



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
DIPARTIMENTO DI GEOSCIENZE

Direttore Prof.ssa Cristina Stefani

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN  
SCIENZE GEOLOGICHE

**RILEVAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE E  
ANALISI MICROSTRUTTURALE DELLA ZONA DI  
FAGLIA DELLA VAL DI CENTA (PASSO DELLA FRICCA,  
ALPI MERIDIONALI, ITALIA)**

*Relatore: Prof. Giulio Di Toro*

*Correlatore: Dr.ssa Mittempergher Silvia*

*Laureanda: Guastalli Gloria*

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

*“Ad Ale, perchè sei stato l’esempio da seguire.  
A chi mi vuole bene davvero, ed ha sempre creduto  
in me”*

# INDICE

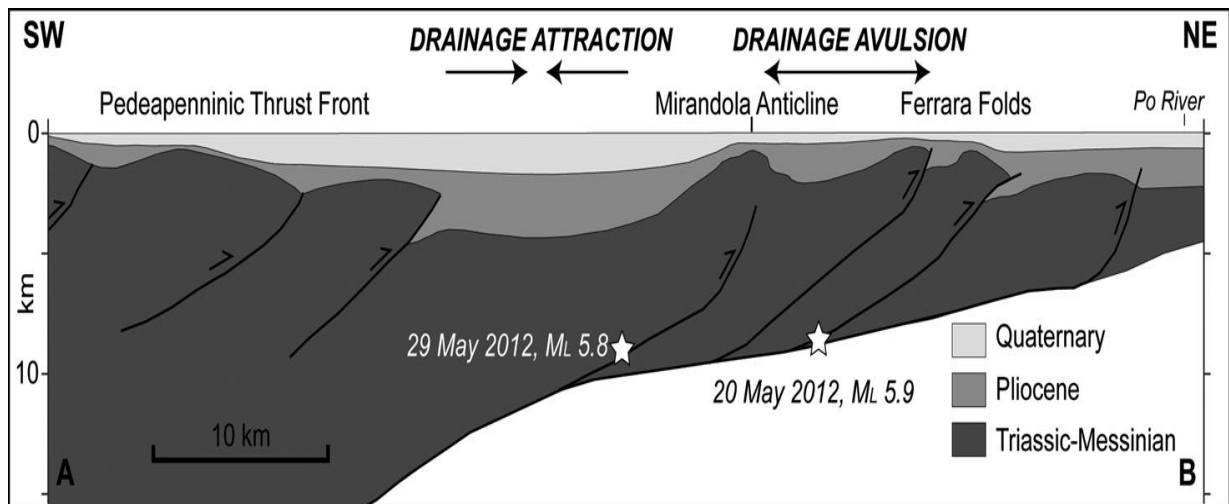
<b>1. Introduzione</b>	
1.1 Motivazioni	pag 4
<b>2. Inquadramento geologico</b>	
2.1. Collocazione geografica e assetto tettonico	pag 6
2.2 Litologie	pag 7
<b>3. Metodi</b>	
3.1 Tecniche di terreno	pag 9
3.2 Tecniche microanalitiche	pag 9
<b>4. Il Rilevamento</b>	
4.1 Esecuzione del rilevamento	pag 10
4.2 Divisione in zone di studio	pag 12
4.3 Raccolta campioni	pag 15
<b>5. Analisi Microstrutturale</b>	
5.1 Microscopio e catodoluminescenza	pag 15
<b>6. Interpretazione Dati</b>	pag 18
<b>7. Conclusioni</b>	pag 20
<b>Bibliografia</b>	pag 21

