

3.INDAGINI PETROGRAFICHE E MICROSTRUTTURALI

3.1.CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Le indagini microscopiche sono state condotte su una selezione di 76 campioni ritenuta più rappresentativa possibile dei litotipi in esame, allo scopo di evidenziare le associazioni paragenetiche e ricostruire la sequenza di relazioni esistenti tra blastesi e deformazione nelle miloniti dell'Unità di Castagna.

Le osservazioni petrografiche hanno, inoltre, consentito di effettuare una cernita di campioni ritenuti idonei sia per l'investigazione dell'orientazione cristallografica preferenziale degli assi "c" del quarzo, sia per l'esecuzione di microanalisi fondamentali per vincolare e ricostruire i vari *steps* P-T dell'evoluzione termo-barica che caratterizza i litotipi cristallini studiati.

Dalle osservazioni microstrutturali e petrografiche appare evidente che i litotipi gneissici (sia orto che paraderivati) dell'Unità di Castagna, come già evidenziato dalle indagini di campagna, siano stati interessati da un evento deformativo duttile responsabile del pervasivo e penetrativo *fabric* milonitico che risulta aver obliterato ogni traccia delle originarie strutture, ad eccezione di alcuni domini "low strain" all'interno degli orizzonti metapelitici, dove relitti pre-milonitici sono preservati (Tab.2).

Le osservazioni alla microscala condotte nei litotipi milonitici, hanno evidenziato una sovraimpronta metamorfica retrograda che accompagna l'evento di taglio, determinando una retrocessione degli originari protoliti pre-*shear* in condizioni di più basso grado metamorfico.

L'accurata analisi cinematica, realizzata su sezioni sottili orientate perpendicolarmente alla foliazione milonitica e parallelamente alla *stretching lineation*, ha consentito di esaminare gli elementi strutturali a simmetria monoclinica e ricavare informazioni circa il senso di *shear*, permettendo così di correlare le strutture osservate precedentemente alla mesoscala con quelle alla microscala.

Le indagini petrografiche e microstrutturali hanno interessato anche alcuni campioni di dicchi a composizione felsica ed affinità calcicalina rinvenuti all'interno dei leucogneiss milonitici. Questi corpi filoniani risultano affetti dalla stessa deformazione di taglio

semplice duttile che ha coinvolto la roccia incassante come evidenziato in sezione sottile dalla struttura tipicamente anisotropa, porfiroclastica e dai diversi motivi strutturali milonitici (Fig.11 a-f).

Le indagini microscopiche hanno evidenziato anche l'esistenza di un secondo evento deformativo di ambientazione più superficiale che, sia nei litotipi ortoderivati che paraderivati, ripiega la superficie milonitica producendo un piegamento asimmetrico a scala da millimetrica a metrica, a cui però non risulta associata alcuna blastesi (Fig. 5c,d).

3.2. CARATTERI PETROGRAFICI E MICROSTRUTTURALI DEI LITOTIPI METAPELITICI

L'esame petrografico e microstrutturale dei litotipi metapelitici appartenenti all'Unità di Castagna ha evidenziato un'associazione mineralogica principale rappresentata da $Qtz+Pl+Bt\pm Grt\pm Sil\pm Wm\pm Chl\pm Ep+Zr+Mnz+Op$ (Abbreviazioni mineralogiche da Kretz, 1983 con aggiornamenti da Siivola and Schmid, 2007) e l'esistenza di microstrutture principalmente imputabili ad un meccanismo deformativo di tipo "simple shear" in un regime di deformazione duttile non coassiale, responsabile della progressiva e sensibile riduzione granulometrica all'aumentare dello *strain*, nonché della totale oblitterazione delle strutture e delle paragenesi preesistenti localmente preservate nelle porzioni degli orizzonti metapelitici meno interessate dall'evento di taglio (*low strain domains*) come relitti mineralogici pre-milonitici rappresentati da porfiroclasti, da idiomorfi a sub-idiomorfi, di Grt e relative inclusioni di $Bt+Pl$.

Dalle osservazioni petrografiche, condotte sui litotipi milonitici, appare evidente che l'evento deformativo di taglio è accompagnato da una sovraimpronta metamorfica a carattere retrogrado che ha riequilibrato l'originario protolite *pre-shear* verso condizioni di più basso grado metamorfico. Infatti, la presenza nelle ombre di pressione dei porfiroclasti di granato di un'associazione mineralogica sin-cinematica a $Bt+Sil+Pl+Qtz$ (Fig.6a-b) suggerisce l'innescò di reazioni di idratazione che durante l'evento di taglio hanno, probabilmente, determinato un riequilibrio del protolite pre-milonitico in condizioni tipiche della facies anfibolitica.

