenti utilizzazioni dei tronchi a monte del fiume Chiese, venne curata dalla Direzione Costruzioni Impianti Idroelettrici della Società EDISON di Milano, su progetto del suo Direttore Dott. Ing. CLAUDIO MARCELLO.

Dicevo non inutile la presente relazione, perché fin d'ora si prospetta – con notevole grado di probabilità – qualche nuova luce sull'intricata e non troppo ben conosciuta struttura tettonica della zona; ciò anche se una parte del rilevamento del versante occidentale della catena Cima Palonè – Rocca Pagana (sinistra del Chiese) – che solo potrà permettere di trarre delle induzioni e, si spera, di giungere ad una visione d'insieme – mi resta ancora da completare.

È doveroso premettere che le ricerche in oggetto furono rese possibili grazie all'atteggiamento cortese e pieno di comprensione delle Società EDISON e SIAC, che non solo mi concessero in ogni

tempo il permesso di visitare gli scavi, ma mi furono larghe di assistenza mettendo a disposizione personale per l'accompagnamento e fornendo indicazioni o mezzi di trasporto. Giunga ai Dirigenti ed al personale il mio caldo ringraziamento e, per tutti, in particolare ai Dott. Ingg. CLAUDIO MARCELLO e RENZO RAMACCIOTTI della Società EDISON, LINO SBRISSA e ANNIBALE LORI della SIAC.

D'altra parte devo rivolgere un grazie del tutto particolare al Prof. GIAMBATTISTA DAL PIAZ, che mi ha permesso di integrare con varie indicazioni quanto avevo potuto osservare in galleria, mettendo a mia disposizione con grande liberalità i risultati dei suoi studi sulla galleria medesima.

Desidero ancora esprimere la mia viva riconoscenza al Prof. ANGELO BIANCHI per gli autorevoli consigli datimi nell'esame delle sezioni sottili; ed al Dott. SANDRO MONESE per la cura posta nell'analisi chimica dei campioni di roccia.

* * *

Esamineremo ora i profili geologici rilevati in galleria nei tre tronchi: 1) da imbocco 0 a finestra 1; 2) da finestra 1 a finestra 2; 3) da finestra 2 al pozzo piezometrico. All'esposizione dei singoli profili si faranno seguire le considerazioni che, al momento, appaiano opportune e le conclusioni che risultino sicure o almeno probabili.

1. - FRA IMBOCCO 0 E FINESTRA 1

Da imbocco 0 verso valle (Sud)

Progressiva dello scavo		Progr. assol. (dalla presa)
0-160	Materiale detritico.	1139-1299
160-175	Dolomia principale del Norico, molto fessurata; specchi di faglia, uno dei quali con dir. N 50° E, inclin. 50° S 40° E.	1299-1314
203	Un primo fornello a secco di m. 8 per 4.	1342

Un secondo fornello lungo 5 m. e alto 7,50 m., verso il paramento destro, con una venuta d'acqua di 18 lt./sec., diminuita in 5/6 giorni alla portata di circa 6 l/sec. e con una certa tendenza a diminuire ulteriormente.

L'11-5-1959, circa dalla progr. 286 fin quasi al fronte d'avanzamento (cioè a progr. 644, 50), la galleria era quasi tutta armata e brandata con assi, dato lo stato della roccia. Cioè, già poco dopo l'entrata della galleria nella Dolomia, questa si è dimostrata essere fortemente diaclasata, cataclastica addirittura, e le condizioni sono supergiù continuate fino a detto avanzamento; nel senso che a qualche tratto più consistente, si alternano zone dove la dolomia, apparentemente salda, è tutta diaclasata, ed infine altre dove essa è ridotta addirittura ad una ghiaietta ad elementi angolosi o a sabbia.

Nel complesso le condizioni della roccia risultarono migliori nel paramento destro (ad W), peggiori in quello sinistro, verso monte (ad E).

- 599-644, 50 Venuta d'acqua non molto rilevante, si è dovuto però porre un rivestimento sotto la calotta per deviare l'acqua lateralmente e sul fondo della galleria. 1738-1783, 50
- 640 Dolomia grigio-perla, compatta ma fessurata, altre zone di dolomia ridotta a ghiaietta. Qui e là nidi di roccia più fortemente triturrata, vene biancastre da milonisi, e probabilmente successiva ricementazione ad opera di vene calcitiche (?). 1779
- 644, 50 Fronte d'avanzamento alla data dell' 11-5-1959. Da questo punto un diaframma roccioso di soli 60-70 m. ci separava dal fronte d'avanzamento del tronco di galleria che, dalla finestra 1, procedeva verso Nord. 1783, 50
- Considerato lo stato della roccia ora visto, e quello sul fronte d'avanzamento da Sud, era presumibile che, anche nel tratto corrispondente al diaframma ancora da scavare, la dolomia avrebbe mantenuto pressochè immutate le condizioni di fortissima cataclasi già rilevate.
- 644, 50-713 Infatti nel luglio scorso l'assistente ai lavori sig. Pietro Tempini mi confermava che durante lo scavo del diaframma la roccia si era presentata piuttosto sconnessa, con presenze di tritume di dolomia mischiato a sabbia e ghiaia. 1783, 50-1852

Superato questo diaframma roccioso – non ancora forato all'epoca della mia ultima visita – proseguiamo nell'esame della galleria da monte verso valle. Per comodità di raffronto con il commento che segue più avanti, o di riferimento con l'esterno si indicano anche le progressive dal vertice di finestra 1 verso Nord:

Progressive dal vertice
di finestra 1:

Progressive assolute

- | | | |
|---------------|---|---------------|
| 1460-56 | Fronte d'avanzamento da finestra 1 verso Nord alla data dell' 11-5-1959. | 1852-56 |
| 1456-1430 | Roccia fortemente cataclastica: ghiaia passante a sabbia, qualche straterello - velo d'argilla (probabilmente limo milonitico); qui e là qualche pezzo di roccia più compatta, meno fratturata (dolomia grigio-chiara): in particolare nel paramento di monte un banco – o meglio blocco – di dolomia compatta, che si trovò poi continuare verso Nord entro il tratto corrispondente al diaframma forato più tardi. In complesso la roccia si presenta in condizioni pressochè uguali a quelle che anche meglio risulteranno dalla descrizione dei tratti che seguono. | 1856-82 |
| prima di 1430 | Verso la fine del 1958 od ai primi del 1959, dopo che aveva ceduto una prima centina metallica, avvenne lo sfondamento di centine e travature per 12 metri di lunghezza, e s'ebbe una venuta d'acqua di 30 l/sec., ridotta l' 11-5-1959 a solo 1/4 l/sec. | prima di 1882 |
| 1435-30 | Dolomia; specie quella più scura è notevolmente dura e sembrerebbe contenere silice; ⁽¹⁾ ed è sempre molto brecciata. Anche quando ha l'aspetto di roccia sana, si dimostra tutta fratturata. A questo tipo di roccia si alternano dei tratti a struttura più minuta, di ghiaietta; e vi sono intercalate irregolarmente delle lenti o zone addirittura macinate, fangoso-sabbiose. Non pare esservi contenuta argilla in quantità sensibile, e la fangosità sembra derivare dal tritume di dolomia impastato con l'acqua. | 1877-1882 |

¹⁾ Viceversa la presenza di silice non è risultata dimostrabile nè dall'analisi chimica, nè dall'esame microscopico della roccia (vedi Appendice).

- 1420 La roccia è ridotta completamente in una breccia di ghiaietta e farina; in complesso dolomitica, se bagnata diventa molto cedevole, quasi plastica. V'è un tratto a grana minuta di sabbia, che alla progr. 1420 è seguito, verso valle, da un altro tratto a grana più grossa, di dolomia grigio-chiara molto brecciata; una traccia di superficie (strato o faglia ?) inclinata 15-20° a N 40° E li separa. 1892
- 1415-1375 Rivestimento in calcestruzzo (già il 15-12-1958), perchè la roccia presentava sostanzialmente condizioni identiche a quelle osservabili a progr. 1892 assoluta. 1897-1937
- 1371-1364 Una zona di fornello (lungo 7 metri, alto 5) esaminata anche dal Prof. GB. DAL PIAZ: la roccia è tutta ridotta in ghiaietta, sabbia sciolta e polvere dolomitica, e avrebbe continuato a sfornellare, se non fosse stata armata e tosto rivestita. 1941-48
- 1320-1300 Calcare fortemente marnoso, o marna argillosa, da una lente aderente alla cataclasite milonitica (vedi sotto), ridotta quasi a farina (e corrispondente a un altro fornello); la roccia bagnata diventa plastica. 1992-2012
Impossibile capire il senso della stratificazione. Numerosissime vene calcitiche.
Insieme si trova anche della roccia grigio-chiara, dura, che sembra un calcare dolomitico a componente marnosa.
- 1300 Stratificazione con: dir. circa N, inclin. 30° E. Calcare marnoso, grigio-rossastro, compatto. 2012
- 1377-1180 Campioni vari — raccolti dal Prof. GB. DAL PIAZ — essenzialmente di roccia dolomitica, fortissimamente cataclastica e milonitizzata (ghiaietta, sabbia), ma con tratti che sembrano ricchi di silice, resistenti molto alla scalfittura col temperino ⁽¹⁾. 1935-2132
- 1185 Calcare rossastro — cui segue al letto calcare grigio — duro, scalfibile ma in parte selcioso e resistente al temperino, che attraversa la galleria con inclinazione di 15° verso il Nord. 2127

¹⁾ Nemmeno in questi campioni si è potuta rilevare la presenza di silice (vedi Appendice).

