

OSSERVAZIONI STRUTTURALI DEL BASAMENTO CRISTALLINO AFFIORANTE TRA HARGEISA E BERBERA (SOMALIA SETTENTRIONALE)

Structural observations on the crystalline basement between Hargeisa and Berbera (Northern Somalia)

SACCHI R.

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino

ZANFERRARI A.

Istituto di Geologia e Paleontologia, Università di Padova

DUALEH A., ABDIRAHMAN H.M.

Facoltà di Geologia, Università Nazionale Somala, Mogadiscio

RIASSUNTO

Sono qui riportati i principali risultati delle osservazioni strutturali effettuate nel febbraio 1984 lungo la sezione Hargeisa-Berbera-Sheik sul basamento cristallino (in massima parte appartenente al "Complesso di Qabri Bahar") della Somalia settentrionale. Vengono quindi proposte alcune considerazioni ed ipotesi sull'età degli eventi tettonici, metamorfici e magmatici considerati e sul modello di evoluzione geodinamica.

ABSTRACT

Structural observations on the crystalline basement (mostly "Qabri Bahar Complex") along the Hargeisa-Berbera-Sheik section were carried out during February, 1984. The sequence of the main structural events is as follows: "a"-early folding, coeval to the high grade metamorphism; "b"-a system of folds overprinting "a", which show a NW-SE to WNW - ESE axial trend, a monoclinic shape with SSW vergence and gently dipping axial plane; "c"-development of low-angle thrust zones striking WSW-ESE to NW-SE with a low northerly dip and E-W transport direction. The deformation "c" is an extreme, localized development of the deformation "b". The shear zones is invariably invaded by synkinematic pegmatite and muscovite granite, which in the Tug Mandhera (NW

of Laferug) are associated with magmatic, basic and ultrabasic rocks. Thrusting took place when the gabbros were still in high temperature, as it is proved by the "hot" metamorphic assemblages which developed within the zones of ductile shear. The tectonic phases "b" and "c" are seen as a continuous and unitarian event. The tectonic event "b + c" does not necessarily coincide with late phases of the main metamorphic event, which can be much older, and took place certainly prior to gabbro emplacement. The emplacement of the major gabbro bodies is to be seen as associated with the tectonic event "b + c". The metamorphic alterations currently observed in the basic magmatic bodies should not be referred to a "true" metamorphic event: it is rather the product of deformation affecting a magmatic rock which was still in an early phase of cooling.

If we consider the style of the event "c" and its probable connection with the emplacement of S-type looking granite, we may reasonably think of it as being the tectonic signature of a collision which took place, in Panafrican time, between the "East Gondwana Plate", the African Craton and an interposed, island-arc-type crust of Late Proterozoic age.

INTRODUZIONE

Nel Febbraio 1984, una missione nella Somalia settentrionale ci ha consentito di effettuare osservazioni strutturali sul basamento cristallino. Il metodo adottato è stato quello della raccolta di dati estensiva, piuttosto che intensiva, così da tentare di cogliere motivi unificanti su larga scala, rinunciando a priori alla analisi di dettaglio su singole strutture. Le osservazioni sono state concentrate sulla sezione Hargeisa-Berbera.

La geologia del basamento cristallino della Somalia settentrionale è stata oggetto di diversi contributi sulle pagine di questo stesso periodico. Alcuni di questi contributi hanno carattere di review (es. SASSI, GATTO & VISONA', 1983, con bibliografia), e ad essi rimandiamo per un inquadramento bibliografico.

Limitiamoci a ricordare che, nel Cristallino in questione, è generalmente riconosciuta l'esistenza di formazioni con un rapporto basamento/copertura, anche se tale suddivisione non è mai stata compiutamente cartografata (un tentativo in questa direzione, limitato al settore occidentale, è dovuto a DANIELS, 1960). I terreni oggetto delle nostre osservazioni appartengono, tranne che ove altrimenti specificato, al complesso di basamento denominato da SASSI & IBRAHIM (1981) "Complesso gneissico-migmatitico di base", o anche "Complesso di Qabri Bahar". Nelle pagine che seguono faremo frequenti riferimenti alla terminologia sia litologica sia formazionale, che compare nelle carte geo-