All'aumentare dello *strain* i litotipi metapelitici registrano un'ulteriore sovraimpronta metamorfica retrograda in facies scisti verdi marcata dalla blastesi sin-cinematica, lungo i piani C della milonite, di $Chl+Wm+Qtz$. Localmente in alcuni campioni, i livelli lepidoblastici costituiti da mica e clorite appaiono progressivamente più pervasivi, probabilmente in conseguenza all'aumento nel contenuto modale di fillosilicati a spese dell'originaria frazione feldspatica.

Talora, aggregati lenticolari di epidoti, clorite e mica chiara si rinvengono disposti parallelamente rispetto alla foliazione milonitica suggerendo la probabile pseudomorfosi totale degli originari porfiroclasti di granato.

Le indagini microstrutturali hanno evidenziato l'esistenza di motivi strutturali tipicamente milonitici (strutture *S/C*, strutture *core-mantle*, *asymmetric strain shadow* e *book-shelf*

sliding in porfiroclasti, cristalli di mica con tessitura di tipo *fish*, *oblique foliation* in domini di quarzo) la cui analisi cinematica ha consentito di ottenere informazioni circa il senso di movimento associato allo *shearing*, prevalentemente destro e mediamente diretto verso ESE-ENE (Fig.8c-d-e) alle attuali coordinate geografiche.

Tuttavia, alcuni campioni rivelano l'esistenza di un senso di movimento mediamente diretto verso WNW-WSW (Fig.10b-d).

In particolare, diffusa risulta la presenza di porfiroclasti di *feldspato*, principalmente plagioclasti con geometrie sigmoidi (Fig.8e) o formanti strutture di tipo *core-mantle* σ e δ -*type* (Fig.10b) prodotte dalla ricristallizzazione di minuti aggregati policristallini della stessa specie ai bordi del porfiroclasto, drappeggiati da una matrice fine di mica chiara e clorite e da cristalli nastriformi di quarzo. Frequenti, però, sono anche strutture del tipo *book shelf sliding*.

Il *quarzo* dà luogo ad una serie di microstrutture diverse in funzione del meccanismo di ricristallizzazione dominante durante la deformazione, dello *strain rate* e delle condizioni di Temperatura che accompagnano lo *shear*; sono, infatti, riconoscibili: - domini quarzosi prodotti da processi di *Bulging recrystallisation* e *low-Temperature Grain Boundary Migration Recrystallisation (GBMR)* in condizioni di relativamente bassa Temperatura, in cui originari cristalli di quarzo con estinzione ondulata, lamelle di deformazione e contatti da debolmente a marcatamente interlobati (Passchier & Simpson, 1986) risultano progressivamente sostituiti, a partire dai bordi, da nuovi grani (*subgrains*); - aggregati policristallini costituiti da neo-cristalli di quarzo, prodotti dalla progressiva rotazione dei *subgrains* al procedere della deformazione in seguito a processi di *Subgrain Rotation (SR)* in condizioni di più alta Temperatura; - microstrutture tipo *oblique foliation* (Fig.10d) suggerenti un regime combinato di *Subgrain Rotation* e *Grain Boundary Migration Recrystallisation* (Passchier & Trouw, 1996).

Le miche, sia *muscovite* che *biotite*, frequentemente, formano strutture tipo *S-C* e *foliation fish*: singoli cristalli pre-cinematici o lenti policristalline di mica con tipica tessitura *fish* (Fig.8c-d), talora deformati e localmente interessati da processi di cloritizzazione nel caso della *biotite*, si dispongono lungo le superfici di massimo appiattimento (*S planes*), mentre una seconda generazione tessiturale si sviluppa sottoforma di cristalli sin-cinematici a grana fine, lungo i piani "C" della foliazione milonitica.

Dallo studio microscopico, all'evento deformativo di ambientazione più superficiale che ripiega localmente la superficie milonitica non sembra essere associata alcuna blastesi coeva.