1300-950	Lacuna d'osservazione. In generale in questo tratto — o per l'armatura e il rivestimento o per altra ragione — non si sono potute esaminare le condizioni della roccia.	2012-2362
950	Entro il calcare si notano parti marnoso-argillose alternanti con altre dure; sembra trattarsi di « plaghe » di frantumazione con concentrazione della sostanza argillosa.	2362
900-700	L'andamento della roccia sembra uguale a quello osservabile a progr. 2652-742; mancano dati precisi.	2412-2612
660	Calcare grigio, marnoso.	2652
600	Inclinazione degli strati intorno a 45° E, e anche meno.	2712
570	L'inclinazione aumenta: stratificazione con dir. circa N, inclin. 55-60° E.	2742
540	In una zona fratturata corrispondente, o immediatamente adiacente alla faglia di cui subito sotto, un calcare marnoso di color grigio-scuro, intensamente triturato, con concentrazioni argillose lungo le superficie di rottura, lucide.	2772
540-430	Una faglia quasi parallela all'asse della galleria (dir. circa N 30° E), in taluni punti beante.	2772-2882
oltre 500-450	La galleria è armata. A monte della progr. 2882 si notarono varie faglie ripetute; le venute di acqua che procedendo con lo scavo da valle verso monte s'erano avute fin qui, cessarono dopo questa serie di faglie, come pure a monte delle medesime non si trovò la roccia (vedi subito sotto), salvo una sua ricomparsa verso la progr. 2510.	< 2812-2862
430	Campioni del calcare rossastro (vedi sotto, a progr. 3112): un calcare piuttosto duro ma non eccessivamente, cristallino, a grana minuta, color rosso cupo, con numerose vene bianche calcitiche, non contiene silice in misura sensibile; altro campione, raccolto poco lontano, che avrebbe quasi l'aspetto di intercalazione silicea, non è selce; oppone però notevole resistenza alla scalfittura e parrebbe contenere silice in quantità apprezzabile. L'analisi ha dimostrato che questa roccia, pur lasciando abbondante residuo insolubile in acido cloridrico, non contiene silice (vedi Appendice). Ha però fornito la sorpresa che la roccia, nono-	2882

	stante i caratteri macroscopici, può esser considerata una dolomia vera e propria, contenendo oltre il 79,5 % di dolomite.	
420	Un calcare grigio male stratificato, con numerose vene bianche calcitiche, che sembrano dovute a riempimento di fessure da fratturazione. Segue una faglia trasversale, subverticale, con direzione N 30-35° W.	2892
390-370	Stratificazione ad andamento analogo a quello di progr. 3112, ma quasi verticale. Numerose vene e noduli, anche grossi, di selce grigio-scura.	2922-42
200 (450, 400-380)	A più riprese si presentano degli strati di roccia dura, con particolare intensità di colore e frequenza dopo la progr. 2862 e alle progr. 2912-32, durando la loro comparsa fino alla progr. 3112. Secondo una comunicazione orale del geom. Corbetta questo calcare si è presentato anche intorno alla progr. 2510.	3112 (2862, 2912-32)
200-180	Strati di roccia grigia, che dà effervescenza immediata con HCl a freddo. Calcari del Lias o del Giurese. Dir. N, inclin. 75° E.	3112-32
< 180-100	A causa dell'armatura in corrispondenza del passaggio dal calcare precedente alla dolomia che segue, non si è potuto verificare il contatto. Dolomia scura, bituminosa, probabilmente norica. Nel tetto perdura per lungo tratto una faglia quasi parallela all'asse della galleria.	oltre 3132-3212
100-0	Dolomia piuttosto chiara, di probabile età norica. Numerosi specchi di faglia subverticali (uno con dir. N 40-50° E); altri con giaciture varie; strie di faglia molto poco inclinate sull'orizzonte, pendenti verso Sud.	3212-3312
0	Vertice. L'asse del tronco di galleria fin qui percorso ha direzione N 28° E - S 28° W. <i>Finestra.</i> La finestra — dal vertice della galleria all'imbocco — è lunga circa 200 metri, con l'asse diretto ad W 35° N. Ad 80 m. dall'imbocco è attraversata da una fessura, corrispondente a faglia, con dir. N 15° E, inclin. 80-85° E 15° S. La roccia è dolomia, verosimilmente Dolomia principale. L'imbocco s'apre, sulla sinistra del Chiese, quasi esattamente ad Est della confluenza del Rio Giulis col Chiese.	3312

Per dire qualche parola di commento al profilo ora esposto, converrà partire dall'imbocco O, essendo qui decisamente più sicuri i riferimenti stratigrafici.

Fino a progr. 160 trattasi di detrito roccioso appartenente alle grandi conoidi che si stendono sotto i Salti e Loré, formate essenzialmente di materiale di falda. Quanto vi possa aver parte — nascosto — anche il morenico, non è dato dire.

Da progr. 160 fino a progr. 644,50 siamo sempre entro la Dolomia principale del Norico. A questo proposito c'è accordo tanto con il BRITNER, quanto con il Foglio « *Riva* » della Carta Geologica delle Tre Venezie. Questa dolomia forma poi tutta l'ossatura dello sprone roccioso di q. 748 sulla destra di Val Gaino, ed il riferimento al Norico è confermato dalla presenza del Retico marnoso 350 m. a Nord di Malga Gaino, subito a destra della valle omonima, e dal fatto che il coronamento delle rocce di q. 748 è rappresentato appunto dalla base del Retico avente: dir. N 40° E, incl. 35° E 40° S.

Occorre rilevare ad ogni modo lo stato di estrema frantumazione, di cataclasi della dolomia, continuato per quasi mezzo chilometro, che fa ritenere vicina una dislocazione di portata non trascurabile; sarà meglio però attendere ancora prima di discutere di questo problema.

Considerando ora che questa non indifferente dislocazione — come presto si dimostrerà — realmente esiste un po' oltre questo punto, chi scrive è convinto non convenga, al fine di giungere poi alla visione d'insieme, proseguire in queste note di commento nel senso delle progressive crescenti da monte a valle; ritiene invece più utile, portandosi alla finestra I, procedere di qui a ritroso verso monte fino a ricollegarsi col punto momentaneamente abbandonato.

La finestra I si apre nella Dolomia principale e con una galleria di 200 m. avente direzione E 35° S porta al vertice, da cui si seguirà la galleria di derivazione verso monte (Nord).

Chi scrive — già quando questo lavoro fu abbozzato — propendeva per l'interpretazione di Dolomia principale datane dal BRITNER (1881) per varie ragioni, e principalmente: 1) per la segnalazione fatta dal BRITNER (op. cit., p. 306-307) di « *Avicula contorta* » sulla strada da Malga Gaino ai prati di Dalguen e di « *Terebratula gregaria* » da blocchi dell'orizzonte calcareo a *Lithodendron* che si rinvenivano nei canali scendenti sul ripiano di Dalguen. 2) Perché — seguendo il Foglio « *Riva* » — se la Corna (meglio sarebbe qui dire Dolomia retica) giungesse ininterrotta dal fondovalle fino alle cime

del Monte Maina, pare allo scrivente che essa verrebbe ad assumere uno sviluppo sia planimetrico, sia altimetrico (e di potenza), sproporzionato alle sue reali possibilità. 3) La presenza di dolomia scura, bituminosa dopo la progr. 100 dal vertice (3212 assoluta) confermerebbe pure trattarsi di dolomia norica, della facies frequente appunto a Sud della Val di Ledro e specie nei dintorni di Storo, non conosciuta invece nella dolomia retica.

Ma durante la scorsa estate, nel corso del rilevamento che sto estendendo a tutta la zona compresa fra la Valle del Chiese e la Val di Ledro, ho potuto accertare la effettiva presenza del Retico al di sopra del ripiano di Dalguen, lungo il fianco occidentale della Colma di Dalguen, affiorante, tra i 1050 e i 1100 m. di quota, mentre la sommità della Colma (massima quota: 1429) è in Dolomia retica. La situazione in sintesi sarebbe: dal fondovalle fino al livello di Dalguen, Dolomia principale; il passaggio al Retico si ha probabilmente in corrispondenza del terrazzo di Dalguen, ma morenico e detrito di falda coprono tutti i ripiani; la parte sommitale della Colma (ultime centinaia di metri) è costituita da Dolomia retica.

Verso la progr. 3132 segue alla Dolomia una serie stratificata, calcarea o calcareo-marmosa, giura-liassica. Il contatto — anche se non fu possibile controllarlo in galleria — è certamente di natura tettonica. Questo risulta chiaro osservando dall'esterno il versante del monte, dove, lungo una linea che da Sud di Malga Gaino decorre obliqua a SW verso la Valle del Chiese, di contro e sotto alla Dolomia principale con forme tipicamente dirupate, si contrappone una zolla di rocce stratificate con sensibile contrasto morfologico. Ed il contatto tettonico sarà inoltre una necessità logica, se teniamo sempre per vero che la dolomia è di età norica.