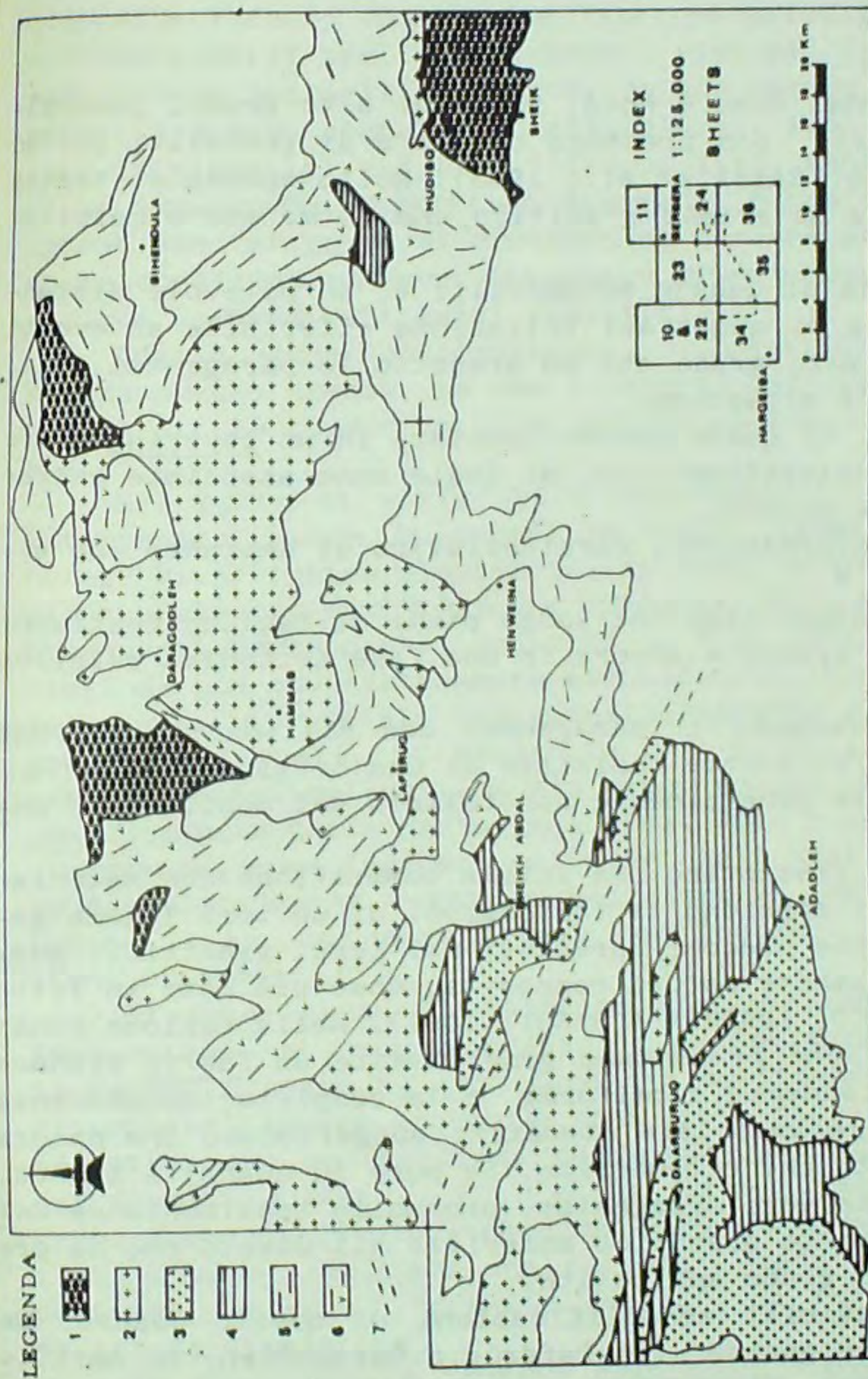


Fig. 1 - Schizzo geologico (dalla cartografia ufficiale). 1: gabbri; 2: graniti; 3: "F. di Darburuq" (gneiss granitici); 4: "F. di Kalaha" (gneiss minuti "metapsammitici"); 5: basamento indifferenziato (= "F. di Henweyna" nel F° 35); 6: idem con abbondanti metabasiti; 7: "shear zone" comprendente "gneiss muscovitici". In bianco: coperture fanerozoiche.

logiche alla scala 1 : 125.000 rilevate negli anni '50 dal Somali Republic Geological Survey), e nei relativi bollettini esplicativi.

OSSERVAZIONI STRUTTURALI

Veduta di insieme

Il basamento presenta, come è noto, rocce di alto grado, generalmente in facies anfibolite, con presenza non rara di granuliti (v. ad es. DANIELS et al., 1965; SASSI et al., 1983). Molto spesso si tratta di migmatiti "invase" da materiale granitico, che forma anche corpi di dimensioni batolitiche.

Carattere essenziale di queste metamorfite è, su notevole distanza, la apparente assenza di qualsiasi foliazione riferibile ad eventi successivi a quello di alto grado che ha prodotto le paragenesi ed il quadro migmatitici. Ciò è attestato:

- dal tipo di fabric, il quale spesso consiste in un layering differenziato di spessore pluricentimetrico, al quale sono associate estese indicazioni di mobilità chimica.

- dallo stile della deformazione, caratteristico di ambiente con altissima plasticità;

- dai fenomeni di feldspatizzazione lungo piani di taglio, testimoni di una mobilità chimica presente ancora in una fase tettonica relativamente tardiva;

- dal carattere indeformato di paragenesi con sillimanite fibrosa ed abbondante biotite, fortemente indiziate di una origine restitica;

- infine, dal carattere generalmente non-foliato dei mobilizzati anatettici.

Queste metamorfite presentano una intima commistione con materiale granitico; molteplici appaiono le indicazioni di un loro legame genetico con fasi granitiche precoci presenti nei corpi granitici; questi ultimi hanno generalmente natura composita, come già noto in letteratura (v. ad es. D'AMICO, IBRAHIM & SASSI, 1981). Nella regione considerata, le rocce granitiche presentano generalmente un fabric planare, del quale l'assetto a tendenza duomiforme e la completa indipendenza strutturale rispetto alle associate migmatiti suggeriscono una natura "sin-tettonica" piuttosto che metamorfica. Se pure in quantità subordinata, si incontrano anche veri ortogneiss, probabile testimonianza della esistenza di un basamento granitico anteriore all'evento che ha prodotto il metamorfismo di grado anfibolite.

Esistono molte possibili esemplificazioni di questo quadro. Ne fornisco una il "granite gneiss" tra Laferug e Daragodleh, in particolare quelli presso Hammas, di cui viene fatta una breve descrizione, a

titolo esemplificativo. Abbiamo qui a che fare con la terminazione occidentale del "Granito di Daimoleh": un composito batolite nel quale, probabilmente, sono associati corpi granitici di diversa genesi ed età

L'insieme indicato con colore rosso nella Carta Geologica alla scala 1 : 125.000 (Foglio Laferug) si rivela alquanto eterogeneo. Esso comprende infatti almeno due litotipi principali, che sono nettamente differenziabili negli affioramenti visitati (anche se altrove essi sfumano invece uno nell'altro, così da non essere separabili cartograficamente, a quanto segnala la letteratura). Essi sono:

1) migmatiti del tipo "lit-par-lit", manifestamente corrispondenti ad una stadio anatettico avanzato. Bancate anfibolitiche anche cospicue sono sfuggite al processo di fusione parziale, mentre la porzione metapelitica ha dato origine a grandi quantità di mobilizzati acidi, con subordinati letti restitici.

Queste rocce costituiscono, in particolare, l'area a est della strada presso Hammas, là ove il Foglio Laferug indica vari trends foto geologici. La giacitura è di solito vicina a verticale, con direzione N-S.

Dal punto di vista della deformazione, si tratta di rocce poco interessanti, come in genere le rocce migmatitiche, le quali, in ambiente di altissima plasticità, si sono deformate secondo una "logica" strutturale che non è quella consueta. Di norma, qui si osservano due piegamenti sovrapposti, un primo di tipo isoclinale, con andamenti assiali da noi non esattamente identificati, e un secondo assai più aperto, con piani assiali trasversali rispetto al trend regionale, e con assi subverticali. E' probabile che anche il primo piegamento abbia assi alquanto inclinati, e sia responsabile per la struttura a schlingen suggerita dalla carta geologica. Esso è contemporaneo della migmatizzazione, come indicano molti dettagli tessiturali. L'altro piegamento è probabilmente legato a fasi tardive dello stesso processo, come indica il suo evidente legame con fenomeni di granitizzazione lungo piani di shear.