3.3. CARATTERI PETROGRAFICI E MICROSTRUTTURALI DEI LITOTIPI ORTOGNEISSICI

I litotipi ortoderivati attribuiti all'Unità di Castagna mostrano un'associazione mineralogica principale costituita da $Qtz+Kfs+Pl+Wm+Bt+Chl+Ap+Zr+Mnz+Op$ (Abbreviazioni mineralogiche da Kretz, 1983 con aggiornamenti da Siivola and Schmid, 2007) ed un *fabric* tipicamente milonitico, evidenziato da una tipica tessitura anisotropa grano-lepidoblastica marcata dalla presenza di porfiroclasti feldspatici drappeggiati da nastri policristallini di quarzo e livelli lepidoblastici di mica e clorite.

Per la caratterizzazione petrografica e le osservazioni microstrutturali sono stati annoverati in questo gruppo sia gli gneiss occhiadini a due miche che i metagraniti a mica chiara, conosciuti nella letteratura geologica come *Scisti Bianchi* (Cortese, 1895).

Dalle osservazioni petrografiche appare evidente che, analogamente ai litotipi paraderivati, gli ortogneiss milonitici analizzati, registrano una sovraimpronta metamorfica retrograda connessa all'evento di taglio, sottolineata dalla cristallizzazione sin-cinematica nelle ombre di pressione dei porfiroclasti feldspatici di una matrice fine a $Wm+Chl+Qtz$ e dalla pervasiva blastesi, lungo i piani C della milonite, di un'associazione a $Chl+Wm\pm Pl+Qtz$, indicativa di un possibile riequilibrio del protolite pre-milonitico verso condizioni tipiche della facies scisti verdi.

Porfiroclasti feldspatici, rappresentati da “*augen*” di K-feldspato e cristalli di plagioclasio, formano strutture di tipo *core-mantle* e *asymmetric strain shadow* (Fig.9d; 10c), prodotte rispettivamente dalla ricristallizzazione di minuti aggregati policristallini della stessa specie ai bordi del porfiroclasto o dalla ricristallizzazione sin-cinematica di una matrice fine, costituita essenzialmente da mica chiara e clorite nelle relative ombre di pressione. In dettaglio, il *feldspato potassico* risulta spesso pertitico, caratterizzato da strutture tipo “*flame-perthite*” (Pryer & Robin, 1995, 1996), tipicamente osservabili in cristalli di K-feldspato coinvolti in processi deformativi in condizioni *sub-solidus* (Debat et al., 1978; Passchier 1982 a); il *plagioclasio*, spesso saussuritizzato o sericitizzato, risulta affetto da deformazioni intracristalline principalmente connesse a processi di *dislocation glide*, che

producono estinzione ondulata, bande di deformazione e geminazioni tipicamente affusolate.

Comunemente, i porfiroclasti di feldspato formano strutture boudinate in particolare del tipo *pinch-and swell* (Fig.9e), in cui fratture ed interspazi appaiono riempiti da granuli di quarzo e lamine di clorite, nonché microstrutture a *book shelf sliding* in particolare, con geometrie del tipo *domino-type* (Fig. 9c; 10e), caratterizzati cioè da un movimento antitetico delle fratture rispetto al senso di taglio ed un angolo tra le microfaglie e la foliazione milonitica maggiore di 45° (Passchier & Trouw, 2005).

L'analisi cinematica dei suddetti elementi strutturali ha consentito di individuare un senso di movimento prevalentemente destro mediamente orientato verso ESE-ENE (Fig.9a-b-c-d) alle attuali coordinate geografiche sebbene alcuni campioni rivelano l'esistenza di un senso di movimento mediamente diretto verso W (Fig.10 a-c-e) in maniera del tutto analoga con quanto osservato nei litotipi metapelitici.

Il quarzo forma microstrutture tipicamente legate a processi di ricristallizzazione dinamica quali: *Bulging recrystallisation* e *low-Temperature Grain Boundary Migration Recrystallisation (GBMR)*, in condizioni di bassa temperatura; *Subgrain Rotation (SR)* in condizioni di relativamente più alta Temperatura.

La mica chiara e la biotite si presentano in due diverse generazioni tessiturali: una mica *pre-shear*, a tessitura *fish* (Fig. 9b; 10a), disposta lungo i piani "S" e una mica sin-cinematica concentrata lungo i piani "C" della foliazione milonitica, dando luogo ad un *fabric S/C* che evolve all'aumentare dello *strain* a vere e proprie *C'-type shearbands* (Fig.9a).