Qui torna necessario un riferimento al BITTNER, il quale parla (Op. cit., pag. 341) di « un piccolo lembo di rocce liassiche e giuresi, in giacitura completamente dislocata (verstürzt), che si trova nella parte più bassa del fianco ⁽¹⁾ della Val del Chiese, a NE di Condino, nell'angolo formato dal Chiese a SW e sotto la Malga Gaino.... » « gli strati s'immergono ripidamente entro monte e tutto il complesso, la cui estensione è molto piccola, appare come appiccicato alla Dolomia principale ». E a pag. 352: « A NE di Condino finalmente, nel lembo isolato di strati liassico-giuresi già accennato, si trova ancora una piccola porzione dei calcari fortemente selciferi, varicolori ».

¹⁾ NB.: Trattasi del fianco sinistro della valle.

Dalla cartina geologica e dal profilo XII del BITTNER risulta inoltre la seguente successione da SE a NW: Dolomia principale – Selcifero (Giurese superiore) – Strati a Rinconelle del Dogger - Lias, quest'ultimo più in là ricoperto dal Quaternario di Gaino.

L'interpretazione data dal BITTNER sta in accordo con quanto osservato in galleria: tra le progr. 3112 e 2862 si incontrano a riprese, gli strati di roccia rossa dura, o decisamente selcifero o addirittura con noduli e vene di selce, che potrebbero corrispondere al « Selcifero » e agli « Strati ad Aptici » del Giurese superiore, strati che cessano dopo la progr. 2862.

Questa roccia rossa è stata incontrata ancora verso la progr. 2510, come ebbe ripetutamente ad assicurarmi il geom. Corbetta. Il che può dappprima apparire anche strano, sembrando eccessivo che il Selcifero possa durare così a lungo in galleria. Ma se consideriamo che la direzione degli strati forma un piccolo angolo con l'asse della galleria e che, d'altra parte, nel complesso del cosiddetto « Selcifero » strati decisamente rossi (pur prevalendo od essendo esclusivi nella parte superiore della serie) si alternano a strati numerosi di color grigio, grigio-scuro, la cosa non meraviglia più.

Ed è in accordo con i risultati del rilevamento esterno: sul fianco sinistro della valletta che limita a Sud la collina di Gaino - Boèr ho rinvenuto il Selcifero, lungo la mulattiera, affiorante tra 590 e 650 di quota, di color rosso ed anche rosso-rosa, in una facies che ricorda da vicino il Titoniano; e più in alto, ripetutamente, percorrendo lo sprone che scende da q. 958, fino a 900 m. di quota. (Si tenga presente che queste posizioni corrispondono, in galleria, circa alle progr. 2360-2560).

A parte ciò, non stupirebbe del resto che il perdurare e ripresentarsi del Selcifero dipenda anche dal fatto che – in una zona che ebbe a subire tante sollecitazioni meccaniche – si abbia ripetizione di termini a causa di una qualche faglia, o di pieghe minori, entro il complesso del Selcifero.

Quali i rapporti di questo lembo con la dolomia? Non conosciamo in realtà la superficie di contatto, ma la giacitura della serie liassico-giurese: da 75° inclin. ad E, a subverticale (progr. 2942), a 55-60° inclin. ad E (progr. 2742), a 45° inclin. ad E (progr. 2712 ed oltre) (*), indurrebbe a pensare – anzichè ad una faglia normale – ad una faglia inversa o ad un, modesto, sovrascorrimento della Do-

*) Immergente cioè contro la Dolomia.

lomia sul Giurese. Non si può ad ogni modo fare a meno di ammirare ancora una volta l'acutezza d'osservazione del BITTNER, cui non sfuggirono questi dettagli localmente limitati, ma forse di non piccola importanza.

A parte le faglie ad andamento trasversale od obliquo che certamente frazionano la massa rocciosa in segmenti (frazionamento di cui ci sfugge l'ordine di grandezza), meritano attenzione le faglie con andamento subparallelo all'asse della galleria (direzioni tra N 15° E e N 30° E, fino a N 45° E).

A giudizio di chi scrive si è autorizzati a pensare ad una dislocazione ad andamento giudicariense; le strie di faglia poco inclinate sull'orizzonte, notate fra la progr. 3312 e la 3212 fanno credere all'esistenza anche di componenti orizzontali di movimento in senso giudicariense, forse in conseguenza di stiramenti collegati allo sforzo di adattamento.

Anche all'esterno, lungo la sponda sinistra del Chiese, ad E del ponte sul Rio Giulis, in una zona di Dolomia molto scomposta è stato notato uno specchio di faglia con dir. N 40° E, subverticale, con strie di faglia inclinate 20° a N; e altri specchi ancora subparalleli al Chiese.

A questo proposito va ricordato che fenomeni analoghi furono segnalati dal TREVISAN in modo particolare per il gruppo di Brenta (1936, 1939) ed anche per la regione della Bassa Sarca (1941). In quest'ultima zona anche chi scrive ebbe a constatare (1958) tracce di movimenti in direzione giudicariense, pur ritenendo non potersi accordare ad essi un significato preminente, ma solo secondario, di adattamento, nella tettonica della zona.

Vien fatto di domandarsi se non si possa collegare il lembo giura-liassico di cui si parla, con altro minuscolo lembo, probabilmente di Lias, pure non sfuggito al BITTNER, che trovasi 1 Km. a Sud della finestra 1, proprio sulla sponda sinistra del Chiese subito a Nord del ponte di Condino. È un calcare grigio o grigio scuro, leggermente bituminoso, con silice rara, più che altro per l'aspetto piastriforme degli strati si propende per ritenerlo Lias. Gli strati hanno la seguente giacitura: dir. da N 20 a N 35° E, inclin. subverticale o 70-80° W 35° N. Subito a monte di questo Lias sta dolomia (Dolomia retica secondo il foglio « Riva » e, vedremo, anche a parer nostro); il contatto non si vede, la dolomia ha: dir. N 25-30° E, inclin. 80° W essa pure. Da notare uno specchio di faglia con dir. N 10° E, inclin. 75° W e strie di faglia pochissimo inclinate a Sud. Ci sarebbe stato un movimento orizzontale subparallelo alla stratificazione?

Quanto al tentativo di collegamento dei due lembi si potrebbe effettivamente pensare ad una piega a ginocchio (Lias e Dolomia subverticali al ponte situato all'estremità meridionale di Condino) che più verso Nord, fratturandosi, si sviluppi addirittura in uno scorrimento della Dolomia principale sul Giurese. La cosa non è però molto sicura perchè la Dolomia è attraversata, in corrispondenza del vallone che scende da « le Fratte », da una chiara zona di frantumazione, che viene a trovarsi nell'intervallo compreso fra il lembo settentrionale e quello meridionale, e che potrebbe renderli anche completamente indipendenti (vedi anche a pag. 25).

Gli ultimi rilievi compiuti all'esterno hanno abbastanza chiarito la situazione. La zona di frantumazione continua verso l'alto sopra il vallone de le Fratte ed ho potuto controllarne l'esistenza almeno fin sopra i 1100 m. di quota, sotto la cima del Monte Maina.

Inoltre si osserva che a Sud di detta zona, i banchi della Dolomia retica scendono incurvandosi sempre più verso la Valle del Chiese fino a divenire subverticali nei pressi del ponte di Condino. Così, se in un primo tempo pensavo che anche la dolomia retrostante al Lias del ponte di Condino dovesse essere Dolomia principale in contatto tettonico con esso, ora devo ritenere che si tratta di Dolomia retica, alla quale presso il ponte si sovrappone il Lias. La concordanza di giacitura fra il Lias e la Dolomia è un indizio di più in favore di questa tesi.

Da quanto precede è chiaro che l'anzidetta zona di frantumazione scinde il monte (Colma di Dalguen - Monte Maina) in due settori indipendenti, anche se forse non completamente indipendenti: quello settentrionale con la successione - dalle cime al fondovalle - di Dolomia retica - Retico - Dolomia principale; quello meridionale caratterizzato da una grande piega a ginocchio della Dolomia retica, con Lias presso il ponte di Condino, Lias che rappresenta gli ultimi residui della fronte del ginocchio.

Cosicchè la rappresentazione fornita dal Foglio *Riva* in questo settore è corrispondente alla reale situazione.

Pare inoltre molto probabile che questa disgiunzione di settori avvenga non solo per opera della zona di cataclasi, ma che esistano a Nord della medesima altre minori fratture e iniziali ripiegamenti che la preludono. Per es.: sulla strada che da Dalguen porta a Rango, 250 m. a Nord di q. 1146, troviamo il Retico con dir. N, inclin. 30° E; appena 100 m. più in là, un altro affioramento di Retico sempre con

dir. N, ma inclinato 32-35° ad W. Pochi metri oltre si nota della dolomia biancastra, molto frantumata.

Così stando le cose, anche se – in una zona che presenta caratteri di tale frammentarietà nella tettonica – dobbiamo ammettere che è pur sempre pensabile un qualche rapporto originario fra questo Lias e il Giura-Lias fagliato contro la Dolomia principale più a Nord, certamente il collegamento riesce meno facile di quel che sarebbe stato, se il Lias al ponte fosse già stato fagliato, rispetto alla Dolomia principale, e questa faglia verso Nord si fosse sviluppata in uno scorrimento.