2) Granitoidi. Il litotipo che abbiamo osservato con maggiore frequenza è un granito porfirico a tessitura marcatamente orientata; il fabric planare ha giacitura che solitamente si scosta poco dall'orizzontale. Appare probabile che detto fabric abbia origine piuttosto magmatica che metamorfica, e sia paragonabile a quello del carapace dei duomi granitici. E' d'altra parte evidente che questi granitoidi hanno avuto una evoluzione completamente diversa da quella delle migmatiti. Questo, malgrado una parentela genetica che è attestata dalla presenza, entro il "granite gneiss", di relitti paleosomatici, anche di grande dimensione.

In altre parole, questi granitoidi, siano essi derivati da anatessi

in situ, oppure da altro processo, non mostrano affatto il quadro deformativo delle migmatiti, e non sembrano avere subito importanti deformazioni allo stato solido. Che essi siano il frutto di una vicenda essenzialmente magmatica, è dimostrato anche dal fittissimo mescolamento del "granite gneiss" porfirico con altre fasi granitiche a grana fine, poco o punto orientate, alle quali spesso si aggiunge una fase granitica tardiva, ad affinità pegmatitica, in corpi discordanti.

Nelle grandi linee, quanto sopra detto vale per porzioni cospicue ed addirittura preponderanti del Cristallino affiorante tra Hargeisa e Berbera, nei fogli 1 : 125.000 Hargeisa, Adadleh e Laferug. Si tratta di motivi comuni, che unificano formazioni contrassegnate con nomi diversi, quali "F. di Darburuq", "F. di Kalaha", "F. di Henweyna" (HUNT, 1958 e 1960): nomi diversi ai quali, almeno in parte, corrispondono differenze effettive nella litologia fondamentale o nella proporzione delle varie litologie. Si pensi alla "F. di Henweyna", col suo carattere marcatamente metapelitico e restitico, o alle Formazioni "di Darburuq" e "di Kalaha", nelle quali una stessa associazione di granitoidi e di gneiss minuti vede però questi due litotipi rappresentati in proporzione sensibilmente diversa.

Pertanto, nella regione considerata, il panorama strutturale sopra descritto è quello più diffuso, e che riferiamo alla "storia antica" del basamento. Discontinuamente, il quadro si arricchisce con un insieme di deformazioni riferibili a fase più tardiva e che comprende:

- un piegamento con vergenza meridionale;
- un sistema di shear zones a basso angolo.

La identificazione di queste due deformazioni, il riconoscimento della loro importanza regionale, e la conclusione che esse sono due prodotti e due manifestazioni di una stessa tettonica tardiva, e infine il riconoscimento delle zone di shear come zone di sovrascorrimento, sono il risultato più importante della nostra indagine, e quello che sottoponiamo al vaglio dei colleghi.

Facciamo seguire la descrizione di alcune situazioni geologiche da noi considerate tipiche, e che servono da supporto alle conclusioni appena anticipate, prima di passare ad alcune considerazioni conclusive.

Osservazioni sulla sezione Hargeisa-Berbera

Gli "gneiss muscovitici" del Foglio geologico Adadleh (scala 1 : 125.000). La semplice ispezione del Foglio Adadleh fa saltare all'occhio una fascia di rocce indicate come "muscovite gneiss", diretta WNW-ESE e delimitata da due linee di dislocazione.

Le rocce affioranti in tale fascia mostrano un quadro di deformazione del tutto particolare. Lo strain è elevato, con ellissoide a fo-

caccia alquanto allungata, materializzato dagli indicatori sia pretettonici (megacristalli feldspatici di pegmatiti) sia sintettonici (minerali quali biotite, quarzo, tormalina). L'asse X è messo in evidenza da una lineazione di stretching assente al di fuori di questa fascia, e che noi assumiamo corrispondere alla direzione di trasporto; la sua direzione è costantemente vicina a E-W. Ombre di pressione asimmetriche indicano localmente un senso di trasporto verso W, anche se le nostre osservazioni non sono in numero tale da rendere questo dato sufficientemente chiaro e inequivoco.

L'insieme immerge verso settentrione molto debolmente, così che lo spessore della shear zone risulta moderato, dell'ordine di poche decine di metri. Il litotipo prevalente è un granito muscovitico, localmente granatifero, associato ad abbondanti pegmatiti, pur esse generalmente molto deformate.

L'esistenza di un cospicuo trasporto (? a basso angolo) associato a questa zona di dislocazione è attestato dalla differenza di litologia e di metamorfismo che si rileva passando dal footwall allo hanging wall (cioè, procedendo verso settentrione). Mentre nel primo abbiamo gli gneiss minuti ("metapsammiti") della "Formazione di Kalaha", nel secondo si passa alle metapeliti della "Formazione di Henweyna", nelle quali un incremento del grado metamorfico è suggerito dalla assai maggiore importanza delle trasformazioni migmatitiche. La variazione appare repentina.

Le metabasiti tra Sheik Abdal e Laferug. Una fascia discontinua e cospicua di metabasiti, dirette NW-SE, è indicata dalla cartografia ufficiale alla scala 1 : 125.000, a cavallo tra i Fogli Adadleh e Laferug, e si sviluppa estesamente a nord-ovest di Laferug. La porzione compresa nel Foglio Adadleh è descritta come "Serie di Barkasan" da HUNT (1958). Dati ulteriori sono forniti da VISONA et al. (1983, pp. 288-290), per cui ci limiteremo qui a riportare i risultati di un approccio puramente strutturale.

La cartografia e la scarsa letteratura esistenti non chiariscono il significato geotettonico di questo insieme. La buona sezione naturale costituita dal Tug Mandhera (denominato Tug Ago Marode nel Foglio Laferug) a valle della carrozzabile, consente tuttavia di rendersi conto della connessione di queste rocce con una importante discontinuità tettonica (a basso angolo).

Termini inferiori della "Serie di Barkasan", d'altra parte, sono bene esposti nell'esteso affioramento di coordinate 9°58'40" lat. N e 44°43' long. E presso la strada carrozzabile. Vi è esposta, con immersione verso nord, una serie di metabasiti che comprende metagabbri e vari tipi di anfiboliti, alle quali si aggiungono anche rocce più basiche, quali pirosseniti, cloritoscisti, scisti actinolitici. Il tut

to appare tettonizzato e, a luoghi, decisamente milonitico. Notevole la commistione con pegmatiti e con granito muscovitico, pure intensamente deformati (affioramento n. 166 di VISONA' et al., 1983).