# INTRODUZIONE

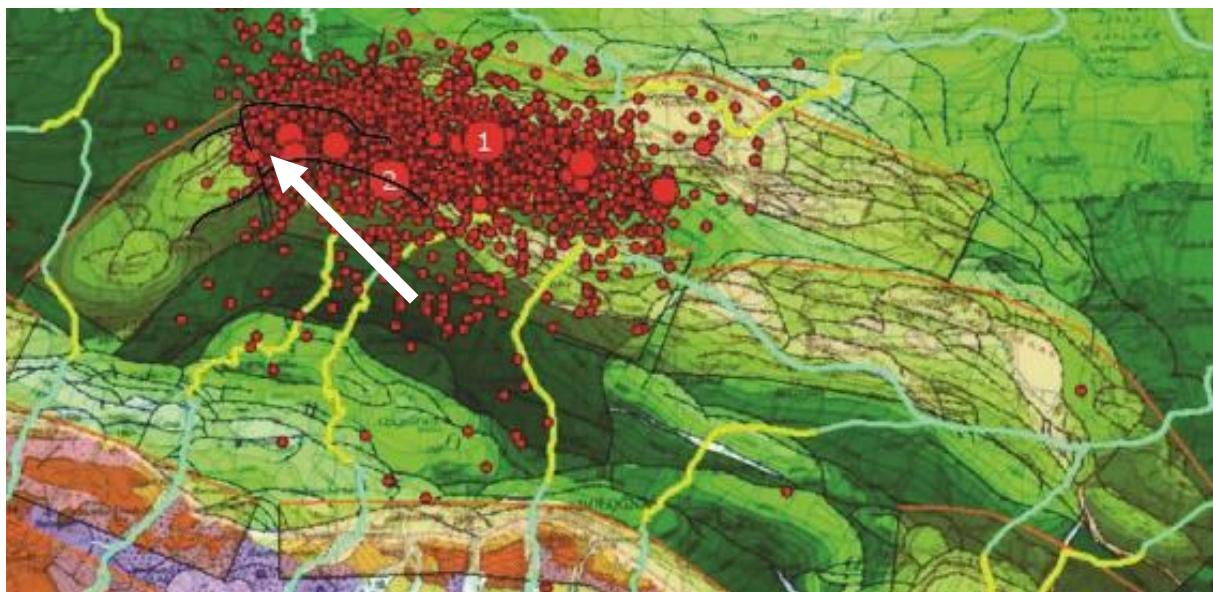
## 1.1 Motivazioni

L'idea di studiare l'architettura di una zona di faglia in rocce carbonatiche nasce analizzando le sequenze sismiche che recentemente hanno coinvolto il territorio nazionale, ossia quella de L'Aquila (evento principale del 6.4.2009 con  $M_w=6.1$ ) e quella dell'Emilia (2012, con eventi principali  $M_w=5.9$  e  $M_w=5.8$  del 20.5.2012 e 29.5.2012). La sequenza Emiliana risulta di particolare interesse principalmente per la struttura delle faglie associate: l'assetto strutturale consiste in una serie di thrust a vergenza settentrionale (Fig. 1), con direzione circa est-ovest, che rappresentano il fronte d'avanzamento degli Appennini, segmentati da faglie di svincolo trascorrenti, con direzione circa nord-sud. Osservando la carta dell'evoluzione nel tempo della sequenza sismica, si può notare come lo sciame si arresti in prossimità delle faglie trascorrenti (Fig. 2). Da qui l'importanza di comprendere i rapporti geometrici che intercorrono tra le diverse famiglie strutturali, e di come tendono a ridistribuirsi gli stress durante la sequenza sismica. Allo stesso modo, la zona di studio scelta situata lungo il Valico della Fricca (TN) presenta delle faglie a basso angolo di circa  $20^\circ$ - $30^\circ$  tagliate da altre di tipo trascorrente più recenti con inclinazione di  $60^\circ$ - $70^\circ$  orientate E-W. Anche in questo caso le faglie si sviluppano in rocce carbonatiche e ciò, unito alla presenza di thrust e faglie trascorrenti così come in Emilia, ha reso determinante la scelta del luogo per lo studio delle relazioni geometriche e della struttura di una zona di faglia.

Il fine di questo elaborato è quello di descrivere, attraverso un rilievo geologico-strutturale di dettaglio effettuato insieme allo studente Matteo Demurtas e con la supervisione del professor Giulio Di Toro e della Dott.ssa Silvia Mitterpergher, (1) la sequenza degli eventi deformativi che hanno interessato l'area e (2) di determinare, per mezzo di una successiva analisi microsutturale, la presenza di eventuali markers (clasti troncati, vene di iniezione, ecc.) di rotture sismiche in rocce di faglia. I punti (1) e (2) consentirebbero di impiegare, in studi futuri, il reticolo di faglie del Valico della Fricca come analogo esumato di sorgenti sismiche geometricamente complesse attive nelle Alpi Meridionali e nel fronte Appenninico Settentrionale. Le notevoli esposizioni in corrispondenza del Valico della Fricca soddisfano queste esigenze di ricerca.



**Figura 1** : Schema strutturale della zona colpita dalla sequenza sismica Emiliana del 2012 : i terremoti principali si sono propagati in litologie prevalentemente carbonatiche. (Burrato et al., 2012)

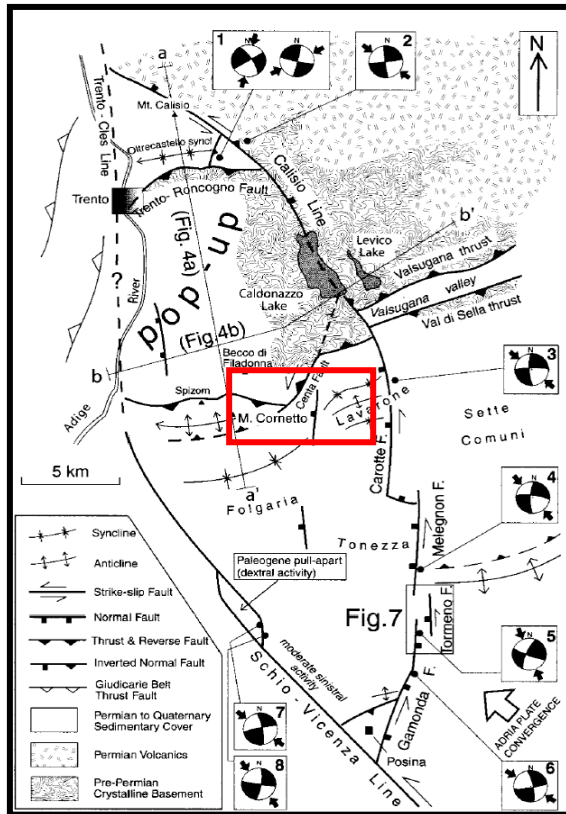


**Figura 2**: Schema della progressione degli eventi sismici a partire dal 20 Maggio 2012 , arrestatasi lungo la faglia trascorrente di svincolo posta ad Ovest degli eventi principali (1) e (2). (Immagine scaricata da [www.ingv.it](http://www.ingv.it))