Ritornando alla galleria, riesce alquanto strana la giacitura riscontrata verso la progr. 2127: inclinazione di 15° verso il Nord. Vediamo ora di collegare questo con altri dati di fatto, così da poter giungere a qualche induzione, se non assolutamente certa, almeno molto verosimile.

Ora, nel rilevamento all'esterno, anzitutto s'è osservato che il Selcifero lungo la mulattiera, a Sud di Boèr, presenta dir. N 20° W, inclin. 85° W (vedi pag. 14), non già inclinazioni fortissime o forti verso E, come si osservano in galleria. Viceversa nel Selcifero a 700-740 m. di quota, sottostante a q. 958, la stratificazione è immersa entro monte cioè verso il quadrante Est. Sembra così legittimo pensare ad una struttura anticlinale entro il Selcifero, col fianco orientale (traversato in galleria) verso il monte, col fianco occidentale (Nord-occidentale) verso la valle del Chiese.

All'incirca oltre (Nord) la valletta a Sud di Boèr al Selcifero devono seguire il Dogger e il Lias (non chiaramente distinguibili tra loro) o per un brusco ripiegarsi degli strati o forse per una dislocazione con frattura.

Non escluderei affatto che questa valletta, oltre che segnare un chiaro solco morfologico, risponda anche ad una dislocazione, non rilevabile con sicurezza e precisione a causa della forte copertura quaternaria e vegetale.

Quanto alle giaciture di progr. 2127 e progr. 2012, salendo alla collina di Boèr ho trovato una giacitura: dir. E, inclin. 50-60° N in posizione non molto discosta dalla progr. 2127; ma poco lontano la giacitura era già mutata.

In questo settore infatti – e su un percorso di poche centinaia di metri – le giaciture si presentano tanto mutevoli (dir. N 10° E, inclin. 80-90° W; dir. NW, inclin. 75° SW; dir. E, inclin. 50-60° N;

dir. NW, inclin. 75-80° NE) che non si può nemmeno lontanamente immaginare una ricostruzione della tettonica di dettaglio, tanto più che il terreno è quasi sempre ricoperto da quaternario.

Ma si rimane però sempre più decisamente convinti che a Nord della valletta, lontani ormai dallo scorrimento ma sempre più vicini alla più grande dislocazione trasversale che interviene poco più di un centinaio di metri a Nord, come riflesso di quest'ultima il Dogger-Lias sia stato capricciosamente ripiegato, e insieme fagliato e frantumato anche sino alla cataclasi. Cosicché il calcare rossastro alla progr. 2127 potrebbe ben rappresentare l'implicazione tettonica di un minuscolo lembo di Giurese superiore.

Questo sembra invece ormai sicuro: che verso la progr. 1992 – o poco dopo – si passa dai calcari liassici alla dolomia (probabilmente principale) per un contatto di natura tettonica determinato da una dislocazione abbastanza notevole, avente andamento trasversale alla Linea della Giudicarie.

È da notare che alla progr. 1992 veniamo a trovarci al di sotto della collina sottostante a Malga Gaino (Boèr), a meno di 200 metri a Sud dell'asse di Val Gaino. Cosicché il Lias con il Dogger formerebbero il substrato, l'imbasamento dei due terzi meridionali di questa collina, del resto abbondantemente rivestita di detriti quaternari.

Viene così ad illuminarsi una osservazione fatta un anno prima all'esterno, e poi confermata da recenti controlli: scendendo da Malga Gaino per la mulattiera diretta ad Ovest, mentre dapprima trattasi certamente di materiale di trasporto (forse di una morena locale), dalla quota 720 in giù si incontrano straordinariamente abbondanti i frammenti di roccia del Lias, e in taluni punti – sebbene manchino affioramenti di roccia in posto – si ha l'impressione che questo Lias derivi da un substrato situato a piccola profondità. Data l'enorme abbondanza di questi blocchi e un loro certo disordine, si esige – qualora derivassero da roccia in posto – che questa fosse molto frantumata. L'apertura della galleria ha confermato che il Lias si trova addirittura in condizioni di cataclasi.

Spero non apparirà inutile l'aggiungere ancora un dettaglio a questo proposito.

Sul fianco sinistro della Val Gaino, sullo sprone Nord di quota 787, proprio alla sommità dei dirupi che precipitano poi sulla valle con una vistosa zona di dolomia frantumata, franante, ho potuto rinvenire alla quota di 750 metri alcuni banchi di Lias aventi dir.

N 55° E, inclin. 55-60° N, 35° W; segue subito sotto una breve zona di « impastamento » del Lias con la dolomia, poi, fin giù al fondo della Val Gaino, la dolomia cataclastica.

A proposito della dislocazione che si discute, va detto che anche il foglio « *Riva* » – pressapoco nell'ubicazione ora detta – segna una faglia ad andamento trasversale, come continuazione della frattura Croina-Palone. Devo dire che, alla stregua dei miei rilevamenti del 1947 e di osservazioni molto più recenti, mi trovo in accordo con l'opinione del BITNER, il quale faceva continuare la frattura Croina-Palone in direzione di Plubega, un paio di Km. più a Nord. Il che è anche più logico, perché in tal modo la frattura in parola assume un andamento molto più rettilineo, connaturale quindi ad una frattura avente nettamente il carattere di frattura trasversale con spostamento orizzontale.

A questo proposito giova osservare che ancora sulla carta del SALOMON (1908), sulla destra del Chiese nel tratto da Nord del ponte di Cimego – per Cimego – fino alle Porte di Cimego è segnato un un sistema di faglie che, anche se non da intendersi come diretta continuazione della linea Croina-Palone, possono in parte stare in rapporto con essa.

Inoltre il Prof. GB. DAL PIAZ mi comunica cortesemente che da uno studio da lui condotto risultò che: « Poco a monte del ponte di Cimego, sul fianco destro della valle, durante lo scavo di cunicoli esplorativi si incontrarono dapprima i calcari dell'Anisico fortemente fratturati e, quando si raggiunse la sottostante Dolomia carinata, quest'ultima era addirittura macinata e ridotta a cataclasite.... ».

Occorre porre in rilievo che questa posizione corrisponde bene al prolungamento in direzione Ovest della linea Croina-Palone-Plubega.

Così, la faglia del SALOMON che con dir. W 40° S dalla zona di Plubega si dirige verso Cimego potrebbe essere un riflesso della frattura Croina-Palone; ma lo stato di intensa cataclasi dell'Asinico e della Dolomia carinata constatato poco a monte del Ponte di Cimego – proprio sul prolungamento verso W della predetta frattura – sembrerebbe rappresentarne addirittura l'estrema propaggine al di là di quella che convenzionalmente si considera la linea delle Giudicarie.

Tre brevi faglie invece, che il SALOMON indica tra Cimego e le Porte, aventi decorso per W 10° N, e di più la grande complicazione tettonica di questo tratto, come dice l'Autore, ben possono significare – a giudizio di chi scrive – l'interferenza, o addirittura

il prolungamento fino ad Ovest del Chiese della linea di dislocazione passante a Sud della Val Gaino; prolungando idealmente questa linea verso Ovest si viene ad incontrare infatti la sede di questi fenomeni tettonici.

La « nostra » frattura dunque viene a corrispondere ad una nuova dislocazione, subparallela alla Croina-Palone, e potrebbe anche chiamarsi « linea del Giovo », in quanto essa da q. 787, passando evidentemente sotto il quaternario di M.ga Gaino si dirige verso il Passo del Giovo, più precisamente tra 150-350 m. a Sud del medesimo, salendo per il vallone ruinoso e franoso (appunto per questo) che scende da « Le tre Sorelle ». Si deve osservare che in tutto il tratto di oltre 200 m. ora detto la dolomia si presenta nel complesso fratturata con varie zone di cataclasi anche intensa e con interposti dei pilastri di roccia (relativamente) intatta (Le tre Sorelle); a ragione si potrebbe parlare quindi di una zona di faglia. Ma il punto dove la frantumazione della dolomia raggiunge il massimo di intensità si ha, in cresta, sulla selletta posta alla sommità del vallone e 350 m. a Sud del Passo del Giovo. Qui una larga zona di dolomia cataclastica presenta in certi tratti i caratteri di una cataclasite tipicissima, talora tanto fina da avvicinarsi alla milonite.

Mi è riuscito di trovare le tracce della continuazione di questa zona di cataclasi anche sul versante di Val di Ledro fino 200 m. più in basso della selletta. Sarà compito delle ricerche future accertare se questa « linea del Giovo » continui ancora verso Est in direzione di Tiarno, o se si arresti contro qualche altra dislocazione, pertinente alla zona di Tiarno - Cima Palone.

A proposito di questa linea di frattura, non si può qui fare a meno di ricordare che essa, sebbene non decisamente affermata, era pure già stata intuita dal BRITNER (Op. cit., pag. 306-307).

Va infine aggiunto che lo scorrimento o faglia della Dolomia principale contro il Giurese superiore, dalla galleria, passando poi poco sotto q. 958, dovrebbe proseguire a Sud di Malga Gaino, per incontrarsi con la linea del Giovo nei pressi di q. 893 (a monte della malga). Naturalmente qui il quaternario esclude ogni possibilità di controllo diretto.