L'indagine petrografica e microstrutturale ha interessato anche alcuni campioni di dicchi a composizione felsica e affinità calcalina (Cap.4, Fig.12 a-b) associati agli ortogneiss milonitici.

Questi corpi filoniani presentano una struttura tipicamente milonitica rappresentata da porfiroclasti di feldspato potassico e plagioclasio mantellati da una matrice fine di mica chiara, clorite ed epidoti ed avvolti in flussi policristallini di quarzo.

I diversi motivi strutturali osservati in questi litotipi (strutture *core-mantle* e *asymmetric strain shadow* in porfiroclasti feldspatici, microstrutture in quarzo) suggeriscono un loro relativo coinvolgimento nello stesso evento di taglio che ha interessato l'incassante, come

evidenziato dall'analisi dei vari indicatori cinematici indicante un concordante ed univoco senso di taglio destro (Fig.11 a-f).

Anche nei litotipi ortoderivati, come in quelli paraderivati, le evidenze petrografiche e microstrutturali suggeriscono l'effetto di un successivo evento deformativo, che ripiega la superficie milonitica originando superfici di piano assiale di micropieghe asimmetriche a cui non è, però, associata alcuna fase cristalloblastica.

3.4. ANALISI DELL'ORIENTAZIONE PREFERENZIALE DEGLI ASSI "c" DEL QUARZO (LPO ANALYSIS)

Le indagini microstrutturali hanno consentito di effettuare una selezione di campioni su cui investigare l'orientazione cristallografica preferenziale (LPO) degli assi "c" del quarzo all'interno di domini microstrutturali ritenuti significativi, così da poter esaminare il comportamento reologico di queste rocce durante l'evento di *shear*; in particolare l'attenzione è stata rivolta su campioni di leucogneiss e gneiss occhiadini milonitici provenienti da entrambe le aree indagate.

Lo sviluppo di un LPO è funzione di una serie di parametri quali: (a) il tipo di *slip system* attivato; (b) il tipo di ricristallizzazione (dinamica o statica); (c) la nucleazione e l'accrescimento di nuovi minerali; (d) la presenza di domini quarzosi ricchi in minerali con una reologia diversa da quella del quarzo. A sua volta l'attivazione del tipo di *slip system* dipende non soltanto dall'orientazione e dall'entità dello *stress* imposto ma anche dalla presenza di acqua nel reticolo cristallino e tra i grani.

L'analisi dell'orientazione preferenziale degli assi "c" del quarzo (*Lattice Preferred Orientation*) ha pertanto, consentito di ottenere stime sulla Temperatura di *shearing* e determinare il senso di movimento lungo la direzione di massimo allungamento mediante l'asimmetria dei *patterns*, tipica di campioni di roccia sottoposti a regimi di deformazione duttile non coassiale partendo dal principio che la geometria del LPO è correlabile a quella dello *strain*.

Le analisi sugli LPO *patterns* sono state eseguite mediante una tecnica di analisi di immagine, grazie all'utilizzo del software A.V.A.A. generator (Stöckhert & Duyster, 1999), attraverso cui è possibile calcolare l'azimuth e l'immersione dell'asse "c" dei cristalli uniassici attraverso l'elaborazione di una serie di immagini acquisite tramite l'ausilio di una videocamera con catturatore di immagine, montata su un normale microscopio da mineralogia ottica. L'applicazione di questa metodologia consente di ottenere una mappa delle orientazioni degli assi "c" del quarzo dalla quale è possibile derivare un diagramma di distribuzione di densità degli stessi, attraverso l'ausilio del software StereoNett (Duyster, 1996).

L'analisi dell'LPO del quarzo ha particolarmente interessato gli orizzonti milonitici leucogneissici relativi alle due aree in esame e, nello specifico, due di questi campioni di

ortoderivati milonitici hanno fornito informazioni significative circa la Temperatura associata all'evento di taglio ed il senso di movimento (Fig. 6 a-b).

Il campione **CAS 10** è uno gneiss occhiadino a struttura milonitica campionato lungo il transetto localizzato nei pressi dell'abitato di Castagna (Fig.2b; 3a-b) costituito da K-feldspato in centimetrici- subcentimetrici *augen*, con frequenti inclusioni di plagioclasio, avvolti in una matrice formata essenzialmente da quarzo, biotite e mica chiara. Monazite, apatite e zircone risultano essere le fasi accessorie più comuni.