# INQUADRAMENTO GEOLOGICO

## 2.1 Collocazione geografica e assetto tettonico

La zona studiata è situata nelle Alpi Meridionali, a sud-est di Trento, in prossimità



del Valico della Fricca (TN, 1083 m l.m), che mette in comunicazione la piana di Caldonazzo con l'altopiano di Folgaria. L'area rilevata affiora lungo la ex-SS349, ora deviata in galleria probabilmente per l'instabilità dei versanti in roccia. Non a caso la zona è conosciuta dagli abitanti del posto a causa della sua particolare attività franosa, associata al denso reticolato di faglie e fratture che tagliano la roccia affiorante.

**Figura 3:** schema strutturale sella zona rilevata (Zampieri et al., 2003)

I lineamenti strutturali principali che caratterizzano l'area sono la Linea del Calisio nella porzione orientale, ed il lineamento della Schio-Vicenza nella parte occidentale. Si tratta di strutture di probabile età Triassica ed ancora oggi attive come faglie trascorrenti. In particolare, la zona studiata è all'intersezione tra il thrust del M.te Spizom e la linea trascorrente della Val di Centa (Zampieri et al., 2003). Un altro importante lineamento strutturale presente nell'area è il thrust della Valsugana, di età Serravalliana-Tortoniana non più attivo ma probabilmente associato alla cinematica del thrust del M.te Spizom da noi studiato (figura 3). La relazione tra la Linea della Val di Centa e il thrust della Valsugana è discussa: secondo Barbieri et al. (1981) la faglia in Val di Centa è una struttura a se stante e rigetta il thrust della Valsugana con taglio sinistro. Secondo Ogniben (1987) la Linea della Val di Centa è

la continuazione della linea della Valsugana, con rigetti progressivamente più ridotti procedendo verso sud-ovest.

## **2.2 Litologie**

Nell'area di studio sono presenti tre formazioni, con rocce prevalentemente dolomitiche risalenti al Triassico.

### -Formazione dello Sciliar:

(Illirico p.p.- ? Fassanico p.p.) Corrisponde alla "Dolomia del Sindech" di De Zanche e Mietto (1989). Alla base si presenta come una dolomia stratificata organizzata in cicli peritidali, dal colore quasi bianco, e stromatoliti planari continue con presenza di *sheetcrack*. Al posto di questi ultimi si possono ritrovare intervalli argillitici millimetrici o dolomie marnose giallastre screziate in rosso. In particolare nell'area di studio la Dolomia del Sindech si presenta come una dolomia cristallina bianca, con presenza di cavità, in banchi di 30-50 cm di spessore. In totale lo spessore si aggira sui 50 metri. L'ambiente di deposizione è di piattaforma tidale aggradante, periodicamente e anche lungamente emersa in vasti settori.

### - Formazione di Travenanzes (ex Fm. di Raibl):

(Carnico p.p.) Il contatto con la più antica Dolomia del Sindech è per superficie erosiva. È ipotizzabile una tettonica distensiva Giurassica che ha interessato questa formazione determinando localmente contatti verticali con la Dolomia del Sindech. Questa formazione si presenta con una litozona formata da prevalenti dolomie grigio-biancastre, talora con fiamme gialle o rosate, intercalate da livelli centimetrici-millimetrici di peliti verdi e grigie. Verso il tetto si trovano dolomie grigio chiare – biancastre in strati metrici a giunti piani separate da livelletti di peliti rosse. Il passaggio alla Dolomia Principale è graduale e caratterizzato dalla progressiva scomparsa delle intercalazioni pelitiche. Lo spessore della formazione può variare tra i 5 e i 100 metri. L'ambiente deposizionale è riferibile ad un'area continentale e lagunare evaporitica prossima ad aree in erosione e ad aree a sedimentazione prevalentemente peritidale.

### -Dolomia Principale:

(Carnico sup.- Norico) Il limite con la sottostante Formazione di Travenanzes è graduale e segnato dalla comparsa di spessi banchi (ca. 1-2 metri) di dolomie

subtidali. All'interno della formazione ritroviamo una ricorrenza ben stratificata e monotona di cicli peritidali dallo spessore metrico. Se nella parte inferiore le dolomie hanno un aspetto più microcristallino e colore grigio, risalendo nella successione sono più vacuolari e acquisiscono un colore grigio chiaro e formano strati dallo spessore plurimetrico (fino a 2-3 metri). La potenza di questa formazione supera i 600 metri di spessore. L'ambiente deposizionale è quello di una vasta ed articolata piattaforma carbonatica dolomitizzata precocemente, con prevalenti facies lagunari e di piana tidale.



## **METODI**

### **3.1 Tecniche di terreno**

Per poter realizzare un'esauriente carta geologica-strutturale di dettaglio (preparata in collaborazione con il collega Matteo Demurtas) che evidenzi le strutture minori (fratture e faglie) e maggiori (faglie principali) è stato usato un supporto topografico alla scala 1:20000 avente isoipse direttrici ogni 10 mt ed ausiliarie ogni 2 mt. La carta topografica di base è la CTR informatizzata migliorata grazie all'impiego dei telerilevamenti LIDAR effettuati dalla Provincia Di Trento.