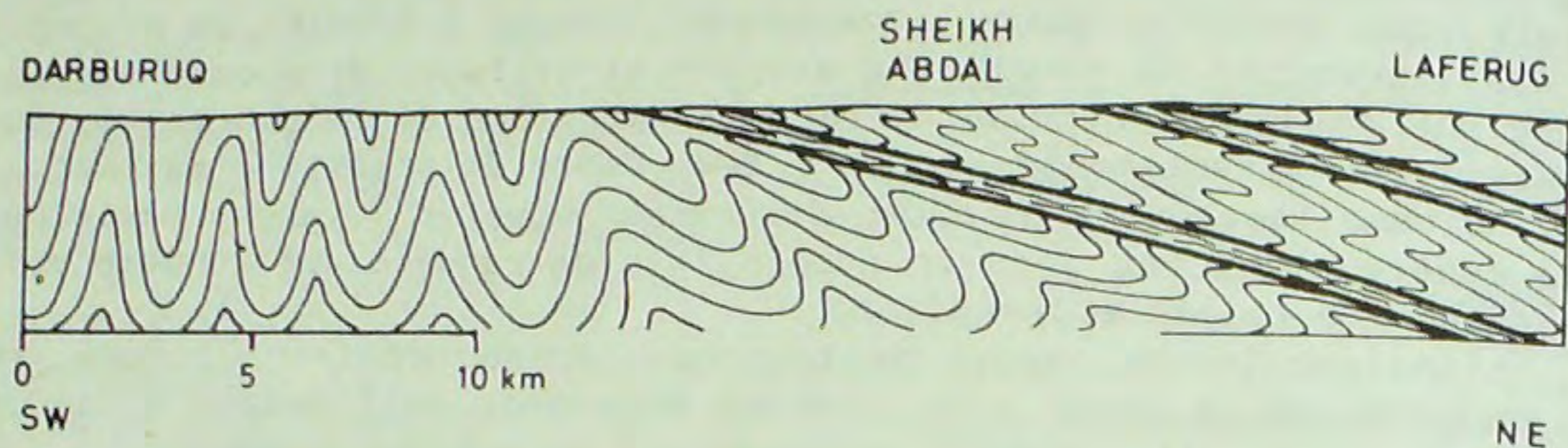


Fig. 2 - Stile e vergenza del piegamento (rappresentazione schematica). A tratteggio sono indicate (con spessore esagerato) le due principali zone di shear. La sudoccidentale corrisponde alla fascia di "gneiss muscovitici" della cartografia ufficiale (F° geologico "Adadleh"). L'altra è quella cui sono associate le cumuliti basiche del Tug Mandhera.

Ma torniamo alla sezione del Tug Mandhera, che è ubicata più a nord, in posizione strutturalmente più elevata. Nella sua discesa il tug, data la bassissima pendenza dell'alveo, risale una sequenza che, debolmente immersa verso NE, si presenta come segue.

Partendo dalla intersezione con la carrozzabile, si incontra inizialmente una alternanza di metabasiti a tessitura nodulare con subordinati metasedimenti mal riconoscibili per forte alterazione (metapsammiti?); il tutto è invaso da abbondante materiale granitico con pegmatiti. L'insieme di queste litologie presenta il quadro di una deformazione molto intensa (facendo eccezione parte delle rocce granitiche). La deformazione è evidente soprattutto nella metabasite, ove i noduli appaiono stirati in direzione E-W, oltrechè schiacciati. Localmente è possibile riconoscere la sovrapposizione di due, e anche tre superfici-S, formanti tra loro un angolo piccolo o piccolissimo. La sequenza tipica è quella di due clivaggi, dei quali uno parallelo al layering composizionale e un altro morfologicamente quasi indistinguibile, seguiti da un terzo con associato veining feldspatico. Come effetto di questa sovrapposizione di clivaggi, la roccia, quando vista in sezione appropriata, esibisce una tessitura con pattern a losanga, molto caratteristico.

Nel granito, quando deformato, le zone di shear si presentano assai più spaziate, di solito con spessore pluricentimetrico; l'assetto è concordante con quello esibito dalla foliazione della sequenza incas-

sante.

Circa 5 km a nord della intersezione del tug con la strada, in prossimità di Bur Aroweyna, struttura e litologia cambiano in modo subitaneo. Compare un complesso basico stratificato con vistose strutture di cumulo che indicano sequenza non rovesciata (rileviamo il carattere problematico di tale struttura cumulitica, in corpi apparentemente di piccole dimensioni). Il litotipo prevalente è gabbrico, ma non mancano layers pirossenitici, dioritici, trondiemitici. La deformazione improvvisamente si è fatta molto modesta. Il complesso, potente poche decine di metri, è tagliato da corpi granitici discordanti. Esso appare corrispondere ad una importante discontinuità litologica e strutturale. L'unità sovrastante comprende infatti una associazione litologica che è assente nella sequenza inferiore: quella di un leucogneiss tegulare, metapsammitico, con una anfibolite molto melanocratica formante letti sottili e regolari. Altrettanto netta è la variazione strutturale; la nuova sequenza, infatti:

- a) mostra scarse indicazioni di shearing;
- b) non ha lineazione con carattere di stretching;
- c) mostra pieghe a tendenza isoclinale, con orientazione assiale generalmente vicina al trend regionale (NW);
- d) ha una lineazione di intersezione pure diretta nel quadrante NW.

Risalendo ulteriormente la sequenza, la roccia che si alterna con le anfiboliti assume via via marcatamente un carattere di granite gneiss. Questa roccia diventa sempre più prevalente e la sua foliazione sempre più debole, finchè si arriva ad un vero granito nel quale i livelli anfibolitici discontinui formano delle enclaves in quella che si può chiamare una breccia di intrusione. La tettonizzazione è sempre più sporadica. Abbiamo riscontrato tale situazione fino al punto nel quale abbiamo abbandonato questo interessante profilo, circa 9 km a nord della intersezione del tug con la carrozzabile.

La "Serie di Kalaha" nel Foglio Adadleh. Considerata come essenzialmente metapsammitica da HUNT (1958), e contraddistinta nel Foglio Geologico Adadleh con la sigla Xs, la "Serie di Kalaha" è costituita di leucogneiss minuti alquanto micacei, associati ad orizzonti di anfibolite, con intercalazioni di gneiss a composizione granitica, e con grande quantità di bancate granitiche e pegmatitiche.