Riprendendo il nostro cammino in galleria vediamo che dalla progr. 1992 fino alla progr. 1852 (fronte d'avanzamento all'11-5-1959) lo scavo è in dolomia, sempre più estremamente frantumata, macinata; qualche ulteriore particolare risulta dal profilo prima esposto.

Sulle condizioni di questa dolomia il prof. GB. DAL PIAZ, mi comunica cortesemente quanto segue:

« All'avanzamento (progr. 1930 assoluta, (NB. nuova progr. 1942 !), corrispondente a progr. 1370 dalla finestra 1) la roccia, certamente in posto, si presenta brecciata in grado estremo per cause tettoniche, tanto da ridursi con facilità in minuti frammenti. Spesso si sbriciola in un materiale quasi sabbioso, dando luogo ad una vera e propria cataclasite. In tal modo gli ultimi 20-25 m. di scavo verso l'avanzamento (al 20-1-1958) vennero eseguiti col solo demolitore.

Alla roccia calcarea si accompagnano, verosimilmente come sottili interstrati, materiali di natura argillosa che sotto l'azione combinata della cataclasi tettonica e degli stillicidi d'acqua si degradano rapidamente dando origine ad una specie di melma grigiastra, abbastanza plastica e piena di minuti frammenti rocciosi.

Le stesse condizioni constatate all'avanzamento, con una frantumazione della roccia non meno intima e profonda, si mantengono verso valle per una ventina di metri.

Più a valle ancora, su una lunghezza di circa 200 m., la roccia è sempre fortemente cataclastica, ma però in grado alquanto minore, dimodochè le dimensioni dei singoli frammenti rocciosi non sono in generale così minute come all'avanzamento. In complesso, dunque, le condizioni della roccia sono andate via via peggiorando da valle verso monte ».

L'11-5-1959 un diaframma roccioso di solo una settantina di metri separava il fronte d'avanzamento del tronco procedente da imbocco 0 verso valle da quello procedente da finestra 1 verso monte.

L'escavazione di quest'ultimo diaframma ha confermato – come s'è già detto – che le condizioni di cataclasi della dolomia sono continuate, più o meno le stesse, anche in questo tratto.

A questo punto, se consideriamo la considerevole lunghezza del tratto di dolomia frantumato, viene spontaneo di parlare di una zona di faglia, e riesce impossibile dire per dove passi la dislocazione principale, che abbiamo chiamato « linea del Giovo »: se là dove dal calcare liassico si passa alla dolomia, o entro la dolomia stessa.

Risalendo la Val Gaino, a partire dalla q. di 525 m. s.m., si scorge sul fianco sinistro della valle una zona di dolomia cataclastica, franante, che si può seguire, evidente, fin verso i 620 m. di quota, ma

in realtà continua in quell'altra zona che abbiamo visto sotto i 750 m. di quota (vedi pag. 19). Si rimane un po' incerti se essa — come sembra più probabile — corra trasversalmente alla stratificazione, che qui avrebbe dir. N 10-20° W, inclin. 35-40° E, o non invece in senso subseguente alla stratificazione; ma allora si renderebbe necessario ammettere il frazionamento della stessa dolomia in scaglie.

D'altra parte è il momento di riflettere su un altro fatto. Se consideriamo l'intero tratto della galleria in cui la roccia è in condizioni fortemente cataclastiche, otteniamo una lunghezza di 800 m. o più. Può una dislocazione trasversale all'asse della galleria aver prodotto la frantumazione della roccia su così grande spessore? Viene il dubbio se non vi possa essere complicata anche una faglia, una frattura ad andamento giudicariense, subparallela alla galleria.

In questo caso un indizio potrebbe essere dato dalla collina rocciosa di q. 748: essa « potrebbe » essere dislocata dal resto del monte da una frattura che si diriga poi verso Loré. Le giaciture molto discordi del Retico a q. 748 (dir. N 40° E, inclin. 35° E 40° S) e di quello neanche 200 m. a E S E, a N di Malga Gaino (direzione N 35-40° W, inclin. 20-30° W 35-40° S) non contrastano a quest'ipotesi, anche se non possono esserne una dimostrazione.

Dobbiamo quindi riconoscere che il fianco sinistro della valle del Chiese, da 1 Km. a Sud di Cologna fino a Condino, si presenta tettonicamente molto complicato, e precisamente da quando intervengono le fratture trasversali (o diagonali) a movimento orizzontale, prima fra tutte la « Croina - Palone - Plubega ». La caratteristica dorsale, morfologicamente ben individuata, costituita dal calcare (o calcare dolomitico) di Esino, che corre lungo la sinistra dell'Adanà e poi del Chiese da Roncone fino ad 1 Km. a valle di Cologna, qui bruscamente cessa, non esiste più come non esistono i terreni geologici corrispondenti. Ragione di più per ritenere che la frattura Croina - Palone continui diritta verso Plubega, anzichè obliquare a SW per terminare tra Cimego e Condino.

Le grandi masse detritiche della conoide di Plubega, di Loré e sotto i Salti, e di Gaino, che non hanno qualche cosa di corrispondente nè a monte (da Cologna a Roncone), e nemmeno a valle (sotto le grandi pareti dolomitiche della Rocca Pagana), ci esprimono chiaramente — a giudizio di chi scrive — che appunto nel settore in questione la roccia è stata fratturata in misura molto più notevole con conseguente maggiore erodibilità, in causa dell'intensità e fittezza delle linee di movimento tettonico.

2. - TRA FINESTRA 1 E FINESTRA 2

Si tratta per sè di un tronco molto interessante, in quanto comprende anche la nota sinclinale di Giurese e Cretaceo stirata lungo i labbri della grande frattura a movimento orizzontale Val Sacche - S. Lorenzo di Condino.

Purtroppo circostanze varie mi permisero di visitare il tronco di galleria solo quando esso era interamente rivestito nel tratto mediano per oltre 1 Km.; e sarebbe stato questo il tratto di maggior interesse, perchè comprende la zona di contatto a Nord fra Cretaceo e Dolomia ed anche la zona di fratturazione nella Dolomia, che si vede salire verso le Fratte (vedi pag. 16).

Perciò sarà preferibile attendere i risultati del nuovo rilevamento di dettaglio fatto all'esterno, e limitarsi per ora a riferire quel che di obiettivo si è potuto vedere lungo i tronchi di galleria percorsi.

Da vertice di finestra 1 verso valle (Sud)

Progressive dal vertice		Progressive assolute
0-250	Dolomia chiara, consistente benchè fessurata (che regge bene). Ogni tanto vene di risaldamento; qui e là zone milonitizzazione s. l., di qualche centimetro di spessore.	3312-3562
200-250	In un punto tra queste due progressive — e dove prima mai era uscita acqua — appunto in corrispondenza di una di queste zone intensamente cataclastiche, più larga, s'apri una « falla » con venuta d'acqua di ben 20 l/sec. (ora ridotta a 5 l/sec.).	3512-3562
280	Faglia in calotta: dir. circa N, inclin. 40-50° W.	3592
250-500	Continua dolomia chiara; non si sono potute fare altre misurazioni.	3562-3812
500	Poco oltre la progr. 500 cominciava il rivestimento in calcestruzzo.	3812
oltre 500- < 1618	All'epoca della visita tutto questo tratto era già completamente rivestito.	oltre 3812- < 4930
un po' prima di 1618	Poco a monte di questo punto si dovrebbe avere il contatto fra Dolomia principale e la zona giurese — cretacea Val Sacche — S. Lorenzo.	un po' prima di 4930

- 1618-1718 (Indicazione imprecisa). La tendenza di direzione degli strati corrisponde a quella controllata più avanti (E 20-30° N), ma l'inclinazione è sugli 80° N 20-30° W. 4930-5030
- Si notano specchi di faglia con dir. N 30° E, verticali; e *strie di faglia quasi orizzontali*.
- Con riferimento ai rilievi compiuti all'esterno la roccia dovrebbe appartenere qui al Selcifero (Giurese superiore).
- 1993 Misurate: dir. E 20-30° N, inclin. 50-55° N 20-30° W. 5305
- 2013 La roccia è un calcare piuttosto chiaro (alla luce della lampada); non vi si trovano noduli o straterelli di silice, ma talune zone del campione — non nettamente distinguibili da quelle calcaree — resistono alla scalittura col temperino e devono essere ricche di silice. Verosimilmente si tratta di Maiolica grigia. 5325
- Nella roccia da grigia a grigio-chiara, si notano molte vene bianche calcitiche, che sembrano ricementare fratture d'origine tettonica. Gli intensi movimenti tettonici sono pure messi in evidenza dalla superficie levigatissima, a lucentezza grassa-quasi metallica dei veli argillosi interstratificati al calcare (prodotto di concentrazione lungo superfici di movimento?), veli che presentano pure frequenti striature.
- 2052 Comincia un'intercalazione d'argilla scura che dura fino alla 5364
- 2113 progr. 2113. Fa pensare alle intercalazioni degli « Scisti neri » nel Cretaceo. 5425
- 2118-128 La roccia va cambiando e passa a 5440
- 2128-2318 Calcare con selce abbondante. Non è possibile, dalle osservazioni fatte in galleria, dedurre con sicurezza se si tratti di Maiolica cretacea o di Giurese superiore, nè rilevare giaciture. In accordo con quanto si rileva all'esterno dovrebbe trattarsi di Cretaceo. 5440-5630
- 2318 Incontro della galleria principale con la finestra 2: misuriamo: dir. circa N, inclin. 20-30° E (pieghettature). 5630

Finestra. La finestra è lunga 200 m. con l'asse diretto ad W 45° N.