### **3.2 Tecniche microanalitiche**

Le analisi microstrutturali sono state condotte al microscopio ottico e in catodoluminescenza (CL) su 7 sezioni sottili di rocce di faglia. Scopo dello studio è stato l'individuazione di possibili microstrutture ascrivibili al passaggio di rotture sismiche. La tecnica CL consiste nell'impiego di un fascio di elettroni diretto sulla sezione sottile di roccia (spessore di 30 micrometri). Una volta colpito dal fascio, il minerale emette nel visibile originando tipiche immagini CL che vengono utilizzate per mappare variazioni estremamente limitate dovute sia a zonature di elementi maggiori o in tracce sia a tessiture (es.: zonature e settori di crescita, bordi di alterazione). Le caratteristiche mineralogiche osservate in CL non possono essere ottenute attraverso altre tecniche di microscopia elettronica. In entrambi i casi il lavoro è stato eseguito con la supervisione della dottoressa Silvia Mittempergher.

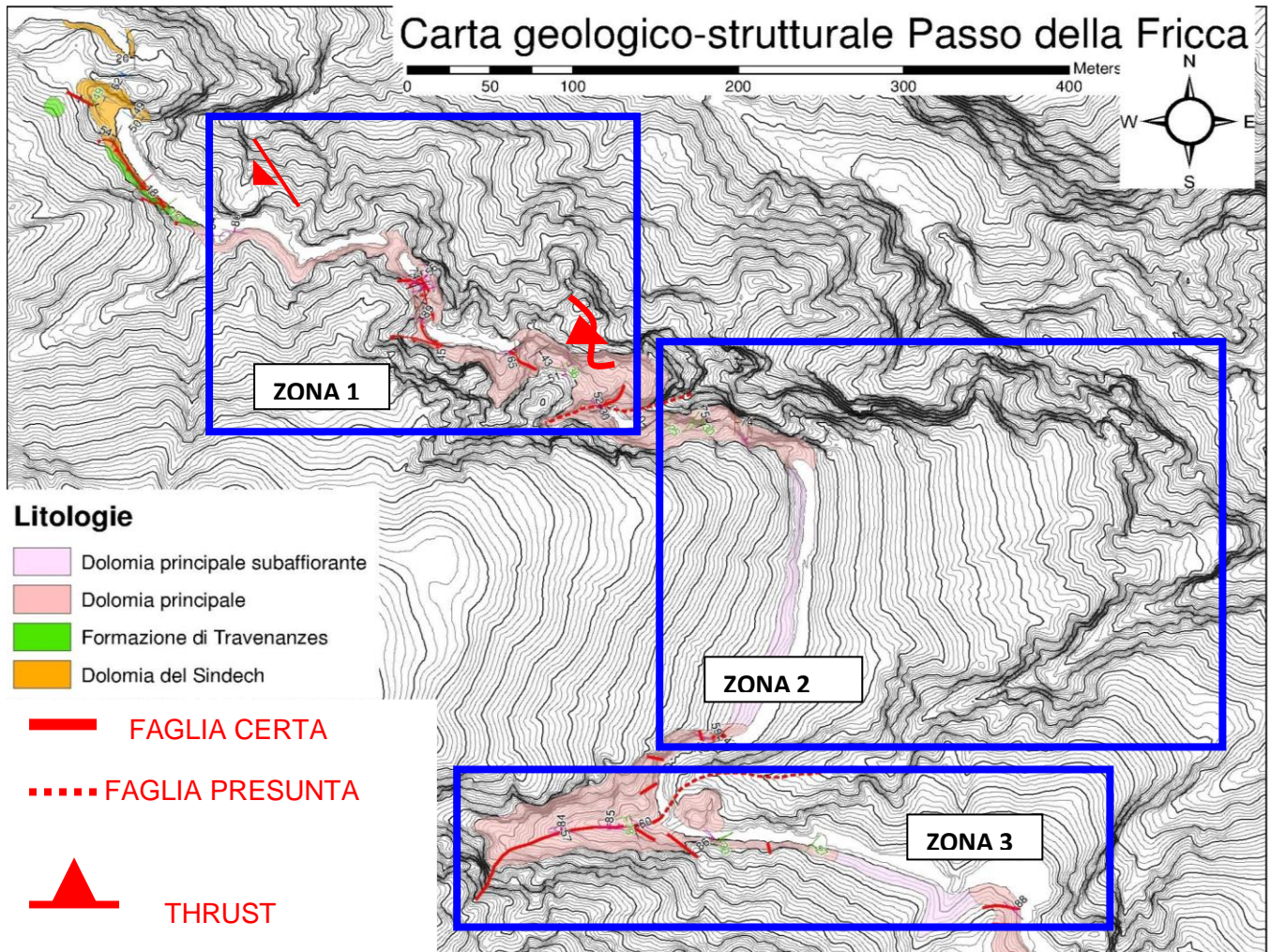
## **IL RILEVAMENTO**

### **4.1 Esecuzione del Rilevamento**

Lo studio strutturale dell'area è stato effettuato in collaborazione col collega Matteo Demurtas per un totale di sei giorni di rilevamento. La roccia affiora in modo continuo, fatta eccezione per la parte meridionale della carta in cui diventa sub-affiorante (Fig. 4). I dati strutturali raccolti sono stati complessivamente 135 e comprendono giaciture e lineazioni di faglie lungo la SS349.