Il quadro della deformazione generalmente è quello descritto in apertura della "Veduta d'insieme". Esso cambia tuttavia quando ci si avvicina al contatto sia con la sovrastante fascia di "muscovite gneiss" (già descritta) sia con la adiacente (e per noi sottostante) "Formazione di Durburuq" (gneiss e migmatiti a composizione granitica, rappresentata come Xg nel Foglio Adadleh. La variazione è di natu-

ra tale da suggerire che entrambi questi contatti siano tettonici.

Una buona sezione della "Serie di Kalaha", soprattutto dei suoi termini superiori, è quella a nord di Adadleh. Partendo da tale villaggio, per un paio di km le condizioni di osservazione sono poco favorevoli. Poi si procede su una sequenza nella quale, dal punto di vista strutturale, l'assetto si presenta abbastanza ben definito. Gli andamenti che si misurano sono tra NW e WNW; si riconosce una foliazione principale con un layering metamorfico non molto cospicuo, ma apprezzabile, sovrapposta e mal distinguibile da un banding composizionale, che suggerisce carattere paraderivato della sequenza. La foliazione ha talvolta una morfologia lenticolare, che ne suggerisce la natura trasposta.

A questa foliazione è sovrapposto un piegamento, che è il motivo tettonico dominante: ha assi suborizzontali diretti secondo il trend regionale (vicino a NW-SE), apparentemente ondulati, come indica la variabile immersione assiale. Il piegamento è piuttosto stretto e genera un clivaggio di piano assiale a piccolo angolo rispetto ai fianchi, con giacitura subverticale.

La struttura si modifica allo spostarsi verso settentrione, man mano che ci si avvicina al Tug Mandhera, e quindi alla fascia di "gneiss muscovitici" (cfr. 1° paragr. di questo capitolo). Le pieghe a piano assiale verticale vengono sostituite da pieghe più vistose monocline con netta vergenza SW, alle quali si associano evidenti indicazioni di shear, di trasposizione e, in misura limitata, di genesi di una nuova foliazione con morfologia paragonabile a quella di una "megacrenulazione" (con microlithons decimetrici). Si fanno frequenti anche i livelli decisamente milonitici, e quelli cataclastici. Appare anche la lineazione diretta E-W, ormai ripetutamente descritta, che qui si manifesta con un minutissimo stretching della biotite. Questo è obliquo rispetto agli assi delle pieghe monocline (forse parzialmente ruotati secondo la direzione di trasporto).

Per quanto riguarda la trasposizione del fabric di queste rocce, legata a shear, rileviamo che essa appare consistere essenzialmente in trasposizione della foliazione precedente, più sviluppo di un veining pegmatitico.

Se si confronta quanto sopra con la descrizione della fascia di "muscovite gneiss" data in precedenza, si constata che ciò che abbiamo appena descritto è la transizione da un regime di piegamento ad uno di shearing, attraverso modificazione del piegamento stesso. Tale modificazione comprende (cfr. Fig. 2):

- a) cambiamento di assetto e di stile: il piano assiale diventa poco inclinato; la piega asimmetrica è "vergente";
- b) sviluppo di una foliazione di piano assiale, con meccanismi che

comprendono trasposizione e crenulazione, in regime di simple shear.

La sezione di Adadleh, come anticipato, non è quella più adatta per investigare i termini più bassi della "Serie di Kalaha". Più si prestano le colline subito a sud della carrozzabile Hargeisa-Berbera, là dove il Foglio Geologico Adadleh segna una fascia ristretta di "hornblende schists and gneisses" (Xah), alla base della "Formazione di Kalaha". La buona esposizione permette di cogliere, su una distanza di poche centinaia di metri, i caratteri di questa sequenza, e il modo della sua transizione alle migmatiti granitoidi della sottostante "Formazione di Darburuq".

Attraversando da NE verso SW la fascia degli "hornblende schists and gneisses", si procede su una sequenza di anfiboliti e gneiss biotico-anfibolici, alternanti con bancate di pegmatiti e di metapegmatiti, ed associate con un paio di alternanze di leucogneiss più o meno occhiadini, nei quali la tessitura suggerisce probabile derivazione da migmatiti ri-foliate. Non è possibile dimostrare che tali alternanze costituiscano delle scaglie tettoniche, così come non è facile valutare la continuità della sequenza nel suo insieme; dubbia è anche la sua origine, dato che ortoanfiboliti con struttura magmatica preservata vi coesistono con non rari livelletti carbonatici.

Il carattere strutturale più cospicuo di questa sequenza è quello "tettonitico": si hanno frequenti indicazioni che la attuale struttura monoclinale immersa verso settentrione derivi da parziale o completa rifoliazione di metamorfiti, la cui vecchia tessitura è spesso ancora evidente, anche se di solito ruotata parallelamente alle nuove superfici strutturali. Facies particolarmente idonee hanno invece subito una ricostruzione completa con formazione di un nuovo fabric a grana più fine e ad andamento assai più regolare, spesso sottolineato da veining pegmatitico.

Tale trasformazione è particolarmente avanzata nei termini inferiori della sequenza, in prossimità del contatto con la "Formazione di Darburuq". Questa ultima è localmente rappresentata da una migmatite molto evoluta con andamenti tessiturali tipicamente flou e con intenso piegamento di stile "nebulitico". In vicinanza del contatto, questi caratteri tessiturali si modificano: a 10-20 metri la tessitura e il layering migmatitico diventano paralleli al contatto stesso, mentre ancor più vicino si ha sviluppo discontinuo di una nuova foliazione. A questa si accompagna la comparsa di una lineazione di stretching che si ritrova poi sporadicamente anche nella serie delle metabasiti. La direzione è vicina a E-W, con scarsa dispersione.

In sintesi, il passaggio dalla "Serie di Kalaha" a quella "di Darburuq" ha luogo attraverso una modificazione del fabric, che viene

riorganizzato parallelamente a una zona di shear. Si ha sviluppo evidente di un nuovo fabric planare nella roccia granitica; è invece difficile valutare in che misura si sia avuto sviluppo di un nuovo fabric anche nelle rocce anfibolitiche, ma vi sono indizi che, prevalentemente, si abbia a che fare con rotazione passiva del fabric preesistente.

Il basamento di Bihendule e di Hudiso (Foglio Berbera). Dal punto di vista strutturale, l'area attraversata dalla vecchia pista Berbera-Hudiso-Sheik offre un motivo di particolare interesse, messo bene in luce dalla cartografia ufficiale: l'esistenza di due trends ortogonali, diretti circa NE-SW e NW-SE, ambedue di evidente rilevanza cartografica.

