



JAAMACADDA
UMMADDA
SOOMAALIYEED

KULLIYADDA
JOLOJIYADA

UNIVERSITA'
NAZIONALE
SOMALA

FACOLTA' DI
GEOLOGIA

Moqadiscio 1982

LINEAMENTI GEOLOGICI
DELLA SOMALIA

CARMIGNANI LUIGI

**Quaderni
di Geologia
della Somalia**

Volume 6

LINEAMENTI GEOLÓGICI DELLA SOMALIA

Volume 6

PRESENTAZIONE

I primi volumi dei Quaderni di Geologia della Somalia sono oramai esauriti. Ciò ha reso negli ultimi tempi più difficile da un lato la larga utilizzazione didattica degli articoli in essi contenuti, dall'altro l'accostamento rapido dei docenti ai problemi geologici della Somalia.

Questo fatto, unitamente all'urgenza di dotare il Corso di Geologia Regionale Somala di un testo di riferimento, ci ha convinto dell'opportunità di allestire e pubblicare il presente volume. Esso è una raccolta organica di articoli già precedentemente pubblicati, scelti in modo tale da fornire un quadro completo delle conoscenze attuali sulla geologia della Somalia.

Gli articoli - di provenienza varia ma tutti legati a ricerche svolte nella Facoltà di Geologia dell'U.N.S (con una sola eccezione) - sono stati ristampati senza nessuna variazione rispetto al testo originale. Ciò ha comportato l'introduzione nel volume di alcuni risultati obsoleti, col vantaggio di dare un'idea del rapido evolversi delle conoscenze negli ultimi anni.

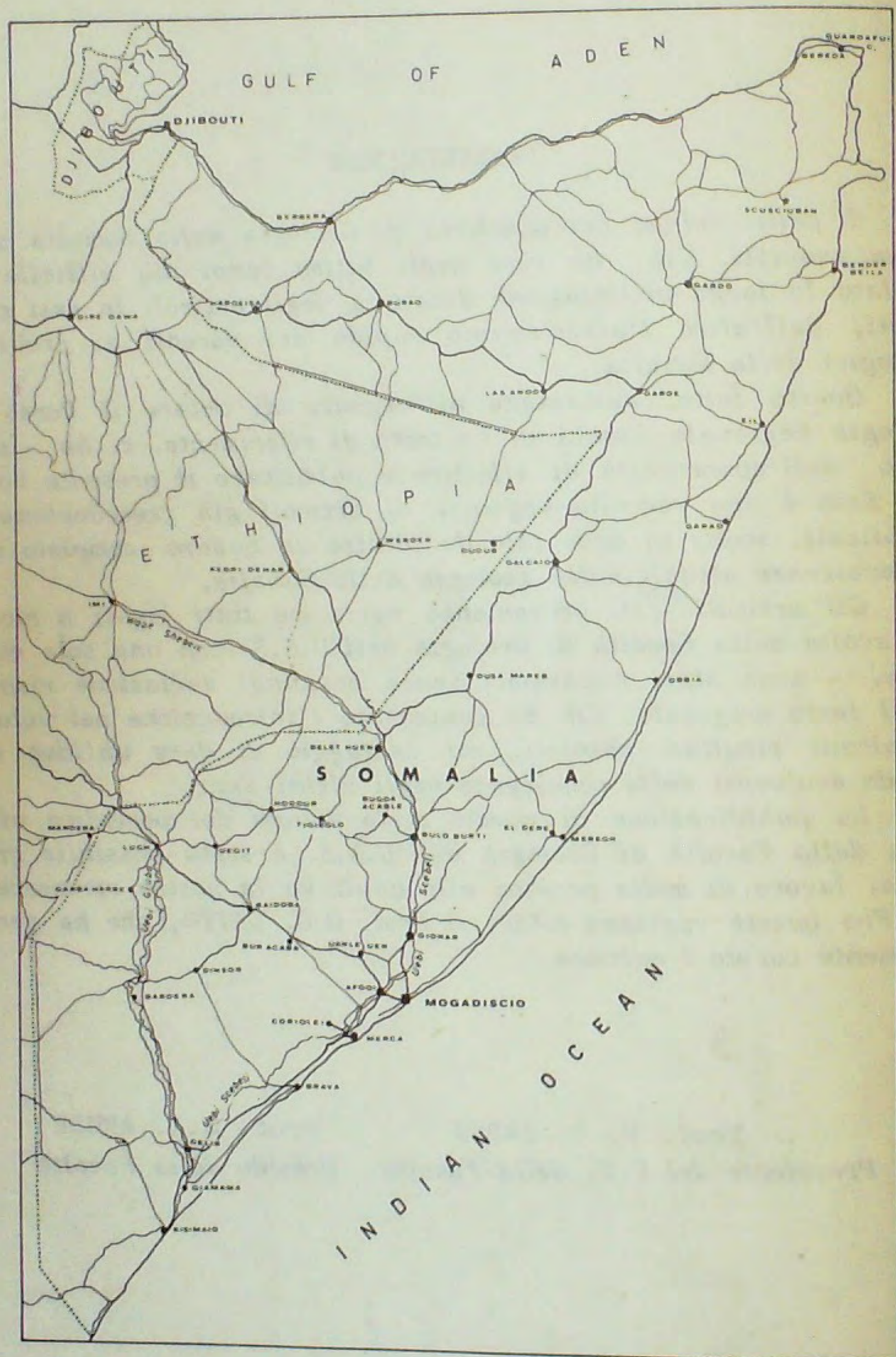
La pubblicazione di questo sesto volume del periodico ufficiale della Facoltà di Geologia dell'U.N.S. è stata possibile grazie al lavoro di molte persone alle quali va la nostra riconoscenza. Fra queste vogliamo citare il Prof. G.O. GATTO, che ha generosamente curato l'edizione.

Prof. F. P. SASSI

Presidente del C.T. della Facoltà

Prof. M.A. ARUSH

Preside della Facoltà



Schizzo Geografico del Corno d'Africa

IL BASAMENTO CRISTALLINO IN SOMALIA *

(F.P. SASSI- H. IBRAHIM)

INTRODUZIONE

Nella Somalia il basamento cristallino affiora in due settori ben distinti: 1) nella Somalia settentrionale; 2) nella regione dei Bur, ad Ovest di Mogadiscio.

Fra queste due grandi ed interessanti aree cristalline, si inserisce il modesto affioramento nella Valle del Nogal, sul quale non esistono notizie dettagliate.

Senza alcuna pretesa di fornire un quadro evolutivo organico, diamo qui di seguito una panoramica dei caratteri essenziali di questi basamenti, quale risulta dalla letteratura disponibile.

Lo scopo è più quello di mettere in evidenza le maggiori lacune conoscitive, che non quello di consolidare un complesso di dati geologici e petrografici a volte contraddittori e comunque disomogenei.

Il quadro risultante sarà senza dubbio più attendibile nella regione dei Bur, nella quale entrambi gli Autori hanno condotto ricerche di campagna e di laboratorio originali (inedite), che nella Somalia settentrionale, ove uno degli Autori (I.H.A.) ha condotto lunghe campagne di rilevamento seguite dai necessari studi di laboratorio, e l'altro (F.P.S.) ha eseguito solo osservazioni lungo itinerari nella parte occidentale.

1 - Il Basamento della Somalia settentrionale

Le conoscenze sul basamento della Somalia settentrionale sono sostanzialmente dovute a una serie di brevi monografie, in gran parte pubblicate, che portano le date dal 1955 (White, ined.; Stewart, ined) al 1962 (Mason & Warden, 1956; Hunt, 1958; Greenwood, 1960; Gellatly,

(*) da: "Quaderni della Somalia", Vol. 1°, p. 1-16, Mogadiscio 1977.

1960; Mason, 1962).

Le altre relazioni inedite esistenti non aggiungono sostanziali novità, mentre una menzione particolare meritano le più recenti pubblicazioni di Daniels e di Daniels & Warden rispettivamente sulla zoneografia metamorfica e sui corpi gabbri stratificati della Somalia nord-occidentale.

Le principali difficoltà che si incontrano nel tentativo di delineare i caratteri principali di questo basamento sono varie:

- probabile disomogeneità di terminologia fra Autori diversi, che a volte sembra introdurre delle apparenti differenze fra rocce che in realtà sono identiche o simili;
- uso improprio di alcuni termini, secondo accezioni attualmente screditate (ad es., l'uso del nome "granulite" per indicare rocce meta-psammitiche di alto grado, indipendentemente dalle condizioni del metamorfismo);
- la incertezza di certe ricostruzioni stratigrafiche, che quindi possono essere estrapolate "a tavolino" solo con gravissimi ed ingiustificati rischi;
- l'inadeguatezza del substrato petrologico, che è troppo vecchio; ne consegue che molte interpretazioni petrogenetiche proposte in questi lavori non sono attualmente più proponibili e non possono quindi essere oggetto di discussione.

Per questo insieme di motivi gli scriventi preferiscono dare solo una descrizione delle varie situazioni e dei vari litotipi costituenti il basamento della Somalia settentrionale, rinunciando a fornire dettagliati schemi evolutivi, e dettagliati schemi dei rapporti stratigrafici, il cui grado di arbitrarietà è per ora troppo elevato.

Molto varia è la litologia del basamento della Somalia settentrionale, che può essere sintetizzato nei seguenti termini:

- A) Metasedimenti: scisti psammitici; scisti pelitici; scisti carbonatici e marmi;
- B) Metavulcaniti: metarioliti e gneiss chiari, anfiboliti e rocce associate;
- C) Granitoidi e Migmatiti: graniti, a volte orientati; granodioriti, a volte orientate; sieniti; migmatiti di vario tipo; pegmatiti, apliti e quarzo in vene;
- D) Plutoniti basiche dei complessi gabbri stratificati.

Localmente è stata segnalata anche la presenza di charnokiti (Gellatly, 1960), ma la descrizione fornita per queste rocce non è sufficiente per stabilire se queste rocce hanno i caratteri delle vere charnokiti, nell'accezione moderna di questo termine.

Metasedimenti, metavulcaniti, granitoidi e migmatiti sono, su scala regionale, intimamente associate e mescolate fra di loro, mentre i gabbri stratificati sono relativamente concentrati nella parte centrale della Somalia settentrionale.

In sostanza, quindi, questo basamento consiste in un potente complesso di antichi sedimenti con vulcaniti intercalate, che fu sottoposto ad almeno un evento metamorfico e ad almeno due maggiori cicli di messa in posto di fusi granitoidi. Il significato dei complessi gabbri ci è, per ora, poco chiaro.

Circa il carattere dell'evento metamorfico principale, si può affermare quanto segue:

1. Il grado metamorfico è in generale alto, corrispondente alla facies delle anfiboliti; tuttavia è ben visibile in alcune aree una variazione di grado metamorfico. Più precisamente, nell'area di Borama-Abdulkadir e nella regione di Erigavo esistono rocce in facies degli scisti verdi.

Non è tuttavia definitivamente accertato se queste variazioni indicano una zoneografia metamorfica oppure sono dovute ad un più recente metamorfismo di basso grado che abbia interessato serie rocciose più recenti o comunque sfuggite al precedente evento di alto grado.

Ritorniamo sull'argomento più avanti, e vedremo che l'ipotesi di un secondo evento metamorfico di basso grado sembra probabile almeno per la regione di Erigavo;

2. Il carattere barico del metamorfismo in facies anfibolitica è, almeno per il settore orientale, chiaramente indicato dalla presenza di cianite coesistente con muscovite.

La cianite si trova nella regione a Nord e Nord-Est di Hargeisa, sia nelle metapeliti che in livelli di particolare composizione, ricchissimi di cianite, livelli che molto probabilmente potranno essere utilizzati come orizzonti guida per la ricostruzione della stratigrafia del basamento della Somalia settentrionale.

Per ora non si può dire con certezza se il carattere barroviano indicato dalla cianite sopracitata sia estensibile a tutto il basamento meso-catazonale, come peraltro sembra probabile. Inoltre nulla si sa sulla baricità del metamorfismo epizonale; la verifica della congruenza del carattere barico fra questo metamorfismo di bassa temperatura e del costante metamorfismo a cianite rappresenta, senza dubbio, uno dei primi obiettivi da raggiungere.

Per quanto riguarda la stratigrafia del basamento, molto importanti sono i risultati ottenuti da Mason & Warden (1950) e da Green-

wood (1960) nel distretto di Erigavo.

Questi Autori hanno ben caratterizzato una serie stratigrafica superiore, epimetamorfica (e forse in parte anchimetamorfica) detta "Serie di Inda Ad", che poggia su un basamento di alto grado (vedi anche Farquharson, 1964).

Le rocce della serie di Inda Ad formano una fascia che va, grosso modo, da Erigavo fin quasi a Bosaso, con uno sviluppo E-W di circa 200 Km. Malgrado la mancanza di una discordanza angolare fra "Serie di Inda Ad" e substrato, Mason & Warden (op. cit.) hanno ravvisato una "unconformable relationship" in base ai seguenti caratteri: 1) La presenza di un conglomerato alla base della "Serie di Inda Ad"; 2) un contrasto nel tipo di metamorfismo; 3) diversità di associazione litologica fra la Serie di Inda Ad (prevalenti metapeliti con subordinate metapsammiti e scisti carbonatici) ed il substrato (che è ricco di intercalazioni di ortoscisti).

Se questa ricostruzione stratigrafica è valida, come sembra verosimile, il metamorfismo epizonale della "Serie di Inda Ad" non avrebbe nulla a che vedere con quello di alto grado dal sottostante basamento, e potrebbe quindi anche essere di tipo barico diverso.

Una indagine su questo argomento, cioè un'analisi geobarometrica delle metapeliti di Inda Ad, potrebbe senza dubbio fornire dati preziosi per la ricostruzione della storia geologica della Regione.

Va tuttavia notato che il punto 2 di Mason & Warden (op. cit.) è asserito ma non dimostrato, a nostro avviso. Per giunta, anche gli altri due punti sembrano per lo meno discutibili. Infatti Greenwood (op. cit.) non ritiene valide tali argomentazioni, ed in particolare getta un'ombra di dubbio sulla natura dei supposti "conglomerati basali". Inoltre, rimarcando che le rocce della "serie di Inda Ad" mostrano una zoneografia metamorfica, con aumento di grado da Est verso Ovest, questo autore ritiene possibile che, per variazione di grado metamorfico, le rocce in questione si colleghino gradualmente al basamento, dal quale non necessariamente differirebbero di età. In base a confronti con complessi rocciosi litologicamente simili affioranti nello Yemen (Wadi Ghabar, ad Ovest di Al Mukalla), Greenwood ritiene possibile un'età cambriana inferiore per le rocce della "Serie di Inda Ad". Nella Somalia Settentrionale la "Serie di Inda Ad" trova forse la sua prosecuzione verso Ovest, nel Distretto di Burao, nel quale le filladi cloritiche di Jirba sono state tentativamente correlate alla "Serie di Inda Ad" (Gellatly, 1960). Più ad occidente ogni tentativo di correlazione diventa altamente speculativo, per la mancanza di rocce epimetamorfiche e di livelli guida nei distretti di Hargeisa e di Berbera:

in queste aree le rocce della Serie di Inda Ad non esistono oppure non sono riconoscibili a causa dell'elevato grado metamorfico.

Rocce epimetamorfiche compaiono ancora più ad occidente, nell'area Borama-Abdul Kadir. E' difficile dire se queste rocce siano correlabili o meno a quelle di Jirba (e quindi, almeno ipoteticamente, a quelle della "Serie di Inda Ad"): è però forse significativa la presenza di metavulcaniti acide e di intercalazioni carbonatiche in entrambe le aree (Jirba e Harirad, presso Abdulkadir).

E' dimostrato che, al plutonismo tipico del basamento, anteriore alla "serie di Inda Ad", esistono anche granitoidi circoscritti che attraversano in discordanza la serie ripiegata di Inda Ad; oltre alle abbondanti vene pegmatitiche, ricordiamo a tal proposito i corpi granitoidi di Las Bar, di Infero e di Arar nel distretto di Erigavo, per i quali un'età pre-giurassica e pre-cretacea è certa su basi geologiche.

Intorno al granito di Arar c'è un'aureola di contatto nella quale compare la cordierite. Il plutonismo basico (complessi gabbri stratificati, con numerosi litotipi differenziati) è anteriore alla "Serie di Inda Ad". Mason (1962) lo attribuisce ad uno stadio tardivo dell'evento metamorfico-plicativo principale del basamento.

Solo per il gabbro di Dalan è stata dubitativamente considerata possibile un'età più recente, ma comunque pre-giurassica.

Va notato che, nel distretto di Burao, Gellatly (op. cit.) considera l'intrusione di gabbri e noriti più recente del metamorfismo delle filladi di Jirba (considerate coeve al metamorfismo di alto grado, più alto di quello del substrato).

Se questa circostanza venisse confermata, cadrebbero i presupposti per una correlabilità fra filladi cloritiche di Jirba e "Serie di Inda Ad", la quale è certamente più recente del plutonismo basico dei complessi gabbri stratificati.

Per quanto riguarda il plutonismo acido ed intermedio del basamento ed il relativo corteo aplitico-pegmatitico, è certo che esistono almeno due cicli, come già accennato in precedenza.

Al ciclo più antico vanno riferite quelle magmatiti nelle quali compaiono, più o meno nette e più o meno discontinue, anisotropie planari, ed ovviamente i complessi migmatitici.

Al ciclo più recente invece vanno riferiti i granitoidi chiaramente circoscritti, isotropi, posteriori alla messa in posto dei gabbri stratificati. Tuttavia, negli schemi evolutivi proposti dai vari autori, compaiono più fasi di "granitizzazione" anteriori ai gabbri (ad es.: Hunt, 1960), ed è per ora difficile stabilire se la distinzione di queste varie fasi è oggi accettabile o meno.

Sembra invece probabile che il ciclo granitoide recente sia lo stesso che taglia la serie ripiegata di Inda Ad.

Filoni basici, a volte contenenti analcime spesso molto alterati, filoni dioritici, lamprofiri e intrusioni granitiche minori si sarebbero messe in posto dopo il ciclo granitico recente.

In conclusione, le più probabili linee essenziali della storia del basamento cristallino della Somalia Settentrionale sarebbero le seguenti:

- 1) deposizione della larga gamma di sedimenti e di vulcaniti che costituiscono le rocce originarie del basamento di alto grado metamorfico;
- 2) metamorfismo di tipo barroviano, prevalentemente od esclusivamente di grado medio ed alto nei livelli ora affioranti;
- 3) connessa genesi di fusi acidi fino ad intermedi, e quindi formazione dei complessi migmatitici e dei corpi granitoidi più o meno scistososi;
- 4) messa in posto di gabbri stratificati;
- 5) intrusioni acide minori;
- 6) deposizione della "Serie di Inda Ad";
- 7) metamorfismo di bassa temperatura;
- 8) intrusioni granitoidi (es. Arar, Infero, Las Bar);
- 9) intrusioni minori acide ed intermedie, locali lamprofiri.

Questo è il quadro evolutivo meno arbitrario che oggi si possa presentare. Quando gli scriventi avranno portato a compimento la revisione sistematica delle sezioni sottili disponibili e compiuto sufficienti osservazioni sul terreno, si tenterà di formulare un più dettagliato e motivato schema evolutivo di questo basamento cristallino. Per tale scopo, di grande importanza saranno:

- dati comparativi sul basamento cristallino yemenita, che dovrebbe essere sostanzialmente identico a quello della Somalia Settentrionale;
- abbondanti dati radiometrici; per ora, l'unico dato radiometrico esistente dice solo che questo basamento fu coinvolto nell'Evento Panafriano, ma non precisa se questo evento è responsabile dei caratteri fondamentali di questo basamento o solo della parte finale della sua evoluzione.

2 - Il Basamento della Regione dei Bur

Le prime osservazioni sulla geologia della Somalia Meridionale, e quindi anche della regione dei Bur, sono state compiute durante quat

tro spedizioni scientifiche italiane: la seconda spedizione Bottego, la missione Stefanini-Paoli (1913), la missione Stefanini-Puccioni (1924) e la spedizione del Duca degli Abruzzi nel Bacino dello Shabelle.

Parecchi lavori descrivono i risultati scientifici in tal modo acquisiti, e fra questi ricordiamo: Stefanini (1932), che tenta una interpretazione geomorfologica dei Bur, Stefanini (1936), che traccia le linee essenziali della geologia dell'Africa Orientale; Aloisi & De Angelis (1938), che riportano numerosi dati petrografici di notevole valore, parte dei quali riguarda il cristallino dei Bur; Cecioni (1940), che schematizza l'evoluzione paleogeografica indicata dalla copertura sedimentaria della regione dei Bur.

A questo punto, le conoscenze geologiche fondamentali su questa regione possono essere riassunte nei seguenti punti:

- i Bur vanno considerati "vari scheletri" di una antica catena montuosa quasi distrutta, isolati da fenomeni erosivi;
- la loro età è molto antica, verosimilmente pre-cambrica;
- i tipi litologici, di cui Aloisi (1938) fornisce una descrizione petrografica ed una decina di analisi chimiche, sono graniti a due miche, granititi, granititi porfiriche, graniti anfibolico-micacei; apliti dioritiche, pegmatiti e concentrazioni quarzose, sieniti micacee; dioriti; orneblenditi; gneiss biotitici, anfibolici e micaceo-anfibolici; quarziti a magnetite;
- fino a tutto il Trias la regione dei Bur è stata emersa, e durante questo lungo periodo essa è stata peneplanizzata.

Questo era lo stato delle conoscenze al 1940. Senza voler disconoscere i meriti degli autori che successivamente si sono occupati di questa regione, non si può dire che progressi sostanziali riguardanti la storia del basamento siano stati compiuti nel successivo trentennio.

Importanti eccezioni sono i tre lavori comparsi nel 1965, ad opera di Azzaroli & Passerini, di Borsi e di Daniels, rispettivamente.

Il primo lavoro tenta una impostazione formazionale nel descrivere la litologia dei Bur, fornisce notizie sulla composizione di parecchi Bur e a volte sui rapporti fra i vari litotipi e propone uno schema di evoluzione geologica che prevede la seguente successione di eventi:

- 1) metamorfismo regionale di grado elevato;
- 2) iniezione "lit par lit" e parziale mobilizzazione degli gneiss anfibolici e metasomatosi diffusa...; contemporaneamente o subito dopo, corrugamento, probabile con formazione di corpi intrusivi

maggiori;

3) iniezioni di filoni granitici e pegmatitici durante e dopo il corrugamento.

Borsi ha eseguito cinque determinazioni di età radiometrica Rb/Sr, dalle quali ha ottenuto due valori significativi: un'età attorno ai 600 m.a. (roccia totale), ritenuta dall'Autore "la più vicina alla formazione di queste rocce"; l'altra (biotite) attorno ai 490 m.a., legata dall'Autore ad un successivo metamorfismo.

Azzaroli & Passerini (op. cit.) legano l'età dei 600 m.a. all'evento 2) da essi individuato, e quella di 490 m.a., "alla successiva mobilizzazione rivelata dalla ricristallizzazione dell'albite".

Daniels (1965) ha pubblicato un quadro strutturale ed una carta schematica di tutta la regione, interamente basati su interpretazioni fotogeologiche. Egli ha riconosciuto una struttura a pieghe mesoscopiche simmetriche con assi poco inclinati e piani assiali subverticali, attraversata e dislocata da due sistemi di faglie N40W e N20E. Secondo questo Autore, vi sarebbe una parentela fra le direttrici tettoniche della regione dei Bur e quelle della Catena Mozambicana.

Si arriva così all'ultimo decennio, durante il quale questo basamento è stato sottoposto a ricerche minerarie sistematiche.

Tuttavia, tra le numerose relazioni geologiche comparse in questo decennio (inedite), merita di essere ricordata soltanto quella di Ilyin (1967): è l'unica infatti che porta importanti dati nuovi, fra i quali una carta geologica alla scala 1:200.000 basata su interpretazioni fotogeologiche con locali controlli a terra.

Nel basamento dei Bur questo Autore distingue, pur con qualche ombra di dubbio, un complesso stratigrafico inferiore ed uno superiore: nel primo Ilyin pone gneiss iniettati da sottili corpi granitici concordanti, nel secondo rocce a silicati di Ca, rocce carbonatiche e probabilmente livelli di quarziti a magnetite.

Grosse intrusioni granitiche interessano entrambe le serie, che per giunta hanno caratteri metamorfici uguali. Dal punto di vista strutturale, il quadro di Daniels viene ulteriormente migliorato, ma alcune sue interpretazioni ed in particolare il riferimento alla Catena Mozambicana vengono respinte da Ilyin.

L'unico studio geologico sul Cristallino dei Bur che abbia sviluppato in maniera sistematica anche ricerche petrografiche e petrogenetiche è quella condotta da Bakos & Sassi nel 1975 e 1976.

Basato su una nuova campagna di osservazioni sul terreno, su analisi di parecchie migliaia di metri di carote, su dati geofisici e su ricerche di laboratorio, questo lavoro - che sta per essere pubbli-

cato - contiene anche una carta geologica alla scala 1:200.000.

Secondo Bakos & Sassi, il basamento della regione dei Bur è costituito dai seguenti litotipi fondamentali:

- 1) paragneiss biotitici a bande;
- 2) anfiboliti e gneiss anfibolici;
- 3) Quarziti e quarziti ferrifere;
- 4) marmi puri ed impuri;
- 5) migmatiti;
- 6) granitoidi;
- 7) granitoidi porfirici;
- 8) apliti, pegmatiti e quarzo in vene, chiazze e filoni.

Sostanzialmente si tratta di un basamento metamorfico in facies anfibolitica costituito dai primi quattro litotipi; in esso si è verificata una importante messa in posto di fusi granitoidi, a costituire sia grossi corpi circoscritti che leucosomi di piccole dimensioni più o meno dispersi nelle rocce incassanti, con rapporti strutturali di vario tipo.

I paragneiss biotitici a bande, le anfiboliti e gli gneiss anfibolici costituiscono un complesso unitario, indicato col nome comprensivo di "paragneiss a bande l.s."; in esso solo la variabilità dei rapporti quantitativi fra componenti chiari (quarzo, plagioclasio, K-feldspato e mica chiara) e componenti scuri (biotite, anfibolo) ed il prevalere dell'uno o dell'altro dei componenti colorati determinano una successione di bande compositivamente o cromaticamente diverse, di natura certamente premetamorfica e sedimentogena.

Nei livelli nei quali l'anfibolo manca o è quantitativamente poco importante, prevalgono paragneiss chiari, biotitici, sempre dotati di tessiture a bande. Queste rocce, se si prescinde dalle migmatiti e dai granitoidi (cioè, dalle importanti variazioni determinate nella litologia regionale dalla comparsa dei fusi granitoidi), costituiscono anche il litotipo più diffuso in tutto questo basamento: ciò risulta evidentemente da una valutazione quantitativa delle carote, più che non dalle rocce affioranti dei Bur.

Le quarziti ed i marmi prevalgono decisamente nelle parti più alte di questo basamento; essi tuttavia non mancano anche in altri livelli e, in particolare, modeste bande carbonatiche ricorrono più volte entro ed in vicinanza delle bande anfibolitiche. Peculiare è la posizione geologica delle quarziti ferrifere, che rappresentano un ottimo livello guida.

Analizzando l'assetto strutturale regionale e la distribuzione dei litotipi sopra descritti, Bakos & Sassi (op. cit.) hanno trovato

conferme all'interpretazione di Ilyin (1967) sulla classificazione stratigrafica del basamento dei Bur in due complessi sovrapposti. Essi hanno adottato per il complesso inferiore il nome di "Serie di Olontole" e per quello superiore il nome di "Serie di Dinsor", cioè gli stessi nomi che già compaiono nella "carta Geologica della Somalia" alla scala 1:1.000.000 compilata da Kozerenko (1970-72; ined.).

Nella legenda di questa carta la "serie di Olontole" viene attribuita all'Archeano, mentre quella di "Dinsor" al Proterozoico Inferiore. Questi riferimenti cronologici sono però prematuri e relativamente arbitrari in mancanza di dati: infatti, dal punto di vista cronologico, gli unici elementi di giudizio sono ancora quelli forniti da Borsi (1965). Va inoltre tenuto presente che, secondo Bakos & Sassi (op. cit.), le due serie sono in continuità stratigrafica, cioè non sono separate fra loro da una superficie di discontinuità di sedimentazione riconoscibile, ma sembrano rappresentare il risultato di una normale evoluzione sedimentologica.

Per di più, le due serie sono state metamorfosate insieme durante lo stesso evento metamorfico, ed insieme sono state coinvolte in un grandioso processo di messa in posto di magmi acidi, generatisi sostanzialmente in situ, spesso a non grande distanza dalla attuale posizione dei granitoidi da essi generatisi.

Per quanto riguarda i granitoidi, i loro rapporti con le rocce incassanti sono di vario tipo:

- a) o costituiscono piccoli corpi concordanti di dimensioni da millimetriche a decimetriche, apparentemente non collegati fra loro, dispersi in seno ai "paragneiss a bande" l.s.; in tal caso, a seconda della quantità di questi leucosomi, si va da paragneiss a bande con scarse porzioni leucosomatiche, chiaramente generatesi in situ per anatessi, fino a tipiche arteriti, non di rado con chiazze nebulitiche;
- b) o presentano rapporti discordanti rispetto alle porzioni melanosomatiche (paragneiss biotitici o biotito-anfibolici fino ad anfiboliti), dando origine a migmatiti arteritiche;
- c) oppure costituiscono grossi corpi circoscritti relativamente omogenei, nei quali si possono trovare qua e là inclusi melanosomatici (paragneiss biotitici scuri, biotitico-anfibolici fino ad anfiboliti), a volte in lame molto sottili e relativamente lunghe parallele alla loro scistosità, spesso frammentati in "boudins" da venette granitiche, oppure in blocchi angolosi con aspetto brecciato;
- d) o infine costituiscono corpi leucosomatici spesso di grandi dimen-

sioni, nei quali eterogeneità compositive di vario tipo (livelletti quarzosi a varia granulometria, apparentemente gradata; letti ricchi di biotite; bande tormalinifere; bande anfiboliche; ecc.) determinano un banding chiaramente ereditato. In tali casi si ha la chiara impressione, sul terreno, che tutta la roccia sia passata allo stato fuso in situ, ad eccezione dei livelli e bande che determinano il banding; a causa dell'elevata viscosità del fuso (volumetricamente prevalente), questi livelli a bande sarebbero rimasti "invischiati" quasi nelle stesse posizioni nelle quali si trovavano prima dell'anatessi.

Spesso i leucosomi di grosse dimensioni presentano una tessitura orientata, che però può scomparire gradatamente nel giro di pochi metri: così granitoidi orientati sfumano gradatamente in tipi decisamente isotropi. Le osservazioni sul terreno condotte da Bakos & Sassi inducono ad escludere che i granitoidi, dopo la loro comparsa, siano stati resi scistosi, ed a ritenere che la orientazione dei granitoidi anisotropi sia ereditata, per un processo analogo a quello descritto al precedente punto d).

Con tale interpretazione i ripetuti ed irregolari passaggi fra granitoidi isotropi e granitoidi orientati trovano una spiegazione plausibile. Non sono mai state osservate discordanze angolari fra la foliazione dei leucosomi e la scistosità degli inclusi, ma quest'ultima si prolunga nella prima sfumandosi.

In questo contesto interpretativo, la distinzione fra granitoidi antichi e granitoidi recenti basata sulla presenza o meno di anisotropie planari perde significato. E, nell'attesa di un adeguato numero di dati radiometrici l'unica distinzione possibile è quella fra granitoidi diffusi, che sembrano esclusivi della "Serie di Olontole", e granitoidi circoscritti, che si trovano in entrambe le serie.

I granitoidi diffusi si sarebbero formati per fusione in situ nel corso di un evento regionale metamorfico-anatettico (600 m.a.); i granitoidi circoscritti sono geneticamente indistinguibili dai precedenti, ma la loro messa in posto per risalita ed intrusione può essere di poco più recente rispetto all'evento regionale sopra citato (ma non tanto, si ritiene, da fornire un gruppo nettamente distinto di valori di età radiometriche).

Non sono stati trovati dati a sostegno dei processi metasomatici su larga scala, ipotizzati da Azzaroli & Passerini (1965) e, successivamente, da molti altri autori. Pertanto Bakos & Sassi negano che nell'evoluzione petrogenetica di questo basamento siano intervenuti processi metasomatici a carattere regionale, pur riconoscendo che fenome-

ni di ricristallizzazione tardiva e di sostituzione sono relativamente comuni.

Va infine precisato che la mancanza di minerali utilizzabili come indicatori barometrici ha impedito il riconoscimento del carattere di pressione dell'evento metamorfico regionale; su tale problema, quindi, possono per ora essere tentate solo speculazioni.

Concludiamo, ricordando che vene, filoni e chiazze aplitiche e pegmatitiche tagliano, in concordanza e in discordanza, i complessi migmatitici di vario tipo ed i corpi granitoidi. Qua e là compaiono anche venette quarzose e quarzoso-feldspatiche ad andamento ptigmatico. La complessità dei rapporti di intersezione fra questi materiali indica un'attività filoniana pluristadiale.

OUTLINE OF THE SOMALIAN BASEMENT

(C. D'AMICO - H.A. IBRAHIM - F.P. SASSI)

ABSTRACT

A sequence of events which has been recognized in the two basement regions of Somalia is outlined on the basis of new field and petrographic data and pre-existing published and unpublished reports. The evolution of the Somalian basement took place during the Pan-African event. However, much detailed work is necessary before the history of the basement can be integrated into the more detailed Pan-African picture recognized in the neighbouring regions.

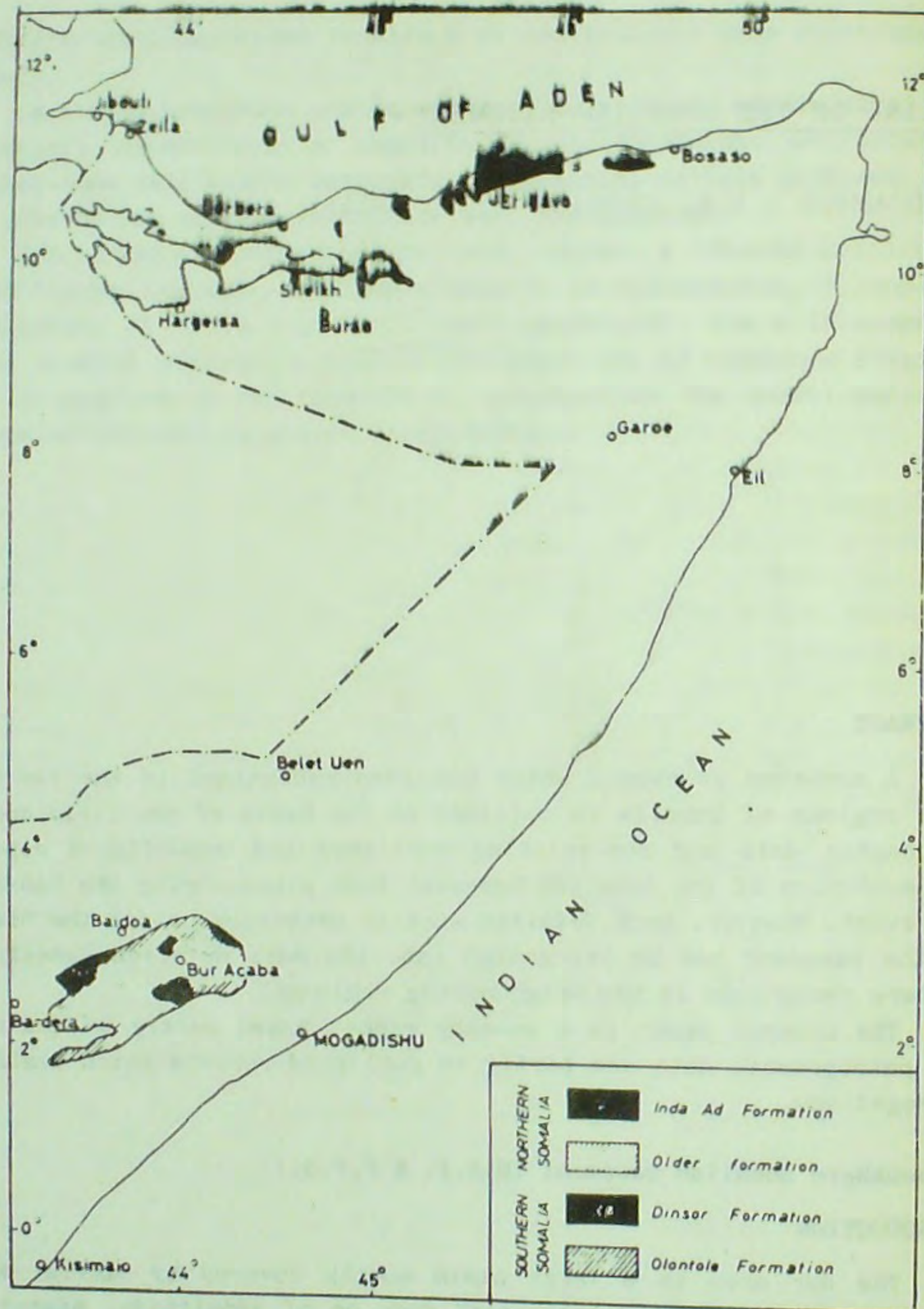
The present paper is a summary report based partly on new field and petrographic data and partly on published reports which available in Mogadishu.

A) Southern Somalian basement (H.A.I. & F.P.S.)

INTRODUCTION

The Bur area is a large plain mostly covered by eluvial soils from which some dozen "inselbergs" made up of granitoids, migmatites and banded gneisses emerge. As a consequence of this geomorphological

(*) da: "Geol. Rundschau" , Vol. 70/3, pp. 882-896, Stuttgart 1981.



situation, field observations are possible only on these relatively small outcrops, while most of the basement remains inaccessible to surface analysis. Fortunately, in the last few years numerous boreholes have been drilled for mineral exploration and the examination of numerous core samples from samples from the central part of the Bur area was possible. Most of the following data are taken from Azzaroli & Passerini (1965), Daniels (1965), Bakos & Sassi (1980).

STRATIGRAPHY

From the lithostratigraphical point of view two complexes have been distinguished: the lower "Olontole Formation" and the upper "Dinsor Formation". These two formations seem to represent a normal stratigraphic sequence.

The Olontole Formation consists mainly of banded paragneisses and minor amphibolites, both affected by high-grade metamorphism and widespread anatexis. Migmatitic rocks are therefore common and the mostly of artheritic type. The leucosomes from variously sized, more or less continuous, concordant bands but irregular patches and cross-cutting dykes and veins are not rare. Moreover, major granitic bodies also occur, displaying injection relationships with the country rocks. These can be considered as younger granites, but in our opinion they very probably belong to the same metamorphic-anatectic context as the migmatites and many represent the results of upward migrating leucosomes.

The Dinsor Formation also consists mainly of pelito-psammitic metasediments, but marbles and quartzites are dominant and characteristic in its lower part. The latter are partly white, almost pure quartzites and partly black, magnetite-bearing quartzites. The latter may represent a reference horizon for interregional correlations since they display similar features to the Precambrian "itabirites", the so-called "banded iron formations" (BIF). The marbles are pure carbonate horizons in some places, silicate-bearing marbles in others. They either overlie the quartzites directly or are separated from them by metapelitic intercalations, which are also abundant in the upper part of the Dinsor Formation. The whole succession is affected by migmatization (which obviously is evident only in the metapelitic parts) and by injections of granitoids. Effects of magmatic assimilation have been observed at the contact between the injected melts and the marbles.

A lower Proterozoic age has been postulated for the Dinsor Formation and an Archean age for the Olontole Formation. However, these

chronological classifications are highly speculative.

METAMORPHISM

Both formations display consistent mineral assemblages implicating upper amphibolite facies conditions, and both are affected by anatexis in the levels of suitable composition.

Nothing specific can be said as regards the pressure conditions during metamorphism since critical minerals (such as kyanite, andalusite, etc.) have neither been found in the Dinsor nor in the Olontole formations.

The amphibolite facies mineral assemblages found in the Dinsor Formations are identical to those found in the same rock types of the Olontole Formation. Therefore, the two formations seem to have affected by the same metamorphic-anatectic event to which the mineral assemblages and microtextural features presently occurring in these rocks are due. This statement, however, does not exclude the fact that the older Olontole Formation may have been affected by a metamorphic event prior to the sedimentation of the Dinsor Formation, but we are not able to recognize any mineralogical or microtextural relics of this hypothetical older history.

DEFORMATION

The statistical analysis of the mesostructural elements - which has been carried out notwithstanding the small areas of rock outcrops and their heterogeneous distribution throughout the whole Bur area - indicates a common mesostructural evolution for both the Dinsor and Olontole formations. In particular, situations suggesting a complicated deformational history (such as refolded folds, etc.) have been observed in both formations, but it was not possible to identify structural differences in the two units.

The complex deformational patterns need not necessarily imply a polyorogenic development. They may simply be the result of the polyphase deformational activity during one metamorphic-anatectic event.

RADIOMETRIC GEOCHRONOLOGY

The radiometric data on rocks from the Bur area are very poor. They are Rb-Sr data on whole-rock and biotites from granitoids and migmatites Borsi (1965). A whole-rock age of 604 ± 21 Ma^o) obtained from ^o) The Rb decay constant used in the calculation of this and the following ages was not given by Borsi but we suspect it to be 1.47×10^{-11} a⁻¹. In this case the ages are too low by about 3% if compared with modern data.

a migmatite belonging to the Olontole Formation has been interpreted as representing the age of the metamorphic-anatectic event. A muscovite Rb-Sr age value of 531 ± 18 Ma and two biotite age values around 490 Ma (specifically 485 ± 16 Ma and 495 ± 17 Ma respectively) are to be interpreted as cooling ages. The Bur basement was therefore not affected by temperatures higher than 300°C in post-Cambrian times.

Although these data represent a very poor chronological frame, they indicate the metamorphic-anatectic situation of the Bur basement as it developed during the late Precambrian to early Paleozoic Pan-African event.

SUMMARY

- (i) In the southern Somalian basement at least two sedimentary cycles are detectable of which the younger is characterized by the occurrence of white quartzites and black iron quartzites at its base.
- (ii) A long polymetamorphic history cannot be excluded, but the analytical data now available indicate only one amphibolite facies-anatectic event, for which an age close to 600 Ma is suggested by the only radiometric age value at our disposal.
- (iii) Acid to intermediate plutonic rocks, which may show important signs of late magmatic alterations, intrude both the stratigraphic sequences. The granitoids could be considered as younger injections, but in our opinion they probably belong to the same anatectic event as the widespread migmatites.

B) Northern Somalian basement (H.A.I. & F.P.S.)

INTRODUCTION

Basement rocks outcrop along the whole coastal range of Northern Somalia as a result of uplifting processes which began in pre-Jurassic times, developed during the Mesozoic and continued during the Tertiary and Quaternary, producing one of the most important structural features of Somalia, the "northern coast uplift" Somavilla (1977).

The basement rocks are exposed almost continuously; however, two different areas can be recognized, displaying the following important features (Fig. 1):

- The Borama-Hargeisa-Burao area to the west, in which migmatites, granitoids and high-grade metamorphics prevail (Hunt, 1958, 1960; Gellatly, 1960; Mason, 1962);
- The Erigavo-Bosaso area to the east, in which a low-grade complex

appears stratigraphically to overlie the higher-grade and possibility older rocks (Mason & Warden, 1956; Greenwood, 1960).

STRATIGRAPHY

At least two sedimentary cycles can be distinguished according to most authors: the upper "Inda Ad Formation" and a lower sequence to which the name "Older formation" is given here.

A geographic name should be more suitable for the latter; however at the present state of our knowledge we believe a more general and less compelling name to be opportune. In fact, the early introduction of a geographic denomination involves some risk: in a few years time the chosen name might no longer be appropriate.

The Older formation consists mainly of psammitic to pelitic meta-sediments and acid to basic metamorphic igneous rocks. These strata were affected by amphibolite-facies metamorphism, migmatization and injection of granitoids, syenites and gabbros Daniels et al. (1965). Carbonate rocks occur only locally, so that in some cases it is not certain whether the marbles actually belong to the Older formation or whether they represent isolated outcrops of the Inda Ad Formation, in which carbonate beds are relatively abundant.

The Older formation represents a time period of mainly clastic sedimentation during which acid (metarhyolites and related metatuffs) and basic (amphibolites and related greenschists) volcanics were emplaced, probably during more than one igneous cycle. It is possible, though unproven, that the Older formation covers a very long time span: in particular, these rocks may represent a pre-Inda Ad polyorogenic crust, whose oldest history, however, cannot be unravelled due to the strong imprint of the last high-grade metamorphism and anatexis.

The Older formation is cut by at least two generations of granites, one of which is older than the deposition of the Inda Ad Formation, and one is younger than the Inda Ad metamorphism and folding. Moreover, diorites, syenites and layered gabbros were injected into the Older formation. The injection of at least the gabbros and syenites, but partly also that of the diorites, occurred prior to deposition of the Inda Ad Formation.

The Older formation can be rigorously defined only in the east within the Erigavo-Bosaso area, where primary stratigraphic relationships with the Inda Ad Formation are partly preserved. More to the west banded gneisses are considered to belong to the Older formation, solely on account of their lithology and/or metamorphic grade. In such

a classification, however, errors may be made, due to the fact that variations in metamorphic grade may make it possible or difficult to detect possible outcrops of Inda Ad rocks outside the Erigavo-Bosaso area. These variations can also lead to erroneous correlations between possible low-grade metamorphics of the Older and the Inda Ad formations. For these reasons a critical re-examination of the existing maps is now under way with the aim of detecting possible outcrops of the Inda Ad Formation in the Borama-Hargeisa-Burao area. This re-examination is carried out disregarding the metamorphic grade and the injected magmatic rocks, taking pre-metamorphic lithology as the only criterion of classification.

Within the areas mapped as Older formation, a horizon made up of white quartzites occurs with which carbonate beds are sometimes associated (e.g. Tuke Kulantai). These quartzites are up to 10 metres thick and include Al-rich types in which kyanite + andalusite + staurolite occur. This horizon is quite persistent and can be observed over tens of kilometres. The possibility that it may be used as a key-horizon for stratigraphic correlations and that it may represent a boundary between two different stratigraphic units is under examination. In particular, this horizon may either be correlated with similar levels of the Inda Ad Formation or it represents a stratigraphic divide within the Older formation, Ibrahim & Sassi (1979).

The Inda Ad Formation is characterized by a rapid alternation of arenaceous and argillaceous metasediments, a predominance of the arenaceous beds in them and relative abundance of pure and impure carbonate intercalation.

The most typical stratigraphic succession in the Inda Ad Formation consists of a lower part in which metasandstones (including meta-greywackes, meta-arkoses, argillaceous metasandstones and minor meta-conglomerates) largely prevail, covered by variegated metamudstones, metasiltstones, arenaceous shales and again by metasandstones. Metaconglomerates occur at different levels. The matrix of the metasandstones is sometimes pelitic and sometimes calcareous. Beds or bands of quartzites, marbles and impure carbonate rocks of various thickness (0,5-150 metres) are interbedded throughout the whole sequence but are more abundant in the higher parts. Current bedding, ripple marks, polygonal cracks and load cast structures have sometimes been observed.

Brown-red, oxidized levels occur within the variously coloured arenaceous shales as well as within the metamudstones and slates. The marbles are white, black or blue; some are dolomitic.

The Inda Ad Formation was cut by granites and minor diorites af-

ter deformation and metamorphism. These sharply-bounded epiplutons produced thermomethamorphic aureoles in their country rocks and are accompanied by numerous acid and basic (including lamprophyres) dykes as well as by quartz and pegmatitic veins and pods.

The relationship between the Inda Ad and the Older formations is not yet completely clear and two alternative interpretations are currently possible.

One interpretation lends great importance to the conglomerate occurring in the lower part of the Inda Ad Formation and considers these rocks as a basal conglomerate. The lower metamorphic grade and very different lithology of the Inda Ad Formation is compared to the Older formation also led the view that the former is a younger formation unconformably overlying the latter, Mason & Warden (1956).

The alternative interpretation, Greenwood (1960) is based on the fact that the constituents of the above conglomerates seem to be derived from the Inda Ad rocks themselves; therefore, they could be intraformational conglomerates. The fact that folding and metamorphism increase westwards also led to the view that the Inda Ad and Older formations may be essentially stratigraphic equivalents. The obliteration of bedding as well as other features of the so-called Older formation may have been produced by the large-scale addition of plutonic and volcanic rocks and by increased metamorphism.

We agree with the view (Ibrahim & Sassi, 1977) that the "basal" character of the conglomerates is not clear, the variations in metamorphic grade occur both in the Inda Ad and in the Older formations, and that some evidence for unconformable relationship between the two formations exists but is still unsatisfactory. However, in our opinion the lithology of the Older formation is too different from that of the Inda Ad sequence to justify a lithostratigraphic correlation. We believe, consequently, that the Inda Ad Formation actually constitutes a younger sequence, perhaps representing a younger sedimentary cycle separated from the Older formation by a considerable period of time.

The Inda Ad Formation must have had a larger extent than its present outcrop area, as suggested by the wellknown occurrence of similar rocks in southern Arabia (Greenwood, 1960). The identification of similar rocks in a borehole in Eastern Ogaden (Kazmin, 1975) and as xenoliths in the basaltic dykes in the Dauenle area (Afar: Chessex et al., 1975) should also be kept in mind.

METAMORPHISM

The following few statements are sufficient to characterize the

basic metamorphic situations and the present state of our knowledge.

- 1 - The existence of at least two metamorphic events appears to be very probable. The younger event is represented by the Inda Ad metamorphism which also affected the older rocks. The older event is reflected by the metamorphism which affected the Older formation prior to deposition of the Inda Ad Formation.
- 2 - The Inda Ad metamorphism has been described as being of very low grade. However, it should be pointed out that a relatively wide range of metamorphic grade seems to occur in this rock series: besides the dominant, very low-grade metamorphism which reflects the conditions of the lowermost part of the greenschists facies, almost unmetamorphosed sediments have also been mentioned and rocks of the upper greenschist facies are also present. The changes of metamorphic grade have been described as rather rapid, a feature which suggests a relatively high thermal gradient during metamorphism.
- 3 - The amphibolite facies metamorphism in the Older formation is largely accompanied by anatexis and migmatization. The metamorphic mineral assemblages seem to be stable over great distances, a feature suggesting relatively low thermal gradients, i.e. intermediate or high pressure conditions. Such a suggestion is also supported by the relatively widespread occurrence of kyanite.
- 4 - In the above-mentioned Al-rich quartzites (Tuke Kulantai), kyanite and andalusite co-exist without any evidence of disequilibrium. The shape of the individual grain interfaces seems to suggest contemporary crystallization of these two minerals. If this crystallization belongs to the same older metamorphism, on the basis of the Al_2SiO_5 triple point proposed by Greenwood (1976) we could conclude that a thermal gradient close to $38^\circ C/km$ should be assigned to it (Ibrahim & Sassi, 1979). Otherwise, if the crystallization of andalusite + Kyanite is part of the Inda Ad metamorphism, the situation in the so-called Older formation may turn out to be much more complicated than hitherto assumed.
- 5 - Some textural and/or mineral features in the Older formation may be considered as relics of a metamorphic event older than that considered under point 3. However, such features may be interpreted in different ways so that their interpretation as relics is questionable.
- 6 - In some basic rocks mineral assemblages consistent with granulite facies conditions ($Ph_2O \ll Prd$) occur. If they are equilibrium metamorphic assemblages they may represent the effect of low Ph_2O values locally prevailing within large magmatic bodies during the

main $P_{H_2O} = P_{tot}$ amphibolite facies metamorphism.

- 7 - The metamorphism under point 3 was accompanied by widespread anatectic migmatization, culminating in the production of large amounts of granitoids melts.
- 8 - The greenschist facies rocks occurring in the Abdulkadir area, Gebile, Cirbj, etc. may represent lower-temperature parts of the Older formation or, alternatively, parts of the Inda Ad Formation. The classification of these rocks requires further analytical work.

DEFORMATION

The main structural features of the Northern Somalian basement can be summarized as follows:

The banding and foliation planes in the Inda Ad Formation almost strike north-south, while in the westerly Older formation the dominant structural trend is east-west. The occurrence of these two structural trends may be interpreted as an index of two distinct folding cycles of different ages. However, the existence of a transitional zone in which the attitude of the S-planes changes gradually from the NS trend dominant in the east to EW trend dominant in the west may be interpreted as an index of a single deformational cycle.

It is clear that analytical data are not yet sufficient to give a reliable structural pattern, and we suspect that the structural situations are actually more complicated than assumed in the above simplified picture.

RADIOMETRIC GEOCHRONOLOGY

The following few radiometric data are available:

- K/Ar biotite ages on two granites (Las Bar and Infero) cutting the Inda Ad Formation and giving values close to 500 Ma;
- two similar K/Ar biotite age values on two granitic massifs (Daymoole and Darburuq) emplaced in the Older formation;
- two age values of 740 and 600 respectively, obtained from Older formation gneisses in the western part of the basement.

The two latter data are too different to be significant. However, this difference probably reflects the various effects of the Inda Ad regional heating, on the assumption that the Older formation was also affected by the Inda Ad metamorphism.

Although the above data may not be representative, they seem to indicate that at least part of the evolution of the Northern Somalian basement took place during the same time span as that detected for

the Southern Somalian basement, i.e. during the Pan-African event.

SUMMARY

- i) In the Northern Somalian basement at least two sedimentary cycles are detectable, the upper one being characterized by abundance of metasandstones, occurrence of metaconglomerates and marbles and low-grade metamorphism.
- ii) A polymetamorphic-polyorogenic development of the Older formation cannot be excluded, but the evidence for such an interpretation is not yet convincing.
- iii) The youngest event in the basement is represented by the granites cutting the already folded Inda Ad Formation; their age is close to 500 Ma; granites of the same age probably also occur in the Older formation.
- iv) Radiometric ages reflecting the metamorphic-anatectic event that affected the Older formation are not yet available. They are expected to be older than approx. 700 Ma.

C) A proposal for the sequence of events (H.A.I. & F.P.S.)

The currently available data are not sufficient to outline a well-defined geological history which may be valid for both the main basement occurrences in Somalia. However, we propose here a scheme of geological events which, on the basis of presently available data, appears to be the most probable for each of the two basement regions.

I - Southern Somalian basement:

- 1 - Precambrian (Archean?): Deposition of sediments making up the Olonle Formation. It is possible that these rocks cover a considerable time span and their evolution may have been polycyclic;
- 2 - Precambrian (Lower Proterozoic?): Deposition of Dinsor Formation;
- 3 - Approx. 600 Ma?: Folding and amphibolite facies metamorphism, accompanied by large-scale anatexis and migmatization;
- 4 - 500 Ma?: Emplacement of granitoid intrusives formed during the anatexis under point 3.

II - Northern Somalian basement:

- 1 - Precambrian (Archean or lower to middle Proterozoic?): Deposition of sediments and emplacement of acid and basic magmatic rocks making up Older formation: here again the evolution may have been polycyclic and may cover a rather long time span;
- 2 - 740 Ma?: Folding and amphibolite facies metamorphism, accompanied

by anatexis and migmatization, under intermediate thermal gradients (approx. 38 C/km or lower);

- 3 - ?: Emplacement of granitoid melts formed during anatexis described under point 2;
- 4 - Emplacement of layered gabbros, syenites and associated rocks;
- 5 - Late Precambrian?: Deposition of Inda Ad Formation;
- 6 - ?: Folding and metamorphism of Inda Ad Formation; metamorphic overprint on Older formation;
- 7 - 500 Ma: Injection of "younger granites" into Inda Ad and Older formations;
- 8 - ?: Injection of minor diorite bodies and dykes of different composition.

D) A proposed scheme for the succession of magmatic events in the basement of Northern Somalia (C.D'A. & H.A.I.)

The present reconstruction of magmatic events is based on the following geological data as outlined above and by Ibrahim & Sassi (1977);

- a) Existence of an unconformity between the medium to high-grade crystalline basement (Older Formation) of probable Archean or early Proterozoic age and the overlying very low- to low-grade Inda Ad Formation of probable late Precambrian age. The latter is interpreted as a sedimentary cover, deposited on an older basement and subsequently metamorphosed during the Pan-African event.
- b) Occurrence in the basement of both orthogneisses and massive to foliated granitoids, the latter showing a variable degree of metamorphic overprinting. It is reasonable to interpret these rocks as products of two independent magmatic events, separated by a major metamorphic event which gave rise to orthogneisses from previous granitoids (or acid volcanics and/or arkoses) and to the generation of migmatites. Sharply bounded granites were intruded after the main metamorphism and were later altered, in all likelihood, by the younger Inda Ad metamorphism.
- c) Occurrence of amphibolites and other metabasic rocks in the Older formation of the basement.
- d) Occurrence of extensive gabbroic plutonism, confined to the crystalline basement underlying the Inda Ad Formation. The gabbros show either a metamorphic foliation or a metamorphic overprint similar to that observed in the above mentioned metagranitoids. Some field relations indicate that the mafic rocks are younger than the granitoids. Considering the apparent epiplutonic character of the gabbros (among which there are many layered gabbros) and the impro-

bability of a coexisting granitic and gabbroid magmatism, we suggest the existence of a time gap between the two plutonic events. We are inclined to interpret the meta-granitoids as products of a late to post-orogenic magmatism (subsequent to the main metamorphism) while the gabbros may be products of a late anorogenic intra plate magmatism.

- e) Occurrence of unmetamorphosed granites (Younger Granites) cross-cutting both basement and the Inda Ad Formation, followed by minor intrusions in the form of dykes.

On the basis of the above facts and considerations, we present the following scheme for discussion which summarizes the succession of magmatic events in the crystalline basement of Northern Somalia, together with major non-magmatic events.

Karoo in part?	(7)	Intrusion of basic to intermediate dykes and minor bodies, defined as diorites, lamprophyres, diabases and basalts.
Younger Granites	(6)	Granites intruded after Inda Ad metamorphism, both in Inda Ad Formation and Older basement.
Inda Ad	(M ₂)	Very low- to low-grade metamorphism of Inda Ad Formation, granitoids (4), gabbroic-syenitic plutonics (5) and basic volcanics (5 a). Possible metamorphic zonation may be present in the basement, but it is not yet studied.
Magmatism within or above Older formation after main metamorphism	(S ₃) (5 a)	Deposition of Inda Ad sediments. Basic volcanism, probably connected with event (5); possibly shortly before or during the initial deposition of the Inda Ad Formation?
	(5)	Intrusion of gabbroic-syenitic plutonic complexes.
	(S ₂)	Time span of unknown length.
	(4)	Intrusion of pre-Inda Ad granitoid plutons lato- to post-orogenic with respect to M ₁ .
	(S ₁)	Time span, uplift and erosion.
	(3)	Contemporary to M ₁ , anatexis in deep levels, generation of migmatites and bodies of deep-seated anatectic granites.

- Older formation
- (M₁) Medium- to high-grade metamorphism and deformation, producing amphibolites and other metabasics from (1) and orthogneisses from (2).
 - (2) Acid magmatism (plutonism?)
 - (1) Mafic magmatism (volcanism?) within the above sediments.
 - (0) Deposition of clastic and pelitic sediments (Perhaps older metamorphic events and presence of a previous metamorphic basement?)

Some comments on the given scheme of magmatic events in Northern Somalia

In the following pages we give a brief account on the main igneous bodies occurring in the Northern Somalian basement as well as some remarks on their associational significance, whenever possible.

EVENT (1)

Mafic rocks which now form masses and layers of amphibolite and other metabasics in the pre-Inda Ad basement must have been emplaced as magmatic bodies. These rocks must be better defined in the future in order to distinguish them from the metabasics originating from the alteration of gabbros emplaced during event (5) (see Daniels et al., 1965). Their age relations to the granitoids of event (2) are so far unknown. It seems probable that they were old volcanics or volcanoclastics but intrusive bodies and dykes might also have been present.

EVENT (2)

Granitic to granodioritic gneisses occur with homogeneity on the mesoscale and on the scale of the geological map. For this reason we interpret these rocks as true orthogneisses, probably derived from plutonic masses. Their composition ranges from syenogranitic to quartz-dioritic; probably syenites occur as well. However, we cannot exclude that these orthogneisses or part of them may have a metavolcanic or meta-arkosic origin.

EVENT (3)

Though the importance of migmatites in the basement has probably been overestimated in the past (many orthogneisses have been considered as migmatites), migmatitic associations are certainly present and

indicate a major anatexis event connected with the main metamorphism M₁. Migmatites are closely associated with small granitic or granitic-gneissic bodies.

This group contains the Huguf, Dangorreh, Kal Jeiefan (Gellatly, 1960) and Heir granites (Hunt, 1960); together with other small or tiny bodies. The Heir granite is older than the gabbros emplaced during event (5) and is also cut by the Daimoleh granite. Deep-seated granites probably also exist in other parts of the basement, e.g. Ardah granite, small bodies in the Hargeisa-Laferung area (cf. Mason, 1952), granites in the Waran-Weis-Angera area.

EVENT (4)

This event occurred after a certain lapse of time. Here some granite masses with either diffuse or sharp contacts have been included. They exhibit magmatic textures as well as cataclastic to low-metamorphic overprints, the latter probably being connected with the Inda Ad metamorphism. This event may represent a late- to post-orogenic plutonism after an orogenic event (M₁?) followed by erosion.

Although with some uncertainty, it appears from the literature that the following granites may belong to this igneous activity: Habaji (Gellatly, 1960), at least portions of the Las Baoneh (Mason, 1962) and perhaps, the Daimoleh massifs, and the following small bodies occurring in the Darbouruk-Laferung area: El Anod, Didero Tug, Waro Karun, Debowein, Aroweina, Degadi, Karma Ad, Dabino. Small masses of slightly foliated granite are also found in the following areas: Ged-Depti (leucogranites and biotite granites), Gelvanji-El Bordalli (amphibole and biotite-granites), Sigid-Durdurka (biotite granites and leucogranites), Bagai and Abdul-Kadir (gneissic granites). In the latter area the foliated granites intruded the low-grade metamorphics.

The "Erigavo" and "Heis" sheets of the official geological map show some small masses of microgranites and gneissic granites rich in foreign inclusions; they are distributed in the basement along the contact with the Inda Ad Formation, but do not occur in it. They have therefore been interpreted as granites predating the deposition of the Inda Ad Formation and were strongly deformed by the Inda Ad metamorphism.

EVENT (5)

Extensive basic magmatism occurs everywhere in the basement. Its absence in the Inda Ad Formation may indicate that the igneous activity predates or, less likely, is contemporary with the deposition of this formation. Both diorites and gabbros are represented among

the products of this basic magmatism.

The diorites are mainly confined to the region east of Sheik-Berbera, the major bodies being in the Heis-Mait-Waqderia area (Hunt, 1958). They are elongated in a NNE-SSW direction. Field data seem to suggest that diorites are older than gabbros; a connection between some diorites (hornblende-bearing biotite diorites) and some granites of event (4) cannot be ruled out.

Gabbros predominate in the sectors west of Sheik-Berbera; they range from hornblende-gabbros to hornblende-norites and troctolites. Many masses exhibit a layered structure with successions of pyroxenites, gabbros, troctolites, anorthosites and, less commonly, peridotites and websterites. Norites and hyperstene gabbros are essentially found in the eastern sector of the basement. After their emplacement the mafic rocks were locally foliated and partly converted to amphibolites or amphibolic schists (Daniels et al., 1965): this is probably due to the Inda Ad metamorphism. Gabbros are accompanied by some syenitic rocks ranging to nepheline-syenites, especially in the western sector of the basement.

At present it is neither possible to decipher the whole basic magmatism nor to state if it is represented by a single event or by two or more events. The frequency of hyperstene + biotite points to a calc-alkaline series, but the strong predominance of gabbros and other basic rocks does not fit this hypothesis. On the other hand the common presence of biotite + hornblende in the basic rocks seems to rule out a tholeiitic affinity. Perhaps the whole association may be K-transitional, that is calc-alkaline to shoshonitic; this is also suggested by the occurrence of minor monzonite-syenite-granite bodies linked to the Sheik gabbro.

However, the genetic significance of the basic series is still open to question and must be carefully studied.

EVENT (5 a)

On the "Erigavo" sheet, a belt of low-grade metamorphic pillow-lavas and volcanoclastics trends NNE-SSW, bordering the margin between the older basement and the Inda Ad metamorphics (Mason & Warden, 1956). The occurrence of volcanic structures (e.g. pillows) rules out the possibility that these rocks may be either altered gabbros or basement amphibolites. They are tentatively interpreted as the extrusive equivalents of the mafic plutonics discussed above. Similar rocks are suspected to be present also at Bur Ad Hills (Borama) and in the Las Koreh-Elayn area (Greenwood, 1960).

EVENT (6)

This is typified by unmetamorphosed granitic rocks (Younger Granites) which from shallow discordant plutons intruded into the intensively folded metasediments of the Inda Ad Formation as well as into the older basement. They are surrounded by thermal aureoles (hornfels, bearing biotite and cordierite). The most typical plutons of this event are the Las-Bar-Infero and Arar massifs. The latter cuts both the Inda Ad metamorphics and the metavolcanics of event (5 a). The structural discordance between these massifs and the major tectonic trends of the Inda Ad Formation suggests the existence of a hiatus between regional folding and magma emplacement, which must therefore be considered post-tectonic relative to the Inda Ad movements.

Though more difficult to ascertain, similar younger granites are present in the pre-Inda Ad basement. We feel that it is reasonable to include many sharply bounded granites without metamorphic overprint and deformation into this group:

the Ur porphyritic granites (Mason & Warden, 1956), the Daimoleh alkali-feldspar granite (Hunt, 1960) accompanied by granitic "dykes and sills and beryl- and columbite-bearing pegmatites, the porphyritic microcline granite of Las Baoneh (Mason, 1962) and the Darbouruk porphyritic granite, all cutting foliated metagranitoids of pre-Inda Ad age. The last two masses are intruded by pink microgranites. This and other facts, not clearly evident from the literature, may suggest emplacement through multiple intrusions.

Furthermore, bodies of younger granites probably occur in the following areas:

Gelvanji-El-Bordalli, Bur Mado, Sigid-Durdurka, Bugaj.

EVENT (7)

This refers to some small bodies (mostly dykes) including: diorite dykes intruded into the Inda Ad Formation; Ti-augite-bearing dolerite dykes; quartz-microdiorites; analcime-bearing basalts. According to Gellatly (1960) the latter rocks are the youngest igneous products in the region.

This "event" may actually consist of more than one igneous episodes and may in part belong to the Karoo Series.

E) Concluding remarks

The above picture of the basement evolution in Somalia is necessarily incomplete and may be subject to considerable revision. Much detailed petrographic, structural and, above all, geochronological work

remains to be done before the Pan-African development in Somalia can be integrated into the more detailed evolutionary pattern recognized in neighbouring regions.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their gratitude to A. Kröner, who critically read an earlier version of the text. E. Callegari has edited an excellent abbreviated version in English of an internal report (Nat. Univ. Som. Fac. Geology, 1978) which was used as the basis for the section D of this paper. The present research was carried out as part of IGCP Project No. 164. The financial support of the Italian CNR (CT. 79.00105.05) is acknowledged.

CARATTERI GEOCHIMICO-PETROGRAFICI DEI GRANITI DEI BUR (SOMALIA MERIDIONALE)*

(G. BELLINI - A. HAYDER - F.P. SASSI - H. IBRAHIM - G. ZIRPOLI)

INTRODUZIONE

A Nord-Ovest di Mogadiscio affiora, nella regione dei Bur, il basamento cristallino della Somalia Meridionale.

Esso è costituito da rocce metamorfiche di vario tipo e da rocce granitoidi; queste ultime formano corpi intrusivi diffusi e circoscritti.

Le scarse conoscenze su questi corpi magmatici hanno spinto gli autori ad intraprendere uno studio geochimico-petrografico sulle rocce granitoidi provenienti dai Bur Makaba, Haybe, Dhegis, Kuulo Qalin, Balcoley, Rogo-Rogo, Kolwada, Safarnoley, Banoode e dalle vicinanze di Diinsoor.

Scopo di questo lavoro è quello di portare un contributo alla conoscenza delle manifestazioni magmatiche che interessarono il basamento cristallino della Somalia meridionale.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-PETROGRAFICO

Il basamento dei Bur è conosciuto attraverso ricerche condotte da Stefanini (1925), Aloisi e De Angelis (1938), Cecioni (1940), Azzaoli e Passerini (1965), Borsi (1965), Daniels (1965), Ilyin (1967) e più recentemente da Bakos e Sassi (1975) e Abdullahi (1980).

Riportiamo in breve i principali caratteri utili al nostro lavoro rimandando il lettore, per informazioni più dettagliate, alla bibliografia esistente.

Nel basamento cristallino dei Bur sono state riconosciute due serie metamorfiche:

- Una serie inferiore detta di "Olontole" costituita da gneiss di vario tipo, migmatiti e corpi granitoidi diffusi e circoscritti;
- Una serie superiore detta di "Dinsor" costituita da gneiss, migmatiti

(*) da: "Quaderni della Somalia", Vol. IV°, p. 98-114, Mogadiscio 1980.

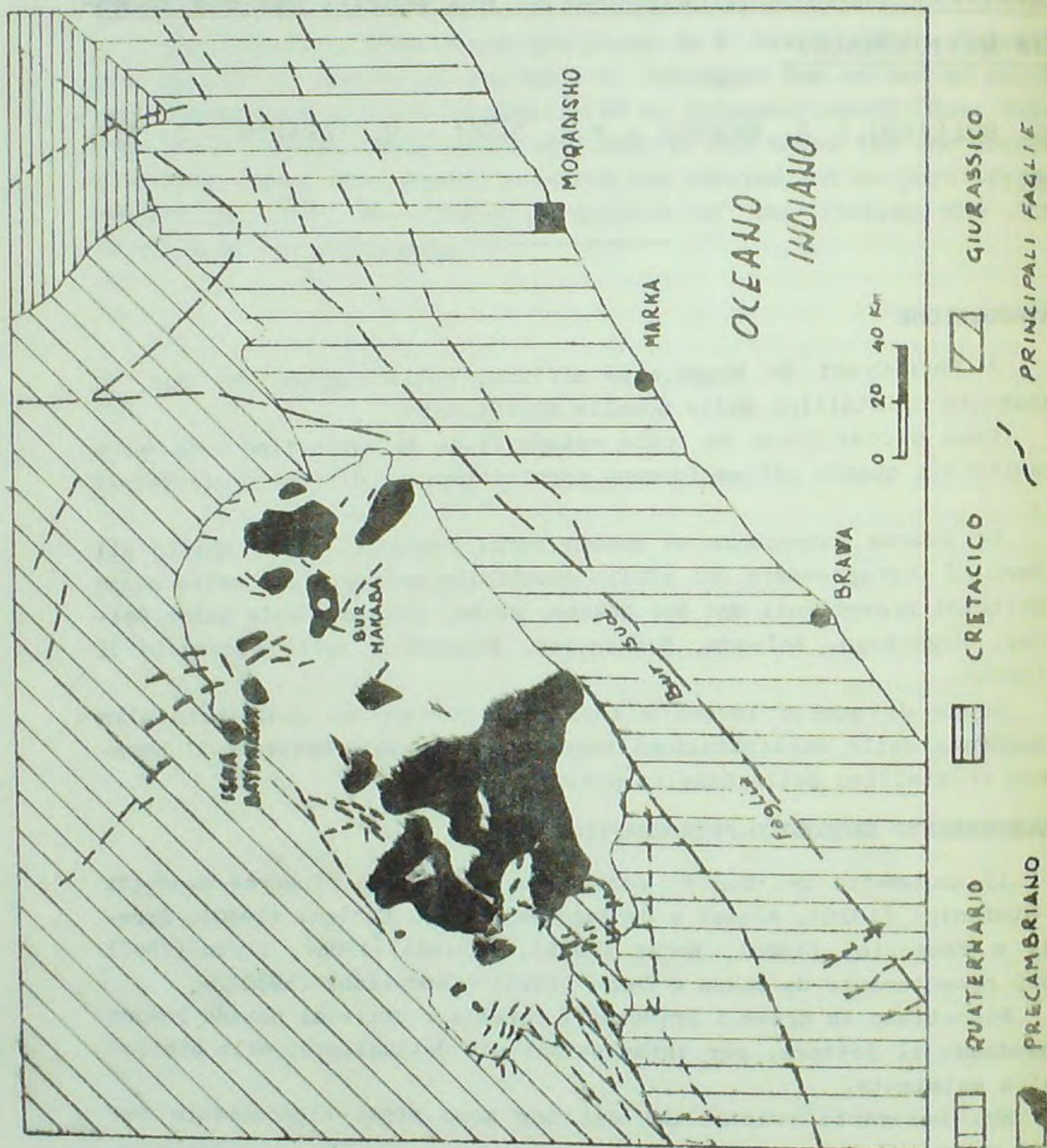


Fig. 1 - Schizzo geologico dell'area studiata.

ti, marmi e corpi granitoidi diffusi e circoscritti.

Entrambe queste serie (la più antica di Olontole e la più recente di Dinsor) sono state interessate circa 600-650 m.a. fa (pre-Cambriano più recente) da un metamorfismo in facies anfibolitica, evoluto in un evento anatettico regionale (Borsi, 1965; Bakos e Sassi, 1975).

Nulla si può dire relativamente alla storia metamorfica precedente che può aver interessato la serie più antica in quanto non è stata rinvenuta alcuna traccia di eventi metamorfici anteriori. Bakos e Sassi (1975) attribuiscono la mancanza di tali indici all'elevato grado dell'ultimo evento metamorfico che potrebbe aver cancellato la storia metamorfica di tali rocce.

Una indagine radiometrica condotta da Borsi (1965) nelle rocce migmatiche e sui graniti delle zone di Bur Hakaba ha messo in evidenza età di raffreddamento delle muscoviti di 531 m.a. e della biotite di 490 m.a. Questi dati indicano che la regione dei Bur non fu mai interessata da un riscaldamento superiore a 300 °C in periodi successivi a quelli sopra indicati.

In entrambe le serie metamorfiche, di Olontole e di Dinsor, la mancanza di minerali caratteristici dal punto di vista geobarometrico non permette di definire il carattere barico dell'evento metamorfico Cambriano che ha interessato la regione dei Bur. Non sono state riconosciute nelle formazioni metamorfiche paragenesi sviluppatesi per effetti termo-metamorfici di contatto, indotte dalla messa in posto delle masse granitoidi circoscritte.

Per quanto riguarda la genesi delle masse intrusive dei Bur, Azza- roli e Passerini (1965) proposero una genesi metasomatica. Di parere discorde sono Bakos e Sassi (1975), i quali ammettono invece una genesi per anatessi e attribuiscono ai fenomeni di sostituzione, pur presenti localmente nella zona, una importanza petrogenetica del tutto marginale, anche se rilevante per la metallogenesi toro-uranifera.

Dal punto di vista tettonico la regione dei Bur è bordata a ovest e a nord-ovest da calcari giurassici trasgressivi e discordanti, mentre a sud-est è delimitata da un contatto tettonico con il bacino di Mogadiscio-Chisimaio.

Quest'ultimo contatto è rappresentato dalla faglia principale "Bur Sud" che si prolunga in direzione NE-SW dalla valle del Giuba (e forse fino al Kenya) fino ad oltre la valle dello Scebeli. Tale faglia appartiene al sistema tettonico principale della Somalia e, coniugate ad essa, si rinvengono faglie secondarie con direzione circa W-NW di età post-giurassica; queste ultime faglie presenti un po' dovun-

que si addensano, nell'area dei Bur particolarmente in due zone: l'una in località Yach-Bravai, l'altra in località Bur Gheluay (Daniels, 1965).

Ricordiamo infine che la distribuzione delle masse magmatiche nella regione dei Bur mostra una netta concentrazione nel settore Sud-Occidentale (Fig. 1).

CARATTERI PETROGRAFICI DELLE MASSE INTRUSIVE

I tipi litologici fondamentali delle masse magmatiche dei Bur sono graniti a grana variabile; mancano facies più basiche e qua e là si rinvencono inclusi enollogeni più o meno trasformati.

Al microscopio i litotipi granitici presentano una struttura olocristallina granulare con spiccata tendenza all'autoalotriomorfismo di tutti i componenti mineralogici.

L'associazione mineralogica fondamentale è data da quarzo, plagioclasio, K-feldspato, biotite, rara muscovite e raro anfibolo; come minerali accessori si rinvencono apatite, titanite, zircone e ossidi di Fe.

Le abbondanze relative dei componenti leucocratici ci permettono di suddividere i campioni esaminati in tre gruppi:

- gruppo A (Camp. B1, B2, B3, B4)

questi campioni sono caratterizzati da una grana grossa ed in essi la facies mineralogica più abbondante è il K-feldspato;

- gruppo B (Camp. B8, B9, B12)

questi campioni presentano una grana media ed in essi la fase mineralogica più abbondante è il quarzo;

- gruppo C (Camp. B6, B7, B10)

questi campioni presentano una grana medio-minuta ed una struttura spiccatamente panxenomorfa; la fase mineralogica più abbondante è il plagioclasio.

In tutti i campioni esaminati il plagioclasio si presenta in cristalli per lo più allotriomorfi e geminati secondo le leggi polisintetiche albite e albite e periclino; determinazioni sul contenuto % in An hanno rivelato una composizione albitico-oligoclasica. Solo raramente il plagioclasio esibisce una debole zonatura con sottili bordi di composizione albitica. Nel plagioclasio si rinvencono infine inclusi granuletti di quarzo e piccole lamelle di biotite.

Il K-feldspato si rinviene in individui allotriomorfi di dimensioni più o meno sviluppate geminati secondo le leggi albite e periclino con struttura "a graticcio" tipica della modificazione microclino. In alcuni casi include piccoli cristalli di plagioclasio, quarzo e biotite.

Il quarzo forma cristalli allotriomorfi di dimensioni variabili.

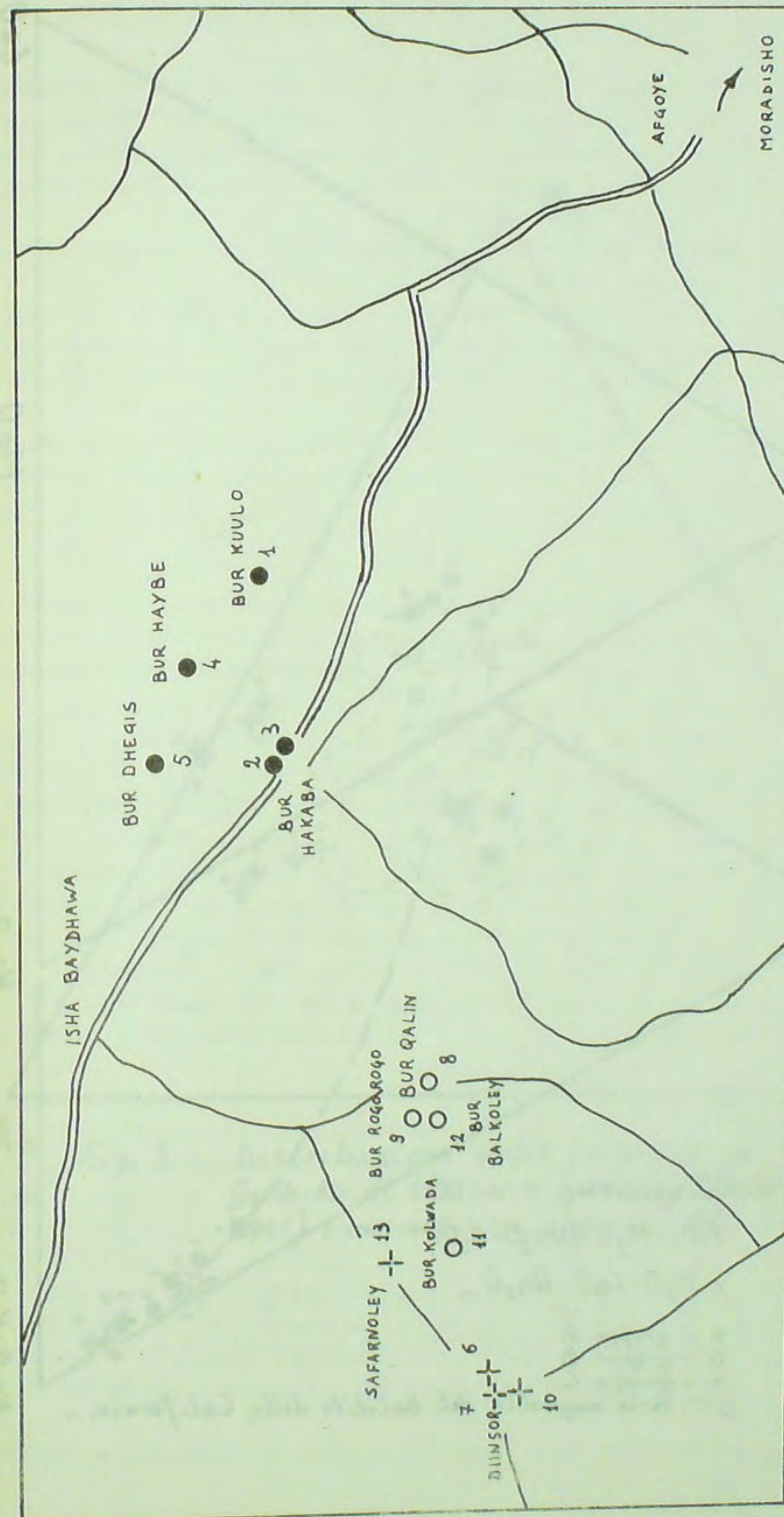
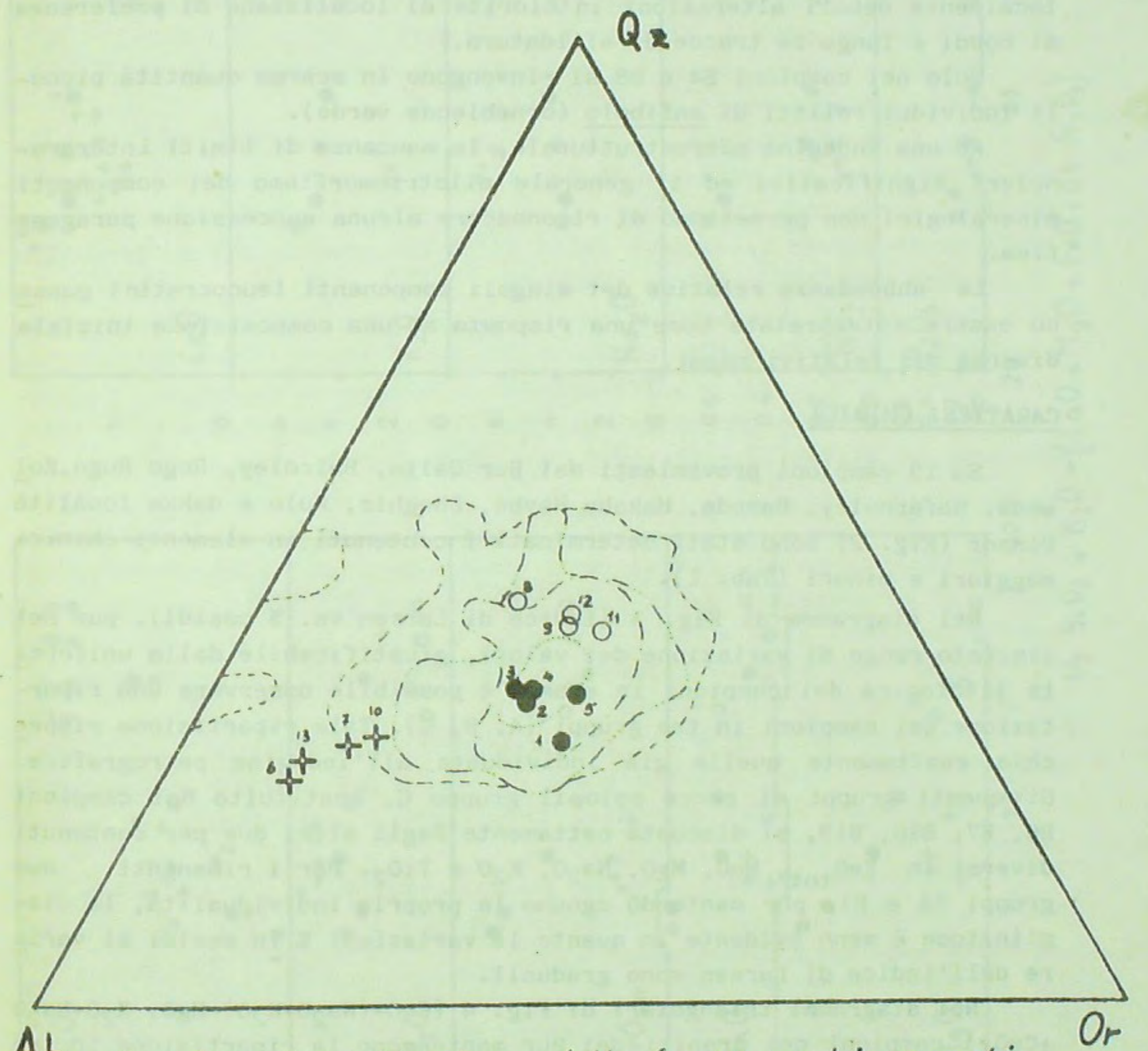
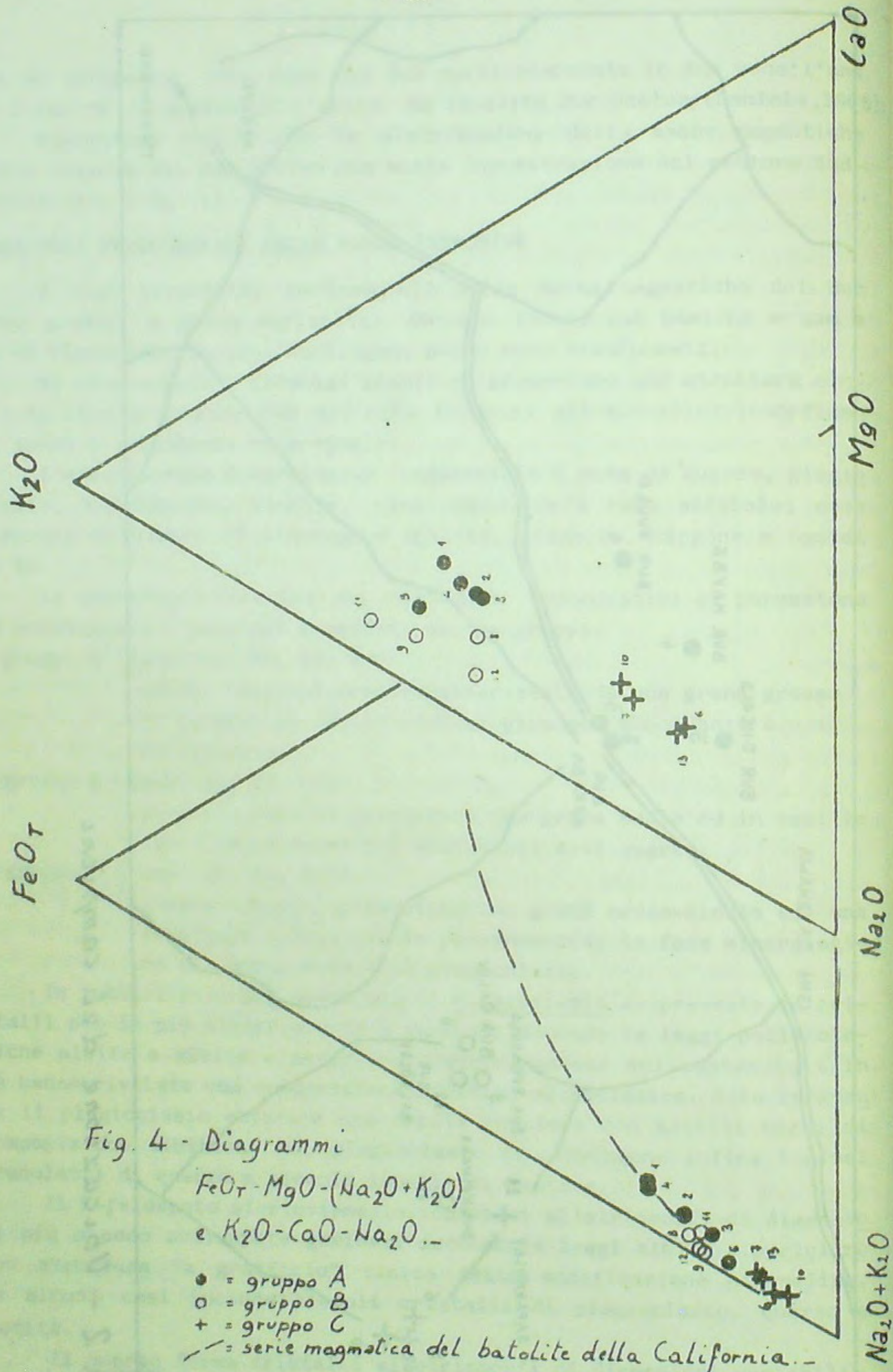


Fig. 2 - Ubicazione dei campioni



Tra i minerali femici la biotite è il più abbondante, si rinviene in cristalli isolati o in aggregati polilamellari con pleocroismo $\alpha =$ giallo $\beta = \gamma =$ bruno scuro. La biotite è generalmente fresca e solo localmente deboli alterazioni in clorite si localizzano di preferenza ai bordi e lungo le tracce di sfaldatura.

Solo nei campioni B4 e B8 si rinvengono in scarsa quantità piccoli individui relitti di anfibolo (orneblenda verde).

Ad una indagine microstrutturale, la mancanza di limiti intergranulari significativi ed il generale allotriomorfismo dei componenti mineralogici non permettono di riconoscere alcuna successione paragenetica.

Le abbondanze relative dei singoli componenti leucocratici possono essere interpretate come una risposta ad una composizione iniziale diversa dai relativi magmi.

CARATTERI CHIMICI

Su 13 campioni provenienti dai Bur Qalin, Balcoley, Rogo Rogo, Kolwada, Safarnoley, Banoda, Hakaba Haybe, Dheghis, Kulo e dakka località Dinsor (Fig. 2) sono stati determinati i contenuti in elementi chimici maggiori e minori (Tab. 1).

Nel diagramma di Fig. 3 (indice di Larsen vs. % ossidi), pur nel limitato range di variazione dei valori, giustificabile dalla uniformità litologica dei campioni in esame, è possibile osservare una ripartizione dei campioni in tre gruppi (A, B, C). Tale ripartizione rispecchia esattamente quella già individuata all'indagine petrografica. Di questi gruppi di rocce solo il gruppo C, costituito dai campioni B6, B7, B10, B13, si discosta nettamente dagli altri due per contenuti diversi in FeO_{tot} , MnO , MgO , Na_2O , K_2O e TiO_2 . Per i rimanenti due gruppi (A e B), pur mantenendo ognuno la propria individualità, la distinzione è meno evidente in quanto le variazioni % in ossidi al variare dell'indice di Larsen sono gradualis.

Nei diagrammi triangolari di Fig. 4 ($FeO-(Na_2O+K_2O)-MgO$; K_2O-Na_2O+CaO) i campioni dei graniti dei Bur mantengono la ripartizione in tre gruppi. Anche in questo diagramma il gruppo C si distingue dagli altri per un contenuto diverso in alcali ed in particolare modo per un maggior contenuto in Na_2O . Il gruppo A invece si distingue dal gruppo B per un maggior contenuto in CaO .

In questo diagramma inoltre è stata riportata la curva di distribuzione dei litotipi del plutone della California del Sud, tratta da Larsen (1948). Dal confronto dei dati è possibile vedere la buona coincidenza fra i graniti dei Bur e i graniti del plutone della California.