I dati geologico-strutturali raccolti sono stati riportati in una carta geologica informatizzata usando una base topografica georeferenziata, con l'ausilio del software G.I.S (Geographic Information System), molto utile anche per l'immagazzinamento e la classificazione dei numerosi dati strutturali raccolti. Il prodotto principale è la carta geologico-strutturale riportata in figura 4.

I dati strutturali sono stati riportati con stereogrammi impiegando il programma Stereonet. E' evidente la presenza di più famiglie di faglie e fratture che sono state suddivise in diverse classi in funzione della loro giacitura e direzione di movimento (vedi stereogrammi nelle pagine successive). Inoltre, per poter meglio descrivere le variazioni nello spazio dei principali lineamenti misurati, abbiamo suddiviso l'area studiata in tre zone, caratterizzate da cinque differenti famiglie di faglie denominati: blu, rossa, rosa, arancione e marrone.

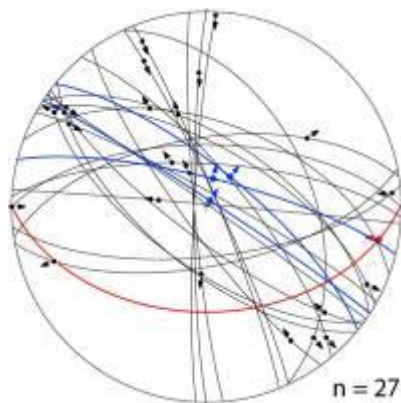


**Figura 4:** Carta GIS dell'area rilevata preparata in collaborazione con il collega Matteo Demurtas suddivisa nelle tre zone .

## 4.2 Suddivisione in zone di studio

### Zona 1

In quest'area (zona 1 figura 4) si ritrovano tutte e tre le litologie riscontrate durante il rilevamento. Qui troviamo la famiglia di faglie “blu”, caratterizzata da faglie normali con direzione NW-SE, inclinazione  $70^\circ$  e lineazione dip-slip. Questo tipo di faglie presenta un sottile livello di gouge nella zona di slip ed ha andamento sub-parallelo alla direzione del backthrust del M.te Spizom poco distante, sfruttando spesso piani di strato per la loro propagazione. La famiglia blu esercita un controllo sulla topografia: i fianchi delle pareti di roccia corrispondono spesso a piani di faglia lucidi e lineati. Altra famiglia riconosciuta è quella delle faglie inverse a basso angolo (thrust) qui denominata come famiglia “rossa”, con immersione  $N138^\circ$ , inclinazione  $18^\circ$  e lineazione circa  $20W$ . Le faglie inverse sono tagliate dalle faglie normali (vedi pagina 19).



#### **Legenda:**

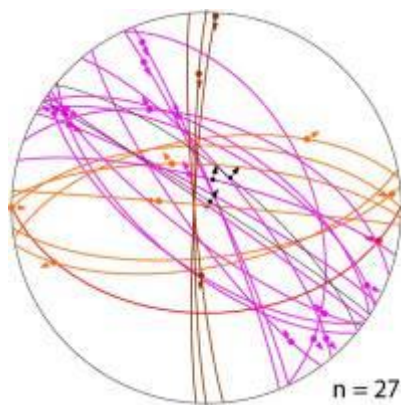
---- faglie normali NW-SE  $70^\circ$  inclinazione

---- thrust  $N138^\circ/18^\circ$

## Zona 2

La seconda zona studiata che coinvolge la parte centrale del percorso, caratterizzata principalmente dalle cinque gallerie, è quella più estesa ma anche la più complessa dal punto di vista strutturale: qui infatti abbiamo riscontrato la presenza di quattro delle cinque famiglie di faglie, di cui una trattasi della famiglia “rossa” ossia faglie con andamento uguale ai thrust incontrati nella zona precedente che sfruttano i giunti di strato per la loro propagazione. Le faglie sono decorate da sottilissimi ( qualche mm) livelli di gouge .

Per quel che riguarda le famiglie rosa, marrone ed arancione possiamo affermare, grazie all’osservazione delle lineazioni che si tratta di faglie trascensive ossia trascorrenti con carattere distensivo, di taglio ipotizzato rispettivamente destro per le rosa, sinistro per quelle marroni e di nuovo destro per le faglie della famiglia arancione. Il senso taglio è stato ipotizzato osservando l’associazione di strutture tipo R e R’ di Riedel. Le faglie della famiglia rosa presentano analogie con le strutture della famiglia blu descritte nella zona 1 per quel che riguarda la giacitura, ma differiscono per essere di tipo trascorrente o trastensivo invece che normali. Inoltre le faglie trascorrenti-trastensive della famiglia rosa hanno cataclasiti e gouge, mentre le faglie della famiglia blu solo gouge. Le strutture della famiglia marrone sono fratture dal rigetto irrilevante, con frequenza di due- tre per metro e probabilmente associate all’estensione Giurassica e successivamente riutilizzate come trastensive nell’orogenesi Alpina (vedi sistemi di fratture R e R’). Meno abbondanti sono le faglie e fratture appartenenti alla famiglia arancione. Essa è caratterizzata da piani con direzione circa E-W ad alto angolo, in media 75°-80°.