Dal punto di vista litologico, il basamento dell'area adiacente a Bihendule (verso N e verso W) comprende gneiss di natura metapsammitica passante a metapelitica, con intercalazioni anfibolitiche. Quello della zona di Hudiso è più marcatamente metapsammitico, ed ha anche esso orizzonti anfibolitici. Ha un modesto grado di migmatizzazione, con tessiture di iniezione lit-par-lit che suggeriscono stadi ripetuti e successivi di questa limitata mobilizzazione anatettica. Come di consueto, abbiamo concentrato le nostre osservazioni sugli aspetti strutturali, con il risultato che segue.

I caratteri della struttura NE-SW sono dispiegati nelle aree a ovest di Bihendule e a nord di Hudiso. Si ha un piegamento con apparente sovrapposizione di due fasi successive ed omoassiali. La prima si manifesta con piccole pieghe (centimetriche) a tendenza isoclinale, chiaramente sinmetamorfiche, alle quali è parallela una cospicua linea zione, spesso del tipo rodding. La seconda sembrerebbe rappresentare una evoluzione della prima, ha pieghe metriche e decametriche con piano assiale piuttosto raddrizzato e, in generale, appare scarsamente scistogena. In entrambi i sistemi l'immersione assiale è nel quadrante NE (un dato, questo ultimo, che necessiterebbe di riscontri su un ambito più esteso di quello che abbiamo potuto raggiungere). La sovrapposizione di questi due piegamenti omoassiali fa sì che la roccia assuma un fabric lineare fortissimo, il quale talvolta rappresenta il carattere mesoscopico di gran lunga più evidente. Non di rado questi assi si presentano ondulati, per effetto di un blando e più tardivo piegamento ad asse WNW-ESE.

Questi dati si riferiscono essenzialmente alla zona di Bihendule. Quella di Hudiso, nella quale abbiamo effettuato meno osservazioni, sembrerebbe caratterizzata da un più monotono assetto monoclinale, sub verticale, sempre con assi alquanto inclinati.

Veniamo al secondo gruppo di strutture, quelle dirette nel quadrante NW, da noi esaminate nell'area a nord di Bihendule. In affiora-

mento si rileva:

- 1) notevole sviluppo di pieghe, le quali presentano piano assiale poco inclinato e simmetria tipicamente monoclina;
- 2) presenza di una lineazione generalmente diretta nel quadrante NE, ma con notevole dispersione e comunque obliqua rispetto agli assi delle pieghe. E' lecito ritenere che questa lineazione sia la stessa già descritta tra le strutture del primo gruppo, dalle quali non la differenziano i caratteri morfologici.

Conclusioni. Si pone chiaramente il problema del rapporto cronologico fra i trends NE-SW e i NW-SE. I rapporti di overprinting a scala mesoscopica sono raramente chiari ed espliciti (anche se probabilmente si rivelerebbero ad una investigazione più approfondita della nostra); e tuttavia, nei rari casi favorevoli, l'indicazione fornita è quella di una età più recente del sistema caratterizzato da assi nel quadrante NW e piani assiali poco inclinati.

I domini nei quali l'andamento NE-SW è prevalente, mostrano in realtà una struttura relativamente semplice. Più complesse le aree dominate dal sistema NW-SE, il quale ha cerniere oblique sulle lineazioni.

Nella evoluzione tratteggiata più avanti (punto 1), i due sistemi di pieghe, sulla base dei loro caratteri, trovano una naturale collocazione nella fase (a) e nella fase (b) rispettivamente.

E' interessante notare che WARDEN ha descritto questa area in un rapporto inedito (1959, AJW-13), del quale abbiamo solo tardivamente preso conoscenza. Si tratta di uno studio assai più approfondito del nostro, in quanto appoggiato da un rilevamento geologico originale alla scala 1 : 30.000. E' stato per noi graficamente riscontrare che tale studioso era arrivato a conclusioni poco dissimili dalle nostre (raggiunte indipendentemente), e alla stessa cronologia relativa delle due fasi di deformazione.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel presente capitolo facciamo seguire, in forma schematica, un breve riepilogo dei risultati delle nostre osservazioni, al quale aggiungiamo qualche riflessione destinata più a identificare problemi che ha fornire risposte. L'ambito di queste osservazioni, come risulta chiaro dal contenuto del capitolo precedente, è quello della sezione Hargeisa-Berbera con una estensione verso Sheik.

- 1) Nell'evoluzione strutturale di questo basamento sono generalmente riconoscibili:

a) una vicenda di deformazione antica, coeva di trasformazioni metamorfiche di alto grado. Un trend assiale sistematico di questo piegamento non è facilmente individuabile, tranne che in aree ove siano particolarmente deboli le trasformazioni indotte da fasi successive; esso appare, inoltre, variare da area ad area (NE-SW a Bihendule, E-W a Henweyna, N-S a Hammas).

b) Una vicenda di piegamento sovrainposta alla precedente. Tipicamente, le pieghe di questa fase sono asimmetriche, con piano assiale moderatamente inclinato e vergenza tra S e SW. L'andamento assiale prevalente è tra NW-SE e WNW-ESE. Non infrequente la presenza di un clivaggio di piano assiale. Delle pieghe appartenenti a questo sistema non è sempre facile dire se siano pieghe "nuove" (ovvero, generate in questa fase), oppure se rappresentino la modificazione di pieghe più antiche.

c) Lo sviluppo di shear zones a basso angolo dirette tra WNW-ESE e NW-SE, debolmente immerse verso settentrione. I loro effetti cartografici permettono di interpretarle come zone di sovrascorrimento; la direzione di trasporto, vicina sempre a E-W a quanto indica una immancabile lineazione di stretching, è fortemente obliqua rispetto all'andamento cartografico di queste fasce. Caratteri rilevati:

- Lungo le shear zones si incontrano, in variabile proporzione, sia rotazione passiva di fabric antico sia rifoliazione.

- Frequente rotazione di indicatori quali i fenocristalli, denunciata dalle ombre di pressione asimmetriche.

- Quasi immancabile una "invasione" da parte di graniti muscovitici e di pegmatiti (generalmente coinvolti nella deformazione).

- Presenza di rocce basiche ed ultrabasiche lungo uno di questi orizzonti di movimento. Malgrado taluni loro aspetti non chiari, queste rocce sembrano in qualche modo confermare l'importanza dell'evento in questione. In un caso (la sequenza cumulitica del Tug Mandhera) esse mostrano deformazione molto limitata. Torneremo più avanti su tale sequenza.