In Fig. 5 viene riportata la distribuzione di frequenza a contor-

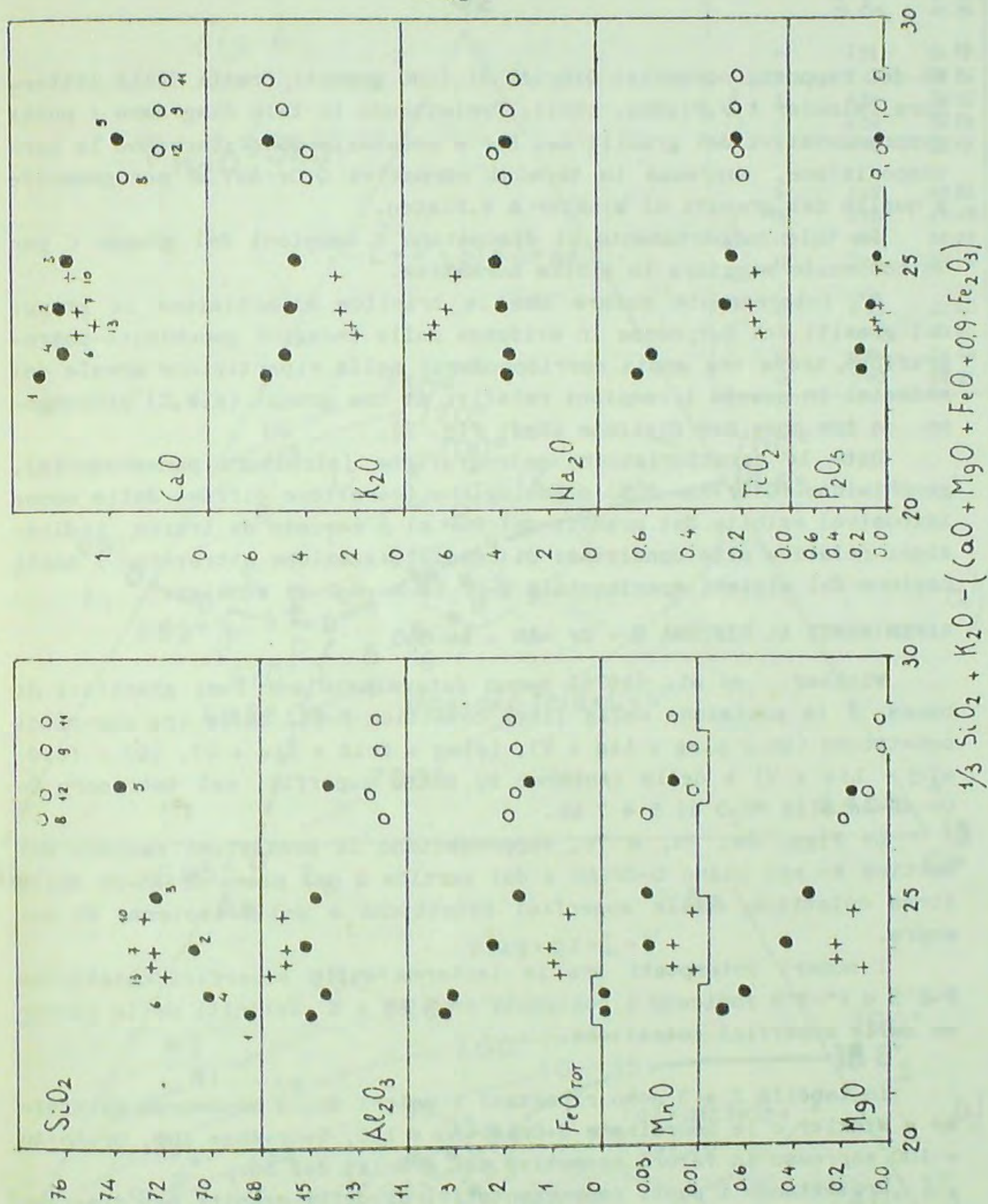


Fig. 3 - Diagrammi di variazione: Indice di Larsen vs. % ossidi elementi maggiori e minori... (• = gruppo A; o = gruppo B; + = gruppo C)

no dei rapporti normativi Q:Or:Ab di 1190 graniti, tratti dalla letteratura (Winkler & V. Platen, 1961). Proiettando in tale diagramma i punti rappresentativi dei graniti dei Bur è possibile constatare che la loro composizione, espressa in termini normativi Q:Or:Ab, è paragonabile a quella dei graniti di Winkler & V. Platen.

Da tale comportamento si discostano i campioni del gruppo C per un contenuto maggiore in albite normativa.

E' interessante notare che la triplice ripartizione in gruppi dei graniti dei Bur, messa in evidenza dalle indagini geochimico-petrografiche, trova una ampia corrispondenza nella ripartizione areale dei medesimi in quanto i campioni relativi ai tre gruppi (A,B,C) provengono da tre zone ben distinte (Vedi Fig. 2).

Date le caratteristiche petrografiche (struttura panxenomorfa), geochimiche (Q+Or+Ab 80%) e geologiche (carattere diffuso delle masse intrusive) esibite dai graniti dei Bur si è cercato di trarre indicazioni relative alle condizioni di cristallizzazione attraverso l'applicazione dei sistemi sperimentali Q-Or-Ab-An-H₂O di Winkler.

RIFERIMENTI AL SISTEMA Q - Or - Ab - An - H₂O

Winkler ed al. (1975) hanno determinato per fusi granitici di bassa T la posizione della linea cotettica P-E5, delle tre superfici cotettiche (Qz + plag + Liq + V), (plag + feld + Liq + V), (Qz + feld + alc + Liq + V) e delle isoterme su dette superfici nel tetraedro Q-Or-Ab-An alla PH₂O di 5 e 7 kb.

Le Figg. 6a, 7a, e 7b, rappresentano le proiezioni radiali dal vertice An nel piano Q-Or-Ab e dal vertice Q nel piano Or-Ab-An della linea cotettica, delle superfici cotettiche e delle isoterme di cui sopra.

I numeri interposti tra le isoterme sulle superfici cotettiche P-E'5 e P''-E''5 indicano i contenuti in % An e % Q definiti dalle isoterme sulle superfici cotettiche.

In tabella 2 e 3 sono riportati i valori della mesonorma di Mielke e Winkler e le coordinate Q+Or+Ab+An = 100, Q+Or+Ab = 100, Or+Ab+An = 100 espresso in valori normativi dei graniti dei Bur.

Proiettando i punti rappresentativi di detti graniti nei diagrammi di Figg. 6 e 7 è possibile notare, ancora una volta, che i tre gruppi mostrano situazioni diverse. Se tali diversità vengono considerate come primarie, cioè non legate ad eventuali variazioni compositive tardo o post magmatiche e ne indicherebbero - anche sulla base delle differenze del contenuto in An e Q rispetto ai valori sperimentali

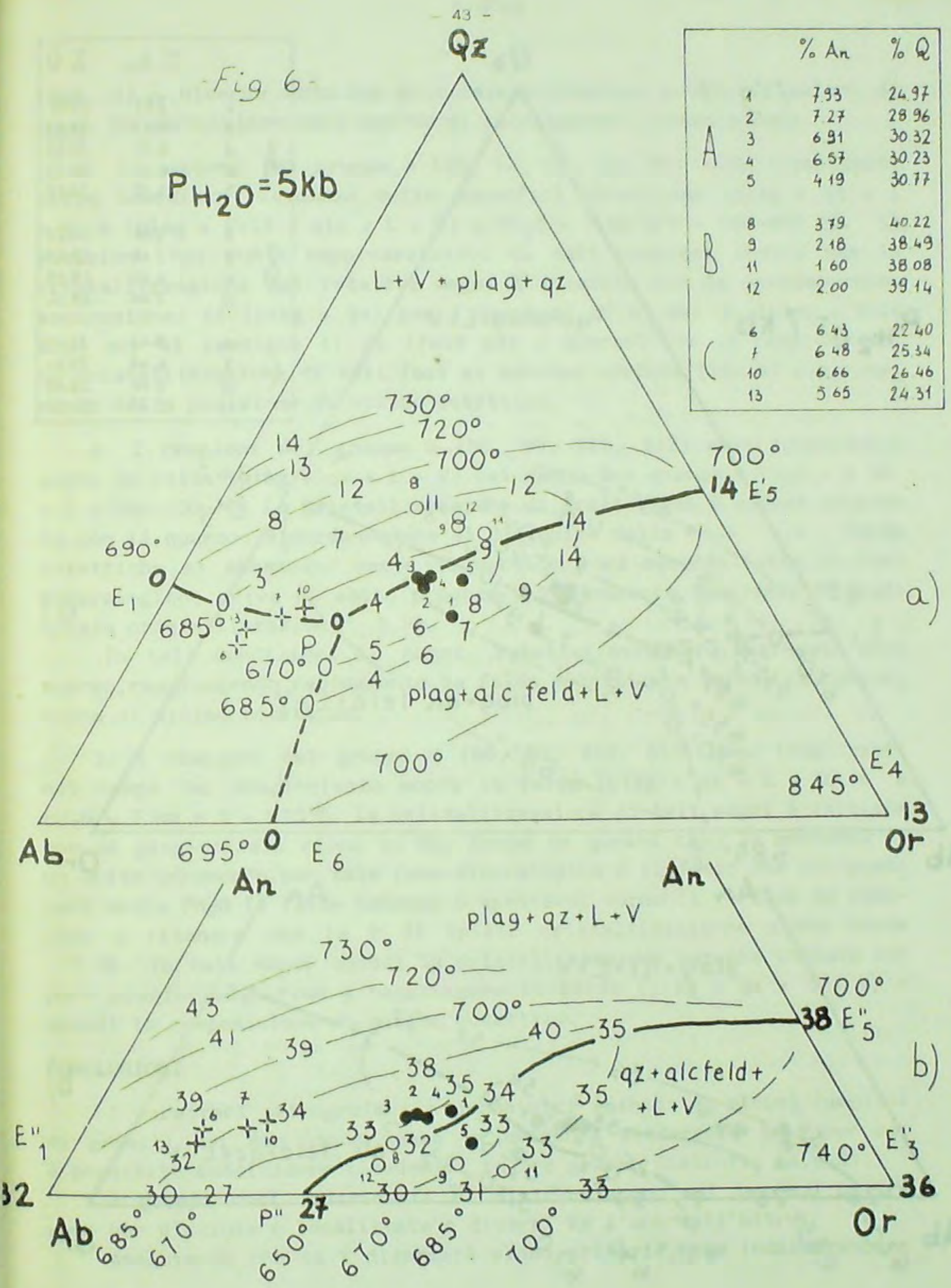
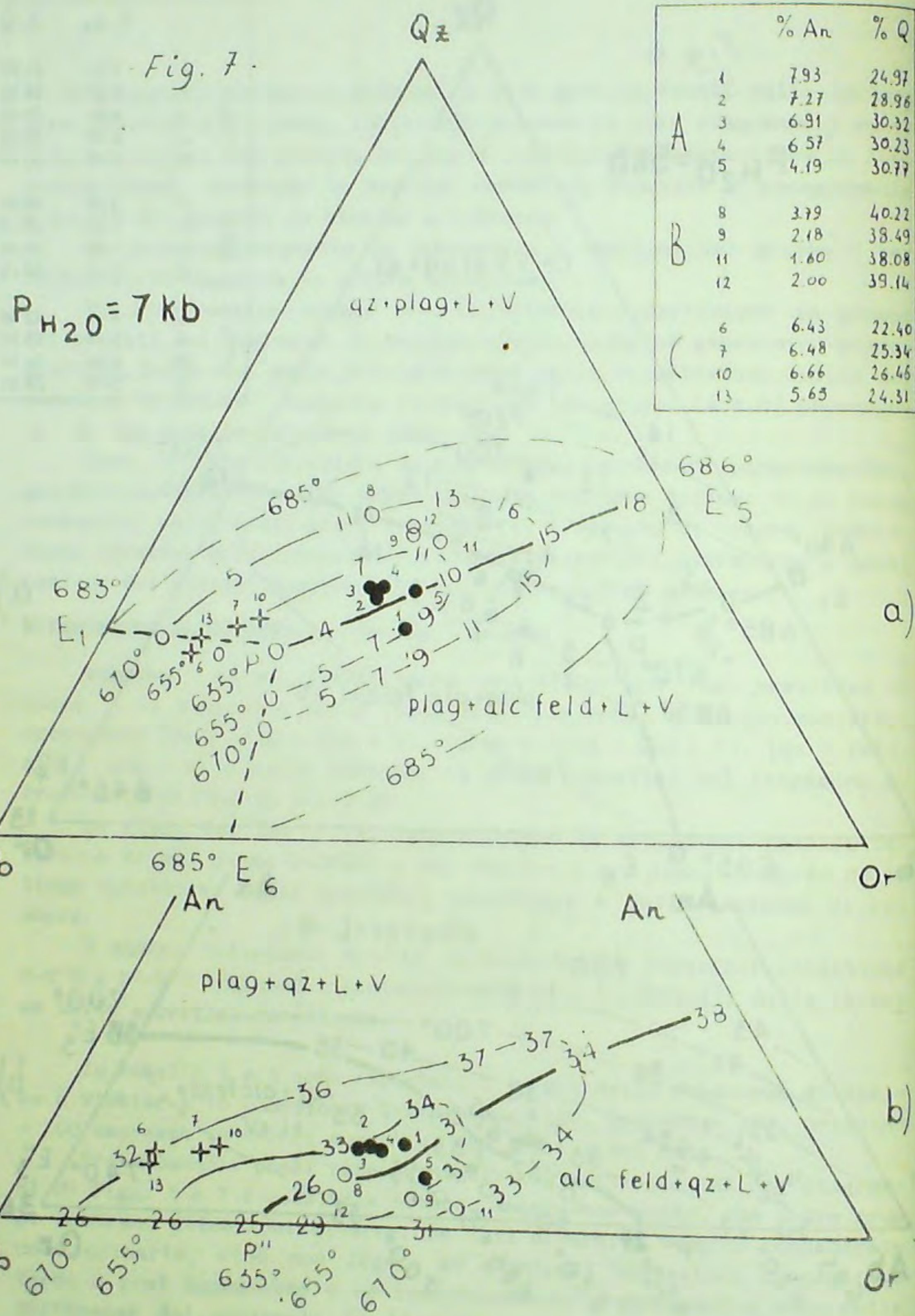


Fig. 7.



(Tab. 4) - diverse modalità di cristallizzazione e diversi valori di P_{H_2O} . In particolare nell'ambito di tale ipotesi "isochimica":

1. I campioni del gruppo A (B1, B2, B3, B4, B5) sono localizzati nelle immediate vicinanze delle superfici cotettiche (plag + qz + L + V) e (plag + feld + alc + L + V) e $P_{H_2O} = 7$ kb e $T = 640-655$ °C. La posizione dei punti rappresentativi di tali campioni indica che la cristallizzazione dei relativi magmi è iniziata con la contemporanea separazione: di (plag + Qz) per i campioni B2, B3, B4; di (plag + feld alc) per il campione 1; di (feld alc + quarzo) per il campione B5. La cristallizzazione di tali fasi si sarebbe evoluta fino al raggiungimento della posizione di minimo cotettico.

2. I campioni del gruppo B (B8, B9, B11, B12) sono localizzati sotto la falda (plag + qz + L + V) nel campo del quarzo e $P_{H_2O} = 5$ kb e $T = 650-700$ °C. La cristallizzazione di tali magmi è quindi iniziata con il quarzo. Ricordando che al diminuire della P_{H_2O} le falde cotettiche si abbassano verso il vertice Q ed essendo tutte le fasi mineralogiche prive di abito proprio è ragionevole ammettere P_{H_2O} di inizio cristallizzazione 5 kb.

In tali condizioni i magmi relativi avrebbero segregato poco quarzo, raggiungendo rapidamente la falda cotettica e quindi la composizione di minimo cotettico.

3. I campioni del gruppo C (B6, B7, B10, B13) sono localizzati nel campo del plagioclasio sopra la falda (plag + qz + L + V) e a $P_{H_2O} = 7$ kb e $T = 670$ °C. La cristallizzazione di tali magmi è iniziata con un plagioclasio ricco in Na. Anche in questo caso la mancanza di un abito idromorfo per tale fase mineralogica e il fatto che all'aumentare della P_{H_2O} le falde tendono a spostarsi verso il vertice An inducono a ritenere che le P di inizio cristallizzazione siano state 7 kb. In tali magmi quindi la cristallizzazione sarebbe iniziata con poco plagioclasio fino a raggiungere la falda (plag + qz + L + V) e quindi la composizione di minimo cotettico.

CONCLUSIONI

I caratteri petrografici e geochimici esibiti da alcuni campioni di graniti dei Bur hanno messo in evidenza differenze tali per cui è possibile suddividere i medesimi in tre gruppi distinti: (A, B, C).

I gruppi così individuati si distribuiscono sul terreno in tre zone ben distinte e localizzate a diversi km l'uno dall'altro.

Ammettendo che tali diversità siano primarie, esse indicherebbero,

anche sulla base delle differenze del contenuto An e Q rispetto ai valori sperimentali di Winkler, modalità diverse di cristallizzazione a diversi valori di PH₂O e precisamente:

P_{H₂O} = 7 kb Gruppo A
 P_{H₂O} = 5 kb Gruppo B
 P_{H₂O} = 7 kb Gruppo C

Nell'ambito di questa ipotesi, dalle caratteristiche geologiche della regione dei Bur è ragionevole supporre che le diversità geochemico-petrografiche esibite dai tre gruppi di graniti siano da ricercare nelle diversità dei materiali originari sottoposti ad anatessi.

Queste differenze sono ben spiegabili dato l'assetto tettonico plicativo delle serie metamorfiche che costituiscono il basamento cristallino dei Bur; locali culmini di riscaldamento avrebbero portato in fusione rocce compositivamente diverse alle varie profondità.

Il fatto che tali masse magmatiche, cristallizzate a PH₂O diverse si trovino ora allo stesso livello topografico potrebbe essere spiegato attraverso una intensa tettonica a faglie. Infatti come già detto in precedenza il basamento cristallino dei Bur è interessato da un fitto sistema di faglie con direzione circa WNW le quali attraverso rigetti anche notevoli avrebbero portato alla superficie rocce magmatiche che formatesi a profondità diversa. E' da aggiungere inoltre che nella porzione Sud-occidentale del basamento le quantità di masse granitiche e di migmatiti affioranti sono decisamente superiori rispetto a quelle che affiorano nel settore Nord-orientale; quindi il settore Sud-occidentale potrebbe rappresentare porzioni più profonde del basamento cristallino.

Al momento attuale delle ricerche l'esiguo numero di dati a nostra disposizione non ci permette di accettare o rigettare la ipotesi sopra avanzata in quanto esse si basano sulla assunzione del carattere "isochimico" del sistema. Qualche sospetto potrebbe essere avanzato se si prendono in considerazione le mobilizzazioni di alcali e silice, che di certo, ma solo localmente, sono avvenute nel basamento dei Bur. Si tratta di fenomenologie del tipo "episienitizzazione" o "denteresi episienitica", riconosciute da Bakos e Sassi (1975) nei granitoidi dei Bur associati alle mineralizzazioni a U e Th. Tali fenomeni di mobilizzazione tuttavia assumono una importanza rilevante per la metallogenesi toro-aurifera ma del tutto marginale dal punto di vista petrogenetico di tali masse.

TABELLA "1" : ANALISI CHIMICHE DEI GRANITI DEI BUR.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13
SiO ₂	68.44	70.74	72.28	70.10	73.55	71.78	72.22	76.89	76.77	72.69	76.70	76.68	73.36
TiO ₂	0.62	0.26	0.22	0.56	0.20	0.11	0.14	0.18	0.19	0.12	0.19	0.19	0.13
Al ₂ O ₃	14.92	15.14	14.76	14.35	14.19	16.73	15.88	11.86	12.11	16.10	12.19	12.43	15.98
Fe ₂ O ₃	1.72	1.00	0.64	1.20	0.91	0.45	0.57	0.75	1.33	0.31	1.23	0.95	0.49
FeO	1.64	1.30	1.22	1.94	0.62	0.41	0.51	1.18	0.52	0.39	0.70	0.86	0.53
MnO	0.05	0.03	0.03	0.05	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
MgO	0.69	0.43	0.33	0.59	0.15	0.10	0.22	0.18	0.03	0.15	0.04	0.09	0.21
CaO	1.70	1.48	1.40	1.46	0.86	1.32	1.32	0.78	0.45	1.35	0.35	0.41	1.16
Na ₂ O	3.72	3.98	4.07	3.74	3.71	6.86	6.08	3.76	3.51	5.80	3.19	4.08	6.68
K ₂ O	5.56	4.71	4.53	4.91	5.43	1.96	2.57	3.96	4.79	2.77	5.44	3.89	2.03
P ₂ O ₅	0.20	0.10	0.07	0.21	0.04	0.05	0.05	0.04	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05
H ₂ O ⁺	0.75	0.66	0.44	0.75	0.57	0.14	0.25	0.38	0.31	0.25	0.26	0.29	0.30
Totale:	100.01	99.83	99.89	99.86	100.28	99.92	99.83	100.00	100.04	99.98	100.34	100.00	99.94

TABELLA "2" : MESONORMA SECONDO MIELKE E WINKLER DEI GRANITI DEL SUR.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13
c	22.42	26.70	28.48	27.03	29.35	21.68	24.35	38.25	37.07	25.55	36.51	37.31	23.38
ab	31.51	33.77	34.51	31.72	31.34	58.15	51.59	21.85	29.72	49.14	26.93	34.56	56.61
or	28.73	25.02	24.43	28.80	30.72	10.75	13.04	21.38	27.44	15.44	30.91	21.55	10.74
an	7.12	6.70	6.49	5.87	3.90	6.22	6.23	3.61	2.10	6.44	1.53	1.90	5.42
c	0.16	1.03	0.77	0.72	0.73	1.01	0.79	0.04	0.37	1.18	0.42	0.80	0.77
bi	6.80	4.82	4.02	7.14	2.16	1.42	2.11	3.61	1.49	1.55	1.96	2.50	2.12
hi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
il	0.59	0.25	0.21	0.53	0.19	0.10	0.13	0.17	0.16	0.11	0.18	0.18	0.12
hn	1.72	1.00	0.64	1.20	0.94	0.45	0.57	0.75	1.33	0.31	1.22	0.95	0.48
cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ep	0.47	0.24	0.17	0.50	0.09	0.12	0.12	0.09	0.05	0.09	0.07	0.05	0.12

48

TABELLA "3" : RAPPORTI DEI COMPONENTI O:Or:Ab:An: O:Or:Ab: Or:Ab:An.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13
O	24.97	28.96	30.32	30.23	30.77	22.40	25.34	40.22	38.49	26.46	38.05	39.14	24.31
Ab	35.09	36.63	36.75	35.47	32.85	60.06	53.68	33.49	30.85	50.88	28.08	36.25	58.87
Or	32.00	17.14	26.01	27.73	32.20	11.11	14.51	22.49	28.48	15.99	32.24	22.61	11.16
An	7.93	7.27	6.91	6.57	4.19	6.43	6.48	3.79	2.18	6.66	1.60	2.00	5.65
O	27.12	31.23	32.58	32.36	32.11	23.93	27.09	41.81	39.35	28.35	38.70	39.94	25.77
Or	34.76	29.27	27.95	29.68	33.61	11.87	15.51	23.38	29.12	17.13	32.76	23.07	11.83
Ab	38.12	39.50	39.48	37.96	34.22	64.19	57.40	34.81	31.54	54.51	28.54	36.99	62.40
Or	42.65	38.21	37.33	39.75	46.51	14.32	19.43	37.62	46.30	21.75	52.07	37.15	14.75
Ab	46.77	51.56	52.74	50.84	47.44	77.40	71.89	56.03	50.15	69.19	45.35	59.57	77.79
n	10.57	10.23	9.92	9.41	6.04	8.29	8.68	6.35	3.54	9.06	2.58	3.28	7.46

49

TABELLA "4" : DIFFERENZE DEL CONTENUTO IN % An (Rif. Figg. 6a e 7a) E IN % Q (Rif. Figg. 6b e 7b) DEI GRANITI DEI BUR RISPETTO AI VALORI SPERIMENTALI.

PH₂O = 5Kb

	GRUPPO A			GRUPPO B			GRUPPO C						
	BI	B2	B3	B4	B5	B8	B9	BII	BI2	B6	B7	B10	BI3
%An	+0.9	+2	+2	+1.5	-3	-7	-8	-7.5	-8	+6.5	+6.5	+6	+5.6
%Q	-8	-5	-3	-2.8	-0.7	+8	+7.5	+6	+8	-10	-8	-7	-8
T°C	670°	670°	650°	660°	670°	670°	660°	650°	650°	680°	680°	680°	680°

PH₂O = 7Kb

	GRUPPO A			GRUPPO B			GRUPPO C						
	=	+I	=	=	-4.5	-7.7	-9	-9.8	-10	+6.4	+6	+5	+5.6
%An	=	+I	=	=	-4.5	-7.7	-9	-9.8	-10	+6.4	+6	+5	+5.6
%Q	-7	-3.5	-3	-2	=	+13	+7.5	+6.5	+13	-10	-7	-4	-8
T°C	650°	640°	645°	640°	655°	650°	630°	650°	630°	670°	670°	670°	670°

Il segno + indica che i punti rappresentativi dei graniti dei Bur cadono entro il campo del plagioclasio, il segno - entro il campo del quarzo.

NOTE DI RILEVAMENTO SUL BASAMENTO CRISTALLINO DELLA SOMALIA SETTENTRIONALE NELL'AREA RUGAY-MAYDH-HIIS, DISTRETTO DI CEERICANO *

(E. ABBATE - K.M. CALI - G.V. DAL PIAZ - G. GOSSO - H.A. IBRAHIM - G. RIGATTI)

ABSTRACT

The crystalline basement in the Rugay-Maydh -Xiis area (Erigavo District, northern Somalia) comprises five main complexes which occur from NW to SE as follows: (C1) The high-grade paragneisses and migmatites with amphibolite lenses of the Xiis-lower Jilbo river area; (C2) The metagabbro-amphibolite body of the lower Qoranti area; (C3) The foliated syenite-quartzdiorite body of the middle Qoranbti-Cascasey area which intrudes the foliated and folded lithologies of the C2 complex; (C4) The intermediate zone of the upper Qoranti-Xarqacan area which mainly involves low-grade pelitic schists and metanerites with minor orthogneisses, garnet-bearing micaschists and marbles; (C5) The overlying Inda Ad Series, a thick turbiditic sequence of sandstones, siltstones, shales with interbedded limestones (lower Paleozoic) and minor conglomerates, strongly deformed by a large-scale fold generation and overprinted by a weak (anchyzone?) regional metamorphism. After folding the C4 and C5 complexes are intruded and metamorphosed at the contact by the Arar granite. Cretaceous to Tertiary sandstones and limestones unconformably cover these complexes.

PREMESSA ED INQUADRAMENTO

Nell'autunno 1981 sono state riprese le ricerche di campagna sul basamento cristallino della Somalia settentrionale tra il piede dell'altopiano di Ceerigabo (Erigavo) e la costa del Golfo di Aden, nel tratto Xiis-Laasqoray. In particolare è stato esaminato il settore tra il Togga (torrente) Rugay, presso il villaggio di Maydh, ed il Togga Jilbo, a NE di Xiis (Fig. 1). L'area è compresa nel Foglio NC-38-47 della Carta topografica della Somalia alla scala 1:100.000 e negli Sheets geologici 14 (Heis = Xiis) e 15 (Erigavo) alla scala 1:

(*) da: Rend. Soc. Geol. It., 4 (1981), pp. 333-337, 2 ff. Roma.

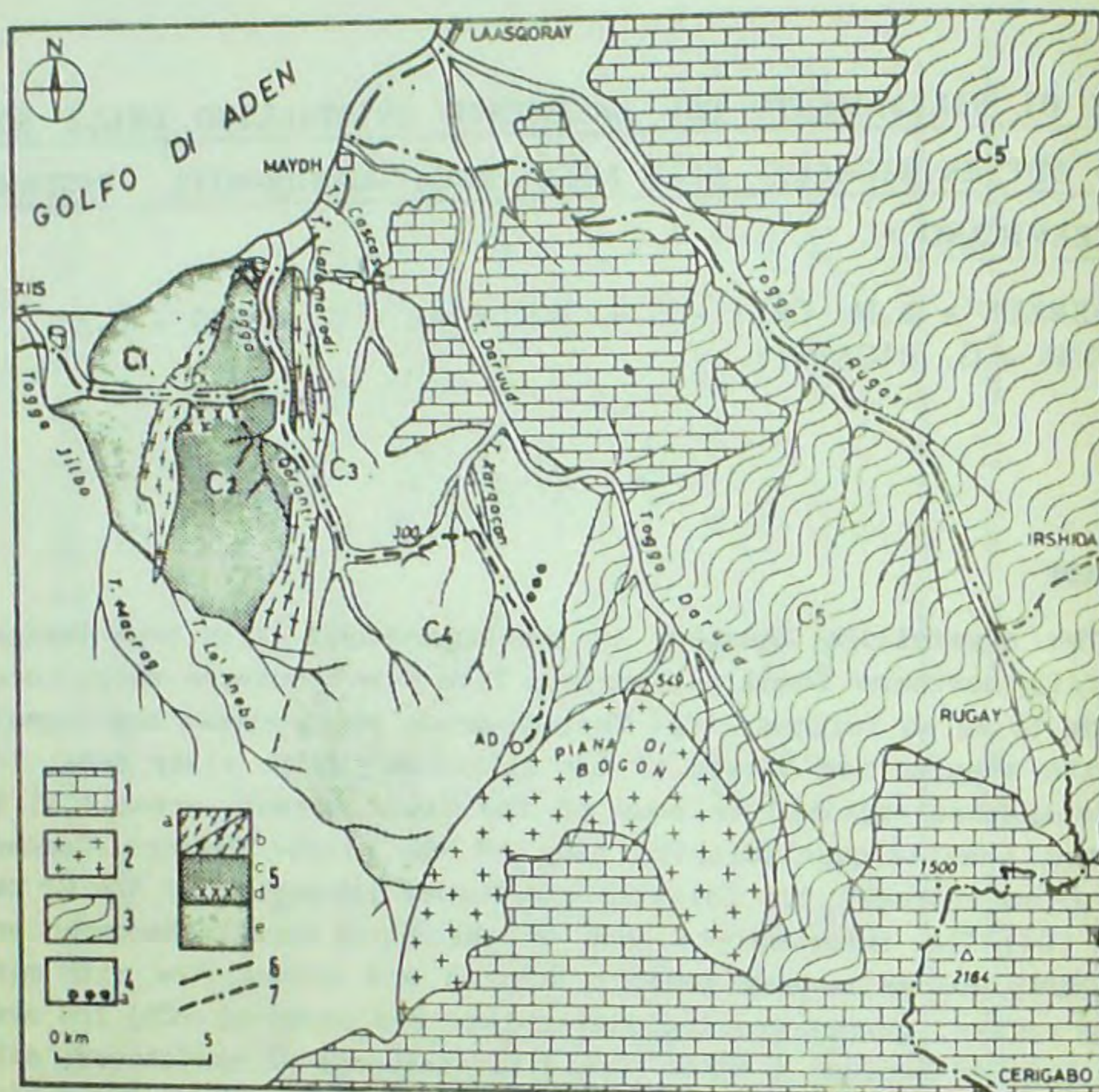


Fig.1 - Schizzo geologico dell'area Rugay-Maydh-Xiis, Somalia settentrionale. E' tratto, con semplificazioni ed aggiornamenti dal foglio Erigavo (MASON & WARDEN 1956). (1) Copertura sedimentaria discordante di età cretaceo-terziaria, indifferenziata; (2) Granito intrusivo di Arar; (3) Complesso di Inda Ad, Paleozoico antico; (4) Complesso intermedio a dominanti metareniti e metapeliti di basso grado, con locali micascisti a granato (4a); (5) Basamento cristallino di alto grado ed associate plutoniti metamorfiche: 5a) granitoidi, graniti alcalini rossastri e pegmatiti gneissici; 5b) gneiss sienitico-quarzodioritici; 5c) anfiboliti di derivazione gabbrica e metagabbri; 5d) relitti megascopici di gabbri ben preservati; 5e) paragneiss di alto grado, sigmatiti, intercalazioni di anfiboliti di origine incerta; (6) Piste principali; (7) Altre piste non indicate nella cartografia ufficiale. C1-C5: complessi litologici descritti nel testo. Sono state omesse le numerosissime faglie.

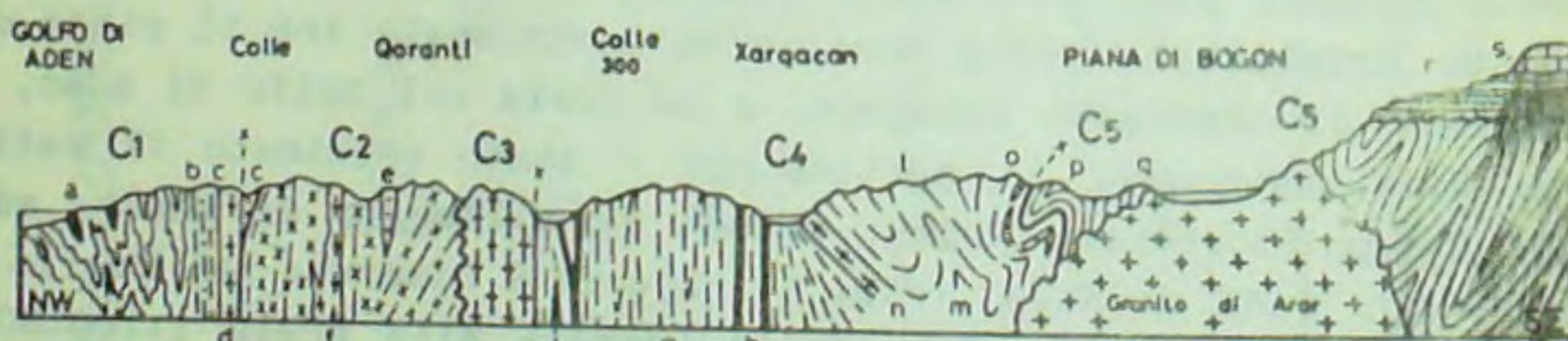


Fig.2 - Profilo schematico dei principali Complessi (C1-C5) e delle relative litologie (a-e) affioranti tra il Golfo di Aden e la sommità della scarpata di Cerigabo, descritti nel testo in successione da NW a SE.

125.000 rilevati e commentati da Mason & Warden (1956). Secondo questi autori lo zoccolo cristallino della regione comprende un primo complesso di migmatiti, metapsammiti a bi-plag +anf e granitoidi foliati, seguito da un secondo complesso a metamorfismo regionale di grado più basso con filliti, scisti a clorite e vulcaniti, denominato "Zona di transizione", ricoperto in discordanza dalla "Serie di Inda Ad". Quest'ultima è descritta come una potente sequenza di arenarie ed argilliti con intercalazioni di calcari ricristallizzati e con rari conglomerati basali. Mason e Warden segnalano inoltre numerosi corpi di graniti gneissici, circoscritti all'interno del basamento cristallino, ed il granito di Harar; quest'ultimo è intruso sia nello zoccolo che nella "Serie di Inda Ad" ed ha prodotto un'aureola metamorfica di contatto a bi-cord. L'insieme è coperto in discordanza dalle "Arenarie di Jesomma" (Cretaceo), dai "Calcari di Auradu" (Terziario inf.) e da sequenze sedimentarie più recenti (vedi anche Bruni & Fazzuoli 1978, 1980).

Il contiguo settore orientale della "Serie di Inda Ad" è compreso negli Sheets 5 e 6 (Las Koreh = Laasqoray ed Elayu) rilevati da Greenwood (1960). L'autore, sostenendo la natura intraformazionale dei conglomerati, avanza l'ipotesi che tra la "Serie di Inda Ad" ed il basamento di Mason & Warden non vi siano rapporti di discordanza, ma un passaggio graduale corrispondente ad un aumento progressivo del grado metamorfico: tali complessi non sarebbero più necessariamente di età diversa. La "Serie di Inda Ad" è ritenuta da Greenwood (1960, 1961) di possibile età cambriana sulla base di analogie litologiche con le sequenze fossilifere affioranti sulla riva opposta del Golfo di Aden (Yemen), ipotesi ripresa da Beydoun (1970). Alcune datazioni K-Ar hanno fornito un'età di 500 m.a. per le miche delle metamorfite di basso grado di Inda Ad e del granito di Arar che le intrude (Snelling, 1963). Un'età paleozoica antica sembra confermata dai primi fossili (spicole di Spugne e frammenti di Pelmatozoi: Gnoli, in corso di studio, comunicazione personale) rinvenuti da Gosso ed Ibrahim (gennaio 1981) nelle sequenze di Inda Ad presso Rugay.

Per un quadro generale degli eventi magmatici e metamorfici del basamento cristallino della Somalia e per l'ampia bibliografia citata si vedano D'Amico et al., (1981).

OSSERVAZIONI DI CAMPAGNA

Le osservazioni raccolte nell'autunno 1981 consentono di proporre un nuovo schema dell'assetto geologico della scarpata tra Ceerigabo ed il Golfo di Aden. LO schizzo di Fig. 1, è tratto con semplificazio-

ni ed aggiornamenti, dalle carte di Mason & Warden (1956): riporta i complessi (da C1 a C5) ed i toponimi citati nel testo e le principali piste attualmente percorribili, in parte non indicate nella cartografia ufficiale. Il profilo di Fig. 2 schematizza i rapporti geometrici e litostratigrafici tra i principali complessi lungo una sezione tracciata dalle foce del Togga Jilbo (NW) alla sommità della scarpata di Ceerigabo (SE). Da NW a SE si succedono i complessi litologici seguenti:

Complesso C1 - E' costituito da paragneiss e micascisti con intercalazioni di anfiboliti e gneiss anfibolici ("a" in Fig. 2). Contiene inoltre locali gneiss occhiadini e gneiss micacei a bande leucocratiche ed è intruso da svariati tipi di granitoidi, micrograniti e pegmatiti, tutti nettamente foliati. Il complesso si estende dalla costa di Xiis sino ad un paio di km ad W del colle che immette nel bacino del Togga Qoranti (pista Xiis-Maydh). Si passa, verso E, ad una larga fascia di scisti bruno scuri a grana fine ("b"), da definirsi al microscopio, e di miloniti ("c"). Seguono, nei dintorni del colle, graniti alcalini rossastri, foliati e cataclastici ("d"), con associate breccie magmatiche a zolle di metabasiti. Queste ultime attestano l'esistenza di originari rapporti intrusivi tra il granito ed il successivo complesso C2, contatto in parte obliterato da una seconda fascia cataclastico-milonitica ("c").

Complesso C2 - Dal colle la pista discende verso E lungo un affluente di sinistra del Togga Qoranti; la valle è incisa entro un esteso complesso di anfiboliti e metagabbri (C2). Le anfiboliti, cataclastiche e laminate nei pressi del colle, divengono ben presto massicce e contengono relitti megascopici di metagabbri foliati e di gabbri con strutture ed associazioni magmatiche in parte ben preservate. Flaser-gabbri metamorfici e blastomiloniti gabbri presenti tra i blocchi del detrito di falda segnalano l'esistenza di zone interne di shear. Il complesso si estende, con ottime esposizioni lungo l'intero basso corso del Togga Qoranti, sino allo sbocco nella piana costiera di Maydh. Sono frequenti, in questa zona, varietà grossolane e mica scura e locali zone m-dm di shear. Si osserva inoltre l'evidente trasformazione dei metagabbri in anfiboliti per rielaborazione metamorfico-strutturale, documentata da stadi evolutivi intermedi (metaflaser-gabbro ed anfiboliti a struttura da amigdalare a finemente zonata). Sul versante destro del basso Qoranti le metabasiti gabbri contengono una ristretta banda (sinforme pizzicata nello zoccolo?) di scisti metarenitici fini con alcune passate di metapsefiti gradate di tipo intraformazionale ("e"). Si ha l'impressione, all'esame macroscopico

che il loro grado metamorfico sia più basso di quello del basamento cristallino circostante. Le metabasiti sono intruse in discordanza da un reticolato di vene, filoni e stocks maggiori di pegmatiti rossastre e granitoidi di vario tipo, tutti con foliazione più o meno marcata ("f"). Il complesso basico ha una potenza di circa 5 km, ben maggiore di quanto indicato nel foglio Erigavo.

Complesso C3 - Verso oriente le metabasiti sono intruse da un vasto corpo di sieniti-quarzodioriti \pm gneissiche, di colore dal rosa to al grigio-chiaro, ricche talora di nuclei autigeni di concentrazione femica. Nonostante la foliazione, il contatto intrusivo appare ben preservato, specie in corrispondenza di significative breccie magmatiche con zolle a spigoli vivi di metabasiti listate, in parte forse ricotte, invase dalle plutoniti di composizione intermedia. I rapporti di intersezione mostrano in particolare che l'intrusione è posteriore alla foliazione blastomilonitica dei gabbri, al banding metamorfico delle anfiboliti e ad una fase di ripiegamento mesoscopico. Il complesso C3 degli gneiss sienitico-quarzodioritici si estende verso E per un paio di km sino al fianco sinistro del Togga Cascasey ed a quello destro del medio Qoranti, tagliato localmente da estesi filoni leucocratici.

Complesso C4 - Procedendo verso E si passa, con contatto tettonico, ad un complesso situato in posizione intermedia tra lo zoccolo cristallino sopra descritto e la serie semimetamorfica di Inda Ad. Esso corrisponde ad una parte della "Zona di transizione" degli autori inglesi e verrà qui indicato con il termine neutro di "Complesso intermedio" o C4. Esso è costituito in prevalenza da metaneriti scistosolaminate e da metapeliti grigio-scure d'aspetto filladico (in parte forse miloniti?), con subordinate intercalazioni di varia natura. Le sequenze a dominante siltoso-arenitica sono bene esposte lungo lo stretto vallone che dal Qoranti risale sino al Colle (300 m circa) ed in quello successivo che immette nel Togga Xarqacan, entrambi percorsi dalla pista Maydh-Piana di Bogon-Ad (settore "g" nel profilo di Fig. 2). Sul versante sinistro dell'ampia valle del Xarqacan, la successione assume carattere filladico ed è tagliata da alcuni filoni leucocratici (porfidi quarziferi?; "h"). Litotipi analoghi ricorrono anche sul fianco sinistro del Togga Cascasey: appaiono in contatto tettonico con gli gneiss sienitici C3 e sono intrusi da numerosi filoni di rocce porfiriche acide ed intermedie ("i"), in parte possibili andesiti. Sembrano mancare invece le vulcaniti basiche segnalate dagli autori inglesi in altri settori della "Zona di transizione".

Lungo il versante destro della valle del Xarqacan, che si risale

in direzione della piana di Bogon, il complesso C4 è costituito da prevalenti tipi filladici (\pm milonitici?) con locali intercalazioni di scisti verdognoli minuti a clorite, scisti carbonatici e quarziti ("l"). L'insieme è deformato da pieghe chilometriche di tipo isoclinale, rovesciate e con cerniera in prevalenza tonda. Al nucleo di una antiforale affiora una limitata fascia di significativi micascisti tabulari a granato: essi corrispondono probabilmente alla parte più profonda del complesso intermedio o, in alternativa, ad un relitto di uno zoccolo di grado metamorfico più elevato, fortemente retrocesso e deformato da un evento a carattere regionale. Le metapeliti del Xarqacan si sovrappongono, verso valle, ad una fascia di granitoidi gneissici con lenti di anfiboliti e filoni leucocratici (versante W della dorsale di quota 698, a S della confluenza Xarqacan-Daruud; "n"). Verso monte, avvicinandosi alla Piana di Bogon, la sequenza filladica passa gradualmente ad una articolata successione di tipi calcescistososi bruni e plumbei, friabili, con intercalazioni di bancate metarenitiche in rilievo, di scisti feldispatico-cloritici \pm ad anfibolo, di possibili porfiroidi e di gneiss aplitici molto laminati. A luoghi è presente una mineralizzazione a pirite disseminata. Per alcuni caratteri litologici queste sequenze potrebbero essere assimilate ad alcune successioni della "Serie di Inda Ad". La loro appartenenza al complesso intermedio C4 sembra tuttavia preferibile per i motivi seguenti: (a) il fabric mesoscopico della deformazione è polifasico, monofasico in Inda Ad; (b) il grado metamorfico sembra relativamente più elevato nel complesso C4; (c) le due sequenze sono separate da un orizzonte di movimento.

Complesso C5 - E' stato esaminato il contatto tettonico tra il Complesso intermedio C4 e la "Serie di Inda Ad", o Complesso C5, al colletto di quota 600 m circa dalla dorsale che culmina a 845,4 m e sul versante destro del sottostante vallone, al margine N della Piana di Bogon (località "o-p" in Fig. 2). La "serie di Inda Ad" è qui in evidente successione rovesciata, con polarità indicata da belle strutture gradate. Osserviamo la successione basale ("p"). Essa inizia con alcuni m di conglomerati poligenici, seguiti da arenarie, "scisti" bruni carbonatici, silt, marne ed argilliti varicolori in lamine e scaglie sottili, prive di foliazioni oblique rispetto alle superfici di stratificazione; vi si intercalano bancate metriche di calcari. Compaiono quindi, alla base del versante, altri due orizzonti di conglomerati poligenici a ciottoli ben arrotondati, con diametro in prevalenza di 0,5-2 cm, localmente sino a 10-20 cm. La gran maggioranza dei ciottoli è rappresentata da tipi facilmente riconoscibili nei livelli clastici

della "Serie di Inda Ad", la stessa provenienza hanno anche, con ogni probabilità, alcune varietà a grana molto fine da definirsi al microscopio. Sembrano comunque mancare le tipiche litofacies del basamento cristallino della regione. Si può quindi convenire con Greenwood sul carattere intraformazionale dei "conglomerati di Inda Ad". Nel piccolo dosso di 400-450 m circa che si eleva dalla Piana di Bogon 1 km circa a S degli affioramenti precedenti e qualche centinaio di m ad E della pista per il villaggio di Ad, si osservano ripetute alternanze di silt arenarie e conglomerati poligenici discretamente gradati ed in successione normale ("q"). In questo caso si osserva una netta foliazione obliqua e ad alto angolo rispetto alla stratificazione, con ogni probabilità in posizione di piano assiale di strutture plicative chilometriche; la sua morfologia è del tipo fracture cleavage ed ha carattere più penetrativo negli intervalli fini.

Il Togga Rugay, situato una decina di km a NE del profilo di Fig. 2, fornisce una sezione trasversale completa - circa 24 km - del "Complesso di Inda Ad". A grandi linee esso manifesta una dominante arenacea a NW, con intercalazioni di calcari a patina nera o bruna, ed una composizione a dominante siltoso-marnosa nel settore di NE. Come già rilevato dagli autori inglesi, questa sezione è caratterizzata da una successione spettacolare di antiforale e sinforale chilometriche di stile isoclinale, cerniera da rotonda ad acuta e pronunciata foliazione di piano assiale. La prosecuzione orientale del "Complesso di Inda Ad" è stata sommariamente esaminata lungo la pista interna Rugay-Irshida-Seinat-Burta-Togga Okrod (in buona parte al di fuori della Fig. 1), sino a raggiungere la pista costiera Maydh-Laasqoray all'incirca nel suo punto di mezzo. Persiste in questa zona la struttura a grandi pieghe, ma i fianchi si fanno gradualmente più aperti. Fra Rugay ed Irshida prevalgono successioni argilloso-marnose, con bancate di calcari nerastri e di arenarie; vi sono inoltre locali orizzonti a pirite sinsedimentaria. Verso oriente scompaiono le intercalazioni calcaree, le bancate arenacee divengono più sottili e rade e predominano sequenze argilloso-marnose finemente laminate, talora varicolori.

In tutti i settori esaminati il "Complesso di Inda Ad" mostra strutture deposizionali di tipo torbido, con impronte di carico e di trazione, gradazioni, piccoli slumping e possibili olistostromi. E' difficile stimare macroscopicamente lo stato metamorfico di queste sequenze, tranne che per i livelli calcarei che appaiono in genere ben ricristallizzati. Si attendono comunque condizioni metamorfiche dell'anchizona con distribuzione regionale.

Il "Complesso di Inda Ad" è intruso dal granito di Arar e da numero

si filoni leucocratici, probabili porfidi quarziferi. Nel rilievo di 549,2 m situato sul lato NE della Piana di Bogon alla testata del Toggara Daruud (Bur Daabar secondo i locali), il granito di Arar taglia le bancate arenacee e siltose di Inda Ad e le trasforma, per parecchie centinaia di m, in durissime cornubianiti bruno-nerastre, ricche in biotite. Un secondo corpo granitico con caratteri e contatti analoghi a quelli del plutone di Arar intrude le sequenze nordorientali di Inda Ad nella zona di Infero, presso Laasqoray (Sheet Elayu, Greenwood, 1960). I graniti di Arar e di Infero ed il corteo filoniano postdatano il ripiegamento del 'Complesso di Inda Ad' e predatano la deposizione della copertura discordante cretacico-terziaria ("r-s" in Fig. 2).

Per concludere, riassumiamo i fatti più salienti ed i problemi emersi dallo studio di campagna sull'area Rugay-Maydh-Xiis: (1) il Complesso C1 rappresenta la parte verosimilmente più antica dello zoccolo cristallino ed attesta l'esistenza di un metamorfismo regionale di alto grado, con parziali processi anatettici; (2) Il Complesso delle metabasiti C2 ha estensione molto maggiore di quanto indicato nel foglio Erigavo; le abbondanti anfiboliti sono di derivazione gabbrica e documentano l'esistenza di un II evento tettonico-metamorfico di grado elevato; (3) Segue l'intrusione di tipi sienitico-quarzodioritici la cui foliazione indica la sovrainpronta di un II evento metamorfico di basso grado, probabilmente lo stesso che si osserva nel Complesso intermedio e, forse, anche nella Serie torbidityca di Inda Ad, giustapposta con contatto tettonico; (4) In alternativa, l'evento III potrebbe predatore la deposizione di Inda Ad e, di conseguenza, il metamorfismo e la deformazione di quest'ultima definirebbero un ulteriore IV evento di grado molto basso e di età paleozoica; (5) Segue l'intrusione del granito di Arar.

TENTATIVO DI SCHEMATIZZAZIONE DEI PROBLEMI LITOSTRATIGRAFICI E DI CORRELAZIONE DEL BASAMENTO DELLA SOMALIA SETTENTRIONALE *

(F.P. SASSI - H.A. HIBRAIM)

La situazione litostратigrafica del basamento cristallino della Somalia Settentrionale è ancora poco nota, e per ora non vi sono elementi risolutivi che consentano correlazioni litostратigrafiche su lunga distanza e precise attribuzioni cronologiche.

Sembra tuttavia necessario agli scriventi che le future ricerche intese alla soluzione di tali problemi debbano essere indirizzate già fin d'ora da ipotesi di lavoro le più plausibili possibile alla luce dei dati attualmente disponibili.

La presente nota rappresenta appunto un contributo in tal senso. Nel proporre, gli autori si rendono ben conto che una schematizzazione precoce implica dei rischi, ma ritengono che una mancanza di ipotesi di lavoro per le future ricerche implichi rischi maggiori.

A. I COMPLESSI LITOSTRATIGRAFICI PRINCIPALI

Nel basamento cristallino della Somalia Settentrionale possono essere distinti i seguenti complessi litostратigrafici:

1. Complesso gneissico migmatitico di base di Qabri Bahar;
2. Complesso quarzítico - carbonatico di Mora (di alto grado metamorfico);
3. Complesso metavulcanico di Abdul Kadr (di basso grado metamorfico);
4. Complesso vulcano-sedimentario di Inda Ad (di grado metamorfico bassissimo).

Granitoidi di vario tipo ed età tagliano con rapporti intrusivi i complessi sopramenzionati, e possono essere raggruppati in almeno due cicli: il "ciclo dei granitoidi intrusivi antichi", certamente posteriore al metamorfismo di alto grado, e verosimilmente ad esso

(*) da: "Quaderni di Geologia della Somalia", Vol. V°, p. 91-101, Mogadiscio 1981.

geneticamente legato; ed il "ciclo dei granitoidi intrusivi recenti" ("young granites" auct.), i quali hanno rapporti intrusivi anche con il "Complesso di Inda Ad". A questi due, andrebbe aggiunto un terzo ciclo granitoide, più antico, rappresentato da ortogneiss per effetto del metamorfismo antico di alto grado.

Corpi gabbrici e complessi sienitico-gabbrici sembrano avere una collocazione cronologica analoga a quella dei graniti antichi, nel senso che sono certamente anteriori ai graniti recenti (Callegari, Ibrahim & Sassi, 1979, osserv. inedite), verosimilmente anteriori alla deposizione del "Complesso di Inda Ad", ma più recenti del processo metamorfico - anatettico del Complesso migmatitico di base. Essi vengono ritenuti più recenti dei granitoidi intrusivi antichi (D'Amico & Ibrahim, 1981).

Tralasciando ogni ulteriore considerazione sui granitoidi, sieniti e gabbrici, l'attenzione verrà focalizzata sui quattro complessi litostratigrafici prima elencati, i quali costituiscono le rocce incassanti delle intrusioni granitoidi e, con l'esclusione del "Complesso di Inda Ad", di quelle sienitiche e gabbriche.

1 - Complesso gneissico migmatitico di base, di Qabri Bahar

Si tratta di una potente sequenza di rocce detritiche psammitiche e basiche coinvolte in almeno uno (e forse due) evento metamorfico di alto grado e spinta anatessi ("M₁"), e quindi trasformato in una sequenza di gneiss di vario tipo, anfiboliti e migmatiti. Le migmatiti sono più o meno ricche in leucosomi, e di regola contengono abbondanti componenti anfibolitici sotto forma di banchi e boudins in allineamenti più o meno continui. Molto spesso i litotipi anfibolitici diventano prevalenti nei melanosomi a causa della totale scomparsa in essi dei livelli pelitici per fusione.

Rocce appartenenti a questo complesso affiorano, ad esempio, a nord di Arabsyio e lungo la strada fra Hargeisa e Berbera (Dubato), oltre che, tipicamente, nella fascia Qabri Bahar - Bagai.

2 - Complesso quarzítico-carbonatico, di Mora

Si tratta di un complesso di alto grado metamorfico la cui protolitologia è molto caratteristica, e ben diversa da quella degli altri complessi per l'abbondanza di sequenze carbonatiche pure ed impure (talora passanti ad anfiboliti) e per la caratteristica presenza di orizzonti quarzíticos, che tentativamente consideriamo basali. Tali orizzonti quarzíticos sono a volte puri, ma più spesso sono alluminiferi, come indicato dalla relativa frequenza di Al_2SiO_5 in essi (Ibrahim e Sassi, 1979).

Il grado metamorfico è anche in questo caso alto, ma non è certo che la loro impronta metamorfica fondamentale sia dovuta allo stesso evento metamorfico - anatettico antico ("M₁") caratteristico del complesso migmatitico di base. Anzi, in alcune aree (esempio: Tuke Kulan-tai) si ha l'impressione, che rimane da verificare in termini più oggettivi, che le quarziti costituiscano la base di una sequenza di copertura che si depose su un basamento già metamorfico di alto grado e già migmatizzato, e che successivamente fu coinvolta da un più recente evento metamorfico, anch'esso di grado elevato ("M₂").

Zona tipica di questo complesso è l'area di Mora², a NNE di Arabsyio.

3 - Complesso metavulcanico di Abdul Kadr

Si tratta di una potente sequenza epimetamorfica di metavulcaniti e metavulcanoclastiti acide, entro le quali sono ripetutamente intercalati materiali pelitico-psammitici. Caratteristica è la bimodalità compositiva delle originarie rocce magmatiche, per la presenza di termini acidi e di termini basici - questi ultimi meno abbondanti dei primi - e sostanziale assenza di una importante componente a chimismo intermedio.

A causa del metamorfismo (facies degli scisti verdi) questo complesso è trasformato in una sequenza di "porfiroidi" prevalenti, entro i quali sono intercalati anfiboliti ad albite ed epidoto, prasiniti e scisti cloritico - epidotici. A più livelli ricorrono intercalazioni metapelitiche e metapsammitiche, che però sono subordinate. Da notare la presenza di livelli di quarziti bianche tabulari (spesso alluminifere: Damal) e di modeste intercalazioni carbonatiche pure ed impure, che possono far ipotizzare una parentela fra questo complesso di basso grado metamorfico ed il complesso quarzítico-carbonatico di alto grado metamorfico.

Anche se per ora non è stato possibile osservare il contatto, il complesso metavulcanico di Abdul Kadr sembra rappresentare una copertura del basamento migmatitico. Se tale ipotesi è corretta, il metamorfismo di queste rocce dovrebbe essere riferito all'evento M₂, e rappresenta quindi il corrispondente in facies degli scisti verdi del metamorfismo in facies anfibolitica del complesso quarzítico-carbonatico di Mora.

Rocce appartenenti al complesso metavulcanico di basso grado affiorano tipicamente nell'area Harirad-Abdul Kadr.

4 - Complesso vulcano-sedimentario di Inda Ad

Tale complesso, di grado metamorfico da basso a molto basso, è

caratterizzato da una rapida alternanza di metasedimenti arenacei ed argillosi, da predominanza dei livelli arenacei e relativa abbondanza di intercalazioni carbonatiche pure ed impure.

Nelle parti stratigraficamente inferiori prevalgono le sequenze psammitiche, mentre nelle parti superiori prevalgono materiali più fini, siltitici ed argillosi, in alternanze variegata. Livelli conglomeratici sono ripetutamente intercalati, così come letti quarziticci e letti carbonatici, che però diventano più abbondanti nella parte alta della sequenza.

Il "Complesso di Inda Ad" affiora nell'estremità più orientale del basamento cristallino della Somalia settentrionale.

B. PROBLEMI DI CORRELAZIONE FRA I VARI COMPLESSI

Come anticipato, i rapporti fra i quattro complessi prima descritti sono tutt'altro che chiariti. E' però possibile fare le seguenti affermazioni, nei limiti di attendibilità precisati per ciascuna di esse.

- 1) Il carattere di elemento basale del complesso gneissico migmatitico sembra fuori discussione per il fatto che non sono stati individuati complessi o unità che possano ragionevolmente essere considerati sottostanti ad esso.
- 2) Il brusco salto di grado metamorfico constatato al limite occidentale fra il "Complesso di Inda Ad" e le rocce del basamento (Ibrahim & Sassi, 1979, osserv. ined.) rendono estremamente improbabile l'ipotesi che il Complesso di Inda Ad sia una parte del basamento antico investito da un metamorfismo di grado da basso a molto basso, come proposto da Greenwood (1960). Il "Complesso di Inda Ad" va quindi considerato come una copertura, in accordo con l'ipotesi avanzata da Mason & Warden (1956).
- 3) Meno certa per la mancanza di dimostrazione inequivocabile, ma pur sempre molto probabile per la loro protolitologia, è la natura di copertura del "complesso di Mora" e di quello di "Abdul Kadr".
- 4) Altrettanto non dimostrata è l'appartenenza di entrambi questi complessi alla medesima copertura. Tuttavia tale ipotesi è proponibile allo stato attuale delle conoscenze:
 - sia per maggiore semplicità del modello di ricostruzione; ben più arbitrario sarebbe proporre due diverse coperture;
 - sia per la verosimile parentela fra i due complessi, suggerita dalla presenza di sedimentazione carbonatica in entrambi; il fatto che tale sedimentazione rappresenti solo degli episodi sp

radici nel "Complesso di Abdul Kadr" potrebbe suggerire una originaria posizione laterale di questo "bacino" rispetto a quello rappresentato dalla potente sequenza carbonatica nel "Complesso di Mora".

Si conclude che esistono discrete probabilità per considerare i due complessi citati come sostanzialmente equivalenti dal punto di vista cronologico, l'uno dominato da abbondante sedimentazione carbonatica pura ed impura, l'altro da un'intensa attività vulcanica prevalentemente acida ma con importanti e ripetuti episodi basici, ed entrambe aventi alla base un orizzonte di quarziti pure e di quarziti alluminifere.

- 5) Completamente speculativa, ma non impossibile, è la corrispondenza fra il "Complesso di Inda Ad" ed i due complessi di copertura considerati al punto precedente. L'ipotesi di tale corrispondenza ha alla base due sole indicazioni, entrambe tutt'altro che risolutive:
 - a) alcune analogie protolitologiche fra i complessi in discussione; è infatti da notare che nel "Complesso di Inda Ad" è presente sia un'importante sedimentazione carbonatica che una non meno significativa componente vulcanica;
 - b) il basamento ricco in anfiboliti sul quale il "Complesso di Inda Ad" sembra poggiare mostra più analogie protolitologiche con il complesso migmatitico di base che con i "complessi di Mora e di Abdul Kadr".

C. VINCOLI CRONOLOGICI

- 1) L'evento geologico più recente è rappresentato dai cosiddetti "graniti recenti", intrusivi anche rispetto al "Complesso di Inda Ad". Questi graniti sono stati datati 500 m.a. circa con il metodo K/Ar sulla biotite (masse di Infero e di Las Bar). Tale valore di età - che non necessariamente rappresenta la vera età del ciclo plutonico dei "graniti recenti" data la relativa labilità del sistema K/Ar nella biotite - rappresenta il limite cronologico minimo per l'evoluzione geologica del basamento cristallino della Somalia Settentrionale. Tale evoluzione dunque è sostanzialmente pre-Cambriana, e solo i suoi stadi finali possono appartenere (sedimentazione e vulcanesimo del Complesso di Inda Ad?; metamorfismo di Inda Ad?) o appartengono (ciclo plutonico dei "graniti recenti") al Paleozoico antico.
- 2) I dati radiometrici relativi all'evoluzione pre-cambriana del basa-

mento cristallino nord-somalo sono molto scarsi non ben definiti e spesso difficilmente interpretabili per l'insufficienza di notizie sulla natura dei campioni e dei metodi usati. E' tuttavia degno di nota il fatto che essi cadano nell'intervallo 750-600 m.a., cioè nel campo di valori di età 900-450 m.a. recentemente ridefinito come "Panafricano" nell'ambito dei Progetti IGCP/144 (vedasi: IGCP 164 Newsletter, vol. 4, 1981, p. 57).

- 3) Altri vincoli cronologici potrebbero essere ottenuti mediante correlazioni interregionali fra rocce caratteristiche affioranti nel basamento somalo e rocce analoghe di altre regioni africane e dello scudo arabo. Ad esempio, i complessi gabbrici potrebbero essere utilizzati in tale senso per il basamento della Somalia Settentrionale, così come le quarziti ferrifere ("banded iron formation") per quello della Somalia Meridionale.

D. PROSPETTIVE DI CORRELAZIONI INTERREGIONALI

Da quest'ultima osservazione deriva che non è fuori luogo cominciare a considerare il basamento della Somalia settentrionale in un contesto più vasto, come parte del basamento dell'Africa Orientale e dello Scudo Arabo. Una tale considerazione da un lato consentirà la formulazione di alcune correlazioni interregionali, dall'altro fornirà elementi di guida per le successive ricerche, derivanti dalla necessità di verificare se nella Somalia esistono o meno degli elementi caratteristici già individuati altrove.

Purtroppo anche su questo argomento non è per ora possibile dire grandi cose, ma solo limitarci ad alcune considerazioni preliminari.

- 1) La prima considerazione da fare è un confronto con il basamento della Somalia Meridionale (area dei Bur: Bakos & Sassi, in prep.). A tale proposito, rinviando ad altra sede un'analisi più dettagliata, vanno messe in evidenza:
- a) un'identità sostanziale del quadro cronologico attualmente disponibile; infatti anche nel basamento dei Bur i pochi dati geocronologici radiometrici cadono nello stesso intervallo di età definito per il basamento nord-somalo, e rientranti nel "ciclo Panafricano";
 - una situazione litostratigrafica apparentemente simile, con un complesso migmatitico di base (Formazione di Olontole) ed un soprastante complesso quarzítico-carbonatico (Formazione di Dinsor);
 - b) importanti differenze nella protolitologia costituite da:
 - presenza nel basamento dei Bur di quarziti a magnetite alla

base della "Formazione di Dinsor"; tali quarziti sono identiche alle "banded iron formations" pre-cambriane ben note in altre parti del continente africano;

assenza nel basamento dei Bur dei complessi gabbrici così abbondanti e caratteristici nel basamento della Somalia settentrionale.

- 2) La seconda considerazione da fare è appunto basata sui complessi gabbrici. Tali complessi rappresentano un potenziale importante elemento di correlazione interregionale. Infatti, rocce analoghe esistono nella parte orientale dell'intero continente africano, a costituire un enorme allineamento circa Nord-Sud che, quasi continuo, va dal Sudan fino al Sudafrica e che non può avere un grande significato nella storia geologica-cambriana del continente Africano (Shackleton, 1976; Vail, 1975).
- 3) Rinviando a Warden per quanto riguarda la correlazione fra il "Complesso di Inda Ad" e simili sequenze affioranti nello Yemen meridionale, si ritiene che una più precisa comparazione fra le rocce affioranti sulle opposte sponde del Golfo di Aden dovrebbe fornire dati utilissimi per la comprensione del basamento cristallino nord-somalo.
- 4) L'ultima considerazione da fare nel tentativo di individuare i primi elementi di correlazione interregionale riguarda il basamento Etiopico. Come proposto da Kazmin (1971), il complesso di Inda Ad può essere tentativamente correlato con il "Birbir Group" affiorante nel Wollega. D'altra parte, il "Lower Complex" gneissico-migmatitico fino a granulitico dell'Etiopia potrebbe essere confrontato con il complesso migmatitico di base del basamento nord-somalo; ma ben più forti sono le analogie con il basamento di Bur (Complesso di Olontole). Va aggiunto che l'intervallo di età radiometriche noto finora per l'Etiopia è 976-415 m.a. (Cahen & Snelling, 1966), cioè sostanzialmente identico a quello ottenuto per i basamenti somali.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

E' evidente che la parte fondamentale del basamento della Somalia settentrionale è pre-cambriana, ma è anche chiaro che detto basamento è stato coinvolto nell'evento Panafricano, e quindi in parte ringiovanito.

Non vi sono per ora chiari elementi che definiscano se e quali parti dei basamenti somali siano stati incorporati nel "Mozambique

Belt". E' però evidente che il basamento della Somalia settentrionale differisce da quello della Somalia meridionale per alcuni importanti caratteri protolitologici pre-cambriani e non (o non solo) per storia successiva.

E' verosimile che il basamento dei Bur si estenda parecchio verso nord-est al di sotto della copertura mesozoica fino a latitudini relativamente elevate. Tale opinione prende corpo se si dà valore - come gli scriventi sono propensi a fare - alle diversità che le sieniti di Gorei (Nogal, circa 8° parallelo) hanno rispetto a quelle della Somalia settentrionale (Gellatly, 1967; D'Amico & Ibrahim, 1980).

Kazmin (1971) ha proposto per il Corno d'Africa un quadro strutturale che contempla un'alternanza di massicci mediani gneissico-migmatitici fino a granulitici riferiti all'Archeano e di sistemi N-S del Proterozoico Superiore (Rifeano).

Senza volere nè potere portare supporto o discredito a tale modello, ci limitiamo a dire che gli scriventi non hanno trovato in Somalia alcun elemento contrario ad esso, e forse un elemento a favore nella sopra citata differenza fra i basamenti della Somalia Settentrionale e Meridionale. Pertanto riteniamo che il modello di Kazmin (op. cit.) vada tenuto in debito conto.

QUADERNO DI PALEONTOLOGIA DELLA SOMALIA *

(G. PICCOLI - C.F. HILAL)

1. PREMESSA

Con il titolo di "Paleontologia della Somalia" venne pubblicata una nutrita serie di monografie, promosse da Giuseppe Stefanini a partire dal 1932 e contenute in "Paleontographia Italica", il noto periodico italiano di paleontologia. Il presente quaderno si ispira a quella serie di memorie paleontologiche e ad altri lavori successivi e vuole richiamare agli studenti soprattutto i fossili di valore stratigrafico e quelli di significato paleoecologico e paleogeografico, contenuti nelle flore e nelle faune conosciute per la Somalia.

Nei tempi recenti la paleontologia stratigrafica si basa in particolare sui microfossili e fra essi sui foraminiferi e sul nannoplancton calcareo, nonché sui pollini e sulle spore. Ma i macrofossili non hanno perduto il loro valore ed essendo in larga prevalenza bentonici conservano tutta l'importanza quali fossili di facies.

2. INTRODUZIONE

L'esposizione delle flore e delle faune fossili della Somalia verrà ordinata per gruppi sistematici; la successione stratigrafica alla quale fare riferimento è già stata illustrata in un altro quaderno da Hilal O.F., G. PAVAN ed E. ROBBA: Geologia stratigrafica della Somalia, Università Nazionale della Somalia, Mogadiscio, 1976.

Verranno ricordati dapprima brevemente i fossili vegetali, poi i fossili animali.

Per inquadrare l'esposizione in un ambito più vasto va messa una breve rassegna delle memorie paleontologiche come in "Paleontographia Italica", ricordate all'inizio di altri lavori, che illustrano soprattutto

(*) da: "Quaderni di Geologia della Somalia", Vol. II°, p. 1-44, Mogadiscio 1978.

tutto i fossili raccolti da Stefanini. L'esposizione è svolta dalle formazioni più antiche alle più recenti e all'interno di ciascun sistema geologico viene seguita, nei limiti del possibile, la successione sistematica. La "Serie di Lugh", che in Paleontologia della Somalia è trattata a parte, risulta di età giurassica media e superiore; per mantenere la numerazione originaria della serie dei lavori di Stefanini, i fossili del Giurese saranno numerati in due capitoli.

Il quadro che segue costituisce una guida abbastanza esauriente alla bibliografia paleontologica somala, se si tiene conto delle citazioni di opere più antiche che i lavori stessi contengono. Alla fine della rassegna saranno citati alcuni fra i principali studi anteriori alle monografie di cui stiamo parlando; seguirà una breve rassegna delle pubblicazioni recenti, successive alla serie di studi promossi da Stefanini e riguardanti soprattutto ricerche di micropaleontologia.

Per le opere di più vecchia data le classificazioni paleontologiche necessitano ovviamente di revisione della nomenclatura, sia a livello delle categorie sistematiche superiori che a livello dei generi. Facendo attenzione all'anno in cui i lavori furono pubblicati, sarà facile comprendere come nelle pagine che seguono si potranno trovare nomi diversi da quelli delle memorie originarie.

Cominciamo la rassegna con le opere paleontologiche costituenti la serie di monografie pubblicate in "Paleontographia Italica", conseguenti alle esplorazioni in Somalia di Stefanini.

- Rassegna bibliografia di Paleontologia della Somalia:
(le pubblicazioni elencate di seguito sono contenute in "Paleontographia Italica" se non è indicato altrimenti; viene riportato il numero del volume e, se si tratta di altro periodico, è indicato in forma abbreviata il suo titolo o nome; è riportato l'anno): Stefanini G.: Paleontologia della Somalia. Introduzione. Vol. XXXII, 1932.

I - Fossili del Giurese.

(I-I fossili della "Serie di Lugh" in Somalia in Stefanini).

STEFANINI G.: Cenni sulla stratigrafia della "Serie di Lugh" in Somalia. Vol. XXXII, 1932.

STEFANINI G.: Avanzi di Molluschi della "Serie di Lugh" in Somalia. Vol. XXXII, 1932.

D'ERASMO G.: Avanzi di Pesci della "Serie di Lugh" in Somalia. Vol. XXXII, 1932.

D'ERASMO G.: Nuovi avanzi ittiolitici della "Serie di Lugh" in Somalia. Vol. LV, 1960.

II-Fossili del Giurassico in Stefanini.

STEFANINI G.: Premessa. Cenni sulle località fossilifere giurassiche della Somalia. Vol. XXXII, 1932.

ZUFFARDI-COMERCI R.: Corallari e Idrozoi del Giurese della Somalia. Vol. XXXII, 1932.

ZUFFARDI-COMERCI R.: Corallari e Idrozoi giurassici dell'Ogaden. Vol. XXXII, suppl. 3, 1938.

PARONA C.F. & ZUFFARDI-COMERCI R.: Somalica aenigmatica. Vol. XXXII, 1932.

PARONA C.F. & ZUFFARDI-COMERCI R.: Ancora sulla "Somalica aenigmatica". Vol. XXXII, suppl. 3, 1938.

STEFANINI G.: Molluschi del Giurassico della Somalia. Vol. XXXII suppl. 4, 1939.

VENZO S.: Trigonia (Laevitrigonia) stefaninii n. sp. del Batoniano dell'Oltregiuba. Revisione del sottogenere e sua distribuzione. Boll. Soc. Ital. Sc. Nat., Vol. LXXXI, 1942.

VENZO S.: Diagnosi di forme nuove del Batoniano dell'Oltregiuba settentrionale e del Borana sud-orientale (Africa orientale). Riv. Ital. Paleont. Stratigr., Vol. XLVIII, 1942, Vol. L, 1944, Vol. LI, 1945.

VENZO S.: Il Batoniano a Trigonia dell'Oltregiuba settentrionale e del Borana sud-orientale (Africa orientale). Vol. XLV, 1949.

VALDUGA A.: Ammoniti ed Aptici neogiurassici della Migiurtinia e della Somalia sudoccidentale. Vol. XLVIII, 1952.

STEFANINI G.: Echinodermi, Vermi, Briozoi e Brachiopodi del Giurassico della Somalia. Vol. XXXII, 1932.

MACCAGNO A.M.: Illustrazione di Echinidi giurassici della Somalia. Atti Acc. Naz. Lincei, Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., VIII s., Vol. I, 1947.

III-Fossili del Cretaceo.

STEFANINI G.: Premessa. Cenni sulle località fossilifere cretacee della Somalia. Vol. XXXII, 1932.

SILVESTRI A.: Foraminiferi del Cretaceo della Somalia. Vol. XXXII, 1932 e Vol. XXXII, suppl. 6, 1948.

PARONA C.F.: Avanzi di Poriferi del Cretaceo della Somalia. Vol. XXXII, 1932.

ZUFFARDI-COMERCI R.: Corallari del Cretaceo della Somalia. Vol. XXXII, 1932.

SANTOCHI L.: Brachiopodi del Cretaceo della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 6, 1948.

TAVANI G.: Molluschi del Cretaceo della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 4, 1942.

TAVANI G.: Una nuova famiglia di Lamellibranchi del Cretaceo della Somalia Vol. XXXIX, 1939.

TAVANI G.: Nuove osservazioni sulle Stefaniniellidae del Cretaceo della Somalia. Vol. XL, 1942.

PARONA C.F.: Appunti su qualche Rudista del Cretaceo superiore della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 4, 1942.

TAVANI G.: Rudiste ed altri molluschi cretacei della Migiurtinia (Africa Orientale). Vol. XLVI, 1949.

TAVANI G.: Fauna malacologica cretacea della Somalia e dell'Ogaden. Vol. XLIII, 1948 e Vol. XLV, 1949.

CHECCHIA-RISPOLI G.: Osservazioni su alcuni Pseudodiadema. R. Acc. Italia, Rend. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., VII s., Vol. IV, 1943.

CHECCHIA-RISPOLI G.: Di due nuovi generi di Echinidi del Cretaceo della Somalia. Boll. Uff. Geol. Italia, Vol. LXVIII, 1945.

CHECCHIA-RISPOLI G.: Su alcuni "Pseudodiadema" del Cretaceo della Somalia. Atti Acc. Naz. Lincei, Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., VIII s., Vol. II, 1948.

IV-Fossili dell'Eocene.

STEFANINI G.: Cenni sulle località fossilifere eoceniche della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 3, 1938.

SILVESTRI A.: Foraminiferi dell'Eocene della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 3, 1938, suppl. 4, 1939, suppl. 5, 1942, suppl. 6, 1948.

AZZAROLI A.: I macroforaminiferi della serie del Carcàr (Eocene medio e superiore) in Somalia e la loro distribuzione stratigrafica. Vol. XLVII, 1952.

ZUFFARDI-COMERCI R.: Corallari e Briozoi eocenici della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 6, 1948.

GIANNINI E.: Molluschi eocenici della Migiurtinia. Vol. XXXII, suppl. 7, 1955.

CHECCHIA-RISPOLI G.: Su alcuni resti di Crostacei Brachiuri dell'Eocene della Migiurtinia. Boll. Uff. Geol. Italia, Vol. LXIX, 1946.

CHECCHIA-RISPOLI G.: "Migliorinia", nuovo genere di Echinide dell'Eocene della Migiurtinia. R. Acc. Italia, Rend. Cl. Sc.; Fis. Mat. Nat., VII s., Vol. III, 1942.

CHECCHIA-RISPOLI G.: Brissoidi eocenici della Migiurtinia. Atti R. Acc. Italia, Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., Vol. XIV, 1943.

CHECCHIA-RISPOLI G.: Su alcuni Echinidi eocenici della Migiurtinia. Boll. Uff. Geol. Italia, Vol. LXX, 1950.

V-Fossili dell'Oligocene e del Miocene.

STEFANINI G.: Cenni sulle località fossilifere oligoceniche e mioceniche della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 2, 1937.

AIROLDI M.: Le Corallinacee del Miocene della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 2, 1937.

SILVESTRI A.: Foraminiferi dell'Oligocene e del Miocene della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 2, 1937.

AZZAROLI A.: L'Oligocene e il Miocene della Somalia. Stratigrafia, Tettonica, Paleontologia (Macroforaminiferi, Coralli, Molluschi). Vol. LII, 1958.

ZUFFARDI-COMERCI R.: Corallari oligocenici e miocenici della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 2, 1937.

CECIONI G.: Ostriche oligo-mioceniche della Somalia. Boll. Soc. Geol. Ital., Vol. LXIV, 1947.

SOCIN C.: Fauna echinologica dell'Oligo-miocene somalo. Vol. XXXII, suppl. 7, 1957.

VI-Fossili del Pliocene e del Pleistocene.

STEFANINI G.: Premessa. Notizie sulle formazioni plioceniche e pleistoceniche (della Somalia). Vol. XXXII, suppl. 1, 1933.

FRENGUELLI G.: Resti silicei di microrganismi dei travertini della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 1, 1933.

AIROLDI M.: Le Corallinacee del Pleistocene della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 1, 1933.

CHIARUGI A.: Legni fossili della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 1, 1933.

NARDINI S.: Molluschi marini e continentali del Pleistocene della Somalia. Vol. XXXII, suppl. 1, 1933.

Vanno ricordati i seguenti lavori di contenuto paleontologico, comparsi prima della serie di memorie testè elencate:

GREGORY J.W.: On the geology and fossil Corals and Echinids of Somaliland. Quart. Journ. Geol. Soc. London, Vol. LVI, 1900, London.

SPATH L.F.: Ammonites and Aptychi. Monogr. Geol. Depart. Hunt. Mus. Glasgow Univ., Vol. I, 1925, Glasgow.

WEIR J.: Jurassic fossils from Jubaland. Monogr. Geol. Depart. Hunt. Mus. Glasgow Univ., Vol. III, 1929, Glasgow.

CURRIE E.D.: Jurassic and Eocenic Echinoida. Monogr. Geol. Depart. Hunt. Mus. Glasgow Univ., Vol. I, 1925, Glasgow.

DACQUE' E.: Beitrage zur Geologie des Somalilandes. Beitr. Palaeont. Geol. Oesterr.-Ungarns Orients, Vol. XVII, 1905, Wien.

- BASSE E.: Contribution à l'étude du Jurassique supérieur (faciès Corallien) en Ethiopie et en Arabie méridionale. Mém. Soc. Géol. France, Vol. VI, 1930, Paris.
- LATHAM M.H.: Jurassic and Kainozoic Corals from Somaliland. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. LVI, 1929, Edinburgh.
- NUTTAL W.L.F. & BRIGHTON N.A.: Larger Foraminifera from the Tertiary of Somaliland. Geol. Mag., Vol. LXVIII, 1931, London.
- NEWTON R.B.: A Somaliland limestone of Aquitanian age containing Foraminifera and Nullipore structures. Monogr. Geol. Depart. Hunt. Mus. Glasgow Univ., Vol. I, 1925, Glasgow.

Molte analisi di micropaleontologia, sia vegetale che animale, furono compiute in occasione delle ricerche di idrocarburi; in parte tuttora inedite, sono allegate alle relazioni che le compagnie petrolifere consegnarono al Ministero delle Risorse Minerarie e Idriche. Anche ad esse si è fatto ricorso per la presente esposizione. Fra i lavori micropaleontologici recenti ricordiamo:

- BARBIERI F.: Jurassic microfacies in Western Somalia. Riv. Ital. Paleont. Stratig., Vol. XLIV, 1968, Milano.
- ABBATE E., FICARELLI G., PIRINI RADRIZZANI C., SALVIETTI A., TORRE D. & TURI A.: Jurassic sequence of the Somali coast of the Gulf of Aden. Riv. Ital. Paleont. Stratigr., Vol. LXXX, 1974, Milano.
- PLUMHOFF F.: Reports. Deutsche Erdoel-Aktiengesellschaft (D.E.A.), 1967, Mogadiscio, inedito.
- CANUTI P. & MARCUCCI M.: Microfaciès aptiens-albiens de l'Ahl Medò et de Candala (Somalie). Proc. III African Micropaleont. Coll., 1969, Cairo.
- PRESTAT B.: Presence de Colomiella, BONET (Calcionellidae) dans le Crétacé inférieur de Somalie et de l'Iran. IV Coll. Africain de Micropaléont., 1970, Abidjan-Nice.
- KLAVER A.: Final report, surface geological studies of Somalia basin Mobil Petroleum Co. Inc., 1964, Mogadiscio, inedito.
- BARNES S.U.: Geology and oil prospects of Somalia, East Africa. Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., Vol. LX, 1976, Tulsa (Okla.).
- DUCCI E. & PIRINI RADRIZZANI C.: Stratigraphy and micropaleontology of some Cretaceous and Lower Eocene formations from the Midjurtinia Region (Somalia). Proc. III African Micropaleont. Coll., 1969, Cairo.
- FORTELEONI PIAMONTI G. & PIRINI RADRIZZANI C.: Microfaunas from the Karkar Formation (Somaliland). Proc. V African Coll. Micropaleont. Rev. Espan. Micropaleont., VII s., Vol. III, 1975, Madrid.

3. Paleontologia Vegetale

E' ragionevole ritenere che il fitoplancton (come lo zooplancton) sia presente allo stato fossile nella serie geologica somala: Diatomee e Flagellati fra i Vegetali (e Radiolari fra gli Animali) non devono mancare fra i fossili. Essi tuttavia non sono stati ancora oggetto di ricerche sistematiche, per cui la paleobotanica somala si riferisce alle alghe calcaree del Mesozoico e del Cenozoico, di resti di alberi silicizzati del Plio-Pleistocene e a poche impronte di foglie del Terziario, non determinabili; oltre alle spore e ai pollini.

A. Nannoplancton.

Finora non sono state pubblicate relazioni sulla nannoflora della Somalia. Tutto lascia ritenere che si possano ritrovare le biozonazioni istituite in altre regioni sulla base dei nannofossili, in particolare calcarei. Cocoliti e discoasteridi, tanto per ricordare le forme più diffuse, dovrebbero trovarsi nei calcari cretacei ed eocenici, ma è necessario attendere ulteriori studi per dare un significato alle sporadiche segnalazioni.

In occasione del progetto scientifico per l'esplorazione dei fondi oceanici (Deep Sea Drilling Project) la nave oceanografica americana "Glomar Challenger" ha eseguito una serie di perforazioni sul fondo del mare nella parte dell'Oceano Indiano antistante alla costa somala (Bacino Somalo, esteso fra le isole Seicelle, il Madagascar e la Somalia). I pozzi trivellati portano i numeri 234, 235, 236, 240 e 241 e furono eseguiti nel 1972. I nannofossili calcarei sono rappresentati da associazioni di Cocolitoforidi, che si estendono dal Cretaceo superiore all'Olocene.

Per il Campaniano si possono ricordare Tetralithus aculeus (Stradner), T. gothicus Deflandre e Broinsonia parca (Stradner), per il Maastrichtiano Micula mura (Martini), esclusiva del Maastrichtiano superiore e tipica delle aree tropicali e Praediscosphaera cretacea (Arkhangelskiy). Si può ricordare come nelle zone temperate a Micula mura corrisponda Nephrolithus frequens; l'equivalente biozona a Foraminiferi è caratterizzata da Abathomphalus mayaroensis. Il soprastante Paleocene contiene fra i Cocolitoforidi inferiormente Chiasmolithus danicus (Brotzen) e superiormente Discoaster multiradiatus Bramlette & Riedel. L'Eocene si individua, nelle sue tre successive partizioni, per la diffusione di Discoaster lodoensis Bramlette & Riedel (Eocene inferiore), di Discoaster sublodoensis Bramlette & Sullivan (Eocene medio) e di Discoaster barbadiensis Tan Sin Hok (Eocene superiore). L'Oligo-

cene è documentato da Helicosphaera reticulata Bramlette & Wilcoxon (Oligocene inferiore), da Sphenolithus distensus (Martini), dell'Oligocene medio e da Sphenolithus ciperoensis Bramlette & Wilcoxon (Oligocene superiore). Per il Miocene le tre successive biozone sono indicate da Cyclicargolithus abisectus Mueller inferiormente, da Coccolithus miopelagicus Bukry nella parte media e da Discoaster bellus Bukry & Percival superiormente. Il Pliocene si riconosce con Ceratolithus tricorniculatus Gartner per la parte inferiore e con Reticulofenestra pseudoumbilica Gartner per la parte superiore. Il Pleistocene contiene inferiormente Coccolithus dornicoides Black & Barnes, superiormente Pseudoemiliana lacunosa Gartner e Gephyrocapsa oceanica Kamptner; quest'ultima si continua nell'Olocene inferiore. L'Olocene è riconoscibile per l'abbondanza di Emiliana huxleyi Lohmann. Come si può facilmente constatare, le varie biozone si succedono con regolarità nella serie oceanica esaminata.

Negli stessi campioni il nanoplancton siliceo è rappresentato nel Pleistocene, tra i vegetali dal Silicoflagellato Mesocena elliptica (Ehrenberg) e dalla Diatomea Nitzschia jouseae Burkle e da microrganismi animali (si possono citare i Radiolari Spongaster tetras Ehrenberg del Pleistocene e Pterocanium prismatium Riedel del Pliocene).

Da questi cenni si può comprendere come la serie stratigrafica somala sia da ritenersi ragionevolmente suddivisibile anche sulla base dei nanofossili, dati i risultati degli studi in mare.

Nei depositi argillosi e fangosi di stagni costieri, di pantani e di laghetti e nei travertini collegati a sorgenti perenni, come quella di Baidoa, sono stati segnalati resti di Diatomee e di Silicoflagellati, studiati da Frenguelli (1933). Negli stagni costieri si trovano assieme forme marine, come i Silicoflagellati Distephanus speculus Ehrenberg e Trachelomonas volvocina Ehr. e le Diatomee Coscinodiscus lineatus Ehr., Triceratium alternans minor Grun., Amphora proteus Greg. e Synedra affinis Kuetz., forme d'acqua salmastra come la Diatomea Navicula peregrina Ehr. e forme d'acqua dolce come le Diatomee Nitzschia amphibia Grun., Denticula thermalis Kuetz., Fragilaria bituminosa Pant. e Navicula viridis Kuetz. Le specie d'acqua salmastra continentale, come la già citata Navicula peregrina e Campylodiscus clypeus EHR, testimoniano acque stagnanti.

L'età dei giacimenti fossiliferi di cui stiamo parlando è recente ed alcuni depositi sono tuttora in corso di formazione; le specie citate vivono anche attualmente nelle acque delle zone intertropicali.

P. Alge calcaree Rodofite.

Le alghe rosse, sia Melobesie che Coralline, sono state studiate

da Airoidi per il Miocene (1937) e per il Pleistocene (1933).

Per il Miocene l'autore ha istituito due specie nuove di Archaeolithothamnium, batuense e ravai e una nuova specie di Lithothamnium, devecchii. Ha segnalato inoltre Lithophyllum ramosissimum (reuss) e Lithoporella melobesioides Foslie, diffuse nel Miocene dall'Europa alle regioni circostanti all'Oceano Indiano; la seconda specie comincia nell'Eocene superiore e vive tutt'ora. Fra le Coralline mioceniche si trovano Corallina somaliae Airoidi e Jania nummulitica Lemoine; la seconda specie comincia nell'Eocene d'Europa.

Per il Pleistocene Airoidi ha istituito, fra le Melobesie, due nuove specie di Archaeolithothamnium, puntiense e azaniense, due di Lithothamnium, zinginiense e hefkuense e varie specie nuove di Lithophyllum. Fra le specie che vivono anche oggi nell'Oceano Indiano Airoidi ha ritrovato nel Pleistocene somalo Lithophyllum moluccense Foslie e L. incrustans Philippi. Fra le Coralline si trovano Amphiroa fragilissima (L.) Lmx, pleistocenica e attuale, nonché Arthrocardia sp.

U. Alge calcaree Clorofite.

Alge verdi calcaree fossili sono note in Somalia dal Giurese e dal Cretaceo. Per il primo periodo si segnalano Favreina cf. silevensis Parejas, Cylindroporella arabica Elliot, Macroporella pigmaea Guembel, Clypeina jurassica Favre, nonché Uragiella sp. e Diplopora sp.

Dal Cretaceo sono note Salpingoporella aff. muhlbergi Lorenz e Pianella dinarica Radoičić dell'Aptiano, Acroporella radoici Praturon, Cuneolina laurentii Sartoni & Crescenti, C. camposauri Sartoni & Crescenti, C. scarsellai De Castro, Lithocodium aggregatum Elliot, & Crescenti, C. antiqua Pia, Cayeuxia sp. dell'Albiano, Trinocladus tripolitanus Raineri del Cenomaniano e Characee (fra le quali Gyrogonites sp. nell'Albiano e Sphaerochara sp. nel Maastrichtiano, rappresentate da oogoni).

D. Pteridofite e Gimnosperme.

Le Pteridofite sono note allo stato fossile in Somalia solo come spore e le Gimnosperme attraverso pollini, fra i quali pollini di Bennettitidi giurassiche.

E. Angiosperme Dicotiledoni.

I giacimenti di Angiosperme fossili della Somalia, rappresentate da legni silicizzati, si raggruppano in due zone distinte: il giacimento di Shekh Gure presso Bugda Akable e un gruppo di località della Somalia settentrionale (Wanane, Wugad, Gargarre, Garsoale, le ultime due nella valle del Darror).

Il giacimento fossilifero di Shekh Gure, nella zona di Buulo Burde, contiene resti di grandi tronchi e di rami racchiusi in un'arenaria poco cementata di origine lacustre; poggia su calcari del Cretaceo ed è in parte ricoperto da una colata di lava basaltica. Negli altri giacimenti i terreni superficiali con piante fossili si imbasano su termini terziari, in parte miocenici.

Gli studi più completi sui resti di piante in parola si devono ad A. Chiarugi (1933): le Dicotiledoni sono raggruppate nelle famiglie delle Dipterocarpaceae, delle Guttiferae, delle Sterculiaceae, delle Rutaceae e delle Caesalpinaceae. La flora presenta analogie con giacimenti plio-pleistocenici del Kenya e dell'Asia tropicale, testimoniando fra l'altro un clima più umido di quello odierno.

Le specie nuove istituite da Chiarugi sono in maggioranza rispetto a quelle già conosciute. Egli propone per Shekh Gure tre specie di Dipterocarpoxyton, scebelianum, somalense e gubense (secondo Lemoine 1978 esse sono sinonime di Dipterocarpoxyton africanum Bancroft 1933); caratteristica fatta notare dall'autore è la presenza di canali resiniferi. Il genere è diffuso nel Terziario e nel Quaternario dell'Asia tropicale, dove vivono anche le Dipterocarpaceae odierne. Nello stesso giacimento Chiarugi ha proposto due nuove specie di Guttiferae, Symphonioxyton stefaninii e S. scegurensis. Fra le Sterculiaceae Nicolia aegyptiaca Unger è specie diffusa dalla Libia all'Egitto e all'Etiopia ed è conosciuta dall'Oligocene al Pleistocene. Gli esemplari somali provengono dalla parte settentrionale del paese. Proviene dalla Somalia del Nord anche Dombeyoxyton aegyptiacum Schenk, che è noto pure dal Terziario della Sardegna e dell'Egitto. Evodioxyton oweni Carruthers, delle Rutaceae, ha una distribuzione geografica estesa dal Giappone alle isole del Pacifico occidentale, all'Australia, all'Indonesia, all'India ed è noto in Africa dalla Libia, dall'Egitto, dal Madagascar, dalla Somalia settentrionale e dalla Somalia meridionale; forse è presente anche in Sardegna. La specie si prolunga dal Pliocene al Pleistocene. Per le Caesalpinaceae Chiarugi ha attribuito al genere Caesalpinioxyton le nuove specie migiurtinum, ducisaprutii e zaccariinii, provenienti le prime da Wanane, le altre due da Shekh Gure.