I diversi motivi strutturali osservati (*S-C fabric*, *C'-type shear bands*, *mica fish*, *bookshelf-sliding* e *core-and-mantle structures*) indicano un senso di movimento destro, diretto verso ESE alle attuali coordinate geografiche, che risulta essere concorde con i risultati emersi dall'analisi dell'LPO del quarzo derivanti dalla selezione di due microdomini.

L'analisi dei *patterns* degli assi "c", condotta esaminando due siti selezionati, mostra l'attivazione di due prevalenti *slip systems* (Fig.6a-c):

- *basal* <a> dominante (in entrambi i siti investigati) indicativo di condizioni termiche tipiche della *lower greenschist facies* (400°-450°);
- *prism* <c> subordinato (nel sito 2) tipico di condizioni di più alta temperatura, coerenti con quelle dell'*upper amphibolite facies* (650°-700°).

Il campione **TAV 12** è uno gneiss leucocratico a struttura grano-lepidoblastica rappresentata da domini quarzoso-feldspatici alternati a livelli di mica chiara e clorite, proveniente dal transetto localizzato nei pressi dell'abitato di Albi (Fig.2b; 3a-c). Esso è costituito da porfiroclasti di K-feldspato e plagioclasio, drappeggiati da quarzo nastriforme e da una matrice fine di Clorite e Mica chiara, quest'ultima presente in due diverse generazioni: -pre-cinematica con tessitura tipo *fish*; sin-cinematica, ricristallizzata lungo i piani C della milonite. Apatite e zircone sono comuni fasi accessorie.

I *patterns* ottenuti dall'analisi dell'LPO del quarzo in due siti selezionati all'interno di questo campione sono coerenti con un *Single girdle* di bassa temperatura e suggeriscono l'attivazione di uno *slip system* dominante di tipo *basal* <a>.

Inoltre, i *patterns* descrivono l'esistenza di due sensi di movimento contrastanti ma entrambi sviluppati in condizioni tipiche della facies scisti verdi inferiore (400°-450°) (Fig.6b-c).