2) Situazioni come quella da noi descritta per la "Serie di Kahlaha" suggeriscono che la deformazione (c) rappresenti una evoluzione ed uno sviluppo estremo (localizzati) della deformazione (b).

3) I soli sovrascorrimenti di importanza regionale, descritti nel Cristallino della Somalia settentrionale, sono quelli dell'area di Las Dureh (GELLATLY, 1960). Ne abbiamo visitato uno per confronto: il Muria Thrust nella sezione del Torrente Muria (Foglio Burao). La deformazione ad esso legata non è più vistosa di quelle da noi descritte tra Hargeisa e Berbera, con la differenza che nel Tug Muria si riconosce una certa discordanza angolare. Diverse anche le litologie coinvolte:

una sequenza di granuliti retrocesse è ben riconoscibile al footwall del Muria Thrust. La direzione di trasporto qui appare vicina a N-S (in accordo anche con le conclusioni di GELLATLY, op. cit.). La eventuale consanguineità di questi sovrascorrimenti con quelli da noi proposti è un argomento che non abbiamo avuto la possibilità di approfondire.

4) La presenza del corpo di cumuliti basiche da noi descritto nel Tug Mandhera, e soprattutto la sua evidente connessione con una cospicua discontinuità tettonica a basso angolo, meritano qualche commento anche alla luce della letteratura regionale. Ci riferiamo essenzialmente alla esistente cartografia geologica (Foglio Laferug), nonché alla memoria illustrativa di MASON (1962).

Il Foglio Laferug indica che solo una distanza modesta, dell'ordine dei 12 km, separa il nostro corpo basico dal Gabbro di Hegebo e dai suoi corpi satelliti occidentali del Kurtin Tug e del Moro Tug. Caso mai non basti la piccola distanza a stabilire la consanguineità di tali rocce con quelle del Tug Mandhera, si aggiunge comunque la affinità litologica, che è fortissima sulla base della descrizione di MASON, soprattutto quando si considerino i due corpi satelliti.

L'importanza di questo "reperto" risiede nel legame che esso permette di stabilire tra una fase tettonica tardiva che abbiamo cercato di caratterizzare (quella del thrusting a basso angolo) e un evento importante nella storia geologica di questo basamento, quale il magmatismo basico che ha prodotto estesi e ben noti plutoni (Dudub, Sheik eccetera).

5) Una piccola antologia della prosa di MASON (op. cit.) è utile per mettere in luce alcuni punti importanti.

Nella parte occidentale del Gabbro di Hegebo "the intrusions are extensively interleaved with metasediments and granodiorite gneisses" (p. 16); tale carattere "points to intrusion under considerable directive stress during fold movements" (p. 19). "The metagabbros form a series of multiple intrusions in the amphibolite complex. Both have subsequently been intruded by olivine gabbro" (p. 17). I gabbri del Tug Kurtin e Moro "show differentiation banding in places. Repetitive rhythmic mineral banding was noted in the Moro Tug" (ibidem). Il Gabbro di Hegebo "in places is modified to coarse plagioclase amphibolite", mentre "other modifications appear to be related to shatter zones with a dominantly west-north-west trend" producendo quelli che vengono definiti "shear foliated amphibolite gneisses" (p. 18). "The development of distinctive shear belts.... may be connected with the folding which has affected the gabbros, or may possibly indicate a later phase of compression" (p. 19; cfr. anche i nostri precedenti paragrafi).

La deformazione per shearing normalmente si concentra lungo le fasce di leucogabbro, mentre "the associated mafic gabbros are relatively unaffected (p. 21; notiamo che a Tug Mandhera tale carattere potrebbe esserci sfuggito in relazione alla incompletezza dell'affioramento).

Riteniamo che le citazioni siano sufficienti per lo scopo prefissoci. I dati di MASON, in effetti, offrono con le nostre osservazioni un accordo soddisfacente. Ne esce il quadro di un evento magmatico che si è sovrapposto al nostro evento tettonico (b + c). Le rocce basiche risultano variamente modificate, in relazione ad una lunga vicenda di messa in posto e di raffreddamento, e al condizionamento esercitato dalla dimensione dei corpi. Porzioni anche cospicue sono sfuggite alla deformazione. Anche le fasi di deformazione tardive, comunque, hanno interessato rocce ancora in alta temperatura, come attestano sia il carattere duttile della deformazione di shear, sia la alta termalità delle paragenesi sviluppate: un carattere questo che le fonti riportano concordemente dai vari corpi gabbri della Somalia Settentrionale.

6) La marcata obliquità della lineazione di stretching rispetto all'andamento cartografico delle zone di shear indica una importante componente di movimento trascorrente ed è un carattere problematico. Andrebbe affrontato su una scala più ampia di quella della ricerca effettuata. Limitiamoci a constatare che la situazione da noi riscontrata è tutt'altro che ignota nella letteratura sui thrust belts: si incontra in particolare in quelli che possiamo chiamare sidewall ramps oppure lateral ramps, facendo uso del gergo strutturale recentemente importato dal Nord America (review in BUTLER, 1982; v. in particolare le figure 3 e 11).

7) Considerato sia lo stile (traslativo) della deformazione, sia il coinvolgimento di coevi graniti di aspetto "crostale", appare plausibile che l'evento tettonico (b+c) corrisponda ad una delle collisioni di età panafricana che, nello scudo Arabo-Nubiano, hanno coinvolto la "East Gondwana Plate", il margine del Cratone Africano, e una interposta crosta recente (< 1000 Ma) di tipo arco insulare (WARDEN, 1982. Un campione della crosta recente è probabilmente rappresentato dalle metamorfite di basso grado di Jirba Range nel Foglio Las Dureh (GELLATLY, op.cit.): rocce di aspetto metarioritico, delle quali sarebbe interessante il confronto con altre similari conosciute oltre il Mar Rosso (es. Formazione di Shammar).

8) Incerta è evidentemente l'età dell'evento di alto grado (a). Potrebbe essere anteriore al Proterozoico superiore. Potremmo altresì avere a che fare con un evento precoce del ciclo panafricano, caratterizzato da metamorfismo di alto grado, in connessione con l'ubicazione

su margine di placca: una vicenda sincrona e simile a quella descritta nella catena delle Dahomeydi-Farusiano in numerosi lavori di Renaud CABY e cowerkers (es. CABY, 1981).