L'età dei giacimenti è press'a poco la stessa e va assegnata al Pliocene superiore o al Pleistocene, com'è provato in particolare da Evodioxyton oweni, oltre che da analogie con altre situazioni più sicure dal punto di vista stratigrafico.

Freguelli (1933) ha segnalato nei travertini di Baidoa impronte di foglie di Ficus somalensis Pamp., che vive anche oggi nella stessa zona.

F. Angiosperme Monocotiledoni.

Nel giacimento fossilifero di Shekh Gure, da cui provengono molti resti di Dicotiledoni, sono stati trovati anche legni silicizzati di Palme; essi sono stati assegnati da Chiarugi al genere Palmoxyton Schenk, con le specie benadirensis, scebelianum e somalense, da lui stesso istituite.

G. Spore e pollini.

Gli studi palinologici non sono stati finora molto sviluppati in Somalia e si limitano a campioni raccolti in pozzi perforati per ricerche petrolifere. A questo riguardo sarà opportuno ricordare come gli studi sulle spore e sui pollini fossili vadano prendendo uno sviluppo sempre maggiore proprio nel campo della micropaleontologia applicata alla ricerca degli idrocarburi.

Nel Trias medio in facies sabbiosa lacustre (Keuper) sono state ritrovate Chordasporites, Striatites, Latosaccus, Caytonipollenites, forme a tre lobi (trilete) come Verrucosisporites e forme a un solo lobo (monolette) come Chasmatosporites.

Nel Giurese sono stati riconosciuti, nel pozzo denominato Brava 1, Callialasporites, Classopollis e pollini di Bennettitales.

Nel Cretaceo il pozzo Guardafui 1 ha dato per il Campaniano Droseridites senonicus e Filtrotriletes nigeriensis, per il Maastrichtiano Filtrotriletes nigeriensis e Proteacidites longispinosus.

In campioni più profondi la presenza di Classopollis classoides indica termini albiani o pre-albiani; la specie ha una lunga distribuzione stratigrafica.

(Nel Campaniano-Santoniano è abbondante, assieme a Droseridites senonicus, la Dinoflagellata Pseudoceratium ceratioides).

A conclusione della breve rassegna sulla paleontologia vegetale applicata agli studi stratigrafici per il petrolio, si può facilmente azzardare la previsione di un suo prossimo notevole ampliamento, che renderà immediatamente superate queste poche e sporadiche segnalazioni di palinologia.

4. Paleontologia animale

L'immenso campo della paleontologia animale, esteso dai Protozoi ai Vertebrati, dovrà essere trattato necessariamente in forma sintetica, limitando il discorso ai fossili di valore stratigrafico e paleoecologico oppure a quelli particolarmente abbondanti. Lo sviluppo attuale della micropaleontologia, anche a scopo applicato, consiglia

di dedicare un congruo spazio ai microfossili ed in particolare ai Foraminiferi.

A. Protozoi.

A parte le poche segnalazioni di Radiolari (ne sono stati ricordati alcuni a proposito dell'esplorazione dei fondi oceanici), i Protozoi considerati per la stratigrafia somala sono soprattutto i Foraminiferi, sia macroforaminiferi che specie planctoniche, e subordinatamente i Calpionellidi.

La segnalazione di Foraminiferi sono avvenute fin dai primi tempi degli studi paleontologici in Somalia, in particolare per le Orbitoline del Cretaceo e per i Nummuliti del Paleogene, ossia per i macrofossili più importanti fra i foraminiferi. Successivamente hanno preso impulso gli studi sui microforaminiferi, in particolare sulle forme planctoniche, di pari passo con le ricerche di idrocarburi; sono state in tal modo riconosciute le biozonazioni caratteristiche della serie cretaceo-terziaria, che hanno valore mondiale e vengono continuamente aggiornate.

In definitiva si può affermare che per la paleontologia stratigrafica vegetale hanno importanza preminente, fra gli organismi planctonici, i nannofossili, per la paleontologia animale, sempre fra gli organismi planctonici, i microfossili. Protofite e protozoi si prestano ad un uso tanto significativo perchè contenuti in gran numero anche nei piccoli campioni estratti dalle terebrazioni.

Riferendoci ai Foraminiferi, nel Giurese inferiore (Lias) si trova come fossile caratteristico il lituolideo Orbitopsella praecursor Guembel, tipico dell'Europa e della fascia dell'antico mare della Tetide, assieme a Labyrinthina compressa Hottinger e a Vidalina martana Farinacci; nel Giurese medio (Dogger) sono abbondanti Protopeneroplis striata Weynschenk, Lenticulina tricarinella Reuss, Epistomina mosquensis Uhlig, Conorboides nuda Terquem, Kurnubia palastiniensis Henson, Nautiloculina oolithica Mohler, Haplophragmina aequalis Roemer e Trocholina sp., la quale indica condizioni di scogliera e si trova all'inizio del Dogger; il Giurese superiore (Malm) ha dato Ammobaculites taurinensis Sacco, Quinqueloculina inconstans Terquem, Marssonella oxycona Reuss, Epistomina parastelligera Hofker, E. ornata Terquem, E. stellcostata Bielecha & Pozaryski, E. depressa Said & Barakat, Lenticulina muensteri Roemer, L. polonica Wisniowski, Spirillina kuebleri Miatliuk, S. polygyrata Guembel, Cristellaria centralis Terquem, C. nodosa Reuss, Alveosepta jaccardi Schrodt, Pseudocyclammina sequana Merian, P. lituus Yokoyama, Nautiloculina oolithica Mohler, Ramulina

spandeli Paalzow, Nodosaria crispa Terquem, Dentalina pseudocommunis Franke e molte altre specie bentoniche.

Con il Cretaceo cominciano a diffondersi i foraminiferi planctonici e fanno la loro ricomparsa i macroforaminiferi con guscio calcareo (dopo l'estinzione dei Fusulinidi del Permocarbonifero, non trovati in Somalia neppure nel sottosuolo per mancanza di sedimenti di quei periodi geologici).

Il Cretaceo superiore è conosciuto sia nei pozzi terebrati che in superficie (regione di Hiiran in particolare) attraverso le faune di Orbitoline, Alveolinidi primitivi e Globotruncane con altri foraminiferi pelagici.

Nell'Aptiano-Albiano sono caratteristiche Orbitolina discoidea Gras, O. lenticularis Blumenbach, O. concava Lamarck, associate alle Rudiste negli ambienti biostromali, Nezzazata simplex Omara, Choffatella decipiens Schlumberger e inoltre Marssonella subtrochus Bartenstein, Valvulina gracillina Dam, Glomospira gordialis Jones & Parker, Ammodiscus gaultinus Berthelin; fra i foraminiferi planctonici Ticinella roberti Gandolfi, Hedbergella washitensis Carsey, Rotalipora subticensis Gandolfi e Globigerinelloides breggiensis Gandolfi, dell'Albiano.

Il Cenomaniano è caratterizzato da Orbitolina concava Lmk. con Praealveolina tenuis Reichel e, fra le specie planctoniche, Rotalipora appenninica Renz, R. cushmani Morrow, R. reicheli Mornod, Praeglobotruncana stephani Gandolfi con Hedbergella washitensis Carsey e Planomalina buxtorfi Gandolfi; fra i foraminiferi bentonici sono frequenti Flabellamina omarae Koch, Sigmoilina antiqua Franke e varie specie di Cyclammina.

Segue nel Turoniano la biozona a Globotruncana sigali contenente Globotruncana sigali Reichel, Gbt. schneegansi Sigal, Gbt. helvetica Bolli, Ovalveolina ovum D'Orb., già presente nel Cenomaniano e Pithonella ovalis Kaufmann, di incerta posizione sistematica.

Nell'intervallo Coniaciano-Santoniano si trovano Globotruncana carinata Dalbiez, Gbt. lapparenti lapparenti Brotzen, Gbt. lapparenti Brotzen, Gbt. imbricata Marnod, Gbt. coronata Bolli e fra le specie bentoniche Praealveolina cretacea D'Archiac, Pullenia sp., Glomospira sp. pl. ed altri microforaminiferi.

Il Campaniano contiene Globotruncana calcarata Cushman, Gbt. elevata stuartiformis Dalbiez, Rugoglobigerina rugosa Plummer, Heterohelix reussi Cushman e fra i bentonici Rzehakina epigona Rzehak, Verneuillina karrereri Said & Kenawy, Dorothia bulletta Carsey Clavulino-

des asper Cushman e molti altri.

Il Maastrichtiano infine conclude il Cretaceo con Globotruncana contusa Cushman, Gbt.stuarti Lapparent, Gbt.arca Cushman, fra i foraminiferi planctonici, Orbitolina trochus (Fritsch), O.scutum (Fritsch) e Orbitoides tissoti Schlumb. Fra i macroforaminiferi, Dorothia bulletta Carsey, Neoflabellina lacostei Marie, Bolivinoidea draco draco Marsson, B.delicatulus Cushman, Marssonella oxycona Reuss, Cristellaria carlandi Plummer, Pseudotextularia elegans Rzehak fra i microforaminiferi bentonici.

Nel Cretaceo superiore somalo sono note anche Coskinolina sp., Loftusia sp. e Iraqia sp.

Con la fine del Cretaceo alle faune a Globotruncana succedono quelle a Globorotalia; si ricordi che contemporaneamente si estinguono le Ammoniti e i grandi Rettili (Dinosauri).

Il Paleocene contiene Globorotalia velascoensis Cushman e Gbl.pseudomenardii Bolli, con Gbl.primitiva Finlay, Gbl.pseudobulloides Plummer, Gbl.compressa Plummer, Gbl.pusilla Bolli, Gbl.aequa Cushman & Renz, Globigerina spiralis Bolli, Gbg.linaperta Finlay, Gbg.triloculinoidea Plummer, Gbg.daubjergensis Bronnimann e fra le specie bentoniche Sakesaria dukhani Smout, Daviesina danieli Smout, D.langhami Smout, Smoutina crusyi Drooger, tutte specie caratteristiche dell'area afro-asiatica. Si trovano inoltre i primi piccoli Nummuliti (Nummulites sp.). Tra le specie bentoniche ricordiamo inoltre Lockhartia haimei Davies, L.tipperi Davies, Asterigerina dukhani Smout, Kathina major Smout, Miscellanea meandrina Carter, Ammodiscus incertus D'Orbigny, Aragonia daniensis Wicher, Marssonella cf. oxycona Reuss, Gavellinella danica Brotzen, Quadriformina allomorphinoides, Reuss, Nodosaria regularis Terquem, Bathysiphon taurinensis Sacco.

L'intervallo stratigrafico corrispondente all'Eocene inferiore è segnato da Globorotalia formosa Bolli e Gbl.rex Martin, Truncorotalia aragonensis Nuttall, Globorotalia aequa Cushman & Renz, Gbl.cf. palmerae Cushman & Bermudez, Gbl.gracilis Bolli, Globigerina sp.pl. e fra le forme bentoniche Orbitolites complanatus Lamarck, Alveolina periloculinoidea Silvestri (il nome generico Fasciolitas avrebbe a rigore la priorità), A.oblonga D'Orbigny, A.subpyrenaica Leymerie, A.frumentiformis Schwager, Nummulites atacicus Leymerie, Assilina granulosa D'Archiac, Operculina canalifera D'Arch., Sakesaria cotteri Davies, Fabularia zitteli Schwager, Coskinolina liburnica Stache, Somalina stefaninii Silvestri, Dictyoconus africanus Silvestri.

L'Eocene medio è rivelato da Nummulites gizehensi Forskal, N.millecaput Boubeè, N.beaumonti D'Archiac, N.discorbinus Schlotheim,

N.perforatus Montfort, N.somaliensis Nuttall & Brighton, N.migiurtinus Azzaroli, N.aturicus Joly & Leymerie, Orbitolites complanatus Lmk., Alveolina longa Czjzek, A.ellipsoidalis Schwager, Discocyclina archiaci Schlumberger, D.pratti Michelin, D.somaliensis Azzaroli, D.ephippium Schloth., Asterocyclina stellaris Brunner, Aktinocyclina sp. e, fra i microforaminiferi, Hantkenina alabamensis Cushman, H.aragonensis Nuttall, H.dumblei Weinzierl & Applin, Globorotalia aragonensis Nuttall, Gbl.bullbrookii Bolli, Gbl.spinulosa Cushman, Gbl.lehneri Cushman & Bermudez, Porticulasphaera mexicana Cushman (= Orbulinoidea beckmanni Saito), Truncorotaloides rohri Bronnimann & Bermudez, T.topilensis Cushman, Globigerinatheka kugleri Bolli, Loeblich & Tappan, G.index Finlay, G.semiinvoluta Keijzer specie già indicate nel genere Globigerapsis, Globigerina linaperta Finlay; come microforaminiferi bentonici ricordiamo Eorupertia boninensis Yabe & Hanzawa, Lituonella depressa Azzaroli, Dictyoconus aegyptiensis Chapman, D.daviesi Silvestri, Linderina buranensis Nuttall, L.nuttalli Silvestri.

Nell'Eocene superiore scompaiono i grandi Nummuliti, caratteristici dell'Eocene inferiore e medio e rimangono le specie di minori dimensioni come Nummulites fabianii Prever, N.chavannesi De La Harpe, assieme a Orbitolites complanatus Lmk., Pellatispira budensis Hantken silvestriana Thalmann. Fra i foraminiferi planctonici è caratteristica dell'Eocene superiore Globorotalia cerroazulensis Cole, come pure Cribrorotalia; si ricordano anche Globorotalia increbescens Bandy, Gbl.cocoaensis Cushman, Globorotaloides suteri Bolli, Globigerinatheka semiinvoluta Keijzer, G.index Finlay, Hantkenina dumblei Weinzierl & Applin, H.brevispina Cushman, Globigerina trilocularis D'Orbigny, G.ampliapertura Bolli, G.venezuelana Hedberg, G.parva Bolli, G.linaperta Finlay, G.yeguaensis Weinzierl & Applin, Catapsydrax dissimilis Cushman & Bermudez. Fra i foraminiferi bentonici si notano Coskinolina balsilliei Davies, Dictyoconus africanus Silvestri, D.aegyptiensis Chapman, Uvigerina cocoaensis Cushman, Halkyardia minima Liebus, Lenticulina decorata Reuss, Triloculina trigonula Lmk., Lockhartia haimei Davies, Linderina brugesii Schlumb., Clavulina sp., Chilostomella sp. e molti altri.

Nell'Oligocene persistono gli ultimi Nummuliti, con Nummulites intermedius D'Archiac, N.vascus Joly & Leymerie, N.incrassatus De La Harpe, assieme a Operculina complanata zitteli Silvestri, Heterostegina complanata Meneghini minuta Azzaroli, Heterostegina costata D'Orb., Lepidocyclina formosoides Douvillè, L.ehilensis Silvestri, L.tournoueri Lemoine & Douvillè, L.mira Douvillè, L.formosa Schloth., L.mantelli Morton, Cymbalopora tabellaeformis Brady; fra i foraminiferi planctoni

ci sono da segnalare Globorotalia opima Bolli, Gbl.kugleri Bolli, Gbl.siakensis Leroy, Globigerina ciperensis Bolli, G.rohri Bolli, G.venezuelana Hedberg, G.galavisi Bermudez, G.sellii Borsetti, Globigerinita naparimaensis Bronnimann; sono particolarmente frequenti fra i foraminiferi bentonici Gaudryinasiphonella Reuss e varie specie di Trochammina.

Nel Miocene si notano Lepidocyclina praemarginata Douvillè, L.elephantina Munier-Chalmas, L.sphynx Azzaroli, L.cf.acuta Rutten Miogypsina irregularis Michelotti, Operculina complanata DeFrance, Heterostegina costata D'Orb., Spiroclypeus sp.; fra i microforaminiferi bentonici Elphidium javanum Yabe & Asano, Quinqueloculina costai Silvestri, Rupertia stabilis Wallich, Amphistegina hauerina D'Orb., fra quelli planctonici Globorotalia kugleri Bolli, Gbl.siakensis Leroy, Gbl.scitula Brady, Globoquadrina altispira Cushman & Jarvis, Gbq.dehiscens Chapman, Parr & Collins, Globigerinoides trilobus Reuss, Globigerinoides elongatus D'Orb., Globigerina rohri Bolli, Globigerina sellii Borsetti.

Mentre non sono state segnalate microfaune plioceniche nell'entroterra o nei pozzi perforati sulla terraferma, la serie del Terziario sommitale è conosciuta dai pozzi perforati in mare; a questo proposito si rinvia a quanto è stato esposto relativamente all'esplorazione dei fondi oceanici nel capitolo della Paleontologia vegetale dedicato al nannoplancton.

Passando ai Calpionellidi si ricordano Colomiella mexicana Bonet e Colomiella recta Bonet, trovate nell'Albiano inferiore, che ha potuto essere datato sulla base dell'associazione faunistica e floristica nella valle dello Webi Shabelli (Prestat 1970). Si richiama il fatto che il genere Colomiella si estende dal Barremiano all'Albiano superiore ed è conosciuto tanto nel Vecchio che nel Nuovo Mondo.

B. Poriferi.

Le spugne sono segnalate in Somalia fin dal Giurese (spicule isolate di Pachastrella antiqua Moore nel Calcarea di Baidoa) e poi dal Cretaceo inferiore di pozzi petroliferi (spicule del genere Rhax); sempre nel Cretaceo Parona (1933) ha riconosciuto Phymatella sp., di probabile età cenomaniana.

Nel travertino quaternario presso la sorgente di Isha Baidoa Frenquelli (1933) ha segnalato infine spicule di spugne d'acqua dolce, assegnate dubitativamente al genere Ephydatia.

C. Celenterati.

I Coralli e gli Idrozoi del Giurese sono stati studiati da R.

Zuffardi-Comerci (1932); mentre fra gli Esacoralli sono frequenti specie con diffusione africana ed europea, gli Idrozoi sono quasi solo africani. Montlivaultia doriai De Angelis e M.haimei De From. si trovano nella parte inferiore della serie giurassica, appartenente al Giurese medio; le altre specie sono del Giurese superiore e si distribuiscono in particolare nei generi Favia, con F.bihinensis Gregory, Stylina, con S.stellata t. e S.ogadensis Zuffardi-Comerci, Montlivaultia, Orbicella, Thecosmilia, Astrocoenia, con A.bernensis Koby e Thamnoseris, con T.gibberosa Gregory.

Gli Idrozoi Stromatoporidi sono Stromatopora douvillei Dehorne, Milleporidium arrabidense Dehorne, M.somaliense Zuff.-Com., due nuove specie di Actinostromidi e una di Burgundia.

Potrebbe appartenere agli Idrozoi anche il fossile problematico Somalica aenigmatica Parona & Zuff.-Com., di incerta posizione sistematica.

I coralli del Cretaceo sono Eugyra longaeva Zuff.-Com., Stylina sp., Orbicella ortiva Stoliczka, Thamnastraea praeturoniana Zuff.-Com., Astrocoenia retifera Stoliczka, Goniophora parkinsoni Gregory e poche altre specie. Provengono soprattutto dalla Somalia meridionale, in prevalenza da Bur Gourà e da Shekh Gure. Coralli coloniali meandriformi non sono rari nei livelli biostromali della Formazione di Mustahil, mentre le vere bioherme sono poco diffuse. Anche in questo caso le affinità maggiori si riscontrano con le faune contemporanee dell'Europa e dell'India.

La fauna coralliana dell'Eocene è ricca nella parte settentrionale della Somalia ed anche qui le affinità con le faune europee (in particolare dell'Italia settentrionale) e indiane si continuano dal Mesozoico; esse dimostrano il collegamento con l'antico solco marino formato dalla geosinclinale della Tetide.

Fra gli Esacoralli eocenici si possono ricordare Orbicella forojuliensis Oppenheim, Columnastraea sp.pl., Favia somalensis Gregory, Cyclolites phillipsiae Gregory, Astrocoenia dachiardii Duncan, Dendracis gervillei DeFrance.

Anche l'Oligocene è ricco di Coralli e la loro varietà è notevole, andando dagli Alcionari agli Zoantari. Isis brevis D'Achiardi è una Gorgonia longeva, che dall'Eocene si prolunga fino al Miocene. I Madreporari si raggruppano soprattutto nei generi Stylopora, Pocillopora, Maeandrina, Goniastraea, Orbicella, Stylocoenia, Isastraea, Dendracis e Porites. Anche in questo caso si riconoscono pronunciate affinità con le faune europee e con quelle coeve dell'Africa settentrionale ed orientale; essi hanno corrispondenze, sia pure minori, con i Coral-

li oligocenici delle Antille. Persiste cioè la continuità faunistica con la provincia paleozoogeografica della Tetide. I generi allora esistenti vivono tutt'oggi nelle scogliere coralline.

Nel Miocene si ricorda l'Alcionario Corallium pallidum Michelin, della Somalia settentrionale, dell'Italia settentrionale e dell'India occidentale. Fra gli Zoantari sono state studiate da Azzaroli (1958) varie specie di Coralli coloniali dei generi Astrocoenia, Stylocoenia, Stylophora, Columnastraea, Pocillopora, Dendracis, Siderastraea, Diploastraea, Thamnastraea, Alveopora, Goniopora, Porites, Favia, Hydnophora, Heliastrea, Solenastrea, Maeandrina, Madrepora e Turbinacis e coralli individuali dei generi Epistreptophyllum, Circophyllia e Diploria. Fra gli Alcionari e i Ceriantipatari si notano Corallium pallidum Michelin, già ricordato, Isis brevis D'Achiardi e Neochaetetes hicksoni Gregory.

D. Briozoi.

Gli studi sui Briozoi della Somalia pubblicati finora sono scarsi, nonostante il valore stratigrafico attribuito negli ultimi tempi a questo gruppo di fossili.

Per il Giurese si conosce Berenicea somalica Dacquè, del Kimmeridgiano (Stefanini 1932).

Per l'Eocene R. Zuffardi-Comerci (1948) ha istituito la nuova specie Ceriodora gungumalensis, nota con pochi esemplari.

E. Brachiopodi.

I Brachiopodi sono particolarmente diffusi nel Giurese somalo, con molte specie dei generi Rhynchonella, Terebratula, Zeilleria, Waltheimia e Magellania; caratteristico il genere Somalirhynchia, istituito da J. Weir nel 1925, al quale si affiancano vari altri generi derivanti dallo smembramento di Rhynchonella, come Kallirhynchia e Burmihynchia, nonché generi diversi come Charltonithyris, Cererithyris, Loboidothyris, Goniothyris ed altri. Tra le specie si possono ricordare Burmihynchia somalica Dacquè, Stolmorhynchia azaisi Cottreau, Somalirhynchia africana Weir, Daghanirhynchia daghaniensis Muir-Wood, Ractorhynchia paolii Stefanini per i Rinconellidi, Aulacothyris jubensis Weir e A.somalensis Stefanini per i Terebratellidi, Lophothyris longisinuata Krumbeck, Goniothyris glendayi Weir e Terebratula subrhomboidalis Gurow per i Terebratulidi.

Come è ben noto, il Giurese rappresenta l'ultimo periodo di notevole diffusione dei Brachiopodi, che nel corso del successivo Cretaceo saranno soppiantati nelle acque costiere dai Lamellibranchi, rimanendo

da allora confinati quasi solo alle acque più profonde della zona neritica.

Le affinità della fauna giurassica somala di Brachiopodi si riscontrano soprattutto con l'Europa e rispettivamente con il Madagascar e l'Indonesia, mentre sono meno comuni le forme diffuse anche al resto dell'Africa orientale. Le faune stesse si continuano nelle formazioni giurassiche degli altipiani harrarini e degli Arussi, dove i Brachiopodi sono ugualmente abbondanti e significativi. Limitando il discorso al territorio della Repubblica Democratica Somala, il riferimento serve per gli opportuni confronti.

Per il Cretaceo L. Santochi (1948) ha ripreso gli studi di autori precedenti, che segnalano specie dei generi Crania, Rhynchonella, Zeilleria. Da ricordare poi le specie Terebratulina gracilis Schlotheim e Cincinnithyris albensis Leymerie. Il giacimento fossilifero principale è Shekh Gure, dell'Aptiano-Albiano.

Le affinità faunistiche maggiori per i Brachiopodi del Cretaceo della Somalia si hanno con l'Europa, l'Africa settentrionale e l'India.

Non si hanno segnalazioni di Brachiopodi determinati specificamente per il Terziario, anche se frammenti riconoscibili quasi solo come ordine di appartenenza sono stati ritrovati in alcuni livelli Cenozoici in pozzi terebrati a scopo di ricerche per idrocarburi. Ma come si è già accennato, con il Cenozoico l'importanza stratigrafica dei Brachiopodi è ormai notevolmente diminuita.

F. Anellidi.

Varie specie di Serpulidi del genere Serpula sono segnalate nel Giurese somalo, con esemplari aderenti a gusci di Brachiopodi e di Molluschi, fra cui perfino rostri di Belemniti.

E' ovvio che altri Serpulidi siano diffusi anche nelle formazioni marine costiere dei periodi successivi; essi sono attribuiti ai generi Serpula e Spirorbis.

G. Molluschi Scafopodi.

Vari esemplari di Dentalium di specie diverse si trovano nei terreni cenozoici della Somalia nord-orientale, in particolare in quelli eocenici; essi testimoniano condizioni marine di modesta profondità con fondi molli.

H. Molluschi Lamellibranchi.

I Lamellibranchi e i Gasteropodi sono stati considerati per lungo

tempo, assieme ai Cefalopodi, come i fossili più significativi dal punto di vista stratigrafico per il Mesozoico ed il Cenozoico, anche per l'abbondanza con la quale si possono raccogliere. Se le Ammoniti conservano tuttora grande valore quali fossili guida, le altre due classi di Molluschi danno più fossili di facies che stratigrafici, con alcune importanti eccezioni: per i Lamellibranchi le Rudiste del Cretaceo. In questa classe di Molluschi vi sono molti membri che vivono infossati nella sabbia e nel fango, ossia fanno parte dell'infanua, con un notevole significato paleoecologico.

Nel Giurese i Lamellibranchi si equivalgono quantitativamente ai Brachiopodi, anche se sono distribuiti in un maggior numero di specie; esse si diffonderanno soprattutto a partire dal Cretaceo, soppiantando i Brachiopodi nella parte più costiera della zona neritica (zona epineritica).

Nei terreni giurassici della Somalia settentrionale, con le note località fossilifere di Bihendule e di Kandala, si rinvennero Modiolus autissiodorensis Cottreau, Lima aff. complanata Laube, L.cf.duplicata Sowerby, Pholadomya carinata Goldfuss, Isocardia striata D'Orbigny, Cardium corallinum, Leymerie, Parallelodon egertonianus Stoliczka, che è noto anche dall'India, Liogryphaea balli Stefanini, Lopha humei Stefanini, Exogyra auricularia Goldfuss, E.fourtaui Stefanini, Alectryonia solitaria Sowerby, con altre specie del genere, Astarte mulleri Daquè, Anisocardia paquieri Roll., associati a pochi Gasteropodi e numerosi Cefalopodi ammonoidi e belemnoidi di notevole valore stratigrafico (Dogger-Malm); si segnalano inoltre Ceratomya wimmisensis Gillieron, Ceromyopsis kiliani Rollier, Eligmus jabbokensis Cox, E.polytypus Deslongchamps, E.rollandi Douvillè, Gryphaea costellata Douvillè, Isocyprina sp., Lopha gregaria Sowerby, Lucina cf. bellona D'Orbigny, Pholadomya lyrata Sowerby, Protocardia stricklandi Morris & Lycett, Trigonia sp., dei pressi di Erigavo, di età batoniano-calloviana.

Nella Somalia centrale e meridionale si riconoscono diversi livelli del Giurese; al Lias erano attribuiti i calcari con Gervilleia sp. e Megalodon sp. assieme a Perna sacchii Stefanini, Lima punctata Sowerby, Cytherea, astartoides Thevenin di Matagoi, oggi assegnati al Giurese medio-superiore; al Calloviano sono attribuiti i calcari di Bardheere e Anole con Pseudomonitis nigricans Stefanini, Mytilus cossmanni Rollier, Pholadomya carinata Goldfuss, Trigonia brevicostata Kitchin, T.somaliensis Stefanini; nell'Oltregiuba sono segnalati: Liostrea arabica, Stefanini, Exogyra fourtaui Stefanini, Eligmus asiaticus Douvillè, Chalmys curvivarans Dietrich, Variamussium anolense Stefanini,

Lima harronis Daquè, Modiolus imbricatus Sowerby, Ceromyopsis somaliensis Weir, Pholadomya protei Brongniart, Cardium bottegoi De Angelis, che indicano nel complesso il Dogger-Malm.

A questi Lamellibranchi, studiati da Stefanini (1932-1939), S. Venzo (1942-1949) aggiunge numerose specie del Batoniano dell'Oltregiuba, fra cui Trigonia stefaninii, T.cecionii, T.dainelli, Mactromya agipi, Exogyra jubaensis, Navicula glabra, Quenstedtia jubaensis, da lui stesso istituite.

Le faune somale di Molluschi giuresi hanno affinità con quelle dell'Europa e con quelle della zona etiopico-indo-malgascia. Le suddivisioni del Giurese si basano sugli Ammonoidi; le faune di Lamellibranchi sono relativamente monotone in tutta la Somalia e spesso con specie di lunga distribuzione stratigrafica entro il periodo. Sono invece significative come indicatori di acque basse.

I Lamellibranchi del Cretaceo comprendono il gruppo stratigraficamente significativo delle Rudiste, caratteristiche della parte superiore del periodo. Nei Calcari di Mustahil sono state determinate Radiolites lusitanicus Bayle, Durania sp., Eoradiolites liratus Conrad, di Bur Gourà e Bur Bitthale, Eoradiolites colubrinus Parona, Requienia migliorinii Tavani, Toucasia sp., Ichthyosarcolites sp. e Caprina sp. dei dintorni di Beled Weyn, in particolare di Bur Bitthale. Tavani istituì una nuova famiglia di Lamellibranchi, le Stefaninielle, caratterizzate dalla zona cardinale con pieghe e vacuolarità, distinguendo le specie Stefaniniella colosii e S.migliorinii del Cretaceo somalo (1939, 1942).

La fauna di Lamellibranchi cretacei della valle dello Webi Shebel è caratterizzata da Arca trigona Seguenza, Neithea quinquecostata Sowerby, con altre specie cogeneriche, Prospodylus studeri Pictet & Roux, P.somaliensis Tavani, Chondrodonta joannae Choftat, Alectryonia dichotoma Bayle, Exogyra canaliculata Sowerby, Pycnodonta vesicularis Lamarck, Diploschiza melleni Stephenson, Trigonia crenulifera Lycett, Cardium hillanum Sowerby, Pholadomya vignesi Labtè, Inoceramus aff. monticuli Fugger & Kastner, tutti del Neocretaceo. Il giacimento più ricco è Shekh Gure, presso Bugda Akable.

Nel Nord della Somalia si aggiungono Arca delectrei Coquand, Exogyra columba Lamarck, E.matheroniana D'Orbigny, Cardita forgemoli Coquand, Cardium productum Sowerby, Panopea plicata Sowerby, Corbula harpa D'Archiac & Haime, Requienia migliorinii Tavani, Hippurites radiosus Desmoulin, H.cornucopiae Defr., H.somalicus Tavani, praeradiolites fleuriaus D'Orbigny; l'ultima specie è del Cenomaniano, gli

altri rudistidi sono campaniano-maastrichtiani.

Dell'alto Cretaceo sono anche Sauvagesia somalica tav., Durania agriaeformis tav., Hardaghia quadrata tav., Dechaseauxia costata tav. tutti provenienti dalle zone nordorientali della penisola somala.

I Lamellibranchi testè menzionati sono preceduti nel Nord del paese (come anche nell'Ogaden e negli altipiani dell'Harrarino) da una fauna di età cretacea inferiore, poco rappresentata nella Somalia meridionale, dove prevalgono le facies lagunari, per lo più gessose, con qualche intercalazione di lumachella a piccoli Mytilus, Anomia, Trigonia e Corbula (Formazione selinotosa principale, in inglese Main Gypsum Formation, di età giurassica superiore e cretacea inferiore, ascritta in parte alla "Serie di Lugh" di STEFANINI).

Si possono ricordare per l'Infracretaceo del Nord Pinna robinaldina D'ORB., P. decussata GOLDF., Gervilleia alaeformis SOW., G. forbesiana D'ORB., Inoceramus cf. labiatus SCHLOTHEIM, Chondrodonta joanae (CHOFFAT), C. delgadoi (CHOFFAT), Modiolus typicus FORBES, Lithodomus subcylindricus STOL., Septifer lineatus (SOW.), Neithea quinquecostata (SOW.), N. morrisi (PICTET & RENEVIER), N. trevisani TAVANI, Chlamys mantelliana (D'ORB.), C. elongata (LMK.), Camptonectes virgatus NILSSON, Spondylus virgatus SOW., S. decoratus NAGAO, Plicatula hirsuta COQ., Lima rapa D'ORB. e numerose altre specie dello stesso genere, Ostrea incurva NILSSON, Exogira latissima LMK., E. minos (COQ.), E. canaliculata SOW., Heligmopsis melleyi TAV., Arca somalica TAV., A. gabrielis LEYMERIE con numerose altre specie cogeneriche, varie specie di Trigonia fra le quali T. scabra LMK., T. ethra COQ., T. migliorinii TAV. e inoltre Cyprina calabra SEGUENZA, Anisocardia neocomiensis D'ORB., Astarte lenticularis GOLDF., Cardita capduri COSSMANN, Crassatella wanneri PERVINQUIERE, Venus plana SOW., Cardium hillanum SOW., C. combei LARTET, C. productum SOW., C. parvulum TAV., Lucina fallax FORBES, Corbis corrugata SOW., Tellina circinalis (DUJARDIN), Platymya carteroni D'ORB., Thracia robinaldiana D'ORB., Liopistha gigantea (SOW.), Panopea plicata SOW., Pholadomia gigantea SOW. Anche queste faune più antiche di Lamellibranchi cretacei hanno affinità con quelle contemporanee dell'Europa, dell'Asia meridionale e dell'Africa orientale.

Nell'Eocene (GIANNINI, 1955) si ha un certo rinnovamento delle faune di Lamellibranchi, con diffusione dei Lucinidi, mentre sono scomparse le Rudiste. Fra le specie più comuni si possono ricordare Nucula subovata D'ORB., Arca uniformis OPPENHEIM, Vulsella contracta OPPH., V. falcata MUENSTER, V. legumen D'ARCHIAC, V. aegyptiaca OPPH., Chlamys subdiscors D'ARCH., Spondylus cf. granulosus DESHAYES, Cardita aegyptiaca (FRAAS), Lucina pharaonis BELLARDI, L. thabaica ZIT-

TEL, L. immanis OPPH., L. mokattamensis OPPH., L. mutabilis LMK., Diplo-donta hindu COX, Tellina reticulata (BELLARDI), Macra fourtaui COX, Meretrix nitidula LMK., Cardium halaense D'ARCH., Chama cf. brimonti D'ARCH., Corbula exarata DESH. Tali specie sono diffuse soprattutto nella parte inferiore e media del periodo, tranne Arca uniformis, Chlamys subdiscors, Macra fourtaui, esclusive dell'Eocene superiore. Le affinità faunistiche più significative si riconoscono con la regione mediterranea, l'Egitto e l'India.

Per l'Oligocene, diffuso nel Nord, si ricordano (AZZAROLI, 1958) varie specie di bivalvi fra le quali Ostrea longirostris LMK., O. subangulata D'ORB. (che continua nel Miocene), O. protoimbricata VREDENBURG, Venus aglaurae BRNGN., Cardita roveretoi VRED., Cardium sindiense VRED., con affinità oligoceniche mediterranee e indiane.

Nel Miocene (AZZAROLI, 1958) si trovano Ostrea hyotis LINNEO, O. virleti DESH., O. gryphoides SCHLOTH., O. folium L., O. latimarginata Vred., O. fimbriata GRATELOUP (specie citata da CECIONI, 1947), Exogyra miotaurinensis SACCO, Chlamys pusio (L.), C. senatoria GMELIN, C. pallium (L.), pettinidi che vivono tutt'oggi nella regione indo-pacifica tropicale, e inoltre Amusium subcorneum D'ARCH. & HAIME, Spondilus ornatissimus BOEHM, S. decussatus FUCHS, Venus papyracea GRAY, anch'essa tuttora vivente nell'Oceano Indiano, Somalidacna lamellosa AZZAROLI, Corbula tunicosulcata VRED. Anche in questo caso persistono le affinità faunistiche con la regione mediterranea (che avrà un forte cambiamento di Molluschi alla fine del Miocene e durante il Pliocene) e con quella dell'Oceano Indiano.

NARDINI (1933) ha studiato i Molluschi marini e continentali del Pleistocene della Somalia, con numerose specie che si continuano dal Pliocene o addirittura dal Miocene delle aree circostanti all'Oceano Indiano. Tra le specie marine delle spiagge emerse terrazzate si possono ricordare i Lamellibranchi Mytilus perna L., Arca lacerata L., Ostrea radiata LMK., O. cf. cucullata BORN, Cytherea cf. dilliwyni DESH., Dosinia amphidesmoides REEVE e Tellina cf. rugosa BORN; a questi aggiungiamo Trisidos tortuosa (L.), che mostra affinità con l'oligocenica Trisidos bellunensis (OPPH.) dell'Italia settentrionale.

Fra i Lamellibranchi continentali del Pleistocene somalo si conoscono le specie d'acqua dolce Unio aequatorius MORELET e Corbicula consobrina CAILLIAUT.

I. Molluschi Gasteropodi.

I Gasteropodi fanno generalmente parte dell'epifauna neritica (assieme ai Pettinidi e ad altri Lamellibranchi) e sono spesso carnivo-

ri ; se ne trovano sui fondi sabbioso-fangosi, dove predano i Lamellibranchi dell'infauna, nonché su quelli rocciosi, dove non mancano le specie erbivore, che si nutrono di alghe. Anche fra i Gasteropodi vi è un gruppo stratigraficamente significativo nel Mesozoico somalo, le Nerinee.

I Gasteropodi un tempo ritenuti liassici della Somalia meridionale sono fra gli altri Pleurotomaria cf. barottei COSSMANN, Proconulus arabiensis (NEWTON), Ampullina coxi STEFANINI, Paracerithium sp., che appartengono in realtà al Giurese medio-superiore come Nerinea ducisaprutii STEF., Coslannea somaliensis WEIR, Itieria sp. e inoltre Trochalia subpyramidalis (MUENSTER), Nerinella scebelensis STEF. ceritidi del genere Procerithium è Alaria berlieri DE LORIO.

Nella Somalia settentrionale si ricordano inoltre Ataphrus cf. badyei (D'ARCHIAC), Katosira sp., Nerinea sp., Itieria sp.

Il Cretaceo della Somalia meridionale ha la sua zona fossilifera più ricca nei dintorni di Bugda Akable, come si è già ricordato a proposito dei Lamellibranchi; sono rappresentati i livelli più alti del Cretaceo inferiore, cui fanno seguito con successione regolare i depositi del Cretaceo superiore. Fra i Gasteropodi si ricordano Nedodelphinula munita (FORBES), Tylostoma globosum SHARPE con altre specie dello stesso genere, Semisolarium moniliferum MICHELIN, Akera perstriata TAVANI e A. depressa TAVANI. Nell'Aptiano-Albiano si trovano le nerinee Nerinea ganessa NORTLING e N. gigantea D'OMBRE-FIRMAS, nel Cretaceo superiore la nerinea N. somalica, del Turoniano. Per il Cretaceo inferiore si ricordano inoltre Pleurotomaria emini MAYER-EYMAR, P. gigantea SOWERBY, P. ogadensis TAVANI, Purpuroidea bruni COSSMANN, Gyrodes gaultinus (D'ORBIGNY).

Il Cretaceo superiore ha dato Strombus? incertus D'ORBIGNY, Traianella crassa TAV., rinvenuta a Bur Weyn, Ampullina bulimoides D'ORB., A. gigantea TAV.; il Cenomaniano in particolare Harpagodes herberti (THEVENIN & PERON), Pterodonta deffisi THEV. & PERON, Cerithium cf. tenouklense COQUAND, Turritella nodosa ROEMER, Aporrhais dutrugi COQ., Chenopus ogadensis TAV.; il Maastrichtiano Turritella aidea GRECO e Desmieiria divaricata (D'ORB.) e nella Somalia meridionale in particolare Lyria formosa STOLICZKA, Scaphella piriformis FORBES, Cypraea expansa (D'ARCHIAC & HAIME).

La fauna eocenica di Gasteropodi contiene Velates schmidelianus CHEMNITZ, dell'Eocene inferiore e medio, Natica sp. pl., Cerithium tchihatcheffi D'ARCH., Rostellaria goniophora BELLARDI, quest'ultima dell'Eocene superiore, R. morgani COSSM., Terebellum obtusum SOW., Gisortia gigantea MUENSTER, diffusi soprattutto nell'Eocene inferiore

e medio assieme a Volutilithes mokattamensis CUVILLIER e Conus brevis SOW., , mentre Cassis aegyptiaca OPPH. e Heligmotoma niloticum MAYER-EYMAR sono dell'Eocene medio e superiore. Si tratta sempre di forme costiere, che mostrano strette affinità con le faune dell'Europa meridionale, dell'Africa settentrionale e dell'India.

Nell'Oligocene ricordiamo Xenophora cumulans (BRONGNIART), già diffusa anche nell'Eocene superiore, Turritella pseudotethis VREDEBURG, Ampullospira oweni D'ARCHIAC & HAIME, Cerithium naricum VRED., C. sindiense VRED., Cassis nummulitiphila SACCO, C. retusa MICHELOTTI, Conus ineditus MIGHT., C. carcarenensis SACCO, Strombus radis BRNGN., fauna che ha affinità euro-africane.

Nel Miocene sono segnalati Xenophora deshayesi MIGHT., Cerithium kachhense VRED., Cypraea subexcisa BRAUN, Galeodea desori (D'ARCH. & HAIME), Conus brevis SOW., C. antiquus LMK., Strombus nodosus BORSON, S. coronatus DEFR., Murex sp., i quali continuano le affinità con l'Africa settentrionale e il Mediterraneo e con l'India.

I Gasteropodi marini del Pleistocene delle coste somale sono rappresentati da specie ancora viventi nell'Oceano Indiano, fra le quali Conus (Litoconus) virgo LINNEO, Vasum turbinellum (L.), Neritopsis radula (L.), Natica vestalis PHILIPPI, Trochus virgatus GMELIN, Latrunculus canaliculatus SCHUHMACHER, Potamides palustris (L.); quelli d'acqua dolce contenuti nelle alluvioni sono Viviparus capillatus FRAUENFELD, Paludina badiella PARR., Thiara vuoaamica (BOURG.), Melanoides tuberculatus MUELLER.

Sono molto caratteristici i Gasteropodi pleistocenici terrestri, sparsi in largo numero sulle dune fossili costiere, come la grande specie Achatina lactea REEVE e Georgia, con le specie guillainopsis (BOURG.) e naticopsis (BOURGUIGNAT) e quelli dei crostoni superficiali delle spiagge emerse, come le Georgia testè nominate; sulle dune si trova anche il piccolo gasteropode Bloyetia peliostoma (MTS.). I Gasteropodi in discorso vivono oggi nelle zone umide, come la valle del Giuba ed altre parti della Somalia, in Kenya ed in altre zone dell'Africa orientale.

Tanto per i Gasteropodi quanto per i Lamellibranchi vale la pena di far notare come le faune attuali delle coste somale rappresentino i discendenti di una continuità ininterrotta di abitatori della zona neritica con le stesse specie mantenute da alcuni milioni di anni; la continuità delle condizioni ambientali, sempre di tipo intertropicale, giustifica la continuità delle faune marine. La situazione appare invece diversa per le faune continentali, con alternanze, nel Quaternario, di periodi umidi e periodi secchi. Sono le stesse vicende che

hanno condizionato le variazioni floristiche e la successione di tutte le faune terrestri del Corno d'Africa, in cui il momento attuale rappresenta notoriamente un periodo asciutto, con punte anche drammatiche.

J. Molluschi Cefalopodi

Le Ammoniti e le Belemniti del Mesozoico somalo hanno importanza stratigrafica riconosciuta fin dai primi tempi delle ricerche geologiche e paleontologiche. La loro rapida evoluzione e la larga diffusione collegata con la vita nectonica fanno sì che forniscano numerose specie con il valore di fossili-guida; essi conservano tutta la loro importanza anche dopo l'espandersi degli studi micropaleontologici. Se vi è contrasto fra i risultati ottenuti con i Foraminiferi e quelli con le Ammoniti, si dà la prevalenza a questi ultimi.

Com'è noto, le Ammoniti e le Belemniti si sono estinte alla fine del Cretaceo, contemporaneamente ai Dinosauri; anzi, si fa coincidere la fine del Mesozoico con la scomparsa delle Ammoniti.

Le più antiche biozone basate sulle Ammoniti in Somalia sono quelle a Douleiceras arabicum del Toarciano (Formazione di Adigrat), seguite da quelle con Grossouvria anomala (LOCZY) del Calloviano-Oxfordiano e con Idoceras rufanum DACQUE' del Kimmeridgiano. A queste specie si accompagnano nel Calloviano-Oxfordiano Macrocephalites somalensis STEFANINI, Hecticoceras issa STEF., Procerites anolensis STEF., Suplanites spathi VENZO, Euaspidoceras perarmatum (SOWERBY), con Cornaptychus hectiai (QUENSTEDT) e rispettivamente nel Kimmeridgiano Paracenceras hexagonum (SOW.), Aspidoceras mombasense SPATH, A.bispinosum (ZIETEN), Biplicites africanus DACQUE', Lithacoceras gananense STEF., Oppelia streblitoides WEGELE, Tarameliceras pseudoflexuosum (FAVRE), Katroliceras somalicum VALDUGA, Idoceras durangense BURCKHARDT, I. hararium VENZO, Waagenia hybonota (OPPEL) e le belemniti Belemnites girardoti DE LORIOLE e Duvalia didayana (D'ORB.); queste Belemniti si continuano dall'Oxfordiano. Fra gli aptici del Titoniano ricordiamo Laevaptychus meneghinii (DE ZIGNO) e Laevaptychus latissimus (TRAUTH), nonché Lamellaptychus cf. pleiadensis TRAUTH, di età kimmeridgiano-titoniana. Resti analoghi si hanno in sedimenti coevi europei.

Nel Cretaceo più basso della Somalia si trova l'ammonite Phylloceras cf. tethys D'ORB.; nell'Aptiano-Albiano della Somalia meridionale sono state recuperate Gaudryceras sacya (FORBES), Hamites africanus TAVANI, Lechites sanctaerucis (PICTET & CAMPICHE), Labeceras plasticum SPATH, Crioceratites munieri SARASIN & SCHOEND., Brancoceras

zrissense PERVINQUIERE e B.senequieri (D'ORB.), dell'Albiano di Shekh Gure presso Bugda Akable; Parahoplites rudis TAV., P. incertus TAV., Acanthoplites mustahilensis TAV., Chelonicerus scebelii TAV., C. crocodilum TAV., C. rude TAV., Somalites vertebralis TAV., Knemiceras syriacum (VON BUCH), dell'Aptiano-Albiano di Mustahil e Sonneratia cleon (D'ORB.) di quello di Bur Bitthale; Forbesiceras obtectum SHARPE del Cenomaniano.

Per Shekh Gure sono citate anche alcune specie di Douvilleiceras, ossia D. mammillatum (SCHLOTHEIM), D. monile (SOW.), D. benonae BESAIRIE, D. spinosum TAV. ed altre di Chelonicerus, cioè C. santochii TAV. e C. albiense TAV., sempre nella parte alta del giacimento fossilifero in parola.

Nel Cenomaniano della valle dello Scebeli si conoscono Manteliceras mantelli (SOW.) e Metacalycoceras stoliczkai COLLIGNON. Fra le Belemniti è nota da Shekh Gure la specie Hibolites semicanaliculatus (DE BLAINVILLE); si conoscono inoltre alcune specie di Nautiloidi di Hercoglossidi, attribuite originariamente al genere Nautilus, oggi limitato ai rappresentanti quaternari (Nautilus pompilius L. vive nell'Oceano Indiano e conchiglie spiaggiate non sono troppo rare sulle coste somale). Si ricordi come in base a recenti scoperte si sappia che le Ammoniti avevano due sole branchie e i soli Cefalopodi tetrabranchiati siano i Nutiloidi.

Terminiamo la rassegna dei Molluschi Cefalopodi con i rappresentanti del Coniaciano, Heterotissotia figarii GRECO e Placenticeras tamulicum DE BLAINV. e del Maastrichtiano, Onychites sp.; nel Terziario sono segnalati esemplari di Angulites sp., dei Nautiloidi, unici Cefalopodi ectococleati sopravvissuti all'estinzione delle Ammoniti.

K. Artropodi Crostacei

Fra i Crostacei il gruppo di maggior significato stratigrafico, studiato in particolare nei pozzi petroliferi, è costituito dagli Ostracodi. Nel Terziario somalo sono poi noti alcuni Decapodi Brachiurari. Al di fuori dei Crostacei non vi sono segnalazioni significative di Artropodi fossili in Somalia.

Iniziando dai pochi Crostacei Cirripedi, sono conosciuti resti di Balanus del Terziario e del Quaternario.

I Crostacei Ostracodi sono stati studiati nei livelli mesozoici e cenozoici incontrati dalle terebrazioni per idrocarburi. Le associazioni più significative saranno elencate di seguito.

Nel Giurese medio-superiore sono segnalati Bisulcocypris sp., Macrodentina sp., Polycope sp., Progonocythere sp., Cytherella index

OERTLI, C.piriformis CORNUEL, Cytheropteron purum SCHMIDT, Monoceratina sundancensis SWAIM & PETERSON, M.vulsa (JONES & SHERBON), Cytherelloidea weberi (STEGHAUS), Galliaecythereidea dissimilis OERTLI, Pontocyprilla suprajurassica OERTLI, Virgulocythereidea sherifensis OERTLI, Paracypris acris OERTLI, P.bajociana BATE, Cytheruna liebegensis OERTLI, che si ritrovano nelle faune coeve d'Europa.

Dal Cretaceo inferiore si conoscono Schuleridea sp.pl., Cythereis cheniourensis BESCHOFF, C.buechleras OERTLI, C.malzi BISCHOFF, C.libanensis BISCHOFF, C.arabica BISCHOFF, Paracypris acuta (CORNUEL), Pontocyprilla gracilis (ALEXANDER), Cythere semiconcentrica MERTENS, Cytherelloidea besrineensis BISCHOFF, che ripetono le faune europee, nordafricane iraniche e indiane.

Nel Cretaceo superiore sono stati determinati Krithe cushmani ALEXANDER, Polycope sp., Xestoleberis supplanata VEEN, Ovocythereidea caudata BOLD, O.nuda GREKOFF, Cytherella parallela (REUSS), C.austiniensis ALEXANDER, Cytherelloidea auricularis (BOSQUET), Bairdia denticulata MARSSON, B.ubaghsi VEEN, Argilloscia communis BONNEMA, Paracypris gracilis BOSQUET, Brachycythere angulata GREKOFF, Phacorhaptodus lonsdaleianus (JONES), Oertiella binkhorsti (VEEN), Cythereis ornatisima (REUSS), C.parva BONNEMA, C.vitiliginosa APOSTOLESCU, C.bathurstensis APOST., C.dakariensis APOST., C.sarakundaensis APOST., Clythrocythereidea senegali APOST., Schizocythere aculeata (BONNEMA), Neocythere virginea (JONES), Saida elliptica (BONNEMA), Buntonia cincinata APOST., B.cretacea APOST., Veenia nigeriensis APOST., V.jezzinensis (BISCHOFF), V.reticulosulcata REYMENT, Sphaeroleberis gambiensis APOST., S.senegalensis APOST., Pontocyprilla gracilis (ALEXANDER), Termonites sp.; queste ricche faune di Ostracodi mostrano in particolare spiccata analogia con quelle neocretacee dell'Africa occidentale, oltre alle solite affinità euro-nordafricane e indiane. Non si tratta mai di sedimenti di mare profondo.

Il Paleocene ha dato Bairdia sp., Xestoleberis sp., Costa dahomeyi (APOSTOLESCU), Uroleberis glabella APOST., Soudanella laciniata APOST., Buntonia virgulata APOST., Bradleys frescoensis APOST., B.praecrassa APOST., Cythereis teiskotensis APOST., Brachycythere ogumi REYMENT, Cytherella sylvesterbradleyi REYMENT, Bairdoppilata magna ALEXANDER, Trachyleberis teiskotensis (APOST.), Ischabrocythere teiskotensis APOST., Bythocypris olarededu REYMENT, che ripetono le affinità con altre faune, già indicate per il Cretaceo superiore.

Nell'Eocene inferiore si conoscono Leguminocythereis sp., e Eocytheropteron devius APOSTOLESCU, mentre nell'Eocene medio non sono state trovate facies ad Ostracodi.

Nell'Eocene superiore infine sono stati determinati gli Ostracodi Quadracythere orbignyana (BOSQUET), Triginglymus neauphlensis APOST., Cytheropteron steinmanni KUIPER, Cytherella compressa (MUNSTER), Bairdoppilata gliberti KEIJZER, Leguminocythereis jonesiana (BOSQUET), Hermanites paijenborchiana KEIJZER, Loxoconcha kuiperi KEIJZER, con le solite affinità con altre faune contemporanee.

Per i crostacei Decapodi Brachiuri è stato ventilato un eventuale nuovo genere cretaceo, innominato (GREENWOOD, 1960). Nell'Eocene è stata ritrovata la specie cosmopolita Palaeocarpilius macrocheilus DESMAREST, mentre CHECCHIA-RISPOLI (1946) ha istituito la nuova specie Palaeocarpilius lorentheji, assegnata al nuovo sottogenere Metapodon, caratterizzato dalla dentellatura frontale. I Brachiuri in discorso sono di acque basse costiere e di fondi sabbiosi.

Non sono stati determinati i resti, per lo più rappresentati da chele di Decapodi, che si trovano a volte numerose in terreni giurassici, cretacei e terziari e che costituiscono comunque un indice di facies.

L. Echinodermi Crinoidi.

I Crinoidi somali sono stati identificati nel Giurese superiore con le specie Apiocrinus roissyanus D'ORBIGNY e Eugeniocrinus hoferi MÜNSTER, che si ritrovano anche nel Giurese dell'Europa occidentale, sempre nel Malm.

M. Echinodermi Echinoidi.

Il Giurese somalo contiene una ricca fauna di Echinidi sia nel Nord che nel Sud; in questo periodo prevalgono gli Echinidi Regolari, mentre gli Irregolari si diffonderanno a partire dal successivo Cretaceo, soprattutto nel Cretaceo superiore.

Fra gli Echinidi Regolari giurassici si ricorderanno in particolare Cidarites cf. filigrana AGASSIZ, Pseudocidaritis tetragranulatus CURRIE, P.migliorinii MACCAGNO, P.gortanii MACCAGNO, Hemicidaritis goryi CURRIE, H.macfadyeni CURRIE, Plegiocidaritis choffati DE LORIO, Rhabdocidaritis mogharensis FOURTAU, Balanocidaritis meandrina AGASSIS, Acrosalenia somaliensis CURRIE, A.lamarcki DESMAREST, Pseudosalenia pseudocidaroides (CURRIE), Recrosalenia somaliensis CURRIE, Echinotia-ra somaliensis (CURRIE), Hemidiadema mortenseni MACCAGNO, Pseudodiadema somaliensis GREGORY, Stomechinus pyramidatus COLLIGNON, Psephechinus microcyphus WRIGHT, Pygurus smellei CURRIE, Clypeus williei CURRIE; fra gli Echinidi Irregolari Holectypus depressus (LESKE), Bothriopneustes orientalis FOURTAU, Pseudopygurus letteroni LAMBERT e

Echinopygus checchiai MACCAGNO, con analogia con le faune coeve d'Europa.

Il Cretaceo ha dato faune meno ricche; si ricordano due nuovi generi di Echinidi Irregolari istituiti da CHECCHIA-RISPOLI per fossili della Formazione di Mustahil (1945), Astropygaulus, con la specie Astropygaulus trigonopygus e Somalechinus, con la specie Somalechinus gibbosus. Fra gli Echinidi Regolari citeremo Heterodiadema libycum DESOR, Diplopodia halperti FOURTAU, Pedinopsis desori COQUARD, noti anche dal Cenomaniano dell'Egitto, Diplopodia inexpectata CHECCHIA-RISPOLI, Tetragramma giganteum CHECCHIA-RISPOLI e T.somaliensis CHECCHIA-RISPOLI.

Nell'Eocene si ricorda fra gli Echinidi Regolari Porosoma lamerti CHECCHIA-RISPOLI; fra gli Echinidi Irregolari vi sono varie specie di Brissoidi della Somalia nordorientale istituite da CHECCHIA-RISPOLI e cioè Brissoides migliorinii, B.dainellii, B.migiurtinus, B.fecundus, gli ultimi due sono affini a specie dell'Eocene inferiore d'Egitto, i primi due a specie dell'Eocene medio della stessa regione. Nella formazione di Karkar si trovano inoltre Brissoides cranium (LESKE), Echinolampas migiurtinus CHECCHIA-RISPOLI, E.fraasi DE LORIO, E.migliorinii CHECCHIA-RISPOLI, E.caranoi CHECCHIA-RISPOLI, Kleinia pulchra CHECCHIA-RISPOLI e, istituite sempre dallo stesso autore, le specie Opissaster derasmoi, Schizaster delorenzoi, Linthia mortenseni e Lutetiaster maccagnoi.

L'echinofauna oligocenica, studiata da C. SOCIN (1956), è rappresentata da Parasalenia fontanesi COTTEAU e Amblypygus checchiai SOCIN fra gli Echinidi Regolari e da Echinolampas discoideus D'ARCH., E.jacquemonti D'ARCH., Clypeaster carteri DUNCAN & SLADEN, C.monticulifera D. & S., C.dalpiazi SOCIN, Schizaster granti D. & S., Breinia carinata D'ARCHIAC & HAIME, Macropneustes trevisani SOCIN fra gli Irregolari, che hanno corrispondenze fra le faune contemporanee di Echinidi europee e indiane.

Il Miocene ha dato l'Echinide Regolare Cidarites duncani SOCIN e gli Irregolari Clypeaster pulvinatus DUNCAN & SLADEN, C.latirostris AGASSIZ, Schizaster granti DUNCAN & SLADEN, S.baylei COTTEAU, S.eurynotus AGASSIZ, S.desori WRIGHT, S.parkinsoni DEFRANCE, S.valabrequei LAMBERT, Peribrissus sahaliensis POMEL, Pericosmus stefaninii SOCIN, P.latus AGASSIZ. Anche per le echinofaune mioceniche somale si riconoscono le analogie con le faune contemporanee di Echinidi dell'Europa meridionale e dell'India.

N. Vertebrati: Pesci.

Le faune di Vertebrati della Somalia sono conosciute per i resti di Pesci studiati da G.D'ERASMO (1932,1960). Egli riconobbe in terreni giurassici della regione di Lugh Colobodus cf. maximus QUENSTEDT e Hybodus cf. minor AGASSIZ fra i Condroitti o Pesci cartilaginei, Pycnodus sp. Eugnathus sp., Lepidotus sp. e Orthacodus sp. fra gli Osteitti o Pesci ossei. I resti sono costituiti da denti o più raramente da placche dermali; i generi citati sono conosciuti anche dal Giurese europeo.

Scaglie dermiche di Selacei (Condroitti) sono state rinvenute anche in termini della serie stratigrafica oligocenica, in pozzi perforati per la ricerca di idrocarburi.

Non sono stati segnalati finora in Somalia resti fossili di Vertebrati superiori. Sarebbero significativi rinvenimenti di Rettili e soprattutto di Mammiferi, per ricostruire l'origine e seguire le migrazioni nel tempo delle faune odierne della Somalia.

GEOLOGIA STRATIGRAFICA DELLA SOMALIA *

(A.F. HILAL - G. PAVAN - E. ROBBA)

S T R A T I G R A F I A

Gli affioramenti più estesi e meglio osservabili sono limitati alla parte centro meridionale della Somalia, mentre in quella settentrionale, seppur numerosi per la struttura fagliata del territorio, sono di modesto sviluppo. La parte centrale della Somalia è quasi tutta ricoperta da depositi quaternari di varia natura, tranne una fascia limitata lungo la valle di Nugal.

1. BASAMENTO

Il basamento è esposto nella Somalia Meridionale nella regione dei Bur, ed in quella settentrionale, ai piedi della scarpata dei monti Al Medò, Al Maskad, prospicienti il Golfo di Aden.

1.1. Regione dei Bur

L'affioramento è il più vasto di tutta la Somalia e si estende per circa 300 km in lunghezza e 110 km in larghezza. Dalla superficie pressochè pianeggiante si ergono i vari Bur, cioè rilievi montuosi isolati (inselberg) a pan di zucchero che superano i 100 m di altezza. La pianura è ricoperta da sabbie quarzose grossolane rosse e da un terreno argilloso grigio o nerastro. Esiste una chiara corrispondenza tra il colore del suolo e le rocce metamorfiche, mentre le sabbie rosse ricoprono le masse granitiche.

Le rocce affioranti nella regione dei Bur sono state raggruppate in sette formazioni (Azzaroli & Passerini, 1965):

- 1- Quarziti di Egherta. Stratificate, a grandi cristalli di quarzo grigio e ametistino, localmente con lenti e banchi di marmo.
- 2- Gneiss di Bur Mun. Più propriamente graniti a struttura zonata, talora stratificati in grossi banchi, in genere ricchi di magnetite.
- 3- Gneiss di Bur Meldac. Complesso abbastanza eterogeneo di gneiss

(*) da "Quaderni di Geologia della Somalia", Vol. V°, pag.19-50, Mogadiscio 1977.

biotitico-anfibolici e anfiboliti con dicchi e sills di graniti e pegmatiti.

4- Marmi di Bulu Gasei. Caratterizzati da grandi cristalli di calcite, con quarzo, miche e feldspati; i rapporti di giacitura non sono sempre evidenti; talora si associano agli Gneiss di Bur Meldac.

5- Migmatiti di Lamma Levet. Hanno aspetto vario e sono formate da gneiss e scisti anfibolitici e biotitici con iniezioni granitoidi concordanti e discordanti; esistono vari tipi di transizione tra gli Gneiss di Bur Meldac, le Migmatiti di Lamma Levet ed i graniti.

6- Graniti. Per lo più biotitici, a volte ricchi di magnetite e generalmente a grana minuta, raramente porfiroidi; si osservano forme di passaggio tra i graniti e gli Gneiss di Bur Mun.

7- Sieniti. Sono segnalate in due località: a Jacdumi e Bur Sigirre.

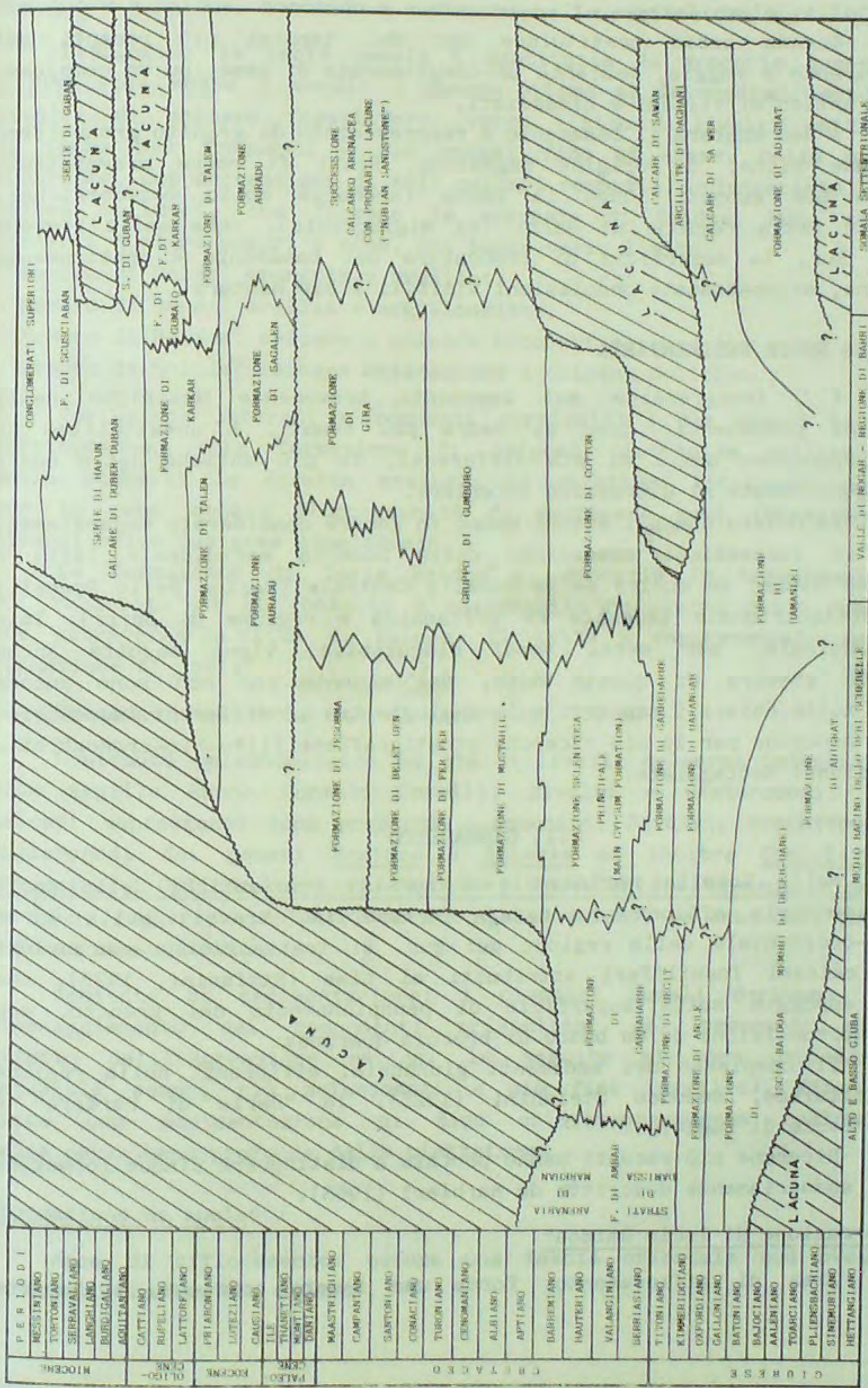
I graniti del basamento sono stati interessati da fenomeni tettonici intensi, con conseguenti processi di granitizzazione e metamorfismo. Le direttrici tettoniche prevalenti sono orientate nord-sud e nord ovest-sud est. Le fasi del metamorfismo più antico risalgono a circa 600 M.A; la migmatizzazione e la granitizzazione si sono svolte in più fasi, durante il Paleozoico antico.

L'aspetto morfologico della regione dei Bur è stato argomento di particolare interesse. Secondo Dainelli (1943), il territorio non fu mai completamente spianato e, prima dell'ingressione mesozoica, l'erosione avrebbe risparmiato una bassa catena montuosa di cui i Bur costituiscono i punti più elevati; durante il Giurassico l'area è stata quindi gradualmente invasa dal mare, fino alla completa sommersione alla fine del Giurassico stesso. In base alle conoscenze più recenti, sembra invece che i Bur siano legati essenzialmente a fenomeni tettonici; infatti sono stati rilevate dislocazioni di entità regionali nella serie Giurassica e quindi l'attuale altimetria degli affioramenti del basamento potrebbe essere svincolata dal semplice concetto di paleomorfologia.

1.2. Somalia Settentrionale

Il basamento è esposto, come si è detto, al piede della scarpata settentrionale dei monti Al Medò e, a sud di Bendar Ziada, dove forma l'estremità orientale di un affioramento, è osservabile sul versante settentrionale dei monti Al Maskat, vicino a Ras Hantara.

Nell'affioramento di Al Medò, noto per la miniera di cassiterite del Nagiaian, si osservano le arenarie metamorfiche della "Serie di Inda Ad" fortemente corrugate, con direttrici tettoniche nord nord ovest-sud sud est e intersecate da filoni discordanti di



pegmatiti stannifere.

Questa serie costituisce uno dei termini più recenti del basamento e poggia, mediante un conglomerato di base, su un complesso più antico di filladi e micascisti.

A Ras Mantara il basamento è rappresentato da granito granatifero a due miche, di origine magmatica. Resti di rocce preesistenti sono ben esposti lungo la costa (arenarie molto metamorfiche). Anche nella regione di Barri (ex Migiurtinia), come nella regione dei Bur, la superficie di troncatura del basamento è praticamente piana, salvo-moderate ondulazioni visibili a Ras Mantara.

2. LA SERIE SEDIMENTARIA

E' trasgressiva sul basamento, brevemente descritto nelle pagine precedenti. Come si vedrà più avanti, a quest'ultimo si sovrappongono unità di età differenti, le più antiche delle quali vengono datate al Giurassico inferiore.

Va notato che gli autori hanno in genere considerato separatamente le successioni mesozoiche della Somalia meridionale (Alto e Basso Giuba) da quelle della Somalia Centrale (Bacino dello Scebeli) e settentrionale (Somalia ex Britannica e regione di Barri). Tale metodologia, per certi versi discutibile, viene seguita anche nella stesura di queste note, dal momento che non sono ancora del tutto chiari i rapporti e le analogie tra le differenti successioni, mancando per lo più ricerche stratigrafiche (lito-bio-cronostratigrafiche) dettagliate.

2.1. GIURASSICO

Nella Somalia meridionale i termini più antichi della serie sedimentaria affiorano a Matago presso Iac Bravai, nella parte sud-occidentale della regione dei Bur. Si tratta di una successione di calcari fossiliferi attribuiti al Lias (Stefanini, 1925), che si appoggia sulla superficie di penepianamento del granito, con l'interposizione di un banco di breccia quarzosa.

Il complesso dei sedimenti giurassici affioranti nella regione costituisce, secondo Stefanini (1925), la "Serie di Bardera" e la "Serie di Lugh".

Ricerche più recenti hanno portato a distinguere cinque formazioni, sommariamente descritte da Barbieri (1968).

"Formazione di Ischia Baidoa"

Area di affioramento: Forma una fascia continua, sviluppata

tra Anole e Baidoa, bordando a settentrione la regione dei Bur.

Litologia: la parte basale è costituita da arenarie quarzose e argillose rosse e verdi; a queste ultime si intercalano sottili livelli di calcare fossilifero. Verso l'alto i livelli calcarei si fanno più frequenti o più spessi fino ad avere, nella parte superiore, una successione di soli calcari compatti, criptocristallini talora oolitici, che formano la scarpata di Baidoa. Sono stati distinti quattro membri e cioè, dal basso verso l'alto:

- "Membro di Deleb": arenaria e argilla;
- "Membro di Uanei": argilla e argilloscisto;
- "Membro di Baidoa": calcare e calcare bioclastico;
- "Membro di Goloda": calcare cristallino e calcare oolitico.

Variazioni laterali e rapporti verticali: i due membri basali corrispondono alla "formazione di Adigrat", istituita nel bacino dello Scebeli; la stretta analogia di caratteri litologici rende per lo meno dubbio l'opportunità di mantenere nomi formazionali diversi nelle due aree considerate.

La "formazione di Ischia Baidoa" si appoggia in trasgressione sul basamento ed il contatto è osservabile nel letto dello "wadi" che attraversa la città di Baidoa. Il letto è rappresentato dalla "formazione di Anole".

Spessore: nell'area-tipo si aggira sui 750 m.

Contenuto paleontologico ed età: i livelli calcarei intercalati alle argille hanno formato Coralli, Bivalvi e Gasteropodi. Nei calcari soprastanti sono presenti: Ammoniti, Bivalvi, Brachiopodi, Gasteropodi dei generi Nerinee e Itieria ed inoltre Coprolithus (Favreina), Cylindroporella, Clypeina, Valvulinidae, Verneuulinidae; la fauna suggerisce un'attribuzione al Calloviano. La base dell'unità è forse pre-calloviana.

Ambiente di sedimentazione: i clastici basali derivano dal rimaneggiamento dei componenti cristallini del basamento, per effetto dell'ingressione marina; in seguito si sono depositati materiali sempre più selezionati e più fini (argille), fino ad avere una sedimentazione di tipo chimico-organogena (calcari) nella parte meno profonda della piattaforma.

"Formazione di Anole"

Area di affioramento: occupa una fascia orientale sud ovest-nord est, tra Bardera e Oddur.

Litologia: è costituita da un'alternanza di marna e argilloscisto cui si intercalano calcari ed orizzonti a lumachelle.

Variazioni laterali e rapporti verticali: è analoga alla "formazione di Uarandab", distinta nel bacino dello Scebeli; il suo tetto è costituito dalla "formazione di Uegit" e, verso il Kenya, dalla "formazione di Ambar".

Spessore: è di circa 400 m nell'area-tipo.

Contenuto paleontologico ed età: nei dintorni di Anole, gli strati basali dell'unità hanno fornito alcune Ammoniti riferibili ai generi Macrocephalites ed Naeticoceras. Relativamente alle microfacies, Barbieri (1968) ha segnalato Ammobaculites spp. Lenticulina tricarinnella, Epistomia aff. parastelligera. L'età deducibile è oxfordiana.

Ambiente di sedimentazione: marino neritico, talora con anomalie di salinità.

"Formazione di Uegit"

Area di affioramento: si estende lungo la direttrice Bardera-Uegit-Ted, formazione una stretta fascia continua.

Litologia: l'unità è essenzialmente calcarea, con arenarie e marne associate. E' stata divisa in tre membri e cioè, dal basso verso l'alto:

- Membro di Curao: marna;
- Membro di Nugdille: calcare e, nella parte alta, arenaria.

Variazioni laterali e rapporti verticali: corrisponde parzialmente alla "formazione Gabredarre", riconosciuta nel bacino dello Scebeli. Si sovrappone con passaggio graduale alla "formazione di Anole" ed è ricoperta dalla "formazione di Garbaharre".

Spessore: è pari a 350 m.

Contenuto paleontologico ed età: nei livelli basali, presso Ted, sono state rinvenute alcune Ammoniti riferibili a Idoceras durangene e Idoceras rufanum; nelle microfacies sono stati osservati Pseudocyclamina jaccardi, Pseudocyclamina app., Chara sp., Serpula sp., Gasteropodi. L'unità è datata al Kimmeridgiano.

Ambiente di sedimentazione: marino di piattaforma, con episodi litorali e lagunari.

"Formazione di Garbaharre"

Area di affioramento: è presente anche in Etiopia. Nella Somalia meridionale è estesa tra Mandera e Lugh, dove occupa una vasta area e continua poi verso nord est, lungo la direttrice Marillè-Morogavi.

Litologia: l'unità è essenzialmente calcareo-arenacea, con livelli coquinoidi, dolomia e gessi intercalati. E' divisibile in due membri e cioè, in successione:

- "Membro di Busul": arenaria, calcare e calcare a lumachella;
- "Membro di Mao": arenaria, calcare, dolomia, argillite, gesso o anidrite.

Variazioni laterali e rapporti verticali: passa lateralmente alla "formazione di Ambar". Corrisponde inoltre parzialmente, almeno per posizione stratigrafica, alla "Formazione di Garbaharre" presente nel bacino dello Scebeli. Giace in concordanza sulla "formazione di Uegit" ed è limitata superiormente da superficie di erosione.

Spessore: è di circa 100 m.

Contenuto paleontologico ed età: oltre ai molluschi, sono presenti abbondanti Ostracodi a conchiglia sottile e rigonfia, Foraminiferi tra cui Ammobaculitos spp. e Guttulina sp. La "formazione di Garbaharre" è riferibile al Portlandiano-Cretaceo inferiore.

Ambiente di sedimentazione: da marino infralitorale a lagunare salmastro.

"Formazione di Ambar"

Area di affioramento: occupa una vasta area tra Sidimo ed Elwak, estendendosi poi verso nord, in territorio etiopico.

Litologia: nell'area-tipo è costituita da arenarie e siltiti. A sud ovest di Bardera, all'arenaria si intercalano calcari marnosi, sabbie ed argille siltiti; questa facies è anche nota con il nome di "Arenarie di Kanga". Nella depressione di El-Wak-Mandera, presso il confine con il Kenya, si incontra una facies calcareo-arenacea ("Strati di Danissà"), alla quale succedono arenarie biancosate a stratificazione massiccia ("Arenarie di Marehan").

Variazioni laterali e rapporti verticali: l'unità in esame è eteropica con la "Formazione di Uegit" e con la "Formazione di Garbaharre". Secondo Barbieri (1968) l'equivalenza sembra dimostrata

con sicurezza, in particolare da facies "tipo Ambar", intercalate nelle due formazioni citate. La "formazione di Ambar" si sovrappone alla "Formazione di Anole", mentre è limitata superiormente da superfici di erosione.

Spessore: è stato misurato in circa 450 m.

Contenuto paleontologico ed età: ha fornito resti di Molluschi ed Echinoidi. Dal punto di vista cronostratigrafico, l'unità viene datata al Kimmeridgiano-Cretaceo inferiore.

Ambiente di sedimentazione: marino litorale.

La serie giurassica della Somalia sud-occidentale rappresenta sostanzialmente un ciclo sedimentario, almeno fino alle evaporiti esistenti alla sommità della "Formazione di Garbaharre". Essa può essere correlata con quella del Bacino dell'Uebi Scebeli, descritta da Migliorini (1948) ed integrata dai dati dei pozzi perforati per ricerca di idrocarburi (Lyons & Bennison, 1960); in quest'ultima area sono state individuate le unità litostratigrafiche che seguono.

"Formazione di Adigrat"

Area di affioramento: è esposta sporadicamente in destra idrografica dello Uebi Scebeli, nella provincia di Hiran. E' presente anche nella Somalia settentrionale, dove forma lembi estesi tra Borama e Zeila.

Litologia: si tratta di brecce ed arenarie quarzose grossolane cui seguono argille verdi e rosse con intercalazioni di sabbie fini; la parte superiore è costituita da marne nerastre con orizzonti di dolomia e calcare fossilifero.

La stratificazione è varia, talora in banchi spessi qualche metro e con frequente laminazione incrociata. L'unità rappresenta la parte elastica basale della successione, legata alla trasgressione giurassica sul basamento cristallino e metamorfico.

Variazioni laterali e rapporti verticali: in Etiopia sembrano prevalere i litotipi arenacei. Nelle aree più esterne, al margine della scarpata continentale, i depositi clastici basali tendono ad annullarsi e ad essere sostituiti da litotipi carbonatici e reefoidi. La probabile identità con i due membri inferiori della "Formazione di Ischia Baïdoā" è già stata considerata (p. 103). La formazione in esame, trasgressiva sul basamento, è ricoperta dalla

"Formazione di Hamanley"

Spessore: dipende dalla rapidità con cui è avvenuta la trasgressione e dalla precedente intensità dell'erosione nelle diverse aree. Come dato generale, si può indicare uno spessore massimo di un migliaio di metri (nel sottosuolo); in affioramento, supera raramente 150 m.

Contenuto paleontologico ed età: alcuni hanno ritenuto che questa formazione sia da attribuire al Triassico (in correlazione con la "Formazione di Karro") dell'Africa sud-orientale, ma questo punto di vista non è oggi accettabile. Nel complesso l'unità è scarsamente fossilifera, tuttavia le argille inferiori hanno fornito Ammoniti indicative del Toarciano. Presso Haurartire (Somalia settentrionale), la "Formazione di Adigrat" è ricoperta da calcari toarciani con Bouleiceras arabicum. Nella provincia del Tigray (Etiopia), 60 m sotto la sommità è stata segnalata una macrofauna con Somalirhynchia africana, Lobidothyris cf. jubaensis, Paleunucula cuneiformis, Eligmus polytypus, Mactromya daghaniensis, Areomytilus laitmairensis che suggerisce un'attribuzione al Calloviano. Da un punto di vista regionale, l'intervallo di tempo corrispondente alla "Formazione di Adigrat" sembra piuttosto variabile, specialmente per quanto riguarda il suo limite inferiore; in definitiva, l'unità in esame è localmente pre-toarciana; mentre altrove ha iniziato la sua deposizione nel Toarciano, estendendosi fino al Calloviano.

Ambiente di sedimentazione: di solito è marino litorale; sono stati individuati anche episodi fluviali, deltizi e lagunari.

"Formazione di Hamanley"

Area di affioramento: è esposta lungo il bordo nord-orientale della regione dei Bur, a sud di Oddur.

Litologia: è costituita essenzialmente da calcari oolitici, calcari organogeni in facies di scogliera e da calcari criptocristallini grigio-scuri o nerastri.

Variazione laterali e rapporti verticali: sono note almeno altre due facies: una di back-reef, negli affioramenti dell'Ogaden nord-occidentale e della Somalia settentrionale, costituita da una alternanza di dolomie, calcari oolitici, calcari e anidriti; l'altra di fore-reef; osservata nei pozzi perforati a nord-est dell'Uebi Scebeli (Duddumai, Gira, Obbia), costituita da marne

nerastre con intercalazioni di calcare microcristallino. L'unità corrisponde ai due membri superiori alla "Formazione di Ischia Baidoa". Si sovrappone alla "Formazione di Adigrat" ed è ricoperta dalla "Formazione di Uarandab".

Spessore: in affioramento è di circa 200-300 m; nei pozzi può raggiungere i 2000 m.

Contenuto paleontologico ed età: generalmente l'unità viene datata al Calloviano-Oxfordiano; il primo piano citato è documentato dalle microfaune con Quinqueloculina incostans, Epistomina mosquensi, Cristellaria centralis, Lenticulina polonica. Va ricordato che nel pozzo "Obbia I" questa formazione è stata attraversata per 1600 m senza raggiungere la base; nei livelli più profondi è stata osservata una microfauna indicativa del Pliensbachiano.

Ambiente di sedimentazione: marino neritico, con passaggi marginali, da un lato a condizioni lagunari talora evaporitiche, dall'altro a condizioni di mare più profondo.

"Formazione di Uarandab"

Area di affioramento: l'area-tipo è nei dintorni di Uarandab in Etiopia. Affiora anche in destra idrografica dello Uebi Scebeli.

Litologia: è costituita essenzialmente da argilla gessifera marne più o meno calcaree di colore grigio-verde, con intercalazioni di sottili livelli calcarei; nella parte basale possono essere presenti orizzonti di calcarenite glauconitica, spesso a laminazione incrociata.

Variazioni laterali e rapporti verticali: non presenta importanti variazioni laterali ed è quindi correlabile su vaste aree. Corrisponde sostanzialmente come si è visto, alla "Formazione di Anole" presente nell'Alto Giubba. E' concordante sulla "Formazione di Hamanley", alla quale succede con passaggio graduale; è ricoperta dalla "Formazione di Garbaharre" e localmente nei pozzi, troncata dalla trasgressione cretacea.

Spessore: varia da un minimo di 130 m fino a 700 m; quest'ultimo valore, riscontrato nel pozzo "Obbia I" è tuttavia parziale.

Contenuto paleontologico ed età: sono frequenti le Ammoniti e le Belemniti, le microfaune sono in genere ricche e comprendono Epistomina stellicestata, Epistomina ornata, Cristellaria nodosa

e Pseudocyclamina sequania.

L'età deducibile è Oxfordiano-Kimmeridgiano inferiore.

Ambiente di sedimentazione: marino neritico con episodi di alta energia; condizioni di bacino si avevano nella Somalia centrale, dove sono confermate anche dai caratteri delle microfaune.

"Formazione di Gabredarre"

Area di affioramento: l'area-tipo è presso l'abitato di Gabredarre nell'Ogaden. E' presente nella Somalia centrale, mentre più a nord è stata incontrata solo nei pozzi.

Litologia: si tratta essenzialmente di calcari compatti grigi o bruni molto fossiliferi. Localmente sono presenti calcari arenacei scuri e qualche banco oolitico; possono esservi anche orizzonti marnosi con Ammoniti.

Variazioni laterali e rapporti verticali: alle facies di scogliera (calcari coralligeni e calcari oolitici esposti lungo il bordo settentrionale della regione dei Bur), si accompagnano facies di fore-reef prevalentemente calcaree (pozzo "Gira 1") e, più all'interno, argillose.

L'unità può essere parallelizzata alla "Formazione di Garbaharre" e di "Ambar", ma in effetti costituisce un corpo litologico ben distinto. Succede, con passaggio graduale, alla "Formazione di Uarandab"; è ricoperta dalla "Formazione Selenitosa Principale", con la quale è anche in rapporti di parziale eteropia.

Spessore: varia tra 200 ed oltre 600 m; nell'area-tipo è di poco superiore a 400 m.

Contenuto paleontologico ed età: i fossili sono abbondanti ed appartenenti a vari gruppi sistematici; sulla base delle microfaune si è dedotta un'età estesa dal Kimmeridgiano superiore al Portlandiano.

Ambiente di sedimentazione: marino neritico, con episodi litorali, lagunari e crescita di barriere coralline. Lo sviluppo di queste ultime sembra essere stato più ridotto rispetto a quello verificatosi nel Giurassico inferiore (Formazione di Hamanley).

"Formazione Selenitosa Principale" ("Main Gypsum F.")

Area di affioramento: occupa una vasta area ad ovest di Belet Uen (in destra idrografica del medio corso dello Uebi Scebeli)

e si estende verso nord ovest in territorio Etiopico e verso sud fino a Bugda Acable (a ovest di Bulu Burti). L'esposizione è dunque molto scarsa: parti della successione si possono osservare nella zona più settentrionale della regione di Hiran, ma per la maggior parte l'area di affioramento corrisponde ad una vasta pianura ricoperta da una coltre di suolo soffice e polveroso.

Litologia: è costituita da gesso selenitico a stratificazione massiccia; i banchi sono formati da sottili bande di gesso varicolore (da grigio a verde), tra le quali si inseriscono talora sottili veli dolomitici. Si intercalano anche strati di calcare e calcarenite ricchi di impronte di piccoli molluschi; i litotipi calcarei diventano più frequenti nella parte meridionale della regione di Hiran.

Variazioni laterali e rapporti verticali: l'unità in esame è considerata, da alcuni geologi, come una possibile variazione di facies (back-reef) della "Formazione di Gabredarre"; tale ipotesi, suggerita dai dati dei pozzi, non trova tuttavia conferma nelle evidenze di superficie. La sostituzione anzidetta, che potrebbe realizzarsi nel sottosuolo, tra la Valle dello Scebeli e la Valle di Nogal, non viene di conseguenza riportata nello schema dei rapporti stratigrafici allegato. La "Formazione Selenitosa Principale" succede alla "Formazione di Gabredarre", mentre il suo limite superiore è contrassegnato da un banco di calcare e lumachella che indica il passaggio alla soprastante "Formazione di Mustahil".

Spessore: è valutata sui 400-500 m.

Contenuto paleontologico ed età: i fossili sono in genere scarsi e poco significativi; l'età della formazione è stata stabilita più che altro per posizione stratigrafica. La parte superiore appartiene sicuramente al Cretaceo inferiore (Neocomiano) ed è logico ritenere che la parte inferiore sia portlandiana (Giurassico superiore).

Lungo la costa del Golfo di Aden la successione giurassica presenta caratteri abbastanza diversi (Abbate et al., 1974). Nell'area di Berbera, al di sopra della "Formazione di Adigrat", ritenuta qui di età Batoniano-Calloviana e forse più antica, si sviluppano, dal basso verso l'alto, le formazioni che seguono.

"Calcare di Sa Wer"

Area di affioramento: è esposta tra Borama e Zeila, lungo

le pendici nord-orientali delle colline di San Warabis.

Litologia: si tratta di calcareniti, calcari a grana fine talora dolomitizzanti, calcari selciferi, marne e marne sabbiose; la stratificazione è netta, in strati di qualche decimetro nella parte inferiore, in banchi in quella media e superiore.

Variazioni laterali e rapporti verticali: l'unità mantiene caratteri relativamente costanti su tutta l'area di affioramento. Si sovrappone alla "Formazione di Adigrat" ed è ricoperta dall'"Argillite di Daghani".

Spessore: varia tra 140 e 210 m, con valori massimi in corrispondenza della sezione-tipo.

Contenuto paleontologico ed età: nella parte basale sono presenti Gryphaea costellata, Daghanirhynchia subversabilis, Ptychothyris quillensyensis, Eligmus rollandi, Clypeus willieii, Nemicidaris gregoryi, Nemicidaris macfadyeni, Recrosalenia somaliensis, resti di Nerinee e Crinoidi. Nella parte sommitale: Lithacoceras sp., Lithacoceras (Progeronia) sp., Paracoceras hexagonum, Bivalvi, Gastropodi e Brachiopodi. La microfauna è ricca, costituita da Foraminiferi, Alghe, Cocoliti. L'età deducibile è dal Calloviano al Kimmeridgiano inferiore.

Ambiente di sedimentazione: marino con bassa profondità; l'energia sembra in aumento, dal basso verso l'alto.

"Argillite di Daghani"

Area di affioramento: è esposta nelle colline di Sa Warabis e Gerigoan.

Litologia: consiste in argilliti giallastre che diventano rossastre, verdi e nere verso l'alto; si alternano argille marnose, rari banchi calcarenitici, calcisiltiti fetide e gesso. Localmente si incontra septarie.

Variazioni laterali e rapporti verticali: succede al "Calcare di Sa Wer" ed è ricoperta dal Calcare di Gawan.

Spessore: varia da un minimo di 25-30 m, ad un massimo di 95 m.

Contenuto paleontologico ed età: nella parte inferiore è stata segnalata Aspidoceras mombasense; in quella superiore Suplanites

spathi. L'età deducibile è Kimmeridgiano inferiore e medio.

Ambiente di sedimentazione: esistono evidenze di clima arido, con circolazione ristretta e venute di acque dolci.

"Calcare di Gawan"

Area di affioramento: è esposto nel territorio di Sa Warabis.

Litologia: calcilutiti grigio-chiare con sottili orizzonti di marna e argilla marnosa. Gli strati calcarei sono spessi qualche decimetro ed hanno colore rosa o giallastro nella parte inferiore, grigio-chiaro in quella superiore.

Le intercalazioni marnose sono più frequenti verso la base.

Variazioni laterali e rapporti verticali: si sovrappone all'Argilite di Daghani ed è limitato superiormente da superficie di erosione.

Spessore: intorno a 150 m.

Contenuto paleontologico ed età: sono presenti Saccocoma, Radiolari, spicole di spugne, rari Tintinnidi e Coccoliti. L'unità è riferibile al Titoniano.

Ambiente di sedimentazione: la presenza quasi esclusiva di resti di organismi planctonici indica una deposizione nell'ambito del dominio pelagico.

2.2. CRETACEO

Nella Somalia meridionale (Alto e Basso Giuba) sono presenti solo rocce datate al Cretaceo inferiore, costituenti la parte sommitale delle "Formazioni di Garbaharre" e di "Ambar", descritte nelle pagine precedenti, lungo la costa del Golfo di Aden e nella regione di Barri si incontrano lembi sparsi e di modesta estensione.

La successione cretacea è invece ben sviluppata nel bacino dello Uebi Scebeli, dove occupa aree molto estese. Quivi la base della serie è rappresentata dalla "Formazione Selenitosa Principale" (vedere a p. 110), i cui livelli superiori contengono localmente faune a Orbitolina discoidea e Choffatella decipiens, indicative del Barremiano. L'unità in questione, nel sottosuolo (pozzo AGIP 1 Cotton) viene sostituita dalla "Formazione di Cotton", consiste in calcari di fore-reef e marne neritiche di media profondità. La sommità di questa formazione coincide con la base della zona

a Orbitolina concava ed è contrassegnata dall'estinzione di Orbitolina lenticularis e Orbitolina discoidea; in definitiva, la "formazione di Cotton" rappresenterebbe il Cretaceo inferiore nel sottosuolo (Barnes, 1976).