La roccia – per tutta la lunghezza della finestra – sembra essere « Maiolica » del Cretaceo inferiore - Giurese superiore, avente come tendenza generale una forte immersione al Nord, ma si presenta contorta, con tratti anche orizzontali.

Vogliamo integrare le osservazioni precedenti con qualche altra compiuta lungo il fianco della valle:

1. – Ad Est di Condino, dove si trova la passerella sul Chiese, si osservano due zone subparallele di dolomia chiara, grigio-perla, fortemente brecciata; la giacitura dei banchi è: dir. E 5-10° S. inclin. 40-50° fino a 75° N 10° E. I piani di fratturazione sembrano avere come direzione prevalente E 30° o più verso S. Notato qui uno specchio di faglia con dir. N 20° E, inclin. 65-70° E 20° S, striature inclinate appena 10-15° a S. La dislocazione principale deve passare 100 m. a Nord della passerella, ma la zona di frantumazione si estende per un altro centinaio di metri più a Nord; oltre questo punto la roccia è più compatta e sana, ma pur sempre molto diaclasata in varie direzioni, con strie di faglia poco e molto inclinate. Rispetto alla galleria questa zona di frantumazione corrisponde all'incirca alle progressive 2862-2662 da finestra 1.

La zona in parola si dirige su per il vallone che scende da « le Fratte » (cfr. pag. 16). Attraversando a m. 650 di quota questo vallone si incontra la zona di cataclasi e – appena a Nord dell'asse del vallone – la dolomia è molto laminata, scheggiata, con un inizio di scistosità secondo: dir. N 30-40° W, inclin. subverticale. *Ma poco sopra* si nota anche una serie di superficie con dir. N 15° E, inclin. 75-80° E 15° S con aderente una breccia cataclastico-milonitica; su una di queste superfici sono *visibili strie con 30-35° di inclinazione a Sud.*

2. – Poco più di 300 m. a Sud della passerella abbiamo poi il lembo isolato di Lias già descritto (vedi pag. 15), che termina 400 m. più a valle, e sta di fronte alle progr. 4160-4460.

Per il momento è preferibile non fare commenti, che potrebbero eventualmente portare oltre il limite dell'obiettività, ma giova richiamare l'attenzione sulla ripetuta presenza di strie di faglia poco inclinate, lungo piani subparalleli alla direttrice giudicariense.

3. – Per quanto riguarda la nota sinclinale o fascia di Giurese e Cretaceo corrispondente alla Linea Val Sacche - S. Lorenzo e ser-

rata, stipata – sia da Nord sia da Sud – tra due masse rigide di dolomia, i rilievi compiuti all'esterno hanno dimostrato che, da Nord verso Sud, alla Dolomia segue il Selcifero col « rosso ad Aptici » in fascia continua da Condino fin sotto il Monte Maina; poi, verso il nucleo della sinclinale, la Maiolica, che durerebbe di massima fino al nuovo contatto tettonico con la Dolomia principale all'orlo meridionale della fascia in questione, dove il Selcifero sarebbe addirittura assente o rappresentato da piccoli lembi.

Notevole lungo il contatto settentrionale (Dolomia - Selcifero) una larga zona di dolomia intensamente cataclastica e – più vicino al Selcifero – una fascia di roccia cataclastica per la quale è difficile dire se, e fin dove, si tratti di dolomia infiltrata dal vicino Selcifero (vene rossastre), in parte impastata col medesimo; o se non si tratti di Giurese superiore modificato *nell'aspetto* dalla cataclasi, così da confondersi con la dolomia.

3. - DA FINESTRA 2 AL POZZO PIEZOMETRICO

Questo tronco è tutto scavato entro la Dolomia principale. Però è stato possibile compiere diversi rilievi che presentano interesse nei riguardi delle ricostruzioni tettoniche, e che qui elenchiamo in ordine di progressiva, partendo dall'incontro della finestra 2 con la galleria principale.

Progressive

0	Maiolica: dir. N, inclin. 20-30° E.	5630
90	Maiolica: dir. E 40° N, inclin. 20° S 40° E.	5720
100	Si può dire che da questa progressiva cominci la dolomia, sicuramente del Norico. Non si è potuto vedere esattamente il contatto Maiolica-Dolomia. La dolomia è grigia, grigio-scura; vi si alternano anche dei banchi molto scuri.	5730
400-500	Ora la colorazione è, in massima, più chiara. L'inclinazione rimane come tendenza sui 20° al quadrante E.	6030-6130
880	Una faglia con specchio avente: dir. E 5-10° S, inclin. 60-65° S, strie di faglia orizzontali (posizione corrispondente a Valle Orsata).	6510

1100-120	<i>Zona di grande frantumazione della dolomia; una faglia con dir. E 10° N, inclin. 70° S, strie inclinate 25-30° ad E.</i>	6730-50
1250	5-6 faglie subparallele; dopo, l'inclinazione dei banchi — dai 20° di prima — aumenta a circa 45° E.	6880
verso 1400	Ancora ripetute faglie: tendenza e striature come in quelle a progr. 1100 ! (Posizione corrispondente all'incirca allo sbocco di Valle Ossera).	7030
2010-2456	Ultimi 450-350 m., lato Storo:	7640-8086
pozzo	1. - Inclin. dei banchi: sui 30-40° all' E.	
piezometrico	2. - La roccia è moltissimo fratturata, talora ridotta in breccia (breccia angolosa, che ancora regge per una certa adesione, un certo legame dei frammenti, dalle dimensioni di ghiaia a quelle di sabbia). La dolomia è in massima del tipo scuro, frequente nella zona di Storo. È attraversata da numerosissime faglie e, tanto sugli specchi con dir. E, inclin. fortissime a S (o a N), quanto sugli specchi con dir. a N, inclin. moderata all' E, le strie sono dirette ad E, e pochissimo inclinate (10-20°) all' E; e cioè nel primo caso, esse seguono la direzione e nell'altro l'immersione del piano di faglia.	

Ancora, il prof. GB. DAL PIAZ, mi rende noto che, « nella zona del pozzo piezometrico e della condotta forzata una vecchia galleria di guerra, che risale agli anni 1916-1917, mostra che la *roccia è intensamente fratturata*, tanto che in alcuni punti si cava facilmente col martello. Si osservano anche *numerosi piani di faglia*, diversamente orientati. La roccia tuttavia sostiene molto bene lo scavo da quasi quarant'anni, senza nessun armamento ».

Per quanto riguarda le corrispondenze con l'esterno in sponda sinistra del Chiese, possiamo annotare:

1. — Allo sbocco, tra la collina di S. Lorenzo e Valle Orsata, del vallone che scende dal Laretto, sul fianco destro i banchi sono quasi orizzontali leggerissimamente inclinati entro monte; sul fianco sinistro sono inclinati da 20 a 30° entro monte.

2. — Tra Valle Orsata e Valle Ossera le tracce dei banchi della Dolomia principale sono in complesso inclinate di una decina di gradi

verso Nord; ma tra q. 1409 (separa Valle Orsata da Valle Ossera) e fino oltre q. 1128 sembra chiaro che i banchi assumono inclinazioni da 45° fino a 60° verso Nord; la direzione (apprezzata dal fondo valle) sarebbe E 10-15° N. Tra Valle Ossera e fin oltre Valle Orsata si avrebbe così una sensibile flessura.

3. — Discordanze d'inclinazione si notano pure allo sbocco di Valle Ossera: sulla destra, lungo tracce dei banchi correnti a N 45° E, inclinazione di 35° S 45° W; sulla sinistra — in traccia con direzione N 40° E — inclinazione di 5-10° N 40° E.

In altre parole mentre le tracce dell'intersezione dei banchi con i fianchi della valle hanno all'incirca la medesima direzione (NE), la loro immersione si inverte, passando dal fianco destro a quello sinistro.

4. — Subito a Sud di Valle Ossera, sotto q. 583, si ha una notevole massa di frana anche a blocchi enormi, che dà l'impressione di derivare da dolomia in posto molto sconnessa per fratturazioni (corrisponde alle progressive in galleria 7030-7330 circa).

5. — Ad Ovest di q. 583 si misurano nella dolomia: dir. N 5° W, inclin. 25-30° E.

6. — 400 m. a SW, dove il Chiese si sposta dal piede del monte. lungo una traccia diretta a N 40° E l'inclinazione dei banchi appare di 15-20° a SW.

7. — Allo spigolo NW di q. 909, in dolomia grigio-nerastra leggermente bituminosa, scende un canalone fortissimamente inciso, con molto detrito recente. Esso indica probabilmente una frattura, ed è orientato ad E 10-15° N, con pareti subverticali (vicinanze del pozzo piezometrico; cfr. anche pag. 27).