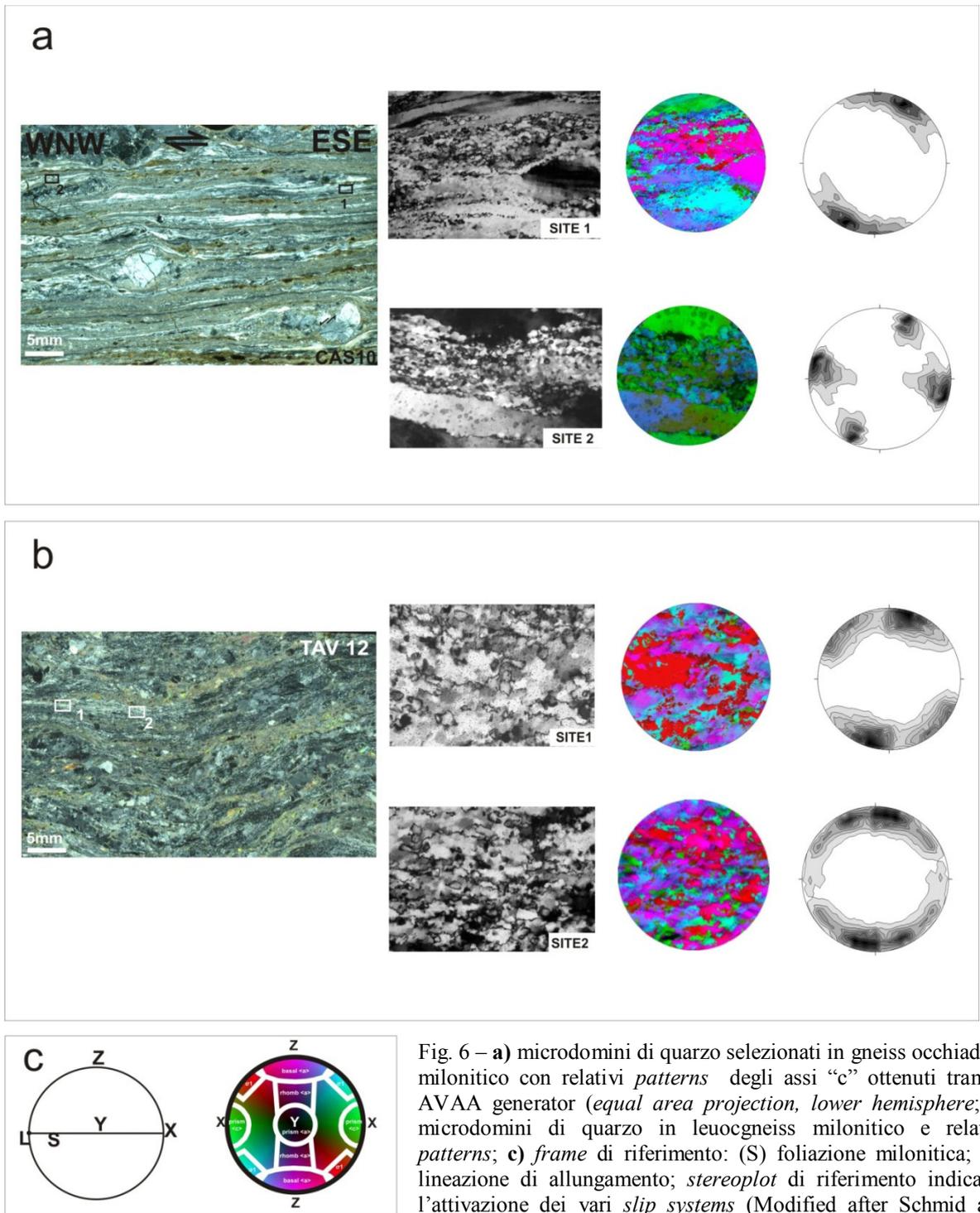


Fig. 6 – **a)** microdomini di quarzo selezionati in gneiss occhiadino milonitico con relativi *patterns* degli assi “c” ottenuti tramite AVAA generator (*equal area projection, lower hemisphere*; **b)** microdomini di quarzo in leucogneiss milonitico e relativi *patterns*; **c)** *frame* di riferimento: (S) foliazione milonitica; (L) lineazione di allungamento; *stereoplot* di riferimento indicante l’attivazione dei vari *slip systems* (Modified after Schmid and Casey (1986) e Heilbronner and Tullis (2006)).

3.5.DISCUSSIONE E INTERPRETAZIONE DEI DATI PETROGRAFICI E MICROSTRUTTURALI

Lo studio microscopico condotto sui litotipi gneissici (ortogneiss e paragneiss) provenienti dai diversi transetti investigati, ha consentito di definire le caratteristiche petrografiche e microstrutturali utili a ricostruire la cronologia delle relazioni blasto-deformazionali.

In particolare, le diverse evidenze petrografiche e tessiturali hanno confermato il carattere milonitico delle rocce in esame, connesso ad un evento deformativo di taglio in un regime duttile non coassiale (D_1).

L'evento di *shear* è responsabile della pervasiva e penetrativa superficie milonitica che risulta aver cancellato in *toto* qualunque traccia delle strutture preesistenti. Localmente, relitti pre-milonitici risultano, però, preservati nelle porzioni scampate o meno interessate dall'evento deformativo di taglio, all'interno degli orizzonti metapelitici.

Le osservazioni petrografiche hanno rivelato un'impronta metamorfica retrograda che accompagna l'evento di taglio come suggeriscono le parziali evidenze di reazioni metamorfiche a carattere retrogrado riconosciute nei litotipi cristallini analizzati.

In particolare, infatti, la caratterizzazione petrografica dei litotipi paraderivati ha mostrato la presenza di associazioni mineralogiche a biotite+sillimanite+quarzo nelle ombre di pressione dei porfiroclasti di granato suggerendo reazioni di idratazione che durante l'evento deformativo probabilmente hanno determinato il riequilibrio dell'originario protolite verso condizioni tipiche della facies anfibolitica.

All'aumentare dello *strain*, un'ulteriore retrocessione verso condizioni tipiche della *green schist facies* è stata rinvenuta nei litotipi milonitici sia para che ortoderivati, come suggerito dalla presenza in ombre di pressione dei porfiroclasti feldspatici e dalla blastesi sin-cinematica, lungo i piani di taglio della milonite, dell'associazione a muscovite+clorite+quarzo nei paragneiss e muscovite+clorite+plagioclasio(Ab)+quarzo, negli ortogneiss.