Alla "Formazione Selenitosa Principale" si sovrappone la "serie di Gigliei" (Stefanini, 1931), che comprende le "Formazioni di Mustahil", di "Ferfer" e di "Belet Uen", di seguito descritte.

"Formazione di Mustahil"

Area di affioramento: fornisce in genere buone esposizioni ed occupa una fascia orientata sostanzialmente nord-sud, che segue il corso dell' Uebi Scebeli, da El Dere fino a nord di Belet Uen, estendendosi poi in territorio Etiopico.

Litologia: si tratta di marna e calcare biostromale in alternanza. La marna è siltoso-gessifera, chiara e verdognola, riccamente fossilifera e stratificata in grossi banchi; il calcare, talora marnoso, bianco o giallastro, è a stratificazione massiccia e contiene, oltre alle microfaune, anche abbondanti macrofaune a Gryphaea, Rudiste, Coralli. A nord ovest di Belet Uen sono frequenti estese bichirme, mentre i livelli a Rudiste sono comuni in territorio di Bugda Acable.

Variazioni laterali e rapporti verticali: l'unità è abbastanza uniforme in tutta l'area di affioramento. Si sovrappone, con continuità di sedimentazione, alla "Formazione Selenitosa Principale" ed è ricoperta dalla "Formazione di Ferfer"; quest'ultimo contatto è malamente osservabile e sulla base dei rapporti di giacitura, è stata avanzata l'ipotesi che possa essere discordante.

Spessore: e' in media pari a 200 m, variando tra circa 130 e 300 m.

Contenuto paleontologico ed età: come si è detto, i fossili sono quasi sempre abbondanti. La datazione si basa su microfaune ad Orbitolina e su Ammoniti di grandi dimensioni, quest'ultime presenti soprattutto nei livelli basali dell'unità; l'età è stabilita con sicurezza al Barremiano-Cenomaniano inferiore.

Ambiente di sedimentazione: il tipo litologico e le faune suggeriscono un ambiente lagunare (marna) e marino infralitorale (calcare); l'alternanza delle facies è legata ad oscillazioni periodiche del livello del mare.

"Formazione di Ferfer"

Area di affioramento: si sviluppa lungo la Valle dello Uebi Scebeli, da El Dere fino a nord di Belet Uen e continua in territorio etiopico, dove occupa la depressione di Faf; gli affioramenti sono sporadici e poco estesi.

Litologia: è costituita da gesso e intercalazioni sabbiose e marnose; appare molto simile alla "Formazione Selenitosa Principale".

Variazioni laterali e rapporti verticali: si appoggia sulla "Formazione di Mustahil"; è ricoperta in concordanza dalla "Formazione di Belet Uen", alla quale passa rapidamente attraverso alternanze calcareo-gessose.

Spessore: i valori stimati variano da circa 60 m ad un massimo di 100 m.

Contenuto paleontologico ed età: non si sono rinvenuti fossili; l'unità è stata datata al Cenomaniano per posizione stratigrafica.

Ambiente di Sedimentazione: laguna iperalina con temporanee ingressioni marine.

"Formazione di Belet Uen"

Area di affioramento: forma una fascia continua in sinistra idrografica dello Uebi Scebeli, tra Bulo Burti e la depressione di Faf, oltre il confine etiopico.

Litologia: la parte basale dà alternanze di calcare fossilifero bruno-chiaro e gesso. Seguono calcari arenacei, calcari compatti e calcari selciferi biancastri o giallastri a stratificazione varia, ai quali si intercalano livelli arenacei e talora marnosi. La parte sommitale consiste in un'alternanza di calcare gessifero, marne ed arenarie, con qualche banco di gesso. Nel complesso l'unità è prevalentemente calcarea.

Variazioni laterali e rapporti verticali: è possibile che l'aumento di spessore, riscontrabile dall'area-tipo verso sud est, si realizzi a spese della sottostante "Formazione di Ferfer", con la quale si avrebbe quindi una parziale eteropia. L'unità è ricoperta, in discordanza, dalla "Formazione di Jesomma"; il contatto è anche contrassegnato da un brusco cambiamento nel tipo litologico.

Spessore: è di 145 m nella località-tipo; i valori massimi

sono di poco superiori a 200 m.

Contenuto paleontologico ed età: sono presenti abbondanti Molluschi ed Echinoidi; tra i microfossili prevalgono gli Orbitolinidi. L'età desumibile si estende dal Cenomaniano terminale al Turoniano e forse al Senoniano inferiore.

Ambiente di Sedimentazione: condizioni marine normali nella sottozona infralitorale, con energia medio-alta.

"Formazione di Jesomma"

Area di affioramento: forma una larga fascia, delimitata a sud dalla direttrice Mahaddei-Uen-Meregh ed estesa verso nord fino al territorio di Margeisa, attraverso l'Ogaden. Nella Somalia settentrionale, verso la costa del Golfo di Aden, sono presenti lembi sparsi e circoscritti, tra Berbera ed Erigavo.

Litologia: si tratta di arenaria quarzoso-micacea in genere poco cementata, granulometria molto varia, talora conglomeratica, rossa, bruna e giallastra; la laminazione incrociata è quasi sempre presente. Si intercalano livelli di marna selciferi purpurea o bruna e banchi di gesso nella parte basale. Nell'area di Hiran, verso la base dell'unità sono anche presenti alcuni banchi di calcare fossilifero.

Variazioni laterali e rapporti verticali: nei pozzi perforati nel territorio tra Garoe e Las Anod (Somalia settentrionale), la "Formazione di Jesomma" è solo per il 50% arenacea, essendo costituita per la parte rimanente da marna con qualche intercalazione calcarea. L'unità si appoggia in discordanza sulle formazioni della "serie di Gigliei" e su termini più antichi; è ricoperta in trasgressione dal "calcare di Auradu" o dalle unità steropiche di quest'ultimo.

Spessore: in tutta l'area di affioramento nel sottosuolo varia tra 300 e 400 m.

Contenuto paleontologico ed età: è complessivamente azoica; è stata datata al Senoniano e forse al Maastrichtiano, per posizione stratigrafica.

Ambiente di sedimentazione: le facies più tipiche suggeriscono un'origine continentale; episodi marini sono testimoniati dalle facies marnose presenti nel sottosuolo della Somalia settentrionale.

Le formazioni descritte, al di fuori della loro area-tipo tra Jesomma e Mustahil (in Etiopia) sono meno ben caratterizzate e difficilmente separabili l'una dall'altra; per questo motivo sono state spesso indicate cumulativamente come "gruppo di Gumbur" (Gibson, rapporto non pubblicato).

L'intervallo stratigrafico corrispondente alle "Formazioni di Belet Uen" e di "Jesomma", nei pozzi perforati nella zona costiera della Somalia centro-settentrionale, è rappresentata da una alternanza di calcari bioclastici, marne a Foraminiferi e argille marnose. Questi litotipi le cui proporzioni sono variabili, sono stati raggruppati nella "Formazione di Gira".

Nella regione di Barri l'area cretacea è scomposta in piccoli affioramenti, distribuiti nell'area adiacente alla costa del Golfo di Aden.

Nei monti Al Medè, la successione cretacea, separata da quella giurassica da una lacuna poco evidente sul terreno, inizia con calcari a Rudiste e Orbitolinidae, ai quali si sovrappongono arenarie e marne rosse e gialle (facies tipo Jesomma). Nei monti Al Maskat ai calcari a Rudiste succede una successione calcarea marnosa con due soli livelli arenacei di debole spessore. A Ras Hantara tutta la successione cretacea è rappresentata da calcari organogeni stratificati, con calcari detritici ferruginosi intercalati nella parte alta.

Nelle isole di Abd el Kuri e Sokotra si hanno calcari ed arenarie intercalate.

I litotipi considerati non sono stati formalmente distinti in unità litostratigrafiche.

Dal punto di vista cronostratigrafico, esistono più che altro generiche attribuzioni al Cretaceo; probabilmente tutta la serie, sia pur lacunosa, è rappresentata. Va rilevato che nelle isole anzidette i termini cretacei datano dal Cenomaniano e sono trasgressivi sul basamento. Quest'ultima evidenza ed il fatto che la serie giurassica, nella Somalia settentrionale, inizi già nel Lias, suggeriscono che la serie mesozoica è tempo trasgressiva da ovest verso est.

2.3. TERZIARIO

I termini terziari occupano buona parte della Somalia centro-settentrionale; si tratta delle formazioni di seguito descritte.

"Calcare di Auradu"

Area di affioramento: l'unità è esposta nell'Ogaden, nella Somalia centrale e settentrionale, dove si distribuisce in tre grandi aree di affioramento. La prima consiste in una stretta fascia continua, orientata all'incirca Nord-Sud lungo la direttrice Burao-Meregh; la seconda si sviluppa lungo la Valle di Nugal e la terza, costituita di lembi discontinui, si estende da Hargeisa fino ad Est di Bender Cassim.

Litologia: si tratta di calcare finemente cristallino, compatto, duro, di solito bruno chiaro o grigio-rosato, con abbondanti dentriti mangesifere; la stratificazione è massiccia o in banchi. Nella parte superiore della formazione il calcare è in genere più chiaro ed a stratificazione più evidente, media o sottile ("Strati di Allahkajid").

Localmente si intercalano livelli di sabbia quarzosa e di marna giallastra, rossa o bruna, quest'ultima più frequente e più dura degli "strati di Allahkajid".

Variazioni laterali e rapporti verticali: il "calcare di Auradu" mantiene una notevole uniformità di caratteri in tutta l'area di affioramento. Nel sottosuolo, verso l'Oceano Indiano, è sostituito da unità di facies più profonda con le quali è in rapporti di parziale eteropia; si tratta della "Formazione di Sagaleh" incontrata nel pozzo "AGIP 1 Sagaleh", perforato ad Ovest di Bender Beila e della "Formazione di Marai Ascia" attraversata dal pozzo "Sinclair 1 Marai Ascia" perforato a Sud-Ovest di Harardera. La prima unità è costituita da marne grigio-scure con qualche intercalazione siltosa e sabbiosa; la seconda consiste in calcari siltoso-marnosi e rappresenta un termine di facies intermedia tra la "Formazione di Sagaleh" e il "calcare di Auradu". Il "calcare di Auradu", in tutta la sua area di affioramento, è trasgressivo sulla "Formazione di Jesomma"; è ricoperta in concordanza dalla "Formazione di Taleh" e, nei Monti di Al Maskat, dalla "Formazione di Karkar".

Spessore: varia in media tra i 400 e i 500 m; nei pozzi perforati presso la costa orientale sono stati misurati spessori elevati, fino ad oltre 2000 m. La "Formazione di Sagaleh" ha spessore variante tra 100 e 300 m, mentre la "Formazione di Marai Ascia" è potente circa 200 m.

Contenuto paleontologico ed età: nel "calcare di Auradu" si

rivengono essenzialmente Lookhartia, Sakesaria, Alveolina, Nummulites, cioè Foraminiferi bentonici indicativi di acque costiere, poco profonde. Le specie Lookhartia tipperi, Nummulites somaliensis, Daviesina danieli, suggeriscono un'età estesa dal Paleocene all'Eocene inferiore (Ypresiano e parte del Cuisiano); non è escluso che la base dell'unità sia ancora maastrichtiana. La "Formazione di Marai Ascia" ha fornito solo forme banali, mentre la "Formazione di Sagaleh" contiene Foraminiferi planctonici, tra cui Globotoralia velascoensis indicativa del Paleocene.

Ambiente di sedimentazione: marino infralitorale con passaggio graduale ad un ambiente di media profondità (Formazione di Marai Ascia) e quindi ad acque più profonde (Formazione di Sagaleh).

"Formazione di Taleh"

Area di affioramento: occupa buona parte della Somalia centrale e dell'Ogaden, formando due vaste placche, una sviluppata tra El Bur, El Hamurre e Domo, l'altra in corrispondenza della Valle di Nugal e congiunte a sud di Burao. Affioramenti discontinui sono presenti anche nella Somalia settentrionale e nella regione di Barri.

Litologia: si tratta di un'unità essenzialmente evaporitica, costituita da gesso e anidrite, cui si intercalano livelli di marna grigio-scura, grigio-verde, rosso o bruno, nonché di calcare selcifero e di calcare dolomitico, in genere grigio-bruno.

Variazioni laterali e rapporti verticali: le facies evaporitiche più tipiche si rinvergono nella Valle di Nugal. Altrove possono diventare prevalenti i litotipi calcarei e/o marnosi; in particolare nei pozzi perforati a nord di Bender Beila (AGIP 1 Sagaleh, AGIP 1 Cotton, Amerada 1 Las Anod) l'unità è quasi completamente dolomitica.

La "Formazione di Taleh" ha al letto il "calcare di Auradu". Il tetto è rappresentato dalla "Formazione di Karkar" che però nei monti Al Maskat, sostituisce completamente l'unità in esame per eteropia. Sembra che all'estremo nord est della Somalia la "Formazione di Taleh" sia, almeno nella sua parte superiore, eteropica anche con la "Formazione di Gumaio".

Spessore: varia tra circa 200 e 400 m con un massimo di 450 m nell'area-tipo (Valle di Nugal).

Contenuto paleontologico ed età: l'unità è relativamente

poco fossilifera; ha fornito comunque specie di generi Nummulites, Lepidocyclina, Coskinolina, Dictyoconus che indicano un'età compresa tra il Cuisiano ed il Luteziano.

Ambiente di sedimentazione: lagunare iperalino con episodi marini infralitorali, localmente più importanti.

"Formazione di Karkar"

Area di affioramento: è ben rappresentata nella Somalia settentrionale e nella regione di Barri, dove si distribuisce in due aree di affioramento. La prima, più vasta, si estende dalla direttrice El Hamurre-Gebilei (costa orientale) verso ovest, occupando estesamente i versanti settentrionale e meridionale della Valle di Nugal; la seconda occupa la punta estrema del "Corno", fino al Capo Guardafui.

Litologia: nell'area-tipo (Valle di Nugal) l'unità è rappresentata da calcare, calcare marnoso e talora calcare selcifero, ben stratificato, di colore bianco, rosato, giallastro o bruno, in genere riccamente fossilifero; sono presenti lenti di gesso e livelli di marna grigia o biancastra, questi ultimi più rari nella parte inferiore della formazione.

Variazioni laterali e rapporti verticali: nel sottosuolo (pozzi Obbia e Merca) si sono incontrate facies prevalentemente argillose ed arenacee, che sembrano costituire quella tipica verso l'Oceano Indiano. All'estremo Nord Est, tra Bargal e Tohen, l'unità passa eteropicamente ad una successione costituita da marne gessifere gialle nella parte inferiore e calcari psammitici e calcari compatti in quella superiore; tale successione è stata indicata da Azzaroli (1952) con il nome di "Serie" o "Formazione di Gumaio". La "Formazione di Karkar" si appoggia in concordanza sulla "Formazione di Taleh"; lungo la costa orientale è ricoperta da unità oligoceniche ("Serie di Hafun") con continuità di sedimentazione, mentre a Nord è limitata da una superficie di erosione che la separa dalla soprastante "Serie di Guban" e da altre unità più recenti.

Spessore: varia da 200 m fino ad un massimo di 400 m.

Contenuto paleontologico ed età: la fauna è costituita da abbondanti Foraminiferi, Molluschi dei generi Campanile, Natica, Velates ed Echinoidi. Tra i Foraminiferi vanno ricordate le specie Nummulites intermedius, Nummulites gizehensis, Nummulites beamonti, Nummulites atacicus, Nummulites discorbinus, Orbitolites complana-



Schizzo geografico della Somalia con indicate alcune località tipo.

Tratto da:

BARNES V.S.: Geology and Oil Prospects of Somalia East Africa. Quaderni di Geologia della Somalia Vol. n. p.

tus, *Pellatispira tudensis*, *Lituolella depressa*, *Cribrogenerina*, *Lockhartia*, *Sismondia*, *Dictyoconus*, nelle facies marno-argillose è stata rinvenuta *Hantkenina alabamensis*. I fossili presenti permettono un'attribuzione dell'unità considerata e della "Formazione di Gumaio" all'Eocene medio e superiore (Luteziano-Priaboniano). Nella Somalia ex Britannica sembra limitata al Luteziano.

Ambiente di sedimentazione: marino infralitorale con qualche episodio lagunare iperalino.

"Serie di Hafun"

Area di affioramento: costituisce una stretta fascia continua,, adiacente alla costa dell'Oceano Indiano, tra Domaro a Nord di Galad e Bender Beila. Lembi meno estesi si incontrano più a Nord, in territorio di Gibalei, Ras Hafun e tra quest'ultima località e Ras Binnah.

Litologia: comprende litotipi diversi e precisamente: nella parte inferiore prevalgono arenarie grossolane, quarzose, accompagnate da calcari marnosi ed arenacei; la parte intermedia è rappresentata da calcari organogeni, di solito madreporici, mentre la parte superiore è costituita da calcari organogeni, spesso madreporici, cui si intercalano livelli argillosi, marnosi ed arenacei. Tra i litotipi considerati, quelli calcarei sono in parte noti anche come "Calcarea di Duban" e quelli clastici più grossolani corrispondono parzialmente alla "Middle Daban Series" (Mac Fayden, 1933).

Variazioni laterali e rapporti verticali: allontanandosi dalla costa, ad Ovest di Bender Beila e di Hordio, la parte superiore della "Serie di Hafun" passa lateralmente a facies conglomeratiche continentali ("Conglomerati Superiori") ed alla "Formazione di Scusciuban". Nel sottosuolo di Obbia e Merca, lo stesso intervallo stratigrafico è rappresentato da marne argillose a Foraminiferi e sabbie glauconitiche ("Formazione di Obbia") alle quali si sovrappongono marne fossilifere e lumachelle calcaree ("Somal Formation"). La "Serie di Hafun" giace in concordanza sulle "formazioni di Karkar e di Gumaio"; è ricoperta dai "Conglomerati Superiori".

Spessore: è molto vario, ma con valori in genere piuttosto bassi che raramente superano il centinaio di metri.

Contenuto paleontologico ed età: sia la macrofauna che la microfauna sono abbondanti (Madreporaria e Foraminiferi bentonici).

Nella parte inferiore sono presenti: Nummulites intermedius, Nummulites vascus, Nummulites incrassatus, Tenuispira, Heterostegina complanata minuta, Operculina complanata zitteli, Lepidocyclina formosoides, Lepidocyclina ehelensis, Lepidocyclina tournoueri; nella parte superiore: Lepidocyclina mira, Lepidocyclina formosoides, Lepidocyclina formosa, Lepidocyclina contorta, Lepidocyclina palustris Ostrea gryphoides. Azzaroli (1958), sulla base dei fossili rinvenuti, ha dato la "Serie di Hafun" dall'Oligocene (Lattorfiano) al Miocene Medio (Burdigaliano inteso nel senso di Langhiano).

Ambiente di sedimentazione: marino infralitorale.

"Serie di Guban"

Area di affioramento: si estende lungo la costa settentrionale, da Berbera al Capo Guardafui; forma lembi isolati e coinvolti nel sistema di faglie del Golfo di Aden.

Litologia: nella zona di Bender Ziade è rappresentata da arenarie e puddinghe quarzose, con lenti di calcare marnoso fossilifero.

Altrove sono presenti calcari a Lepidocyclina, calcari madreporici e marne a Operculinella. La facies di calcari organogeni corrisponde in parte al già citato "Calcare di Duban"; le facies clastiche venivano anche designate come "Middle Daban Series".

Variazioni laterali e rapporti verticali: mostra rapporti di eteropia con la "Formazione di Scusciuban" e con i "Conglomerati Superiori", analoghi a quelli già evidenziati per la serie precedente.

La "Serie di Guban" è trasgressiva su unità eoceniche, mesozoiche e su rocce cristalline del basamento. Il suo tetto è costituito dai "Conglomerati Superiori".

Spessore: variabile, con valori massimi di circa 150 m.

Contenuto paleontologico ed età: le facies clastiche di Bender Ziada contengono una fauna povera e sono state datate, con qualche dubbio, all'Oligocene inferiore.

Le facies calcareo-marnose contengono localmente Lepidocyclina sphynx indicativa dell'Aquitano; si ritiene che la serie in esame si estenda fino al Miocene medio (Serravalliano?).

Ambiente di sedimentazione: marino infralitorale.

"Formazione di Scusciuban"

Area di affioramento: è osservabile nella regione di Barri dove affiora nella depressione del Darror: nella vallata dello "wadi" Dudo; costituisce anche piccoli lembi isolati nella piana di Bender Cassim e ad est di Candala.

Litologia: si tratta di depositi lagunari consistenti in marna, argilla ed arenaria alternati tra loro; si intercalano conglomerati minuti del tutto subordinati e lenti di gesso. Corrisponde in parte alla "Middle Daban Series".

Variazioni laterali e rapporti verticali: l'unità passa eteropicamente alle facies marine della parte superiore delle "Serie di Hafun e di Guban". E' ricoperta dai "Conglomerati Superiori".

Spessore: può raggiungere il centinaio di metri.

Contenuto paleontologico ed età: i fossili sono in genere assenti. Solo in alcune località si rinvenivano banchi ad Ostriche, Limnardiidae e piccoli Gasteropodi. L'unità è stata riferita genericamente al Miocene inferiore e, con dubbio al Miocene medio (Serravalliano).

Ambiente di sedimentazione: lagunare ipoalino.

"Conglomerati Superiori"

Area di affioramento: formano lembi isolati nella Valle di Darror e lungo le coste della regione di Barri.

Litologia: noti anche come "Upper Daban Series", consistono in conglomerati prevalentemente calcarei, molto grossolani, e ciottoli arrotondati, poco cementati; spesso i clastici mostrano sculture di origine eolica ed una tipica patina superficiale (Vernice del deserto).

Variazioni laterali e rapporti verticali: ricoprono le "Serie di Hafun", di "Guban" e la "Formazione di Scusciuban", con le quali sono anche parzialmente eteropici. Sono limitati superiormente da superficie di erosione.

Contenuto paleontologico ed età: l'unità è azoica. E' stata riferita al Miocene medio-superiore e, con dubbio al Pliocene.

Ambiente di sedimentazione: continentale.

Spessore: Mancano dati sicuri, dovrebbe comunque superare i 100 m.

2.4. DEPOSITI QUATERNARI

Occupano in genere le aree costiere ed alcune depressioni all'interno (Valle di Nogal, ecc.). Si tratta di sedimenti alluvionali, dune depositi di spiaggia, nonché di accumuli colluviali ed eluviali che giacciono su unità più antiche, di età molto varia.

3. OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Si ritiene utile esporre alcune osservazioni relativamente allo stato attuale delle conoscenze sulla stratigrafia della Somalia ed, in particolare, ai principali problemi con questa connessi.

- Buona parte delle unità litostratigrafiche non pare definita in modo adeguato, mancando la designazione di una sezione-tipo. Tale procedura dovrebbe essere attuata ogni volta che le condizioni di affioramento lo permettono, in modo da fissare caratteri più tipici delle varie formazioni e poter di conseguenza verificare in maniera più precisa le eventuali variazioni laterali.

- Non sono chiari i rapporti tra la serie giurassica dell'alto Giuba e quella parallela della Valle dello Uebi Scebeli.

Si ha l'impressione che alcuni nomi formazionali siano sinonimi e che vengono applicati, in aree diverse, alla stessa unità litostratigrafica. Il discorso vale in particolare per le coppie "Formazione di Anole"-Formazione di Uarandab" e "Formazione di Garbaharre"-Formazione Selenitosa Principale".

- La successione cretacea della Somalia settentrionale è conosciuta in maniera sommaria; mancano una classificazione litostratigrafica della stessa e datazione precise che permettono di delimitare le lacune probabilmente presenti al suo interno.

- Si ha l'impressione che nella successione terziaria, almeno per la parte alta, esista una certa confusione nomenclaturale. La "serie di Mafun" e di "Guban" sembrano caratterizzate più che altro dalla loro posizione stratigrafica, mentre, dal punto di vista litologico, mostrano notevoli somiglianze; è probabile che identiche unità litostratigrafiche siano distinguibili in entrambe le Serie ed in questo senso andrebbero orientate le ricerche sulla stratigrafia del Cenozoico somalo.

- Il chiarimento dei rapporti tra le facies di superficie e quelle del sottosuolo (passaggio laterale tra la "Formazione Selenitosa Principale" e la "Formazione di Cotton", sviluppo verso est e sud est del "Gruppo di Gumburo", ecc.) richiede l'acquisizione di nuovi dati, possibile in seguito all'esecuzione di nuovi pozzi.

PRELIMINARY REPORT ON THE JURASSIC SEQUENCE IN THE GEDO
AND BAY REGIONS (SOUTHWESTERN SOMALIA)

(A. ANGELUCCI - F. BARBIERI - C.M. MAXAMED - M.C. CARUUSH
- G. PICCOLI)

1. PREFACE

The aim of the geological research, the results of which are here contained, is the improving of the knowledge on the stratigraphic series of Somalia. It is hope of the authors that such studies will continue in the Faculty of Geology of the Somali National University.

The region chosen for the study has many outcrops of Cretaceous and particularly of Jurassic rocks. Several facies etheropies make the local geology of a complex interpretation. Unfortunately the low elevation of the mountain ridges does not allow good observations on the thickness of the geological series. They must be appreciated over long distances and despite the low angle of dip of the layers. Only in few areas better conditions are found in this respect.

The use of the not confidential reports delivered by the oil companies to the Ministry of Mining and Water Resources in Mogadishu has been very useful for our research. They are often accompanied by detailed stratigraphic logs of the drilled wells, paleontological lists and photogeological maps of the concession areas. They have been particularly conclusive for the recognition of the thickness of the geological units.

(*) da: "Quaderni di Geologia della Somalia", Vol. V°, pag.1-26,
Mogadiscio 1981.

We are particularly grateful to the Minister of the Mining and Water Resources, Dr. XUSSEN CABDULOAADIR OAASIN, to the General Director Dr. MAXAMED SAALAX XAAJI XASAN, and especially to Dr. HILLAN CABDALLA FAARAJ, Director of the Mining and Hydrocarbon Section.

Heartly thanks are due to the Dean of the Faculty of Geology Dr. IBRAAHIM XIRSI AADAN, who made possible the researches on the field.

2. PREVIOUS STUDIES

2a. The geological literature

The first geological studies on the Bay and Gedo of Somalia are due to G. STEFANINI for the area extended on the left side of the Juba River. He studied especially the macrofossils (1925-1939) and the age of the rock sequences. His researches were followed by those of R. ZUFFARDI COMERCI (1939), G. D'ERASMO (1932,1960), S. VENZO (1942-1949) A.M. MACCAGNO (1947), and A. VALDUGA (1952).

For the region extended on the right side of the Juba River (formerly called Jubaland) geological and paleontological researches were carried out by J.W. GRAGORY (1896-1925), A.E.D. CURRIE (1925), L.F. SPATH (1925), and J. WEIR (1925,1929).

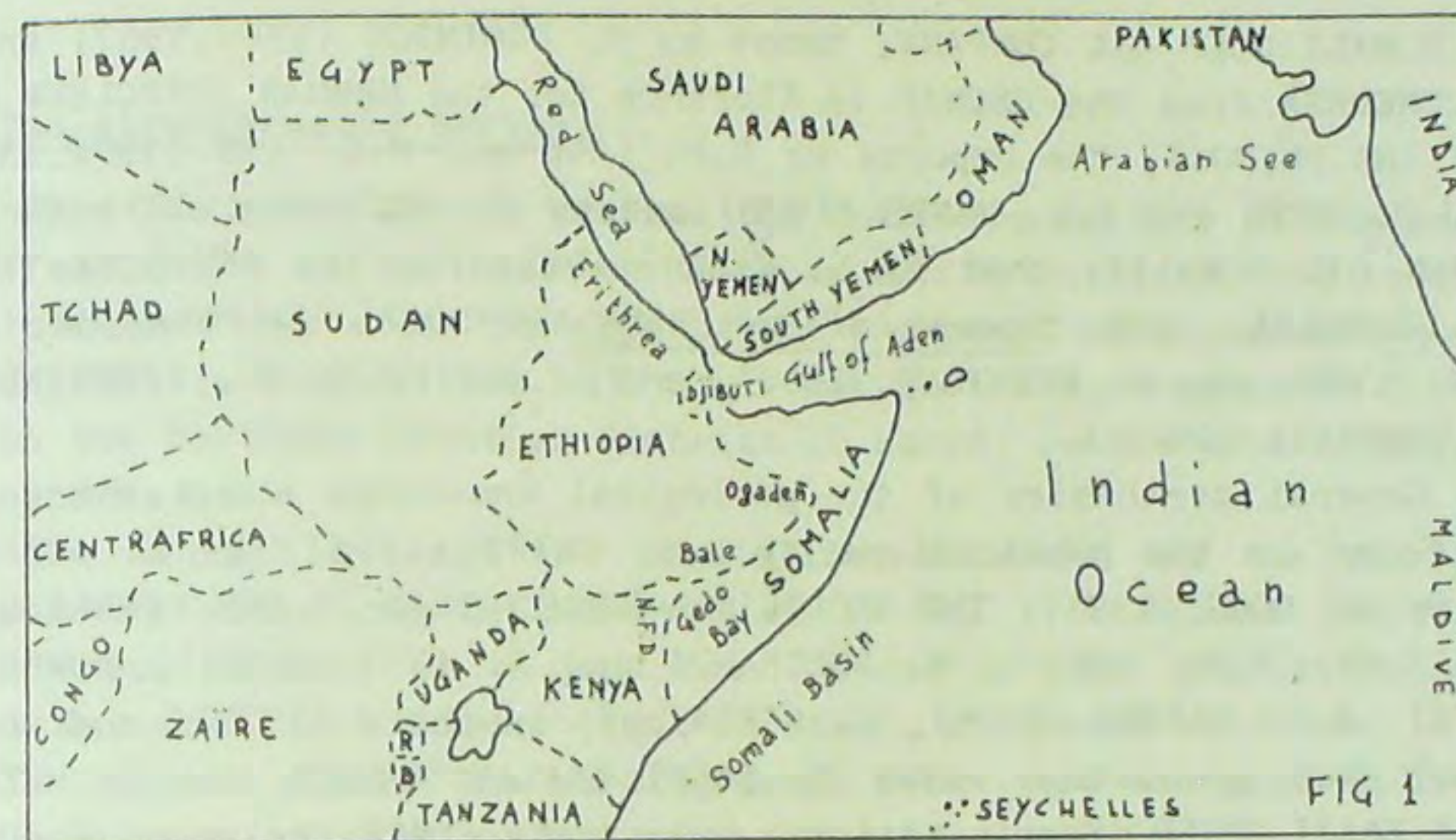
The listed studies led to the recognition of the occurrence of Jurassic and Cretaceous rocks in the region; the determination of the boundary between the two geological periods resulted difficult to be stated and controversial. The deposition of thick beds of evaporites at the boundary itself makes it difficult the solution of this problem. Moreover, the several facies etheropies existing at various levels complicate the geological situation.

The rock formations distinguished up to then were illustrated by G. DAINELLI and G. TAVANI in the International Stratigraphic Lexicon (1956).

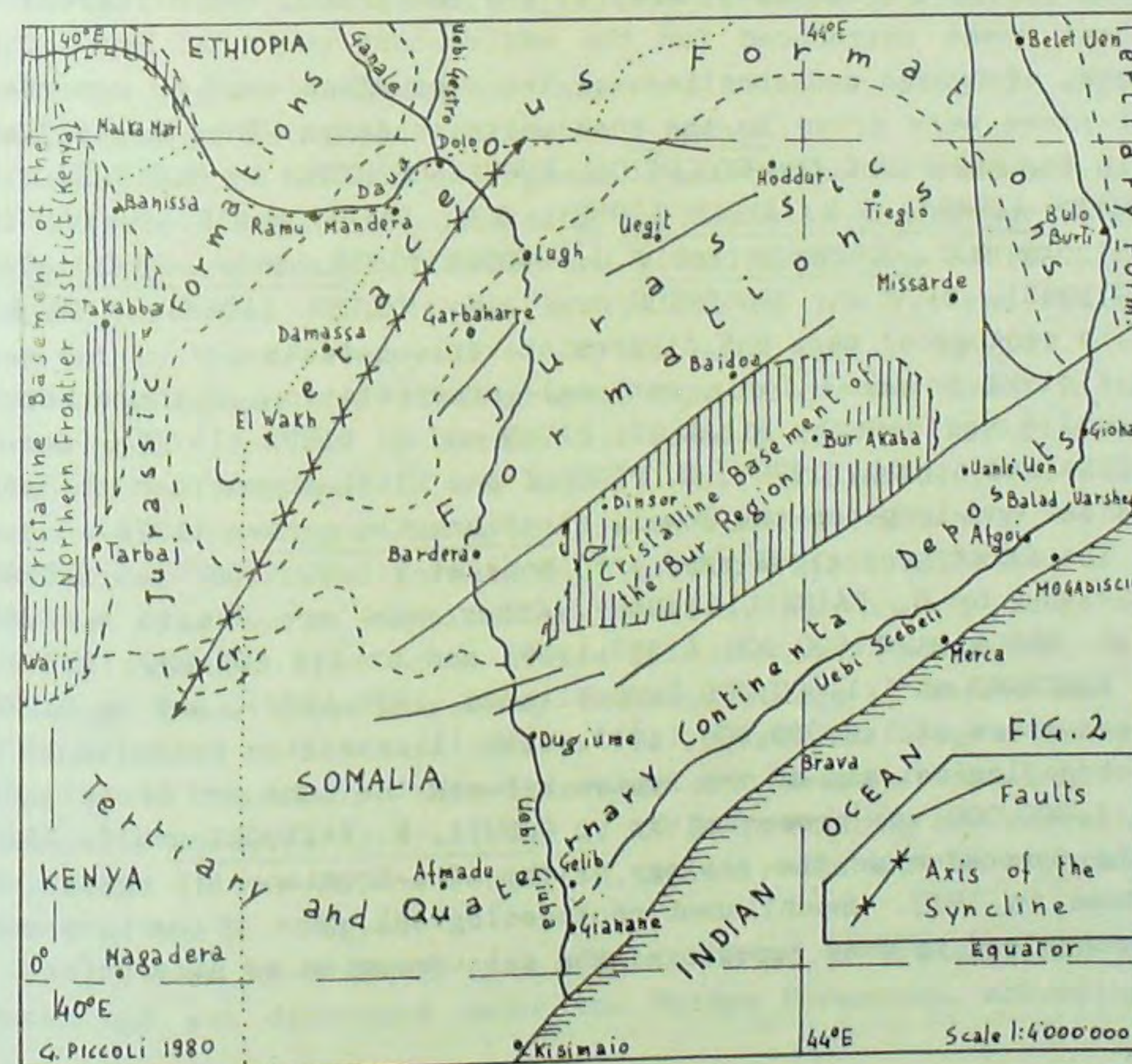
In the Ogaden region, now under Ethiopian rule, A. AZZAROLI and G. MERLA (1959) proposed formational names for the Jurassic sequence. In 1968 and 1970 F. BARBIERI separated on micropaleontological base the Jurassic formations of the Bay region around Baydhabo.

In the meanwhile much impulsion to the micropaleontological, stratigraphic and structural studies, as well as to photogeological analyses, was given by the oil companies. Detailed research was carried out in the El Wakh-Mandera basin, which extends at the two sides of the Somalia-Kenya border.

Among the several reports we must remember especially those by M. BELTRANDI (1965) and by A. CORTESINI and G. GIANNINI (1970) for



TECTONIC SKETCH OF THE INVESTIGATED AND NEIGHBOURING AREAS



the SOMALI GULF OIL COMPANY, those by E. DOMINICO (1966,1967) and by C. COMEDERA from the GEOMAP in Florence for the HAMMAR PETROLEUM COMPANY (HA.PE.CO.), the reports by G.H. LONG and M.L. LEE (1972,1973), by J.D. HAYS and C.S. BANKS (1972) and by J. STEVENS (1973) for the BURMAN OIL SOMALIA, that by L. MARCH (1963) for the DEUTSCHE TEXACO A.G. SOMALIA, some reports of the SINCLAIR SOMAL CORPORATION (a.o. by P. LYONS and A. DENNISON, 1960), and of the CO.NO.DO. (CONTINENTAL OIL COMPANY) SOMALIA.

General syntheses of the geological knowledge about the region are found in the publications by W.O. CLIFT (1965), by A. AZZAROLI and by L. COGG (1971), THE GEOLOGICAL SURVEY TEAM OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA (1972), M. BELTRANDI and A. PYRE (1973), ROMPETROL (1975), S.U. BARNES (1976), G. MERLA and coauthors (1979), and in the unpublished graduation works by CABDI SAALAX XUSEEN and by MAXAMED XASAN XAAJI AXMED (Somali National University, 1978, relators F. CALVINO and HILAAL C.F.). The geographic position and the characteristics of the drilled wells for hydrocarbon research in Somalia, Ethiopia and Kenya are listed in a work by R. BIGNELL (1977).

As far as the facies etheropias are concerned, the different formational names introduced for the sedimentary rocks of Bay and Gedo regions, of Ogaden and sometimes of the subsurface must be remembered. Other names were given to the rock units in Kenya. They are illustrated in the report of the GEOLOGICAL SURVEY OF KENYA by H.G. BUSK (1939) F. DIXEY (1948), F.M. AYERS (1952), B.H. BAKER and E. P. SAGGERSON (1958), by A.O. THOMPSON and R.G. DODSON (1958,1960), by P. JOUBERT (1960,1963), by E.P. SAGGERSON and J.M. MILLER (1963). They all contain geological maps and figures at various scales.

A first proposal for a rational interpretation of the etheropies in Somalia was made by HILAL, G. PAVAN and E. ROBBA (1977); (see also G. MERLA and others, 1979). G. PICCOLI and HILAL summarized the paleontological knowledge on the Somali stratigraphic series (1978).

The first geological maps are those at 1:2.000.000 by G. STEFANINI (1932) and by G. DAINELLI (1943). Other maps are due to A. AZZAROLI and G. MERLA at 1:500.000 (1957-1959) and at 1:4.000.000 (1970), to V.N. KOZERNKO at 1:1.000.000 (unpublished, 1970-1972), and to G. MERLA and coauthors at 1:2.000.000 (1973, with illustration Notes in 1979). A photogeological map of the region between the Juba and Shebeli River at 1:1.000.000 was presented by P. CANUTI, M. FAZZUOLI and P. TACCONI at the Symposium on the geology of the Afro-Arabian rift system, held in Rome in 1979. Unpublished photogeological maps at various scales are contained in many reports of the oil companies as said before.

2b. The stratigraphic series

From the above listed studies the following picture of the geological situation in Southwestern Somalia can be outlined. The sedimentary sequence rests on the crystalline basement, of a gneissic-quartzitic-granitic composition. It crops out in the Bur region in Somalia and in the Northern Frontier District in Kenya, in the area of Moyale, Buna and Wajir.

The contact between the crystalline basement and the overlying sedimentary rocks can be observed at 17 Km. from Baidos (Baydhabo) towards Bur Hakaba, in a road cut. It can be seen also at Matagoi, at 11 Km. from Iach Bravai (Yaaq Baraawe), southwest of Dinsor (Diinsoor). In both places the stratigraphic rocks were assigned to Dogger or Upper Lias. STEFANINI had recorded a Lias age for the limestones near Matagoi, for their paleontological contents. Among the fossils Gervilleia, Megalodon, Lima punctata SOW. and Cytherea astartoides THEVENIN were found. Later on, the lowest geological age ascertained was the Callovian with Ammonites, as for instance Grossouvria anomala LOCZY.

In the region bordering on Kenya and Ethiopia, S. VENZO affirmed the existence of Bathonian rocks with Trigonia.

The situation in the underground resulted to be somewhat different. Liassic limestones containing Orbitopsella praecursor GUEMBEL, Labyrinthina compressa HOTTINGER and Vidalina martana FARINACCI were found in boreholes. This fauna is typical of the Tethyan realm and it was met in the drilled well at Garad (Garad Mare 1) by AGIP.

A lithological and stratigraphic equivalent was found in the Gheferso well, drilled by Burmah Oil Somalia (1974). Rocks of Lower Lias and Trias were met in the Brava 1 well of Sinclair. The related formation is the Adigrat Sandstone; some authors believe it to be an equivalent of the Karroo Formation of Southern Africa. The karroo Formation is made up of continental deposits, particularly sandstones, which are extended from South Africa to Mozambique, Madagascar, Tanzania, Kenya. Other searchers deny the equivalence of Karroo and Adigrat sandstones. In Northern Somalia (to Tigrai) the Adigrat Sandstone extends up to Toarcian; thin interbeds of limestone contain in fact the Ammonite Bouleiceras arabicum. G. PAVIA is studying now coeval ammonitic faunas in the Baidoa Formation, which rests on the crystalline basement in the Bur region.

In El Wakh (Coel Waaq) area a thick series of Triassic and Lower Jurassic age was discovered under the Baidoa Formation. According to

geoseismical research, its thickness was calculated to be over 4000 m. A conglomerate layer was met at the bottom of the Hol 1 drilled well. It was interpreted as an equivalent of the Mansa Guda Conglomerate (of Trias-Lias age), which crops out near Tarbaj in Kenya. It is covered in the Hol 1 well by azoic limestones and evaporitic-dolomitic layers, for over 2300 m. of thickness. On them the rocks of the Baidoa Formation follow upwards.

Severe tectonic movements in Upper Trias and Lower Jurassic are testified by this situation. A deep groove developed near the present border of Somalia and Kenya. It has been soon filled by detrital rocks and later by lime muds and evaporites. This sedimentary basin was long and narrow. It continued in the Lamu Embayment, which opened towards the Indian Ocean.

In Dogger the marine sedimentation extended all over the region. The outcrops if its rocks allow a detailed study of the geological history of the area.

The lower units belong to the Iscia Baidoa (Isha Baydhabo) Formation, which extends upwards to the Oxfordian. The bottom part is represented by conglomerates and sandstones, which are called the Deleb Member. In lateral and position the Uanei (Waneey) Member follows, formed by limestones, marls, shales and sandstones.

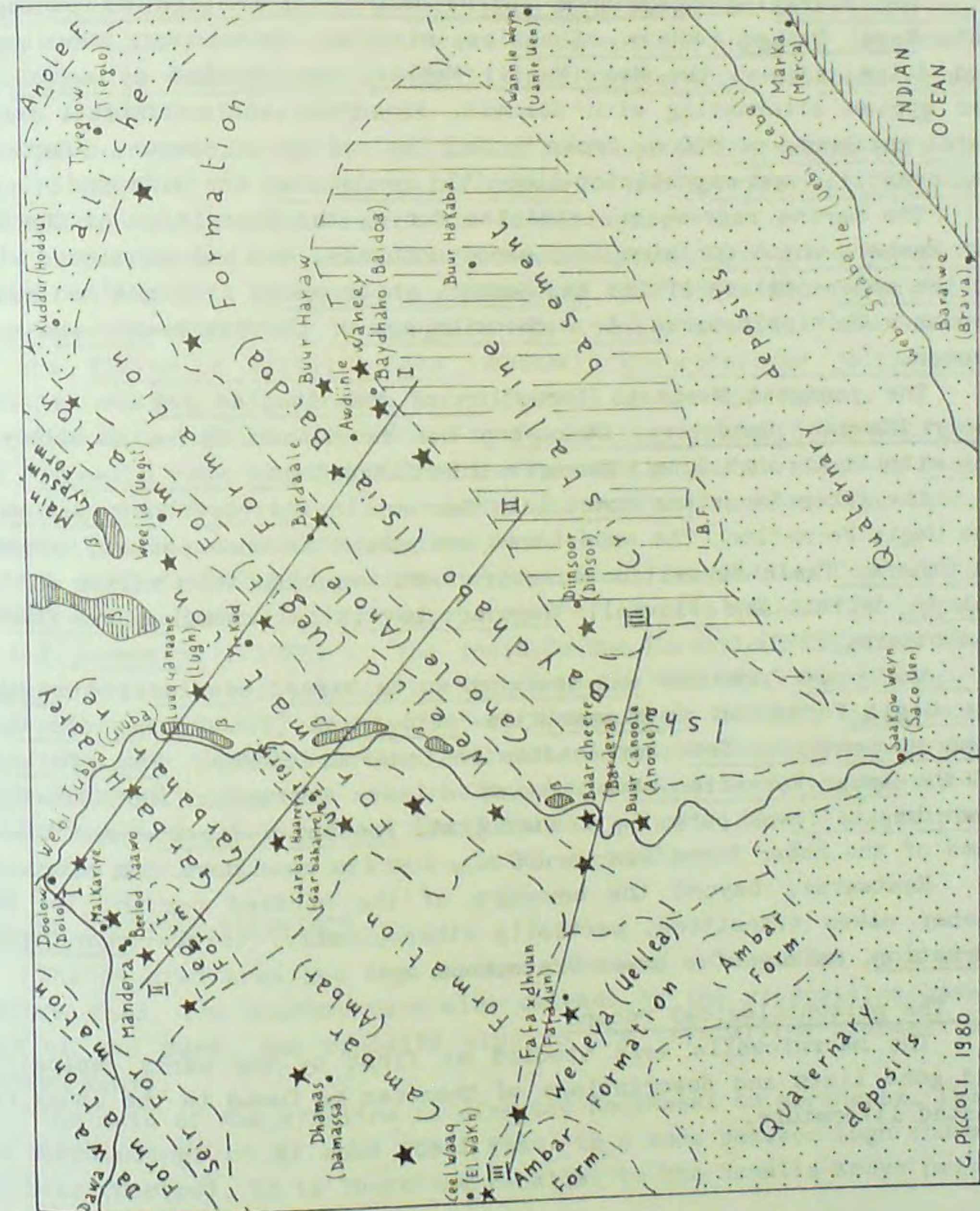
The Baidoa (Baydhabo) Member is formed by micritic limestones, with oölitic layers, and supports the Goloda (Golooda) Member, of crystalline limestones with stylolithes, oölitic levels and coquinas containing Bivalves and Brachiopods.

The maximum thickness in the type sections are of 50 m. for the Deleb Member, 100 m. for the Uanei, 90 m. for the Baidoa and 650 m. for the Goloda Member. It makes a total of almost 900 m. for the Iscia Baidoa Formation.

The sedimentation began in a continental and deltaic environment (Deleb Member), continued in a reducing auxinic and lagoonal environment (sediment rich in pyrite crystals) for the Uanei Member, then became marine littoral, with thin sediments, for the Baidoa Member and lastly took place in the open sea, in a neritic environment, with small coral colonies and algal stomatolithes (Goloda Member).

On the Baidoa Formation, the Anole (Canoole) Formation consists of 500 m. thick marls, shales and sandstones. Its outcrops are very poor. The age of it was stated as Oxfordian-Kimmeridjan, on the base of Ammonites, Belemnites, and Bivalves. Also corals were found, mostly individual. The sedimentation environment was marine, epineritic to mesoneritic. In this time the deepest conditions of the whole sequence

FIG. 3
SKETCH MAP OF
THE INVESTIGATED
AREA
Scale 1:2000000
★ Sampled series
I Section traces



were reached.

On the Anole Formation the Uegit (Weejid) Formation lies. Its thickness is about 350 m.; the rocks are limestones of calcareo-psephitic and calcareo-pelitic type, with oolithic beds and some pisolitic and coquina beds. Recrystallisation and dolomitization phenomena were recognized at the microscope. The depositional environment varied from mesoneritic to littoral.

The overlying Garbaharre (Garbo Haarey) Formation is partaged into Busul Member (400 m. of shales, micritic limestones, sandstones and dolomias) and the Mao (Macaw) Member, represented by anhydrite and gypsum alternating with dolomia, limestone and sandstone, for a total thickness of 300 m. Cross bedded lamination in common. Quartzose and hematitic and magnetitic-limonitic sandstones are diffused.

The marine regression initiated during the deposition of the Busul Member, which contains also sandy coquinas, and was concluded with in the sedimentation of the Mao Member, which shows fine grained sandstones with ripple-marks. A. Purbeckian age of the Mao Member was suggested.

The youngest Mesozoic formation of the studied region is the Ambar (Cambar) Sandstone. It covers the Mao Member, but also alternates with it through long etheropic interfingerings.

the Amber Sandstone comes into contact in its lowermost part with the Uegit Formation. The sandstones are porous in some partes, compact in others. Their depositional environment varied from marine littoral to deltaic and fluvial. They are partially transgressive (MERLA and others, 1979).

the Anole Formation was assigned to an Oxfordian-Kimmeridjan age, the Uegit Formation to Kimmeridjan-Portlandian (Tithonian), the Garbaharre Formation from Portlandian to Lower Cretaceous. The main part of the Ambar Formation should be of a Lower Cretaceous age, reaching down in its lower part the Kimmeridjan. The maximum preserved thickness of the Ambar Formation is 450 m., but its roof does not exist.

Eastwards, beyond the boundary of the studied region, the Mao Member makes transition, partially etheropically, to the Main Gypsum Formation, mainly of a Lower Cretaceous age.

2c. The paleontological record

The macrofossils were studied at first by the early geologists and good lists and descriptions of them can be found in the above reported literature.

As far as the microfossils are concerned, apart of the Foraminifera and Ostracoda described in the literature, some fossils recovered in the drilled wells can be recalled.

In the Middle-Upper Jurassic (Calloviaian, Oxfordian, Kimmeridjan) the following Foraminifera are common: Marsonella oxycona (REUSS), Epistomina parastelligera (HOFKER), Epistomina stelicostata (BIELECKA & POZARYSKI), Epistomina depressa (SAID & BARAKAT), together with Textularia jurassica (GUEMBEL), Guttulina pera (LJIKER), Spirillina kuebleri (MATLJUK). Among the Ostracoda Cytheropteron purum (G. SCHIMDT), Pontocyprilla suprajurassica (OERTLI) and Monoceratica cf. sundancensis (SWAIN & PETERSON) are diffused.

In the Portlandian are particularly frequent Trocholina palastiniensis (HENSON) (= Kurnubia palastiniensis) and Spirillina polygyrata (GUEMBEL), which continued from the Kimmeridjan;

In the Lower Cretaceous, in Barremian-Aptian, Glomospira gordialis (JONES & PARKER), Marssonella subtrochus (BARTENSTEIN), Gevelinella cf. intermedia (BERTH.), Hedbergella washitensis (CARSEY) are common, as are Ticinella multiloculata (MORROW), Conorotalites jaffarensis (SIGAL), and Biglobigerinella barri (BORRI) in the upper part.

The Albian faunas are marked by Planomalina buxtorfi (GANDOLFI), and Ticinella roberti (GANDOLFI); the Cenomanian and Turonian by Praeglobotruncana, Rotalipora and then Globotruncana species. The latter ones are found outside the studies zone.

In 1968 F. BARBIERI recorded from the surface samples Coprolithus cf. salevensis (PAREJAS), Cylyndroporella cf. arabica (ELLIOTT), Clypeina aff. jurassica (FAVRE) in the Ischia Baidoa Formation, together with Nerinea and Itieria; Lenticulina tricarinella (REUSS), Vaginulinopsis cf. pasquetae (BIZON), Epistomina aff. mosquensis (UHLIG), Epistomina parastelligera (HOFKER) in the Anole Formation; Pseudocyclamina jaccardi (SCHRODT), together with the Ammonites Idoceras durangense (BURCKHARDT) and Idoceras rufanum (DACQUE'), Calpionellidae, Ellipsactinia, Ostracoda and Characeae in the Uegit Formation.

2d. The tectonic structure

The studied area and the nearby zones can be regarded as a wide synform fold. Its southwestern side extends to the crystalline basement of the Burs, the opposite side to the crystalline basement of Eastern Kenya.

The axis of the syncline is directed Southwest to Northeast, from the surroundings of El Wakh (Ceel Waaq) to a zone between Lugh (Luuq) and Dolo (Doolow). It is Therefore parallel to the Somalia-Kenya poli-

tical border in its northernmost portion.

The wide fold is affected by minor ones. Axial undulations complicate the structure and so do several faults, mostly with a small throw.

The first fault to be listed should be that putting into contact the sedimentary and crystalline rocks at the northeastern border of the Bur crystalline basement. Its strike is Northeast-Southwest (Bur North Fault or Baidoa Fault).

A parallel fault is likely to exist at the southeastern border of the same Bur crystalline basement (Bur South Fault).

The biggest axial undulation is the axial swelling detected in the zone of El God drilled well; here the Ambar Sanstone reaches its biggest preserved thickness.

The minor folds converge towards this area, as for instance on the western side the El God and respectively Cursi anticlines, striking to North-North-East. On the eastern side the anticlinas of Hol and of Garbaharre and the Tomalo syncline inbetween converge as well to the same zone, striking to North-East.

The main axis of the wide syncline is called Bahallo axis ("bahallo" means "wild beasts"). The axial dipping toward the North of its southern part received the name of Domadare and Fafadun (Fafaxdhuun) arch. The dipping to the South in the northern part was indicated as Tossile transversal anticline (COMEDERA, 1970).

Another North-East swelling follows between Luuq and Doolow and corresponds to the northern side of the transversal anticline.

The main fault run parallel to the axis of the big and flat syncline. Repetition of stratigraphic units is caused in some parts, as around Garba Haarey (Garbaharre).

In the same direction are ranged the eruption centers of the Tertiary and Quaternary volcanic activity (of basaltic type). Remains of flows, with some ashes beds, extend in a wide area from Baardheere (Bardera) to Weejid (Uegit) and Luuq (Lugh) towards the Ethiopian border.

Photogeological analysis of the satellite imagery (LANDSAT) were carried out at the Somali National University by SHUKPI HILOWLE CADDWE (1978) and by XUSSEN CABDULLE JAAMAC (1979) for their graduation research, in Baardhere and Diinsoor areas respectively.

In the first zone, where sedimentary rocks of Jurassic age are prevailing, two system of faults predominate, with a mean direction North 51° East and respectively North 37° West. The first system is often cut and displaced by the other one, with sinistral movement and an offset of 200 to 400 meters. The faults belonging to the second

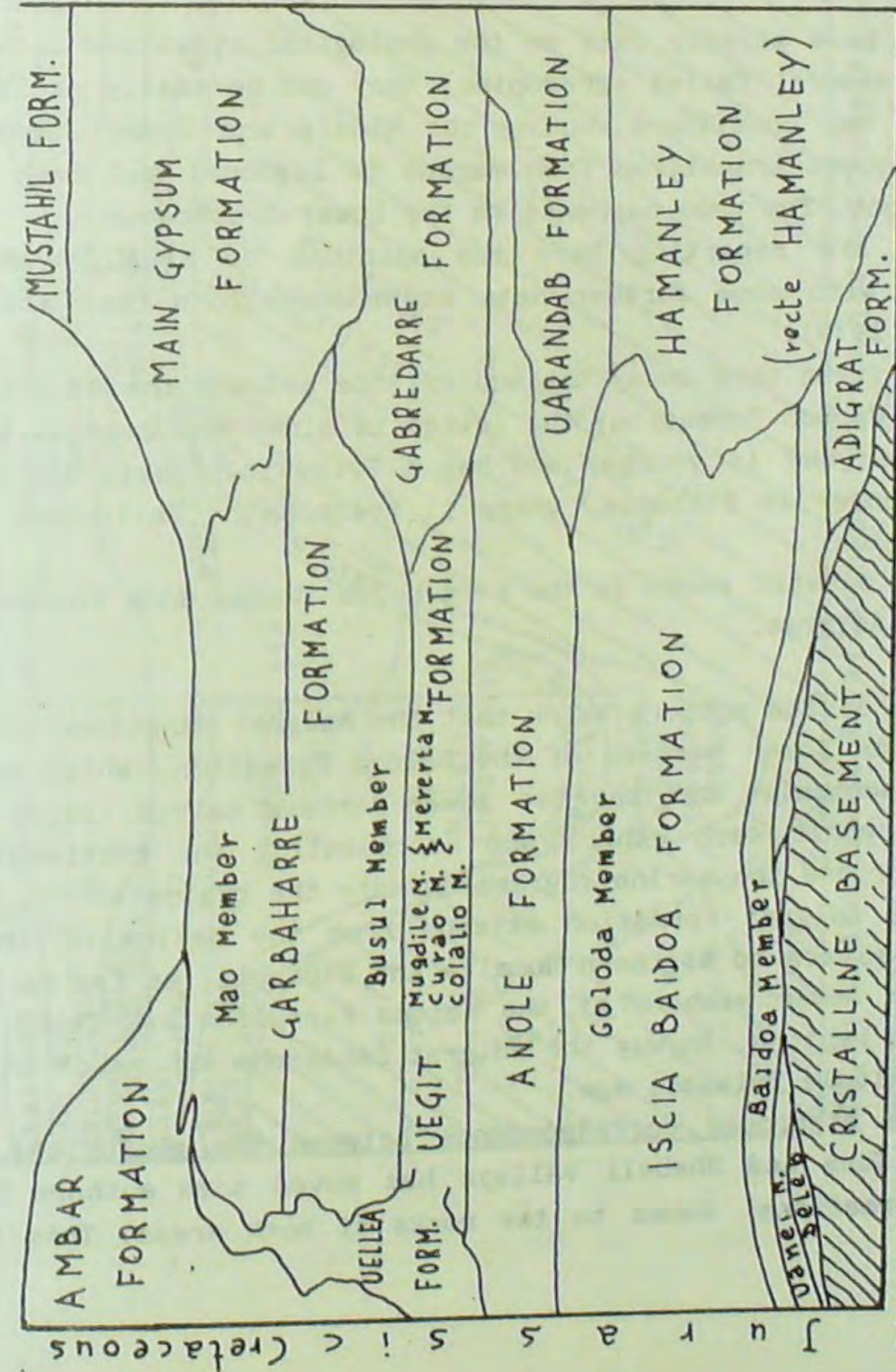


FIG.4 Ethiopian relationships in the Juba and Shebelle valleys (modified from Hilal, Pavan & Robba 1977).

system are sometimes arranged radially within an angle of about 10°. North-South faults are rare.

In the second remembered area, North-East and North-West faults are prevailing. The first ones cut sometimes the other; the opposite situation is much less common. This fact is particularly spread out in the crystalline basement. The displacement is sinistral. The movement must be put into relationship with the opening of the Indian Ocean and the contemporary displacement of India, drifting toward North-North-East (SOMMAVILLA, 1977).

3. THE ETHEROPIES

We have already said as the geological situation is made complex by the several facies etheropies; they can be easily explained by the shallow sea conditions during the Middle and Upper Jurassic and by the frequent transition from marine to lagoonal and even continental conditions. The same happened in the Lower Cretaceous.

We are reporting here the opinions of HILAL, PAVAN and ROBBA (1977), with some further data and observations (see also MERLA and others, 1979).

As first they deny the equivalence between the Adigrat Sandstone and the Uarroo Formation; the latter is older and extends to the Trias the other one is younger and has a Triassic-Liassic age in Somalia, even younger in Ethiopia, where it reaches the Callovian, in the Tigris region.

The clastic rocks in the bore holes (Mansa Guda Formation a.c.o.) are pre-Adigrat.

The listed authors think that the Adigrat Sandstone is contemporary to the lower members of the Baidoa Formation, which are detrital and organogenic. But the two lower members selves (Deleb and Uanei) are etheropic each other, one representing the continental facies, the other one the marine ingression onto the region of the Burs.

The Adigrat Formation extends from the basins of the Juba and Shebelle rivers to Northern Somalia and Ethiopia, as far as Erythrea.

The lower members of the Baidoa Formation are found in the Bay and Gedo regions. Anyway the Adigrat Sandstone can reach in its lowest part a Middle Triassic age.

The etheropic correspondence between the geological formations in the Juba and Shebelle valleys has moved some authors to give the same formational names to the rocks of both areas. This solution is

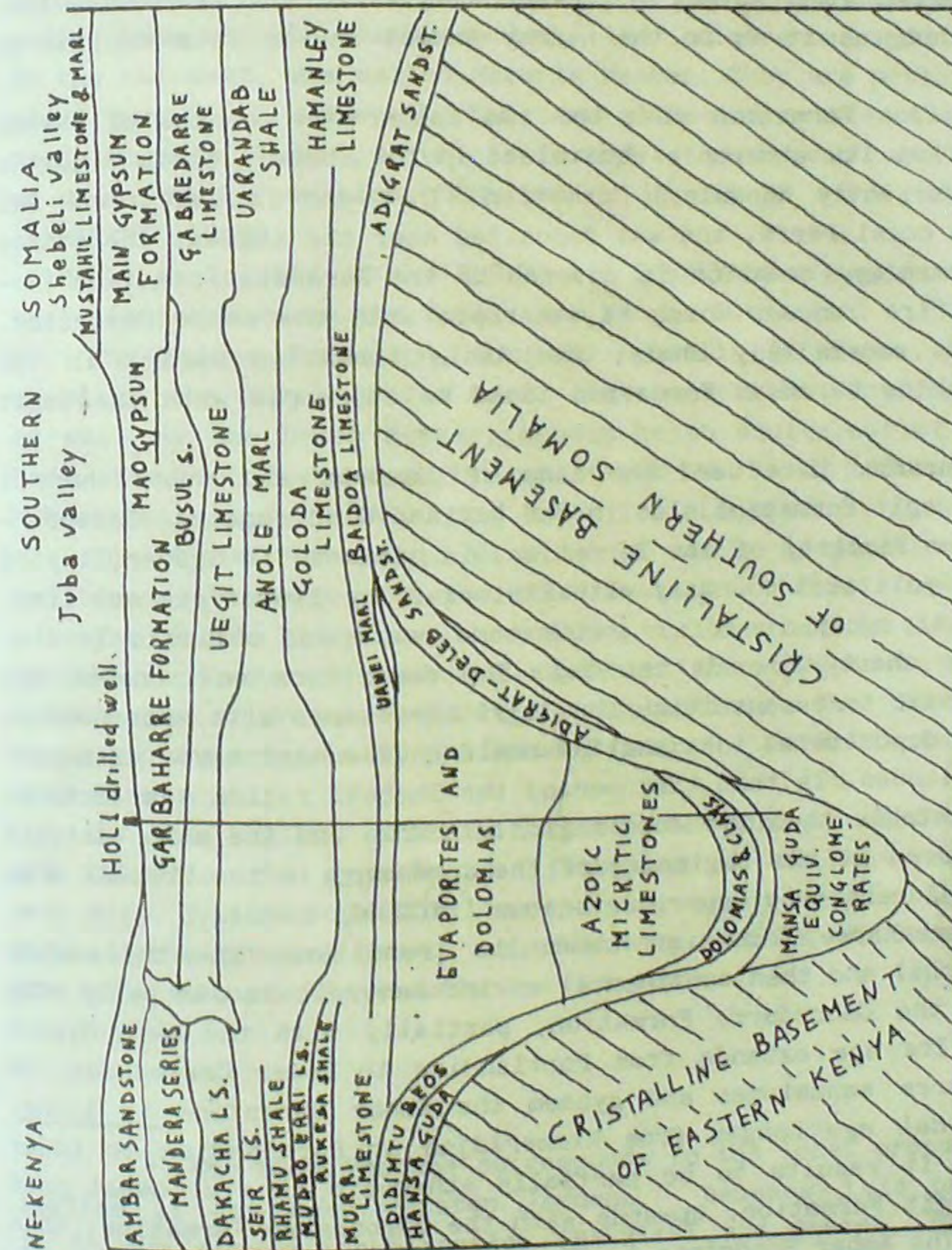


FIG.5 Stratigraphic relationships between the outcropping and buried geological formations of Northeastern Kenya and Southern Somalia (according to Burma Oil Somalia Ltd. Hammar Petroleum Co. Ltd. and Hilal, Pavan & Robba 1977, with new observations).

not always the best. They are indeed separate rock bodies, with pretty different lithological characters, so that they represent different formations according to the lithostratigraphic nomenclature rules. The contained faunas are sometimes different, due to various environmental conditions.

Facies interfingerings are often very clear and allow to recognize the inferred etheropies. In the Gedo region this situation is largely extended, as it is in the nearby Bakool region (its capital is Xuddur).

The Baidoa Formation with the two calcareous members of Baidoa and Goloda has its etheropic equivalent in the Shebeli basin with the Hamanley (correctly Hananley) Formation. This one is calcareous and marly, with coral reefs, and was deposited near the ancient shore line.

The Hamanley Formation is covered by the Uarandab Formation (Warandab = Fire lance), which is etheropic with the Anole Formation. That one is essentially shaly, the Anole Formation marly. In its upmost part the Uarandab Formation could be etheropic with the Uegit Formation.

Some authors have used the name of Gabredarre (Oabridahrre) instead of Uegit Formation also in the Bay and Gedo regions. Gabredarre, the type locality of the formation, is situated in Ogaden, beyond the present political boundary with Ethiopia. The lithotypes are limestones, mainly grey in colour, with some reefs and oölitic levels. They become cherty towards the top. The deposition environment was from epineritic to mesoneritic. The Uegit Limestone, with some coquina levels, was deposited in a shallow shelf environment maybe with some lagoonal episodes. In that time period the Shebeli region was tectonically less stable than the Juba region. In this one the main tectonic events occurred at the beginning of the Jurassic, in the Shebeli area in the late Jurassic to Upper Cretaceous (PICCOLI, 1979).

The Garbaharre Formation marks the transition from the marine to the lagoonal and then continental environment. It is partially etheropic with the Gabredarre Formation, partially with the main Gypsum Formation. Its age extends from Portlandian to Lower Cretaceous. On the Garbaharre sandstones and gypsum the Ambar Sandstone is lying. Its geological age ranges from Kimmeridgian or Portlandian to Lower Cretaceous. It results to be partially etheropic in its lowest part with the Uegit Formation, upwards with the Garbaharre Formation, then covers it. The Ambar Sandstone is the Mesozoic youngest formation existing in the Juba valley in Somalia. In the Shebeli basin, on the contrary, the marine sedimentation started again in Upper Cretaceous

and only towards the end of this period and in Paleogene continental Sandstone will be deposited. They represent the Yesomma Sandstone (*).

A calcareous unit, the Uellea (Welleya) Formation, extended etheropically in the region of El Wack and Fafadur in respect of the Ambar, Anole and Uegit Formations. The Uegit Formation itself was parted into members. The calcareous lower one was called Colalio Member, the marly intermediate Curao Member, the calcareous upper one, which is the thickest, was called Mererta Member. They are partly in succession, partly in etheropy. The same situation occurs for the arenaceous Mugdile Member, which is formed by sandstones similar to those of the Ambar Formation, from which it can be hardly distinguished (BARBIERI, 1968).

The geologists of the BURMAH OIL SOMALY have suggested the following equivalences between the Somali and Kenyan Formation.

The Baidoa Formation, which is overall calcareous, should correspond to the Murri (Malka Mari) Limestone; the Uanei Member of it, as well as the Deleb Member, should be an equivalent of the Didimtu Beds. The Goloda Member is considered to be in etheropy with the Rukesa Shale and the overlying Muddo Erri Limestone.

The Anole Formation, which is of marly composition, is to be considered etheropic with the Rhamu Shale and the Seir Limestone.

The Uegit Limestone corresponds to the Dakacha Limestone; the Garbaharre Formation has its equivalent in the Mandera Series, of arenaceous-calcareous-evaporitic composition. The Mandera Series is partly etheropic with the Ambar Sandstone, as the Garbaharre Formation does.

In the region, extended around the borders of Somalia, Kenya and Ethiopia the gypsiferous lithotypes of the Garbaharre, Mandera and Main Gypsum Formation are joining and can't be distinguished. But at the present time, unfortunately, it is difficult to visit the areas situated beyond the Somal border.

(*) The name Yesomma corresponds to the local pronunciation. In Italian it has been written Jesomma, because j is pronounced as i. In our previous publication (BARBIERI and Others, 1979) we have erroneously used the spelling Gesomma. This writing form must be abandoned, as Prof. G. Merla has kindly suggested to us.

4. NEW GEOLOGICAL OBSERVATIONS

4a. The marine transgression and the stratigraphic series of Lias

The beginning of the marine transgression onto the peneplanized region formed by the crystalline schists in Southern Somalia has been assigned by various authors to different epochs.

The Adigrat Formation was ascribed in doubtful form to Upper Trias or Lower Jurassic, more on the base of analogy with other parts of Africa than for true paleontological reasons. It is formed by lacustrine and palustrine deposits of continental origin and does not represent the record of the advancing sea onto the dry land. Detrital deposits of this type have been reported in the studied region in a zone Northeast of Dinsor.

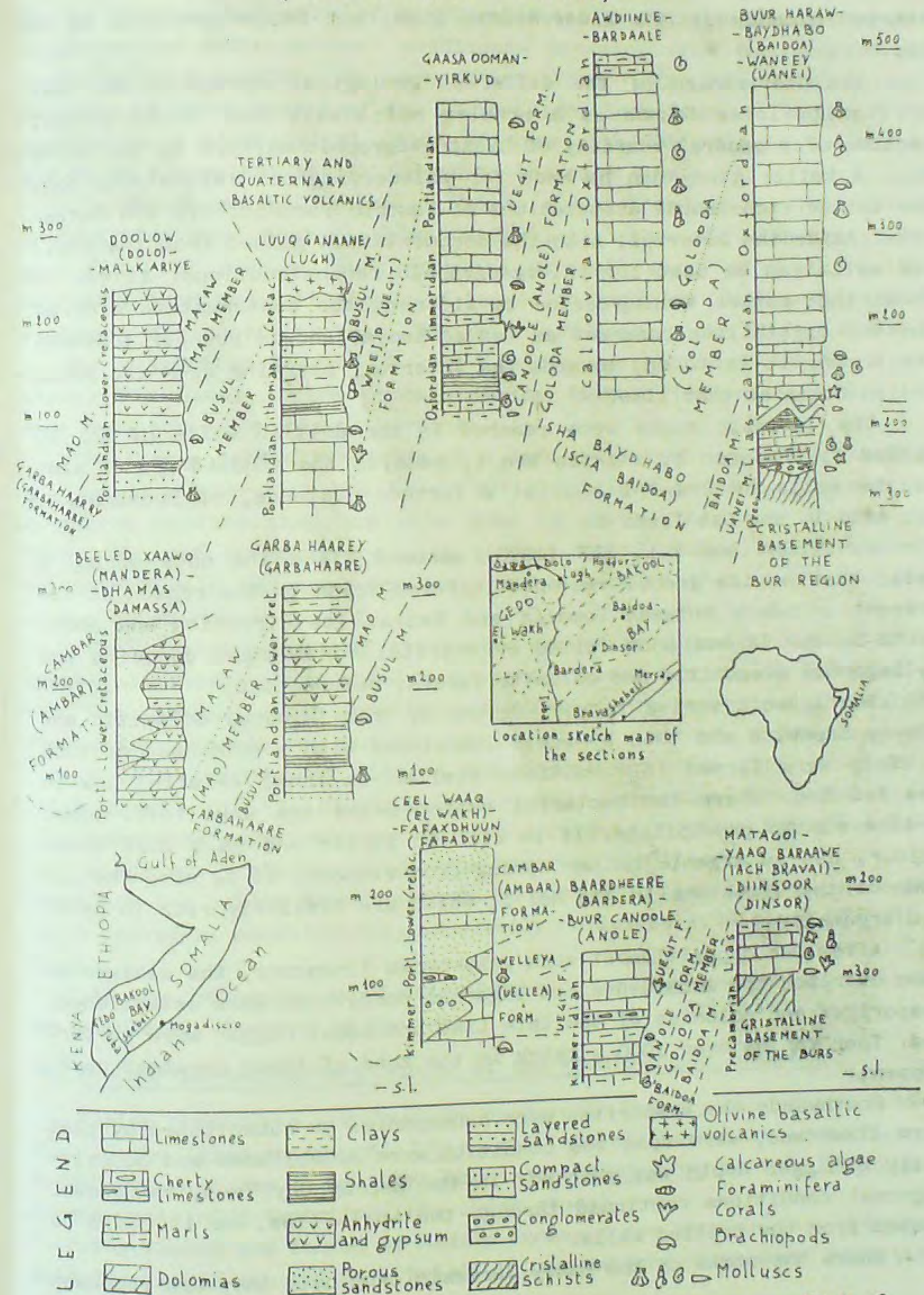
In the SINCLAIR Brava 1 drilled wall K. MADLER of the DEUTSCHE ERDOEL-AKTIENGESSELLSCHAFT (in F. PLUMHOFF's unpublished report, 1977) gives a Middle Triassic age (Keuper) to sandstones and marls found 3500 and 4050 m below the country level. They contain spores and pollens, as Chordasporites, Striatites, Cyclosaccus, Alisporites, Caytonipollenites, trilete forms as Verrucosisporites and monolet forms as Chasmasporites and Aratrisporites. The overlying Liassic sediments are represented by marine limestone with fragmental Gasteropods, Hystrichospaeridae and Dinoflagellatae, then by limnic clays with Callialasporite, Classopollis and Bonnettiales pollens. The boundary between Lias and Dogger was detected at about 3050 m of depth.

The new sampling made during our studies has allowed to confirm a Liassic age for the beginning of the marine transgression in the region of Bay, around Baydhabo (Baidoa). This age had already been suggested by G. STEFANINI in the area of Matagoi through the analysis of the macrofossile, as it has been said in the introductory pages.

A. CALDUCCI (personal communication and publication in print on the microfacies of Somalia) has found Vidalina martana FARINACCI in the basal limestone near Baidoa. This Foraminifera has been recorded from the offshorn AGIP Garad Mara 1 drilled well between 3700 and 3800 m of depth, in a limestone lying on the Adigrat Formation. Now it has been found in outcrops.

The marine ingression had been already assigned to Upper Lias, Toarciano, on the base of Labyrinthina mirabilis WEINSCHENK and Cylyndroporella arabica ELLIOT and to Domerian with Orbitopsella praecursor (HOTTINGER) by B. PRESTAT (1970). F. BARBIERI had previously recorded Cylyndroporella cf. arabica, Clypeina aff. jurassica FAVRE, Coprolitus (Favreina) cg. salevensis PAREJAS and other microfossils. The new finds makes it possible to suppose that the marine ingression

STRATIGRAPHIC SECTIONS OF THE GEDO AND BAY REGIONS (SOUTH-WESTERN SOMALIA)



started already in the Lower-Middle Lias, not better precised up to now.

The distinction of the different geological epochs on the base of fossil flores faunas is a problem not always easy to be solved, because of a general scarcity of biostratigraphic markers in the Jurassic. A better study can be made for paleoecological reconstructions, due to the rich faunal associations of benthic Foraminifera and Ostracoda. Aside the outcrops, also the documentation gained from the drilled wells can be used for paleogeographic reconstructions. It can be shown that marine transgression is older on the southwestern side of the Bur crystalline basement as far as Kenya, and is younger towards the North, it is to say towards the interior, starting from the young Indian Ocean at that time.

The Jurassic rocks were reached in the drilled wells of Hol 1, El God 1, Gheferso 1, and Das Wen 1; outside the studied region also in the wells of Brava 1 and, at a further distance, of Duddumai 1, Bio Addo 1, and Gal Tardo 1.

G.H. LONG and M.L. LEE (1973) assumed, from the data of Hol 1 well, that a wide groove was open in Permo-Trias in the region at the present boundary between Somalia and Kenya. Its direction was about North-South. It was soon filled by detrital continental deposits and by lagoonal evaporitic and solomite layers, before Lias.

The Liassic series is represented by thin lagoonal dolomitic and clayey deposits and then by azoic limestones with a thickness of 1300 m. They were formed in conditions similar to those existing now in the Red Sea, where the bacterial action below the wave level makes a lime mud to precipitate. It is rich in pyrite and has a dark brown colour, due to organic matter coming from without. It is also the colour of the limestone in the Hol 1, which are similarly rich in pyritic crystals.

After the deposition of such gray-brown limestone, the sedimentation overcame the subsidence and lagoonal conditions were established. Evaporites and dolomias of the late Lias and basal Dogger were so formed. They can be over 1000 m thick in the zone of their greatest development.

Southwards the evaporites were accompanied or substituted by platform limestone, where open sea conditions were established and occasionally a bigger depth was reached. In the nearby dry land, in Ogaden, lagoonal conditions continued through the whole Lias, as it could be stated from the drilled wells.

Where the rocks of the Early Jurassic crop out, they are represented

by clastic sediments of continental and transitional environment. Conglomerates and quartzose sandstones deriving from the erosion of the underlying crystalline basement were formed. The related formation name is Deleb Member of the Ischia Baidoa Formation. It can be confused from a lithological point of view with the Adigrat Formation and is an equivalent of it, formed in the same time.

On the Deleb Member shales, marls and thin calcareous layers represent the Uanei Member, which is partially eotropical with the other one. Rocks of such a level crop out in small areas of a wide belt, extending from the surrounding of Baidoa to Saco Uen (Saskow Weyn). The exposures are generally poor. The Deleb and Uanei rocks flank laterally the evaporitic layers of late Liassic age, found in the drilled wells. The Uanei layers contain marine fossils (Ammonites e.o.) in some beds and are a coastal deposit.

On the micritic limestone of a dark gray-brown colour represent the Baidoa Member. At the fresh cut the colour is dark, but on the weathered surface they are pale grey to white. They are layered in thin beds and thick layers with a thin inner lamination; also some oolitic levels occur. Residual clay separates the layers in case of weathered rock.

The overlying part of the Baidoa Member is formed by coarse bioclastic limestone, with Brachiopods and lesser Gastropods and Bivalves. The coquina levels testify conditions of high energy of the water during the deposition, but for the greatest part of the time span a marine calm environment allowed the deposition of a fine lime mud, which gave origin to micritic lithographic limestone. Recrystallization phenomena were observed in thin sections. On paleontological basis the age was stated to range from Domesian to Callovian. Therefore the Baidoa Member extends in time from Lias to lower Malm, as it is proved by macrofossils, especially molluscs, studied by STEFANI-NI.

At the beginning of Middle Jurassic the Bur region of Somalia was completely covered by the sea.

4b. The marine sedimentary series of the Middle-Upper Jurassic

Marine conditions are found everywhere in Dogger in Southern Somalia. In the Aalenian several Trocholina in reef facies are present, as B. PRESTAT has described. The beds with Trocholina rest on Toarcian layers containing Ammonites (now under study).

The flores and faunas of Middle Jurassic are known in the region both from outcrops and bore holes. In Ogaden microfaunas of Bajocian

age were recovered from drilled wells.

In an area of Somalia and Southern Ethiopia S. VENZO studied molluscs of Batholian age. In the Baidoa Limestone benthic Foraminifera, particularly Valvulinidae, were found as well as calcareous algae (Uragiella).

If the marine fossils of the Uanei Member were correctly determined, the age of the member is partially the Middle Jurassic. It results therefore at least partially etheropic with the Baidoa Member. The observations were made over long distances. On the other side no important change in the thickness of the Baidoa Member could be stated.

The sedimentary series of the Middle Jurassic is altogether thin and corresponds to the general marine ingression in the studied region. Circalittoral (or mesoneritic) conditions were reached. High energy conditions can be found rather far away, in Kenya, in the Middle Jurassic rocks of the Mandera District.

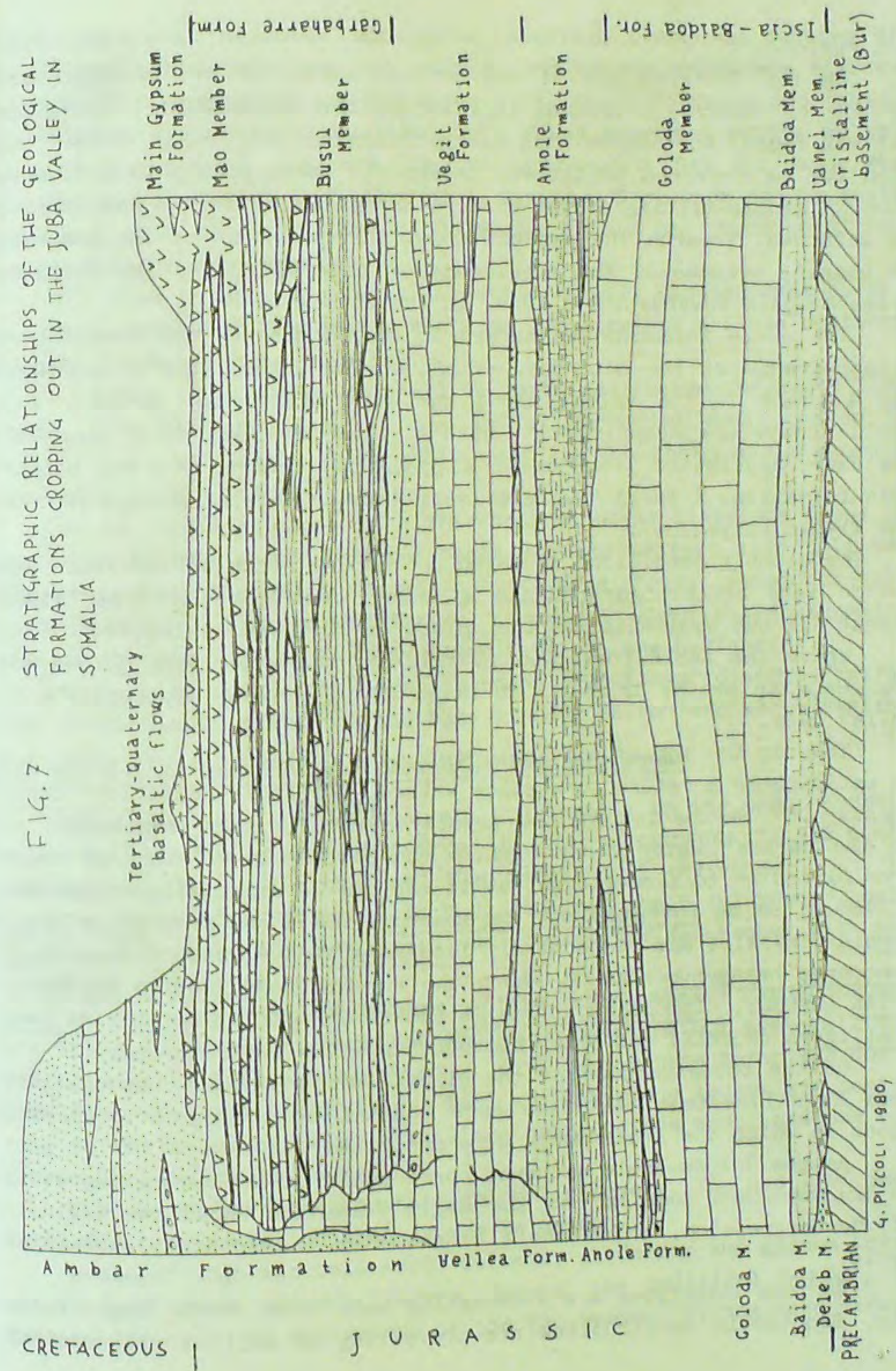
The Murri (Marka Mari) Limestone contains bioclastic levels and coquina with Bivalves. It represents the lower part the Dawa Limestone and attains 600 m of thickness, according to the reports of the Geological Survey of Kenya.

If Lias was a period of severe tectonic movements in Southern Somalia, the Middle Jurassic (Dogger) was on the contrary a period of prevailing stability. The maximum thickness of sedimentation occurred in the Upper Jurassici and it took place in a shallow sea.

The Goloda Member of the Baidoa Formation overlies conformably the Baidoa Member; its age ranges from Callovian to Oxfordian. The commonest rocks are calcirudites and calcarenites with oolitic levels, bioclastic layers and calcareous coquinas. These rocks crop often well out in the Bay, Bakool and Hiiraan regions.

The tracks on this formation's rocks are generally bad, because of the cobbles and pebbles covering the ground or the rock diffused everywhere. Karstic and paleocarstic phenomena are common, particularly around Xuddur and Tiyaglow.

Calcareous algae and coral colonies were found in the upper part of the Goloda Member. In the coquinas Brachiopods are the most abundant fossils, followed by Bivalves and then Gastropods. Fine grained limestone are more frequent in the Goloda Member in the area around Dinsor and Bardera in respect of that around Baidoa and Uegit, where coarse grained limestones are more common. It means that the southwestern area was further from the coast and sedimentation took place below the wave level. The marina ingression had arrived far in the Oga



den region.

In the Gheferso and El God drilled wells, at the northern side of the Bur Uplift, a gradual increase of thickness of the Goloda Member was found. Northwards high energy limestone are known. This situation can be referred to tectonic movements contemporary to sedimentation. A gentle tilting of the zone, with uplifting of the sea side, can be inferred. Towards the ancient coast the thickness of the sediments is bigger, because of the subsidence of this side. The thickness decreases again towards the inland, in the Hol well.

The Anole Formation is marked in the country by the almost total disappearance of the outcrops, except in few areas. Good observations can be done in the valley along the Juba River near Bardera. Here marls clays are cropping out, with siltstone and sandstone levels and few dark bioclastic limestones. A grey-pink soil covers the area of this formation. A large "caliche" belt extends between Hoddur (Xuddur) and Tieglo (Tiyeglow).

The deposit conditions in which the marine rocks of the Anole Formation were sedimented indicate a deeper sea than in former times. Almost all the sedimentation took place below the wave level.

Where the Anole Formation is thicker, the underlying Goloda Member seems to become thinner, at least as it can be inferred from the wells' data.

Towards the top of the Anole Marl some bioclastic level with coquina anticipates a return to shallow waters. The Anole Formation corresponds to the period of the greater marine Jurassic ingression and to the deepest water conditions in the studies area. Its age ranges from Oxfordian to Kimmeridgian, as it was stated especially on the base of Ammonites as Euaspidoceras perarmatum (SOW.) and Procerites anolensis STEFANINI and respectively Idoceras rufanum (DACQUE') and Paracenoceras hexagonum (SOW.). Among the Foraminifera Lenticulina tricarella (REUSS), Glomospira gordialis (JONES & PARKER), Epistomina parastelligera (HOFKER) and other benthonic species are recorded.

On the opposite side of the El Wakh-Mandera basin the fossiliferous Seir Limestone testifies more coastal conditions in respect to those in which the Anole marls were deposited.

As the Goloda-Anole sequence corresponds to the marine ingression in Southwestern Somalia, so the Uegit Formation shows the beginning of the regression, which shall close later the Jurassic sedimentary cycle.

Various lithotypes are alternating each other in the Uegit Formation. Bioclastic calcirudites are prevailing as well as calcarenites.

Intraformational breccias containing micritic limestone pebbles are found. Oolitic levels are not seldom, whilst the marls are scarcely represented, especially in the upper part. Coral colonies and individual corals (genus Montlivualtia) were found near the bottom as well as near the top of sequence. In the upper part they are associated with calcareous algae and pisolithic layers. Some beds can be easily confused with those of the Goloda Member. Also the trachiconditions are similar or even worse.

The area in which the Uegit Formation is well exposed extends from the surroundings of Bardera to the type locality and follows eastwards towards the Uebi Shebeli valley.

The basin of Bardera dam shall be contained inside the Uegit limestone. Also the shoulders of the dam at Markablei shall lay on the Uegit rocks, while the base shall rest on the Anole marls and Juba alluvion.

Due to tectonic reasons, a thin belt of Uegit limestone crops out East Garbaharre, where a NE-SW fault has its western side uplifter. Another area of the Uegit Formation containing cherty limestones extends between Beeled Xaawo and Bhamas (Damassa), where the northeastern side of the big Lugh-El Wakh syncline comes to the surface.

The age of the Uegit Formation spans from Kimmeridgian to Portlandian (Tithonian), stated on the base of both macro- and microfossils.

4c. The end of the Jurassic marine sedimentary cycle

The Garbaharre Formation rests conformably on the Uegit Formation, with a gradual transition from it. It corresponds to the evolution from marine to lagoonal and then continental environment.

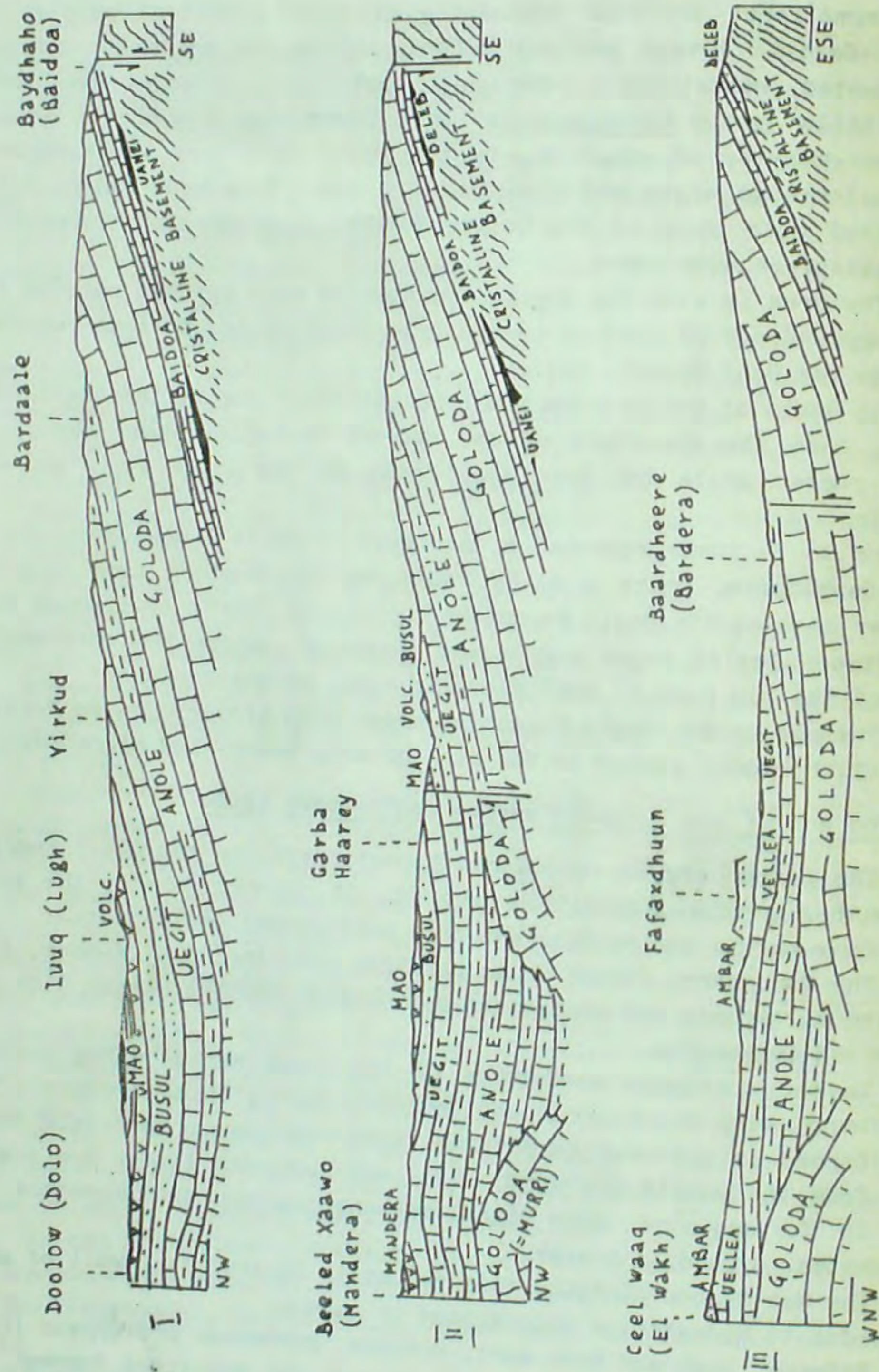
The Garbaharre Formation is parted into the Busul Member, mainly with siltstones and sandstones and upwards the Mao Member with sandstones and evaporites.

In the quartzose sandstones of the Busul Member sandy coquinas are found, with Brachiopoda and Molluscs (among which oysters). They were formed in littoral conditions, with terrigenous materials coming down from the nearly dry land. Marl and limestone lenses are scattered in the sequence, also with limestone coquinas and limestone conglomerates. Gypsum is scarce.

The Mao Member contains thin dolomitic layers. The swall of anhydrite due to hydration into gypsum is common.