### **Legenda:**

---- Faglie trascorrenti destre NW-SE INCL 70° circa

---- Faglie trascorrenti destre E-W INCL 75/80° circa

---- Faglie trascorrenti sinistre N-S

---- Thrust N140°/20° circa

### Zona 3

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di una faglia ben esposta orientata E-W ad alto angolo (immersione  $75^{\circ}$ - $80^{\circ}$  verso NORD) appartenente alla famiglia arancione, su cui si imposta una valletta che caratterizza l'area. Il versante meridionale della valle è infatti impostato sulla superficie di faglia. Una sezione circa ortogonale alla zona di faglia è esposta sul fondo della valletta, dove si individua una zona di scivolamento principale e quella di danneggiamento.

In corrispondenza della zona di slip si ha una forte localizzazione della deformazione con presenza di una superficie lucida con lineazione immergente verso E e pitch compreso tra  $10^{\circ}$  e  $45^{\circ}$ . Il tetto della zona di danneggiamento è tagliata da fratture di tipo R e R' (figura 5) con i relativi rigetti, rispettivamente destri e sinistri, e di tipo Y, orientate parallelamente alla faglia principale. Si ritrovano anche piccole vene di carbonato che riempiono fratture interpretate come di tipo T (vedi sezione microstrutture). Dalle faglie e fratture minori tipo Riedel attribuisco un senso di taglio destro alla faglia principale. Per quanto riguarda le rocce al tetto della faglia nella zona cataclasata si osserva una transizione graduale da un livello di gouge spesso da qualche mm a 1-2 cm, a ultracataclasite, fino a protocataclasite. Al letto della faglia, in corrispondenza della zona di slip, la dolomia è brecciata e interessata da fratture di tipo estensionale. Di rilievo è l'andamento degli strati nell'incassante in prossimità della faglia principale: gli strati tendono a verticalizzarsi ed l'immersione ruota da circa  $N140^{\circ}/30^{\circ}$  a circa 15-20 metri dalla faglia a  $N169^{\circ}/78^{\circ}$  in prossimità della faglia. La rotazione degli strati al tetto è da me attribuita all'uncinamento "in trazione destra" degli strati in prossimità della zona di slip.



**Figura 5:** faglia trastensiva della valletta. Si noti il blocco lungo il quale è avvenuto il movimento con la direzione delle fratture R ed R'.

### **4.3 Raccolta campioni**

Durante il lavoro di rilevamento ci siamo chiesti se tali faglie fossero associate a rotture sismiche oppure hanno registrato eventi deformativi (p.e.. creep) non sismici o fasi particolari del ciclo sismico. Per questo motivo abbiamo raccolto campioni dei piani di scivolamento delle strutture più importanti (in modo particolare dalla faglia trastensiva sulla quale si imposta la valletta descritta nella zona 3), per lo studio microstrutturale effettuato su sezioni sottili (vedi capitolo introduzione e capitolo metodi). Le sezioni sottili preparate sono sette (FR1,FR2,FR3,FR4,FR5,FR6,FR7) e orientate parallelamente alla lineazione e ortogonalmente al piano di faglia. Di seguito riporto tre esempi (i più rappresentativi) di sezioni sottili studiate.

## **L'ANALISI MICROSTRUTTURALE**

### **5.1 Microscopio ottico e ottico con catodoluminescenza**

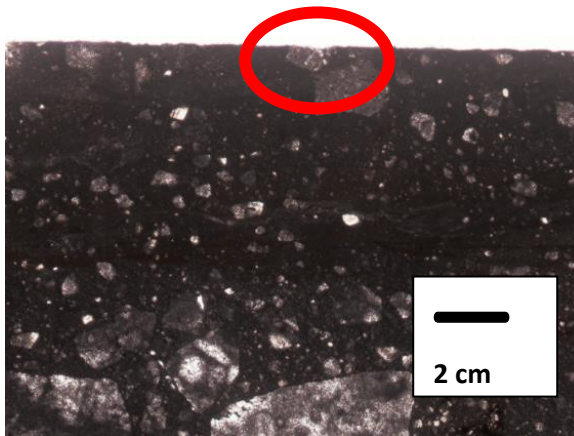
Secondo recenti pubblicazioni (Billi A. and Di Toro G., 2007) circa studi sperimentali effettuati su rocce di tipo carbonatico, è emerso che affinché una faglia oggi esumata possa essere considerata “sismogenetica” deve presentare dei markers (indicatori) che si possono formare solamente nelle condizioni di deformazione tipiche dello scivolamento sismico. Poiché le rotture sismiche enucleano a diversi km di profondità nella crosta terrestre, le pressioni sono dell'ordine delle centinaia di MPa ed essendo la velocità di scivolamento tra i blocchi di faglia durante un terremoto di qualche metro al secondo, lo sfregamento per attrito determina un innalzamento locale (e cosismico) di temperatura anche di diverse centinaia di gradi Celsius. Nelle rocce silicatiche questo può determinare la formazione di fusi di frizione (pseudotachiliti quando solidificati). Nei carbonati non si possono formare pseudotachiliti poiché non vi è silice.