Un evento di questo tipo, sovrainposto ad una crosta cratonica già in alto grado, darebbe effetti difficilmente distinguibili da quelli di un altro evento più antico (al quale potrebbero risalire sia le paragenesi granulitiche (cf. SASSI et al., 1983) sia una quantità imprevedibile, forse rilevante, di tessiture relitte. L'idea di una continuità tra gli eventi (a) e (b + c) può essere suggerita dai complessi rapporti che abbiamo descritto tra la deformazione (c) e la messa in posto di rocce granitiche, nell'assunto che queste corrispondano a fasi tardive di (a). E' inutile speculare oltre, in assenza di adeguati dati radiometrici. Nel quadro bisognerebbe fare entrare anche gli eruttivi gabbri, che devono cadere nell'ambito della nostra fase (b + c), come già argomentato: se si decide che essi appaiono riferibili ad una fase distensiva pre-collisionale, l'affinità con la catena farusiana diventa ancora più accentuata.

9) Per quanto attiene alla deformazione qui riferita alle nostre fasi (b) e (c), appare chiaro che essa non era sfuggita a ricercatori precedenti. Si vedano, a questo proposito, le nostre varie citazioni da reports editi ed inediti di MASON e di WARDEN. La nostra visione si differenzia, comunque, in modo rilevante per i motivi seguenti.

I) Le deformazioni di fase (b) e (c) sono da noi interpretate come un qualcosa di sostanzialmente unitario.

II) L'importanza dell'evento (b + c) è stata, a nostro avviso, sottovalutata nella letteratura.

III) Tale evento non coincide necessariamente con "fasi tardive dell'evento metamorfico principale", il quale potrebbe anche essere di molto precedente.

IV) E' con l'evento (b + c) che va associata la messa in posto dei corpi basici tipo Sheik e Hegebo, e non genericamente con fasi tardive dell'evento metamorfico principale.

V) Se i corpi basici sono di età Proterozoico superiore, come appare verosimile anche sulla base del confronto con la geologia della penisola araba, la nostra interpretazione risulta, a differenza di altre, compatibile con una genesi del basamento in età anteriore al Proterozoico superiore.

VI) Nella nostra visione, le trasformazioni di tipo metamorfico, da noi e da altri riscontrate nelle rocce basiche, non sarebbero da riferire ad un "evento" metamorfico nel senso convenzionale del termine. Esse sarebbero piuttosto il prodotto di una deformazione esercitata su una roccia magmatica che si trovava in fasi precoci della sua storia di raffreddamento, e quindi ancora a temperatura sufficientemen

te alta, da giustificare paragenesi metamorfiche "calde".

Questa interpretazione fornisce una risposta a un problema che emerge dalla lettura dei reports inglesi, nei quali esso non solo non viene ignorato, ma anzi viene sottolineato, talora con una vena di imbarazzo. Il problema è quello della esistenza di paragenesi di alto grado metamorfico, riscontrata in metabasiti, e assente nell'incassante. Quasi necessariamente, la soluzione proposta è quella di una generale retrocessione del basamento, alla quale solo le metabasiti sarebbero sfuggite. A questo proposito, si vedano WARDEN, 1959 (report AJW 12, p. 26, sull'area di Lalis) e WARDEN, 1959 (report AJW 14, p. 16, sull'area di Bihendule).

BIBLIOGRAFIA

- BUTLER R.W.H., 1982 - The terminology of structures in thrust belts. Journ. Struct. Geol., 4, 239-245.
- CABY R., 1981 - Paléodynamique d'une marge passive et d'une marge active au Précambrien supérieur: leur collision dans la chaîne pan-africane du Mali. Bull. Soc. Géol. Fr., 1978 (6), 857-871.
- D'AMICO C., IBRAHIM H.A. & SASSI F.P., 1981 - Outline of the Somali basement. Geol. Rundschau, 70, 882-896.
- DANIELS J.L., SKIBA A.J. & SUTTON J., 1965 - The deformation of some banded gabbros in the northern Somalia fold belt. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 121.
- GELLATLY D.C., 1960 - Report on the Geology of the Las Dureh area, Burao District. Somali Republic Geol. Survey Reports, 6, 40 pp.
- HUNT J.A., 1958 - Report on the Geology of the Adadleh area, Hargeisa and Berbera District. Somaliland Protect. Geol. Survey Reports, 2, 16 pp.
- HUNT J.A., 1960 - Report on the Geology of the Berbera-Sheikh area, Berbera and Burao District. Somaliland Protect. Geol. Survey Reports, 4, 27 pp.
- MASON J.E., 1962 - Report on the Geology of the area north of Hargeisa and Laferug, Hargeisa and Berbera Districts. Somali Republic Geol. Survey Reports, 7, 34 pp.

- SASSI F.P. & IBRAHIM H.A., 1981 - Tentativo di schematizzazione dei problemi litostratigrafici e di correlazione del basamento della Somalia settentrionale. Quaderni di Geologia della Somalia, 5, 91-101.
- SASSI F.P., GATTO G.O. & VISONA' D., 1983 - Present status of knowledge on the crystalline basement of North Somalia. Quaderni di Geologia della Somalia, 7, 263-271.
- VISONA' D., ABDULLAHI HAYDER M., HAWA H.H., IBRAHIM H.A. & SAID A.A., 1983 - Nuovi dati di campagna sul basamento cristallino della Somalia settentrionale (escursione Settembre-Novembre 1983). Quaderni di Geologia della Somalia, 7, 273-293.
- WARDEN A.J., 1982 - The NE branch of the Mozambique Belt. First Symposium I.G.C.P. 164 "Pan-African Crustal Evolution in the Arabian Nubian Shield" (Jeddah 1982), abstract, 103-105.

Rapporti inediti

- DANIELS J.L., 1960 - Geology of the Hargeisa-Borama Districts. Somali Republic Geol. Survey, unpubl. rept., 118 pp.
- WARDEN A.J., 1959 - The Geology of the basement rocks in the area west of Manja-Asseh and Hudiso, Berbera District. Somaliland Protect. Geol. Survey, unpubl. rept. AJW-12, 29 pp.
- WARDEN A.J., 1959 - The Geology of the basement rocks of the Marso Ledge, west of Sheikh, Berbera District. Somaliland Protect. Geol. Survey, unpubl. rept. AJW-13, 14 pp.
- WARDEN A.J., 1959 - The Geology of the basement rocks to the north and NW of Bihendula, Berbera District. Somaliland Protect. Geol. Survey, unpubl. rept. AJW-14, 21 pp.