Between Lugh and Dolo marl, dolomia, sandstone and gypsum intercalate each other in thin layers. Beyond the political border, the Mandera Series in an equivalent of the Mao Member. It has been refer-

GEOLOGIC CROSS SECTIONS IN THE GEDO AND BAY REGIONS OF SOMALIA



Vertical Scale 1:50000 - Horizontal Scale 1:500000
G. PICCOLI 1980

FIG. 8

red to Upper Jurassic.

The sedimentation environment of the Garbaharre Formation corresponds to the end of the Jurassic marine sedimentary cycle. In its lower part it results of a Portalndian age, in its upper part of a Lower Cretaceous age.

On the Mai Member of the Garbaharre Formation the Ambar Sandstone rests. The sandstones are marine in their lower part and then continental. In its lower part the Amba Formation stays by the Mao Gypsum, then it covers the gypsum. The rock is a quartzose-micaceous sandstone with magnetic and hematitico-limonitic levels, of a black-brown and dark red colour.

Long interfingerings with the Mao gypsum are found. Cross lamination of the deltaic and fluvial environment can be easily seen around Mandera and El Wakh. In some basal level thin *Pectinidae* shells are recorded.

In its lowermost part the Ambar Sandstone stays side by side with the Uegit Limestone, with unconformable relationship.

A long calcareous tongue extends from Fafadun towards El Wakh. It supports the sandstone, but is also partially etheropic with them. The limestone is white micritic, with calcarenitic levels, layered in thick beds. It makes transition to the Uegit Limestone. Earlier ascribed to this formation, it was later named Uellea (Welleya) Formation. In its lowermost part it is etheropic with the Anole Marl, near Saco Uen.

The age of transition from marine to continental deposits is different in the various parts of the studied area, as far as it can be judged from the stratigraphic relationships between the formations. It can range from Upper Jurassic to Lower Cretaceous. It is earlier northwards, while in the southern part the Uellea limestone continued to be deposited.

Basal regressive conglomerates of the Ambar Sandstone, recorded in the literature, were not found by us. Conglomeratic levels can be seen in all the lower part of the sandstone sequence, as well as thin layers of cherty limestones.

The thickness of the Cretaceous sandstones should have been originally bigger than now. It reaches its greatest value (about 450 m) in the center of the El Wakh-Mandera syncline.

Outside the zone, on the rocky formations a thin cover of Recent surface deposits extends. It covers southwards a Tertiary continental deposit, known from drilled wells.

Of a Tertiary and Quaternary age are also olivine basaltic flows

and tuffs, extending in the Juba valley North of Bardera and widening northwards, beyond the political border of Somalia.

5. CONCLUSION

The stratigraphic series in the Bay and Gedo regions of Southwestern Somalia and in the nearby parts of Kenya and Ethiopia corresponds to a complete marine sedimentary cycle, from the beginning to the end of the Jurassic period.

Continental deposits of a Cretaceous and tertiary age and few volcanics of a Tertiary-Quaternary age follow.

The marine ingressions began in Lias in a deep groove extending near the present border of Somalia and Kenya.

Later on, the transgression extended all over Southern Somalia, reaching as far as the regions of Bale and Ogaden in the Middle Jurassic.

With the Upper Jurassic the regression towards the present day coast of the Indian Ocean took place.

The sedimentary sequence indicates sea conditions from littoral to mesoneritic, at the moment of maximum deepening with a later return to coastal sedimentation and then to lagoonal and terrestrial environment.

The dry land was always situated at the Northwest.

The thickness of the stratigraphic series varies from place to place, reaching a maximum total value of 2500 meters of marine and transition sediments. The variations of thickness indicate tectonic movements contemporary to sedimentation. Under the outcropping stratigraphic series 4000 meters of terrestrial and coastal sediments were detected underground and partially reached in drilled wells. They are of a Triassic and Liassic age and are confined to the groove mentioned above.

The present tectonic structure can be outlined as a wide and flat syncline extending between the crystalline basement of the Bur region in Somalia and that of the Northern Frontier District in Kenya. The axis of the fold oriented NE-SW.

A subject for future research could be the equivalences between the Jurassic sequence in the Juba valley and in the Shebelle valley, Ogaden included. The sedimentary environment was partially different, due to the tectonic history of the area.

The studied sequence represents the oldest part of the Somali stratigraphic series in the southern part of the country.

ESTIMATED CONDITIONS OF SEDIMENTATION IN THE CENTRAL PART OF THE STUDIED AREA

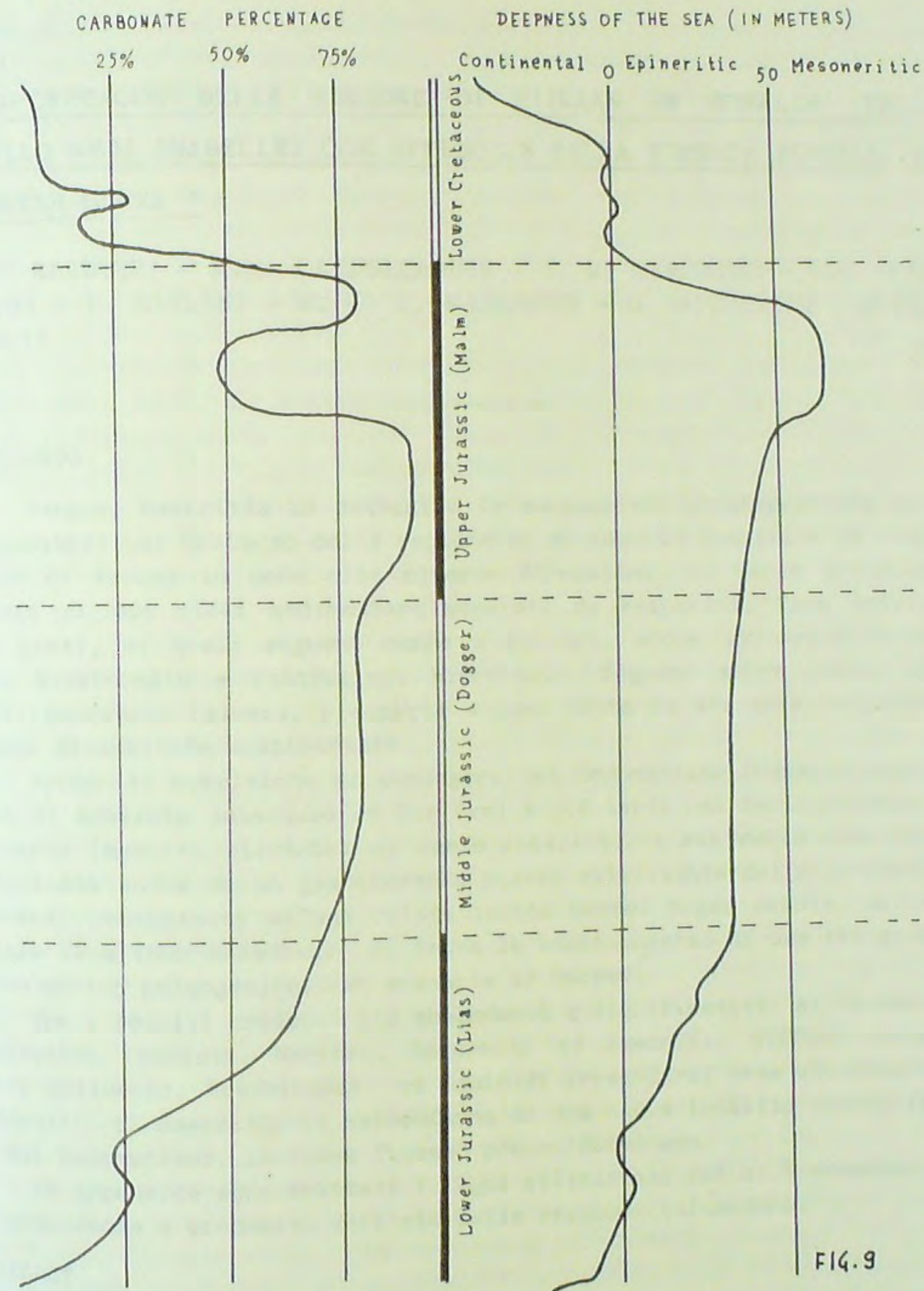


FIG. 9

IL CRETACEO DELLA REGIONE DI HIIRAN IN SOMALIA (VALLE
DELLO WEBI SHABELLE) CON APPENDICE SULLA FORESTA FOSSILE DI
SHEEKH GUURE *

(F. BARBIERI - M.M. CABDULQAADIR - I. DI GERONIMO - C.C. FAA
DUMA - P. GIULINI - M. C. C. MAXAMUUD - G. MICHELINI - G. PIC
COLI)

RIASSUNTO

Vengono descritte in dettaglio le successioni stratigrafiche ri-
conoscibili nel Cretaceo della regione di Hiiraan in Somalia e le etero-
pie di facies in seno alle diverse formazioni. La serie cretacea
consta di due cicli sedimentari separati da evaporiti. Essa inizia
con gessi, ai quali seguono marne e calcari, anche con depositi di
tipo biostromale e costruzioni biohermali. Seguono altri gessi, ai
quali succedono calcari, ricoperti a loro volta da arenarie in parte
almeno di ambiente continentale.

Vulcaniti basaltiche si espansero nel Cenomaniano (basalti augi-
tici di ambiente subacqueo di Bur Uen) e più tardi nel Terziario-Quar-
ternario (basalti olivini di varie località). L'età delle eruzioni
è indicata anche da un giacimento a piante silicizzate del Plio-Plei-
stocene, sottostante ad una colata lavica presso Bugda Akable. Nella
stessa zona (Bur Makadhuuf) si trova la testimonianza di una trasgres-
sione marina paleogenica, con arenarie ad Ostree.

Tra i fossili cretacei più abbondanti e significativi si trovano
Orbitoline, Rudiste, Nerinee, Belemniti ed Ammoniti; diffusi anche
altri Molluschi, Brachiopodi ed Echinidi irregolari; meno abbondanti
i Coralli. E' descritta la malacofauna di una nuova località fossilife-
ra del Cenomaniano, la "Cava Cinese" presso Belet Uen.

In appendice sono trattati i legni silicizzati cui si è accennato
in precedenza a proposito dell'età delle eruzioni vulcaniche.

ABSTRACT

The stratigraphic sequences of Cretaceous age in the Hiiraan re-
gion (Somalia) are described in details. Various facies heteropies
were recognized inside the Cretaceous formations. Two sedimentary cy-

(*) da: "Memorie di Scienze Geologiche", Vol. XXXII, Padova 1979.

cles can be outlined: the first one initiates with gypsum, to which marls and limestones (partially of biostromal and biohermal type) follow; after another evaporitic level other limestones were deposited, on which rest sandstones, at least partially of continental origin.

Vulcanites were extruded in the Cenomanian age (augitic basalts at Bur Uen, expanded in a subaqueous environment) and in the Tertiary-Quaternary time. The age of the young eruptions is given by silicized plants underlying some lava flow near Bugda Akable. In the same area, at Bur Makadhuuf, a Paleogene marine ingression is testified by sandstones with oysters.

Among the most abundant Cretaceous fossils Orbitolines, Rudistes, Nerineae, Belemnites and Ammonites can be remembered; also other Molluscs, Brachiopods and Irregular Echinoids are common; the Corals are pretty seldom. The fauna of Molluscs from the "Chinese Quarry" near Belet Uen is listed as a new fossiliferous locality.

As appendix the silicified woods, recalled before, are considered.

1. PREMESSA

La presente nota ha preso lo spunto da un gruppo di tesi di laurea svolte presso l'Università Nazionale della Somalia (Cabdulqaadir M.M. e Faaduma C.C., sotto la guida di I. Di Geronimo e di G. Piccoli, l'Università di Parma (Maxamuud C.C., sotto la guida di F. Barbieri e G. Piccoli) e l'Università di Padova (G. Michelini sotto la guida di P. Giulini e G. Piccoli), aventi per oggetto il Cretaceo della regione di Hiiraan nella valle dello Uebi Scebeli (Webi Shabelle nella grafia somala = fiume dei leopardi) e la foresta fossile plio-pleistocenica di un giacimento fossilifero che poggia sulle assise cretacee nella stessa regione; lo studio paleobotanico si deve a G. Michelini e Faaduma C.C., la quale ultima ha anche studiato i macrofossili, mentre Maxamuud C.C. ha studiato la stratigrafia con i microfossili e Cabdulqaadir M.M. i rapporti stratigrafici fra le diverse formazioni e le serie significative; tutte le ricerche sono state svolte con la supervisione dei rispettivi relatori, sia in campagna che in laboratorio; la stesura del testo attuale è di G. Piccoli, sulla base degli scritti già redatti per le tesi di laurea.

Gli studi precedenti di paleontologia e di stratigrafia si devono soprattutto a C. Stefanini e G. Tavani, mentre una serie di ricerche inedite di micropaleontologia e di stratigrafia furono svolte dalle compagnie petrolifere operanti in Somalia, che depositarono i rapporti conclusivi presso il Ministero delle Risorse Minerarie e Idriche

in Mogadiscio. Dobbiamo alla cortesia e alla collaborazione del Dr. Hilal Cabdallah Faraj la possibilità di consultazione di quelli fra essi che non erano riservati. Le escursioni sul terreno si svolsero negli anni 1974-1978, a più riprese; ad esse ed alle relative osservazioni parteciparono anche i Proff. Giulio Piva ed Elio Sommariva. Le difficoltà maggiori furono di ordine logistico e climatico, per cui non sempre si è riusciti a raggiungere gli obiettivi prefissi con i rilevamenti, che nelle ultime fasi poterono basarsi sulla recente carta topografica della Somalia alla scala 1 : 100.000, almeno per una parte dell'area delle osservazioni.

Dobbiamo un sentito ringraziamento al Ministro dell'Istruzione Superiore, Dr. Axmed Ashkir Botan, già Presidente dell'Università Nazionale Somala, all'attuale Presidente, ai Vicepresidenti e all'allora Preside della Facoltà di Geologia, Dr. Cumar Shiire Yuusuf, ai quali si deve la possibilità del successo degli studi; un grazie anche al Dr. Francesco Bacos e al Prof. Ibrahim Hersi Aden, attuale Preside, per la partecipazione scientifica ai sopralluoghi, assieme al Dr. Hilal C.F., già ricordato in precedenza.

Un contributo del Ministero della Pubblica Istruzione italiano permise di affrontare una parte delle spese degli studi in Italia. Il Prof. Gb. Dal Piaz accolse il lavoro nelle Memorie di Scienze Geologiche e lo ringraziamo per la sua cortesia.

2. LA SERIE STRATIGRAFICA CRETACEA DELLA SOMALIA CENTRO-MERIDIONALE

La formazione stratigraficamente più bassa attribuita da tutti gli Autori al Cretaceo è la "Formazione Selenitosa Principale" (in inglese Main Gypsum Formation). Essa appare parzialmente eteropica con la Formazione di Gabredarre (in somalo Qadridaharre), costituita da calcari selciferi di età in gran parte giurassica; un'altra probabile eteropia riguarda la "Formazione di Garbaharre" (Gaarba Haarey), di età cretacea, rappresentata da calcari ed arenarie con dolomie e gessi. I contatti con la "Formazione di Gabredarre" sono incerti e l'eteropia con la "Formazione Selenitosa" si può affermare con maggior probabilità per la parte più alta dei due complessi rocciosi.

Lo spessore dei gessi che costituiscono la "Formazione Selenitosa Principale" si aggira sui 500 metri nella parte settentrionale dell'area considerata e diminuisce verso Sud, dove la formazione si annulla per essere sostituita eteropicamente dai calcari selciferi. Gli affioramenti sono scarsi e un suolo eluviale soffice e poroso caratterizza l'area pianeggiante in cui si estende la formazione in parola. La sua età è dedotta dai rapporti stratigrafici con i calcari fossiliferi

di altre formazioni e dal contenuto paleontologico, scarso e per lo più non significativo, di alcune sottili intercalazioni calcareo-dolomitiche, meno rare nella parte superiore del complesso evaporitico. La datazione geologica è controversa: la parte inferiore è stata assegnata per molto tempo al Malm, ma recenti scoperte di microfossili nei livelletti calcarei più bassi, con Pianella dinarica (Radoičić), Salpingoporella aff. muhlbergi Lorenz, Choffatella decipiens Schlumb. e Palorbitolina lenticularis (Blumenb.) fanno attribuire all'Aptiano la maggior parte della formazione (Prestat, 1970). Nel calcari selciferi più alti della "Formazione di Gabredarre" sono stati rinvenuti Choffatella decipiens Schl. e Pseudocyclamina aff. hedbergi Maync, dell'Aptiano-Albiano inferiore, che confermano su base biostratigrafica l'eteropia ventilata già in vista dei rapporti reciproci fra i due complessi rocciosi. Rimane la possibile età kimmeridgiana (Tavani) di una calcarenite con impronte di piccoli molluschi, intercalata nella parte più bassa della "Formazione Selenitosa Principale" (e già attribuita al Portlandiano).

La soprastante "Formazione di Mustaxiil" (Mustahil nella pronuncia italiana), essenzialmente calcareo-marnosa, è riccamente fossilifera ed è in buona parte organogena, anche con bioherme e biostrome a Coralli e rispettivamente a Rudiste, mentre fra i microfossili più diffusi si annoverano le orbitoline; non sono rare le ammoniti e le belemniti. Buoni affioramenti si trovano sulla destra idrografica dello Uebi Scebeli. Il contatto con la sottostante "Formazione Selenitosa Principale" non è facile da osservare e può vedersi nelle dorsali estese a Nord-Ovest di Belet Uen, nella zona di Far Libaax (leggi Libah). La base delle dorsali è formata da gesso, ma il contatto con le marne fossilifere soprastanti è mascherato da detrito di disfacimento dei livelli superiori. Anche nella zona di Shekh Gure presso Bugda Aqable, dove i gessi di Hog Jinni rappresentano con ogni probabilità la parte alta della "Formazione Selenitosa", non hanno dato esito sicuro di tentativi di osservare il contatto diretto con la "Formazione di Mustahil".

Le marne che costituiscono la parte inferiore della "Formazione di Mustahil" presentano una cinquantina di metri di spessore nella zona settentrionale, ad ovest di Belet Uen, come ad esempio presso Far Libah. A 11 km da questo villaggio, verso Belet Uen, alle marne si intercala un livello di calcare a grana fine contenente ammoniti, fra le quali sono state determinate Chelonicerus rude Tavani e Parahoplites cf. weissi Neumayer e Uhlig, dell'Aptiano. Sempre ad Ovest di Belet Uen, a circa 15 km dalla città, le marne inferiori sono sormontate da un banco calcareo biostromale, potente 20-25 m. Alla base del banco

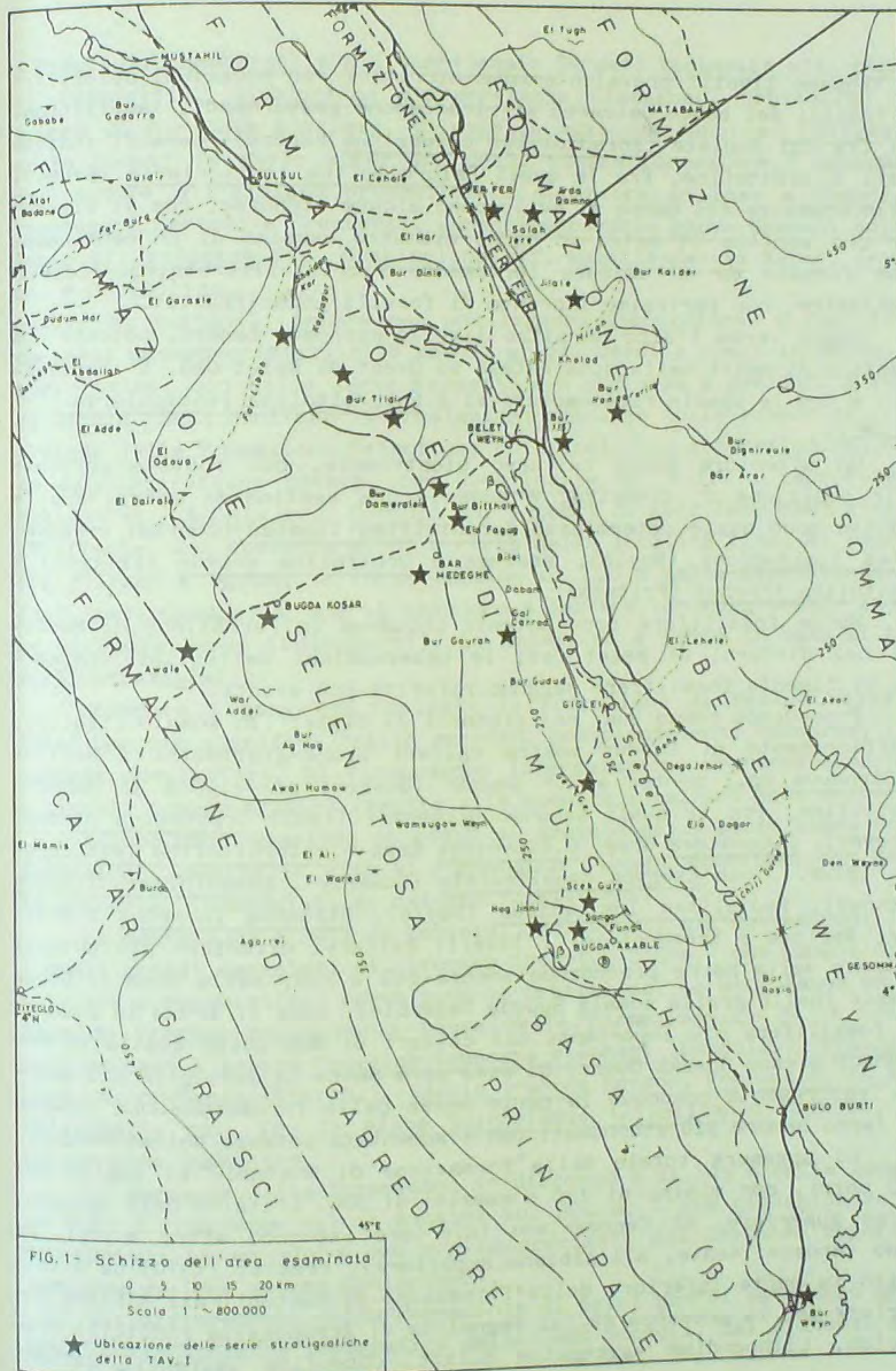


FIG. 1- Schizzo dell'area esaminata
 0 5 10 15 20 km
 Scala 1 : 800 000
 ★ Ubicazione delle serie stratigrafiche della TAV. I

la città da cui prende il nome a Bulu Burti e fin verso Gialalassi (Jalalaaqsi nella grafia somala). Segue in alto l'"Arenaria di Gesomma".

La formazione arenacea testè nominata poggia, verosimilmente senza discordanza nell'Hiiraan, sul "Calcare di Belet Uen"; il contatto diretto non è osservabile in alcun punto, mascherato da suoli eluviali. Nell'Ogaden l'"Arenaria di Gesomma" (Jesooma) poggia in discordanza su termini via via più antichi, fino a ricoprire direttamente i calcari giurassici. Nella regione di Galgaduud, in pozzi petroliferi perforati presso Dhuusa Mareeb, fra il "Calcare di Belet Uen" e l'"Arenaria di Gesomma" sono stati incontrati calcari, arenarie e argille con faune marine, fra cui Linderina sp., Subalveolina sp., Cophina tuberculifera (Alexander), Cophina apiformis (Reyment) e frammenti di Inoceramus. Il complesso, denominato "Serie di transizione", è noto solo dai pozzi ed ha un'età compresa fra il Coniaciano e il Daniano; assieme al "Calcare di Belet Uen" forma la serie superiore di Gumburo (corrispondente alla "Formazione di Gira" della Somalia settentrionale, anch'essa di facies marina poco profonda, con calcari e dolomie di scogliera). I rapporti stratigrafici fra la "Serie di transizione" e l'"Arenaria di Gesomma" non sono sicuri; potrebbero essere forse in parte eteropici. La potenza della serie di transizione risulta variabile, con valori noti di oltre 300 m.

L'"Arenaria di Gesomma" chiude la serie Cretacea dell'Hiiraan; si tratta di un insieme di arenarie con granulometria da grossolana a molto fine, di colore variabile dal rosa al rosso-violaceo e al bianco, spesso con stratificazione incrociata. Non ha fossili, se non resti indeterminabili vegetali. L'origine è essenzialmente continentale, almeno nella parte superiore. L'età è ricavata dai rapporti con le altre formazioni note sia in superficie che nei pozzi perforati e si ritiene vada dal Daniano o addirittura dal Paleocene superiore ad un Terziario inferiore non meglio precisabile.

In pozzi perforati non lontano dalla costa attuale dell'Oceano Indiano, in varie parti della Somalia, sono state riconosciute le classiche suddivisioni biostratigrafiche del Cretaceo basate sui foraminiferi planctonici, i quali, com'è ovvio, non si rinvengono che occasionalmente nelle facies di bacino semichiuso come sono quelle del Cretaceo della regione di Hiiraan, con episodi lagunari ripetuti a più livelli. Così nell'Aptiano-Albiano inferiore sono citati Ticinella multiloculata (Morrow), Biglobigerina barri Rolli, Loeblich e Tappan, Planomalina buxtorfi (Gandolfi), cui si aggiungono nell'Albiano medio-superiore Hedbergella washitensis Carsey e Conorotalites djaffaensis (Sigal); nel Cenomaniano Rotalipora appenninica (Renz), Rotalipora

cushmani (Morrow), Rotalipora reicheli (Mornod) e Praeglobotruncana stephani (Galdolfi); nel Cenomaniano Globotruncana sigali Reichel, Globotruncana schneegansi SIGAL e Globotruncana helvetica Bolli; nel Santoniano Globotruncana concavata Brotzen e Globotruncana ventricosa White; nel Campaniano Globotruncana calcarata Cushman e Globotruncana stuarti (Lapparent); nel Maastrichtiano infine Globotruncana arca (Cushman) e Rugoglobigerina rugosa (Plummer); seguono verso l'alto le biozone a Globorotalia del Paleocene, a partire da Globorotalia compressa (Plummer) e Globorotalia velascoensis (Cushman).

Per il Cretaceo più alto sono state riconosciute anche le biozone basate sul nannoplancton calcareo nel "bacino Somalo", antistante la costa del Corno d'Africa e studiato con il Deep Sea Drilling Project condotto tramite la nave oceanografica "Glomar Challenger": zona a Tetralithus aculeus (Stradner), T.gothicus Deflandre e Broinsonia parca (Stradner) del Campaniano e zone a Micula mura (Martini) e Praediscosphaera cretacea (Archangelskiy) del Maastrichtiano.

Nella valle dell'Uebi Scebeli, al di sopra della serie cretacea, affiorano vulcaniti basaltiche attribuite dagli autori ed un Terziario non meglio definito. Presso Bur Uen (Buur Weyn), 30 km a Sud di Bulu Burti, i basalti sono ricoperti da un "crostone selcioso" assegnato da Cecioni (1939) ugualmente al Terziario. Presso Sceek Gure, infine, sui calcari fossiliferi del Cretaceo affiorano arenarie poco cementate contenenti resti di tronchi e rami silicizzati e ricoperte a loro volta da basalto. In base agli studi paleobotanici di A. Chiarugi (1933) la foresta fossile di cui parliamo va ricondotta al Plio-Pleistocene, per analogia con altre flore della zona intertropicale.

Nel corso degli studi, di cui si espongono qui i risultati, si è dovuta cambiare la datazione del basalto di Bur Uen, che risulta cretaceo e non cenozoico e si sono trovati presso Sceek Gure i segni di una trasgressione marina paleogenica. Le nuove osservazioni saranno esposte nel paragrafo successivo, assieme alle considerazioni paleontologiche, stratigrafiche e paleoecologiche sulle assise cretacee, oggetto principale delle ricerche.

3. NUOVE OSSERVAZIONI SUL CRETACEO DELLA REGIONE DI HIIRAAN

A) L'area occupata dalla Formazione Selenitosa Principale, quasi dappertutto pianeggiante, è rivelata dal colore grigio del terreno superficiale, sparso di piccoli cristalli di gesso, più o meno radi. La fascia della sua estensione raggiunge circa 150 km nella direzione NNW-SSE e si allarga al massimo per una ventina di km a NW di Belet Uen. Verso Sud quasi sicuramente la formazione si chiude a lente, an-

che se le carte geologiche esistenti mostrano divergenze notevoli sui limiti da assegnare alla formazione in parola. Gli affioramenti meridionali più sicuri si trovano tra Bugda Akable e Bur Uen; anche presso El Susle (Ceel Suusley) a 171 km e presso Burane (Buurane), a poco più di 130 km da Mogadiscio, affiorano gessi, forse da ricollegare in qualche modo al complesso di cui stiamo trattando.

Affioramenti di gessi della formazione in discorso sono stati da noi osservati presso il villaggio di Far Libah, lungo il torrente omonimo (= ruscello dei leoni), dove livelli di qualche dm di spessore, di gesso selenitico in piccoli cristalli, sono fittamente ondulati ed hanno leggerissima pendenza verso Est, di un paio di gradi in media, calcolati su lunghe distanze. Nella piana circostante, occupata da una fitta boscaglia, si notano cupole di rigonfiamento causate dall'idratazione che ha trasformato in gesso l'originaria anidrite; esse sono utili per stabilire la polarità degli strati. Ciottolame calcareo piuttosto grossolano e poco arrotondato, sparso in alcune aree limitate, rappresenta verosimilmente il prodotto di disfacimento di qualche livello calcareo intercalato nella parte sommitale della "Formazione Selenitosa". Il calcare appare paleontologicamente sterile, forse di origine evaporitica. In un'incisione affluente del Far Libah si è potuto osservare uno spessore di 3 m di terreno eluviale gessoso, di grana sabbiosa, grigio-rosato. I livelli più elevati della formazione affiorano con scarsa evidenza nella zona estesa tra il Far Libah e il versante occidentale dei rilievi di Sheydan Kor e Kagiagur (Kaia-guur); i rilievi sono costituiti dai litotipi della sottostante "Formazione di Mustahil", dati da calcari e marne fossilifere; il limite deve trovarsi al piede delle dorsali ed è mascherato da ininterrotte fasce detritiche.

Anche a Bar Medeghe, sulla strada Belet Uen-Bugda Kosar e a N e a NW di Bugda Akable sono stati osservati i livelli sommitali della "Formazione Selenitosa". La morfologia è tipicamente carsica, con depressioni occupate periodicamente dalle acque meteoriche; a SE di Bur Duldir, a destra della pista che da Bugda Akable conduce a Gigliei, un laghetto di poco inferiore al km² di superficie deve essere permanente, perchè è risultato pieno d'acqua anche durante il periodo di siccità. I gessi detti da Stefanini di Och Ginni (Hog Jinni), considerati da questo Autore di incerti rapporti stratigrafici con i calcari marnosi di Mustahil e i basalti di Duldir, presso la tomba di Shekh Gure mostrano di soggiacere ai calcari, che sono a loro volta ricoperti da un livello di sabbie conglomeratiche quarzose ricche di Ostree, sconosciuto finora. Le vulcaniti coprono tutto a mantello, gessi, cal-

cari e sabbie.

La base della "Formazione Selenitosa Principale" non è stata osservata direttamente; in letteratura è posta sopra a un calcare selcioso clastico della "Formazione di Gabredarre", al di sotto del quale non si trovano evaporiti (Barnes, 1976).

Il tipo litologico dominante nella "Formazione Selenitosa" indica un ambiente di sedimentazione iperalino, in un bacino con circolazione ristretta. Una subsidenza lenta e continua ha consentito l'accumulo del notevole spessore di evaporiti indicato nel paragrafo precedente. I livelli calcarei e argillosi con microfossili indicano subsidenza momentaneamente più veloce o aumento eustatico del livello del mare. dove la formazione si chiude a lente, verso Sud, la facies di soglia sembra rappresentata dai calcari selciferi.

B) La "Formazione di Mustahil" segue in concordanza stratigrafica quella "Selenitosa Principale". Nella sua parte inferiore prevalgono i termini calcareo-marnosi ed argillosi, in quella più alta i termini calcarei. Nella parte settentrionale dell'area di diffusione, tutta la sequenza è interessata da un fitto intreccio di vene riempite di gesso secondario. La fascia occupata dalla Formazione di Mustahil si estende per 200 km, dall'altezza di Bulu Burti al confine con l'Ogaden ed oltre, con una larghezza di 25 km presso Belet Uen; un affioramento isolato, circondato da alluvioni, si trova a Bur Uen (Buur Weyn = monte grande), piccolo rilievo situato circa 30 km a Sud di Bulu Burti.

Gli strati della formazione in parola sono ovunque suborizzontali o pendono di pochi gradi verso E o NE nell'area studiata. In essa si possono osservare molte sezioni naturali con buoni affioramenti, per cui il complesso risulta noto in tutta la sua successione ed è riccamente fossilifero. La sequenza litologica non è uniforme attraverso tutta l'area di estensione dell'unità stratigrafica di cui stiamo parlando e l'esame delle varie serie parziali ha consentito di tracciare un quadro attendibile anche delle variazioni laterali di facies.

Una sezione quasi completa della "Formazione di Mustahil" ha potuto essere osservata nei rilievi che si stendono tra Far Libah e Belet Uen; manca il contatto diretto con la sottostante "Formazione Selenitosa Principale", che, come si è detto, risulta mascherato da detrito e dovrebbe essere concordante; anche il contatto con la formazione sovrapposta, quella del "Gesso di Fer Fer", è visibile solo in forma dubbia in una fossa scavata ai piedi di Bur 115 presso Belet Uen ed in un'altra zona e risulta leggermente discordante.

A 11 km da Far Libah in direzione di Belet Uen affiorano le marne inferiori della "Formazione di Mustahil", immediatamente soprastanti alla "Formazione Selenitosa Principale". Il loro spessore attinge i 50 m. Hanno colore bianco-verdastro. Si intercala ad esse un calcare fossilifero giallo-bruno, a grana fine e leggermente marnoso, con ammoniti (Cheloniceras rude, Parahoplites cf. weissi). A 13 km da Belet Uen, sui fianchi di Bur Tilal, le stesse marne inferiori sono sormontate da un banco calcareo biostromale, bianco-roseo al taglio fresco ma grigio in superficie, potente 20-25 m; inizia alla base con alcuni livelli di calcare micritico chiaro, ricco a zone di noduli di selce; localmente passa per eteropia a calcari biohermali fortemente ricristallizzati, con spessore di una ventina di metri e diametro di poco inferiore a 100 m. Resti di calcare biohermale si trovano in forma di grossi massi emergenti dalla pianura alluvionale a circa 6 km da Belet Uen lungo una pista parallela a quella diretta per Far Libah. Alcuni fra essi sembrano in posto e formano nel complesso un'area di alcune centinaia di m².

Al di sopra del banco calcareo descritto seguono 30 m di calcari marnosi piuttosto teneri, a loro volta ricoperti da un altro banco calcareo biostromale formato in prevalenza da Rudiste, sia coricate che in posizione di crescita.

I banchi competenti si possono seguire per decine di chilometri, mentre i termini più teneri danno origine a morfologie più dolci, con pendii meno ripidi e scarsità di affioramenti, con una estesa copertura di detrito calcareo.

Un'altra sezione, parziale, della "Formazione di Mustahil" si trova a Bur Bitthale, lungo il versante nordorientale. La sezione è riccamente fossilifera e vi affiorano la parte più alta delle marne inferiori e i due banconi biostromali osservati fra Far Libah e Belet Uen. Bur Bitthale è vicino a quest'ultima località.

La base è formata da argille marnose grigio-verdi, per una ventina di metri di spessore; esse sono fittamente stratificate in livelli dello spessore di qualche mm, presentano superfici lucide ceroidi per frattura e sono attraversate da vene di gesso secondario senza direzioni preferenziali. La superficie di alterazione delle argille è giallastra tendente al bruno. Non si nota alcuna stratificazione e la roccia appare cosparsa di rosette di gesso. Vi si trova una ricca fauna di Echinidi irregolari, Crostacei decapodi (chele) e piccoli Molluschi, fra cui il Trigonia etheridgei Lycett.

Segue un banco di 15 m di calcari marnosi a Orbitolina, con Echinidi irregolari e Molluschi, di colore bruno-giallastro e con stratifi-

cazione poco evidente. Alla base vi è uno strato calcareo-marnoso, poco cementato, ricco di Neitheia morrisi (Pictet e Renevier) tipica dell'Aptiano europeo e dell'Albiano del Sudafrica e Palorbitolina lenticularis (Blum). Sopra ancora vengono 8 m di calcare biostromale roseo, compatto, ricchissimo di Rudiste, spesso frammentarie e accatastate. Altri 19 m di alternanze di calcari più o meno compatti, in strati dello spessore massimo di 1,5 m, sono formati a volte solo da resti di Orbitoline, oppure sono ricchi di Rudiste e Chondrodonta. Altri 6 m di calcare biostromale con Rudiste ancora in posizione di crescita (Eoradiolites sp.pl.), roseo sulle superfici di alterazione, sono sormontati a loro volta dal livello che chiude la serie di Bur Bitthale, costituito da 6 m di calcari micritici biancastri, in strati di 30-40 cm di spessore, privi di macrofossili. Tutti i livelli descritti hanno buoni affioramenti, tranne i calcari del quarto livello (spessi 19 m). La parte superiore della serie di Bur Bitthale va assegnata al Cenomaniano per la presenza di Chondrodonta joannae (Choffat) e Eoradiolites liratus (Conrad).

Le argille basali affiorano discontinuamente nella vallata tra Bur Bitthale e Bur Damerallays; il colore del terreno eluviale verdastro le palesa differenziandosi dai terreni rossicci di disfacimento delle altre rocce.

Bur Damerallays si trova 2,5 km a NW di Bur Bitthale: la sezione misurata ha uno spessore di 76 m. La parte inferiore, per 41 m, è costituita da un'alternanza di calcari compatti a Rudiste e calcari più marnosi, riconoscibili per la diversa inclinazione del pendio. Fra le Orbitoline si trovano Orbitolina scutum (Fritsch) e O. trochus (Fritsch). La parte superiore è data da un grosso banco, potente 25 m, biostromale a Rudiste alla base e con bioherme coralline superiormente, per i due terzi dello spessore; i 10 m più elevati sono di calcare micritico in strati di 1 m di potenza. In sezione sottile si riconoscono isole di calcite spatica, derivante da ricristallizzazione della micrite.

La sezione di Bur Damerallays fornisce evidentemente l'anello di congiunzione fra il banco biohermale di Bur Tilal e il primo banco esclusivamente biostromale di Bur Bitthale.

Un'altra sezione interessante risulta quella di Bur Gourah (Qowrac), 18 km a NW di Gigliei, lungo la pista per Wardabel (= voce del vento). Un gruppo di livelli inferiori è dato da marne calcaree e calcaree. Un gruppo di livelli inferiori è dato da marne calcaree e calcaree, cari marnosi teneri, ben stratificati, con Palorbitolina lenticularis, seguiti da un livello a grossi Gasteropodi (Tylostoma cossoni Thom. e Peron e T. globosum Sharpe); un gruppo superiore di calcari compatti

a Rudiste, marne calcaree bianco-giallastre a Orbitoline con Echinidi regolari e Crostacei decapodi, infine 10 m di marne calcaree ricche di Orbitoline e di Echinidi irregolari. Tale livello corrisponde al secondo dal basso di Bur Bitthale, anch'esso ricco di Orbitoline ed Echinidi irregolari. Alla base del livello più alto finora descritto di Bur Gourah dovrebbe trovarsi un hard-ground, rinvenuto con vari pezzi nel detrito ma non in affioramento, ferruginoso, con piccoli Gasteropodi turricolati non determinabili e piccole Ammoniti.

La presenza delle specie di Tylostoma albiane fa assegnare all'Albiano la parte della serie sottostante al hard-ground.

Gli ultimi termini della serie di Bur Gourah sono dati da calcari marnosi bianco-giallastri compatti con grossi Gasteropodi fra cui Strombus incertus D'Orb., 18 m di calcari marnosi teneri a Palorbitolina lenticularis e 18 m di calcari biostromali a Orbitoline e Rudiste (Radiolitidi).

L'età della parte superiore della serie in parola è cenomaniana.

Nella zona di Bur Gourah le marne della "Formazione di Mustahil" non risultano inquinate da gesso, poichè nella zona mancava fin dall'origine la "Formazione gessosa di Fer Fer", che ricopre quella di Mustahil nei dintorni di Belet Uen e ne inquina le rocce per descensum, con le acque di circolazione (per esempio a Bur Bitthale, Bur Dameralays, ecc.).

Analisi eseguite da Axmed Cabdi Xuseen per la sua dissertazione di laurea sotto la guida di R. Sacchi e D. Visonà mostrano che le marne in discorso hanno la composizione delle marne naturali da cemento, materia prima di cui la Somalia è povera. La composizione dà valori di CaCO_3 compresi fra 71,4 e 75,9 con dolomite inferiore all'1%, ioni SO_4^{--} inferiori allo 0,4% e ioni Cl^- attorno a valori del 0,7%. I Calcari soprastanti, che si dovrebbero abbattere se si aprissero delle cave di marna, potrebbero trovare impiego come pietra da costruzione o come pietra da calce rispettivamente (si raggiungono valori di CaCO_3 del 95,9%).

A Durdur, a 3 km da Gigliei, affiorano calcari a Rudiste, Nerinea ed altri Gasteropodi, descritti da Stefanini (1932), i quali dovrebbero corrispondere al banco calcareo più alto di Bur Gourah (cfr. Tavani, 1948). A Ghelghel, a 9 km da Gigliei, i calcari sono selciferi.

A Bur Makadhuuf, 5 km a NW di Bugda Akable e 1 km a NNE di Bur Duldir, si trovano calcari marnosi bianchi, ben stratificati e riccamente fossiliferi, troncati verso l'alto da una superficie di discordanza sulla quale giacciono arenarie quarzose leggermente conglomeratiche con Ostreidi. Altrove i calcari marnosi di cui parliamo, che rico-

prono direttamente la "Formazione Selenitosa Principale", sono sormontati su una superficie di erosione, presso la tomba di Shekh Gure, da vulcaniti basaltiche; sotto ad esse si trovano, in una piccola zona, arenarie poco cementate con legni silicizzati del Plio-pleistocene.

I calcari di Bur Makadhuuf contengono la Belemnite Hibolites semicanaliculatus (De Blainville) particolarmente diffusa nel Cretaceo inferiore, e varie Ammoniti, fra cui Douvilleiceras sp. con affinità medio-albiane, con diametri superiori al metro, Parahoplites cf. weissi dell'Aptiano, il Gasteropode Semisolarium moniliferum (Micht.) dell'Albiano-Cenomaniano.

Anche presso la tomba di Shekh Gure si ritrovano i calcari basali della "Formazione di Mustahil, riccamente fossiliferi, con Bivalvi, fra cui abbondanti Neithea quinquecostata (Sowerby), Exogyra canaliculata (Sowerby), Trigonia crenulifera Lycett, Alectryonia diluviana (L.), Gasteropodi con Semisolarium moniliferum (Micht.), Cefalopodi con Hibolites semicanaliculatus (De Blainville), Douvilleiceras spinosum Tavani, Cheloniceras albiense Tavani, Parahoplites incertus Tavani, Parahoplites cf. weissi Neumayer e Uhlig ed altre Ammoniti, Brachiopodi con Zeilleria tamarindus Sow. e Terebratulina gracilis Schloth. Un ricco elenco di specie si trova in Stefanini e in Tavani.

In sezione sottile si riconosce trattarsi di biomicrite argillosa con vari frammenti di organismi, fra i quali Radiolari (?), spicole di Spugne, Foraminiferi arenacei, Gasteropodi, Lamellibranchi, Ostracodi, radioli di Echinidi, Alghe calcaree.

Una facies particolare si osserva nella cava di pietrisco di Bur Wen, circa 30 km a Sud di Bulo Burti lungo la strada per Mogadiscio. Il livello affiorante dovrebbe rappresentare la parte sommitale della "Formazione di Mustahil": si tratta di calcari farinosi a piccoli gasteropodi turricolati, con strutture di disseccamento, stratificazione incrociata, laminazioni, slumpings (convoluzioni). I calcari sono attraversati da fratture con direzione N-S. Nei livelli più alti vi sono piccoli frammenti di vulcaniti basaltiche, che affiorano in una cava aperta nel rilievo situato sul lato occidentale della strada asfaltata mentre i calcari si osservano sul lato opposto.

Dei basalti di Bur Wen e dei loro rapporti con i calcari della "Formazione di Mustahil" sarà detto più avanti.

La formazione in parola, costituita da litotipi calcarei più o meno marnosi, presenta una notevole variabilità di facies sia in senso verticale che orizzontale, come si è già detto. Le variazioni di litologia sono accompagnate da differenze nel contenuto paleontologico.

Nella parte inferiore prevalgono le rocce meno competenti, con

calcari marnosi, marne e argille di ambiente circalitorale, con profondità del mare che non superavano i 100 m. L'associazione faunistica delle argille di Bur Bitthale, con Echinidi irregolari, dactilopodi e piccoli molluschi, ci indica la profondità massima raggiunta dal bacino di sedimentazione, nell'Albiano. La profondità diminuiva sia verso N e NW che verso S e SE, mantenendosi però al limite fra ambiente circalitorale e infralitorale e senza arrivare a piccole profondità, caratterizzate da altra energia. Lo dimostrano la litologia, con letti sottili e la fauna, con Orbitoline ed altri fossili tipici di una "comunità fossile" nel senso di Fagerstrom (1974), cioè con acque tranquille al fondo del bacino di sedimentazione. L'unica testimonianza di correnti di fondo è data dal livello di hard-ground di Bur Gourah, sempre nell'Albiano. Facies di minor profondità, con livelli a lumachella, si trovano più a nord, nell'Ogaden (Taviani, 1948), con età barremiano-aptiano.

Presso Bugda Akable i calcari marnosi a Belemniti, Rudiste e Ammoniti dell'Aptiano superiore-Albiano poggiano direttamente sulla "Formazione Selenitosa Principale"; nella zona di Bulu Burti passano lateralmente a calcari oolitici e clastici di bassa profondità (Klaver, 1964).

La porzione superiore della Formazione di Mustahil è prevalentemente o esclusivamente calcarea. Nella parte settentrionale, presso Belet Uen e fino a Bugda Akable, prevalgono le facies biostromali e biohermali, che si sostituiscono lateralmente e si succedono stratificamente; nella zona meridionale, verso Bulu Burti, si passa ad un ambiente infralitorale, con calcari oolitici e calcari a intraclasti di piattaforma di media profondità; ancora più a Sud, infine, si trovano i calcari di laguna o di piattaforma di marea di Bur Uen, contenenti vulcaniti alla sommità. Si hanno qui le prime manifestazioni del vulcanismo basaltico della Somalia, sviluppato poi nel Terziario.

L'età barremiana della base della "Formazione di Mustahil", riconosciuta da Tavani nell'Ogaden, non è stata confermata nell'Hiiraan; i gessi di Hog Jinni potrebbero essere barremiani, soggiacendo all'Aptiano di Shekh Gure e rappresentare l'ultimo livello della "Formazione Selenitosa Principale" o un'intercalazione evaporitica nella parte bassa della "Formazione di Mustahil". Una situazione analoga a quella ultima prospettata si trova nel pozzo Dusa Mareb 2, a circa 130 km a NE di Belet Uen.

Il tetto della "Formazione di Mustahil" appartiene al Cenomaniano, verosimilmente inferiore, provato da Rudiste, Chondrodonta joannae (Choffat) e Orbitolina trochus (Fritsch).

C) I basalti di Bur Uen vanno considerati in modo particolare, perché fanno spostare al Cretaceo l'inizio del vulcanismo basaltico in Somalia, già ritenuto esclusivamente cenozoico.

Nella cava di pietrisco aperta sulla destra della strada che da Mogadiscio porta a Bulu Burti-Belet Uen, 30 km circa prima di Bulu Burti, i calcari sommitali della "Formazione di Mustahil" contengono press'a poco il 10% di frammento di vulcaniti molto alterate. Sopra viene un livello continentale di ciottoli calcareo-selciosi e vulcanici. Il rilievo sull'altro lato della strada, appunto Bur Uen, mostra alla base, in una curva, 6 m di basalto: la roccia lavica è inferiormente alterata, con strutture fluidali e desquamazione cipollare, con accenni di struttura "a cuscini"; superiormente, per 4 m, la lava ricca di zeoliti passa a un deposito piroclastico grigio, con frammenti spigolosi di lava, fino a 10 cm di diametro, immersi in una matrice cineritico-sabbiosa, cementata nella parte superiore da materiale calcareo-selcioso. Seguono 2 m di crostone selcioso compatto, 1,5 m di crostone selcioso poco compatto con lenti di selce e 0,5 m di crostone calcareo concrezionare.

Sulla base dell'età cenomaniana dei calcari con ciottoletti vulcanici affioranti nella cava opposta al rilievo di Bur Uen rispetto alla strada asfaltata, si possono attribuire a quel piano i basalti, probabilmente subacquei, di cui stiamo parlando. Basalti verosimilmente coevi sono stati trovati nei pozzi petroliferi Coriole 1 ed Afgoi 1.

Lo studio al microscopio della roccia basaltica di Bur Uen, eseguito sotto la guida del Prof. Ezio Callegari, mostra trattarsi di basalto augitico oligoporfirico con xenocristalli di quarzo. Attorno ai xenocristalli vi è una caratteristica corona di pirosseni. La struttura della roccia è vetrofirica; le liste plagioclastiche formano una trama più o meno continua, in mezzo alla quale si sviluppano pirosseno granulare, vetro bruno scuro e granuli di magnetite e di ilmenite. Qualche rara idiomorfosi di tipo iddingsitico fa supporre la presenza originaria di un po' di olivina. Se i prodotti di alterazione ematitici, saponitici e carbonatici sono di infiltrazione tardiva, come fa supporre il carattere intersertale di molte plaghe, il basalto risulta di tipo tholeitico.

Il plagioclasio poco zonato e sempre geminato secondo la legge Ab-Kb, ha il 47% di An (curve di alta t), cioè al limite fra andesina e labradorite. Il pirosseno è dato da termini monoclini calcici, sia negli aggregati granulari diffusi nella roccia che negli aciculi prismatici disposti radialmente attorno ai xenocristalli di quarzo. Questi,

che devono provenire da roccia attraversata dalla lava durante la risalita, sono arrotondati per corrosione e rifusi ai margini in un vetro bruniccio chiaro, nel quale sono immersi prismi di clinopirosseno calcico.

Una sezione di cinerite fortemente cementata mostra al microscopio una completa silicizzazione. La roccia è formata quasi solo da opale, nel quale sono conservati granuli più o meno angolosi di quarzo assieme a resti di ovoidi micritici opalizzati. Un reticolo di vene posteriori è formato da calcedonio.

I calcari sommitali sono micritici, con ricristallizzazione e silicizzazione, in ambiente vadoso.

D) La "Formazione di Fer Fer" è costituita da gessi prevalenti, in strati di spessore da pochi centimetri a poco più di un metro, con qualche livello arenaceo scarsamente fossilifero. Si trovano talora bande di gesso fibroso di 8-10 cm di spessore e livelli di conglomerati gessosi microcristallini. Nel sottosuolo prevale l'anidrite.

I livelli calcarenitici, giallo-bruni, contengono associazioni oligotipiche con impronte di Bivalvi e di Gasteropodi. Uno di essi, a Bivalvi del genere *Abra* o affini, affiora a 6 km dal bivio di Belet Uen in direzione di Fer Fer, l'altro, con modelli interni di Gasteropodi turricolati, si trova a Bur 115 non lontano da Belet Uen.

Il contatto diretto tra la "Formazione di Mustahil" e la soprastante "Formazione di Fer Fer" è stato osservato in una trincea alla base di Bur 115, come si è detto, e in una piccola cava abbandonata lungo la strada per Fer Fer, a 10 km da Bur 115; il contatto diretto è segnalato dai geologi della Mobil Petroleum anche a 20 km a NE di Bugda Akable. Nelle altre zone esso è mascherato da detrito o alluvioni. Il contatto risulta comunque leggermente discordante. A Bur Sarirale, a 20 km da Belet Uen, lo spessore dei gessi, visibili fino al loro tetto, è di 50 m; si riduce a poco più di 15 m a Bur 115.

La "Formazione di Gesso di Fer Fer" si chiude a lente verso sud e non arriva alla latitudine di Gigliei; è sostituita per eteropia dalla parte alta della "Formazione di Mustahil" (si ricordino i calcari di Bur Uen, lagunari o di piattaforma intercotidale) o dalla parte bassa di quella di Belet Uen.

I gessi di Fer Fer si sono depositati verosimilmente in un bacino ristretto, con acque basse in condizioni ipersaline. La massima profondità si aveva dove gli spessori dei gessi sono i maggiori, una sessantina di metri presso la località tipo. Oltre che verso Sud la potenza dei gessi diminuisce verso NE, come è dimostrato dal loro esi-

Tab. 1 - Elenco delle specie di Molluschi rinvenute nella « Cava Cinese » presso Belet Uen, località fossilifera nuova per il Cretaceo dell'Huiraan (Formazione di Belet Uen).

Genere e specie	N. esemplari	Neocretaceo	Aptiano	Albano	Cenozoico	Turoniano	Santoniano
BIVALVIA:							
<i>Arca aff. gabrielis</i> LEYMERIS	4	—	X	—	—	—	—
<i>Arca peruviana</i> TAVANI	2	—	—	—	X	—	—
<i>Barbatia bali</i> (PERON e FOUTAU)	1	—	—	—	—	—	X
<i>Barbatia</i> sp.	1	—	—	—	—	—	—
<i>Modiolus typicus</i> FORBES	1	—	—	—	X	—	—
<i>Arctica trapezoidalis</i> (COQUAND)	1	—	—	X	—	—	—
<i>Arctica pettersi</i> (COTTEAU)	1	—	—	—	—	—	X
<i>Cardium venosum</i> TAVANI	2	—	—	—	—	—	X
<i>Cardium</i> sp. 1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Cardium</i> sp. 2	1	—	—	—	—	—	—
<i>Anisocardia pyrenaica</i> (D'ORBIGNY)	2	—	—	—	X	—	—
<i>Neritina morrisi</i> (PICTET e RENEVIER)	1	—	X	X	X	—	—
<i>Neritina quinquecostata</i> (SOWERBY)	2	—	X	X	X	—	—
<i>Helicoglossus mellei</i> TAVANI	1	—	X	X	X	—	—
<i>Ostrea incerta</i> NILSSON	1	—	—	—	—	X	X
<i>Alectryonia diluviana</i> (LINDB)	1	—	X	X	X	X	X
<i>Exogyra canaliculata</i> (SOWERBY)	3	—	X	X	X	X	X
<i>Exogyra flabellata</i> (GOLDFUSS)	9	—	X	X	X	X	X
<i>Exogyra cf. minor</i> (COQUAND)	1	X	—	—	—	—	—
<i>Pectinodonta aff. scapoides</i> PICTET e CAMPICHE	1	X	—	—	—	—	—
<i>Tellina carinada</i> (DUJARDIN)	2	—	—	—	X	—	—
<i>Panopea aff. plicata</i> (SOWERBY)	1	X	—	—	—	—	—
inoltre frammenti di Rudiste indeterminabili (Radiolita)							
GASTROPODA:							
<i>Nodolipinna aff. minuta</i> (FORBES)	1	X	X	—	—	—	—
<i>Strombus incertus</i> D'ORBIGNY	3	—	—	—	X	—	—
<i>Harpagodes beberti</i> (THURVING e PERON)	1	—	—	—	X	—	—
<i>Harpagodes peroni</i> TAVANI	1	—	—	—	X	—	—
<i>Pterodonta</i> sp. 1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Pterodonta</i> sp. 2	1	—	—	—	—	—	—
<i>Volva</i> sp.	2	—	—	—	—	—	—
<i>Nerinea</i> sp.	3	—	—	—	—	—	—
<i>Ampullina</i> sp. 1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Ampullina</i> sp. 2	1	—	—	—	—	—	—
<i>Ampullina</i> sp. 3	1	—	—	—	—	—	—
<i>Ampullina</i> sp. 4	1	—	—	—	—	—	—
<i>Ampullina</i> sp. 5	1	—	—	—	—	—	—

I Lamellibranchi (Bivalvi) sono conservati a valve unite o come modelli interni; prevalgono i sospensivori dell'epifauna (12 specie, con il maggior numero di esemplari). I Gasteropodi sono dati da modelli interni di grandi dimensioni, appartenenti all'epifauna e carnivori.

guo spessore nel pozzo Dusa Mareb 2.

Forti sbalzi di salinità spiegano le faune a Lamellibranchi e Gasteropodi delle intercalazioni arenacee (più frequenti nella parte alta del complesso), in analogia con quanto si osserva in lagune odierne.

Dati i rapporti stratigrafici con le altre formazioni, quella di Fer Fer può essere assegnata al Cenomaniano medio-inferiore; mancano comunque in essa fossili biostratigraficamente significativi.

E) La "Formazione di Belet Uen" è prevalentemente calcarea e riccamente fossilifera. Rispetto alla "Formazione di Mustahil" ha una minor diffusione di calcari biostromali e di bioherme, ma anche di marne. Le facies più diffuse sono date da banchi di lumachella, da calcari compatti a Gasteropodi, da calcari giallastri nodulari, da calcari bianchi micritici e da sottili strati di arenarie poco cementate.

In sezione sottile si riconoscono biomicriti con intraclasti e biomicriruditi; diffusa la dolomitizzazione, con valori fino al 30% di cristalli euedrali limpidi di dolomite, talora con nucleo un po' torbido. In alcuni livelli sono abbondanti i frammenti terrigeni (granuli di quarzo, raramente di plagioclasio).

La fascia occupata dalla formazione, in discorso si estende per oltre 200 km in senso N-S, da Sud di Bulu Burti fino a 40 km prima di Mataban; affiora sulla sinistra dello Uebi Scebeli, tranne un'area di pochi km², 15 km a nord di Bulu Burti, che si trova sulla destra del fiume. L'ampiezza della fascia in direzione trasversale alla precedente risulta in media di 20-25 km, con massimi di una trentina. Gli strati pendono verso Est o ENE, con inclinazioni di 1° o 2° soltanto.

Il contatto tra i gessi della Formazione di Fer Fer e i soprastanti calcari della Formazione di Belet Uen è ampiamente visibile in tutta la fascia di rilievi che dai dintorni di Belet Uen si estendono verso Mataban: esso risulta concordante. La serie osservata in questa zona si può riassumere come segue.

A Bur 115, situato a 115 km da Bulu Burti presso il bivio della strada Mogadiscio-Belet Uen con quella per Mataban-Galkaio-Burao, ove è visibile il contatto con i gessi di Fer Fer, la formazione in parola comincia con 5 m di calcari, gessi e marne; i calcari contengono abbondanti Brachiopodi, Lamellibranchi fra i quali Inoceramus sp., Gasteropodi e radioli di Echinidi. Segue un banco calcareo compatto, potente 3 m, con strutture laminari, seguito da 20 m di calcari leggermente marnosi, giallastri, talvolta pseudonodulari, con molti fossili, tra i quali spiccano grandi esemplari di Strombus incertus D'Orbigny.

Alla sommità del rilievo vi è un banco calcareo di 6 m di potenza, micritico, con strutture di disseccamento sulla superficie di stratificazione.

Nei rilievi verso Est (Bur Hanqararile) e NE seguono altri livelli calcarei pseudonoculari giallastri, ricchi di Orbitoline e molluschi. Sono cavernosi a Bur Jilale, a N di Belet Uen. Un banco a lumachella di qualche metro di spessore si può seguire per lunghe distanze poichè spicca lungo le pareti dei rilievi per la sua maggiore competenza ed il colore di alterazione bruno scuro. Verso la sommità della serie (a Qamno) i calcari contengono esigui livelli di argilliti e di gessi e intercalazioni arenacee, mentre si fanno selciferi. Un livello conglomeratico (con ciottoli rivestiti, coated grains) si trova poco al di sotto dei calcari porcellanacei selciferi sommitali, che mostrano strutture di disseccamento sulle superfici di stratificazione.

Calcari bianchi a grana fine, in strati di 80-90 cm affiorano in una potente sequenza presso la ex-Villa Graziani, situata a 55 km a Sud di Belet Uen, ed appartengono alla parte media della Formazione. Più a Sud, verso Bulu Buri, aumentano in percentuale le marne.

Nella cava per pietrisco aperta dai Cinesi lungo la strada da Belet Uen per Burao, poco dopo il bivio per Fer Fer, si sono compiute osservazioni di dettaglio sulla sequenza litologica e sul contenuto faunistico di una porzione medio-superiore della "Formazione di Belet Uen". La serie affiorante lungo la rampa di accesso inizia in basso con 3,7 m di calcare detritico marnoso, pseudonodulare, di colore grigio-bruno, con molti ostreidi (Exogyra sp.pl.) nei 20 cm inferiori. Seguono verso l'alto marne fossilifere con noduletti calcarei, per uno spessore di 25 cm, poi 20 cm di calcare nodulare bianco con molte Orbitoline e Bivalvi fra i quali abbonda Exogyra flabellata (Goldfuss), indi 40 cm di calcare micritico scarsamente fossilifero e privo di Orbitoline, 1,25 m di calcare marnoso pseudonodulare ricco di Echinidi regolari, 70 cm di calcare tenace grigio-bruno ad Ostreidi, 1,80 m di calcare nodulare grigio-bruno ed infine, nella curva, 5,20 m di calcare compatto bianco, micritico, con Echinidi in frammenti, Orbitoline ed Ostreidi concentrati in alcuni orizzonti ed assenti in altri, assieme a pochi resti di Nerinee e Rudiste.

Procedendo verso Maraban, a Bur Salah Jere, i calcari sono ricoperti da incrostazioni ferruginose.

Tavani (1948) riporta nell'Ogaden, presso Galgalò, poco a Nord della zona da noi presa in esame, una serie simile a quella descritta per l'Hiiraan, potente 145 m e con lumachelle calcareo-arenacee ed

arenarie friabili nella parte superiore, facenti passaggio graduale alla soprastante "Arenaria di Gesomma".

Nei pozzi Dusa Mareb 1 e 2 la "Formazione di Belet Uen" ha composizione simile a quella descritta finora ma spessori più elevati, di 204 e 181 m rispettivamente. Essa è ricoperta dai cosiddetti "Strati di transizione", per 342 e rispettivamente 318 m, sui quali poggia l'"Arenaria di Gesomma".

Le associazioni faunistiche della "Formazione di Belet Uen" indicano il ritorno a condizioni marine infralitorali, dopo l'episodio evaporitico dei gessi di Fer Fer. L'ambiente di scogliera è poco rappresentato e limitato alla zona settentrionale; si arriva a fondali sabbiosi e fangosi con condizioni di energia da media ad alta, meno frequente (ciottoli rivestiti). L'associazione faunistica della Cava Cinese, con epifauna di Bivalvi sospensivori e di Gasteropodi carnivori prevalenti sull'infauna, indica fondi mobili con discreta energia, dovuta ad onde e correnti. I livelli di lumachella in varie parti della formazione in istudio indicano condizioni di alta energia. Fondi con bassa energia, forse lagunari, sono testimoniati dalle impronte di disseccamento sulle superfici di strato, come alla sommità di Bur 115 o verso il limite superiore con le "arenarie di Gesomma". Essi indicano possibili temporanee emersioni.

In definitiva da condizioni epineritiche normali si passa poi ad un ambiente di mare basso, fino a quello di transizione.

L'età della formazione è inferiormente cenomaniana con verosimiglianza già superiore. Lo testimonia in particolare la fauna della Cava Cinese, con Arctica trapezoidalis (Coquand), Anisocardia pyrenai-
ca D'Orb., Harpagodes peroni Tavani e Harpagodes heberti (Thevenin e Peron), esclusivi del Cenomaniano, Modiolus typicus Forbes e Arca per-
vinquieri Tavani, del Turoniano, Tellina circinalis (Dujardin) e Ostrea
incurva Nilsson del Turoniano-Senoniano, mentre Neithea morrisi (Pic-
tet e Renevier) e Neithea quinquecostata (Sowerby) si estinguono con
il Cenomaniano. La parte sommitale della Formazione di Belet Uen do-
vrebbe appartenere al Turoniano inferiore, anche secondo i dati dei
pozzi di Dusa Mareb, dove è stata trovata Praealveolina sp. I sopra-
stanti "strati di transizione" hanno dato Cophina, con specie del Co-
niacano, Inoceramus, Subalveolina e superiormente Linderina, del Maa-
strichtiano-Daniano. Sono incerti gli eventuali rapporti di eteropia
parziale con le "formazioni di Belet Uen" e "di Gesomma".

F) L'"Arenaria di Gesomma" è l'ultima formazione cretacea affiorante nella regione di Hiiraam, se pur è cretacea. La successione litolo-

gica è rappresentata da una potente sequenza prevalentemente arenacea con subordinate argilliti e, nelle serie incontrate nei pozzi per idrocarburi, con intercalazioni di vulcaniti basiche. Le arenarie, quarzose, sono di vario colore, bianche, gialle, rosse, violacee, screziate, fino a quasi nere. La grana è per lo più fine, ma si trovano livelli grossolani. Il grado di cementazione è molto vario, da siltiti porose quasi sciolte a quarziti con struttura scheggiata, che trovano impiego come rocce ornamentali per la colorazione varia. La stratificazione va da lamine a banchi spessi qualche metro; si trovano laminazioni parallele e stratificazioni incrociate, con impronte di carico e slumpings o convulzioni. La fascia occupata dalle arenarie di cui stiamo parlando si estende nell'Hiiraam per 250 km in direzione N-S e per 30 secondo E-W, parallela a quella dei "calcari di Belet Uen" sul loro lato orientale. Il contatto diretto fra le due formazioni non affiora nell'area studiata ed è sempre mascherato da terreni eluviali; osservazioni nelle aree di minor distanza di affioramento tra le due formazioni (Jirda Qamno) fanno ritenere probabile un contatto concordante. Nei pozzi le arenarie sembrano invece discordanti sugli "strati di transizione" e lo sono nell'Ogaden su rocce via via più antiche. Nella zona studiata, se vi è una lacuna stratigrafica, essa si estende agli ultimi tempi del Cretaceo.

Lungo la strada da Belet Uen per Mataban si hanno affioramenti di tutti i litotipi descritti in precedenza per le "arenarie di Gesomma". In una siltite giallastra di 1 m di potenza sono stati osservati noduli limonitici sferoidali di 0,5 cm di diametro.

Il passaggio graduale dalle lumachelle della parte alta della "Formazione di Belet Uen", descritto da Tavani nell'Ogaden, e le strutture sedimentarie fanno pensare ad un ambiente marino di acque basse e ad alta energia per la parte inferiore del complesso arenaceo; l'ambiente marino è confermato da lumachelle intercalate, nei pozzi. La parte medio-alta va riferita invece all'ambiente continentale o paralicco, con alternanza di condizioni ossidanti e riducenti, testimoniata dai colori alterni e dai letti di argilliti scure con resti indeterminabili di piante.

L'età dell'"Arenaria di Gesomma" va dal Cretaceo sommitale (?) al Paleocene o all'Eocene inferiore, rappresentati dal "Calcare di Auradu" ormai al di fuori della regione in esame. Essa è desunta dai rapporti stratigrafici, data la mancanza di fossili. Lo spessore totale è di 300-400 m.

G) "Arenaria di Makadhuuf": si tratta di una nuova formazione, propo-

sta nel presente lavoro e testimonianza di una trasgressione marina terziaria nell'Hiiraam.

Le arenarie in parola sono quarzose, grossolane, giallo-brune; contengono ciottoli selciosi di vario colore, con diametro massimo di 15 cm e piccoli noduli ferrosi. Si intravedono tracce di stratificazione incrociata. Lo spessore dell'unico affioramento, sulla sommità di Buur Makadhuuf, è di 2 m, con estensione laterale di poche decine di metri. Lateralmente sembrano passare ad un deposito di soli ciottoli silicei e noduli ferrosi, già segnalato da Stefanini, con qualche resto di legno silicizzato. Sono forse da riferire a questo livello anche le sabbie sciolte silicee, distanti circa 1 km, sulle quali poggiano quelle fossilifere con legni silicizzati di Shekh Gure.

Nelle arenarie di Buur Makadhuuf si trovano molte Ostree isolate o attaccate fra loro, per lo più con le due valve unite. Per quanto lo stato di conservazione permette di riconoscere, potrebbe trattarsi di una specie affine a *Ostrea dorsalis* Azzaroli (1958), nota dalla Somalia settentrionale per l'Oligocene inferiore (determinazione della Dr. F. Franco).

Il contatto con i sottostanti calcari marnosi bianchi della parte inferiore della Formazione di Mustahil, riccamente fossiliferi, è leggermente discordante; le arenarie sono ricoperte a loro volta dai basalti di Bur Duldir.

L'ambiente di deposizione delle arenarie risulta chiaramente marino di acque basse, ad alta energia. L'attribuzione cronologica è quella di un probabile Oligocene basso.

L'ingressione sarebbe collegata ad un momentaneo approfondimento della fossa tettonica della media valle dello Uebi Scebeli.

H) Vulcaniti basaltiche recenti. I basalti olivini di Bur Duldir, soprastanti alle "arenarie di Makadhuuf", appartengono al ciclo vulcanico dei basalti cenozoici, che inizia con quelli, parimenti olivini, intercalati nella parte media delle "arenarie di Gesomma" (con spessore di 38 m) nel pozzo Dusa Mareb 1. Allo stesso ciclo eruttivo, terziario-quadernario, si possono ricondurre i basalti di due piccoli affioramenti situati pochi km a Sud di Belet Uen lungo la pista per Gigliei.

I vari affioramenti di vulcaniti si prolungano su una distanza di oltre 100 km, dai dintorni di Belet Uen; l'area più continua si estende per una quarantina di chilometri, dai pressi di Bugda Akable a Bur Uen.

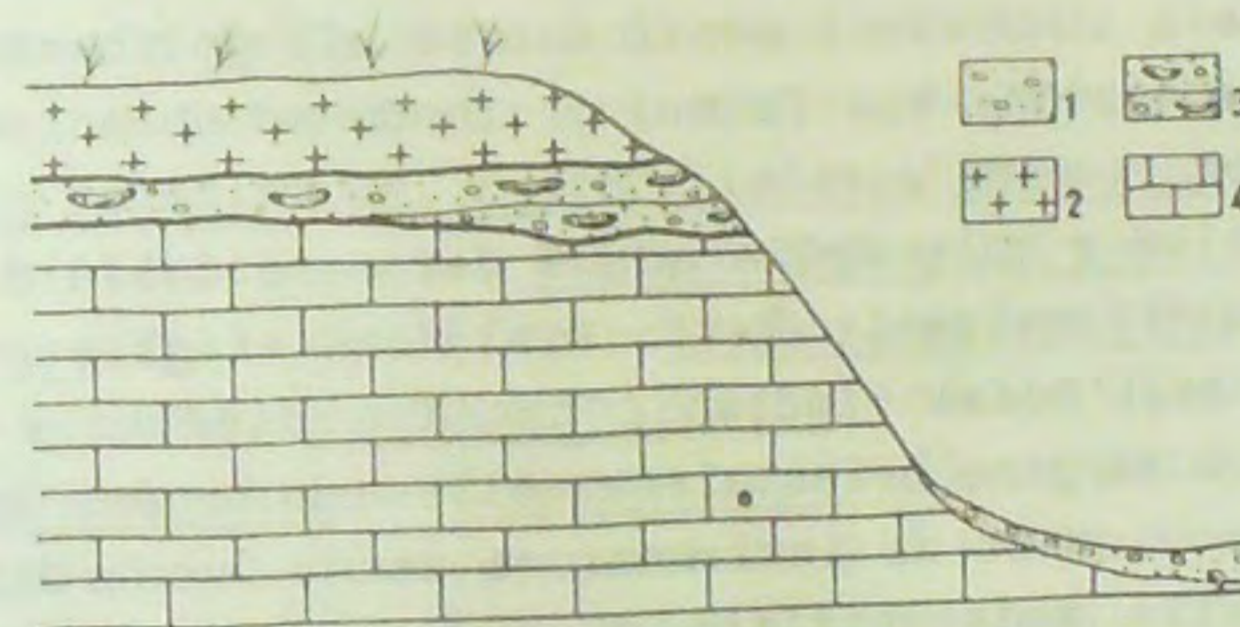


FIG. 10 - Sezione geologica di Buur Makadhuuf: 1 = detriti di falda; 2 = basalti di colata; 3 = arenarie ad *Ostrea* (probabile Oligocene); 4 = calcari aptiano-albiani. Scala 1:400.

Lo spessore totale della serie cretacea considerata, compresa quella dei pozzi per idrocarburi di Dusa Mareb, varia tra 900 e 1900 metri.

Nella nomenclatura stratigrafica l'assieme delle formazioni di "Mustahil", "Fer Fer" e "Belet Uen" costituisce la "Serie di Giglei" di Stefanini (1932), mentre nella terminologia proposta dai geologi della Mobil Petroleum le formazioni "Selenitosa Principale" di "Mustahil" e di "Fer Fer" costituiscono il "Gruppo inferiore di Gumburo" e quella di Belet Uen, assieme ai cosiddetti "Strati di transizione", forma il "Gruppo superiore di Gumburo".

La serie cretacea dell'Hiiraan consta di due cicli sedimentari, separati fra loro, almeno verso Nord, da un episodio di bacino lagunare formatosi per motivi tettonici. La parte inferiore, dopo la serie evaporitica, è ricca di depositi biostromali e biohermali di chiaro significato sedimentologico ed ambientale, mentre la parte superiore contiene in prevalenza depositi di acque poco profonde ad alta energia, per arrivare infine a condizioni continentali. Il golfo marino in cui avvenne la sedimentazione non fu mai profondo ed ebbe comunicazioni più o meno ampie con il mare aperto.

Al definitivo ritiro delle acque del mare dalla regione considerata corrisposero movimenti tettonici lungo faglie parallele alla costa attuale dell'Oceano Indiano, di tipo diretto o verticali, con abbassamento del margine orientale e sollevamento del lato opposto, accompagnati da movimenti di inclinazione verso Ovest di alcuni blocchi strutturali. Nella zona costiera si trovano sedimenti terziari con migliaia di metri di potenza, di ambiente marino, mentre il mare non sarebbe più ritornato, fino ad oggi, nella zona di Hiiraan (tranne il breve episodio della trasgressione oligocenica testimoniata dalle "arenarie di Buur Makadhuuf").

Le affinità faunistiche, anche a livello di specie, indicano una comunicazione marina diretta fra la Somalia e l'Europa durante il Cretaceo, probabilmente attraverso la penisola arabica. La paleogeografia cretacea dell'Europa meridionale e del Medio Oriente era condizionata dallo sviluppo della Tetide, con la quale l'allora giovane Oceano Indiano orientale risultava collegato.

4. LA FORESTA SILICIZZATA DI SHEEKH GUURE

Come appendice alla trattazione della serie cretacea della regione di Hiiraan vengono qui delineati brevi cenni sui legni silicizzati compresi in gran quantità in arenarie quasi sciolte giacenti sui calca-

ri cretacei presso la tomba di Sheekh Guure, non lontano da Bugda Akable. Gli abitanti del luogo li hanno notati e anzi ne attribuiscono la pietrificazione a un evento miracoloso. Essi furono oggetto di studio accurato da parte di A. Chiarugi (1933).

Si tratta di resti di grandi tronchi, lunghi anche 6-7 m e con diametro di 50 cm ed oltre, assieme a tronchi più piccoli e rami, che giacciono coricati semisommersi dalla sabbia di disfacimento dell'arenaria o completamente esumati. L'arenaria fossilifera rappresenta verosimilmente il riempimento di un antico bacino lacustre, con sedimentazione rapida.

Alcuni tronchi sono conservati anche con la corteccia originaria, che presenta ancora le screpolature esterne. Il colore è rossiccio come quello del sedimento inglobante; alla frattura il legno silicizzato appare rosso-bruno scuro oppure nero, in rari casi biancastro. Le strutture del legno sono abbastanza evidenti già all'osservazione macroscopica e risultano perfettamente conservate in sezione sottile.

La flora attuale della zona è di tipo xerofilo. Chiarugi, al cui lavoro si rinvia ha determinato tre specie di Monocotiledoni (Palme e cioè Palmoxydon benadirensis, P.scebelianum, P.somalense) e otto Dicotiledoni (delle Dipterocarpacee, Dipterocarpoxydon somalense, D.scebelianum, D.giubense, delle Guttifere, Symphonioxydon stefanini e S.scebelianum, D.giubense, delle Rutacee, Evodioxydon oweni e delle Cesalpiniacee, Caesalpinioxydon ducisaprutii e C.zaccarinii). Il carattere della flora risulta collegato ad un clima decisamente più umido di quello attuale della zona. L'età è considerata plio-pleistocenica, per confronto con flore simili aventi giacitura geologica con rapporti stratigrafici più significativi di quelli del caso in esame, come nel Kenia e nell'Asia intertropicale (in Indonesia e altrove).

Alle osservazioni di Chiarugi possiamo aggiungere alcuni particolari. Innanzitutto non sembrano confermate tutte le distinzioni specifiche da Lui introdotte e in alcuni casi si possono proporre sinonimie; si si ricordi che delle specie da Lui descritte solo una, Evodioxydon oweni (Carru-Thers), era già nota in letteratura, tutte le altre sono nuove e istituite per il giacimento in esame. Così Lemoigne (1978) pone in sinonimia Dipterocarpoxydon scebelianum, somalense e giubense di Chiarugi con D.africanum Bancroft (1933), specie istituita poco tempo prima da questo autore.

In Evodioxydon oweni oltre a raggi parenchimatici (= midollari di Chiarugi*) uniseriati si sono trovati, in varie sezioni sottili, rag-

(*) La nuova nomenclatura è quella proposta nel 1957 dall'Internazionale

gi bi- e triseriati e talora tetraseriati. Al limite, i campioni potrebbero essere attribuiti a specie diverse. Si notano inoltre, cellule sclerificate e canali secretori interni di tipo resinifero, a cui Chiarugi non accenna; non si è invece riconosciuto parenchima metatracheale, da Lui descritto per la specie.

Le osservazioni relative a Dipterocarpoxyton hanno consentito di distinguere le varianti considerate specie diverse dall'Autore citato, le differenze fra esse sono tuttavia così lievi da non impedire la possibilità di sinonimia fra le tre specie proposte.

In particolare in tutte le sezioni sottili si osservano vasi addensati in numero maggiore (fino a 7 in "somalense" e "giubense") rispetto a quelli citati da Chiarugi. In tutte sono riconoscibili tillette non segnalate in precedenza. Vi è poi l'effetto di una variazione dell'attività del cambio, connessa con fluttuazioni di umidità, anche queste non segnalate.

Per Symphonioxyton stefaninii si può ripetere la prova delle variazioni dell'attività cambiale, rivelate dalla presenza di fasce di cellule parenchimatiche maggiori e più pronunciatamente poligonali, disposte perpendicolarmente ai raggi parenchimatici. Detti raggi sono per lo più tri- e tetraseriati e sono rari i casi di un numero più elevato di file di cellule, che risultano frequenti in Chiarugi. Anche qui si notano le tillette.

In tutte le Dicotiledoni studiate le nuove tecniche di osservazione hanno consentito inoltre di riconoscere nei vasi la presenza delle pareti primarie e secondarie e delle lamelle mediane fra vasi addossati.

Anche per le Monocotiledoni (Palmoxyton benadirensis, scebelianum e somalense) si pone il problema di eventuali sinonimie.

Per il resto non si possono che confermare i dati e le conclusioni di Chiarugi, alla cui pubblicazione si fa nuovamente rinvio.

tional Association of Wood Anatomists (I.A.W.A.), con traduzione italiana di A. Messeri e G. Scaramuzzi nel 1960: Glossario internazionale dei termini usati in anatomia del legno (Pubbl. Centro Sperim. Agric. Forest., v. 4, Roma).

PRELIMINARY STUDY ON THE PALEOGENE FORMATION OF CENTRAL SOMALIA (HIIRAAN, GALGADUUD, MUDUG AND NUGAAL REGIONS)*

(L. ALTICHIERI - A. ANGELUCCI - M. BOCCALETTI - M.M. CABDU LAQAADIR)

In the Faculty of Geology, Somali National University, searches have been carried out since some years on the Somali stratigraphic series, in order to clarify the relationships among the various geological formations (a problem particularly frequent inside the Mesozoic sedimentary sequence are facies etheropies). The field survey is accompanied by the examination of the satellite imagery (Landsat), aerial photographs (when existing and accessible) and the records yielded from the drilled wells for hydrocarbons research.

The field excursions are often made difficult by very hot climate, thick bush of thorny type, lack of tracks in wide areas; the observations are limited by the low elevations of the ridges and the scarcity of outcrops over long distances. Large eluvial and "caliche" covers are widespread almost all over studied areas.

Working groups of the Faculty of Geology, formed by Italian and Somali searches, have taken into consideration up to now the Jurassic stratigraphic series of the Jubba basin (Angelucci and others, 1980) and the Cretaceous of the Webi Shabelle basin (Barbieri and others, 1979); the present work should conclude the preliminary examination of the stratigraphic series of Central and Southern Somalia. The northern part of the country exhibits a different geological situation,

(* da: "Quaderni di Geologia della Somalia", Vol. V°, p. 1-26, Mogadiscio 1981.

due to its tectonic and sedimentary history related to the formation of the Gulf of Aden, along which it extends.

We are grateful to all persons who helped in any way our study and especially to the Dean of the Faculty in Mogadishu and to the local Authorities of the visited regions.

For the present study unpublished graduation works by Saacdiya Caarif Qaasim and by Ibraahim Maxamed Faarax regarding the area around Garoowe and Eiyil have been considered.

GEOLOGICAL INTRODUCTION

Previous publications

The first geological studies on the Tertiary of Central Somalia are due to G. Stefanini and were published from 1920 to 1938, with a rich series of works in "Palaeontographia Italica" (1933 to 1938). His studies were accompanied or followed by those of A. Silvestri on Foraminifera (1938-1948), A. Azzaroli (1948 to 1958) on the whole fauna, by G. Giannini on the Molluscs (1955), G. Checchia-Rispoli on the Crustaceans (1946) and on the Echinides (1942 to 1950). The microfauna of the Karkar Formation was studied by G. Forteleoni Piamonti and C. Pirini Radrizzani (1975). The stratigraphic series was detailed by A. Azzaroli.

Of a particular usefulness are the reports delivered by the oil companies on the drilled wells for hydrocarbons, deposited at the Ministry for Mineral and Water Resources in Mogadishu.

When not confidential, they have been read through the courtesy of Dr. Hilaal Cabdalla Faaraj, to whom we are particularly grateful. Among all, the reports by P. Lyons and A. Bennison of Sinclair Somali Corporation (1960), by Ropetrol (1975), the publications by the Geological Survey Team of the People's Republic of China (1972), by S. U. Barnes (1976), by R. Bignell (1977) must be remembered. For comparison with nearby areas the works by W.O. Cliff (1956), by E. Ducci and C. Pirini Radrizzani (1969) and by M. Beltrandi and A. Pyre (1973) must be considered. General informations are contained in the Reports of the Geological Survey of the former British Protectorate of Somaliland; many informations are summarized by A.P. Popov, A.L. Kidway and S.A. Karrani (1973) in a report on hydrogeology of Somalia, and earlier by Somaliland Oil Exploration Co. (1953) for Northern Somalia.

A reinterpretation of the stratigraphic series of Somalia was proposed by Hilal A.F., G. Pavan and E. Robba (1977); the paleontological record was summarized by G. Piccoli and Hilal C.F. (1978). The

general geological situation has been illustrated by G. Merla and others (1979), by M. Kamen-Kaye and S.U. Barnes (1979), M. Kamen-Kaye and A.A. Meyerhoff (1980), also on the base of the results reached with the wells of the Deep Sea Drilling Project (DSDP) in the Indian Ocean and in the Gulf of Aden; a faunal and floral history of East Africa from Permian to Tertiary was outlined by M. Kamen-Kaye (1978).

Among the graduation works at the Faculty of Geology in the Somali National University, apart those by Saacdiya C.Q. and by Ibrahim M.F. (1980) already remembered, the following ones have to be listed for our purposes: Cabdi Saalax Xuseen (1978), Maxamed Xasan Xaaji Axmed (1978), Axmed Yuusuf Ismaciil (1980).

Internal reports to the Faculty of Geology regarded also the studied region and its Tertiary sequence; among all that by Maxamud Cabdi Carush (1980), on an excursion to the zone, preceded our inspection on the whole area; his sampling was accompanied by stratigraphic columns of the visited area, as well as by a study of thin sections of the collected samples.

The stratigraphic series

The oldest formation assigned to Paleogene is the Yesomma Sandstone, which contains no fossils, but carbonized fragments of leaves and branches. Its age is deduced from the stratigraphic relationships and is inferred to be Upper Cretaceous and Paleocene or exclusively Paleocene, as in the studied area.

The sandstone is quartzous, locally magnetitic, conglomeratic in the upper levels. The matrix is mostly silty. Cross bedding is common, of fluvial environment. Its thickness varies from 400 m at Yesomma to 250 northwards, becoming about 1700 m near the coast of the Gulf of Aden. It lies on the Belet Uen Limestone, of a Cretaceous age, in the Hiiran region; the direct contact was never observed in outcrops, but is known from drilled wells. In the Galgaduud region the "Transition layers" were found in the underground inbetween, with a thickness of about 350 m (Tavani, 1949). Towards the interior, in respect to the Indian Ocean, it is to say in the Ogaden region and then in Central Ethiopia, the Yesomma Sandstone covers directly, with a disconformity, older and older rocks of the Mesozoic stratigraphic series; in some parts it rests on limestones of Lower Jurassic age.

The Yesomma Sandstone is covered conformably by the Auradu (or Awradle) Limestone, of a Paleocenic and Lower Eocenic age.

Its age results to be older, Upper Cretaceous, in the Nugal Valley, where it is thicker (to 1000 m northwards). The most typical rock

of this formation is a limestone in thick banks, with a light brown to whitish colour. The fossils, pretty seldom, are firmly cemented in the rock. Minor lithotypes are dolomians, marls, silty clays, silts and in the upper part sandstones. The total thickness is about 400 m, decreasing to 250, if Northern Somalia is excluded. Paleocarstic phenomena are quite common.

On it the Taleh Formation is lying (Taalex in the Somaly spelling). Its name comes from the known fortress of the mullah Mohamed Saiyd Abdulle Hassan (Maxamed Saacid Cabdulle Xasan), the national Somali hero. The Taleh Formation is mainly composed by evaporites, it is to say anhydrite, and gypsum at the surface, with interbeds of dolomia, limestone, marl and clay.

The Taleh Formation represents the third main sulphatic body of the Somali stratigraphic series, the other being represented by the Main Gypsum (Lower Cretaceous) and Ferfer Formation (Cenomanian) respectively.

As far as evaporites are concerned, the Main Gypsum Formation is the thickest evaporitic level, up to 500 m (the Mao Member of Garbaharre Formation is its partial equivalent in the Jubba Valley); the Ferfer Formation is thin and lentiform; the widest area of evaporites is given in any way by the Taleh Formation, the outcrops of which extend from Hiraan region to the vicinity of the Somali coast of the Gulf of Aden, forming in particular all Central Somalia beyond the Shabelli River.

The maximum thickness of the Taleh Formation is about 350 meters, decreasing to around 300 southwards in the studied area. It disappears in the vicinity of Kandala, where the Karkar Formation covers directly the Auradu Formation (region of Bari, NE Somalia).

Inside the Taleh complex the El Bur (Ceel Buur) sepiolite level is contained. The formation is almost azoic in many parts; the intercalations of carbonatic or clastic type give an age ranging from Lower to Middle Eocene, on the base of benthonic Foraminifera (among them Nummulites) and Molluscs.

The widespread carstic and paleocarstic phenomena, common in the Taleh as well as in the underlying Auradu Formations, suggested to several geologists to propose the "Mudugh Beds", referred to surface weathering and redeposition phenomena in a very wide area (see, for instance, Rompetrol, 1975 and the Geological Map of Somalia 1:1.000.000 by V.N. Kozerenko et al., 1970-1972). The name has been used in mining geology (uranium and thorium mineralizations).

We do not completely agree with this interpretation, which would

compel to do like that for many others areas and formations subdue to weathering and alteration phenomena in the equatorial climate of the present and the past of Somalia. More over, many carstic phenomena are likely to be very old in age.

The Karkar Formation forms the last part of the stratigraphic series in the studied region. It is the richest in macro and microfossils, which can be often easily taken out from the soft marls and even from the limestones, which are the more common types of rocks of this formation. Evaporitic intercalations are seldom. The age of the formation ranges from Middle to Upper Eocene, becoming generally older northwards, as it happens also for the older geological complexes of the area, which result to be time-transgressive. The top of the formation is known out of the studied region and indicates a total maximum thickness of 250 m. The fossils are represented by macroforaminifera (Nummulites, Orbitolites, Alveolina, Somalina, Discocyclina, a.s.o., illustrated particularly by A. Azzaroli, 1950), planctonic foraminifera, pelecypods, gastropods, echinids, with a strong Tethyan character. Beside the limestones and marls (often very clayey), other lithotypes are dolomias and siltstones. The Karkar Formation is the last one in the stratigraphic succession to have a wide area of extension in Somalia.

The paleontological record

The fossil contents of the studied formations is represented mainly by foraminifera and, as far as the Karkar Formation is concerned, also by molluscs and echinids. The best biostratigraphic correlations were based up to now on macroforaminifera, which are largely known in the stratigraphic sequence of marine environment, studied in the area. Planctonic foraminifera are now under study.

The Yesomma Formation is referred in its lower part to Upper Cretaceous on the base of fossils found in marly intercalations in Northern Somalia as far as Socotra (Suqutra), among which Orbitolina, Inoceramus and Ruditidae; Northwards its base is even Lower Cretaceous in age.

In the Auradu Limestone the first Nummulites from Somalia are known, with small individuals, together with Daviesina Danieli Smout, Smoutina crusyi Drooger, Lockhartia tipperi Davies, L.haimei Davies, Kathina major, Smout and in the upper part Nummulites atacicus Leymerie, Somalina stefaninii Silvestri (Azzaroli, 1950, refers it however to Karkar), Alveolina periloculinoides Silvestri, A.subpyrenaica Leymerie, A.frumentiformis Schwager, Orbitolites complanatus LMK., Sakamerie,

ria cotteri Davies: a Paleocene and Lower Eocene age results from the faunal associations. Northwards a Maastrichtian age is suggested by Omphalocyclus macroporus LMK and other foraminifera, Globotruncana a.o.

From the carbonatic and clastic intercalations of the Taleh Formation thin beds with many echinids (Sismondia) are known in Northern Somalia, where the formation is thinning to disappearance. Other fossils are Nummulites globulus Leymerie, Alveolina timorensis Verbeek & Fennema, A.frumentiformis Schwager, Orbitolites complanatus LMK., Coskinolina liburnica Stache, Dictyoconus africanus Silvestri, with a Lower and Middle Eocene age.

The many Foraminifera from the Karkar Formation are listed by A. Azzaroli (1950) and by G. Forteleoni Piamonti & C. Pirini Radrizzani (1975); we shall recall here only some of them, which are significant for biostratigraphy. So for Middle Eocene Nummulites gizehensis Forskal, N.millecaput Boubeé, N.beaumonti D'Archiac, N.perforatus Montfort, N.somaliensis Nuttal & Brighton, N.discorbinus Schloth, N.lybicus Checchia-Rispoli, N.aturicus Joly & Leymerie, Dyctioconoides kohaticus Davies, Discocyclina pratti Michelin, D.ephippium Schloth., Asterocyclina stellaria Brunner, for Upper Eocene Nummulites fabianii Prever, N.chavannesii De La Harpe, Pellatispira budensis Hantken silvestriana Thalmann, while a longer distribution in time have Orbitolites complanatus LMK., Dictyoconus africanus Silvestri, Lockhartia haimel Davies, L.tipperi Davies, Linderina buranensis Nuttal & Brighton.