Nell'area di rilevamento dove le faglie tagliano dolomie, abbiamo trovato roccia polverizzata, cataclasite e gouge. Nelle condizioni di deformazione tipiche di un terremoto la roccia non resiste più alle tensioni frantumandosi producendo gouge, cataclasiti e rocce polverizzate. I campioni di roccia raccolti lungo la zona di danneggiamento e la zona di slip provengono da faglie inverse che abbiamo incontrato nella porzione più settentrionale dell'area studiata (zona 1 in Fig. 4,

campione “FR1”) e da faglie trascorrenti che abbiamo incontrato nella zona 3 (campione “FR5” e “FR6”). Un area sul quale ci siamo soffermati a lungo è quella con la faglia trascorrente destra descritta in Fig 6. .

Nelle rocce di faglia inversa a basso angolo (campione FR1; zona 1), si osservano clasti troncati lungo la superficie di slip (figura 6) mentre nelle rocce di faglia trastensiva (campione FR5, zona 3) si osservano, oltre a clasti troncati, anche delle fratture sub-parallele con angolo di circa 70 gradi in senso orario partendo dal piano di faglia riempite di materiale carbonatico (Figura 7). Si tratta di fratture tensionali probabilmente apertesi durante le fasi intersismiche. L'orientamento di queste fratture tensionali è consistente con il taglio destro della faglia principale (vedi sistema di fratture tipo Riedel R e R' in Figura 5).

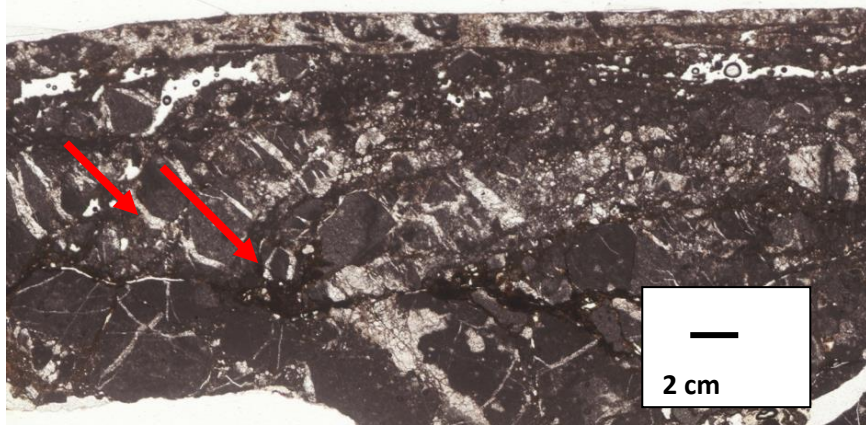
In catodoluminescenza abbiamo osservato diverse sezioni sottili, la più rappresentativa proveniente dalla zona 3 (campione FR6 dalla faglia mostrata in Figura 5) e di seguito pubblicata, che mostra una vena riempita di materiale carbonatico ma composizionalmente differente dal resto della roccia (probabilmente per la presenza di elementi in traccia) che sutura una superficie di faglia con clasti troncati (figura 8a-b). Questa evoluzione nella composizione dei carbonati evidenzia l'ingresso di fluidi tardivi lungo un'originaria superficie di scivolamento sismico, e probabilmente apertasi in più fasi ( CICLO SISMICO).



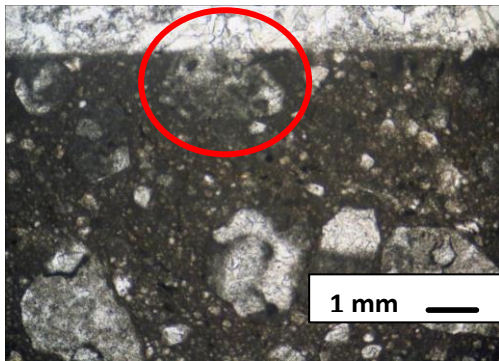
**Figura 6:** nel cerchio evidenziato un clasto troncato lungo sup. Di slip.

**Thrust dalla zona 1, campione FR1.**

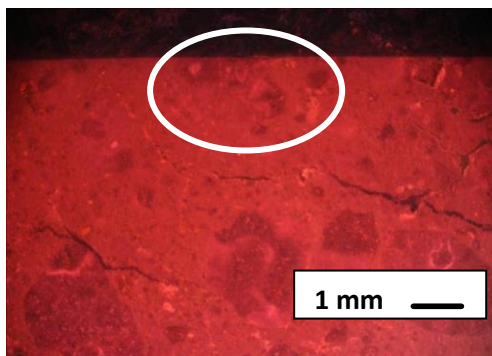




**Figura 7:** le fratture apertesi probabilmente durante il ciclo sismico sono tutte parallele tra loro. Faglia trascorrente destra in Fig. 7 dalla zona 3, campione FR 5



**Figura 8 a:** l'immagine mostra la sezione di roccia raccolta dalla faglia trastensiva destra in Fig. 7 dalla zona 3, campione FR6.. Clasto troncato lungo la sup di slip.