* * *

Senza voler scendere ad una minuta analisi o a più minuziosi accostamenti tra le risultanze dell'osservazione all'esterno e quelle dell'osservazione in galleria (cosa che potrebbe essere prematura, o non sempre sicura), il risultato più importante che segue da quanto sopra esposto e che — secondo la convinzione di chi scrive — si presenta con un grado di probabilità che sfiora la certezza, è il seguente:

La grande massa di Dolomia principale che si stende da Sud di Tiarno per Cima Borei - Monte Stigolo - Rocca Pagana fino a Storo, apparentemente unitaria, in realtà si è frazionata in una serie di zolle

o cunei per opera di fratture e di faglie con decorso obliquo rispetto alla Linea delle Giudicarie; faglie lungo le quali – mentre non è possibile apprezzare l'entità dei singoli rigetti – con ogni probabilità si sono avute componenti di movimento in senso orizzontale (vedi strie di faglia) ⁽¹⁾, come anche in senso verticale.

In particolare riceverebbe nuova conferma l'intuizione, da me accennata in una precedente nota (1958), dell'esistenza di una faglia passante da Sud di Bisti (Val d'Ampola) – per Paivel – a Nord della Cima di Monte Stigolo ed oltre. Non si sa se essa si diriga verso Val Ossera o più a SW, corrispondendo forse alla zona di grande frantumazione constatata nella dolomia prima dello sbocco della galleria dal lato di Storo; è sperabile però che, una volta messi sull'avviso, accurate perlustrazioni sul terreno permettano di rispondere a questo quesito.

Forse non è del tutto fuor di luogo, o intempestiva, un'altra riflessione. La linea delle Giudicarie viene a presentarsi con caratteri diversi nei diversi suoi segmenti: da Tione verso Nord con carattere di frattura, o di un fascio di fratture vicarianti; da Sud di Tione (Bondo) fino a Pieve di Bono come semplice flessura o piega a ginocchio, appena forse con qualche limitato stiramento; da Plubega verso Sud va assumendo decisamente l'aspetto di frattura, forse con imponenti frantumazioni e soppressione di termini. Infatti nella stretta vallata del Chiese non rimane lo spazio materiale per inserire, tra il Permiano della sponda destra e la Dolomia principale della sponda sinistra tutta la serie dei terreni. A Condino anzi si ha, di fronte ai porfidi permiani, addirittura il Lias a 1/2 Km. di distanza soltanto. La frattura proseguirebbe poi oltre Storo fino al Lago d'Idro, prolungandosi per un tratto almeno, entro l'area del lago stesso.

A proposito delle strie di faglia poco inclinate, a direzione giudicariense, osservate ripetutamente sia nel primo che nel secondo tronco, l'autore desidera fissare qui, in via del tutto provvisoria, una sorta d'intuizione avuta a tavolino osservando la carta geologica d'insieme, e che qui si prospetta come una semplice ipotesi di lavoro.

Premesso che lungo entrambe le fratture – la Croina-Palone e la Val Sacche - S. Lorenzo – s'è verificato un movimento (relativo) verso WSW della zolla a mezzogiorno rispetto alla adiacente a set-

¹⁾ Trattasi in effetti di un sistema di faglie subseguenti alle due maggiori faglie a scorrimento orizzontale, già dimostrate tali: la Croina-Palone e la Val Sacche - S. Lorenzo.

tentrione, può darsi che questo stesso meccanismo si sia risolto, incontrando la linea delle Giudicarie – mediante una flessione a sigmoide delle superfici di movimento – in una sorta di flessura orizzontale accompagnata da ripiegamenti, fratture e frantumazioni della roccia, stiramenti e movimenti di scorrimento in senso orizzontale lungo la direttrice giudicariense, i quali tutti vengono a trovarsi, di massima, nella zona ora occupata dal fondovalle ⁽¹⁾.

Infatti, a ben guardare, la divergenza angolare fra la direzione delle fratture « trasversali » (o meglio oblique), in media E 15-20° N, e la direzione della valle del Chiese (linea delle Giudicarie) in questo tratto, N 50° E, non è che di 30-35°.

Resterà sempre *sub judice* che cosa sia avvenuto nel profondo della Linea delle Giudicarie a dare un allineamento quasi perfettamente rettilineo a dislocazioni che più in superficie si presentano di carattere sensibilmente diverso.

La Linea delle Giudicarie cioè, nel suo tratto settentrionale – da Merano per Monte Croce alla Val di Sole e alla Val Rendena – mostra il carattere di evidente frattura o addirittura di sovrascorrimiento (vedi GB. DAL PIAZ (1942) e TREVISAN (1938-1939). Ma da Tione fino a Sud di Pieve di Bono essa si presenta come una semplice flessura, forse con appena qualche parziale e locale stiramento; mentre, come s'è visto, da Plubega fino al Lago d'Idro la soluzione di continuo fra sponda destra e sponda sinistra del Chiese è marcata e profonda. E tuttavia questi tre tratti così diversi sono allineati lungo una direttrice quasi esattamente rettilinea, tanto da far pensare ad una comune determinante più profonda.

Si tratta forse di quella che il VECCHIA (1957) ha chiamato « faglia litosferica », o di che cos'altro? Non è certo questa la sede, nè questo il momento opportuno per discuterne.

Piuttosto si potrà domandarsi perchè nel terzo tronco – a valle della finestra 2 – non si siano trovate strie di faglia ad andamento giudicariense. Intanto non si può escludere che siano sfuggite all'osservazione; ma può ben darsi invece che la zona comprendente i « resti » rocciosi nei quali tali strie potrebbero osservarsi, spostata ulteriormente verso W dalla frattura Val Sacche - S. Lorenzo, venga a trovarsi in corrispondenza della Valle del Chiese, sepolta sotto le alluvioni.

¹⁾ A lavoro ultimato, constato ora che un tale ordine di idee non è molto lontano dal pensiero espresso, più o meno esplicitamente, dallo STAUB (1949) in « *Betrachtungen über den Bau der Südalpen* » (pag. 278-79, 282-83, **284**, 327, 330).

A P P E N D I C E

Si riassumono le caratteristiche osservate nei seguenti campioni di roccia:

1) Alla progr. 1877-82.

OSSERVAZIONI IN SEZIONE SOTTILE AL MICROSCOPIO

Mosaico piuttosto omogeneo di cristalli di calcite e di dolomite, con qualche traccia di sostanza argilloso-ocracea. Non è visibile silice.

ANALISI CHIMICA

CaCO ₃	54,91 %	} contenuto in CaMg (CO ₃) ₂ : 96,23 %
MgCO ₃	44,00 %	
Residuo	1,09 %	

2) Tra la progr. 1935 e 2132.

IN SEZIONE SOTTILE AL MICROSCOPIO

Un aggregato di fondo microcristallino calcareo, impuro per presenza di sostanza argillosa, cosparso di geodini e plaghette a grana cristallina un po' più grande di dolomite; si osservano inoltre tracce di sostanza carboniosa. L'aggregato è solcato da alcune fratture completamente ricementate dalla dolomite in aggregato cristallino. Ne risulta un complesso abbastanza eterogeneo. Non si osserva presenza di silice.

ANALISI CHIMICA

CaCO ₃	55,12 %	} contenuto in CaMg (CO ₃) ₂ : 95,69 %
MgCO ₃	43,75 %	
Residuo	1,13 %	

Entrambe queste rocce sono delle dolomie tipiche, stechiometricamente costituite quasi di sola dolomite. Il residuo si può attribuire sia alla sostanza argillosa sia alle tracce di sostanza carboniosa.

3) Alla progr. 2882 circa.

IN SEZIONE SOTTILE AL MICROSCOPIO

Aggregato microcristallino abbastanza uniforme, meno eterogeneo del precedente, costituito da cristalli di calcite e dolomite asso-

ciate; la dolomite ha carattere più idiomorfo, e presenta parecchie inclusioni carboniose e qualche chiazza e venetta di sostanza ocraceo-limonitica.

Nemmeno in questo campione è visibile della silice, nè sotto forma di quarzo nè sotto forma di calcedonio.