Among the Molluscs E. Giannini (1955) has reported the Bivalvia Vulsella falcata Muenster, Cardita aegyptiaca Fraas, several species of Lucina (L.pharaonis Bellardi, L.thebaica Zittel, L.immanis Opph., L.mokattamensis Opph., L.mutabilis LMK., all known also from Egypt), Diplodonta hindu Cox, Tellina reticulata Bellardi, Meretrix nitidula Cardium halaense D'Arch., Corbula exarata Desh., and, exclusive of Upper Eocene, Arca uniformis Opph., Chlamys subdiscors D'Arch., Mactra fourtaui Cox, and the Gastropoda Velates schmidelianus Chemnitz, various Naticidae, Cerithium tchihatcheffi D'Arch., Terebellum obtusum Sow., Gisortia gigantea Muenster, Conus brevis Sow., and for Upper Eocene Rostellaria goniophora Bellardi, Cassis aegyptiaca Opph., Heligotoma niloticum Mayer-Eymar (the two last species exist also in Middle Eocene). The faunal affinities are strong with India, Egypt and the Mediterranean Paleogene (Italy, Southern France, Spain).

Checchia-Rispoli reported the Crustacean Decapodes Paleocarpilius macrocheilus Desm. and P.(Metapodon)lorentheyi Ch.-Risp. and Echinidis Brissoides cranium Leske, Echinolampas migiurtinus Ch.-Risp., E.fraasi

De Loriol, E.migliorinii Ch.-Risp., Kleinia pulchra Ch.-Risp., Linthia mortenseni Ch.-Risp., Schizaster delorenzoi Ch.-Risp., Lutetiaster maccagnoi Ch.-Risp., and others. Among the plants Dasycladaceae are frequent.

The overlying Oligocene deposits contain Nummulites vascus Joly & Leymerie, N.intermedius D'Achiac, N.incrassatus De La Harpe, Heterostegina costata D'Orbigny and other typical fossils (Silvestri, 1937; Socin, 1957; Azzaroli, 1958).

Stratigraphic equivalents outside the studied area

The gradual thickening of the Paleogene formations (except Taleh) northwards towards the coast of the Gulf of Aden and their progressively older age have been already said.

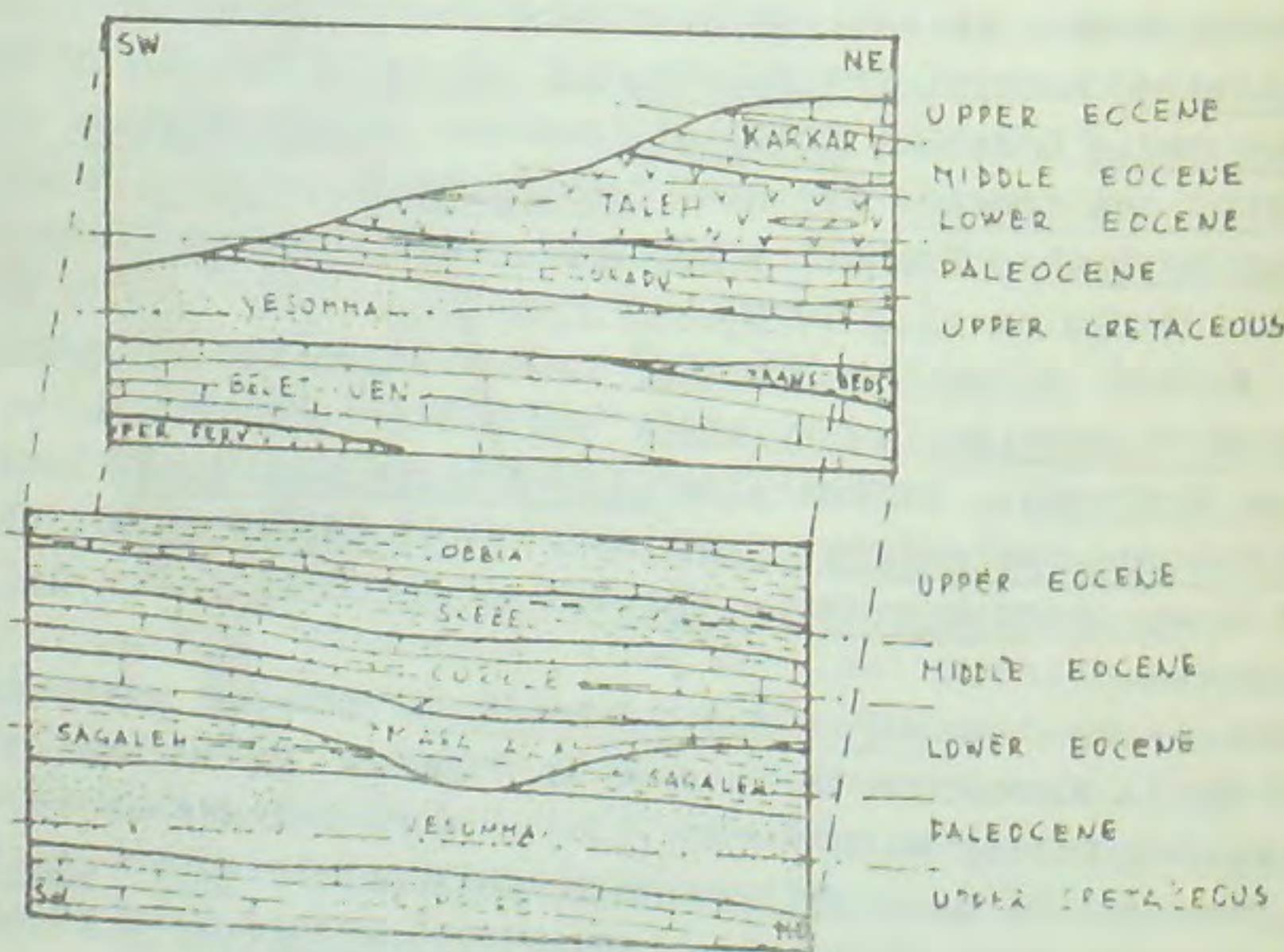
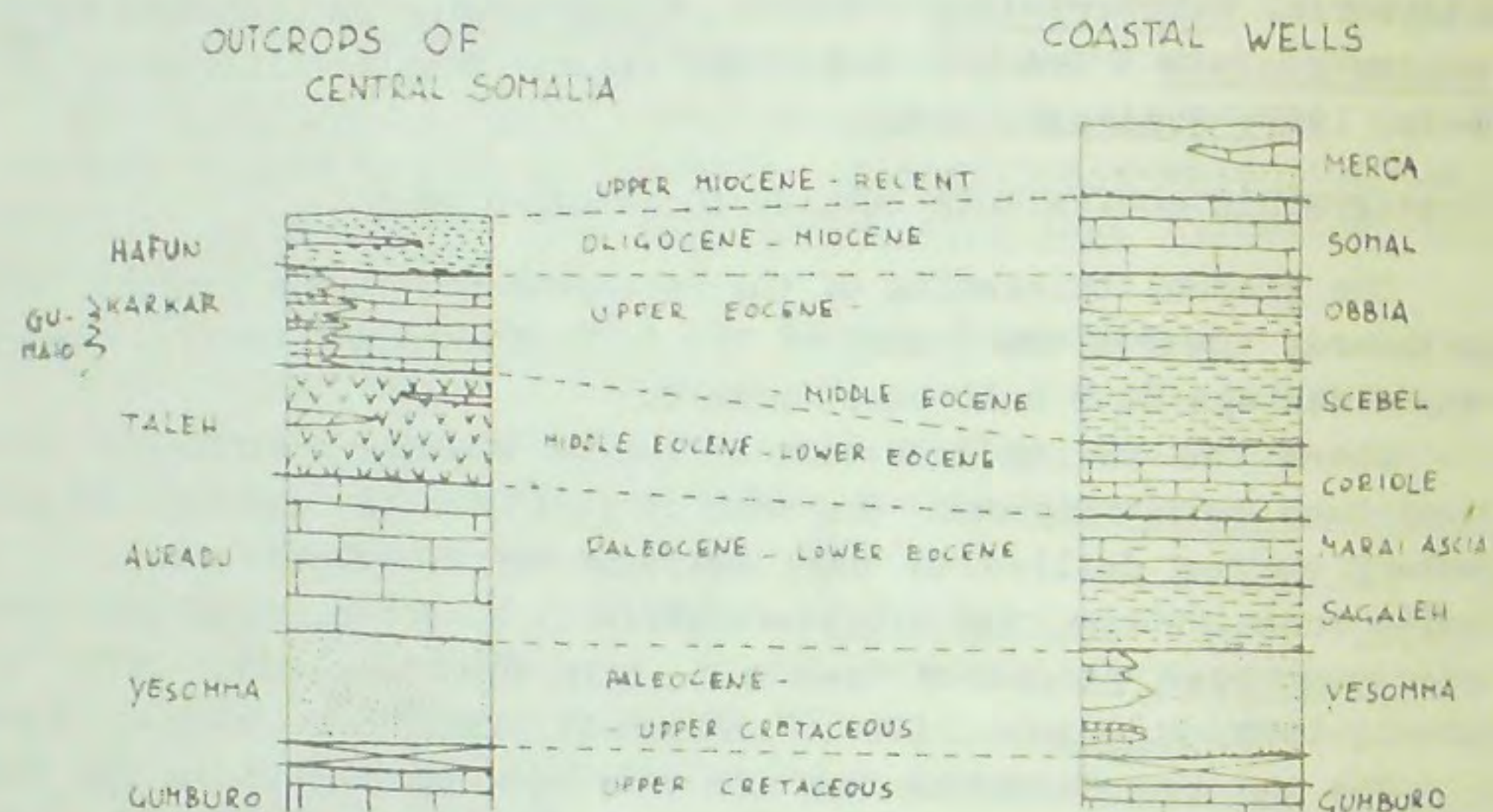
Where the facies differences become stronger, different formations have been proposed. The same is valid for the underground sedimentary series drilled by deep wells along the Somali coast of the Indian Ocean, where rich microforaminiferal associations of planctonic type have been recovered (see a.o. Agip Mineraria, 1957-1977; G.L. Spraul, 1959; A. Klaver, 1964; F. Plumhoff, 1967; S.M. Andrews, 1968).

The Yesomma Formation has its etheropic equivalent in the Tisgé (Tisjeex) Formation: the age of both ranges from Lower Cretaceous to Paleocene in the region bordering the Gulf of Aden, while becomes younger southwards, as already said, ranging from Upper Cretaceous to Paleocene in the region examined for our research. In the Tisjeex sequence, limestones are prevailing over sandstones; among the fossils Pianella dinarica Radoicic, Cuneolina cf.laurentii Sartoni & Crescenti, Orbitoides media D'Arch., O.tissoti Schlumb., Omphalocyclus macroporus LMK., Orbitolina trochus Fritsch, Coskiolina sp., Loftusia sp., Inoceramus, can be listed (Canuti & Marcucci, 1969; Ducci & Pirini Radrizzani, 1969; Merla et al., 1979).

The Auradu Formation has its lateral open sea correspondent in the Sagaleh Formation, of a shaly and silty composition, with minor limestones and marls; it contains Globorotalia compressa Plummer, Globorotalia aequa Cushman & bigerinoides daubjergensis Bronniman, Globorotalia aequa Renz and upwards Globorotalia pseudomenardii Bolli. Its age results to be Paleocene.

On it rests the Marai Ascia Formation. Between Adale and Obbia the Marai Ascia Formation is lateral to Sagaleh; in any way it extends upwards etheropically with Auradu. It is more calcareous in composition in respect to Sagaleh Formation and contain Globorotalia aequa and then Gbl.velascoensis Cushman, Globigerina linaperta Finlay, ran-

FIG. 1 - STRATIGRAPHIC CORRESPONDENCE BETWEEN OUTCROPS IN CENTRAL SOMALIA AND COASTAL DEEP WELLS



ging in age from Upper Paleocene to Lower Eocene.

Volcanics of basaltic composition were found in the coastal Benadir (Sagaleh Formation). In the type area of Auradu Formation (near Berbera) and in Ogaden an upper member (Allakhajid Beds) with thin layered limestones rich in *Alveolina* was distinguished. In Southwestern Somalia and beyond the Kenyan border in Paleocene and Lower Eocene the Lach Dera Formation was being deposited, with continental sands and silts containing no fossils in this time interval. Finally in the Deep Sea Drilling Project Site 241 (Somali Basin, in front of Kisimayo) silty shale was met, on which unconformable volcanites are lying.

The Taleh Formation has an etheropic correspondence with the open sea Coriole (Qoryooley) Formation, composed of marls, limestones, dolomias with minor shales and silts, containing *Globorotalia formosa* Bolli, *Nummulites discorbinus* Davies; its age ranges from Lower to Middle Eocene. Lach Dera Formation followed to be deposited in Southwestern Somalia, shale in DSDP Site 241.

The Karkar Formation is replaced in the Northeastern edge of the Horn by the Gumaio Facies, of calcarenites and compact limestones with *Alveolina* (*A. elliptica* Sow. a.o.) and *Nummulites carteri* D'Arch. & Haime, *N. millecaput* Boubeé, *Assilina praespira* Douv., *stercocyclina stellaris* Brunn. A nearby emerged area undergoing erosion is inferred from the calcarenites (towards Socotra).

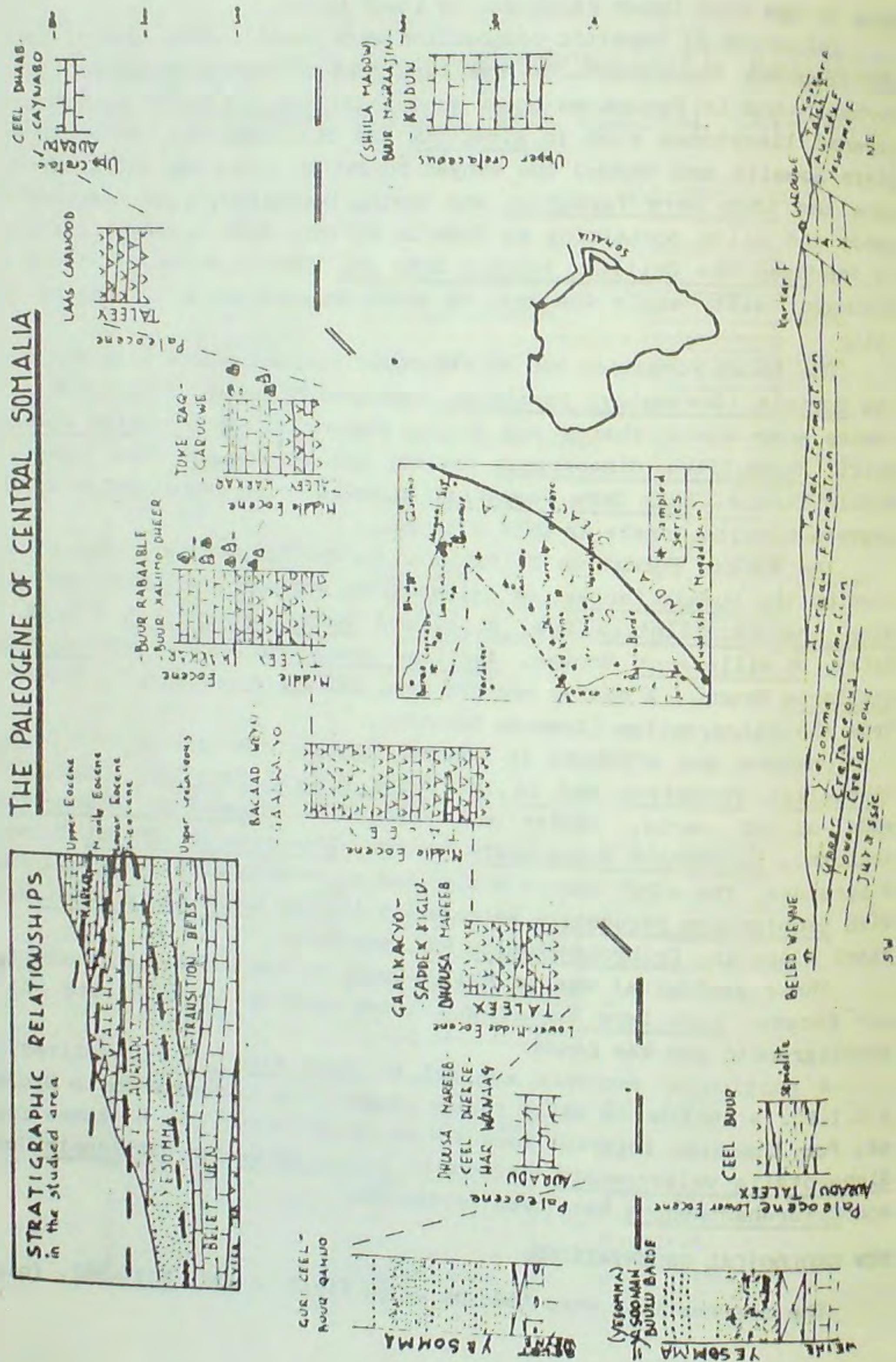
Onshore and offshore in coastal Somalia the underground Scebel (Shabelle) Formation and in the Obbia (Hoby) Formation, the first made up of marls, shales and silts with *Nummulites Discorbinus* Schloth., *Hantkenina alabamensis* Cushman, *Globorotalia lehneri* Cushman & Bermudez, the other one of shales and silts with some marls upwards, with *Globigerina yeguaensis* Weinzierl & Applin, *Antkenina dumblei* Weinzierl & Applin, *Cribrorhantkenina* sp., are known.

Their geological age is Middle-Upper Eocene and respectively Upper Eocene. Lach Dera Formation follows upwards; in DSDP Site 241 a stratigraphic gap was found.

A particular sequence was met in Gared Mare I well, drilled by A.G.I.P.: a continuous shaly series ranges from Paleocene up to Miocene. For the time interval to which we are referring the biozones from *Globorotalia velascoensis* Cushman to *Globorotalia cerroazulensis* Cole and *Cribrorhantkenina* have been recognized.

NEW GEOLOGICAL OBSERVATIONS

The observations were made by us on field in 1980 and 1981, follo



wed by thin section preliminary examination of the sampled rocks. We shall expose our results formation by formation.

Yesomma Formation

It was studied in the wide belt of its extension at the East of the Shabeli Valley, where it widens for about 120 Km., ranging North to South from the surroundings of Hargeysa to Bulo Burti and Jala-laqsi.

Good outcrops are not common and only separated parts of the sequence are exposed; the maximum continuous observed thickness is about 300 m in the vicinity of the type locality, Yesomma (Yasomma in the local spelling). Other studied sections are Jirta Qamno and Guri Ceel, at the East of Belet Uen (Beled Weyne), capital of the Hiiraan region.

Yesomma section

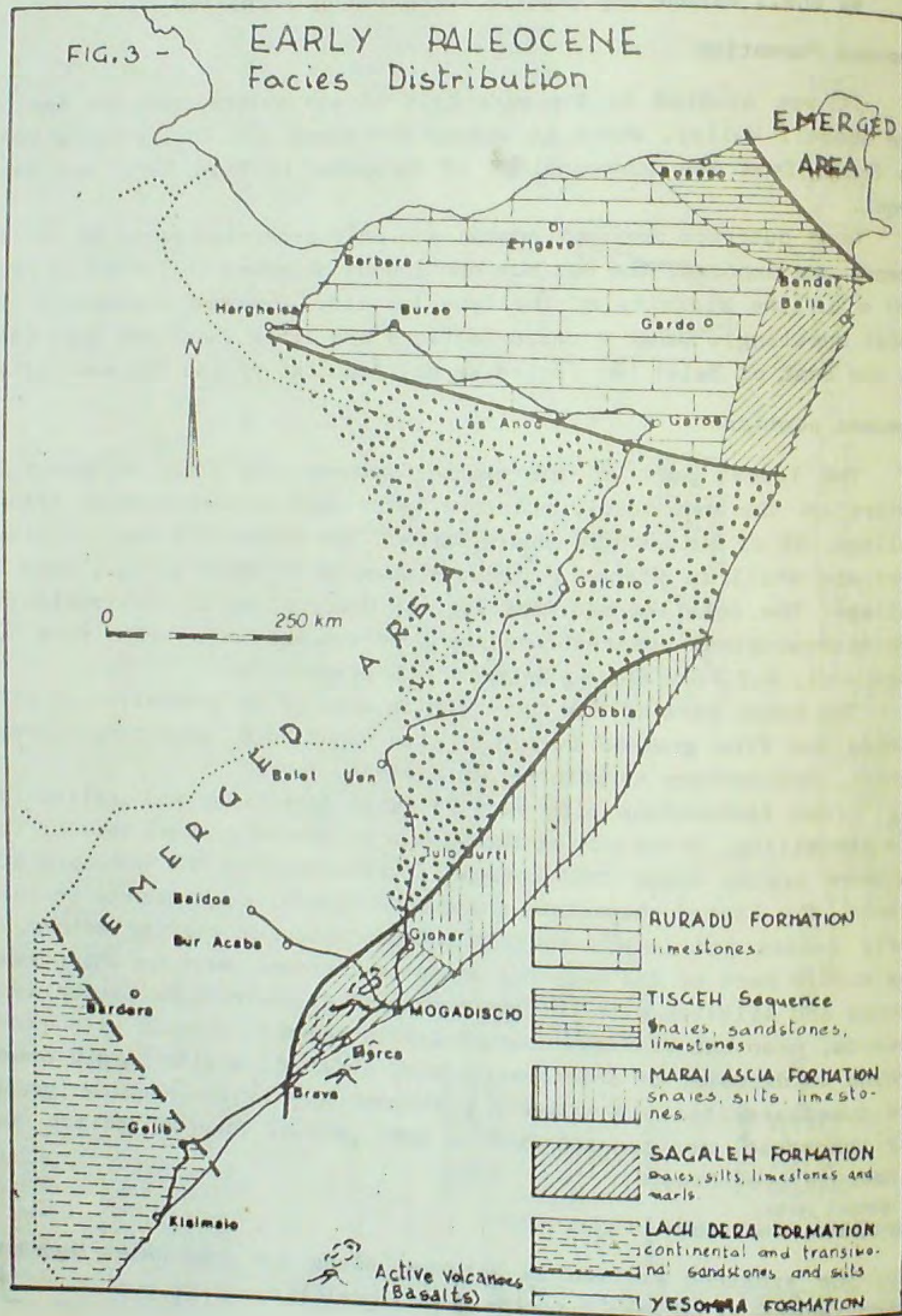
The lowest part of the exposed sequence is found at about 220 meters on the sea level, near the water well situated below Yesomma village, NE of Bulo Burti (Buulo Barde). The ruins of a small military fort are still in place. It follows upwards to 300 m o.s.l., near the village. The detailed sedimentological description of this series and the microscopical observations shall be exposed in a later work. (A. Angelucci, M.C. Carush, G. Mezzadri, in preparation).

The basal part of the formation is made of an alteration of siltstones and fine grained to medium size sandstones, with conglomeratic lenses. Sedimentary structures are evident.

Cross laminations with very variable directions and inclinations are prevailing, often cut at the summit by coarse grained levels. These show pretty clear imbrications determined from the northern quadrants. The listed characters indicate a fluvial environment. Cm-thick marly lenses and levels testify sedimentation in resting waters. In the middle part of the sequence cross laminations decrease while sandstones and siltites with burrows and parallel laminations predominate. Upwards, near the village, coarser levels begin to prevail with quartz grains to diameter of some centimeters, alternating with hardly cemented quartzarenites; irregularly scattered dark oxides nodules (probably manganese) are concentrated in some levels. Towards the top conglomerate predominate.

Bur Qamno section

The examined section is situated along the road Belet Uen-Dusa Mareb, about 50 Km east from the first locality.



The thickness of the sequence is about 75 meters, starting from 410 m o.s.l.. The lower 25 m are formed by siltites with fine sandstones without laminites. Some levels rich in manganese nodules were found. In the middle part arenaceous interbeds prevail; the siltites show many burrows. Towards the top the arenaceous layers have thickness up to 3 m each.

The sequence is closed by siltitic banks with nodular structures and then by siltites with cross lamination, containing manganese nodules.

Sedimentation environment and age

The described sequences and other scattered minor outcrops allow to state a continental environment of sedimentation.

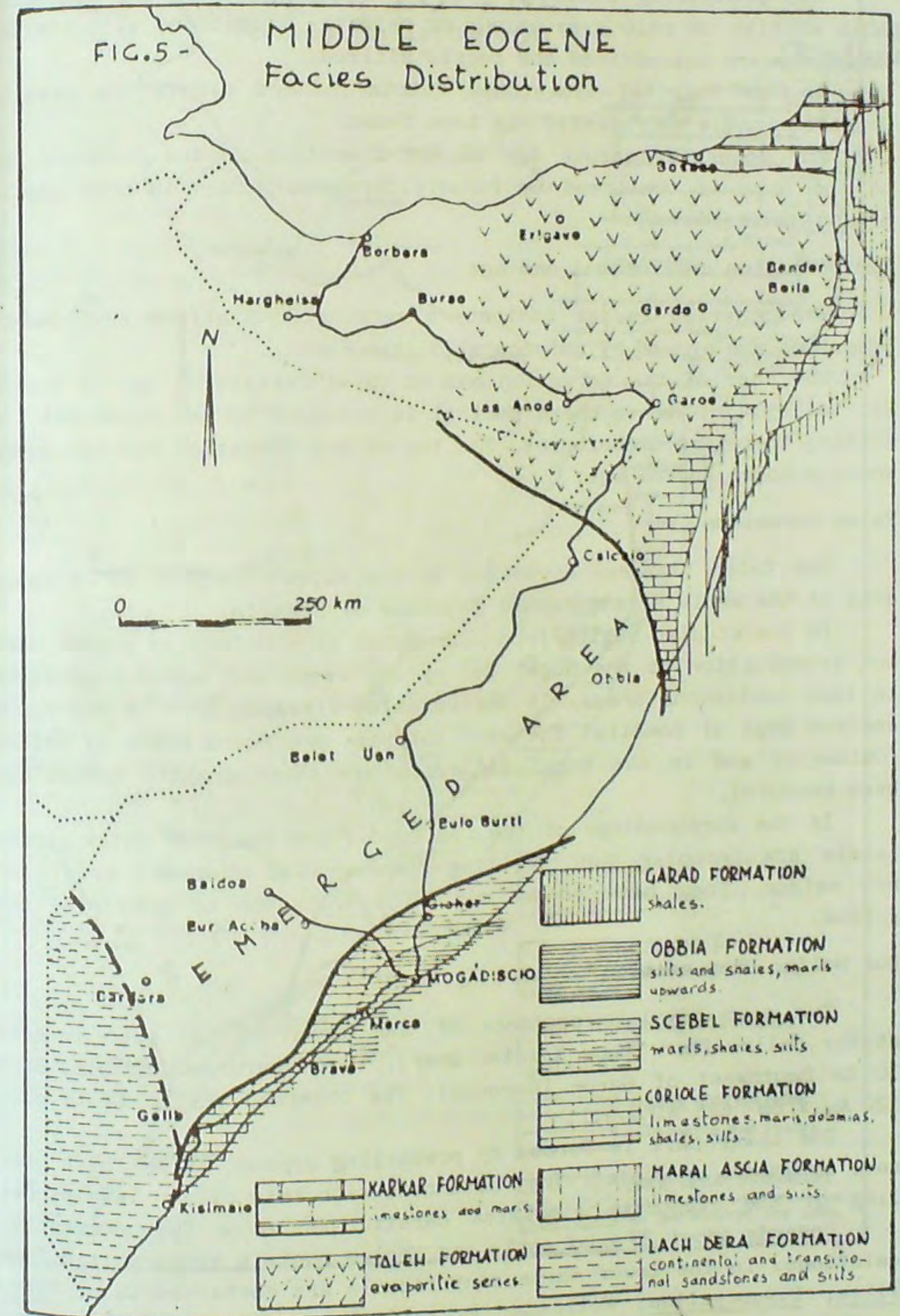
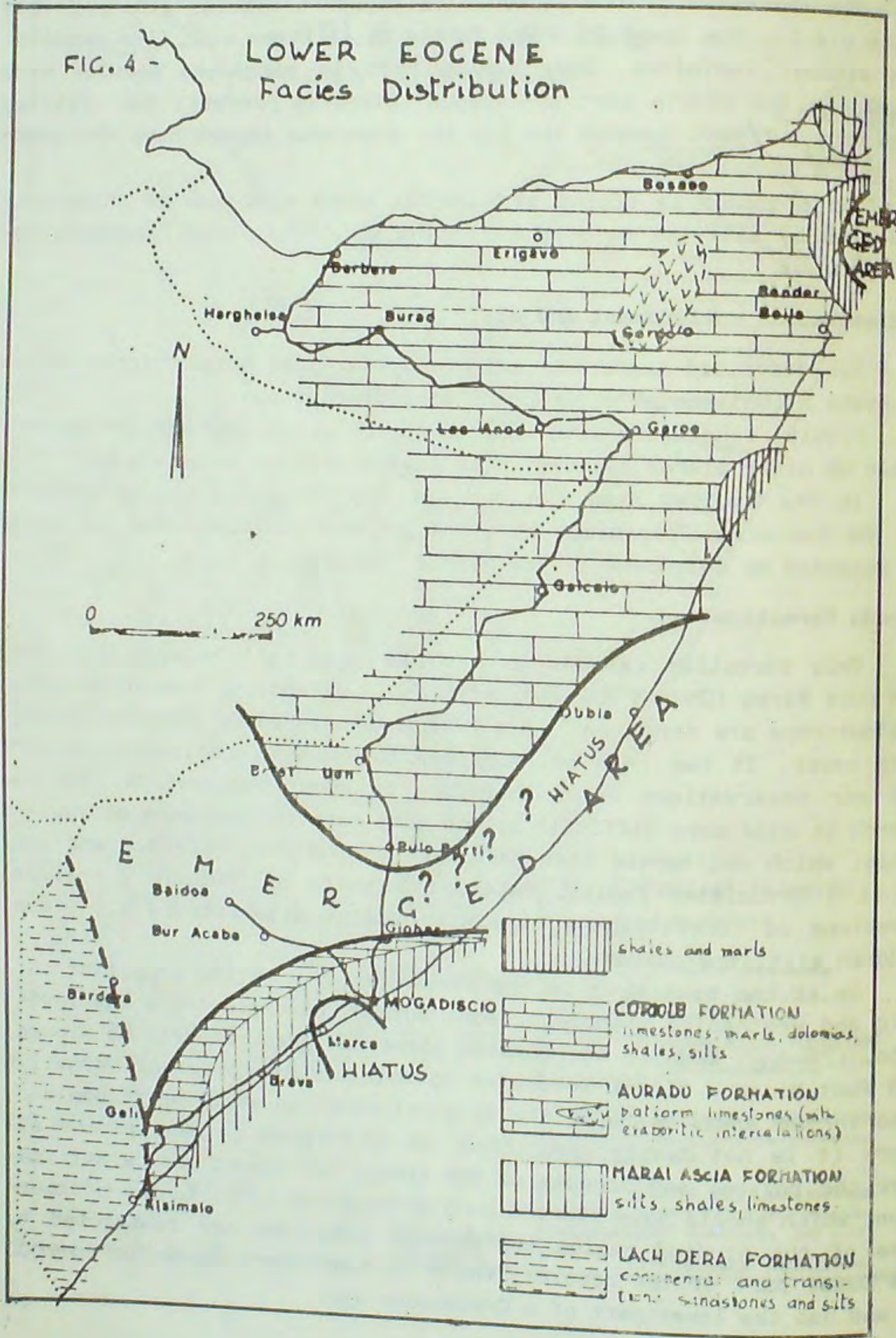
Fluvial conditions with various energy situations are recognized, while in other places alluvial plan environment is to be stated.

In the studied area the base of the formation can be assigned to the Coniacian-Campanian, by stratigraphic position; the top is to be regarded as Paleocene, maybe Middle Paleocene.

Auradu Formation

This formation extends in a 50 Km wide belt between Guri Ceel and Dusa Mareb (Dhuusa Mareeb), with a N-S direction, toward Hargeysa. Its outcrops are very poor, in a flat area covered by extended Quaternary cover. It has been not possible to study a continuous sequence and our observations refer therefore to short successions. The research is made more difficult by the many carstic phenomena at various scale, which obliterate the characters of the original rock and give to it a brecciated facies. Extended deposits of "caliche", residual limestone of concretionate type with vadous pisolites in a residual reddish silt, are common.

As it has been said in the forewords, due to the important carstic and weathering phenomena, some authors have erected a new formation, ("Mudugh Beds"); the carstic phenomena were referred to Miocene and Post-Miocene times. We prefer to maintain the original formation name in the area, because the original rock can still be recognized, where it is not deeply carstified, as it happens in many places all over the region, and because of the likely old age of the carstification, which should have started soon after deposition. In the northern area of the studied region the carstic phenomena are restricted to the basal part of the complex, which is there very thick (up to 1000 m) and has the lower part of a Cretaceous age.



The prevailing rocks of the formation are micritic limestones of a whitish or pale grey colour or detrital limestones with laminae; sometimes are dolomitized and recrystallized.

In the detrital limestones quartz rounded clasts are present. No determinable macrofossil has been found.

The Upper Cretaceous age of the formation in the northern part of the area is confirmed by foraminifera recognized in some samples around Hudun (Xudun).

Sedimentation environment and age

The observed facies indicate a carbonatic platform environment; emersions are proved by paleocarstic phenomena.

The base of the formation has an Upper Cretaceous age in the Nugal Valley; in the southern part it is assigned to the Paleocene, resulting therefore diachronous. The top of the formation reaches everywhere a Lower Eocene age.

Taleh Formation

The Taleh (Taleex) Formation is the widest complex as extension area of the whole stratigraphic sequence of Somalia.

In the studied region from Dusa Mareb it continues almost without interruption to the Nugal Valley and crops out again northwards, in less continuous areas. It decreases to disappearance in the north-eastern edge of Somalia. The best outcrops are found North of Galcaio (Galkacyo) and in the Nugal Valley, where stratigraphic series have been measured.

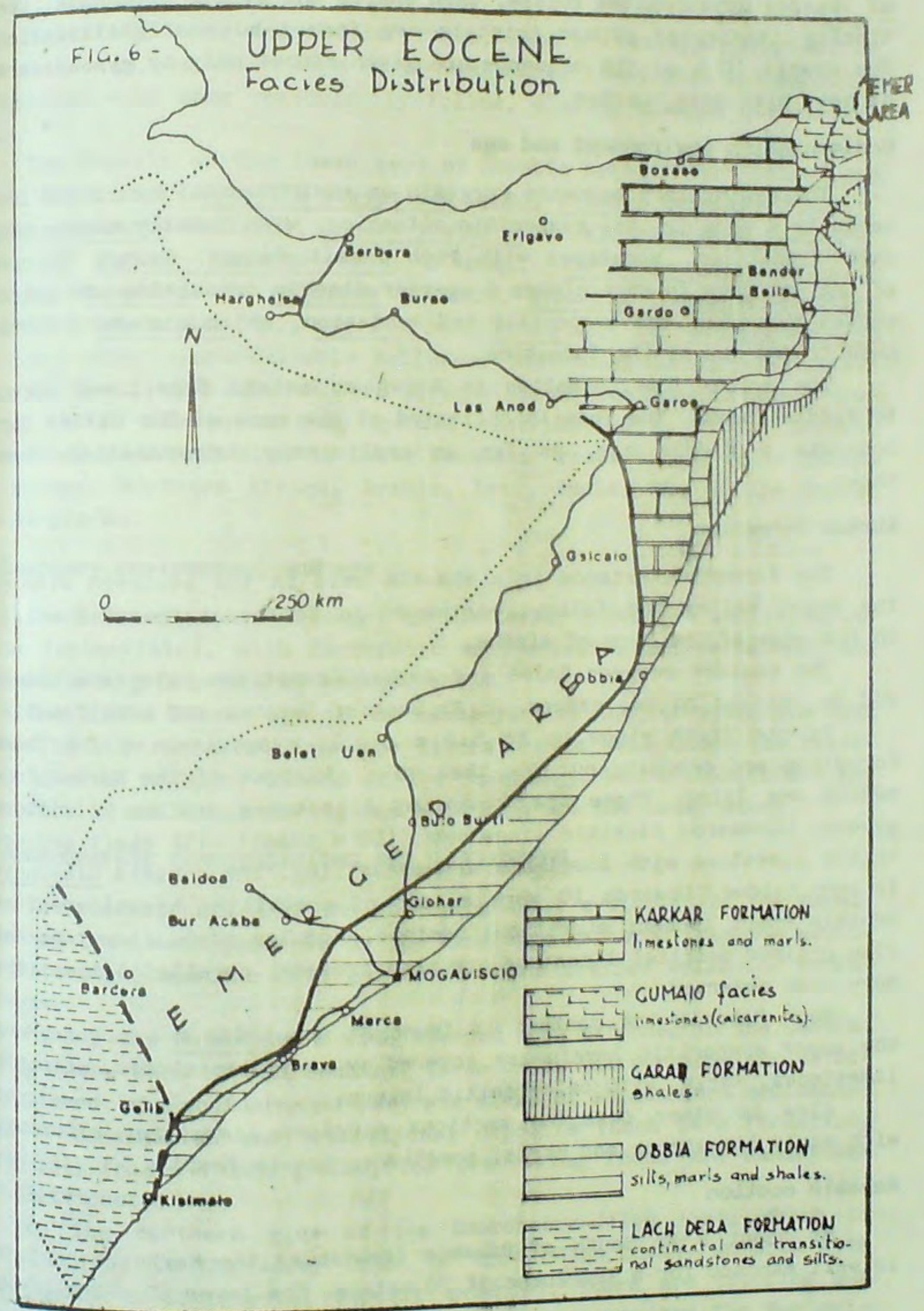
In the surroundings of the Las Anod (Laas Caanood) thick gypsous levels are cropping out; swelling phenomena of diapiric origin are not seldom. They seem to be due to hydration of anhydrite into gypsum.

Bur Halimo Dher section

The most complete sequence of the formation has been observed at Bur Halimo Dher (Buur Xaliimo Dher), 10 Km South of Robable, about 30 Km Southwest of Garoe (Garowe). The observed thickness is about 120 m, from 625 m. o.s.l.

The lower part is formed by prevailing gypsum, in mm thick laminae, sometimes undulated. They alternate with thin clayey levels. Swelling of the evaporite simulates carstic phenomena (pseudocarsting).

Upwards about 20 m of marls and shales contain gypsarenitic intercalations. In the lower marls many fossils are contained (a.o. *Nummulites*, *Discocyclus*, Molluscs, Echinidae). Still upwards 10 meters



of layered gypsarenites follow, then shales and gypsum alternate. Vertically isoriated gypsum cristals are formed bu recrystallization. The summit 10 m of the sequence are given almost only by gypsum sandstones, with some burrows.

Sedimentation environment and age

The sedimentary sequence suggests an environmental evolution from sebha to a more typical evaporitic situation, with locally marine clastic deposition, sometimes with rich fossil faunas. Toward the end of the sequence in some places a coarser clastic deposition has interrupted temporary the evaporitic sedimentation, which elsewhere continues to the top of the formation.

The age of the formation is known to extend from Lower Eocene to Middle Eocene. The fossils collected at the base of Bur Halimo Dher indicate a Middle age, as far as preliminary determinations have shown.

Karkar Formation

The formation extends in a WNW-ESE belt in the southern side of the Nugal Valley and follows eastwards in Northeasternmost Somalia, to the edge of the Horn of Africa.

The contact between Taleh and Karkar Formations have been observed in details in two places, 25 Km West of Garoowe and near Rabable.

In the first place up to 510 m o.s.l. evaporites of the Taleh Formation are cropping out. On them 20 m of rocks of the Karkar Formation are lying. These are formed by limestones and marls without gypsum. Downwards micritic limestone (10 m about) with chert and detritic limestone with bioclasts are prevailing. The echinid Sismondia is not seldom. Upwards 10 more meters of prevailing biocalcarenes contain chert lenses; micritic limestone, nodular marly limestone and fine grained detrital limestone are also present; parallel laminations have been observed.

Near Rabable the contact is found at about 620 m o.s.l.; where the upper evaporitic levels are covered by marly limestones, micritic limestones, marls, with calcarenitic layers.

Also in other observed sections micritic limestones alternate with marly limestones and marls, sometimes rich in fossils.

Rabable section

At about 8 Km South of Rabable (Rabaable) the Karkar Formation is well exposed for a thickness of 70 meters. The lower 50 m are given

by alternating loose and nodular marls, rich in fossils described in the next item, to which 20 m of nodular marly limestones and micritic limestones with some vesicularity follow, closing upwards the exposure.

The fossils of the lower part of Rabable section were determined by L. Altichieri: Vulsella aegyptiaca Opph., Chlamys hopkin i D'Arch., Lucina pharaonis Bellardi, Lucina thebaica Zittel, Xenophora cumulans Brongn., Natica bazarkoiensis D'Arch., Cerithium tchihatcheffi D'Arch., Cassidea cf. nilotica Bellardi, Gisortia (Vicetia) gigantea Muenster, Terebellum sp., Cypraea sp., Pinna sp., Ostrea sp., Amusium sp., and other indeterminable Molluscs, individual Corals and Echinides. All the listed species were already known from Somalia (see: Gianini, 1955). The prevailing species distribution is Middle Eocene; some of them extend also to Lower Eocene or respectively Upper Eocene of Europe, Northern Africa, Arabia, Iraq, India. The Middle Eocene age is proved.

Sedimentary environment and age

The sedimentary environment of the Karkar Formation was infralittoral (epineritic), with carbonatic sedimentation and periodical detrital feeding from nearby emerged areas.

The Middle Eocene age of the basal part of the formation was confirmed by our research. From the literature is well known the extension upwards to Upper Eocene of the formation. Microforaminifera and macrofossils collected during our excursion are now under study.

PALEOGEOGRAPHIC CONSIDERATIONS AND CONCLUSIONS

The reconstruction of the paleogeographic evolution of the Somali area has been made possible by the knowledge gathered from the geologic literature and the data gained from the drilled wells for hydrocarbons.

During the Paleocene a wide emerged area extended in the Central and Southern part of the country. Three different portions can be distinguished; the southernmost part was sieged of an abundant sedimentation of continental and transitional deposits (Lach Dera Formation, known only from the underground. The prevailing rocks are sandstones and siltstones.

At the northern side of the Baardheere-Jilib line, which is almost normal to the today coast of the Indian Ocean, an area with practically no continental deposit extended; there are cropping out nowadays the Jurassic marine sedimentary formations and the Bur crystalline basement.

Still northeastwards, from Belet Weyn, another area of dry land developed in Paleocene, with sediments of continental origin and environment (Yesomma Sandstone), which continued from Upper Cretaceous.

Marine sedimentation took place during Paleocene in the northern part of Somalia as well as in coastal zone between Brava (Baraawe) and Obbia (Hoby). In the last zone two different environments can be distinguished. A southern part, from Brava to Mogadishu, has paleocenic marls and shales accompanied by dolomias (Sagaleh Formation, known from the drilled wells), with some basaltic volcanics. Northeast from Mogadishu to Obbia, the Murai Ascia Formation was settling, with siltstones, shales and marls. The boundary between the two zones seems to have been sharp, with a probable strike normal to the coast itself. This boundary corresponds inland to the limit between the area of deposition of the Yesomma Sandstone and that with practically no deposition.

The other important marine domain, in the North of the country, was separated from the emerged area by a straight line directed from Garoe (Garowe) to Hargysa, WNW-ESE. From Upper Cretaceous a carbonatic sedimentation continued in the zone (Aurad Formation). Toward NE the clastic Tisjeh Formation is found, with sandstones and shales driving from a source at the extremity of the Horn, where a dry land developed. South of Bender Beila more open sea deposits were formed, with marls and shales (Sagaleh Formation).

The boundaries between continental and marine facies are found along directions perpendicular (NW-SE and WNW-ESE) or parallel (NE-SW) to the present day coast of the Indian Ocean. It is to say that during Paleocene the sedimentation was controlled by tectonic features of distensive type, which fragmented the Somali area into crustal blocks along faults with NE-SW and NW-ES directions.

In Lower Eocene (Fig. 4) important variations in paleogeography occurred. The sea invaded a wide area southwards starting from the northern part of Somalia and a wide platform was formed, where carbonatic sedimentation developed in the area formerly covered by the continental sandstones of the Yesomma Formation. The dry land reduced its extension far southwards.

The southern boundary of Aurady limestones is parallel and near to the former (Paleocene) boundary between bare area and Yesomma sedimentation area, as well as to the former boundary between Murai Ascia and Sagaleh Formation (coastal area).

The same limits represent in Lower Eocene the northern boundary between a sedimentary area and a zone with sedimentary hiatus north-

wards. The sedimentation (between Kisimayo and Jowhar) is of carbonatic type in the near offshore (Coriole Formation) and marine clastic; of deeper sea, seawards (Marai Ascia Formation). The second listed deposits were found in Paleocene more northwards.

The tectonic line we are dealing with separated two crustal blocks with a different behaviour. The northern side has shown a stratigraphic gap in Lower Eocene all along the zone extended between Mogadishu and Obbia, where coastal deposits were met in Paleocene.

Narrow areas around Garad and Hafun received marly or shaly deposits.

In the southwestern part of Somalia the Lach Dera Formation continued to be deposited beyond the line Baardheere-Jilib, with a continental and transitional sedimentation which compensated the subsidence.

Also in Lower Eocene the tectonic directions NW-SE and NE-SW control the sedimentation. Movements parallel to the coast of the Indian Ocean occurred, while the NW-SE faults separated blocks with opposite tilting. An example is the line Jowhar-Belet Weyn; the northern block was being tilted towards NW, the southern block towards SE.

In Middle Eocene (Fig. 5) a general uplifting of the region occurred. The emerged area widens to Galcaio (Galkacyo). North of a line directed NW-SE evaporitic deposition took place (Taleh Formation). These deposits make transition to sea sediments to NE, near Bosaso and to East, where bands of deposits of carbonatic (Coriole Formation), then siltitic and carbonatic (Marai Ascia Formation) and offshore (Garad Formation).

Marine environment continued in the coastal area between Kisimayo and Mogadishu, with a facies arrangement in bands parallel to the coast. In the far Southwest the Lach Dera Formation was being deposited.

The tensive tectonic with NE-SW strike increased of importance.

In Upper Eocene (Fig. 6) important variations did not occur. The dry land area remained more or less the same, while a general sinking of the region took place, at the North as well as at the East.

In the northern part of the country the carbonatic sedimentation followed to the evaporitic of the same area. Parallel to the coast marls and shales were sedimented. Only in the areas around Garad and Hafun deeper sea facies are known.

In this period the NE-SW becomes more and more significant. As conclusion the following observations can be listed:

1. The facies variations in Somalia in the Paleocene-Eocene periods

are controlled by extensive tectonic; the whole area was fragmented into crustal blocks.

2. The main tectonic directions striked NE-SW and NW-SE; the first is parallel to the present day coast of the Indian Ocean, the other is normal to it.
3. During Paleocene and Lower Eocene the directions prevailing in the tectonics were those transversal to the coast, while in Upper Eocene the direction parallel to the coast took more importance. This fact is to be put in relation with the drift of India to the North and the contemporary opening of the Indian Ocean.
4. The main tectono-sedimentary variation occurred at the boundary Paleocene-Eocene, when India reached the latitude of the Horn of Africa and transform faults parallel to the Owen fracture had the maximum role.

GEOLOGY AND OIL PROSPECTS OF SOMALIA, EAST AFRICA (Traduzione di Mohamud Abdi Aruush)

(S.V. BARNES)

DESCRIZIONE REGIONALE

La Somalia si trova lungo la costa orientale dell'Africa fra le latitudini 1°30'S e 12°N, e tra le longitudini 41° e 51°E; è lunga circa 1.600 km e larga circa 250-400 km. La parte meridionale della Somalia è in generale pianeggiante e presenta altitudini inferiori ai 350 m sul livello del mare, fatta eccezione per una catena collinare vicino a Obbia (Fig. 2), dove si raggiungono quote di poco superiori ai 400 metri.

Dalla zona di Calcaio, il territorio si innalza improvvisamente verso Nord e Nord Est raggiungendo quote superiori ai 2.000 m s.l.m. Il rilievo topografico è maggiore a Nord, sia rispetto alla parte centrale che a quella meridionale della Somalia. Le montagne che costeggiano la costa settentrionale della Somalia raggiungono altitudini superiori ai 2000 m (Syrud Adad 2400 m e Bahaia 2200 m) vette che sono rispettivamente 250 e 525 km ad Est di Berbera e distano dalla costa appena una decina di chilometri.

La Valle del Nogal si trova nella parte settentrionale della Somalia e presenta un marcato rilievo; il fondovalle, posto a 350 m s.l.m., contrasta con le scarpate settentrionali e meridionali che presentano quote superiori agli 800 m (s.l.m.).

L'altopiano del Haud, si trova a Nord della Valle del Nogal, e raggiunge un'altitudine di circa 1000 m a 50 km da Gardo, ma scende a 500 m e meno a Nord-Est, per poi nuovamente ad innalzarsi verso le catene costiere del Nord.

Gli unici fiumi della Somalia sono il Giuba e lo Scebeli; ambedue localizzati nella parte meridionale del paese, hanno la loro origine

(*) da: "Quaderni di Geologia della Somalia", Vol. II°, p. 71-100, Mogadiscio 1978.



FIG. 1—Regional geographic relations of Somalia. Type-section localities are underlined.

in Etiopia. Il contrasto morfologico e topografico fra i territori settentrionali e quelli meridionali della Somalia sono da imputarsi molto probabilmente all'assetto tettonico del paese, caratterizzato soprattutto da faglie del medio e tardo Terziario, sviluppatosi soprattutto nel settore Nord della Somalia.

Molti nomi formazionali del Mesozoico e dell'Eocene, riportati in questo lavoro sono stati definiti dai geologi italiani, utilizzando i nomi dei villaggi più vicini alla sezione tipo della formazione (Fig. 1).

Molti di questi villaggi sono in Somalia Occidentale. Le arenarie basali che giacciono sopra le rocce cristalline del basamento in Africa Orientale sono state menzionate già nel 1870 da W.T. Blanford (in Archell, 1956). I nomi formazionali del post-Eocene sono stati definiti dai geologi delle Compagnie impegnate nelle ricerche del petrolio in Somalia. Questi geologi hanno coniato anche nuovi nomi per le formazioni mesozoiche attraversate dai pozzi perforati in Somalia (Fig. 3), in conseguenza delle variazioni di facies riscontrate tra quelle in superficie e altre campionate nei pozzi.

PALEOZOICO

Rocce sedimentarie paleozoiche non sono presenti in Somalia.

PRE GIURASSICO

Anche se Stefanini (1925) aveva attribuito le arenarie basali osservate a Luq (Somalia meridionale) al Trias, dai reperti fossili rinvenuti nella formazione clastica è possibile riferire dette rocce ad un periodo compreso tra il Lias inferiore ed il Retico (Archell, 1956).

Comunque esiste una formazione detta "Formazione di Mansa Guda" (Ayeró, 1952), di età pre-giurassica, che raggiunge uno spessore di 600 m (Thompson and Dotson, 1960).

La "Formazione di Mansa Guda" è composta da una serie di arenarie a stratificazione incrociata e conglomerati; essa è compresa tra il basamento e le rocce carbonatiche giurassiche ed è in successione normale con tutte e due le unità.

GIURASSICO

Depositi giurassici si rinvencono in tutta la Somalia sia in superficie che nel sottosuolo e possono essere divisi in quattro unità (Fig. 1, 2; Tab. 1). Lo spessore di questi depositi varia da 152 m (nel pozzo Amerada 1 a Bur Hisso, vicino alle alture del Nugal) a 2743 m (nel pozzo Sinclar 1 Obbia nel bacino Somalo). Il Giurassico aumenta di spessore da Nord a Sud, verso il bacino di subsidenza (Fig. 5, 6), e da Ovest a Est (Fig. 7, 8); le variazioni di facies si osservano nella direzione dell'aumento di spessore e in corrispondenza di acque basse (Shelf) e a rocce sedimentarie bacinali.

"Formazione di Adigrat"

In Somalia questa formazione si identifica con le arenarie basali; essa è presente in tutta l'East Africa: il nome della formazione è stato dato da W.T. Blank Ford nel 1870 (in Archell, 1956).

Nella Somalia meridionale essa è composta da sabbie quarzose di vario colore con intercalazioni gessose e argilliti di colore rosso-scuro, le "Arenarie di Adigrat" sono costituite da arenarie quarzose non fossilifere di vario colore, talvolta micacee e a stratificazione incrociata; localmente può variare verso l'alto in calcari arenacei; questi sono stati datati del Toarciano (Giurassico inferiore) (Swatz and Arden, 1960). Alla base della "Formazione di Adigrat" sono presenti dei conglomerati ciottolosi.

In Etiopia, questa formazione si presenta in facies di arenarie a granulometria da fine a media, con uno spessore medio di 60 m, in genere non molto cementate, e localmente quarzose e non fossilifere (Migliorini, 1956). Dati di perforazioni indicano che la litologia di questa formazione è variabile sia nel substrato che in superficie. Nel pozzo AGIP 1 Cotton la "Formazione di Adigrat" ha uno spessore di 105 metri (32 m di quarzite, 27 m di arenarie, 46 m di shale). Nel pozzo Amerada 1 a Lascanood vennero perforati 64 metri "Arenarie di Adigrat", composto da 18 m di arenarie, 37 m di shale e 9 m di calcare.

In Etiopia nel pozzo Sinclair XEF-1 vennero perforati 24 m di rocce appartenenti alla "Formazione di Adigrat" (composto da 12 m di arenarie, 9 m argilliti e 3 m di conglomerato di base).

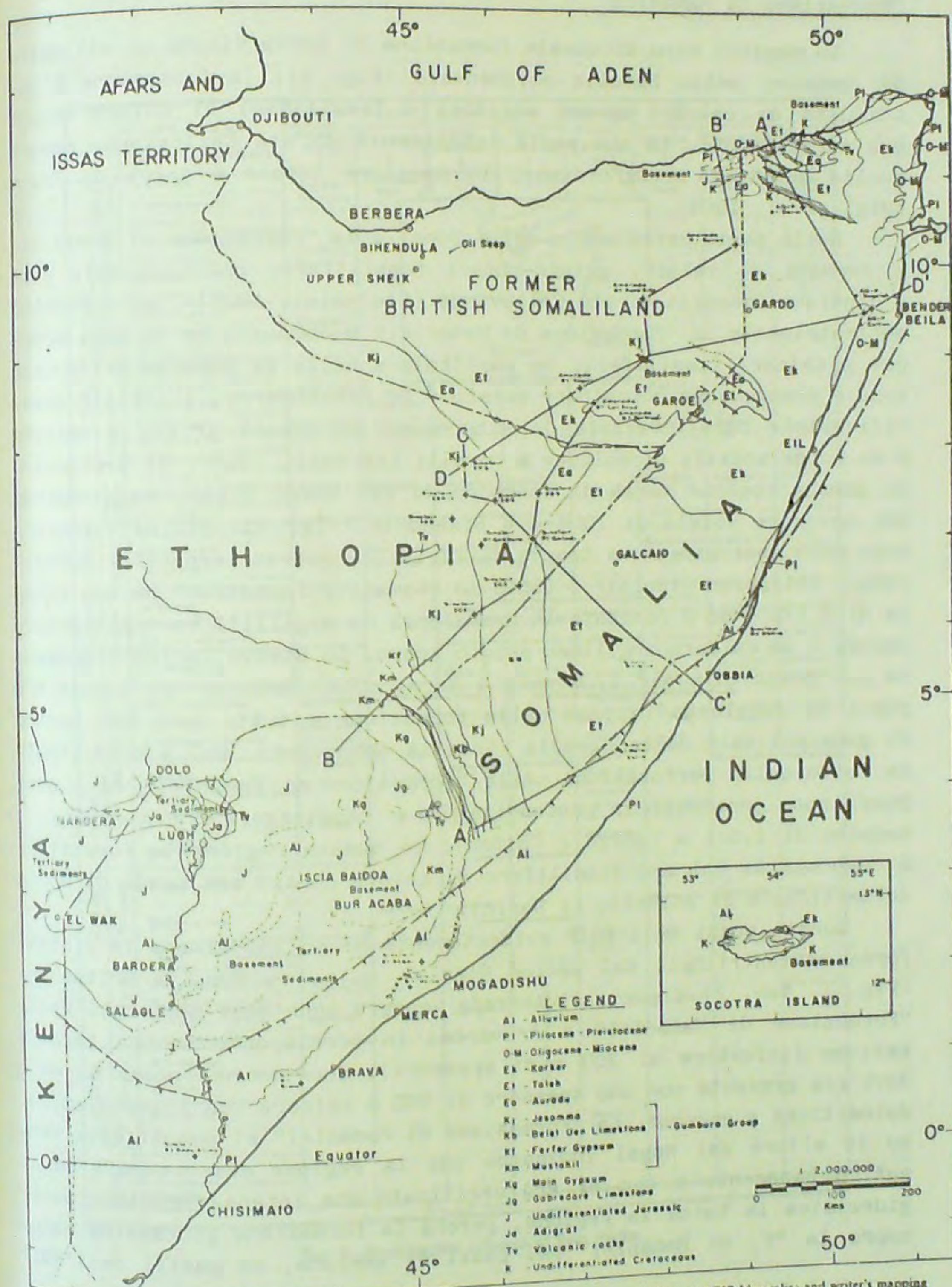


FIG. 2—Geologic map of Somalia, East Africa. Compiled from Stefanini (1933); information from V. Fois of AGIP Mineralia; and writer's mapping and field work, 1955-1960.

"Formazione di Hamanlei"

La sezione tipo di questa formazione si trova vicino al villaggio di Hamanlei nella Somalia occidentale (Fig. 1); la formazione è costituita da calcari spesso oolitici e fossiliferi di colore chiaro ben stratificati. La sua parte inferiore è di età Calloviana, mentre quella sommitale è Oxfordiana; lo spessore totale è circa di 210 m (Migliorini, 1956).

Nella parte meridionale della Somalia la "Formazione di Hamanlei" è formata da calcari grigio-chiari fossiliferi, oolitici alla base e contiene Ammoniti di età Calloviana (Stefanini, 1925). Nella Somalia settentrionale la "Formazione di Hamanlei" è composta da calcari arenacei e calcari fossiliferi; in particolare nella ex Somalia Britannica essa è composta da un calcare scistoso ad Echinodermi, a sottile stratificazione caratterizzata da alternanze di colori grigio e marrone e da bande sottili di calcare a coralli (Archell, 1955). Il Giurassico in questa regione varia di spessore da Est verso Ovest, raggiungendo uno spessore totale di 1006 m a Bixendula (Fig. 2). Gli affioramenti sono però resi stretti a tracce di faglie largamente separate (Archell, 1956). Nel pozzo Sinclair 1 Obbia la "Hamanlei formation" ha una potenza di 2.175 m ed è composta in prevalenza da argilliti bacinali grigio-scure e da calcare argilloso grigio scuro. La stessa facies è presente nel pozzo Sinclair 1, Gira e 1 Maraycasha. Nessuno di questi tre pozzi ha raggiunto la base della formazione e tutti sono nel bacino di geosinclinale della Somalia (Somalia embayment). Più a Nord l'AGIP ha fatto delle perforazioni nella "Formazione di Hamanlei" ed i suoi pozzi sono penetrati in profondità fino a raggiungere uno spessore massimo di 1.021 m (pozzo 1 Cotton); in questa regione la formazione è composta da calcare fossilifero di colore chiaro con bande di rocce dolomitiche e di anidrite (1 Darin).

Questi pozzi dell'AGIP evidentemente hanno incontrato la piattaforma settentrionale del bacino somalo. Nella ex Somalia Britannica (Fig. 1, Tab. 2) i pozzi di Amerada vennero anch'essi perforati nella "Formazione di Hamanlei" e trovarono in corrispondenza una piccola sezione (inferiore ai 300 m di spessore), eccetto nel pozzo Buran 1, dove era presente con uno spessore di 900 m calcare con intercalazioni dolomitiche e gessose. La "Formazione di Hamanlei" si assottiglia verso le alture del Nugal indicando che la regione era occupata da un antico basamento o che si era verificata una intensa erosione post-giurassica in tutta la regione, perchè la formazione giurassica manca sopra la "F. di Hamanlei" nei pozzi di Amerada, in quelli dell'AGIP

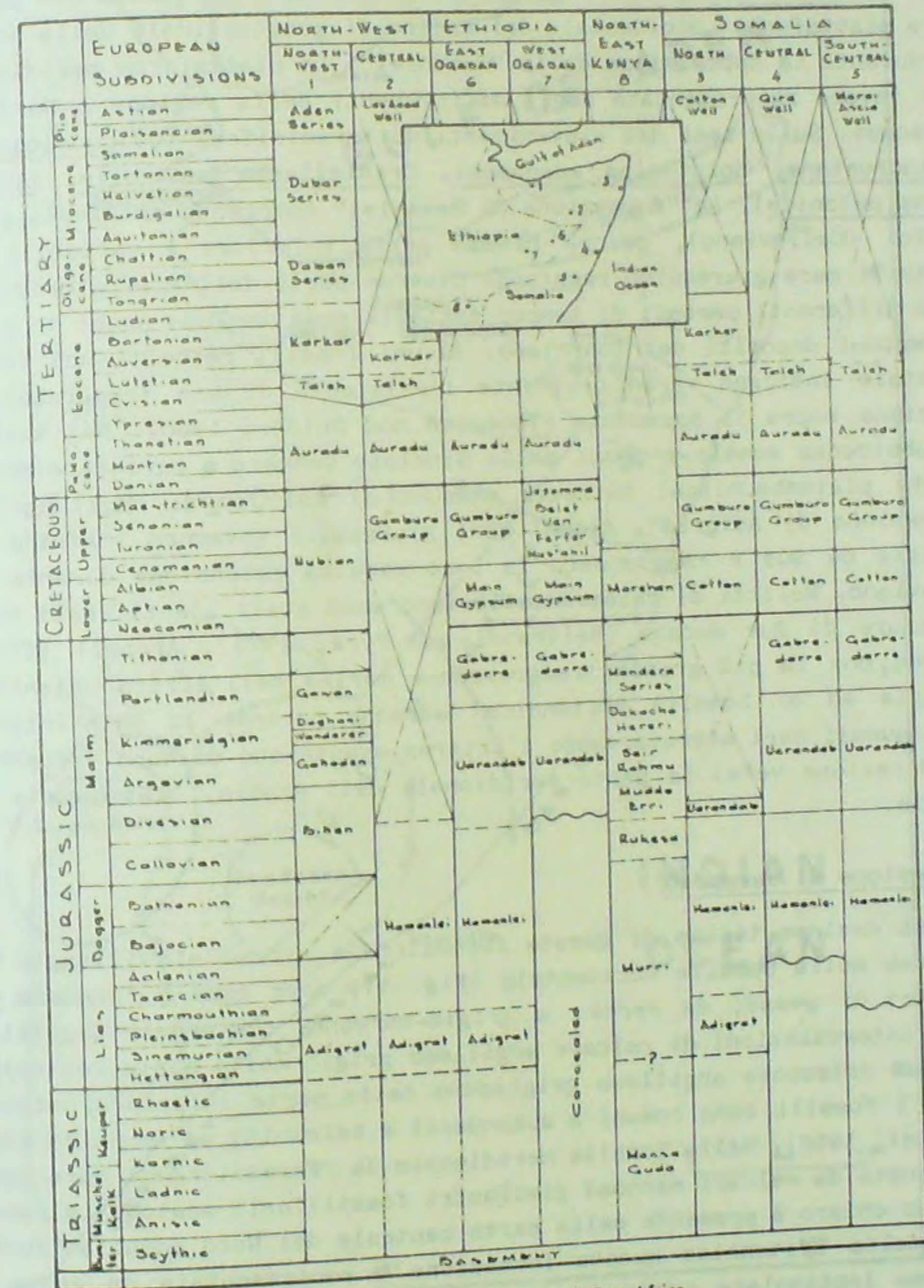


FIG. 3—Stratigraphic columns of East Africa.

eccetto 11 m della "Formazione di Warandab" e nel pozzo Cotton 1. Nella Somalia occidentale (Fig. 1, Tab. 3) i pozzi della Sinclair penetrano facies calcareo-dolomitiche e anidritiche per uno spessore di 1.067 m (pozzo Galad 1). Questa regione evidentemente rappresenta una parte della piattaforma occidentale del bacino di geosinclinale della Somalia durante la deposizione della "Hamanlei". La piattaforma meridionale è invece rappresentato dagli affioramenti della regione a Nord di Bur Acaba. Sulla base dei rinvenimenti di foraminiferi (Quinqueloquina incrostantis, Epistomina mosquensi, Cristallaria contralis, Lenticulina polonica), la "Formazione di Hamanlei" comprende orizzonti giurassici (Calloviano), poichè la sua parte inferiore è variabile in quanto il mare giurassico raggiunge diverse parti dell'Africa Orientale in differenti periodi di tempo; tuttavia essa include anche in alcune regioni depositi del Toarciano. Alcuni fossili raccolti nel Kenya Orientale indicano verso occidente l'esistenza di una trasgressione toarciana sopra il basamento (Thompson and Dotson, 1960). Nel bacino di subsidenza somalo i pozzi della Sinclair vennero a perforare rocce di età pleinsbachiana; tuttavia nessuno di tali pozzi raggiunge la "Formazione di Adigrad". Alcuni mari giurassici invasero l'Africa orientale da Sud e raggiunsero la loro massima estensione durante il Calloviano. Relitti di calcare calloviano sono stati identificati nelle alture di Bur Hacaba (Beltrandi and Pyre, 1973). Archell (1956) ritenne che la più grande trasgressione marina dell'Africa Orientale (Etiopia ed ex Somalia Britannica) avvenne durante il Batholniano, e che questi mari attraversando l'Eritrea avanzavano da Nord assumendo una direzione verso la parte meridionale dell'Arabia, l'Etiopia e la Somalia.

"Formazione di Uarandab"

La sezione tipica di questa formazione è vicino al villaggio di Uarandab nella Somalia occidentale (Fig. 1), dove essa è composta da 55 metri di gesso, da verde a grigio-marrone, contenente argillite e con intercalazioni di calcare argilloso grigio nella parte centrale, e di un orizzonte argilloso grigiastro nella parte inferiore, potente 15 m. I fossili sono comuni e abbondanti a Belemniti ed Ammoniti (Migliorini, 1956). Nella Somalia meridionale la "Formazione di Uarandab" è composta da calcari marnosi giallastri fossiliferi; analogo calcare marnoso chiaro è presente nella parte centrale del Nord Somalia. Nella ex Somalia Britannica questa formazione è rappresentata da gessi, a forma lenticolare, contenente 120 m di marna calcarea grigia e marne, 103 m di calcare grigio litografico a sottile stratificazione,

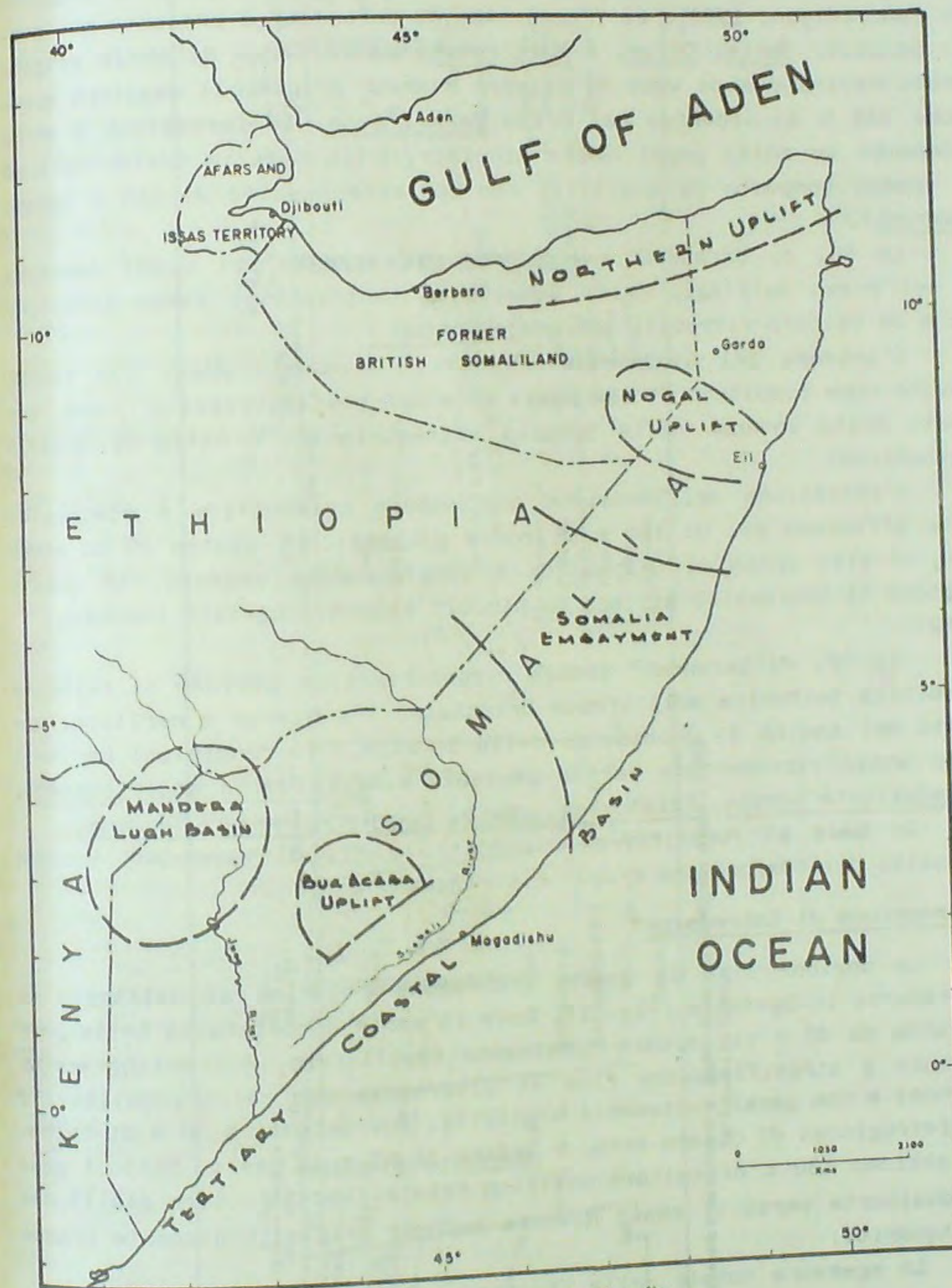


FIG. 4—Regional structures of Somalia.

e infine 113 m di gesso grigio a forma lenticolare contenente argillite (Macfadiyen, 1933). La "Formazione di Uarandab" è presente nei pozzi Sinclair Obbia, Giras, e Maraicaasha sotto forma di shale grigio-scuro bacinale e da vene di calcare marnoso grigie. Il maggiore spessore 538 m si incontra nel pozzo Mareai Asha. La formazione è anche presente in molti pozzi della Sinclair nella Somalia Occidentale ed è spesso composto da argilliti con spessore massimo di 159 m (pozzo Gumburo).

La "F. di Uarandab" sembra che sia assente nei pozzi Amerenda e nel pozzo dell'Agip nella Somalia settentrionale; fanno eccezione 11 m di calcare ritrovati nel pozzo Cotton 1.

L'assenza del Giurassico superiore in questi pozzi può essere dovuta come risultato di una vasta erosione post-giurassica che era stata molto intensa nella Somalia settentrionale e nella ex Somalia Britannica.

L'estensione dell'erosione può essere evidenziata a Bixunbale, dove affiorano più di 100 m di rocce giurassiche, mentre 23 km verso Sud, in alto Shekh, il Giurassico è completamente assente. In queste regioni il Giurassico affiora in piccoli blocchi fagliati (Hedberg, 1952).

La "F. di Uarandab" sembra rispecchiare un periodo di relativa stabilità tettonica nell'Africa Orientale; l'ambiente è neritico, eccetto nel bacino di subsidenza della Somalia, dove condizioni bacinali sono state riconosciute per la presenza di Epistomina stelicostata, Cristallaria nodosa, Epistomina ornata, Pseudocyclamina, Sequana.

In base ai Foraminiferi rinvenuti, la "F. di Uarandab" include depositi dell'Oxfordiano e del Kimeridgiano antico.

"Formazione di Gabredarre"

La sezione tipo di questa formazione è vicina al villaggio di Gabredarre in Ogadenia (Fig. 1), dove la serie è costituita nella parte alta da 40 m di calcare debolmente fossilifero, cui sottogiace un calcare a stratificazione fine in alternanza con calcari oolitici e marnosi e con gessi contenenti argilliti, sovrastanti a 30 m di calcare ferruginoso di colore ocre, e infine da 60 m di gessi. Sotto i gessi abbiamo 130 m di calcare oolitico cristallino di colore giallo, che gradualmente verso il basso diventa marnoso grigio, contenente tracce di Ammoniti.

Lo spessore totale della "Formazione di Gabredarre" è di 410 metri (Migliorini, 1956).

Nella parte Sud-Ovest della Somalia la "F. di Gabredarre" è costi-

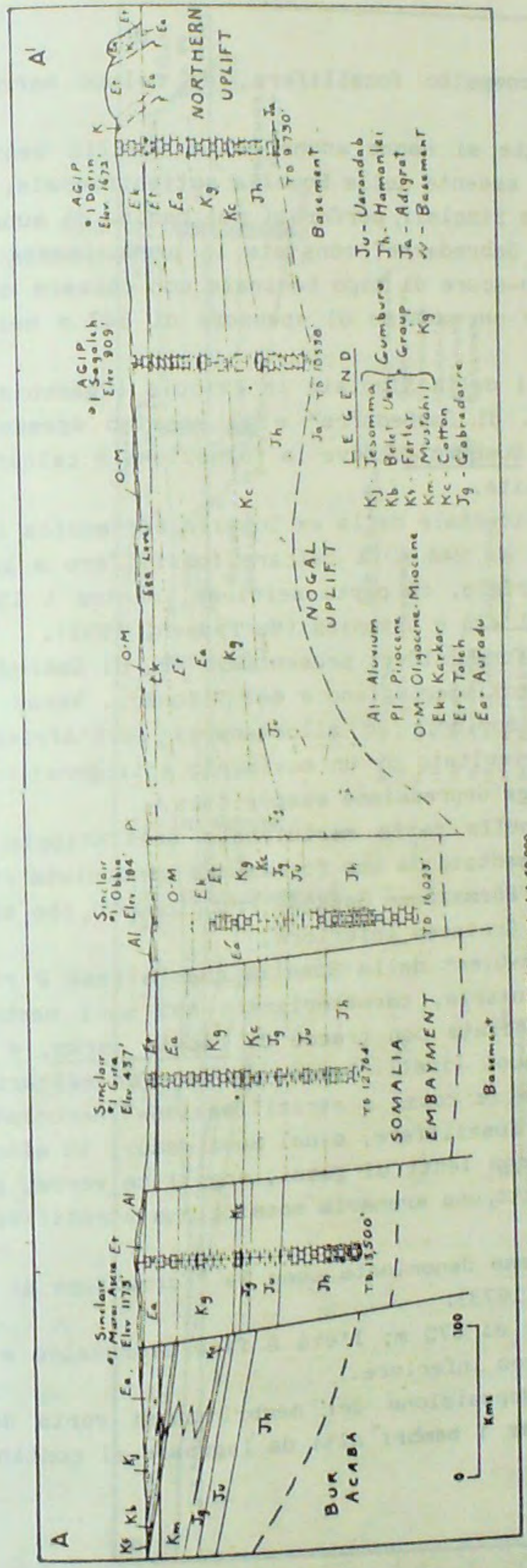


FIG. 5.—North-south cross section A-A'. Scales—horizontal 1:2,000,000; vertical 1:50,000. See Figure 2 for location.

tuita da calcare compatto fossilifero, di colore marrone-rossiccio o grigio.

Simili litologie si hanno anche nella Somalia centrale, mentre questa formazione è assente nella Somalia settentrionale.

Nei pozzi della Sinclair, perforati nel bacino di subsidenza della Somalia, la "F. di Gabredarre" consiste in predominanza di argilliti bruno-scure a grigio-scure di tipo bacinale con calcare cristallino grigio fine, avente un massimo di spessore di 347 m nel pozzo Obbia 1.

Molti dei pozzi della Sinclair in Etiopia (Ogadenia) sono stati perforati nella "F. di Gabredarre" e il massimo spessore raggiunto è di 62 m nel pozzo Gumburo 1, dove la formazione è calcarea con alcuni livelli di argillite.

Nella parte occidentale della ex Somalia Britannica la "Gabredarre" è rappresentata da 244 m di calcare fossilifero a grana fine di colore da bruno a grigio, in parte selcioso, mentre i 15 m superiori diventano sabbiosi. L'età è titonica (Macfadyen, 1933).

Sulla base dei foraminiferi presenti la "F. di Gabredarre" include depositi del tardo Kimmeridgiano e del Titonico. Verso la fine del Giurassico, il mare comincia ad allontanarsi dall'Africa Orientale, probabilmente come risultato di un movimento epirogenetico e lascia dietro di sé una larga depressione evaporitica.

In Somalia e nella parte meridionale dell'Etiopia (Ogadenia), questa fase è rappresentata da una formazione conosciuta come la "Main Gypsum Formation", ("Formazione Gessosa Principale"), che sarà descritta nella sezione del Cretaceo inferiore.

Nella parte Sud-Ovest della Somalia questa fase è rappresentata da una serie sedimentaria, caratterizzata nei suoi membri bassi da stratificazione incrociata con tracce di ripple marks, e calcareniti fossilifere; e nei suoi livelli bassi consiste di calcari dolomitici alternanti, con arenarie rosse a stratificazione incrociata di ripple marks, e calcareniti fossilifere, e nei suoi membri in alto da calcare dolomitico, siltiti con lenti di gessi, argillite verde, gesso bianco e rossastro, e, al tetto, una arenaria massiccia a stratificazione incrociata.

Questa serie venne denominata come la "Formazione di Gabredarre" da Beltrandi e Pyre (1973).

Lo spessore totale è di 670 m; l'età è fine Giurassico e può essere estesa fino al Cretaceo inferiore.

L'ambiente di deposizione dei membri bassi varia dal neritico al litorale, mentre per i membri alti da lagunare al continentale (Bel

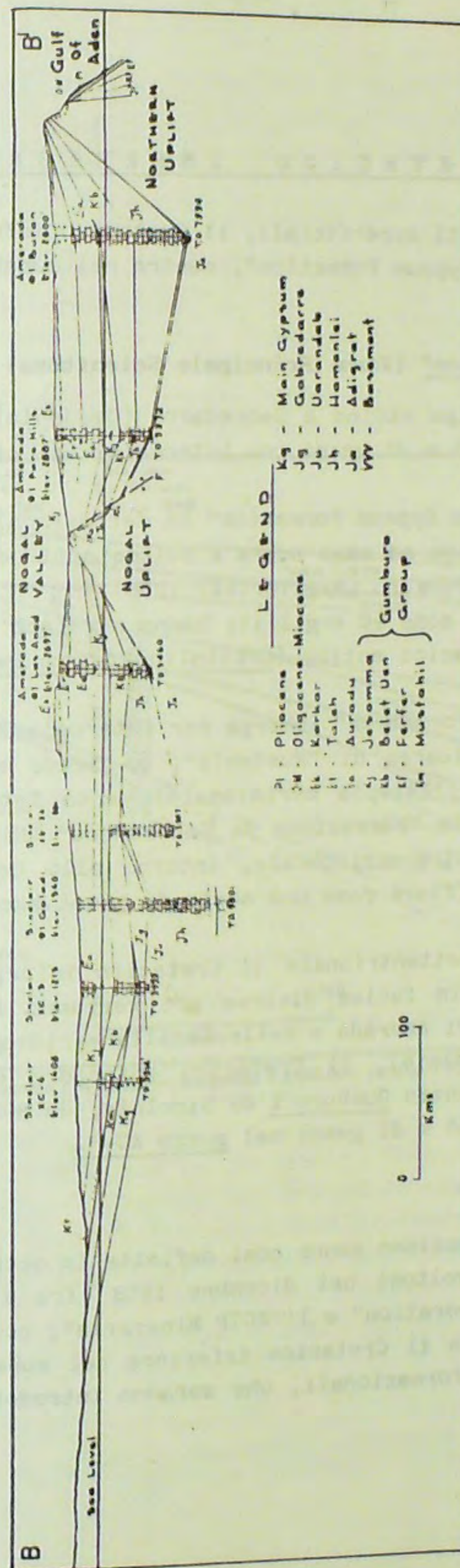


FIG. 6—North-south cross section B-B'. Scales—horizontal 1:2,000,000; vertical 1:50,000. See Figure 2 for location.

trandi e Pyre, (1973).

CRETACICO INFERIORE

Negli affioramenti superficiali, il Cretacico inferiore è rappresentato dalla "Main Gypsum Formation", mentre nel substrato dalla "Formazione di Cotton".

"Main Gypsum Formation" (Form. Principale Selenitosa)

Nella sezione tipo vicino a Gabredarre (Ogadenia), queste formazione consiste di 200 m di gessi con intercalazioni calcaree, marnose e di argilliti.

L'età della "Main Gypsum Formation" in detta località è determinata dall'età delle rocce ad essa sopra e sottostanti ed è compresa tra il Portlandiano e Barreriano (Migliorini, 1956).

Calcari locali e zone ad argilliti hanno rivelato però l'esistenza di faune del Cretacico antico (Orbitolina discordea e Choffatella decipino).

La "Main Gypsum Formation" immerge per intercalazione nella sovrastante formazione calcarea di "Mustahil", ma tende ad aumentare di spessore dall'Ogaden ('Etiopia meridionale) verso Est e verso Sud a spese della sottostante "Formazione di Gabredarre" (Migliorini, 1956).

Nella Somalia centro-meridionale, intorno allo Uebi Scebeli, il Cretacico inferiore affiora come una serie di gessi e calcari intercalati con argilliti.

Nella Somaslia settentrionale il Cretacico inferiore è presente nei pozzi dell'AGIP in facies diverse che verranno descritte dopo. Esso manca nei pozzi di Amerada e nella Somalia meridionale.

In Etiopia (Ogadenia), il Cretacico inferiore è rappresentato da 98 m di gessi nel pozzo Gumburo 1 di Sinclair, da 300 m di anidrite nel pozzo XC-4 e da 166 m di gessi nel pozzo XC-3.

"Formazione di Cotton"

Questa nuova formazione venne così definita in occasione del meeting di Mogadiscio svoltosi nel dicembre 1958 fra i geologi della "Sinclair - Somali Corporation" e l'"AGIP Mineraria"; con questa formazione, che rappresenta il Cretacico inferiore nel substrato, vennero stabiliti altri nomi formazionali, che saranno introdotti successivamente.

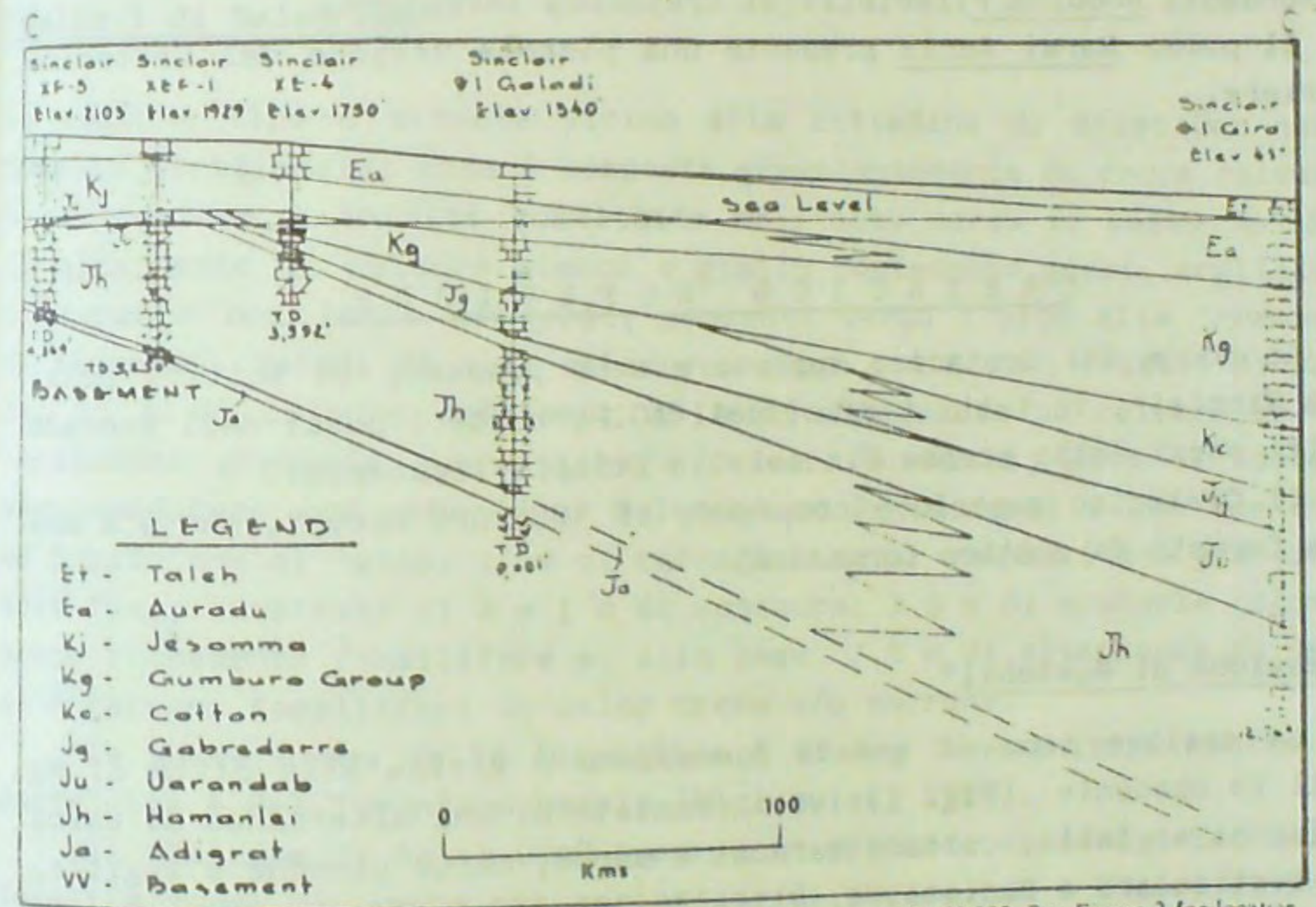


FIG. 7—East-west cross section C-C'. Scales—horizontal 1:2,000,000; vertical 1:50,000. See Figure 2 for location.

La sezione tipo della "F. di Cotton" è stata stabilita nell'intervallo fra le profondità 1.595-2.170 m nel pozzo Cotton 1 dell'AGIP. Essa consiste di calcari di reef anteriore e di argilliti neritiche di media profondità.

Paleontologicamente, il tetto della formazione corrisponde alla base della zona ad Orbitolina concava e all'estensione delle altre specie di Orbitoline, come O.lenticulus e O.discoidea, abbondanti nei pozzi di Cotton e Sayaleh.

I pozzi della Sinclair, Gira e Obbia presentano delle facies di mare profondo con Globigerina infracretacea, Globigerina washitaensis e abbondanti Robulus, riferibili al Cretacico inferiore.

Il pozzo Marai Ascia presenta una piccola sezione del Cretacico inferiore.

CRETACICO SUPERIORE

Le rocce del Cretacico superiore sono presenti in tutti i pozzi della Sinclair, in tutti i pozzi dell'AGIP, tutti i pozzi dell'Amerada e molti pozzi della stessa Sinclair in Etiopia (Ogadenia).

Il Cretacico superiore comprende il "Gumburo Group", che è a sua volta formato da quattro formazioni.

"Formazione di Mustahil"

La sezione tipo di questa formazione è vicina alla città di Mustahil in Ogadenia (Fig. 1); essa consiste di una alternanza di calcari bianchi e gialli, calcari marnosi e marne, marne bianche e argille, reef lenticolari a Rudiste, e, al tetto, di gessi. I "calcari di Mustahil" variano di età tra il Barreniano ed il Cenomaniano (Migliorini, 1956). Essa affiora intercalata tra i soprastanti "Gessi di Ferfer" e la sottostante "Main Gypsum Formation", di conseguenza il suo spessore è variabile ed è stimato intorno ai 200 m. Calcari ad Orbitoline sono anche presenti in seno a questa formazione: tuttavia queste rocce non possono essere interpretate come una distinta formazione in tutti i pozzi elencati in questo rapporto, in quanto il Cretacico superiore presenta in generale frequenti variazioni di facies.

"Gessi di Ferfer"

La tipica sezione di questa formazione è vicino al villaggio di

Ferfer, nella Somalia meridionale, vicino al confine con l'Ogadenia (Etiopia) (Fig. 1). Essa è molto simile alla "Main Gypsum Formation", ma nessun fossile è stato rinvenuto in essa.

Comunque questa formazione si trova fra due formazioni calcaree del Cenomaniano ed è intercalata in tutte e due le unità (Migliorini, 1956). Nella tipica località la formazione presenta uno spessore massimo approssimativamente di 200 m. Questa unità litostratigrafica non è distinguibile come formazione nei pozzi esaminati in questo rapporto.

"Calcari di Belet Uen"

La sezione tipo è situata vicino alla cittadina di Belet Uen nella Somalia meridionale; essa è composta prevalentemente da rocce calcaree. La formazione è infatti costituita dall'alto verso il basso da 35 m di alternanze di calcare bianco e giallo contenente gessi, argilliti, e arenarie con lenti di gessi, passanti verso l'alto alle "Arenarie di Jesomma"; quindi 25 m di calcare analogo con alcuni livelli di shale; 15 m di calcare selcioso; 25 m di alternanze di calcare bruno, localmente arenarie quarzitiche e calcari arenacei; 28 m di calcare pseudonodulare con abbondanti Molluschi ed Echinodermi e con due zone ad Orbitolina al tetto; 11 m di calcari bianchi compatti con granulometria fine, in strati di 2 e 1 m di spessore; 3,5 m di arenarie calcaree brune riccamente fossilifere e, alla base, 7,5 m di alternanze di gessi e calcari fossiliferi di color crema e/o marrone.

La parte bassa della formazione è di età cenomaniana, mentre la parte alta è del Turoniano basale (Migliorini, 1956).

Il "Calcare di Belet Uen" aumenta in spessore verso Sud-Est della località tipo; in parte per variazione di facies con i "Gessi di Ferfer"; questa è il risultato di una variazione ambientale verso il bacino di subsidenza della Somalia. Da Nord verso il limite meridionale del bacino di subsidenza della Somalia e verso la parte centrale del bacino, le quattro formazioni del Cretacico superiore presentano la stessa facies ed è molto difficile distinguerle come unità separate. Comunque la formazione più alta, le "Arenarie di Jesomma", presenta localmente la sua tipica litologia nella sezione tipo verso il Nord, e per questa ragione in questo rapporto è rappresentata in sezione separatamente, incorniciata dai "calcari di Belet Uen".

"Arenarie di Jesomma"

La sezione tipo è vicino al villaggio di Jesomma a Nord di Moga-

discio (Somalia meridionale) (Fig. 1).

Le "Arenarie di Jesomma" sono costituite da, arenarie di vario colore (rosso, bruno, giallo e viola), leggermente cementate e gruzziato, a grossa granulometria e con lenti di gesso alla base. E' prevalente la stratificazione incrociata.

Le "Arenarie di Jesomma" sono sterili, ma, in base all'età delle rocce ad essa sopra e sottostanti, si pensa che essa contenga depositi di età Turoniana e Senoniana. Nella sua sezione-tipo lo spessore massimo è di 350-400 m (Migliorini, 1956).

Le "Arenarie di Jesomma" sono in serie tipica soltanto nei pozzi della Sinclair in Ogadenia, dove raggiunge lo spessore di 450 m nel pozzo XF-5.