L'analisi dei diversi indicatori cinematici individuati (strutture *S/C*, *C'-type shear bands*, strutture *core-mantle* e *book-shelf* in porfiroclasti, cristalli di mica a tessitura di tipo *fish*, *oblique foliation*) nei litotipi cristallini indagati, ha confermato, su sezioni opportunamente orientate, l'esistenza di un prevalente senso di movimento destro verso ESE/ENE (Fig.8b-d; Fig.9a-e;) alle attuali coordinate geografiche, già riconosciuto dalle osservazioni di

campagna, sebbene in alcuni campioni è stata riscontrata l'esistenza di un senso di movimento contrastante, diretto verso WSW/WNW (Fig.10 a-e).

L'analisi dell'asimmetria dei *patterns* degli assi "c" del quarzo, condotta su selezionati microdomini all'interno dei litotipi ortoderivati appartenenti all'Unità di Castagna ha confermato l'esistenza di un doppio senso di movimento ed ha permesso di vincolare la Temperatura di *shearing* sulla base dell'attivazione dei vari *slip systems* (Lister, 1977; Lister & Price, 1978; Jessel 1988b).

L'analisi dell'LPO del quarzo ha rivelato, infatti, l'attivazione di due principali *slip systems* durante l'evento deformativo duttile, indicativi di una variazione di temperatura che accompagna l'evoluzione della *shear zone*, come supportato anche dalle diverse microstrutture osservate nei domini di quarzo, probabilmente connessa a processi di esumazione. L'attivazione dei *prism* <c>, rinvenuta in microdomini di quarzo caratterizzati da microstrutture connesse a processi di *Subgrain Rotation Recrystallisation (SR)*, risulterebbe nelle fasi iniziali di tale evoluzione, in condizioni tipiche della facies anfibolitica, mentre l'attivazione dei *basal* <a> dominanti, in aggregati policristallini di quarzo caratterizzati da evidenze microstrutturali di *SR, Bulging e low-T GBM Recrystallisation*, potrebbe essere interpretata come un riequilibrio sviluppatosi a livelli più superficiali, in condizioni termiche tipiche della facies scisti verdi, legato allo stadio terminale di suddetta evoluzione.

Inoltre, l'esistenza dei due sensi di movimento, coerenti con condizioni di temperatura tipiche della *green schist facies*, confermata anche dall'analisi degli indicatori cinematici, indicherebbe una complicata storia deformativa racchiusa all'interno di queste rocce.

Anche l'evoluzione microstrutturale osservata nei porfiroclasti di *feldspato* suggerisce una variazione di temperatura durante l'evoluzione della *shear zone* in cui processi di deformazione intracristallina temperatura-dipendente eserciterebbero un controllo sulla reologia della componente feldspatica. Processi di *dislocation creep*, diffusione e ricristallizzazione sarebbero responsabili del comportamento duttile-transizionale e dello sviluppo di strutture *core-mantle* in un regime di relativamente medio-alta Temperatura, mentre strutture tipo "book" indicherebbero, invece, un comportamento più fragile del feldspato ascrivibile ad un regime termico di più bassa temperatura, probabilmente connesso alle fasi tardive dell'evoluzione della *shear zone*.

Frequenti risultano anche i motivi tessiturali a *pinch-and swell* caratterizzati da porfiroclasti feldspatici con fratture ed interspazi riempiti da granuli di quarzo e lamine di clorite. Queste strutture potrebbero essere indicative di un comportamento estensionale della *shear zone*.

Infine, l'analisi microstrutturale e petrografica dei dicchi calcareali associati agli gneiss occhiadini milonitici, suggerisce un loro relativo coinvolgimento nella deformazione di taglio, come evidenziato dal *fabric* tipicamente milonitico e dai diversi motivi strutturali indicanti un senso di movimento destro.

Questi corpi filoniani potrebbero essere ricollegabili all'intensa attività magmatica connessa all'assottigliamento crostale e all'*upwelling* mantellico che ha interessato l'orogene ercinico durante lo stadio estensionale da tardo a post-Ercinico.

Il piegamento asimmetrico della preesistente superficie milonitica, rinvenuto sia nei litotipi ortoderivati che paraderivati, a cui però non risulta essere associata alcuna blastesi suggerisce, inoltre, l'esistenza di un secondo evento deformativo di ambientazione più superficiale (D₂).