ANALISI CHIMICA

CaCO ₃	55,76 %	} contenuto in CaMg (CO ₃) ₂ : 79,72 %
MgCO ₃	36,44 %	
Residuo	7,80 %	

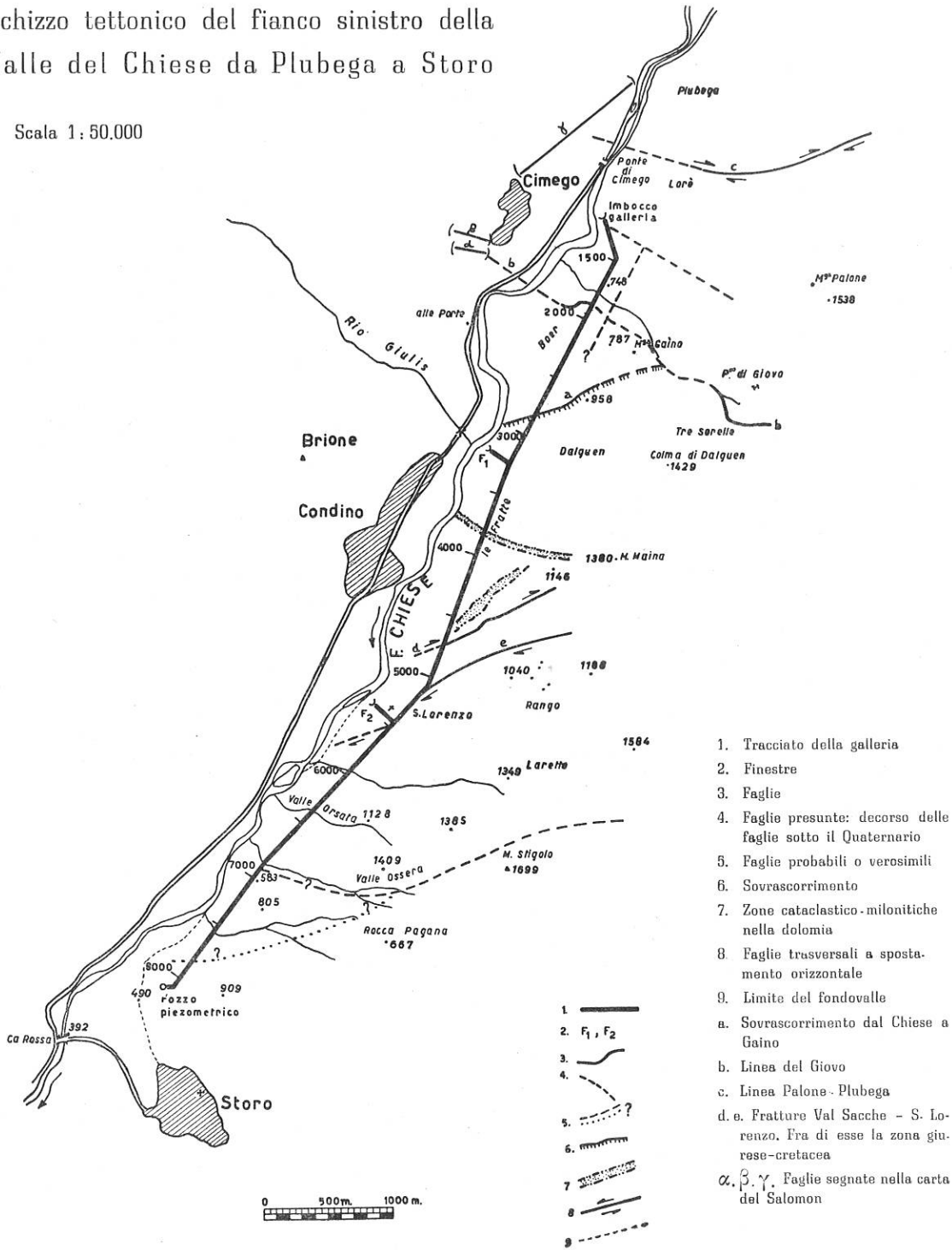
La roccia – nonostante le apparenze macroscopiche – non è un calcare ma una vera dolomia (circa 80 % di dolomite). L'elevato valore del residuo può riferirsi alla sostanza argilloso-ocracea, come pure alle inclusioni carboniose.

Padova, 7 novembre 1959.

Istituto di Geologia dell'Università e Centro di Studio per la Petrografia
e la Geologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Schizzo tettonico del fianco sinistro della
Valle del Chiese da Plubega a Storo

Scala 1: 50.000



BIBLIOGRAFIA

- BITTNER A., 1880 - *Die Sedimentgebilde in Judikarien*. Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt, p. 233-38. Wien.
- BITTNER A., 1881 - *Ueber die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia*. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt, p. 219-370, 3 tavv. Wien.
- BLAAS J., 1902 - *Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen*. Vol. 5, p. 784-86 e carta geologica. Innsbruck.
- BONI A., 1950 - *Notizie preliminari sulla stratigrafia del margine sud-orientale della regione fra il Sebino e l'Eridio*. Atti Acc. Naz. dei Lincei, Ser. ottava, Rendiconti, Classe di Scienze fis., mat. e naturali, Vol. VIII, Fasc. 4, p. 356-60. Roma.
- BONI A., 1951 - *Notizie preliminari sulla tettonica del margine sud-orientale della regione fra il Sebino e l'Eridio*. Atti Acc. Naz. dei Lincei, Ser. ottava, Rendiconti, Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali, Vol. X, Fasc. 6, p. 485-91. Roma.
- BONI A., 1955 - *Geologia della regione fra il Sebino e l'Eridio*. Atti dell'Istituto Geol. dell'Università di Pavia, Vol. V (1951), p. 13-64, 17 figg. Pavia.
- CADROBBI M., 1958 a - *Alcune osservazioni geologiche fra la Valle del Chiese e la Val d'Ampola (Trentino occidentale)*. La Ricerca Scientifica, Anno 28°, N. 7, p. 1423-27. Roma.
- CADROBBI M., 1958 b - *Studio geotettonico sui monti a Nord di Arco (Trentino meridionale)*. Mem. degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova, Vol. XXI, 83 pp., 2 tavv., 1 carta geologica. Padova.
- DAL PIAZ Gb., 1942 - *Geologia della bassa Valle d'Ultimo e del massiccio granitico di Monte Croce*. Memorie del Museo di Storia Naturale della Venezia Tridentina, Vol. V, fasc. 2, p. 177-360, 9 figg., 6 tavv., 1 carta geolog. Trento.
- LEPSIUS R., 1878 - *Das westliche Süd-Tirol. Geologisch dargestellt*. 375 pp., X tavv., 1 carta geologica. Berlin (pag. 228-29).
- SALOMON W., 1908 - *Die Adamellogruppe*. Abhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, Band XXI, Heft 1, pp. XX-603, figg. 98, tavv. 10, 1 carta geologica. Wien.
- SOCIETÀ EDISON, 1960 - *L'impianto Cimego-Storo della Società Idroelettrica Alto Chiese*. Quaderni di studi e notizie. V. 16, n. 312, pag. 249-253, 3 figg. Milano.
- STAUB R., 1949 - *Betrachtungen über den Bau der Südalpen*. Eclogae Geol. Helv., Vol. 42, p. 215-408, figg. 39, tavv. 3. Basel.
- TREVISAN L., 1936 - *Nota preventiva sui risultati di un nuovo studio geologico del Gruppo di Brenta (Trentino occidentale) con particolare riguardo alla tettonica*, Studi Trentini di Scienze Nat., Anno XVII, p. 165-179, figg. 4, tavv. 3. Trento.

- TREVISAN L., 1938 - *Il fascio di fratture tra l'Adige e la « Linea delle Giudicarie » e i suoi rapporti col massiccio intrusivo dell'Adamello*. Studi Trentini di Scienze Nat., Ann. XIX, p. 177-187, figg. 3. Trento.
- TREVISAN L., 1939 - *Il Gruppo di Brenta (Trentino Occidentale)*. Memorie dell'Istituto Geologico d. R. Università di Padova. Vol. XIII, pp. 128, figg. 36, tavv. 6, 1 carta geologica. Padova.
- TREVISAN L., 1941 - *Profili tettonici nella regione della bassa Sarca (Trentino)*. Studi Trentini di Sc. Nat., Ann. XXII, p. 3-9, figg. 2, tav. 1. Trento.
- VECCHIA O., 1957 - *Significato del fascio tettonico Giudicario - Atesino. Dal Benaco a Merano: un problema geologico*. Boll. d. Soc. Geol. It., vol. XXVI, p. 81-135, figg. 13 (di cui 2 cartine e 1 tavola). Roma.

CARTE GEOLOGICHE

Carta Geologica delle Tre Venezie - Foglio Riva. Sezione geologica dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque. Venezia, 1948.

RIASSUNTO - Vengono esposte, in un profilo da monte a valle, le osservazioni compiute lungo la galleria di derivazione Cimego - Storo, nella bassa Valle del Chiese (Trentino sud-occidentale) in prossimità della Linea delle Giudicarie. Si confrontano tali risultati con quelli dell'osservazione all'esterno discutendo la tettonica locale. Si chiariscono i rapporti tra il lembo giurese-liassico a NE di Condino e la contigua Dolomia principale e viene posta in evidenza l'esistenza di una nuova linea di dislocazione (« linea del Giovo ») nonchè di numerose altre fratture, accertate o probabili. L'autore presenta infine, quale ipotesi di lavoro, un'interpretazione tettonica del tratto meridionale della Linea delle Giudicarie, da Plubega al Lago d'Idro.

ZUSAMMENFASSUNG - Es werden, in einem von Berg zu Tal gehenden Profil, die Beobachtungen mitgeteilt, die längs des Wasserzuleitungsstollens Cimego - Storo, im unteren Chiesetale (südwestliches Trentino) und in nächster Nähe der Judikarienlinie, gemacht wurden. Diese Ergebnisse werden mit denen der Beobachtungen an der äusseren Oberfläche verglichen, und es wird die Lokaltektonek erörtert. Es werden auch die Beziehungen zwischen dem Vorkommen jurassisch-liassischer Schichten nordöstlich Condino und dem benachbarten Hauptdolomit geklärt, und die Existenz einer neuen Dislokationslinie (« linea del Giovo »), sowie auch zahlreicher anderer, sicherer oder wahrscheinlicher, Brüche deutlich dargelegt. Der Verfasser schlägt endlich als Arbeitshypothese eine tektonische Deutung des südlichen Abschnittes der Judikarienlinie, von Plubega bis zum Idrosee, vor.