Nel Nord Somalia e in Ogadenia (Etiopia) le "Arenarie di Jesomma" sono trasgressive sulle antiche formazioni. Per esempio: alla lat. 6°53' e long. 44°30', la formazione giace sulla "Main Gypsum Formation", mentre alla lat. 8°7' e long. 43°33' essa poggia sulla "Formazione di Gabredarre" e alla lat. 8°47' e long. 43°03' sopra la "F. di Hamanlei" (Migliorini, 1956). Evidentemente l'Etiopia meridionale (Ogadenia) venne sottoposta ad un innalzamento epirogenetico al tempo della deposizione della "F. di Hamanlei" così le vecchie formazioni sono state soggette a fenomeni erosivi generando, in tal modo i materiali necessari per la sedimentazione delle "Arenarie di Jesomma".

Da Sud a Nord-Est della sezione-tipo le "Arenarie di Jesomma" cambiano di facies ed immergono nella formazione dei "Calcari di Belet Uen", così che le formazioni del Cretacico superiore sono indistinguibili come unità separate, quindi sono cartografate come "Gumburo Group".

Nel pozzo di Amerada nella ex Somalia Britannica, le "Arenarie di Jesomma" sono però presenti con un 50% di arenarie e con la rimanente sezione fatta di argilliti e di poche vene di calcare.

Le "Arenarie di Jesomma" raggiungono uno spessore di 323 m nel pozzo di Amerada 1 Yaguri (Fig. 6).

Il fatto che le "Arenarie di Jesomma" appaiano qui con la loro originale litologia, anche se associate ad argilliti e calcari marini, può indicare che le alture del Nugal sono state coinvolte in qualche modo dall'incurvamento avvenuto durante il Cretacico.

Lo spessore totale del Cretacico superiore negli affioramenti a Nord dello Uebi Scebeli è di 300 m circa; la formazione risulta ricoperta dai "calcari di Auradu" del Paleocene-Eocene (Fig. 2).

Dalla Somalia centrale verso il Nord quasi fino al Golfo di Aden, il Cretacico è ricoperto da rocce sedimentarie Cenozoiche.

Vicino al confine con la ex Somalia Britannica, non molto lontano

dalla costa settentrionale, il Cretacico inferiore e quello superiore è stato osservato in piccoli affioramenti, dove la litologia è in predominanza calcarea con piccoli membri marnosi, con al tetto arenarie quarzitiche molto fini.

Nei territori occidentali della ex Somalia Britannica queste facies calcaree cambiano in arenarie calcaree, e lo spessore aumenta dai 640 m di calcari ai 1.524 m di arenarie (Somaliland Oil Exploration Co. Ltd., 1954).

In Ogadenia (Etiopia) il Cretacico superiore è composto dalle quattro funzioni descritte sopra, esso presenta varie trasgressioni e regressioni, e presenta dei reef a Rudiste ed evaporiti.

Nell'isola di Socotra, a Nord-Est della costa Somala, 289 m di calcari e arenarie cretacee giacciono sulle rocce cristalline del basamento.

Il Cretaceo superiore è presente in tutti i pozzi perforati in Somalia e anche nel pozzo di Amerada nella ex Somalia Britannica.

Nel pozzo Gira 1 della Sinclair il Cretacico superiore è di 1096 m di spessore e consiste principalmente di calcare a Coprinoidi, molto poroso, parzialmente dolomitico con sottili intercalazioni di argilliti verdi e grigie, ricco di Foraminiferi ed Ostracodi.

Nel pozzo Marai Ascia 1 della Sinclair si ha lo stesso spessore di rocce del Cretacico superiore, ma qui la sezione consiste di argillite verde e grigia, contenente delle Globotruncane e marne in facies di mare profondo.

Il pozzo di Obbia penetra circa 640 m di rocce del Cretaceo superiore, composto da calcare poroso chiuso, fossilifero, con poche lenti di argillite grigio-scura.

Il pozzo di Merca, nel lontano Sud, non ha raggiunto la base del Cretacico superiore, ma ha perforato delle argilliti grigio scure fossilifere, con molti basalti spilitici.

I pozzi dell'AGIP sono penetrati per meno di 610 m nel Cretacico superiore, composto da calcari chiari parzialmente dolomitizzati, contenenti molti fossili-Rudiste e gumberlino.

Nei pozzi di Amerada, le sezioni variano da serie calcareo-arenacea ad Est a facies arenacee-anfibolitiche a Ovest in Ogadenia (Etiopia), dove gran parte della sezione è costituita da "Arenarie di Jesomma" (Fig. 7, 8).

Nel sottosuolo, il tetto del Cretacico superiore si identifica con la sommità della "zona a Globotruncana" o con la base della argillite a Globotruncalia del Paleocene.

Negli affioramenti, il tetto del Cretacico superiore è dato dal

tetto delle "Arenarie di Jesomma", che localmente fanno vedere delle discontinuità erosionali con il soprastante Paleocene.

Nella Somalia settentrionale le variazioni nel Cretacico superiore sembrano essere più brusche questo è forse dovuto ai movimenti di sollevamento del Nugal, ma la presenza di evaporiti nella parte Sud-Ovest e centro-Sud del paese suggerisce un ambiente di deposizione più ristretto.

P A L E O C E N E

In superficie il Paleocene è rappresentato dai "calcari di Auradu", ma nel sottosuolo questa formazione si trasforma nella sua parte inferiore in facies di acque profonde.

Conseguentemente, all'incontro congiunto dei geologi a Mogadiscio del dicembre 1958, si stabilì che le "Formazioni di Sagaleh" e di "Marai Ascia" dovevano rappresentare il Paleocene inferiore.

"Formazione di Sagaleh"

La sezione tipo di questa formazione è nel pozzo AGIP 1 Sagaleh nell'intervallo di profondità tra 1.124 a 1.286 m con uno spessore di 162 m.

Essa è formata da argilliti grigio-scure macchiate di bianco con molti Foraminiferi; localmente sono presenti inclusi di sabbia silteuse. La formazione è una facies di acque profonde, indicate dalla presenza di Globorotaria velascensis, Globorotaria crasa e Anomalina granosa.

"Formazione di Marai Ascia"

La sezione tipo è situata nella Valle del Nugal (Somalia settentrionale), ove la "Auradu" raggiunge uno spessore di 550 m.

Essa è costituita da un calcare finemente cristallino, compatto, duro, spesso di colore bruno-chiaro, localmente con argilliti fini grigiastre. Contiene Foraminiferi di acque poco profonde, come Lockhartias, Sakesarias, Alveolinas, Nummulites. L'età della "F. di Auradu" accertata negli affioramenti, include il Paleocene e l'Ypresiano e parte del Cusiano dell'Eocene inferiore come è indicato dalla presenza di Lockhartia tipperi, Nummulites somaliensis, e Daviesina danieli.

La "F. di Auradu" è usata in tutte le sezioni trasverse di questo rapporto per rappresentare i tempi di intervallo descritti pre-

cedentemente per i suoi affioramenti. In superficie questa formazione è notevolmente uniforme in Etiopia e in Somalia, trasformandosi in facies di acque profonde nel sottosuolo, verso la costa orientale Somalia. Questo si vede chiaramente, sulla costa a Sud-Est, nel pozzo Sinclair 1 Merca in cui l'Eocene inferiore (450 m) e il Paleocene (960 m) consistono di argillite da grigio scuro a bruno con locali livelli di calcare da grigio scuro a bruno, e con alcuni letti di arenarie quarzitiche ben cementate e a grana fine.

Nel pozzo Luck Dere, a Sud del fiume Giuba, in analogia unità di tempo, la serie molto spessa è rappresentata da predominanti rocce sedimentarie di tipo terroso costituite da arenarie quarzose, intercalate ad argilliti e mudstone.

Questa unità aumenta di spessore 2.743 m nel pozzo Sinclair 1 Oddo Alina (Beltrandi & Pyre, 1973).

Si può concludere, sulla base dei dati raccolti nei pozzi perforati a Nord del Fiume Giuba, che il bacino sedimentario del Paleocene - Eocene Inferiore giace fuori della costa orientale della Somalia.

Nella ex Somalia Britannica i dati dei pozzi Amerada indicano che la "Formazione di Auradu" è litologicamente simile alla litologia di superficie. Uno spessore massimo di 471 m è stato rilevato nel pozzo Yaguri, mentre i quattro pozzi Amerada, considerati in questo rapporto, hanno forato circa 427 m di "Auradu". Sembra che i pozzi della Sinclair nella Somalia Orientale sono penetrati in calcari del tutto simili a quelli di "Auradu", osservati in superficie. Nei pozzi XE-3A è stato riscontrato uno spessore massimo di 399 m per la stessa unità litostratigrafica.

"Formazione di Taleh"

La formazione tipo di questa formazione è vicino al villaggio di Taleh a Sud-Est della ex Somalia Britannica. Ha uno spessore massimo di 450 m ed è composta principalmente da gesso e anidride con intercalazioni di argilliti con calcari e letti di marne ricche in selce. La "Formazione di Taleh" è di età Eocene Medio-Inferiore (Migliorini, 1956).

Questa formazione può cambiare facies improvvisamente; da facies evaporitica nella Valle del Nugal a 363 m a quella di dolomite nel pozzo AGIP 1 Sagaleh a soli 200 km a Est. A Nord del pozzo Sagaleh, nel pozzo AGIP 1 Cotton, la "Taleh" consiste di 175 m di dolomite, come più a Nord nel pozzo Amerada 1 Lascanood, dove la formazione è rappresentata da 177 m di dolomite.

I dati tratti dai pozzi della Sinclair in Somalia indicano facies diverse per la "Formazione di Taleh". Nel pozzo Marai Ascia 1 la "Taleh" è rappresentata da 117 m di arenarie quarzoso-calcaree dure, a grana fine; nel pozzo di Obbia essa consiste di 178 m di argillite grigio-verde e in parte rossa. Nel pozzo 1 Gira i 43 m superiori della formazione sono formati da gessi, sottostanti ad un calcare fossilifero grigio chiaro-bruno chiaro (73 m) e soprastanti ad argillite multicolore con livelli di arenarie (55 m). A Sud del pozzo Merca 1, la "F. di Taleh" consiste 174 m di argillite calcarea finemente micacea da grigio scuro a verde scuro, contenente glauconite e pirite, e di poche arenarie.

"Formazione di Karkar"

La sezione tipo è nella Valle del Nugal dove è composta da calcare di colore variabile da crema a grigio-chiaro con argilliti grigie ed intercalazioni gessose. La "Formazione di Karkar" ha uno spessore massimo di 400 m ed il suo tetto eroso è attribuito all'Eocene superiore (Migliorini, 1956).

I pozzi della Sinclair forarono una notevole quantità di facies nell'ambito della formazione. Nel pozzo di Obbia, essa è rappresentata da 376 m di intercalazioni di arenarie quarzose a grana grossolana, rotonde, friabili e a pirite, e di argilliti fossilifere glauconitiche, da grigio a grigio-verde. Nel pozzo Merca 1 si perforarono 263 m di argillite fossilifera a pirite finemente micacea glauconitica, da grigio scuro a grigio-verde scuro. Vicino alla foce del Giuba, nella Somalia meridionale, più di 2.743 m di rocce clastiche del Terziario medio sono conservate nel Embayment (Beltrandi & Pyre, 1973).

OLIGOCENE - MIOCENE INDIFFERENZIATO

Rocce sedimentarie litorali e lagunari di età oligo-miocenica, indifferenziate sono state segnalate nella Somalia settentrionale dai geologi dell'AGIP Mineraria; essi le raggrupparono tutte nella "Formazione di Scusciuban", la cui sezione tipo si trova vicino al villaggio omonimo; essa consiste di 200 m di calcari marnosi fossiliferi ad Ostree e Gasteropodi.

Nel pozzo della Sinclair 1 Obbia vennero attraversati circa 732 m di depositi del Terziario superiore, ma sfortunatamente, a causa di perdita di circolazione al tetto di 640 m, pochi campioni sono sta-

ti recuperati per la descrizione. Pochi se ne ottennero dallo scalpello della trivella, comunque alcuni buoni campioni furono estratti dai 91 m in poi. Da queste poche informazioni l'Oligo-Miocene può essere descritto come arenarie friabili a granulometria grossolana rotonda con associate argilliti sabbiose verde-grigiastre e calcari porosi e finemente cristallini. Nel pozzo Merca 1, questa unità è composta da 1.772 m di sedimenti clastici e carbonatici; la sua parte superiore (11 m) è del Pliocene.

Questi 11 m consistono di arenarie quarzose friabili grigio chiare. I successivi 426 m sono in predominanza arenarie calcaree da biancastre a grigie, a grana media fine, con alcuni strati di argillite soffice bruna a grigio verde nella parte inferiore di 91 m insieme ad un letto di calcare contenente gesso fossilifero, finemente cristallino di colore variabile da crema a bianco. Seguono inferiormente 107 m di argillite siltosa grigio-verde-rosso, quindi 213 m di arenarie, e altri 91 m di argillite multicolore. Questa serie va attribuita al Miocene.

L'Oligocene è rappresentato da 936 m di prevalente calcare fossilifero granulare, bianco-grigiastro, contenente gesso e anidride nella parte inferiore ai 457 m, trasformandosi in argillite nella parte più bassa di 122 m. L'argillite è grigia, siltosa, a pirite, calcarea, fossilifera e in parte glauconitica. Più a Sud nel pozzo Sinclair 1 Brava l'Oligocene consiste di 914 m di calcare marnoso intercalato ad argillite calcarea e a pochi letti di arenarie, tutte discordanti sul Cretacico Inferiore. Subito a Sud del Fiume Giuba, nel pozzo Sinclair 1 Oddo Alino, il contenuto in argillite di questa serie (presente nel pozzo di Brava) diventa predominante ed è databile all'inizio del tardo-Miocene (Beltrandi & Pyre, 1973).

EVAPORITI

In Somalia, e in particolare nelle provincie della Somalia Occidentale, i depositi di gesso e di anidride sono tali da essere considerati tra i più grandi del mondo e meritano quindi un ulteriore commento.

La "Main Gypsum Formation" (Cretaceo Inferiore) e in queste regioni ha uno spessore di circa 305 m ed occupa un'area di 470 km.

I "Gessi di Ferfer" (Cenomaniano) hanno uno spessore di circa 198 m e si estendono su un'area di circa 290 kmq.

I gessi e le anidriti dell'Eocene hanno uno spessore di 396 m circa e si sono depositati in un'area di circa 410 kmq.

La deposizione di una così grande massa di evaporiti, tutta approssimativamente nella stessa regione, sembra indicare costanza delle condizioni di sedimentazione per un lungo periodo di tempo. E' stata postulata da geologi italiani che la causa della deposizione delle evaporiti sia dovuta principalmente ad un clima caldo, associato a un grande mare poco profondo, che si estendeva ad una considerevole distanza dalla costa (circa 120 km).

Le evidenze paleontologiche sopportano questa ipotesi e indicano che esistevano ambienti deposizionali di questo tipo sia dagli inizi del Giurassico fino all'Oligocene (Migliorini, 1956).

Anche se i reef del Giurassico erano costruiti lungo le coste orientali della Somalia, le evaporiti probabilmente vi erano precipitate dentro, oltre che nei vicini bacini e nelle lagune.

E' possibile anche che grandi isole fossero presenti nell'"off shore" della Somalia, per il grande spessore delle arenarie terziarie presenti nel pozzo Obbia 1, chiaramente provenienti da Est, visto che questa formazione è del tutto assente ad Ovest; questi stessi tipi di isole possono causare condizioni deposizionali limitate, particolarmente in combinazione con i reef.

CARTE DELLE LITOFACIES

Dopo la perforazione di pochi pozzi, divenne evidente la presenza in Somalia di una geosinclinale mesozoica di acque profonde. Fu quindi necessaria una ricerca mediante metodi geologici per delineare le aree della possibile piattaforma calcarea a bioerme, formatasi attorno a questi bacini. Gli studi sismografici e gravimetrici divennero i mezzi più idonei per la locazione dei reef calcarei (Agneu, 1948). Sulla base delle passate esperienze conseguite nel bacino del Midland (West Texas), dove si hanno strutture e stratigrafie simili a quelle della Somalia, si decise di realizzare delle "Carte delle Litofacies" ("carte delle isopache") e di concentrare l'attenzione sulle "carte a percentuale di calcare".

La "Carta a percentuale di calcare" si basa sulla definizione della quantità di calcari, dolomiti, ed evaporiti di qualsiasi formazione ed età geologica presenti in una regione. Questi dati sono ottenuti dai log dei pozzi stratigrafici (log elettrici) delle sezioni misu

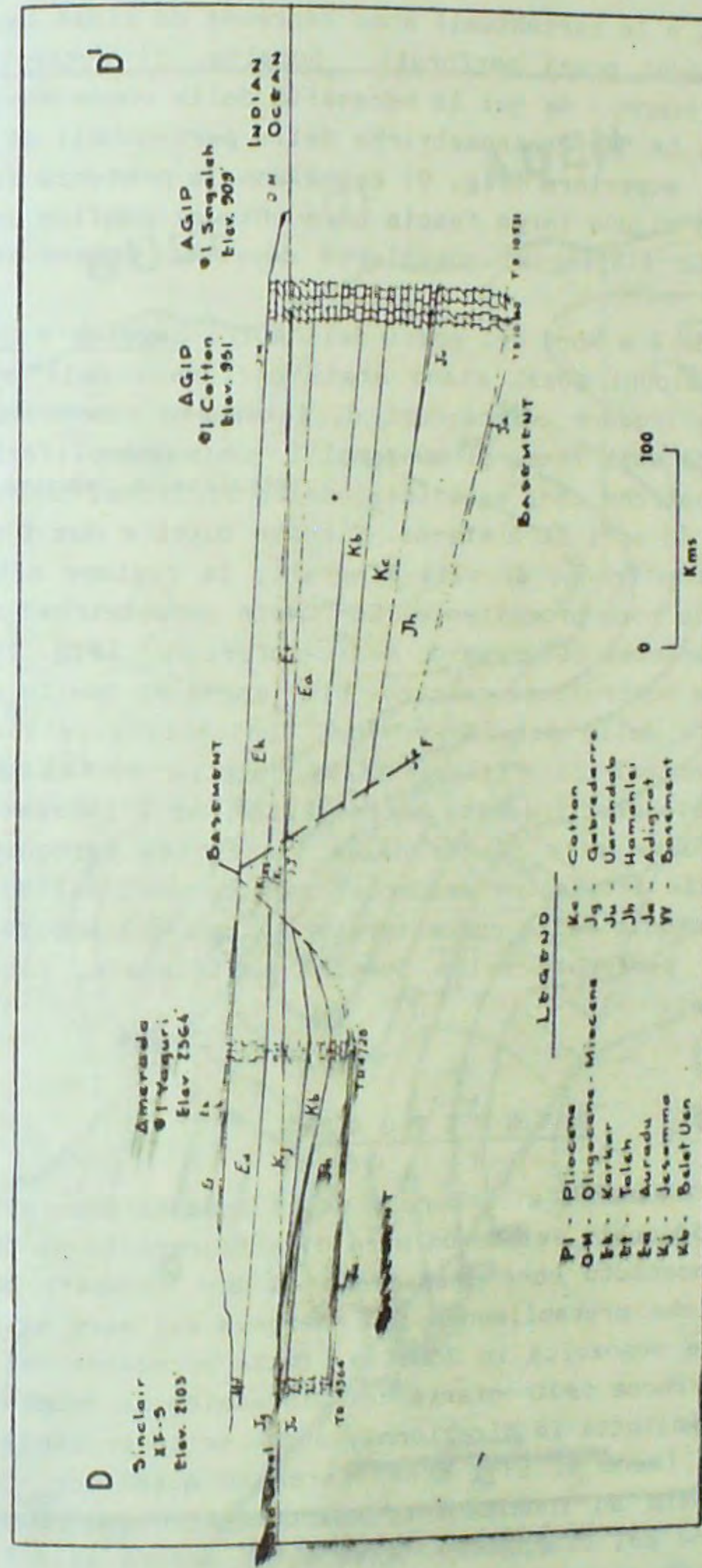


FIG. 8—East-west cross section D-D'. Scales—horizontal 1:2,000,000; vertical 1:50,000. See Figure 2 for location.

rate in superficie, e le percentuali sono espresse da linee isometriche. A causa dei pochi pozzi perforati in Somalia, il controllo del sottosuolo è molto scarso; da qui la necessità della conoscenza delle strutture regionali. Le "Carte isometriche delle percentuali di carbonati" del Cretacico superiore (Fig. 9) segnalano la presenza di calcari in corrispondenza di una larga fascia adiacente al confine orientale della Somalia con l'Etiopia; quest'area dovrebbe essere studiata in dettaglio.

Un'altra regione è a Nord dei pozzi dell'AGIP, Sagaleh e Cotton.

Il fatto che alcuni pozzi siano stati perforati nell'area dei reef calcarei senza trovare idrocarburi di interesse commerciale non deve preoccupare. Nel West Texas ci sono molti campi petroliferi legati alle rocce carbonatiche che, agli inizi delle ricerche, non si erano trovati per soli 40 acri di distanza. Siccome tutti e due i pozzi dell'AGIP presentarono tracce di olii minerali, la regione a Nord di questi può essere una zona promettente. Le "Carte isometriche" relative al calcare di Hamanlei (Giurassico medio-inferiore) (Fig. 10) presentano delle aree a costruzione calcarea più larghe di quelle rappresentate nelle "Carte delle litofacies" del Cretacico superiore. Una larga area, estendentesi dall'Etiopia alla Somalia meridionale, e circa tutta settentrionale, presenta potenzialità per l'immagazzinamento di carbonati. Oltre alle "Carte delle litofacies carbonatiche" anche le "Carte delle litofacies arenacee" sarebbero di valido aiuto, specialmente nello studio delle rocce terziarie, nel cui ambito i pozzi della Sinclair, perforati nella Somalia meridionale, rinvennero tracce di idrocarburi.

STRUTTURE

I principali lineamenti strutturali della Somalia sono sei (Fig. 4). Nella parte meridionale esiste un'area di affioramento di basamento cristallino, conosciuto come "basamento di Bur Acaba". Questa è una antica regione che probabilmente già emergeva dal mare agli inizi della sedimentazione mesozoica in Somalia, fatta eccezione nel Calloviano (Giurese). Le rocce sedimentarie del Giurassico si deposero lontane da Bur Acaba, in tutte le direzioni, anche se le profondità raggiunte furono basse (meno di 5°), e se l'area in questione era stata chiaramente sottoposta ad innalzamento epirogenetico per almeno due volte, una alla fine del Giurassico e un'altra ancora alla fine del Cretacico; in tutti due i casi si ebbe una regressione marina.

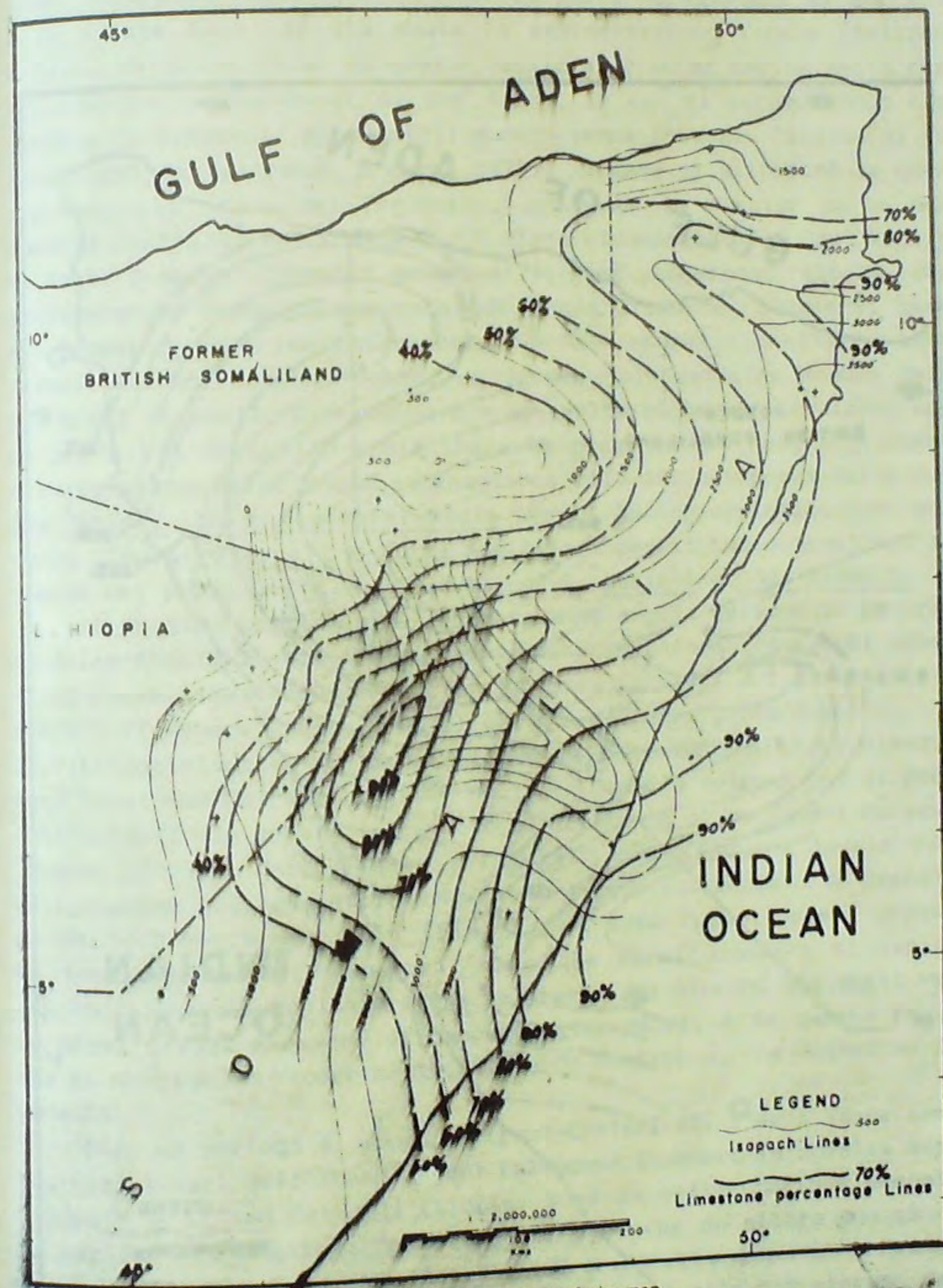


Fig. 9 - Upper Cretaceous lithofacies map.

Somalia settentrionale, dove localmente si rinvennero affioramenti di rocce del basamento. Questo lineamento tettonico venne chiaramente causato dal grande movimento verificatosi agli inizi del Miocene, quando cioè l'Africa si separò dall'Arabia (Swarts & Arden, 1960).

P I E G H E

Alla fine del Paleozoico, la Somalia era un penepiano di antiche rocce magmatiche e metamorfiche. I depositi giurassici, che successivamente ricoprirono quel penepiano, non furono ripiegati, ma evidentemente furono sottoposti ad un aggiustamento isostatico, creando delle alte strutture che progressivamente venivano erose e delle basse strutture dove si impostarono bacini di accumulo. A causa dei movimenti differenziali dei vari blocchi, la loro erosione si sviluppò in modo irregolare, asportando migliaia di piedi di sedimenti in un'area e quasi niente in altre adiacenti al blocco stesso.

Nella Somalia centrale, gli strati cretacei e quelli giurassici immergono lievemente in modo periclinale dalla regione di Bur Acaba, mentre nel Nord esiste una immersione verso Sud delle rocce in tutti e due i periodi. Quindi, per quanto si osserva in superficie le rocce sedimentarie mesozoiche non presentano importanti ripiegamenti di compressione. Non si esclude tuttavia che esistano pieghe minori contro le faglie.

I sedimenti eocenici della Somalia settentrionale, d'altro canto, presentano delle strutture anticlinali. Nella Valle del Nugal le anticlinali sono piccole, misurando soltanto pochi chilometri di lunghezza assiale, ma a Nord della Valle del Nugal, vicino alla costa, i geologi dell'AGIP hanno cartografato due anticlinali oligocenico-mioceniche che sono parallele alla costa e distano da essa 16-20 km. Comunque, le loro immersioni assiali sono modeste, variando dai 3° verso Ovest ai 5°-7° verso Est. Si pensa che queste anticlinali siano dovute sia ad un ringiovanimento delle faglie di età giurassica, che hanno arcuato i sedimenti più giovani, sia al trascinarsi lungo la faglia, che risulta parallela alla costa da Bur Acaba verso Nord. Si pensa che questa faglia, confinante con la parte orientale di Bur Acaba, abbia un rigetto di ben 2.267 m (Beltrandi & Pyre, 1975).

La precedente ipotesi è la più probabile in quanto la maggior parte del giurassico è assente nei tre pozzi dell'AGIP, che sono stati perforati in queste anticlinali. Si pensa che le strutture nella Val-

le del Nugal siano dovute ad una lisciviazione (Leaching) delle evaporiti di "Taleh" sotto la "Formazione di Karkar". Una maggiore evidenza di morfologia carsica è riscontrabile nella Valle del Nugal.

L'esplorazione sismica spinta nel substrato ha consentito la scoperta di molte strutture anticlinali, che hanno pendenze simili a quelle delle strutture superficiali osservate nella Somalia settentrionale. Tuttavia, dette strutture sono state perforate con esiti negativi sia nella Somalia settentrionale che meridionale.

Nel Kenya le pieghe cretacee sono state descritte sia con pendenze a Nord Ovest, sia a Sud Est sia a Sud Ovest (Dixey, 1948).

Nell'Isola di Madagascar e in Arabia sono presenti delle pieghe di età cretacea, mentre in Etiopia non sono state trovate pieghe mesozoiche. Un altro tipo di piega fu riconosciuto nel pozzo Merca 1 della Sinclair, dove furono perforati circa 608 m di basalto spilitico, spiegando così la chiusura, misurata con mezzi sismici condotti per accertare se le anomalie sismiche riscontrate in quell'area erano della stessa origine; qui vennero effettuate anche ricerche areo-magnetometriche.

F A G L I E

Nell'area adiacente al basamento cristallino di Bur Acaba (Somalia meridionale) si verificarono fagliamenti sia agli inizi che alla fine del Giurassico; anche nella Somalia settentrionale sono evidenti sistemi di faglie.

In Tanzania, Kent (1975) descrisse una faglia a rift nel Giurassico basale; tuttavia Dixey (1948) ha dimostrato che una faglia di quel tipo non poteva esistere in Kenya. L'alto strutturale di Bur Acaba venne tettonizzato nella sua parte meridionale durante il Giurassico inferiore, creando il "bacino Lugh-Mandera" (Beltrandi & Pyre, 1973), con una faglia a direzione Nord Ovest-Sud Est. Un altro importante sistema di faglie è al confine con la parte sud-orientale di Bur Acaba (direzioni prevalenti intorno a Nord Est-Sud Ovest), vicino alla costa somala fino quasi al Corno d'Africa.

La faglia è orientata intorno a NW-SE; il suo maggiore movimento avvenne nel Giurassico medio, ma nuovi movimenti si verificarono anche nel Terziario, probabilmente a seguito dell'accumulo di sedimenti nella piattaforma continentale (Fig. 5). Le faglie giurassiche della Somalia settentrionale probabilmente ebbero inizio nel Giurassico medio e si svilupparono in modo particolare nella ex Somalia Britannica

(Swartz & Arden, 1960); esse hanno direzione prevalente Nord-Sud e quindi potrebbero essere associate alla "rottura" della Godwanaland (Tarting, 1961). L'innalzamento della Somalia meridionale, verificato si alla fine del Cretacico, fu probabilmente legato a delle faglie, ma nessuna di esse fu osservata; similmente, i movimenti epirogenetici del Cretacico causarono probabilmente nella Somalia settentrionale delle faglie, ma il terreno pianeggiante e la vegetazione hanno reso la ricerca sul terreno molto difficile. Le faglie osservate vicino alla costa settentrionale della Somalia, che interessano le rocce Cretacee, sono ritenute terziarie, anche se alcune di esse possono essere state ringiovanite; queste faglie hanno direzione Est-Ovest e pendenza verso Nord.

Alla fine dell'Eocene si sviluppò un Paar tra Africa e Arabia, che causò forze di tensione nel settore meridionale del Mar Rosso (Swartz & Arden, 1960). Le faglie normali, cartografate negli strati dell'Eocene della Somalia settentrionale, hanno direzione Nord Est-Sud Ovest ed Est-Ovest, ma queste ultime sono forse già del Miocene. D'altro canto, evidenze di campagna colte nella ex Somalia Britannica suggeriscono che i vecchi lineamenti strutturali del basamento esercitano delle influenze sul controllo dei lineamenti di faglie più giovani (Somaliland Oil Exploration Co. Ltd., 1954).

Faglie Nord-Sud vennero cartografate negli strati terziari della Somalia settentrionale, ma questi possono essere legati alla tettonica giurassica che probabilmente venne ringiovanita nel Terziario.

Nell'area a Sud del Mar Rosso le forze di tensione raggiunsero il massimo d'intensità durante il Miocene antico e dettero come risultato la formazione del Canale di Aden. Durante il Pliocene, il Golfo di Aden continuò ad allargarsi e si aprì lo stretto di Bab al Mandab tra il Mar Rosso e l'Oceano Indiano (Swartz & Arden, 1969). Questi fenomeni tettonici si rifletteranno anche nella Somalia settentrionale dove le faglie a direzione NW-SE interessarono le rocce sedimentarie terziarie, specialmente nella Valle del Nugal, dove si è osservato uno spostamento di 500 m verso Nord-Est.

Un sistema di faglie simile è presente anche nella Somalia occidentale.

Si pensa che questi movimenti crostali del Terziario, non solo ringiovanirono vecchie faglie, ma furono anche responsabili della attuale morfologia della Somalia, con le maggiori elevazioni altimetriche del paese lungo la costa settentrionale e l'ubicazione degli unici due grandi fiumi nella parte meridionale della Somalia.

PROSPETTIVE PETROLIFERE

Nella discussione sulle prospettive petrolifere di qualsiasi regione, alcuni fondamentali quesiti acquistano maggiore importanza. Si è generato olio minerale nella regione? Esistono rocce serbatoio adatte? Per quanto riguarda la Somalia è possibile rispondere a questi quesiti in modo affermativo, pur con alcune riserve.

Gli indizi più antichi sulla presenza di petrolio nell'Africa Orientale, sono legati alle estese manifestazioni superficiali nella regione centro-settentrionale della ex Somalia Britannica (10°10'30" N lat., 40°17' E long.) (Fig. 2).

Nel 1959 Stan-Vac perforò tre pozzi "asciutti" vicino a queste manifestazioni.

Azzaroli, geologo della C.N.R., cartografò strati bituminosi nei calcari della "Formazione di Auradu" nella Somalia settentrionale (comunicazione personale, 1957). Con l'arrivo delle sonde di perforazione in Somalia, molte indicazioni di olio e gas divennero già evidenti.

Nel pozzo AGIP 1 Sagaleh, si trovò ristagno d'olio nella serie giurassica porosa, calcareo-dolomitica.

Nel pozzo Sinclair 1 Gira si trovò una piccola presenza d'olio nel Giurassico.

Nel pozzo AGIP 1 Cotton, è stata rilevata una buona presenza di gas in calcari cretacici a 91 m di profondità, e nel pozzo 1 Sagaleh ristagni d'olio nelle stesse condizioni. Il "Calcare di Auradu" (Paleocene) presenta ristagni d'olio nei pozzi Sagaleh, Cotton e Gira.

Nel pozzo 1 Merca più di 792 m di calcari di piattaforma di età oligocenica non presentarono tracce di idrocarburi, ma le arenarie eoceniche, non solo contengono ristagni d'olio, ma anche gas in buone condizioni di pressione. In una prova di strato, nell'intervallo di profondità tra i 2.703 e 2.705 m l'acqua salata fluì con una velocità di 15 gal/min, accompagnata da 25-30 mc di gas. La pressione di fondo pozzo era di 5.500 psi. Un'altro flusso di acqua salata con gas si trovò tra i 2.395 e 2.397 m con una pressione di fondo pozzo di 4.900 psi.

Anche lo Sinclair 1 Afgoi - 1, a Nord di Merca, presentò una buona manifestazione di gas. Più a Sud in Somalia, il pozzo Sinclair 1 Oddo Alino perforò 4.277 m di rocce sedimentarie terziarie. Nel pozzo Gira si perforarono 1.402 m di rocce cretacee, e nel pozzo di Obbia furono terebrati 2.743 m di Giurassico senza però raggiungere il basa-

mento.

In Somalia si trova dunque una colonna sedimentaria complessiva di più di 8.230 metri.

All'inizio di questo rapporto, la Tecneco annunciò la scoperta di gas nel pozzo Calub 1 nella Somalia occidentale (Ogaden) (Biro, 1974 p. 2057), e un pozzo perforato dalla Mobil-Esso nel Mar Rosso, vicino all'Eritrea, determinò la fuoriuscita di gas dalla profondità di 9.874 piedi. Venne perforato un pozzo di soccorso, ma le manifestazioni gassose cessarono prima di raggiungere l'obiettivo (Little field, 1970, p. 1498).

Questi interventi stimolarono l'interesse per l'Africa Orientale, come una possibile provincia petrolifera di gas naturale.

In Somalia non ci sono prove della presenza di larghe pieghe di compressione, come esistono invece in Arabia e in Egitto. Ci sono delle anticlinali nella Somalia settentrionale, ma si pensa che queste siano dovute al ringiovanimento di antichi sistemi di faglie legate alle dislocazioni maggiori, parallele alla costa somala.

In tutti i casi questi movimenti vengono associati alla separazione dell'Arabia dall'Africa, avvenuta nel Miocene (Swartz & Arden, 1960); per questo motivo si è avuto lo scarso accumulo di gas e olio nel Mesozoico e all'inizio del Terziario. Conseguentemente, la concentrazione di idrocarburi in quantità utile si deve trovare nelle antiche strutture e nelle trappole stratigrafiche, perchè quelle tardo-terziarie sembrano essere sterili. Ci sono delle anticlinali similari anche nella Somalia meridionale, pur essendo chiaro che molte di esse sono dovute all'intrusione di rocce ignee. Anticlinali in corrispondenza di sistemi di faglie sono state anche identificate nella Somalia centrale; analoghe strutture sono produttive di olio in Arabia (Baker & Henson, 1952). In alcuni altri casi queste strutture non sono produttive in Arabia, come dicono gli Autori: "Pozzi secchi sono stati perforati in località a strutture geologicamente favorevoli". Essi ritengono che "buoni risultati si possono ottenere con l'approccio stratigrafico nella ricerca del petrolio".

Tutte, o quasi tutte, le strutture anticlinali sono state perforate in Somalia per almeno un ventennio con risultati negativi; è comune opinione dell'autore che la ricerca del petrolio col solo approccio stratigrafico in Somalia avrà successo. La litologia e la struttura della geosinclinale somala sono simili a quelli del bacino del Midland nel West Texas. Il primo è un bacino mesozoico, mentre il secondo è del tardo-Paleozoico; ma ambedue hanno molte analogie.

Il bacino del Midland produce spesso dalle rocce carbonatiche

lungo la piattaforma, anche se si estrae olio in parte dalle arenarie di piattaforma e nel bacino delle "Arenarie di Spraberry".

Quasi tutte le manifestazioni della Somalia sono state rinvenute nelle rocce carbonatiche, anche se ci sono stati dei ritrovamenti specialmente di gas, nelle arenarie terziarie. I campi di petrolio nel bacino del Midland sono localizzati o nelle porosità delle rocce carbonatiche o in corrispondenza di trappole (pinchout traps) (Level-land e Slaughter field, Texas); queste sono delle possibili buone trappole anche in Somalia. Questo tipo di zone può essere localizzato dalle "Carte a litofacies-isopache", ma ovviamente l'attendibilità di queste carte è in relazione diretta con la quantità di informazioni disponibili.

Due carte di questo genere sono state realizzate per questo rapporto (Figg. 9 e 10); esse fanno vedere le aree di massimo deposito di calcare nel tardo-Cretacico e nel Giurassico, dove l'accumulo di olio di questa età doveva avvenire e rimanere, malgrado il diastrofismo del tardo Terziario. La localizzazione delle strutture a reef in queste aree può essere ridefinita coi metodi sismografici e/o gravimetrici (Agneu, 1948). La distribuzione degli elementi in traccia come N.i. Pa, Sr, Cr e D, è stata usata per l'identificazione delle facies di rocce carbonatiche (Chester, 1965), e quindi può essere di grande aiuto per quest'area.

Il fatto che quantità commerciabili di petrolio non si siano trovate in Somalia, non deve creare preoccupazioni. L'West Texas possiede centinaia di pozzi sterili, ma anche alcuni grandissimi campi petroliferi. Anche in Canada è stato esplorato nella parte occidentale senza successo per 20 anni in diversi campi petroliferi, non trovando il "campo a reef di Leduc" fino al 1947.

Le trappole stratigrafiche nelle rocce sedimentarie clastiche sono un'altra buona possibilità per la Somalia. Variazioni di facies sono frequenti e brusche, specialmente negli strati evaporitici, in particolare nelle rocce clastiche adiacenti gli alti strutturali, come l'"anticlinale del Nugal". Il Cretacico nella Somalia nord-orientale è costituito da circa il 90% di calcare e da un 10% di arenarie, mentre nel centro dell'ex Somalia Britannica la percentuale varia dal 10% di calcare e al 90% di arenarie.

Nel pozzo AGIP 1 Segaleh, il Cretacico è composto in predominanza da rocce carbonatiche, mentre nel settore Est della Somalia occidentale (Ogadenia) si ha un terzo di calcare, un terzo di arenarie e un

terzo di gesso. Essiste una minore marcata variazione di facies nel Giurassico, ma essa cambia da 1.000 m di calcare nella parte settentrionale della ex Somalia Britannica a circa 900 m di calcare e gesso nel settore Est della Somalia occidentale (Fig. 7).

Nel pozzo Obbia 1 il Giurassico ("F. di Hamanlei") è prevalentemente in calcari, mentre nell'AGIP 1 Sagaleh è dato da una serie composta da calcare, dolomite, e strati di gesso. Dalla geosinclinale somala (Somali Embayment) verso occidente (in territorio etiopico) si nota una variazione di facies; da una predominanza di sedimenti di bacino si passa a sedimenti di acque poco profonde, dando quindi la possibilità alla formazione di trappole stratigrafiche di trasgressione e di porosità.

Non ci sono sufficienti informazioni sulle rocce del Terziario superiore per poter parlare di variazioni di facies, mentre per il Terziario inferiore ne sono rilevabili molte.

La "Formazione di Taleh" dell'Eocene è una serie evaporitica negli affioramenti della Valle del Nugal, ma, prima di arrivare all'Oceano Indiano, essa tende a trasformarsi in calcarea. Nei pozzi di Merca e Obbia essa si presenta come argilliti, mentre nei pozzi di Sagaleh e Cotton è in facies di dolomite, e infine nei pozzi di Burhiso e Buran come evaporiti.

Sono state individuate buone manifestazioni di gas nelle arenarie terziarie lungo la costa della Somalia sud-orientale; analoghi ritrovamenti sono assai interessanti nei pozzi del Mar Rosso, lungo le coste dell'Eritrea. Il bacino costiero terziario della Somalia sud-orientale sembra offrire una buona possibilità per la produzione di olio e gas in tenori commerciali, perchè esiste una serie sedimentaria terziaria, con spessore di 4.267 m; sono state individuate qui manifestazioni di gas, inoltre la colonna sedimentaria aumenta di spessore verso il mare.

Esplorazioni in aree "off shore" sembrano offrire buone possibilità. Bisogna ricordare che le rocce mioceniche producono petrolio in Iran, quelle oligoceniche in Iraq, anche se sono rocce-serbatoio di tipo carbonatico. La produzione di olio è prolifica nel "complesso a reef" di età Eocene-Oligocene a Kirkuk (Iraq) (Baker & Henson, 1952).

In conclusione, la Somalia possiede tutti i requisiti tipici di una provincia petrolifera. Gli idrocarburi si sono generati nelle rocce del Giurassico, del Cretacico e del Terziario, e la colonna sedimentaria assomma a 8.830 metri. Molte rocce serbatoio porose sono note,

sia nei complessi carbonatici che in quelli clastici, e molto probabilmente sono presenti vari tipi di trappole.

Sulla base dei ritrovamenti di petrolio nella Somalia occidentale (Ogaden) fatti nel 1973 (Biro, 1974), è ovvio pensare che questa regione sia veramente una provincia petrolifera; tuttavia, uno studio litologico dettagliato del sottosuolo, in combinazione con studi geofisici è essenziale per ulteriori ritrovamenti di giacimenti di idrocarburi nel nostro paese, in quantità commerciabili.

TABLE 1. SOMALIA

Formation*	Sinclair I Cira	Sinclair I Merai Acia	Sinclair I Obbia	Sinclair I Merca	AGIP I Segaleh	AGIP I Cotton	AGIP I Darin
Pleistocene	-	-	Lost	-	-	-	279
Pliocene	-	-	returns	35	-	-	-
Miocene	-	-	to	2,710	-	-	-
Oligocene	-	-	2,100	3,070	-	-	-
Karkar	-	-	1,200	880	1,180	1,112	1,233
Taleh	560	385	550	570	1,090	568	738
Aurada	2,145	2,005	303	4,653	1,640	1,930	1,977
U. Cretaceous	3,595	3,365	2,100	1,200	1,858	1,633	1,920
L. Cretaceous	720	430	610	-	2,140	1,886	370
Gabredarre	1,340	550	1,140	-	-	-	-
Uerandab	2,220	1,765	885	-	-	-	-
Hamanlei	2,184	5,000	7,135	-	2,350	3,350	2,775
Adigrat	-	-	-	-	280	345	416
Basement	-	-	-	-	-	-	22
Total Depth	12,764	13,500	16,023	13,118	10,538	10,860	9,730
Elev. (ft)	437	1,173	194	436	909	951	1,672
Lat.	5°30'	4°31'	5°56'	1°52'	9°25'	9°31'	10°39'
Long.	48°05'	47°25'	48°54'	44°55'	50°40'	50°32'	49°45'

* Thickness in feet

TABLE 2. WELLS DRILLED IN FORMER BRITISH SOMALILAND

Formation*	Amerada I Las Anod	Amerada I Faro Hills	Amerada I Yaguri	Amerada I Buran	Amerada I Burhasso
Karkar	-	340	-	-	-
Taleh	580	1,110	-	-	-
Aurada	1,380	1,410	-	1,090	845
Jessima	910	850	1,545	1,435	1,385
U. Cretaceous	1,230	810	1,060	80	565
L. Cretaceous	-	-	1,215	1,975	1,830
Gabredarre	-	-	-	-	-
Uerandab	-	-	-	-	-
Hamanlei	885	510	805	-	-
Adigrat	210	340	-	3,120	250
Basement	265	2	45	258	175
Total Depth	5,460	5,372	58	36	40
Elev. (ft)	2,597	2,887	4,728	7,994	5,090
Lat.	8°28'	9°38'	2,364	2,800	2,178
Long.	47°12'	47°47'	8°19'	10°15'	8°19'
			47°02'	48°54'	47°56'

* Thickness in feet

TABLE 3. WELLS DRILLED IN ETHIOPIA

Formation*	Sinclair I Galedi	Sinclair I Gumburo	Sinclair XC-3	Sinclair XE-4	Sinclair XE-5	Sinclair XE-3A	Sinclair XEF-1	Sinclair XF-5	Sinclair XC-4
Aurada	980	522	745	745	120	1,310	500	445	225
Jessima	970	933	1,090	995	1,300	880	1,230	1,410	930
U. Cretaceous	1,085	1,067	1,367	370	-	795	-	-	835
L. Cretaceous	-	324	563	-	-	-	-	-	1,765
Gabredarre	1,215	2,064	230	240	620	-	-	-	159
Uerandab	235	522	-	375	250	175	160	220	-
Hamanlei	3,500	3,128	-	867	693	2,879	3,210	2,100	-
Adigrat	470	1,115	-	-	-	-	80	130	-
Basement	626	451	-	-	-	-	70	24	-
Total Depth	9,081	10,126	3,995	3,592	2,983	5,989	5,250	4,364	3,914
Elev. (ft)	1,340	1,780	1,213	1,750	2,103	1,884	1,929	2,103	1,408
Lat.	7°01'	6°55'	6°29'	7°25'	7°16'	7°34'	7°30'	7°49'	6°21'
Long.	46°25'	45°49'	46°17'	46°01'	45°29'	46°34'	45°42'	45°37'	45°45'

* Thickness in feet

SU ALCUNE MINERALIZZAZIONI DELLA SOMALIA SETTENTRIONALE *

(R. MASSOLI-NOVELLI - A. AHMED HASSAN)

RIASSUNTO

Dopo alcuni cenni sulle caratteristiche geologiche generali e sulle principali mineralizzazioni della Somalia vengono descritti tre depositi di minerali metallici ubicati nell'area precambrica affiorante nella parte settentrionale del Paese. Si tratta della mineralizzazione a molibdenite di Buhl (Hargeisa), di quella a piombo-zinco di Qooljet (Hargeisa) e di quella cuprifera di Seinat (Erigavo).

Di ogni deposito vengono illustrati i caratteri genetici e, pur sulla base di osservazioni di primo approccio, ne vengono indicate le possibilità di sfruttamento economico.

ABSTRACT

A description is given of the general geological features and of the most important mineralizations of Somalia.

Three important deposits in the precambrian outcrops existing in the north of the country are described. They are: a Mo pegmatic mineralization near Buhl (Hargeisa); a Pb-Zn stratabound mineralization near Qooljet (Hargeisa); a Cu stratabound mineralization near Seinat (Erigavo).

Genetic aspects and some simple economic considerations are reported for each deposit.

(*) da: "L'Industria Mineraria", n. 5, pag. 25, Roma 1980.

For centuries up to the early 1900s the face was worked by pick or mattock, without any mechanical aid. The principle was to make one or several deep cuts or slots in the body of coal in order to break it from the face.

The first attempts to cut the coal by mechanical means were made over two hundred years ago in 1761 in Great Britain and real progress has been made over the past 120 years. The machines imitated the action of the pick in manual working. Most of them consisted of a wheel fitted with pickshaped tools but rods or chains were also used. These machines were rated at 5 to 10 HP.

In Germany British coal-cutting machines were first used about a hundred years ago. The design of such machines in this country followed later.

It is remarkable to note that even a hundred years ago the need to improve working conditions, partly enforced by strikes on the part of the miners, was, in addition to economic considerations, given as a reason for introducing coal-cutting machines. After a tour of British coal fields, the Prussian inspector of mines Bluhme wrote in 1866 "If... human inventiveness is applied to replacing manual work by ingeniously designed machinery, this must perforce awake the thought of replacing manual labour by machines in coal mines in particular. Were it possible to put a machine doing the work of 12.

1. PREMESSA

Nei semestri estivi degli anni 1978 e 1979 uno degli Autori (R.M.N.) ha tenuto il corso di Giacimenti Minerari presso l'Università Nazionale della Somalia. Nell'ambito dei programmi di ricerca e didattici della locale Facoltà di Geologia, gli Autori - durante tali periodi ed in successive missioni - hanno potuto visitare gran parte delle maggiori mineralizzazioni di quel Paese, studiandone alcune in dettaglio, anche in collaborazione con il Ministero delle Risorse Minerarie ed Idriche.

Sotto il profilo economico, come giustamente rilevato alcuni anni fa da Marzocchi (1973), la Somalia, pur non avendo allo stato attuale delle conoscenze, dei giacimenti di minerali metallici immediatamente coltivabili, presenta tuttavia mineralizzazioni che meritano una valutazione ben più approfondita di quanto finora sia stato eseguito. I lavori di accertamento già da alcuni anni iniziati dal citato Ministero per le Risorse, hanno finora proceduto piuttosto lentamente, per diversi motivi, in particolare per le difficili condizioni ambientali e

per la mancanza di adeguati finanziamenti.

Gli studi minerari esistenti sono assai pochi. Si possono citare: l'opera generale, ma evidentemente non più attuale, di Usoni (1952); alcuni lavori di geologi inglesi relativi alla Somalia del Nord (ex Somaliland), anch'essi vecchi di qualche decennio (in particolare Pallister, 1975); alcuni recenti rapporti di geologi russi e somali per conto dell'United Nations Development Program (U.N.D.P. 1970, 1972, 1975).

I citati studi sono prevalentemente a carattere economico, come è naturale in un Paese assai bisognoso di risorse da valorizzare al più presto: occorre tuttavia sottolineare che l'aspetto genetico e di studio dei paleoambienti è stato finora assai trascurato. Poiché l'interpretazione genetica di una mineralizzazione costituisce un elemento fondamentale per una corretta impostazione di ulteriori prospezioni minerarie nella regione d'interesse, sarà necessario nel futuro porre maggiore attenzione all'aspetto genetico delle varie mineralizzazioni, possibilmente mediante quegli studi interdisciplinari che altrove hanno già dato confortanti successi.

2. CENNI DI GEOLOGIA GENERALE

La Somalia (638.000 Km² per circa 3-5 milioni di abitanti) è costituita in gran parte da estese pianure, leggermente degradanti verso l'Oceano Indiano. Man mano che si procede verso N le quote aumentano, fino ai 2.000-2.500 m dei rilievi montuosi più alti ubicati lungo il golfo di Aden.

Sotto il profilo geologico, la formazione più antica è costituita dal basamento cristallino precambrico, che affiora a S ed a N in tre "alti strutturali" e che è stato rinvenuto nelle regioni centrali da numerosi sondaggi petroliferi 3-4 Km al di sotto della serie mesozoico-terziaria. Questa imponente serie di sedimenti riempie per l'appunto una enorme conca chiamata "bacino somalo" il cui fondo è costituito dalle rocce precambriche.

La citata serie post-paleozoica è data essenzialmente da alcune potenti formazioni carbonatiche mesozoiche e da calcari, argille e gessi per lo più eocenici; in superficie prevalgono le formazioni gessose, e ciò è motivo, insieme al clima, della diffusa sterilità dei suoli somali.

Estese formazioni sabbiose, soprattutto di tipo continentale, bordano gran parte delle coste.

Gli affioramenti di Precambrico del Nord sono assai più estesi

e meglio esposti di quelli meridionali e, anche per tali ragioni, risultano più ricchi di mineralizzazioni (Ibrahim et alii, 1979). In tale settore, il basamento forma una serie di rilievi, con vette in media intorno ai 1.500-2.000 m., diretti E-W e quindi paralleli alla faglia regionale che corre lungo il golfo di Aden. Nel Precambriaco si distinguono un complesso più antico ed uno più recente, che, sotto il profilo delle datazioni, della zoneografia metamorfica e dei rapporti con le numerose intrusioni granitoidi, sono attualmente in fase di studio da parte della Facoltà di Geologia dell'Università Nazionale della Somalia. Molto interessante è la serie detta di Inda Ad, probabilmente di età paleozoica, che verrà successivamente descritta in relazione alla mineralizzazione cuprifera di Seinat (Erigavo).

Nella Somalia meridionale, tra i fiumi Scebeli e Giuba, il basamento precambriaco affiora nella cosiddetta zona dei "Bur".

"Bur" è il nome locale per indicare "isole" arrotondate, composte generalmente di rocce granitoidi, migmatiche o gneissiche, che emergono da una pianura assai estesa, costituita da rossi suoli eluviali. Anche in questo complesso precambriaco si distinguono una serie più antica ed una più recente (Ibrahim & Sassi, 1979); in ogni caso, anche a causa dell'estesa coltre eluviale che ricopre gran parte del basamento, le mineralizzazioni finora note sono pochissime.

3. LE PRINCIPALI MINERALIZZAZIONI DELLA SOMALIA

Come precedentemente riportato, non vi è in Somalia alcun giacimento di minerali metallici in coltivazione.

L'unico deposito attualmente coltivato è quello di sepiolite di El Bur, nelle formazioni gessose terziarie della Somalia centrale; il deposito è di notevolissima potenzialità ma il prodotto viene, almeno finora, impiegato solo per una modesta locale attività artigianale e non venduto per i diversi possibili usi industriali.

Tra le mineralizzazioni metalliche, sono almeno sette quelle che presentano caratteristiche di un certo interesse (Fig. 1). Tre di esse verranno descritte in questa nota (la mineralizzazione a molibdenite di Buhl, quella piombozincifera "stratabound" di Qooljet e quella cuprifera, anche essa legata agli strati, di Seinat, tutte ubicate nella Somalia settentrionale).

Altre tre sono state recentemente descritte oppure vi sono in corso ricerche di dettaglio; esse sono le seguenti:

- il deposito uranifero sedimentario di Dusa Mareb, nella Somalia centrale, di genesi assai interessante e di dimensioni notevoli, ubica



Fig. 1 - Cartina della Somalia con localizzazione delle località minerarie citate nel testo (cerchi neri). Le aree limitate da tratteggio corrispondono agli affioramenti del basamento precambriaco.

to non lontano dal deposito di sepiolite di El Bur prima citato; attualmente risulta in fase di valutazione da parte di una società statunitense ed in studio, per la genesi, da parte della Facoltà di Geologia di Mogadiscio;

- il deposito ferrifero di Bur Galan nella Somalia meridionale, costituito da vasti affioramenti di quarziti ferrifere precambriche (Massetoli-Novelli, 1980): si tratta di una formazione tipo "banded iron formations", di origine probabilmente sedimentaria, poi metamorfosata, assai analoga alle "itabirite" brasiliane e sud-africane; una campionatura di primo approccio eseguita in superficie ha dato un tenore in Fe oscillante intorno al 38% mentre un'ipotesi di cubaggio ha dato valori assai vicino a quelli stimati a suo tempo da Usoni (1952), intorno ai 200 milioni di ton.: tutto ciò per il solo deposito di Bur Galan, a parte gli altri affioramenti esistenti nell'area;
- la mineralizzazione aurifera di Arabsio, nella Somalia settentrionale, di tipo "stratabound", in studio da parte di P. Omenetto (Università di Padova).

Altre mineralizzazioni note in Somalia sono: quella uranifera nei graniti precambrici di Alio Ghelle (area dei Bur, Somalia meridionale), prospettata anni fa dall'Agip Nucleare senza risultati soddisfacenti, e quella di Magiaian, nel Nord, con i filoni di cassiterite descritti come interessanti in alcuni rapporti inglesi, ma che non si è potuto esaminare in dettaglio.

4. LA MINERALIZZAZIONE A MOLIBDENITE DI BUHL

L'area d'interesse è situata circa 40 Km a NW di Hargeisa, capoluogo della Somalia del Nord (ex Somaliland), non lontano dalla mineralizzazione aurifera di Arabsio prima citata.

Il contesto geologico è dato dal basamento precambrico, di età incerta, qui formato da una intrusione sienitica messa a contatto verso N con una estesa formazione scistosa, in cui prevalgono scisti a biotite parzialmente cloritizzati, e verso S con una coltre metasedimentaria, con arenarie prevalenti su altri diversi litotipi.

Il corpo sienitico in affioramento forma una dorsale allungata, larga circa 2 Km e lunga circa 20 Km.

La mineralizzazione presenta caratteri comuni a tanti altri giacimenti a MoS osservabili in tutti il mondo. Si tratta di più filoni con molibdenite e quarzo, generalmente orientati NE-SW. Il filone di maggiori dimensioni è lungo circa 200 m e potente uno-due metri: la continuità della mineralizzazione verso il basso è stata accertata

per ora soltanto mediante uno scavo profondo circa 15 m. Tale filone è inclinato verso NW con angolo medio di 60°, gli altri filoni presentano le stesse caratteristiche giacitureali ma risultano di minori dimensioni, tantochè in alcuni casi si potrebbe parlare di lenti.

Tutti i filoni risultano incassati nella sienite (Fig. 2), a distanza variabile dalle rocce scistose; i corpi minerari conosciuti sono una diecina, ma occorrerebbe effettuare un rilievo di massimo dettaglio per evidenziarne altri. Infatti, a parte il tenore in metallo per il quale non si hanno dati analitici, i filoni finora prospettati presentano dimensioni insufficienti per qualsiasi progetto di coltivazione. Il tenore, per quanto osservato a vista, appare tuttavia interessante. Al di là delle salbande appare in alcune zone mineralizzata anche la sienite, ed è anche questo un aspetto da approfondire.

Come paragenesi, è frequente la smutinite, in cristalli aciculari che accompagnano la molibdenite. Questa si presenta sia in filoncelli lungo le salbande delle fratture sia in nidi ed in singole lamelle entro il quarzo filoniano (Fig. 3) oppure - come citato - nella sienite incassante. In sezione lucida si è rinvenuta rara scheelite, frequenti mosche di galena sempre annidate entro i vacuoli del quarzo, e pochi cristallini di calcopirite, mentre non si è notata traccia di minerali di stagno.

Frequenti, in alcune zone del filone maggiore, grossi cristalli di ortoclasio, strettamente legati al quarzo, a conferma di una genesi tipicamente pegmatitica, con probabile passaggio, dopo la formazione del filone, di un convoglio tardivo che ha depositato la galena, ultimo minerale a mettersi in posto.

5. LA MINERALIZZAZIONE "STRATABOUND" A Pb-Zn DI QOOLJET

Nella parte settentrionale della Somalia, quasi sempre legate agli affioramenti precambrici, si conoscono oltre trenta indizi di mineralizzazioni piombo-zincifere. Alcune di esse appaiono tipicamente legate agli strati. La più importante tra queste è quella di Qooljet (Guljeit), nel distretto di Borama: più precisamente essa è ubicata 3 Km ad E del villaggio di Qooljet, vicino al contatto tra le metamorfite del basamento precambrico ed un tavolato di calcari giuresi.

Le metamorfite precambriche sono qui date da scisti a orneblenda con abbondanti iniezioni migmatiche e da gneiss; la formazione metamorfica è intrusa da alcuni corpi granitoidi. Il basamento precambrico è ricoperto in trasgressione da una formazione giurese data

da arenarie e conglomerati basali seguiti da una potente serie carbonatica. I calcari formano una dorsale appena accennata, diretta circa E-W, con gli strati che s'inclinano leggermente verso N, ove corre il contatto per faglia con il basamento prima citato.

La mineralizzazione è limitata a tre bancate, per quanto si è potuto osservare, con giacitura suborizzontale, potenti ciascuna 1,5-2 m, che si trovano nella parte più bassa della serie (Fig. 4).

Vecchi lavori minerari, in gran parte crollati e quindi non accessibili, sono osservabili nella parte centrale dell'affioramento; la mineralizzazione è tuttavia presente a tratti su un fronte di circa 1 Km.

Il minerale più comune è la galena, presente per lo più in piccole lenti formate da aggregati cristallini e in piccole, più rare venette.

La potenza delle piccole lenti, normalmente allineate sul piano orizzontale in vicinanza dei giunti di stratificazione, è di circa 5-10 cm. La blenda è più rara ma anche presente in alcuni livelli, con colore marrone e con aspetto colloidale. Patine di ossidati di rame e dendriti di manganese sono diffusi lungo gli orizzonti mineralizzati.

In sezione lucida si osservano perfettamente i livelletti colloidali della blenda. La galena si presenta molto alterata, con orli di reazione assai caratteristici, costituiti con tutta probabilità da cerussite (Fig. 5). In via di trasformazione anche alcuni cristalli di calcopirite.

Il tenore della mineralizzazione, per quanto oggi osservabile, appare poco interessante. Non si può tuttavia escludere l'esistenza di orizzonti più ricchi all'interno della dorsale, al disotto di una copertura di altre bancate calcaree di circa 100 m di potenza, ed in tale senso vanno orientate eventuali ulteriori ricerche.

Il recente rapporto di un ricercatore russo interpretava la mineralizzazione come idrotermale, in relazione alla faglia che mette in contatto i calcari con il Precambriaco. A nostro avviso invece la faglia rappresenta un elemento morfologico che ha soltanto messo in luce una mineralizzazione chiaramente singenetica, legata agli strati più bassi di una serie carbonatica. Senza escludere tuttavia fenomeni di ricircolazione e di ricristallizzazione, lungo la faglia, in relazione ad una parziale redistribuzione del Pb-Zn ad opera di soluzioni circolanti post-Giurassiche.

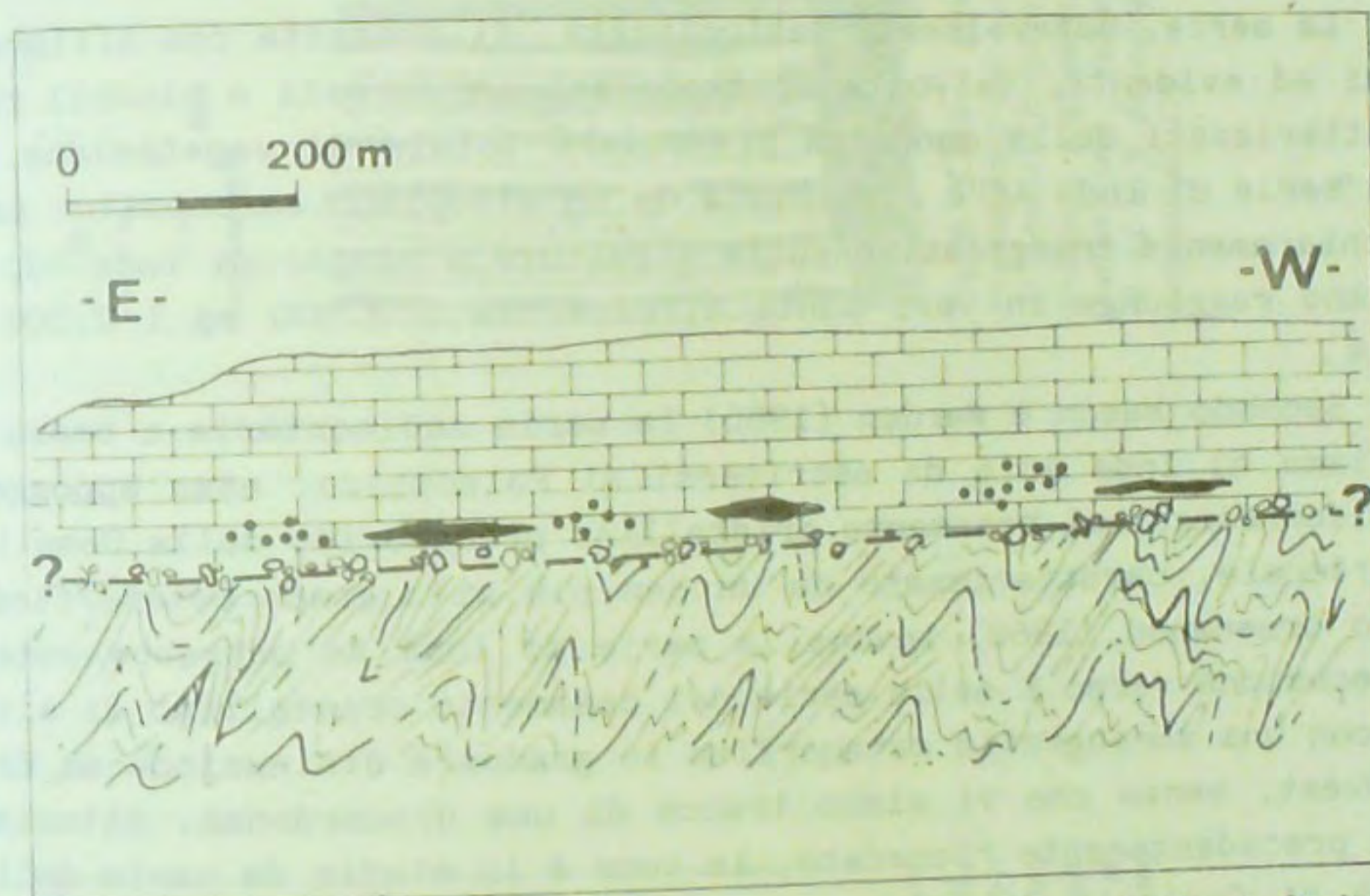


Fig. 4 - Sezione geologica della mineralizzazione «stratabound» a Pb-Zn di Qooljet (Hargeisa). Lenticelle e disseminazioni di solfuri con galena prevalente sono allineati lungo tre bancate nella parte inferiore della serie carbonatica giurese, qui come altrove in giacitura suborizzontale. Il contatto con gli scisti ad orneblenda che formano la pianura sottostante è obliterato da abbondante detrito ma dovrebbe essere per faglia.

6. LA MINERALIZZAZIONE CUPRIFERA DI SEINAT

6.1 - Caratteri Geologici

La mineralizzazione cuprifera "stratabound" di Seinat è ubicata nella Somalia Nord-orientale (ex Somalia britannica), nel distretto di Erigavo, circa 105 Km a NE di questa cittadina, verso il golfo di Aden. L'ambiente geologico è dato da una serie sedimentaria, talvolta epimetamorfica, composta principalmente da argilliti, siltiti, filladi ed arenarie, con intercalate talune bancate di calcari nerastri, conosciuta come "serie di Inda Ad".

La serie, notevolmente tettonizzata, si presenta con affioramenti netti ed evidenti, talvolta spettacolari in dorsali e piccoli rilievi caratterizzati dalla mancanza pressochè totale di vegetazione. Verso S la "serie di Inda Ad" è sormontata da un altopiano carbonatico mesozoico, chiaramente trasgressivo sulle strutture a pieghe di Inda Ad; l'altopiano raggiunge in vari punti altezze tra i 2.000 ed i 2.500 metri s.l.m.

Secondo Mason & Warden (1965) la serie sedimentaria a basso metamorfismo di Inda Ad è da ascriversi al Paleozoico: essa appoggerebbe in discordanza sul basamento cristallino precambrico della Somalia settentrionale, caratterizzato da un ben più alto grado metamorfico. Secondo Greenwood (1960) invece la serie di Inda Ad potrebbe essere la prosecuzione verso E della serie del basamento cristallino di alto grado, con una zoneografia metamorfica in graduale diminuzione da Est verso Ovest, senza che vi siano tracce di una discordanza. Attualmente, come precedentemente ricordato, la zona è in studio da parte della Facoltà di Geologia dell'Università Nazionale di Mogadiscio e si spera che i vari problemi geologici, petrografici e metallogenici possano essere opportunamente risolti.

Di notevole interesse, anche ai fini della interpretazione genetica della mineralizzazione cuprifera di Seinat, risultano i rapporti tra la "serie di Inda Ad" precedentemente descritta e le rocce magmatiche associate. Oltre al plutonismo tipico del basamento precambrico, anteriore quindi alla "serie di Inda Ad", esistono anche intrusioni di granitoidi circoscritti, di notevoli dimensioni, che attraversano in discordanza la serie a pieghe di Inda Ad. Ad esempio i corpi granitici di Las Bar, di Infero e di Arar, caratterizzati da un'età pre-giurassica certa su basi geologiche.

Esiste poi un certo numero di complessi gabbriici stratificati, con numerosi litotipi differenziati, considerati finora anteriori alla

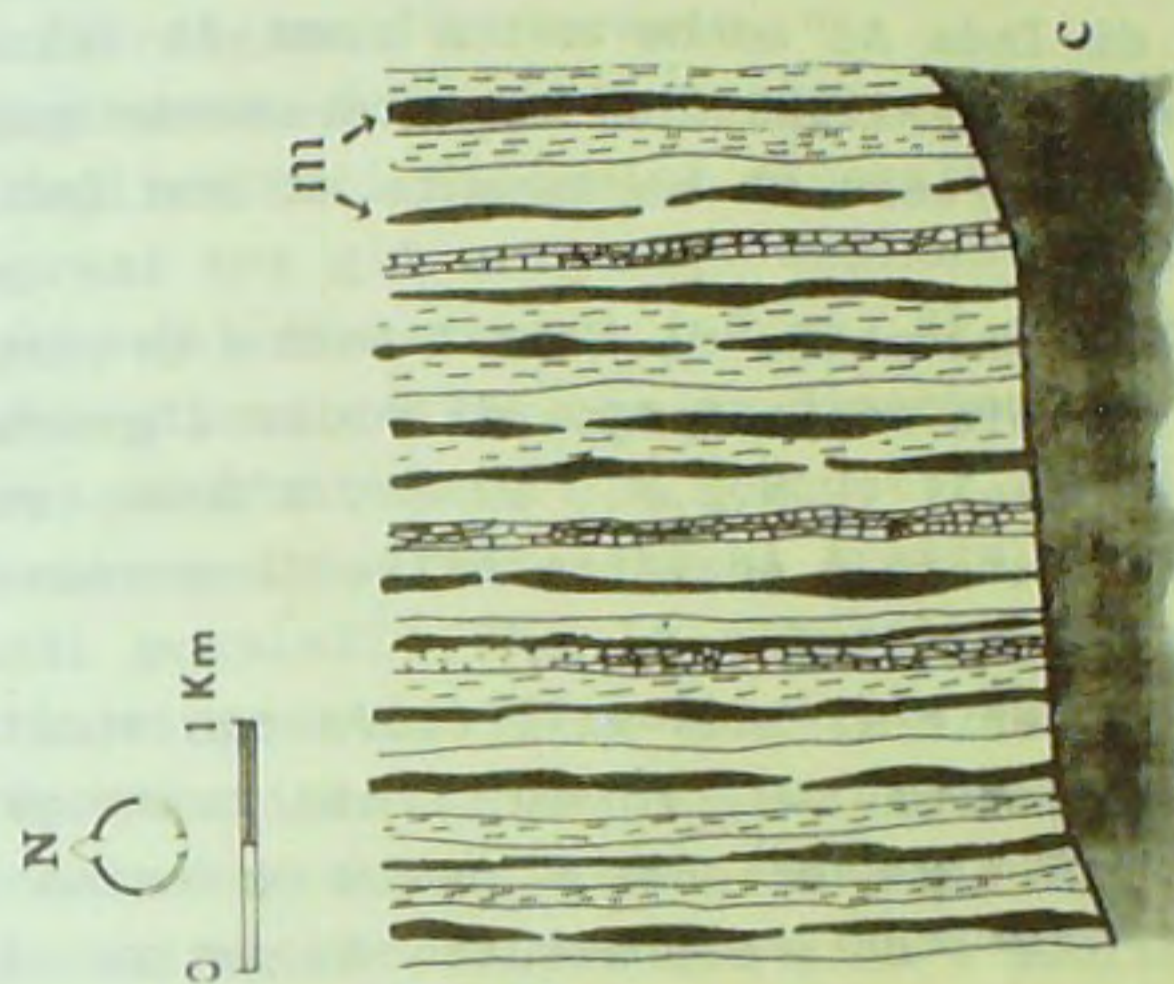


Fig. 6 - Cartina geologica schematica della mineralizzazione «stratabound» cuprifera di Seinat (Erigavo). Si tratta di n. 12 orizzonti argillosi con malachite in patine (m), sub-verticali, sormontati a N ed a S da calcari trasgressivi cretacei orizzontali (c).

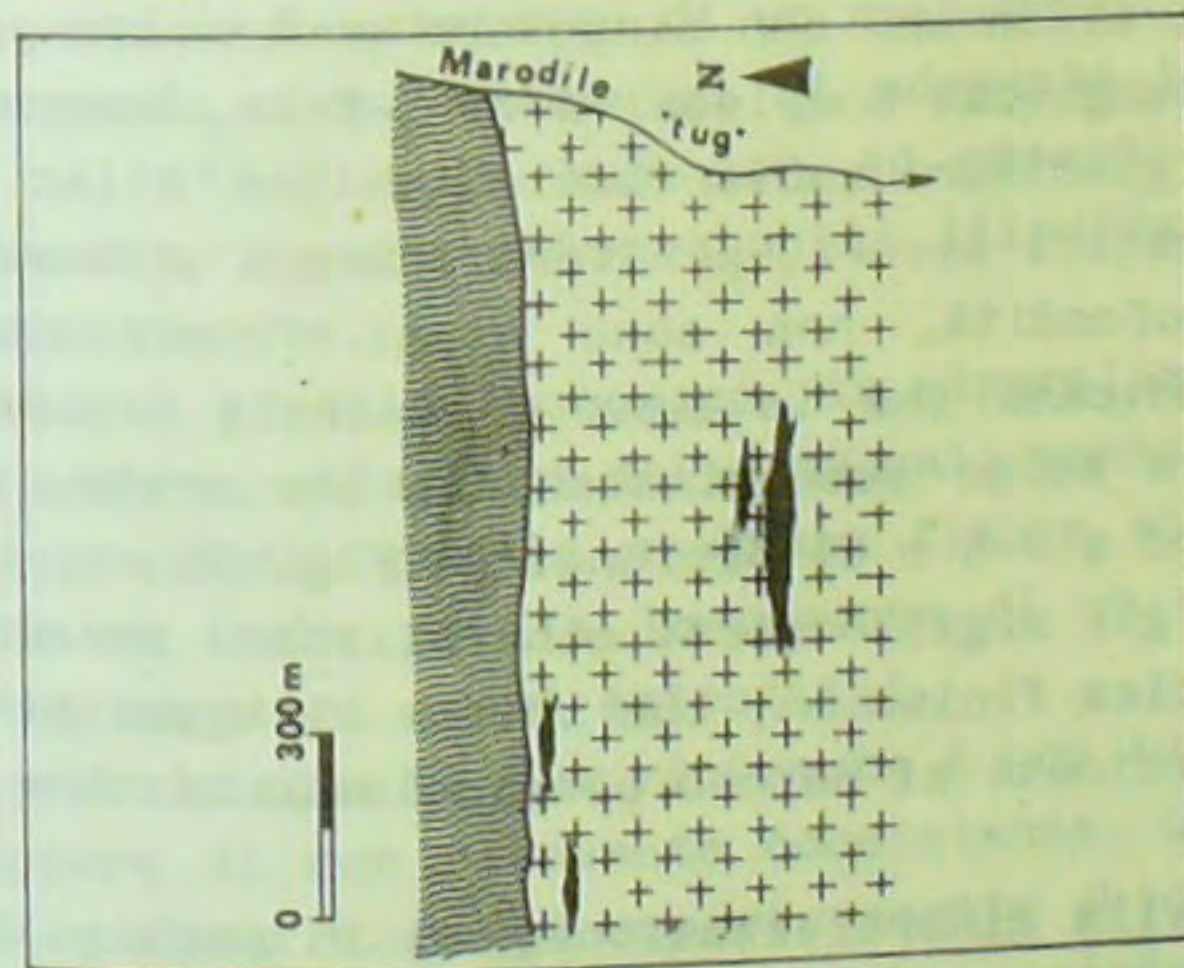


Fig. 2 - Cartina geologica schematica della mineralizzazione a MoS₂ di Buhl (Hargeisa). I filoni quarzosi mineralizzati sono orientati circa E-W e sono tutti ubicati entro una intrusione sienitica, vicino al contatto con una preesistente formazione precambrica di scisti biotitici.

"serie di Inda Ad" e quindi, interpretando questa come di età paleozoica, collocabili tra l'evento metamorfico principale del basamento precambrico ed il Paleozoico.

Filoni basici, spesso molto alterati, sono comuni in tutta l'area. Essi tagliano la "serie di Inda Ad" anche nella zona di Seinat e sono considerati l'ultimo evento magmatico che ha interessato questa area, geologicamente di grande interesse ma certamente di non facile interpretazione.

La mineralizzazione a malachite di Seinat venne prospettata per la prima volta nel 1972 durante una campagna di ricerca geochimica condotta da geologi russi e somali (U.N.D.P., 1975); l'area complessivamente indagata, anche con trincee e pozzetti nelle zone anomale risultate mineralizzate, è di circa 400 Km².

Nell'area in esame la "serie di Inda Ad" affiora con strati verticali e subverticali, diretti circa N-S, formanti con tutta probabilità una sinclinale stretta con asse orientato nella medesima direzione (Fig. 6). La mineralizzazione è data soprattutto da patine rare e concrezioni lenticolari di malachite, minerale presente lungo fratture microfatture e giunti di alcuni orizzonti argillosi che si ripetono più volte nella serie (almeno sei volte), per evidente ritmicità depositiva.

Sono stati finora evidenziati n. 12 orizzonti mineralizzati che, a nostro avviso, si ripetono a due a due nell'ambito delle due gambe della piega simmetrica, con tutta probabilità una sinclinale, con asse N-S prima citata. Le distanze tra i singoli orizzonti sono comprese tra 100 e 500 m. Gli orizzonti argilloscistos mineralizzati, della potenza media di 50-80 cm, affiorano con singolare continuità per centinaia di metri, per una lunghezza complessiva di 5-6 km, sempre regolarmente diretti N-S e con giacitura subverticale.

Accertamenti geognostici sicuri, per verificare l'andamento della mineralizzazione in profondità, non sono stati finora realizzati.

Alcuni pozzetti indicano che la zona a minerali ossidati di Cu (malachite soprattutto e molto subordinatamente azzurrite, calcocite e tenorite) persiste fino a 4-5 m di profondità (Fig. 7).

In sezione sottile gli argilloscisti mineralizzati presentano una matrice quarzoso-sericitica finissima, con talune alterazioni in clorite; tra i minerali subordinati si notano plagioclasio zirconio, titanite.

Circa la genesi della mineralizzazione, ed in particolare circa il mancato rinvenimento dei solfuri primari che hanno originato le patine così abbondanti di malachite, diffuse con notevole regolarità ne-

gli orizzonti prima descritti, gli Autori del rapporto U.N.D.P. (1975) prospettano sia un'ipotesi sedimentaria che magmatica. Essi sottolineano il fatto di non aver rinvenuto traccia dei solfuri primari, ma ne ipotizzano la presenza in profondità nell'ambito di un eventuale corpo minerario di origine idrotermale.

Al contrario, durante le nostre recenti ricerche, mediante accurato esame degli strati filladici mineralizzati, sono stati da noi rinvenuti, compresi tra gli originari sedimenti, numerosi noduli notevolmente alterati, del diametro di 1-2 cm, di colore bruno scuro, con chiazze verdastre di malachite che si dipartono da essi. Esami chimici, microscopici e diffrattometrici, condotti su alcuni rari campioni poco alterati, hanno dimostrato che si tratta di noduli di calcopirite. Appare quindi possibile che la mineralizzazione di Seinat sia data da un deposito singenetico di calcopirite entro particolari orizzonti pelitici, caratterizzati con tutta probabilità da ambiente riducente, come potrebbero provare talune bancate di siltiti nerastre, a cemento carbonatico e ricche di sostanza organica, rinvenute in alternanza a pochi metri dagli orizzonti mineralizzati. D'altra parte, circa la geneticità dei solfuri primari, occorre citare l'esistenza di numerosi orizzonti, rivelatisi un poco più arenacei, caratterizzati da una regolare e notevole disseminazione di cristalli euedrali di pirite. Tali orizzonti sono presenti in tutta la "serie di Inda Ad" (Mason & Warden, 1965).

Circa la provenienza degli ioni Cu e Fe accumulatisi nel paleobacino (Paleozoico?) di formazione della "serie di Inda Ad", occorre ipotizzare o l'esistenza di un vicino continente emerso e ricco di tali metalli, oppure l'esistenza di un vulcanismo sottomarino. A nostro avviso, mancando corpi vulcanici di adeguata importanza, mai finora segnalati nella "serie di Inda Ad", ed essendo presenti soltanto alcuni filoni basici, appare più probabile l'ipotesi di una lisciviazione da un paleocontinente.

Sotto il profilo economico, la mineralizzazione cuprifera di Seinat non sembra, alla luce delle attuali conoscenze, di rilevante interesse, soprattutto per la presenza finora accertata di sola malachite in patine ed anche per la lontananza di un orizzonte dall'altro, con i connessi maggiori oneri estrattivi.

La calcopirite da noi rinvenuta è per lo più completamente alterata ed appare di non rilevante consistenza. La situazione può cambiare soltanto qualora sondaggi opportunamente ubicati rinvenissero calcopirite non alterata e con tenori più consistenti in profondità, al di sotto del livello invero superficiale finora indagato.

GROUNDWATER RESOURCES IN CENTRAL SOMALIA *

(R. POZZI - G. BENVENUTI - C.X. MOHAMED - C.I. SHUURIUJE)

ABSTRACT

The hydrogeological research in Central Somalia has covered about 100.000 sq.km comprising the Galgaduud Region and part of the Mudugh and Hiiraan regions.

The results of the stratigraphies of the deep wells drilled for the purpose of exploiting the local water resources point to a different geological interpretation of the underground as compared with that known from literature. A possible relationship between the Mudugh-Merca Suite and the Daban Series is discussed whereas the discovery of olivinic basalts at depths ranging between 30 and 120 m provides arguments for criticism and to form hypothesis.

The well water conductivity has permitted the plotting of a map of such parameter for the entire territory under survey as well as to establish a correlation between conductivity distribution and geological interpretation. A similar approach made it possible to trace useful elements for research and exploitation of the aquifers

RIASSUNTO

Sono state condotte ricerche idrogeologiche nella Somalia Centrale su una superficie di circa 100.000 km², comprendente il Galgaduud e parte del Mudugh e dell'Hiiraan.

Dalle stratigrafie dei pozzi profondi, scavati per sfruttare le risorse idriche locali, è stato possibile tracciare delle sezioni idrogeologiche che danno una interpretazione geologica diversa da quella nota dalla letteratura. Si discutono i possibili rapporti tra la Mudugh-Merca Suite e la Daban Serie mentre il ritrovamento di basalti olivinici a profondità variabili tra 30 e 120 m fornisce elementi di critica e stimola ipotesi.

(*) da: "Memorie di Scienze Geologiche", Vol. XXXV, p. 1-22,
3 tavv., Padova 1983.

Le misure della conduttività delle acque e delle rare sorgenti ha permesso di redigere una carta della distribuzione di questo parametro per tutto il territorio considerato, corredandola con l'interpretazione geologica. Si è potuto così fornire elementi utili alla ricerca ed allo sfruttamento degli acquiferi.

FOREWORD

The territory under review nearly completely embraces an area of about 100.000 sq.km of the Galgaduud Region as well as the left side of the Shabeelle Valley from Bulo Burti to Joowhat (and Uarschiek) in the Hiiraan and Central Shabeelle Regions; at North it arrives near the parallel of Dh/Mareeb-Obbia (Mudugh Regione).

About 100 water wells served to take measurements of static levels and well water conductivity; 35 drill logs collected or taken from previous studies made the plotting of the hydrogeological cross sections mentioned herein possible.

One of the major difficulties was met when attempting the correct toponymical spelling, the greater part being indicated according to the 1:100.000 topographical map of the Somali Democratic Republic; quotations are shown in the original spelling. The basic topographical map was obtained by various photographic techniques, starting from Sheets 21 and 25 done in Washington in 1968 and 1978 (Edition 4-AMS and 6-DMA, and then re-drawn by adding the wells of which the geographical co-ordinates were available. The old 1:100.000 Italian topographical maps came in very handy as well.

STUDY STRATEGY

From the geological viewpoint the studies of S.U. Barnes(1976) and obviously the Geological Map of Ethiopia and Somalia on a 1:2.000.000 scale drawn by Italian geologists belonging to the Department of Geology and Paleontology of Florence University (1979), were of basic importance.

But we must remember the fundamental researches executed by the Faculty of Geology of National Somali University; results are almost entirely published on the "Quaderni di Geologia della Somalia"; we mentioned only the works really relative to our study.

The hydro-geological aspects of the region are mentioned in the report by A.P. Popov and A.L. Kidwai (United Nations Development Programme, Mogadiscio 1972). which must be considered a basic synthesis of Somalian hydrogeology. Viceversa, under this aspect the left side of the Shabeelle Valley had already been described well by C. Faillace

(1964), an intelligent survey one never tires of referring to.

These papers will be mentioned in greater detail whenever dealing with the problems on hand will require it.

Our object consisted in examining closely and broadening the collection of both field and local data (Mogadiscio) as well as in gaining knowledge first of all of some little known facts, by making use of a general hydro-geological diagram:

- 1) Presence of many localized springs (Bud Bud, Gorof, Waxbo, El Dah and Jexan).
- 2) Evidence of a confined artesian aquifer in two wells South of Bud-Bud (Ubadheere and Calcad wells).
- 3) A fresh water aquifer in alignment between El Dere (Ceel Deheere) and Calcad-Ubadheere (Kulmiye's Alignment).
- 4) Difficulty when ascertaining fresh water resources in certain areas (Dhalwo) inspite of existing water wells in neighbouring parts.

Previous Investigations

When approached in the modern sense the basic Somali hydrogeological research was done by C. Wilson (1958) though the studies conducted by J. A. Hunt (1944-50) and W.A. Mac Fayden (1933-54) in the former British Somaliland must not be forgotten considering their scientific accuracy and the number of original data which had been collected and listed. Wilson divides the Somalian territory into 10 hydrogeological provinces of which he evaluates the characteristics of recharge and the yield. The paper contains other useful observations on the degree of groundwater salinity. Wilson's table correlating electrical conductivity (EC) and TDS is general consulted. Moreover it lists a remarkable number of the Country's water resources with hints for their development and maintenance.

Besides G. Wilson C. Faillace's studies of the Shabeelle Valley (1960-64) are to be remembered showing his vast experience and deep knowledge of the Country.

With particular regard to the Galgaduud and Mudugh there are notes by A.P. Popov and A. L. Kidwai (1972) in the report made under the patronage of the United Nations. The greater part of outcrops on the Mudugh Plateau is attributed to the "Mudugh-Merca Suite" (Miocene) having a top cover of well cemented eluvial-deluvial formations. The truly very accurate 1:1.000.000 hydrogeological map with certain faults on a regional scale drawn from ample geophysical survey operations for oil research is the most reliable document on tectonics. One will appreciate the importance of those great faults for hydrogeology as well. Of identical importance also is one of the enclosed

geological cross section (No. II-III from Obbia to Yesomma), the sketch map showing the conductivity of the ground waters on a 1:4.000.000 scale and the list of wells for 12 of which the stratigraphy shown has been used. Popov and Kidwai mention an important aquifer in the MudughMerca series lying at a depth of 40-60 meters having 2±4 g/l TDS (Total Dissolved Salts).

The Paleocene deposits (Yesomma Sandstone) are said to be considerable practical value, too, just to mention the Bulu Burti, Mataban and Mogocori wells. The authors believe that the ground waters of the Mudugh Plateau are of considerable importance in relation to the Country. The region is furthermore one of the provinces of which hydrogeological mapping was done by the above authors, bearing the Number 8. The coastal area, on the other hand, makes up Province No. 9 showing an increase of mineral particles depending on depth. That this could be so is easily understood considering the inevitable sea waters intrusion. Practically speaking, these are the only data of a certain importance we have on the Galgaduud-Mudugh region.

GEOLOGY

On the 1:2.000.000 geological map of Ethiopia and Somalia prepared by geologist and paleontologists of Florence University (CNR 1973) the region under survey is almost entirely covered by evaporitic litho types (anhydrites, gypsum, dolomites, clay) of the Taleh Evaporites of the Lower and Middle Eocene. These are followed by the massive biogenic Auradu Limestones (Upper Cretaceous, Lower Eocene) forming a 2 km wide belt in that area and extending from Dh/Mareeb-El Dere to Hareeri Cali with the tops covered by eluvial-colluvial Pleistocene and deposits of more recent formation. Towards the Shabeellee Valley outcrops of Ferfet Gypsum (Cenomanian) are met in a normal stratigraphical succession as well as the Belet Uen Limestone (Upper Cretaceous). Running from the Somali-Ethiopian border near Ferfer, the formation consists of a narrow belt terminating about 2,5 km south of Belet Uen below shelly limestone together with some sandstone of the Belet Uen Formation. These limestones form a belt as well thinning out towards the south and disappearing about 1 km from Bulu Burti along the left side of the Shabeellee Valley. The maximum width of the Ferfer outcrop is approximately 1,5 km. The following 1:1.000.000 scale geological map of the area between Juba and Webi Shebeli Rivers which had also been prepared by the geologists of Florence University (1980) does not differ from the previous one, at least in the area with which this work is concerned. The enclosed descriptive notes con-

tain more precise chronological references, i.e. stratigraphy, without changing the picture of the mapped litho-stratigraphical units though.