**Figura 8 b:** immagine 10a in catodoluminescenza .  
Si vede come la vena impostasi lungo la superficie di slip si sia aperta e riempita con materiale differente da quello circostante suggerendo l'alternanza di rotture sismiche (troncatura dei clasti) alternata ad ingresso di

## INTERPRETAZIONE DATI

Analizzando i dati raccolti e la loro suddivisione in famiglie si notano dei cambiamenti all'interno dell'area di studio.

La famiglia "blu", che rappresenta le faglie normali con andamento NW-SE (stereogramma 01), risulta presente prevalentemente nella zona 1, all'interno della Dolomia del Sindech. Spostandosi verso sud, invece, faglie con la stessa orientazione hanno un movimento trastensivo e lineazioni circa strike slip (stereogramma 02). Nel complesso, si riconoscono due fasi deformative a partire dal Miocene (probabilmente infatti le faglie si impostano su più strutture Triassiche e Giurassiche) che hanno contribuito alla formazione del complesso sistema di faglie oggi esposto.

I thrust della famiglia rossa sono più antichi perché sistematicamente tagliati da tutte le altre faglie studiate (Fig. 9). La famiglia rossa è probabilmente quanto rimane di una prima fase di compressione, dove i thrust si sono formati utilizzando i giunti di strato e creando



**Figura 9: thrust tagliato da una faglia trastensiva**

geometrie tipo ramp and flat. Associamo questa fase deformativa all'importante fase compressiva Valsugana che ha interessato l'area nel Serravalliano-Tortoniano.

Le altre famiglie di faglie normali, trascorrenti e trastensive fanno parte di generale regime estensionale che ha interessato l'area. Inoltre, grazie l'analisi microstrutturale effettuata successivamente sui campioni di roccia di faglia raccolti durante il rilevamento, abbiamo individuato dei markers microstrutturali (co-presenza in faglie in dolomia di superfici a specchio e clasti troncati) che secondo recenti pubblicazioni (Fondriest et al, 2013) sono formate durante la propagazione di rotture sismiche ( figura 7,9).

Un'altra importante osservazione che abbiamo potuto fare al momento del rilevamento e confermare successivamente mediante l'analisi microstrutturale è l'orientazione dello sforzo orizzontale massimo durante l'attività delle faglie trascorrenti (p.e., faglia della zona 3 in Figura 6). L'associazione delle fratture R ed R' coniugate in affioramento (Fig. 5) e delle strutture tensionali (Fig. 7) al

microscopio ottico è consistente con uno sforzo orizzontale massimo orientato ca. N340 (Figura 10)



**Figura 10**: Orientamento dello sforzo orizzontale massimo ( $\sigma_1$ ) da analisi di terreno e microstrutturali.

## CONCLUSIONI

I dati raccolti durante il rilevamento, le osservazioni di terreno e la successiva analisi microstrutturale ci consentono di concludere quanto segue:

I thrust vengono tagliati dalle faglie trascorrenti: le faglie inverse (Serravalliano-Tortoniano) probabilmente coetanee al thrust della Valsugana, sono tagliate da faglie trascorrenti più recenti e forse tutt'ora attive (probabilmente appartenenti al fascio della Linea Schio-Vicenza e del Calisio);

La presenza di superfici a specchio e clasti troncati suggerisce che le faglie studiate erano probabilmente sismogenetiche nel Miocene e successivamente (Fondriest et al, 2013);

L'orientazione delle fratture tipo Riedel R ed R' suggerisce una direzione ca. N340 dello sforzo massimo principale orizzontale  $\sigma_1$  (responsabile del cinematisma destro delle faglie trascorrenti);

Lo studio in catodoluminescenza evidenzia l'ingresso di fluidi con composizione diversa durante le diverse fasi del ciclo s

## BIBLIOGRAFIA

- Avanzini, M., Ferretti, P., Franceschi, M., Tomasoni, R., 2007, Progetto CARG PAT, Relazione illustrativa;
- Demurtas, M., 2012. *Caratterizzazione geologico-strutturale della Linea Val di Centa (Passo della Fricca, Alpi Meridionale, Italia)*. Tutore Giulio Di Toro; Co-Tutore Dr. Silvia Mittempergher
- De Zanche, V., Mietto, P., 1989. Il Triassico della Valsugana. Mem. Sc. Geol., 41: 163-189;
- Fondriest, M., Smith, S.A.F., Di Toro, G., Zampieri, D., 2012, Fault zone structure and seismic slip localization in dolostones, an example from the Southern Alps, Italy, *Journal of Structural Geology*;
- Nasdala L., Goetze J., Hanchar J.M., Gaft M., Krbetschek (2004) Luminescence techniques in Earth Sciences. Pages 43-93 in “Spectroscopic methods in mineralogy”, edited by A. Beran and E. Libowitzky. EMU Notes in Mineralogy. European Mineralogical Union. Budapest.
- Viganò, A., Bressan, G., Ranalli, G., Martin, S., 2008. Focal mechanism inversion in the Giudicarie-Lessini seismotectonic region (Southern Alps, Italy): Insights on tectonic stress and strain. *Tectonophysics* 460, 106-115;
- Zampieri, D., Massironi, M., Sedeà, R., Sparacino, V., 2003. Strike-slip contractional stepovers in the Southern Alps (northeastern Italy). *Eclogae Geol. Helv.* 96, 115 – 123.