To this end the stratigraphy of the Marai Ascia well No. 1 has been defined as follows:

- a) Surface (+ 353 m) to 114 m: Merca-Somal undifferentiated (Miocene-Oligocene)
- b)-114 m to - 171 m: Aurada Formation (Paleocene)
- c)-171 to - 247,8 m: Unnamed Formation
- d)-247,8 to - 456 m: Sagaleh Formation (Paleocene)
- e)-456 m to - 610,8 m: Yesomma equivalent (Upper Cretaceous)
- f)-610,8 m to - 1147,8 m: Belet Uen equivalent (Upper Cretaceous)
- g)-1147,8 m to - 1855,5 m: Cotton Formation (?) (Lower Cretaceous)
- h)-1855,5 m to - 2022 m: Gabredarre Formations (Upper Jurassic)
- i)-2022 m to - 2637 m: Uarandab Formation (Upper Jurassic)
- j)-2637 m to - 4050 m: Hamanlei Formation (Middle Jurassic)

In the Tertiary of the Benadir, Hiiraan and Mudugh-Galgaduud Region however the following correlations are made between the stratigraphy of coastal oil wells and the outcrop series (by courtesy of Prof. G. Piccoli, Padua University):

Formation of Coastal oil Wells	Age	Central Somali Outcrop Series
Merca Formation	Present to Upper Miocene	Hafun Formation
Somal Formation	Miocene to Oligocene	Karkar & Gumaio F.
Obbia Formation	Upper Eocene	Karkar & Gumaio F.
Scebel Formation	Upper & Middle Eocene	Taleh Evaporities
Coriole Formation	Middle to Lower Eocene	
Marai Ascia Formation	Lower Eocene to Paleocene	Auradu Limestone
Sagaleh Formation	As above	Yesomma sandstone
Yesomma Formation & transitional suite	Paleocene & upper Cretaceous	Belet Uen Limestone
Gumburo Series	Upper Cretaceous	

As had already been pointed out, the kind of stratigraphy Popov and Kidwai had suggested with clear reference to the studies by V.N. Kozerenko and others, though being different, in many ways tallies with field evidence. The Mudugh Plateau is said to be taken up to the greater extent by the lithotypes of the Mudugh-Merca Suite which are distinct by one lower and one upper sub-suite. The Lower sub-suite is built up by products of basalt weathering and features sands, calcareous clay and marl with big interbeddings of sandstone, calcareous marl and gypsum having 38-60 m total thickness; the outcrop occurs in local depressions.

The upper sub-suite is mainly composed of concealed clear calcareous crystals with a mixture of sand. The limestone is normally covered by well cemented eluvial-deluvial deposits having an overall thickness of 18-20 m.

The Mudugh-Merca Suite is attributed to the Miocene period; though the hydro-geological map nevertheless bears different marks such as proluvial, deluvial, eolian and marine sediments of the Pliocene-Quaternary; along the coast of the Indian Ocean Eolian and marine deposits are likewise shown, consisting of dunes, sand bars and reef formations. Starting from Belet Uen to Bulu Burti the mapping concerns the Belet Uen Suite (Upper and Lower Cretaceous) while the Yesomma continental sandstones are supposed to occupy the sector of the Mudugh Plateau which is not involved by marine retreat. Added to this, going by the lithological sections of tube-wells, the Daban Series (see W.A. Mac Fadyen and J.A. Hunt) subdivided into Upper Daban (conglomerates and sandstone) and Lower Daban (sandstone, siltstones, marls) is clear recognizable. Nevertheless, the deficiency of paleontological data is an obvious handicap. In this connection only the lithological data of deep water wells will be of importance as they confer a satisfactory geological picture of the Mudugh Plateau when in correlation with our field research (Map. Nr. 1 and cross-section).

Consideration on the stratigraphy of tube wells

The inspections concern the stratigraphy of 35 water wells having a bore depth of about 70-100 m and beyond; all the data on 15 of them were collected at the Mogadiscio Water Agency, the description going from West to East and from North to South.

Db/Mareeb (two wells for water supply)	255 m SL	Well No. 2: 140 m deep
Guriceel	249 m SL	One well 66 m deep
Matabaan	245 m SL	One well 240 m deep
Fer Fer	240 m SL	Two wells 30 & 22 m deep
El Bur (Ceel Bur)	175 m SL	One well 122 m deep

A further two wells for oil research were drilled to about 2400 m depth in the Dh/Mareeb area. Dh/Mareeb well No. 1 (250 m SL) passes through about 150 m of sands, clays and Quaternary breccia, followed by about 200 m of sand and limestones belonging to the Auradu Formation, the Yesomma Formation with basalts and lastly, by the Gumburo Series. Dh/Mareeb well No. 2 (320 m SL) passes through approximately 120 m of clays, sands and limestone attributed to the Quaternary, followed immediately by the sands (and sandstone?) of the Yesomma Formation and the Gumburo Series. No signs of the Taleh Formation were met in those two wells.

The drilling for water supply of Dh/Mareeb well No. 2 resulted in:

From 0 to 50 m	Limestone clays, marl and sands outstandingly brown coloured alternating with grey
From 50 to 102 m	Gypsum with thin interbedding of clays sand
From 102 to 140 m	Brown and grey limestones
<u>Dh/Mareeb well No 3:</u>	
From 0 to 34 m	Gypsum and light limestone
From 34 to 100 m	Limestone and olivine basalts
From 100 to 118 m	Yellowish limestone and sand

The presence of gypsum and basalt stones rather facilitates assigning the stratigraphy; the Mudugh-Merca Suite lithologies are in fact recognizable (Miocene: Popov and Kidwai) covering the basalt stones of the "Trap Series" as called by British geologists (Paleocene-Miocene), the latter overlaying the limestones of the Auradu Suites (Paleocene). In fact, when drilling oil well No. 1 at Dh/Mareeb the Auradu Formation was encountered at depths ranging from 120 m to about 350 m; the basalts with the Yesomma Sandstones are shown at an approximate depth of 500 m. At a distance of approximately 60 km one encounters the stratigraphy of the 66 m deep Guriceel well showing a fairly monotonous sequence of light-grey or light-brown sand and sandstones which are related in all probability to the Yesomma Sandstone (Paleocene).

Further to the West, about 50 km from Guriceel, the 240 m deep Matabaan well-shows an upper sub-suite prevailingly consisting of brown, yellowish and grey sandstones and sand followed by a lower essentially calcareous sub-suite with little sandy strata. The former sub-suite is 90 m thick, the latter about 120 m whereas passing strata of intermediate lithologies take up a thickness of approximately 30 m. In our view the Yesomma Sandstones (Paleocene) were perforated eventually reaching the top of the Belet Uen Limestone (Upper Cretaceous). At Ferfer, on the other hand, the wells mentioned by Popov and Kidwai have crossed the Ferfer Gypsum (Cenomanian).

When proceeding from west (Dh/Mareeb) towards East (Ferfer) along a front of approx. 160 km and 10 m only of difference in height, one arrives from the Quaternary-Miocene at the Upper Cretaceous; the fault between Matabaan and Ferfer running approximately in direction North-South according to geophysics as has been indicated in the Hydrogeological Map by Popov and Kidwai, therefore assumes some considerable importance.

From Belet Uen (Beledweyne) to El Bur (Ceel Buur) and as far as Xaraardhere there are very few significant stratigraphies only. At El Bur only a deep well (122 m) is given by Popov and Kidwai having a stratigraphy made of a sequence of gypsum, sand and red and reddish grey clays up to 103 m followed by basalt right down to the bottom of the well. In our opinion, identically as in the case of the Dh/Mareeb wells, we are dealing here with the Mudugh-Merca Suite superposing on the basalts of the "Trap Series" (Paleogene-Miocene). Exactly because of the presence of the basalts on the well bottom makes us doubt that the lithotypes can be allocated to the Taleh Formation as stated by Popov and Kidwai. On the other hand the Italian geologists date the volcanites of the Somali Plateau back from the Pleistocene (and present) to the Oligocene (Miocene doubtful); these volcanites are anyway much younger than the Taleh Formation (Lower to Middle Eocene) and cannot remain below. In any case the "basalts, 79 m thick, overlies limestones of the Auradu Suite (Paleocene) and are overlain by Miocene rocks in the Mudugh area" (see Popov and Kidwai).

Well stratigraphies can be found further South in the following localities.

When drilling the two wells at Bulo Burde a sequence of grey limestone mixed with brown clay in the upper part was crossed as well as another sequence mainly formed by white, light brown and light grey sand in the lower part; we believe that these belong to the Belet Uen

limestones (Upper Cretaceous). During drilling operations of the Ubadheere well about 100 km East of Bulo Burde black, dark grey light-grey and pale basalt as well as loam and hard serpentine (?) with thin layers of limestone and sand were met at depths going from 120 to 123 m. On top of such basalts a monotonous sequence of limestone (prevalingly), sands and clays can be found whereas light-brown or light-grey and white sands exist below depths from 136 to 147 m. On the analogy of what has been said about the El Bur well we are of the opinion that the Ubadheere well crossed the Mudugh-Merca Suite and the "Trap Series".

Bulo Burde, 132 m SL	Two wells, 60 and 72 m deep
Aadan Jawal, 153 m SL	One well 50 m deep
Ubadheere, 116 m SL	One artesian well 147 m deep
Galcad, 119 m SL	One artesian well 70 m deep
Jacaar, 128 m SL	One well 85 m deep
Gal Haarereri, 194 m SL	One well 126 m deep

At the Aadan Jawal well white and grey limestone were met nearly exclusively according to the findings of Popov and Kidwai and going by the survey of Italian geologists, it could be a case of passing from the Auradu Limestones to the Yesomma Sandstones (Lower Eocene to Upper Cretaceous-Paleocene).

A simple stratigraphy split into two sequences, i.e. an upper sequence of 40 m thick clayish sand and clay and a lower sequence right down to the well bottom of sandy fractured limestone, is characteristic for the Galcad well. There are no markers of correlation; owing to the analogy with the Ubadheere well some 24 km away, in our opinion this belongs to the Mudugh-Merca Suite.

Only incomplete data have been supplied by Popov and Kidwai on the Jacaar and Gal Haarereri wells. The initial sequence above 40 m is formed mainly of limestones, marl and marly limestone of white reddish-white and grey colour, and being fractured, porous of soft and semi-crystalline, at times. The presence of quartzite coming in rounded grains and boulders of limestone and conglomerate (calcareous and reddish-white crystalline calcium carbonate geodes) at 3 and 15 m depth in the Jacaar well was particularly interesting (see the Generalized Stratigraphic Sequence of Popov and Kidwai). This sequence could reasonably be referred to the Dubar Serie (Mac Fadyen) or of the Upper Daban Serie (Miocene-Pliocene ?), i.e. a formation immediately above the Mudugh-Merca Suite.

About 30 km to the South towards the coast of the Indian Ocean, there is a row of the following wells:

El Bilal	130 m SL	One well 55 m deep
140 km	128 m SL	One well 102 m deep
Guulane	180 m SL	Two wells 216 & 228 m deep
Hareeti Cali	112 m SL	One well 125 m deep
Cawsweyne	121 m SL	One well 150 m deep
Marai Ascia	347 m SL	One oil well more than 4000 m deep

El Bilal village is situated about 40 km south of Bulu Burti along the Shabeelle River. The hole, 55 m deep, crossed sands, limestones and marnes; we can also find basalts between 19 and 28 m of depth as well as in the tube bottom. The attribution of a lithological sequence is not easy; we think basalts of the Trap Serie (Lower Neogene-Paleogene) are involved. They interested the Yesomma Sandstone (Paleocene) in analogy with the Hydrogeological Map of Popov and Kidwai and with the hole to the 140 km. We doubt the Upper Daban Series is involved; in this case these deposits might be correlated to the ones founded in the upper part of the well to the 140 km and of Maaddei Uen one.

The data on the well at the 140th kilometer stem from C. Faillace; this well lies on the road Bulu Burte-Mahaddei Uen about 30 km to the North of the latter place. During the drilling operations about 50 m of reddish gypsiferous sand, limestone and white or brown coloured gypsiferous clay were crossed, followed by marls and dark brown and reddish sands extending right down to the well bottom; C. Faillace tentatively allocates the sequence crossed to the Middle Cretaceous period. According to the geological map plotted by Italian geologists it might be the Mustahil limestone, but referring to the hydrogeological map drawn by Popov and Kidwai it could belong to the Yesomma sandstone (Paleocene). It will be clear that the initial 10-20 m of this and of all the other wells in the great valley of the Shabeelle River, consist of alluvional deposits becoming more and more important and getting thicker the nearer the river gets to the coast of the Indian Ocean.

In and near the village of Guulane we come across two well stratigraphies, the place being about 30 km south of Aadan Jawal. The drillings have crossed a relatively uniform sequence which can decidedly be referred to the Yesomma Sandstone (Paleocene); in fact findings resulted in brownish or light grey sands with a few interbeddings of limestones, reddish sandstone and clays.

The Hareerri Cali well well about 15 km South-East of Ubadhere and 24 km South-West of Galaad crossed a uniform sequence of sands and gravels, the latter found at depths ranging at 3 m, from 6 to 12 m and lastly, from 51 to 72 m. The sands are described as being medium to coarse, with angles to rounded, calcareous and coloured light-brown, slightly orange, light-grey or buff, Going by the description it is thought to be a matter of the Upper Daban Series (Miocene-Pliocene?).

As particularly interesting appears the well stratigraphy of Cawsweyne to be, a village about 80 km E-NE to Hareeri Cali and approximately 50 km SW of Marai Ascia 40 km off the coast. Drilling has passed through two clearly distinct subsuites, i.e. the upper suite 69 m down from the level consisting of gravels and sands in a subordinate way, the lower almost exclusively formed by limestones and dolomitic limestones at 69 to 150 m depth. Gravels and sands of the upper suite are described as being coarse to medium (gravels) and going from very fine to fine and medium for sands. The colour is light always: light grey, brownish or buff. Gravels are described as strongly or poorly cemented. In our mind no doubt can exist in allocating this sub-suite to the Upper Daban Series ("Upper Conglomerates" according to Italian geologists).

Passing to the lower sub-suite takes place through a seam of white, light-grey, pale, very hard, dense and slightly sands limestone not greatly different from the material at greater depth; very little sand and clay will be found between 105 and 108 m depth. 144 to 150 m drillings come to an end at dolomitic limestones being dark-grey, grey-yellow-pink, slightly sandy, crypto-crystalline, hard and porous. Such sequence could correspond to the Auradu Limestone (Lower Eocene to Upper Cretaceous). A similar allocation would tally with the stratigraphy of the Marai Ascia well where an undifferentiated Miocene-Oligocene Merca-Somal Formation is met starting at 347 m SL to about 114 m depth. A calcareous sequence of the Auradu Formation (Paleocene) will be met further down, however. It should be noted though that the Cawsweyne well is topographically about 200 m lower than Marai Ascia and that geophysic research points to a large fault running parallel to the coast at about 27 km from the sea. Drilling has probably crossed the Upper Daban Series whereas the limestones below belong to the lower member of the Mudugh-Merca Suite or to the Dubar Series: we believe the latter to be the more probable hypothesis.

Between the above described area of wells and the coast of the Indian Ocean no significative stratigraphies were encountered. Popov

and Kidwai have assessed those referring to the following wells:

Mahadday Weenye	123 m SL	One well 115 m deep
Bio Caaddo	180 m SL	One well 84 m deep
Acab Duo	175 m SL	One well 140 m deep
Mir Nagot	160 m SL	One well 108 m deep
Ris	168 m SL	One well 108 m deep
Masjid Ali Gudud(Lebi Awee)	65 m SL	One well 102 m deep
Run Nirgood	80 m SL	One well 105 m deep
Joowar	110 m SL	One well 112 m deep

The Mahadday Weenye well near Shabeelle is passing through dark-brown, light-brown, greyish and gypsiferous clays and reddish sands; another passage from 45 m downward predominantly concerns calcareous pebbles, gradually increasing to 7-8 mm, and an abounding number of gypsum crystals, calcareous marls, whitish or reddish, thinly bedded siliceous sands and some pebbles. The lithologies all around would point to Yesomma Sandstone, thus decidedly taking up the valley floor of the Shabeelle.

Bio Caaddo: brown clay, sandy limestone, reddish and greyish compact conglomerate (the constituents of which derive mainly from Belet Uen Limestones and Yesomma Sandstones). We believe that the well has crossed the river alluvions for at least 50 m as well as the products of the marine retreat (Upper Daban Series).

Acab Duo: marly sandy clays, siliceous sands, coarse, whitish sharp-edged calcareous gravel, fairly rounded; sandy clay with frequent gypsum crystals, siliceous sands. Brown sandy clay with a few calcareous pebbles. These deposits are believed to represent the Upper Daban Series.

Mir Nagot: marly clay, reddish sandstones, siliceous and calcareous sands; light-brown marly sandy clay with a few gypsum crystals. Greyish hard compact marls: calcareous nodules and detritus (conglomerate?), greyish and reddish; greyish marly limestone and brownish calcareous marls: whitish marly limestone. To the bottom: calcareous detritus (conglomerate?) and small pebbles mixed with reddish marly clay. Such sequences could refer to the Mudugh-Merca Suite.

Ris village lies about 40 km East of Bio Caaddo and approximately 25 km distant from Caadale. During drilling operations the following were passed through: sandy porous limestone nodules cemented by calcium carbonate with thin intercalations (surface to 33 m depth); these are followed by fine to medium grained white or reddish sands with

interbedding of sandstone, presence of well preserved foraminifera. In our opinion such sequence may be attributed to the (Middle?) Daban Series or the Mudugh-Merca Suite.

The well of Masjid Ali Gudud (Lebi Awee) passed through 51 m of sandy soft limestone with some fragments of gasteropods, sands and loam. Finely grained sands with marine micro-fossils were found at 99 to 102 m: Mudugh-Merca Suite and/or (Middle?) Daban Series.

The well of Joowhar (112 m deep) crosses alluvial and proluvial deposits of Shabeelle River and lithological sequences of the Upper Daban Series: pebbles, sands and gravel, clay marly, silty red brown.

The well of Run Nirgood is situated about 90 km NE of Ris village 30 km off the coast of the Indian Ocean; the stratigraphy is very alike to that of the Ris well showing reddish and siliceous sands. Interesting to note is the white porous limestone with gastropod and foraminifera fragments at depths between 3 and 54 m. Deeper down siliceous subrounded sands with intercalations of sandy limestone, particular in depths from 66 to 79 m and 83 to 99 m are encountered; the size of the sands increases with depth. We believe that this sequence should be assigned to the Daban Series as well. However the fact remains that the passage between the Obbia Formation has been indicated for the Obbia subsoil at 180 km towards NE without its lateral and vertical relations with the Daban Series being clear at all.

After all, starting towards East from the Shabeelle Valley there is a passage beginning at the oldest formations to those of more recent periods while the sequences of the Daban Series (the Hafun Series and the "Upper Conglomerates" broadly speaking as well as) become more and more important covering an approximate 30 km belt caused by the subsidence of the Plateau blocks. Thus the innermost areas are taken up by the oldest formations (Ferber Gypsum and Belet Uen Limestone) even though the position of the Mudugh-Merca Suite is of primary importance as for outcrops. The Taleh formation is to be mapped in an entirely different way, likewise as part at least of the Aurady Limestone. Very little outcrop can be noted on the other hand that could be considered significant: the landscape shown nothing but a monotonous succession of slight undulations (Quaternary and Recent) while the bottom of the tracks consists of reddish sandy ground, caliches or yellowish limestone blocks. Sufficiently reliable informations in such conditions can be gained only from the stratigraphies of the wells as aerial photographs or satellite shots may not help too much.

Among the data which came to light through stratigraphies of the tube-wells, there is that regarding a remarkable diffusion of deposi-

ts being of a much more recent formation than had been assumed. It is a question of products resulting from marine retreat which could generally be attributed to the Mudugh-Merca Suite. In certain cases the relatively very accurate lithological descriptions also seem to point to formations such as the Dubar Series and Middle and Lower Duban Series, mentioned on the previous pages in a hypothetical way. However we think that in the future the geologists will be able to divide the Mudugh-Merca Suite as they have done for the Duban Series. In that case, the two Groups of lithostratigraphic unit will possibly prove to correspond in many aspects.

Furthermore, our lithostratigraphic values are based, as far as chronology is concerned, on the Marai Ascia and Dh/Mareeb oil wells. Particularly, the Taleh Formation (Evaporites) has not been found in the two wells of Dh/Mareeb, because after Quaternary we immediately find the Auradu Formation (in well no. 1) and the Yesomma Formation (in well no. 2. Auradu Formation is found below 100 m depth and it is no more distinguishable in Dh/Mareeb no. 2. The basalts found at approximately -500 m depth in Dh/Mareeb no. 1 could indicate that not all sands and sandstone found between approximately -270 and -700 m belong to the Yesomma Sandstone. We also notice that the "Auradu" limestones are found only between -230 and -270 m. We think that there is room for the Mudugh-Merca Formation.

HYDROGEOLOGICAL SCHEME

Field observations, the location of tube and dug wells and the rather dense stratigraphic when referred to certain areas of the Country, allow one to arrive at consideration of a general nature. Since there are relatively rich and diffused water resources in the Galga and subsoil, the productivity of all dug well is expected to improve greatly if adequate arrangements are made; the real problem is not so much that of quantity but far more of quality. Research should therefore be directed to spots where the gypsum does not deteriorate the quality of the water as depth of drilling does not necessarily mean good water quality; there are most significant cases for a relatively restricted area.

Between Gal Hareeri, Marai Ascia, Dhalwo and Xarardheere, for instance, even on a front of scarce 80 km, the situation differs considerably. The 127 m deep well of Gal Haareeri yields sufficiently fair water (EC = 4700 mmhos.cm = 2,7 - 5 g/l of TDS); seven water supply wells were drilled to supply the drilling and personnel requirements of Marai Ascia No. 1. Two wells were dry and therefore abandoned, the

other five produced salt water for drilling purposes only whereas drinking water was trucked in from El Dah.

The Marai Ascia wells are situated as follows: No. 2 about 1 mile East of the town of Gal Haareeri, No. 5 near the village of Ris which is about 30 km to the East of Gal Haareeri. Well No.1 and 3 of 104 and 164 m depth, respectively, were abandoned; wells 2, 4 and 5 having an approximate depth of 251, 264 and 211 m, respectively, yielded water with 13,4 - 9,5 - 10 ppm NaCl salinity. The 82 and 85 m deep wells No. 6 and 7 near Gal Haareeri yielded water with 4,8 and 6,1 ppm NaCl salinity. In the Village of Dhalwo about 14 km West of Ris, two 205 and 150 m deep wells produced negative results. Along the road to Xarardheere there is the 15 m deep dug well of Deegan yielding very fresh water (only EC = 400 mmhos.cm = about 0,5 - 1 g/l of TDS). The Xarardheere plain with its approximately 15 - 18 m deep wells gives fresh groundwater (EC = 2200 mmhos.cm = 1,5 - 2 g/l of TDS). In our opinion exactly the less deep wells in the quaternary-pliocenic sequences are those that supply fresh water, but there is no reliance at all that they will last forever.

We shall now proceed to examine the groundwater resources according to their distribution in the subsoil, by summarizing the stratigraphical features of the drill logs.

When examining this table and the distribution of the data available on all wells, it can be stated that the Yesomma Sandstone represents the most appropriate formation to yield fresh water; in our view the Upper Member of the Mudugh-Merca Suite but first of all, the Dubar Series is rich in water resources and fresh water as well. Aquifers run in sands and fissured limestone whereas the sandstone will yield little water only because of its low effective porosity.

All the same a survey of Distribution of Electrical Conductivity (EC) in shallow groundwater induces further thought and comparison (Map No. 2). The map was drawn up by uniting all available data, i.e. those collected by ourselves, Popov and Kidwai and C. Faillace as well. These data nearly always refers to shallow groundwater; when referring to the few deep wells (some twenty for more than 140 wells under survey), one must be aware of the fact that their passage concerns a single aquifer only with no mixing of chemically different water as consequence. An exception is the well situated at km 140 where fresh water was found (EC = 4000- after a shallow aquifer (EC = 10.000) had been isolated as referred to by C. Faillace. Thus any of the errors that have been committed represents something of little importance in relationship to the scale we were compelled to use for the map. We

Well	Total depth	Geological sequence
Dh/Mareeb No.1 and 2 (oil wells)	2300-2400	Quaternary(?) to Auradu-Yesomma and Gabredarre F.
Guriceel	140-118	Mudugh-Merca S. - "Trap Series" Aurad'i M.
Matabaan	66	Yesomma Sandstone
Dh/Mareed No.2 and 3 (water wells)	240	Yesomma Sandstone-Belet Uen Limestone
Ferfer (III)	22	Ferfer Gypsum
El Bur	122	Mudugh-Merca S. - "Trap Series"
Bulo Burde No.1 and 2	60-72	Belet Uen Limestone
Aadan Jawal	50	Auradu Limestone - Yesomma Sand.
Ubadheere	147	Mudugh-Merca S. - "Trap Series"
Galcad	70	Mudugh-Merca Suite
Jacaar	85	Upper Daban Series - Mudugh-Merca Suite
Gak Harceri	126	Upper Daban Series - Mudugh-Merca Suite
El Bilal	55	Upper Daban S. - "Trasp Series" Yesomma Sandstone
Km.140	102	Upper Daban Series - Yesomma S.
Guulane No.3 and 1	216-228	Yesomma Sandstone
Hareeri Cali	125	Uppere Daban S.-Mudugh Merca S.
Cawsweyne	150	Upper Daban Series - Mudugh-Merca S. - Auradu L. (?)
Marai Ascia (oil well)	4000	Merca-Somal Formation to Hamanlei F. (Middle Jurassic)
Mahadday Weeyne	115	Alluvial Sed.-Upper Daban Series-Yesomma Sandstone
Bio Caaddo	84	Upper Daban Series (and Proluv. Alluvial sediments)
Acab Duo	140	Upper Daban Series
Mir Nagot	108	Mudugh-Merca Suite
Ris	108	(Middle?) Daban Series - (Mudugh-Merca Suite)
Run Nirgood	105	(Middle?) Daban Series -(Mudugh-Merca Suite)
Masjid Ali Gudud (Lebi Awee)	102	Mudugh-Merca Suite - (Middle ?) Daban Series
Joowhar	112	Alluvial Sedim. - Upper Daban S.

therefore have used the 1:2.000.000 topographical maps. Edition 4-AMS and 6-DMA (Sheet 21 compilet in 1968, and Sheet 25 of 1978) purposely enlarged as well as the old 1:1.000.000 Italian maps which still are very useful because of the toponymy. The localities of tube and dug wells are given according to the above topographical indications, probable cause uncertainties and of the more noteworthy errors. The EC distribution was done by modifying the table G. Wilson had suggested by way emphasizing the fresher waters in respect of the more mineralized ones.

The minimum EC values (400 - 1500 mmhos.cm) corresponding to a TDS lower than or equal to 1,3 g/l are in relation with two hydrogeological structure. The first structure sets the limits of shallow basin with 10 - 15 m static level) in quaternary of Pliocene-Miocene aquifers in which the precipitation waters may seep into the suboil insofar as their downflow to the sea is prevented by the dunes. The fresh water found in the villages of Dumale, Miliago, Mirron and Deegan West or NO of Xarardheere is connected with this type of hydrogeological structure. A typical case is that of Deegan: water in the well at - 12 m, T° 27°, EC = 400 mmhos.cm, quaternary, dunes wandering down to the sea (Xarardheere). Another interesting aspect is that of the Bio Addo fresh water (EC = 1500 mmhos.cm) surrounded by highly mineralized water: Uar Dagagh EC = 13000, Acab Duo EC = 12000, Bar Cadune EC = 11000, Ali Dere EC = 8000, Ris EC = 15000, Addo Uè EC = 5000. Extremely fresh water is also found along the coast, i.e. at Cadaale ED = 1400 - 2000 mmhos.cm, El Igo EC = 1500. We are dealing in these cases with a thin fresh water veil floating on the saline layer prior to getting dispersed in the sea: the wells are hand dug at distances ranging within a few kilometers from the coast line. Regarding the quality of the coastal waters it should be remembered that it may vary not only during the season, but also according to the cycle of the tides; drawing of water according to the season, but even the hour when the drawing takes place will become important.

A second hydrogeological structure showing very fresh water is given by the alignment El Dere-El Dah-Dab Ugaz-Bud Bud-Galaad-Ubadheere wich Gen. Xuseen Kulmiye Afrah had pointed out to us according to his knowledge of traditions cultivated by the people there and which we have therefore named "Kulmiye's Alignment". It decidedly tallies with a belt of very fissured and karstic limestone which in our belief belong less to the Auradu Formation, but far more to the Upper sub-suite of the Mudugh-Merca Formation or the Dubar Series.

The following are the data collected or which were available:

El Dere: Dug well	Static level 8 m	T°water 29°	EC 1300	mmhos.cm
El Dah: Spring	" " 0,5	" 29°	" 1500	"
Jexan: Spring	" " 0,5	" 27°	" 2000	"
Bud Bud: Spring	" " 0,3	" 30°	" 1500	"
Damairor: Spring	" " 0,4	" 30°	" 1800	"
Calcad: Artesian tube well 70 m deep		" 28°	" 2000	

It should be remembered that two additional springs are located in the Jexan-El Dad area along the road leading from El Bur to Maas, i.e. Wabo (EC = 4200, T° = 26,6°) and Gorof (EC = 3200, T° = 28°). About 25 km South of Gorof lies the El Afuen dug well (EC = 2800, T° = 27,8°) while the Dirri water shows EC = 3000 mmhos.cm. In other words, the very fresh or good quality water belt has an average width of about 30 km for 350 length through fractured cavernous limestone as in Gorof where it can be found at the bottom of a 5 m deep fracture. At Bud Bud the water issues through fracture of white limestone to form a lake of wifith that varies with the season to create a landscape of unbelievable beauty.

Between the areas of the springs - Bud Bud in 135 ù SL - and the two artesian wells of Galcad (119 m SL) and Ubadheere (116 m SL), there is a level difference of about 15 m. The aquifers feeding those wells are located through at by far greater depths as more than 60 m. The waters of such springs and of the two wells are very fresh, too, but, the are dug well carrying highly mineralized waters only a few kilometers south of Galcad and Ubadheere, i.e. Mahab (EC = 10.000), Nauir (EC = 15.000), Aadan Yawal (EC = 6000), Gal Gal (EC = 6500) and Hareeri Cali (Ec = 7000). The spring waters are therefore bound to a water circulation differing from that of the surrounding wells, all the more so as Popov shows and EC value of just 400 mmhos. cm for the Dab Ugaz well situated a few kilometers away from El Dah. Therefore the fresh water belt represents a hydrogeological element of primary importance, not to be separated from the hydro-geological aspect of the two artesian wells of Ubadheere and Galcad. We believe in the very important part played by the fault which had been assessed through geophysical studies as running from the 140th kilometer north of Mahaddei Uen as far as Gal Tardo-Bud Bud-El Bur-Emedle. This fault causes a fracture of the limestones and favours the upwelling of the underground waters, somethings which is produced artificially by drillings. The fact that both the dug wells and tube wells to the side

and south of Kulmiye's Alignment yeld highly mineralize water proves that the fresh waters are well localized and deep.

We shall now examine the distribution of the maximum EC values ranging from 7500 to more than 10.000 mmhos.cm. Such values are mainly concentrated in wells along the Indian Ocean coast and the second great fault assessed by geophysical research, i.e. the one rising from Joowhar towards Xarardheere and keeping approximately parallel to the coast at an average distance of 30 km. From the viewpoint of the hydro-geologist the task of this fault is entirely different from the fault mentioned in respect of the spring area.

Starting from the Shabeelle Valley towards NE there is, in fact, an alignment of wells holding waters of such intense mineralization to become practically unserviceable: Jiliale (Jameeca) EC = 7000 mmhos.cm, Bar Codune EC = 11.000, Uar Dagh EC = 13.000, Acab Duo EC = 12.000, Martugo EC = 8000, Ali Dere EC = 8000, Ali Ued EC = 29.000, Run Nirgood EC = 16.000, Agar Gul EC = 8000 and El Bur Dainer EC = 9000. Salt waters in direction of the coast cover a stretch even of many kilometers; for instance, the Raga Elle (EC = 16.000) and Ris wells (EC = 15.000) are found about 25 km SE of Acab Duo. In our opinion the great fault of Joowhar-Xarardheere has caused the subsidence of a large sedimentary base-plate, thus favouring deposits of Miocene-Pliocene Evaporites; tus the Mudugh-Merca Suite would contain predominantly chalky lithotypes. In addition there is the formation and extension of saline and alkali sols, a typical problem in arid and semi-arid areas.

It is known (see i.e. W.T. Chow) that the presence of salts in water is due to chemical decomposition and physical weathering of soluble constituents of the minerals in soils and rocks.

Moreover, salts of oceanic origin can be deposited by rain so that in some areas most of the salt now present in the soil, seem to be the result of accumulated small annual amounts brought by rain over a long period.

Anyway, in humid areas, part of the salts are carried downwards by rain into the groundwater and partly carried by streams to ther Ocean. On the contrary, in arid regions as a consequence of light rain fall and high evaporation rates, leaching is usually on a small scale, so that soluble salts may not be carried far and therefore tend to become concentrated in groundater, soils and dry lakes.

In some arid regions, rather than by local salt deposits, large areas are effected by salinity to a slight extent only. Salinity problems arise only when a change occurs in the hydrological cycle (for

instance, due to removal of vegetation). Saline and alkali soil problems can often develop as a result of the irrigation of areas which may be non-saline and well drained under natural conditions, but may have drainage facilities inadequate to take care of the additional groundwater resulting from irrigation practice. In such conditions the groundwater level may rise to the root area, water may move up to the soil surface and as a result of evaporation, the salt content of the surface soil and of the soil water increases, affecting plant growth. The same problems arise if Drainage facilities are adequate, but insufficient irrigation water is applied to provide for the necessary leaching of excess salts. (Obviously, problems also arise from the direct effect of irrigation with too much saline water).

The solution to these problems is so important for the irrigation of arid or semi-arid areas, that the question of whether irrigation agriculture can persist permanently is largely a matter of eliminating salinity effects. The fact however remains that a fresh water area exist along the Indian Ocean coast stretching from Ceel Guulo towards inland (Ghed Raran EC = 1600 mmhos.cm, El Mohamed Ali EC = 1000, El Dumai EC = 1800); though this area might also be an extension of Kulmie's Alignment, one should remember that nothing but salt water was found (EC = 16.000) at 105 m depth in the well of Run Nirgood, a village about 12 km to NO of El Mohamed Ali.

The coastal fresh water area stretches as far as El Endanane and Meghio Arai and gets linked up with the fair quality waters of the area Dusa Marb-El Bur-Cawsweyne-El Dere (EC = 4500 - 3000) as becomes very clear in the present case. Situations full of complexities are however not lacking along the coast line which are due to erroneous drilling of wells and the progressive seeping in of salt water; different EC values therefore are applicable to Mereeg, El Cabobe (Ceel Qaboobe), Sememeio and El Dere, the latter name and those of other localities recurring various times to indicate places even very remote from each other. It may also be said that the quality of the coastal waters seems to worsen when proceeding North towards Obbia; fresh water wells and those containing salt water are found in Obbia, too.

When looking at the map and the distribution of the EC values it can be noted that peak values are mainly concentrated in spots with faults between the Shabeelle Valley and the Cawaaleguote area; in our belief this rock fracturation causes salt water to rise the surface.

When setting out from Mogocori-Bulo Burti the situation changes and fresh water will be found (probably from the Yesomma Sandstones) as far as Mataban; in this case the fault seems to bear no influence.

Another area having underground salt water is that of Marai Ascia, Ris and Dhalwo stretching towards North as a far as El Bur Damer (EC = 9000) and South along the coast to El Abdi (EC = 16.000). The best water quality belonging to the Xarardheere-El Ghan structure in probably found East of Dhalwo; this structure appears to have sufficient extension, and very fresh water (EC = 400 - 1500 mmhos.cm) are found inland at those localities we already have mentioned. As compared with that under survey, there is a marginal area around Garadi (EC = 140) and Marergur (EC = 1600) North of Dusa Mareb. A structure similar to that of Mataban seems to take shape, in this case North of Kulmiye's Alignment (see map no. 2).

The fresh water found in these wells could in fact be connected with that already mentioned of Miliago, Mirron, Dumale and Deegan by way of the Region known in the past by the old name of Habr Ghidir Soliman having dug wells with EC ranging from 3000 to 3500 mmhos.cm. This is the case of another hydro-geological structure which we intend to investigate in the near future as well. When observing the distribution of the fresh underground waters, certain considerations of a geological nature may be made already now. Looking at the well stratigraphies, one notes the passage through the basalts of the Trap Series by the wells carrying the freshest water such as Well No.2 at Dh/Mareeb ("olivine-basalt with interbedding (?) of limestone and sands from 34 to 100 m"), the well at El Bur (from 102 to 122 m deep) and the Ubadheere well at a depth ranging from 120 to 123 m. As these wells are situated along Kulmine's Alignment, this formation could also correspond to that of a basaltic flow being buried to the greater extend. In fact, when observing the Italian 1:2.000.000 geological map a large outcrop of "Undifferentiated volcanics of unknown age and lithology" is shown around the village of Wender in the territory actually under Ethiopian rule; Wender is situated about 200 km North of El Dere, precisely along the run of Kulmiye's Alignment. Viceversa of El Dere, the hydro-geological 1:1.000.000 map by Popov and Kidwai excluding the territories beyond the frontier, points to a large outcrop of (Basalts territories beyond the frontier, points to a large outcrop of (Basalts in the basin of the Scebeli and Juba rivers" along the right flank of the Bulo Burti valley extending for about 80 km towards South at an average breadth of 25 km mentioned already, such basalts are attributed to the Paleogene-Lower Neogene ("Trap Series"). Neither in this case is there any concordance with the excellent colored map drawn by the Italian geologists showing for more or less the same area two rather small outcrops only belonging to the already mentioned "Undifferentiated volcanics". No matter how, more or less volcanic outcro

ps which have or less noticeable alterations are present all over the region; looking at it from a hydro-geological point of view, we believe in a link between fresh water and volcanic matter. It should not be by a mere fluke, on the other hand, that fresh water is for instance found in the wells of El Bio (EC = 2800), CFeel Makoile (EC = 2800), El Cagnoueu (EC = 2500), El Midimal (EC = 2600) and elsewhere, i.e. exactly within the basaltic area to the right of the Sabeelle. When seen from the stratigraphical viewpoint the indication of such basalts in the wells could perhaps be of importance for the geologists as well.

In an identical way the distribution of the more mineralized water also creates an opportunity of discussing geological topics. We already mentioned the hydro-geological function of the great faults indicated by geophysics; the wells showing an EC greater than 7500 ~~mahos.cm~~ are however concentrated in a region to the left of the Shabeelle going more or less from Joowhar to Cawaaleguote where the deposits of the Miocene-Oligocene marine retreat (Mudugh-Merca Suite Daban Series) should be encountered. The Upper Daban Series in particular contains important conglomerates and sandstones, i.e. rock basins for underground waters, whereas the Middle Daban Series is characteristic because of its lagoonal facies (lithotypes capable of water mineralization). Sandstones, conglomerates and gypsum are still present in the Lower Daban Series serving as passage to the Karkar Formation. The underground waters contained in the Mudugh-Merca Suite ought to be less mineralized being linked in particular to the solidly calcareous Upper Sud-Suite (springs of Bud Bud, Gorof, Jexan....). As the Lower Sud-Suite consists of even chalky lithotypes, it must be pointed out again that depth is no guarantee whatever for the quality of the under-ground water. Only if the Auradu Limestone or the Trapp Series or the Yesomma Sandstones can be reached and drilled - isolating at the same time possible water resources found at peak levels - will the water quality compensate the costs of deep drilling.

CONCLUSIVE CONSIDERATIONS

As the structure is made conspicuous by Kulmiye's Alignment, this is believed to be worth a more organic investigation, such as would be a deep geophysical survey and drilling two 150-200 m wells between Bud Bud and Ubadheere as well as a third well near El Dere; attention should be paid in the same way to the area NE of El Bur and to the Maas area.

The fresh waters not far off the coast similarly to those of the

Deegan-Dumale-Mirror-Miliago structure, create different problems as they are believed to be linked to shallow aquifers, though they may prove to be most interesting all the same. For a start a number of capacity tests of these wells should be carried out to get a first idea of the potentiality these aquifer posses. In case of positive results the existing wells could be improved by way of yielding a greater quantity of water. We believe that deepening of the wells should be convenient.

The problem created by the fresh coastal waters is different still; we already emphasized that the problem does not so much consist in discovering them, but far more in their protection. In this case the exploitation of the underground water resources is most delicate as it will be possible to proceed after a period of studies and tests only. The exploitation of the coastal fresh water resources however, which are very rich and widely distributed in Somalia - the shepherds have known this from immemorable times - require adequate protection against the flooding by salty marine and brackish waters of the transition zone. In fact, the thickness of the fresh water is generally limited to one or two meters at the most; continuous or excessive milking will inevitably cause a return of salty waters. There are various methods serving contemporaneously as means of enriching the underground water reserves, we would like to suggest a kind of future modus operandi, which we consider the most appropriate for the region

Our investigation should be considered as an initial stage of the work we have in mind. It can however be said now that good quality water exists in Central Somalia, indicating favourable prospects for the people living in the various village whom we have met and who have always extended great and friendly hospitality to all of us.

LINEAMENTI DELLA IDROGEOLOGIA DELLA SOMALIA *

(R. POZZI)

Premessa

Le conoscenze, le ricerche e gli studi sulla idrogeologia della Somalia - intesi nel senso stretto e moderno dei termini - prendono l'avvio intorno agli anni 60 con i lavori di C. Faillace e di G. Wilson.

Precedentemente vi erano state "missioni" e raids esplorativi di nessuna utilità pratica; lo stesso rapporto di T.P. Ahrens (1951), quelli di Usoni & Parisini e di altri sono nulla più di elenchi di pozzi e di punti d'acqua, scoordinati, desunti dalle informazioni dei Funzionari della ex Amministrazione Fiduciaria Italiana. Al contrario i dati originali censiti ed esposti criticamente da C. Faillace, in almeno due dei suoi lavori pubblicati, conservano tuttora la propria validità e rappresentano una sicura fonte di notizie e di riferimento.

A partire dagli anni 70 è per merito delle Nazioni Unite (U.N.D.P.) e della F.A.O., sotto l'impulso del Governo della Repubblica Democratica Somala, hanno preso vigore tutta una serie di ricerche coordinate e di piani di sviluppo interdisciplinari che stanno dando una impronta moderna e razionale al problema dell'acqua in Somalia. A mio giudizio si tratta di studi nella grande maggioranza dei casi importanti e qualificati, che porteranno un contributo decisivo alla soluzione dei grandi temi connessi alle acque superficiali e sotterranee del Paese, nella misura in cui le proposte in esse contenute verranno realizzate.

In particolare, per la zona di Mogadiscio e per il suo acquedotto, fondamentale fu il lavoro della Parsons (1970), preceduto da quello della Hydrotechnical Corporation (1965), ma ad esso è seguito il serio Rapporto della Gibb & Partners (1977); ancora del 1977 è il Rapporto della tedesca GWK.

(*) da: "Quaderni di Geologia della Somalia", Vol. IV°, p. 1-43; Mogadiscio 1980.

Bisogna però dire che il primo vero studio idrogeologico su tutta la Somalia è stato fatto da Popov & Kidwai (1973). - nell'ambito della U.N.D.P. - studio valido ed indispensabile come base di ogni futura sintesi idrogeologica.

Ancora corre l'obbligo di ricordare che per l'ex Somaliland, la Amministrazione Inglese aveva organizzato ad Hargeisa un efficiente Servizio Geologico, al quale lavoravano anche veri idrogeologi, come W.A. Macfayden, Archer & J.A. Hunt, che hanno lasciato Rapporti e Progetti notevolissimi, tutti improntati a grande rigore tecnico, come dirò più avanti.

Un cenno a parte meritano gli studi svolti per i progetti di utilizzo delle acque del Juba; dalla pubblicazione di Ansaldi (1973) a quello della Selchozpromexport (1965) di Mosca sino al Progetto della Macdonald di Cambridge (1977) ed a quelle della Thecnital (1975) ove (vol. 3°) si trovano ampi riassunti dei precedenti con tabelle e grafici riepilogativi di notevole efficacia. Dei lavori citati e di altri che man mano lo svolgimento del testo suggerirà, darò più ampi resoconti nelle pagine e nei paragrafi seguenti.

Resta infine da ricordare quanto svolto nell'ambito della Facoltà di Geologia della Università Nazionale della Somalia. Lo scrivente, unitamente al collega ed amico G. Benvenuti, si applica a problemi tecnici riguardanti la idrogeologia di una parte del Distretto del Nugal, del territorio di Mogadiscio (in senso lato) e della zona di El Bur; ci siamo imposti come regola di far procedere di pari passo idrogeologia e geofisica e ciò rappresenta già una novità rispetto a precedenti pubblicazioni (1979 - Studio geologico applicato e geofisico per dighe subalvee nel Distretto del Nugal); tuttavia le difficoltà che incontriamo sono così tante e di ordine così disparato da rendere i risultati sproporzionati rispetto agli sforzi, alla volontà ed all'entusiasmo.

Ciò non toglie che qualche cosa forse riusciamo a raggiungere, sorretti dalla collaborazione dei Colleghi e dall'aiuto costante che ci viene dal Preside Prof. Ibrahim Hersi Aden, dall'Ing. Cabdulqaadir Maxamed Cabdull e dalle A.A. Somale.

Notizie fondamentali sul clima della Somalia

E' ben noto che in Somalia vi sono quattro distinte stagioni: due stagioni principali corrispondenti ai monsoni prevalenti, separate da due brevi stagioni di transizione: 1) Giilaal; 2) Gu; 3) Hagai; 4) Deer.

La stagione di Giilaal si colloca fra la metà di dicembre e la metà

di marzo; vi prevale il monzone di nord-est.

La stagione di Gu (periodo primaverile di transizione) si pone fra la metà di marzo e la metà di maggio.

La stagione di Hagai (periodo estivo) inizia dal mese di giugno sino alla fine di settembre; vi prevale il monzone di sud-ovest.

La stagione di Deer (stagione autunnale) di transizione dura da ottobre sino alla metà di dicembre.

La distribuzione delle piogge è molto variabile sia in rapporto ai diversi periodi sia in riferimento alle zone geografiche del Paese; non solo, ma di anno in anno si possono verificare variazioni assai marcate nel regime delle precipitazioni e delle temperature. Per quanto ritenga conveniente seguire quanto proposto da A. Fantoli (1960) distinguendo nel regime delle piogge tre tipi, ciascuno con diverso ritmo annuale e con un preciso riferimento geografico:

- a) regime costiero; ben definito soprattutto nelle provincie meridionali: Oltregiuba mesopotamica e Mudugh, in cui i due periodi piovosi di Gu e Deer sono quasi sempre congiunti fra loro da una serie di piovaschi, generalmente di scarsa entità, breve durata e limitata diffusione.
- b) regime continentale nel quale i due periodi piovosi di Gu e Deer sono abbastanza nettamente divisi.
- c) regime costiero settentrionale, generalmente circoscritto fra novembre-febbraio, percettibile soltanto lungo le coste e, forse più ancora sul versante settentrionale delle alture prospicienti il Golfo di Aden.

I caratteri comuni a tutte le piogge somale si riducono a tre:

- a) esiguità dei quantitativi annuali (da qualche decina di mm in Mi-giurtinia e Ogadén) sino a circa 600 mm nelle località più favorite del settore mesopotamico (fra Jubba e Shabelle): Alessandria-Gelib, Uanle Uén, Ischia Baidoa.
- b) l'ampiezza del campo di oscillazione fra i quantitativi annuali di ogni serie si mantiene generalmente fra 1 e 4, ma talvolta si pone fra 1 e 18; frequentemente il periodo secco, interposto fra i due piovosi, si prolunga.
- c) carattere frammentario delle singole manifestazioni e loro grande variabilità nella distribuzione topografica e geografica, evidente anche nella stessa Città di Mogadiscio.

A titolo d'esempio riporto alcuni dei dati riferiti da A. Fantoli (1960) (n. 37 stazioni distribuite nella Somalia ex Italiana); per l'ex Somaliland J.A. Hunt (1954) ricorda che la piovosità è strettamente legata all'altitudine, così ad Hargeisa (1236 m s.l.m.) cadono

mediamente 340 mm di pioggia, mentre a Borama (1410 m s.l.m.) la piovosità media è di 480 mm con un aumento di circa 100 mm per ogni 100 m di dislivello.

Mese	Chisimayo	Brava	Genale	Mogadiscio	Obbia	Eil	C.Guardafui
G	0,5	0,4	1,5	0,6	9,6	5,1	7,7
F	0,6	0,0	0,1	0,1	2,4	5,3	0,8
M	1,5	2,7	2,7	8,9	25,9	4,5	7,1
A	21,8	45,8	76,1	58,8	21,0	26,6	3,1
M	87,5	81,9	66,9	57,1	47,4	57,3	0,0
G	100,2	95,1	73,6	82,8	0,0	0,2	0,0
L	43,4	74,3	52,4	55,5	0,3	0,0	0,2
A	17,5	22,5	46,2	40,6	0,1	0,0	1,3
S	12,9	17,2	21,5	22,9	1,0	1,5	0,0
O	20,7	14,2	32,1	27,7	24,7	40,6	1,9
N	6,6	20,1	52,6	36,7	48,6	14,6	32,7
D	3,8	10,0	21,4	9,3	21,8	4,5	10,1
Anno:	317,0	384,2	447,1	401,9	202,8	160,2	64,9

Come ho detto lo studio di Fantoli riporta le osservazioni di 37 stazioni che ritengo superfluo riportare integralmente rimandando allo studio citato (cfr. Bibliografia).

Dati più recenti (1977) sono invece ricordati nei Rapporti della GKW e della Gibbs & Partners, nonché in quelli della Thecnital e della McDonald per la regione del Jubba (1975-76). Non sempre in tutti questi studi viene riportato l'anno cui si riferiscono le precipitazioni, nonché la fonte da cui i dati sono stati tratti; per lo più si tratta di rielaborazioni di vecchie notizie, specialmente da Rapporti della FAO (1966 ed altri):

	Zona di Jowhar	Zona di Balcad	Zona di Afgooye	Zona di Merka
G	8	0,5	0	0,8
F	4	0	9,1	0,14
M	30	28,2	6,3	13,8
A	100	95,8	76,0	87,7
M	140	85	102,4	66,0
G	30	18,8	69,7	104,1
L	30	41,6	52,8	82,2
A	20	12,9	18,6	46,9
S	8	8,4	6,4	24,9
O	125	85,3	73,1	41,2
N	95	127,6	124,5	58,2
D	25	38,3	25,7	9,95
Anno:	497 mm	507	553 (medio)	536 (media 10 anni)
Max Anno	1089	959	950	-
Min Anno	236	276	180	-

Per il bacino imbrifero del Jubba si hanno i seguenti valori per le stazioni in territorio somalo:

Lugh Ganana: 308 mm; Bardheere: 375 mm; Alessandria - Gelib: 523 mm; Ion-te: 481 mm; Kisimayo: 317 mm.

Non viene detto a quale anno si riferiscono; si tratta comunque di medie pluriennali.

Per la Somalia Settentrionale (in particolare per la Valle del Nugal - Garoowe) rimando alla pubblicazione di Pozzi & Benvenuti (1979) ed ai dati originali in essa contenuti.

Per Mogadiscio si ritiene che le precipitazioni (media annua) siano di 520 mm; le piogge di solito sono abbondanti da marzo a maggio e più ridotte da settembre a novembre; le variazioni annue sono comunque assai marcate. Le temperature variano da 18° a 35°; l'umidità mantiene sempre valori molto alti in tutto l'anno con una media dell'90%.

A proposito dei valori di umidità Popov riporta i seguenti valori: Bosaso Città: 37% (giugno); Berbera: 78% (gennaio); Obbia Città (dal 74 all'86% in giugno ed ottobre); Lug Ferrandi: 36% (febbraio); Bardheere: 81% (ottobre).

Per le temperature medie annue i valori attualmente a mia disposizione (1977) sono i seguenti (Quaderni di Geol. della Somalia): Belet Huen: 30,4 °C - Lugh Ganana: 30,3 - Berbera: 30 - Bosaso: 29,4 Hargeisa: 21,5 - Erigavo: 17,5.

Con questi dati l'applicazione pura e semplice della formula di Turc per il calcolo dell'evapotraspirazione porta a mettere in evidenza che l'evapotraspirazione stessa è superiore al 100%, cioè è maggiore delle precipitazioni. Il potere evaporante dell'atmosfera (cioè l'evaporazione espressa in mm d'acqua in un certo periodo di tempo) è in ogni caso assai elevato; Popov riferisce che osservazioni fatte a Gibuti hanno mostrato che contro 120 mm di pioggia si hanno 3000 mm annui di evaporazione, cioè circa 25 volte più delle precipitazioni. I mesi di più intensa evaporazione sono quelli da giugno ad agosto; la minore si verifica in dicembre. Contro i 3000 mm di Gibuti da diversi Autori viene riferito che per la zona tropicale i valori dell'evaporazione media annua varia da 1500 a 3000 mm (si tratta di evaporazione da superfici d'acqua naturali oppure da Bacis d'evaporazione sperimentali). La McDonald, nello studio di fattibilità del serbatoio di Saakow calcola i 6,8 mm/giorno le perdite per evaporazione, pari a 2482 mm/anno.

Secondo Grundy (1962) in diverse parti del Kenya l'evaporazione annua varia da 1270 mm (50 inches) a 3048 mm (120 inches); nel lavoro

ultato vengono riportati i valori misurati in molte stazioni sia del Kenya che del Nyasaland, del Southern Rhodesia e del South Africa. E' ricordato il valore massimo di 200 inches (oltre 5000 mm!) registrato a Mandera presso i confini con la Etiopia e la Somalia (circa 13 Km a SO di Dolo). Alla evaporazione si deve aggiungere la evapotraspirazione che nel Kenya raggiungerebbe valori pari al 90% delle precipitazioni ed in South Africa addirittura il 94%; ciò dipende evidentemente dal tipo e dalla distribuzione della vegetazione; per la Somalia personalmente non credo si superi il 15% (si veda quanto da noi ottenuto nel Nugal).

Certamente vien fatto di pensare che il valore riferito per la stazione di Mandera lascia perplessi, raffrontato a quello dichiarato dalla McDonald per il bacino di Saakow.

Nel Rapporto della Technital (Vol. III pag. 58) viene detto che la evaporazione ha valori superiori ai 2000 mm/anno. Lo stesso rapporto fornisce i seguenti dati per gli altri parametri (da FAO, 1968):

Temperatura media annua (1954-62):	28,8	(Stazione di Baardheere)
Umidità media relativa (1954-62):	60%	(idem)
Precipitazioni (1954-62):	384,5 mm	(idem)

Mi sembra ancora importante riportare alcuni dati relativi a piogge, eccezionali registrate in Somalia (che possono servire come termini di paragone):

Mogadiscio: 22/6/1967: 404 mm/24h - Baidoa: 4/8/1954: 380 mm/24h -
Kisimayo: 15-16/8/1958: 290 mm/24h.

Ad Hargeisa J.A. Hunt ricorda l'eccezionale piovosità, e la piena che ne derivò, il 25 aprile 1955: l'acqua in Città raggiunse i 2 m.

Notizie fondamentali sull'idrografia della Somalia

Appare evidente si debba cominciare dai due grandi fiumi somali il Juba e lo Shabelle, anche se al riguardo le notizie sono relativamente ampie.

Del Juba riferisco le varie informazioni dalle fonti più antiche a quelle più recenti.

Da Dolo alla foce presso Giamana il Juba percorre circa 875 Km in territorio somalo (da "Oltregiuba", Roma 1925-26) costituendo un'ampia vallata formata da tre zone distinte:

1): da Dolo a Lugh-Maraille ampia e piatta; vi confluiscano anche torrenti di una certa importanza (come l'Afmadò in riva sinistra ed il Circolote in riva destra).

2): da Lugh a Bardera la vallata si restringe notevolmente ed il fiume scorre per circa 200 Km fra le alture del Gurrar Ganana. Numerose le valli laterali molto incise con torrenti attivi solo durante le forti piogge.

3): A sud di Bardera la vallata torna ad allargarsi rapidamente, soltanto a circa 120 Km a sud di Bardera il fiume scorre ai piedi di una parete calcarea di circa 45 m.

La relazione sopra citata (del 1925-26) riporta molte notizie in merito alle pendenze del fiume nei vari tratti, che da Dolo a Djiuma oscillano fra 0,27 - 0,31 - 0,23 ‰, mentre più a sud scendono alle 0,22 ‰; per la Goscia (cioè da Gelib sino alla foce) le pendenze scendono sino allo 0,04 ‰.

Per ciò che concerne il regime del fiume viene riportato che il periodo di magra coincide, mediamente, con i mesi di dicembre sino alla prima metà di aprile; la portata, a Bardera, è stata calcolata in 100-125 mc/sec. Le piene di aprile-maggio porterebbero però le portate a Bardera ad oltre 1100 mc/sec.

L'ottimo studio svolto dalla McDonald per la diga di Saakow evidenzia che la massima piena ventennale è prevista in 1780 mc/sec.; la McDonald nel suo rapporto del 1977 calcolava in $7.762 \cdot 10^6$ mc la portata media annua del Juba a Bardera, dato confermato dal modello matematico successivamente elaborato (6.347 milioni di mc). Le massime piene prevedibili per il dimensionamento degli scarichi di superficie della diga sono dell'ordine di 4.000 e 12.000 mc/sec. E' da notare che la diga, in progetto sin dal 1929 da parte degli Italiani, a monte di Bardera era stata concepita dai Russi (Selchozpromexport - 1965) per ridurre la piena ventennale di 1780 mc/sec a 700 mc/sec; l'invaso avrebbe avuto una capacità di $1,6 \text{ Km}^3$ pari a un miliardo e seicento milioni di mc.

Dei vari progetti di dighe e di regolazione del Juba si trova un ottimo riassunto, anche critico, del Prof. F. Calvino (1978) eseguito sotto forma di tesi di laurea per uno studente dell'Univ. Naz. Somala. Il trasporto solido del fiume è stato calcolato (McDonald soprattutto, su preliminari Selchozpromexport di Mosca) in poco più di 5 milioni di tonnellate (media annua) cui va aggiunto un 5-12% di carico in sospensione; ciò significa che in 35-40 anni si perderanno 200 milioni di mc d'invaso. Ciò vale per il bacino di Saakov. Il massimo trasporto solido si verifica fra la fine di settembre e l'inizio di ottobre (oltre 90 tonn/giorno di sedimenti in sospensione).

Il Rapporto della Technital (1975) rielabora e visualizza magnifi

ficamente con tabelle, istogrammi e diagrammi i dati raccolti dalla FAO (1966-1969), dal Ministero dell'Agricoltura (1966-1974) e dalla Selchozpromexport (1965); poichè tale rapporto si trova nella Biblioteca della Facoltà, a Gahayr, non ritengo di riportarne brani. Comunque le stazioni di misura sul Juba si trovano a Luuq - Bardheere - Kaitoi e Jamaame.

Termino ricordando ancora dei dati sul trasporto solido e sulle proprietà chimiche delle acque (a pag. 81 del rapporto Technital, ma i dati sono della FAO). A Kaitoi si ha un trasporto di 2,37 Kg/m³ con punte di 11,3 Kg/mc durante la stagione del Gu. A Kaoitoi ed a Baardheere si calcola un trasporto di materiali, annuo, pari a 18,5 e 20,3 milioni di tonnellate, costituito da silt, ghiaie e sabbie (8%).

La salinità dell'acqua del Juba in generale è compresa fra i 200 ed i 500 mg/l ma si alza sino a 1000 mg/l durante i periodi di piena; la massima concentrazione si registra durante i primi giorni della piena del Gu con 1400 mg/l ed è imputabile alla soluzione dei sali concentratisi durante la stagione secca. D'altra parte l'alta concentrazione di sali a volte presente nelle acque del Juba dipende dalla distribuzione dei depositi gessosi nelle rocce del bacino imbrifero nonchè dai suoli salati formatisi appunto durante la stagione secca. Nei tratti inferiori del fiume vi sono delle sacche d'acqua con una salinità di circa 1600 mg/l che si spingono sino a circa 40 Km verso l'interno.

Per ciò che concerne l'Webi Shabelle le notizie sono più cospicue e precise dato che il fiume cominciò ad essere disciplinato sin dal 1929 anno in cui si inaugurò la traversa di Genale (progetto Ing. De Angelis).

Il fiume nasce in Etiopia fra le regioni Bale, Arusi ed Harerge, ha una lunghezza massima di 2488 Km ed un bacino imbrifero di circa 300.000 Km². In territorio somalo percorre un ampio arco da nord a SW, da Belet Huen sino alle paludi di Gelib non lontano dal Juba. Nel tratto in territorio somalo lo Shabelle non riceve affluenti perenni; sul regime diremo più oltre, a questo punto ricordo che la traversa di Genale permette di derivare, con un collettore principale, circa 15 mc/sec per irrigazione; una seconda traversa è in avanzata costruzione presso Balcad. La traversa di Genale è lunga circa 40Km ed alta poco più di 4 m.

Le stazioni di misura sono due: ad Afgoi ed ad Audegle (poco più a valle); i periodi di osservazione sono inomogenei e sono ammessi errori di lettura; alla stazione di Afgoi la portata totale annua è di circa 600 mc/sec (pari ad una media di circa 50 mc/sec mensili);

alla stazione di Audegle (circa 40 Km a valle) la portata annua è poco più di 500 mc/sec, pari a circa 42 mc/sec mensili; il deficit è quindi di circa 8 mc/sec, pari ad una perdita di circa 200 litri/sec per km di percorso di fiume; tale perdita va ad alimentare la falda idrica sotterranea, come si dirà più avanti. Viene peraltro segnalato che nei mesi piovosi le portate dello Shabelle ad Audegle sono maggiori di quelle registrate ad Afgoi (cioè a monte); a parte gli ammissibili errori umani di misura questo fatto porterebbe ad ammettere una inversione stagionale dei rapporti fiume-falda sotterranea, fenomeno non certo raro che si concretizza in un drenaggio della falda nella stagione secca ed in una alimentazione durante la stagione delle piogge.

A mio giudizio lo studio più completo sul regime idraulico dello Shabelle, attualmente a mia disposizione a Mogadiscio, è quello di R. Tozzi (1960) e ritengo di sintetizzarne i fatti salienti. Il regime è caratterizzato da quattro fasi principali.

Un primo periodo di forte magra (da gennaio a marzo ed anche aprile) vede il corso medio del fiume completamente in secca; da aprile a maggio si ha la prima piena detta "di Gu" con montate forti ma di breve durata; seguono 3-4 mesi di morbida con livelli molto variabili; la seconda piena dell'anno si ha da ottobre a novembre, a volte con inizio a settembre oppure ad agosto. Questa piena viene detta "di Deer". Il Tozzi ha rilevato le seguenti portate (in mc/sec) nelle sezioni sotto indicate:

Belet Uen	:	sezione d'alveo	:	65 m	-	portata	65 mc/sec
Mahaddei Uen	:	"	:	38 m	-	"	194 " "
Racheilo	:	"	:	33 m	-	"	115 " "
Belad	:	"	:	28 m	-	"	106 " "
Afgoi	:	"	:	47 m	-	"	101 " "
Genale	:	"	:	38 m	-	"	52 " "
Coriolei	:	"	:	27 m	-	"	manca
Avai	:	"	:	22 m	-	"	43 " "

Le portate sono state misurate durante le piene, si tratta quindi di massime piene. La diminuzione delle portate da monte a valle è molto sensibile specialmente nei tratti Belet Uen - Mahaddei - Balad e dopo Afgoi; le minime si hanno invece nel tratto Balad-Afgoi. Secondo Tozzi ciò è dovuto massimamente alla facilità delle derivazioni a scopo irriguo, ma personalmente sarei portato ad ammettere anche una causa più profonda, cioè la natura del sottosuolo.

Secondo Popov la qualità dell'acqua dello Shabelle, molto variabile durante i diversi periodi dell'anno, ha un campo di conduttività compreso fra 500 e 4000 microhms; ciò corrisponderebbe ad un TDS in-

feriore, in ogni caso, a 2,7 gr/l e quindi ad un'acqua sempre buona. Nei rapporti più recenti non si trovano dati diversi (cfr. ad esempio, quello della GKW (1977), pag. 74-79, dove sono riportate le considerazioni della FAO (1969 e di G. Wilson 1958). Analogamente il rapporto FAO (1969) per ciò che concerne il regime dello Shabelle non cambia nella sostanza i dati riportati da Tozzi; ricorda una piena eccezionale di 300 mc/sec a Beledweyne e di 80 mc/sec fra Balcad e Afgooye; a Jowhar furono misurati 160 mc/sec.

Per ciò che riguarda le altre stagioni della Somalia le notizie sono molto scarse. In effetti non si conoscono corsi d'acqua permanenti, ma di molti è nota l'importanza stagionale ed esistono progetti di regolazione mediante traverse. Così fra Hargeisa e Borama esistono progetti d'invaso delle piene degli Webi Arapsio, Agamaso e Dikrile; mentre in prossimità di Borama si possono creare piccoli serbatoi nel Wobi Dilla; notevoli mi sono parse le possibilità nelle zone site più a nord (Webi Marodijehh); d'altra parte è doveroso riconoscere che già l'Amministrazione inglese aveva ben chiare le possibilità idriche di questa zona che è caratterizzata da una piovosità relativamente elevata. Per la stessa Città di Hargeisa vi è un bel rapporto di Hunt (1954) circa l'utilità di creare una riserva idrica sotterranea mediante diga subalvea proprio nella Valle di Hargeisa, presso la città stessa. Come ho già avuto occasione di ricordare in quella zona operavano vari idrogeologi, del calibro di Archer e MacFadyen, oltre allo stesso Hunt, ed i problemi venivano quindi posti correttamente, venivano eseguite perforazioni, fatte prove ecc.

Analogamente notevoli debbono essere le possibilità del Webi Tug Der, della Valle del Darror ed infine della Valle del Nugal e dello Webi omonimo, che abbiamo cominciato a studiare nel 1978 (R. Pozzi & G. Benvenuti).

L'importanza di questi corsi d'acqua temporanei, al fondo di estese vallate e che si originano nella zona montagnosa della Somalia settentrionale ove maggiore è la piovosità, è testimoniata dalla numerose sorgenti lungo tutta la costa della regione di Bosaso (ad esempio, da Eil a Bender Beila) segnalate sulle nuove carte al 100.000 della Rep. Dem. Somala, ove sono riportate anche le portate in l/minuto. Queste sorgenti rappresentano evidentemente soltanto una parte degli afflussi, ma sono pur sempre significative. Ne parleremo nel prossimo paragrafo a proposito dei rapporti idrografia-idrogeologia.

Rapporti fra le acque superficiali e le acque sotterranee

Stanti le caratteristiche climatiche della Somalia la formazione e la ricarica degli acquiferi sotterranei sono legate soprattutto (se non esclusivamente in certe aree) alle perdite laterali e di fondo dei corsi d'acqua; ciò vale in particolare per la Somalia meridionale, ove si aggiunge un altro fattore importantissimo per la ricarica degli acquiferi: la rete irrigua, particolarmente estesa ed efficace lungo il medio e basso Schabelle.

Già nel 1960 R. Tozzi calcolava che, nel tratto di Webi Shabelle compreso fra Belet Uen e Bulu Burti, con piene superiori ai 5 m, si potevano considerare dispersi circa 30-40 mc/sec su di un percorso di oltre 160 Km. Fra Belet Uen e Mahaddei si disperdono invece, durante le massime piene, circa 100 mc vale a dire un terzo delle portate. Da Mahaddei alla zona di Balcad si ha una diminuzione di portata del fiume di circa 90 mc/sec. Nel tratto fra Balcad ed Afgooye invece il fiume è incassato fra alti terrazzi e la diminuzione della portata minima: l'acqua per irrigazione è ottenuta con sollevamento mediante idrovore; il nuovo impianto di Balcad che dovrebbe entrare in funzione nel 1980 tende appunto a migliorare le condizioni di derivazione del fiume, la cui fase di scavo è testimoniata da numerosi antichi e vasti canali artificiali, costruiti entro terrazzi attualmente irraggiungibili dalle piene e quindi inutilizzati.

Nel tratto Afgooye-Genale-Coriolei il fiume viene derivato interamente: vengono utilizzate anche le portate di magra e l'irrigazione è accentuata da decine di pozzi profondi. Soltanto nei periodi di piena si hanno quantità eccedenti, che defluiscono a valle dall'ultimo sbarramento di Coriolei. A valle della diga di Genale le massime portate registrate sono di circa 50 mc/sec (limitate a pochi giorni all'anno); nel restante periodo esse non superano i 20-25 mc. La sezione dell'alveo a valle della traversa di Genale è ridotta a circa 110-120 mq, mentre a monte della diga di Coriolei la sezione è di circa 95 mq. In quest'ultima zona le acque dello Shabelle sono utilizzate anche a mezzo del Wabi Gofca, che rappresenterebbe un vecchio alveo dello Shabelle stesso rimesso in efficienza (Tozzi, 1960).

Lo Shabelle termina il proprio corso impaludandosi poco oltre Avai e solo in casi eccezionali si ricorda che raggiungesse il Juba. Si cita che a Soblale il fiume non ha praticamente trasporto e le acque sono perfettamente limpide; non si hanno interrimenti del letto del fiume e la situazione d'equilibrio raggiunta dal corso d'acqua è testimoniata dalla sezione dell'alveo, che Tozzi ha misurato nel 1960, trovandola uguale a quella misurata da V. Bottego nel 1883!!

I dati più interessanti (ed originali) riguardanti la stima dell'infiltrazione in falda, si trovano nei rapporti FAO (1967 e soprattutto 1969) Fra Jowhar e Balcad la FAO calcola una possibile infiltrazione di circa $0,15 \text{ m}^3/\text{m} / \text{giorno}$, mentre a valle di Jowhar il valore si riduce a $0,06 \text{ m}^3/\text{m} / \text{giorno}$. Nella zona di Afgooye invece dove si possono fare prove su di una trentina di pozzi poco profondi (circa 10 m), si può calcolare con più esattezza un'infiltrazione di circa $0,1 \text{ m}^3/\text{m} / \text{giorno}$; ad una distanza di 1 Km dall'alveo del fiume (largo 50 m) mediamente la ricarica delle acque sotterranee è stimata dalla FAO in $5.000 \text{ m}^3/\text{giorno}$. E' da notare che lo stesso rapporto FAO (1969) considera trascurabile la ricarica della falda da parte delle precipitazioni; al contrario il Rapporto Parson (1970) eseguito per il riferimento idrico di Mogadiscio, stima nel 5% delle precipitazioni il contributo alla falda sotterranea, cioè in $20-25.000 \text{ m}^3/\text{Km} / \text{anno}$.

Secondo il Rapporto della GWK (1977) la portata specifica dei pozzi di Afgooye e di Balcad, più direttamente interessati dall'infiltrazione d'acqua dello Shabelle, è valutabile in $1-1,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ di abbassamento; nei pozzi più moderni e meglio attrezzati tale portata specifica aumenta sino a $3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ di abbassamento; viene raccomandato di non superare i 10 m di abbassamento per portate di $30 \text{ m}^3/\text{h}$. Nello stesso rapporto viene fatto rilevare che la situazione a Merka è diversa a causa delle infiltrazioni di acque salate; comunque, malgrado la bassa trasmissività delle dune sabbiose, la portata specifica è stimata in $4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ di abbassamento.

L'ottimo Rapporto della Gibb & Partners (1977) - riferendosi anche allo studio della MacDonald del 1969 - riassume in questi termini il bilancio idraulico dello Shabelle:

2245	mcm per anno	: flusso iniziale nel tratto considerato
-8	" " "	: perdite per evaporazione ed evapotraspirazione nei canali
-125	" " "	: perdite per infiltrazione naturale e fessurazione nei canali
-24	" " "	: derivazioni per irrigazioni (controllate)
-5	" " "	: inondazioni per coltivazioni frammentarie
-162	" " "	: <u>perdite totali</u>
2083	" " "	: flusso residuo nel tratto considerato

Risulta quindi che il 7% dell'afflusso totale deve considerarsi perduto. Assumendo il valore di 125 mcm per anno le perdite del fiume, la Gibb stima in $0,24 \text{ m}^3/\text{giorno}$ il valore dell'infiltrazione. Dato che la conduttività idraulica delle sabbie fini e dei silts varia da 1,0

a $0,001 \text{ m}/\text{giorno}$, Gibb ammette come ragionevole una conduttività idraulica pari a $0,24 \text{ m}/\text{giorno}$ per i sedimenti del letto dello Shabelle; assumendo le perdite per infiltrazione pari a 125 mcm/per anno arriva quindi a calcolare in 62,5 mcm/anno il valore della ricarica dell'acquifero di Mogadiscio, operata dallo Shabelle. Ciò deriva ammettendo una trasmissività di $2764 \text{ m}^3/\text{giorno}$ e ponendo la larghezza dell'acquifero uguale alla distanza fra Balcad ed Afgooye: 33.000 m, essendo $i = 1,875\%$. E' da tutte queste considerazioni che Gibb trae la conclusione che un 5% del totale di precipitazioni può partecipare alla ricarica dell'acquifero. Ritornero' più avanti sui contenuti del Rapporto della Gibb & Partners, la cui attenta lettura ne evidenzia tutto il valore ed il rigore d'impostazione, che bene si inquadrano nella tradizione idrologica ed idrogeologica della Scuola inglese.

Per ciò che concerne il Juba le notizie in mio possesso al momento attuale, sono scarse e mi mancano dati quantitativi.

Secondo Faillace (1960) soltanto la fascia del basso Juba, larga da 15 a 25 Km può essere presa in considerazione per eventuali perforazioni di ricerca e sfruttamento idrico; viene riferito che spesso pozzi relativamente profondi hanno dato acqua con salinità eccessiva anche a scopi agricoli. Vi è infatti da dire che, al contrario di quanto avviene per la valle dello Shabelle, come vedremo più oltre, la valle del Juba è chiaramente in sinclinale, almeno nel tratto da sud di Lugh (per circa 35 Km) e successivamente in una monoclinale immersa verso Ovest (cioè verso il Kenya). Riassumo qui di seguito quanto riportato da Popov (1972). Sempre molto alta l'umidità media mensile che a Giumbo (fra Giamama e Chisimaio): è del 79% in marzo-aprile e dell'83% in maggio. Le precipitazioni a Chisimaio raggiungono i 397 mm, a Gelih 787 mm, mentre a Malindi (in Kenya, a SO di Chisimaio) sono di 1028 mm. Notevole sempre la presenza di acqua salata: pozzi profondi 63 + 120 m hanno mostrato un TDS variabile da 4,6 a 10 gr. La loro portata varia da 5 a $20 \text{ m}^3/\text{h}$. Si insiste molto con i dati di salinità; nulla viene riportato a proposito delle infiltrazioni dal fiume. Posso al riguardo riportare la Tabella 4 del rapporto Technital relativa alle caratteristiche delle portate annue misurate nelle varie stazioni da monte a valle: (valori medi in $\text{m}^3 \times 10^6$):

Stazione	Misure Serie FAO (1951-1964)	Misure Serie SELCHIO (1951-1963)
Lauq	5,882	6,028
Baardheere	5,549	6,885
Laitoi	6,194	7,043
Janaame	5,421	manca

Stando alla serie dei russi si avrebbe un incremento costante delle portate sino a Kaitoi, ma purtroppo manca il dato della stazione più a valle; secondo la FAO, da Kaitoi a Jamaane si avrebbe una perdita di $0,773 \times 10^6$ mc annui per un tratto di circa 100 Km; ciò potrebbe corrispondere ad una perdita di 21 mc/giorno per Km, cioè una perdita di gran lunga inferiore a quella riscontrata fra Afgooye e Audegle sullo Shabelle (200 litri/sec per Km).

A mio giudizio le prospettive non sono molto incoraggianti quanto a ricarica naturale del fiume alla falda; ciò è testimoniato dalla costante e spesso massiccia presenza di acqua salata nei pozzi; soltanto il futuro, cospicuo e razionalizzato sistema di irrigazioni, connesso all'utilizzo delle piene, porterà decisi miglioramenti alla quantità e qualità delle acque sotterranee.

Per ciò che riguarda la Somalia settentrionale le uniche notizie pubblicate - ed in mio possesso al momento attuale - sono contenute nel Rapporto di Popov & Kidwai; per il distretto del Nugal G. Benvenuti ed io abbiamo cominciato a porre le basi di uno studio idrogeologico in senso stretto, cioè raccogliendo e catalogando dei dati, pur operando con una limitatezza di mezzi e di organizzazione che non ha precedenti!

Il Togga (Wadi) Nugal drena un bacino imbrifero la cui superficie può essere approssimata ad oltre 22.000 Km², almeno considerando la sua parte media ed inferiore (circa 280 Km di corso di acqua per una larghezza media di 80 Km), cioè da Taleh sino ad Eil. Unico esempio ed eccezione rispetto agli Wadi delle regioni settentrionali, ad una distanza di 12-15 Km dallo sbocco in mare (poco a valle di Eil) l'acqua affiora sotto forma di numerose risorgenze che danno una portata di 0,8 - 1,51 l/sec.

Nell'ambito di questo bacino si conoscono i seguenti valori relativi a sorgenti:

Isha (sorgente) Laba Legle (presso Garoowe)	:	1.500 l/h
Isha Rabable (" ")	:	3.500 l/h
Isha Ligan (" ")	:	2.000 l/h
Isha God Cad (nel Nugal) (" Eil)	:	500 l/h
Sorgenti calde di Eil	:	6.480 l/h
Isha Diinkudhac (circa 10 Km N Eil)	:	200 l/h
Isha Dhagaxlaha (Togga omon.) (" 15 Km N ")	:	300 l/h
Isha Dahalo (Togga Cusbiye) (" 30 Km N ")	:	200 l/h

Il Togga Cusbiye non dovrebbe far parte, almeno nella parte inferiore, del bacino del Nugal, ma come fare ad escluderlo tassativamente

in una regione carsica? Così è possibile che le sorgenti di Eil (calde e no) siano le stesse e che quindi i dati siano ripetuti; presso Garoowe le sorgenti di Rabable, Ligan e Laba Leghe (probabilmente sono le stesse, ma all'epoca delle mie ricerche non avevo ancora le nuove carte al 100.000 della R.D.S.) mi hanno dato portate molto maggiori (ma si era nella stagione delle piogge). In altre parole: i motivi di incertezza sono moltissimi, dato che siamo appena agli inizi dei nostri studi sistematici.

Comunque, ammettendo che il totale dell'acqua drenata dalla vallata del Nugal sia il doppio di quella mostrata dalle carte e dalle ricerche e convertendo questa portata annua in altezza d'acqua espressa in mm, si otterrebbe un valore di infiltrazione pari a circa l'1% delle precipitazioni annue (circa 100 mm). Ed in effetti, anche se questo dato è largamente indicativo, la resa dei pozzi locali è sempre molto bassa (si parla di portate comprese fra 0,15 e 1,5 l/sec e nei casi eccezionali di 3 l/sec in pozzi profondi anche più di 150-200 m!!) non solo: la regione ha conosciuto siccità spaventose di distruzione di pascoli, armenti e popolazione..... Tale situazione a nostro giudizio è migliorabile soltanto creando riserve idriche sotterranee mediante dighe subalvee, così come abbiamo indicato in passato (1979).

All'interno della regione Popov segnala piccole sorgenti a Dudo (circa 60 Km ad ovest di Bender Beila) e presso Buran (a NNO di Gardo) quest'ultima con una portata di 2,8 l/sec. Nella depressione del Dar-ror sono ricordate le sorgenti dello Wadi Giobel presso Scusciuban con portata uguale a 26,8 l/sec (? probabile un errore di stampa, la portata mi pare eccessiva). Un'altra sorgente è segnalata presso il villaggio di Dalaho con una portata di 2,3 l/sec. In questo come in altri casi non si è certi che si tratti di risorgenze delle acque degli wadi di sorgenti legate a fessure ed a carsismo. Per questo ritengo più conveniente rimandare ai capitoli più propriamente idrogeologici le considerazioni riguardanti le sorgenti.

Ricordo infine i numerosi piccoli torrenti che si gettano nel Golfo di Aden che si ingrossano per pochi giorni in seguito alle piogge torrenziali sino a dare portate di 170-225 m³/sec (Popov) per ridursi rapidamente a pochi litri sino a scomparire; dato il breve percorso dal monte al mare, la loro importanza idrogeologica è pressochè nulla (valli di Damalei e Sabi, presso Lask Khoreth, circa 100 Km ad est di Bosaso).

Unità stratigrafiche e "serie idrogeologiche" della Somalia

Le condizioni di esistenza dell'acqua nel sottosuolo sono ovvia-

mente legate a due fattori litologici fondamentali: una roccia porosa sciolta o fessurata (e quindi ad alta porosità efficace) che chiameremo roccia serbatoio ed una roccia "di ritenuta" (impermeabile) che ha la funzione di impedire la dispersione delle acque, causandone la raccolta in strutture idrogeologiche favorevoli (sinclinali, trappole stratigrafiche, pieghe-faglie ecc.). Appare evidente l' analogia che si vuole introdurre fra certa terminologia e tematica propria della Geologia del Petrolio e la Idrogeologia (Pozzi R. "La ricerca delle acque sotterranee" - 1965). In questo senso le unità stratigrafiche possono contenere diverse sequenze (serie) idrogeologiche, la cui separazione è indipendente dai principi geologici. Esaminiamo quindi sotto questo punto di vista la stratigrafia della Somalia, così come è descritta nel "Quaderno di Geologia della Somalia" - 1 - 1977.

Ritengo comunque utile premettere una considerazione di carattere idrochimico riguardante la mineralizzazione delle acque sotterranee della Somalia.

La diffusa presenza di anidriti e gessi in grande parte delle unità stratigrafiche che caratterizzano la Geologia della Somalia, la presenza anche nei depositi quaternari e recenti di suoli e di orizzonti "salati" ed infine la qualità chimica dell'acqua dei due grandi fiumi somali (che abbiamo illustrato nelle pagine precedenti) fanno sì che si possa tranquillamente dire che di acque veramente "dolci" in Somalia ve ne sono poche, almeno "dolci" in senso europeo. Riporto allora il quadro riassuntivo di Wilson (1958).

EC (mhos/cm)	TDS	QUALITA'
2.500	da 1,3 a 3,2 gr/l - circa 2,5 gr/l	in media: buona qualità, ogni uso
5.000	" 2,7 a 5,0 " - " 4,04 " " "	: abbastanza buona, salmastra, ma usabile
7.500	" 4,2 a 6,5 " - " 5,5 " " "	: molto salata, in genere inservibile
10.000	" 5,5 a 7,5 " - " 6,7 " " "	: inservibile

Ciò dovrebbe aiutare a considerare realisticamente la possibilità di trovare acqua "buona" in certi orizzonti che verranno di volta in volta indicati.

Basamento cristallino

Affiora in due regioni distinte: nella Somalia settentrionale

e nella Regione dei Bur, ad ovest di Mogadiscio; un modesto affioramento - peraltro di notevole importanza strutturale - si trova nell'alta Valle del Nugal; è stato e viene studiato in dettaglio da F. Sassi ed Ibrahim H.A.

L'importanza idrogeologica dei litotipi presenti (metasedimenti, granitoidi, migmatici ecc.) risiede in questi due fattori:

- a) possono fungere da serbatoi di acque a bassa mineralizzazione (anche meno di 0,9 gr/l di TDS)
- b) strutture idrogeologiche legate alle zone di più intensa fratturazione, che acquistano notevole importanza pratica quando sono associate e/o ricoperte da depositi sciolti alluvionali oppure eluvio-colluviali.

Tuttavia si conoscono eccezioni a quanto detto al punto a) dato che alcune piccole sorgenti (Hermaseid) ed alcuni pozzi poco profondi (Isch Brave) hanno mostrato TDS da 5,8 sino a 18,4 gr/l ed un pozzo in scisti cristallini a Alio Ghelleh addirittura 35,8 gr/l. Peraltro non è ben chiara la zona di alimentazione di questi serbatoi e quindi a che cosa sia legata una mineralizzazione così alta. I pozzi sono localizzati soprattutto in depositi sciolti di cui al punto b) e la loro portata è dell'ordine di 2-3 m³/h (intorno a 0,5-1 l/sec). Popov fornisce un quadro delle caratteristiche chimiche delle acque della regione dei Bur.

Nella Somalia settentrionale vengono segnalate sorgenti (probabilmente di frattura) con portate variabili da 0,5 sino a massimi di 4-5 l/sec (presso Dinu, a N di Hargeisa, presso Darburruk). La mineralizzazione non è generalmente alta (intorno a 0,6 sino a 2,8 gr/l). Non si hanno notizie di pozzi completamente nel Cristallino, ma solo di perforazioni che hanno attraversato i depositi sciolti sino al bed-rock, in alvei fluviali oppure in strutture sinclinali del bed-rock stesso. Come ho già avuto occasione di ricordare, la passata Amministrazione Inglese aveva predisposto numerosi progetti di sbarramenti fluviali con creazione di serbatoi artificiali da medi a piccoli a NE ed a NO di Hargeisa (Hunt-MacFayden).

Serie Sedimentaria

E' trasgressiva sul Cristallino; le formazioni più antiche sono attribuite al Giurassico inferiore.

In questa sede la stratigrafia viene riassunta e condensata per gli scopi che ci siamo prefissi.

Formazione di Ischia Baidoa - Membri di Deleb e Uanei F. di Adigrat

Sono le unità direttamente a contatto con il Cristallino e quindi

potrebbero essere attraversate là dove vi siano culminazioni del basamento. Appare sicuramente interessante sia perchè costituita da calcari (nelle sottounità superiori) che possono essere fessurati, sia perchè alla base si trova la "Formazione di Adigrat" costituita da arenarie. Dal "Geology and oil prospects of Somalia" (traduzione di Mohamud Abdi Arush) si trae che la Formazione è composta (Somalia meridionale) da sabbie quarzose e shale con intercalazioni gessose; altrove (Somalia settentrionale) si hanno arenarie quarzitiche con alla base conglomerati. Nei pozzi petroliferi la Formazione ha uno spessore intorno ai 100 m.

La litologia - e specialmente l'esistenza di livelli conglomeratici alla base - ne fanno una formazione di notevole interesse idrogeologico. A mio giudizio - come dirò meglio più avanti - la sua esplorazione sistematica può costituire un "tema idrogeologico" di grande interesse pratico a patto però di attraversarla interamente sino a raggiungere il cristallino.

Popov riporta, nella sua fondamentale raccolta di notizie di pozzi e sorgenti, alcuni dati interessanti. Traggo i seguenti, relativi a pozzi perforati nel Giurassico (in s.l.):

- Pozzo Oddur (nel G. medio-sup.) acque salate. Prof. 40 m; liv. statico: 16 m; portata: 2,7 l/sec
 - Pozzo Oflaue (Baïdoa) (nel G. medio) acqua buona. Prof. 60 m; liv. statico: 16 m; portata 1,6 l/sec.
 - Pozzo Audinle (nel Giurassico) zona dei Bur: Prof. 78 m; liv. stat. 57 m; portata 1,5 l/sec. Calcari, poche marne e shale. Gesso nelle marne.
 - Pozzo Modomorodi (nel Giurassico). Profondità: 121 m; liv. stat. 80 m; dovrebbe aver raggiunto il cristallino; mancano dati di portata.
 - Pozzo Midi 1 (nel Giurassico): Prof. 86-95 m; nessun altro dato, solo il ritrovamento di conglomerati al fondo del pozzo.
 - Pozzo Molimat (nel Giurassico): Prof. 88,4 m; Liv. stat. 13 m; portata 1,4 l/sec.
 - Pozzo Giamia Misra (Distretto di Dinsor) (nel Giurassico). Prof. 72 m; liv. statico: 40 m; portata: 1,25 l/sec. Acqua buona - stratigrafia: calcari e arenarie.
 - Pozzo Hoffuro (Distretto Dinsor) (nel Giurassico). Prof. 80 m; Liv. statico: 48 m; portata: 0,4 l/sec.
 - Pozzo Lourar (nel Giurassico): Prof. 136 m; Liv. stat. 34 m; portata: 1,4 l/sec. Calcari ed arenarie in fondo pozzo.
- Da questi nove pozzi, pur con tutte le riserve relative alla scar-

sità di notizie ed alla loro frammentarietà, si trae la convinzione che tutte le formazioni giurassiche presentano interesse dal punto di vista idrogeologico; certamente sono tutti pozzi a piccola profondità, probabilmente neppure ben attrezzati i più vecchi, ma dimostrano che i calcari possono avere una discreta permeabilità; certamente la loro ubicazione non fu scelta nel modo più razionale, perchè altrimenti avrebbero dovuto raggiungere il Cristallino; forse anche l'attrezzatura non era delle più efficienti e le difficoltà incontrate chissà quante!

La "Formazione di Hamanlei", che dovrebbe rappresentare quasi tutto il Giurassico nella zona del Nugal ed è eteropica (ipotesi - cfr. Quadro stratigrafico - Quaderni di Geologia 1977) nella Somalia settentrionale con il Calcare di Sa Wer e nell'alto e basso Giuba con la "Formazione di Anole", possiede termini litologici interessanti (calcari in banchi, probabilmente fessurati), ma il suo spessore elevato rende diverso il tema della ricerca; non dovrebbe più trattarsi di raggiungere il basamento cristallino, attraversando tutta la formazione, bensì di ricercare qualche zona più fessurata (e meglio alimentata) nel suo stesso ambito (problema di indubbia difficoltà, che richiede esperienza ed impostazione rigorosa). Questo tipo di ragionamento si adatta anche alle formazioni del Cretaceo (in s.l.), avendo presente che la diffusione dei gessi aumenta (sino a costituire vere e proprie formazioni) e di conseguenza la qualità dell'acqua diventa sempre più scadente.

Probabilmente interessanti le arenarie della "Formazione di Jesomma" (Cretaceo superiore - Senoniano e probabilm. Maastrichtiano) pur con mediocre porosità efficace e nella parte inferiore banchi di gesso.

Decisamente interessante invece la formazione del "Calcare di Auradu" (Paleocene) da Popov indicata come notevole serbatoio di acque dolci; il Pozzo di Hersi Garable (Regione di Mudugh), profondo 106 m, ha attraversato una successione di calcari, argille e marne attribuita a questa Formazione; la portata sarebbe di 0,8 l/sec circa. Il tema idrogeologico relativo a questa unità è suggerito dal fatto che essa rappresenta l'unico possibile serbatoio di acque dolci al di sotto della "Formazione di Taleh", evaporitica e costituita in grande prevalenza da gesso e anidrite. Questa unità è molto estesa in affioramento, anche se il suo spessore non sembra, localmente, molto elevato (max. 450 m e nella Valle del Nugal). Nel medio bacino dello Shabelle poi si delinea una situazione apparentemente assai interessante: la "F.

di Taleh"appare di spessore assai ridotto (sino a non essere più riconoscibile), vi si trova un buon spessore di "Calcari di Auradu", sotto i quali si trovano le arenarie della "F. di Jesomma". E' da ricordare che il pozzo Avorei (Regione di Hiran) secondo C. Faillace, profondo 120 m, ha attraversato per i primi 55 m proprio i litotipi di "Jesomma" (sabbie, calcari teneri, argille nere carboniose); il livello statico è indicato a soli 35 m, purtroppo manca la portata, ma la seconda parte della perforazione è avvenuta nella "F. di Belet Uen", fatto che accresce l'interesse idrogeologico di queste unità.

Prima di passare a descrivere le unità più recenti, ritengo utile dare qui di seguito i risultati di alcuni pozzi entro formazioni appartenenti al Cretaceo (in s.l.) oppure a qualche più specifica unità litostratigrafica. Le notizie sono prese da Popov.

Pozzo Lebida Codesa (Benadir): profondità 90 m; livello statico a 40 m; "serie di Belet Uen" con calcari, argille e marne; sabbie al fondo pozzo.

Pozzo Cugno Hober (Benadir): profondità 154 m; livello statico a 61 m; mancano altri dati; attraversate tutte formazioni cretacee con sabbie, marne e calcari.

Pozzo del Km 140 (Hiran): profondità 102 m; livello statico a 16 m; probabili formazioni del Cretaceo medio; acqua cattiva sino a 60 m, successive cementazioni e pompaggio dagli orizzonti sabbiosi inferiori hanno ridotto la EC da 10.000 a 4.600 mhm/mcm (cioè un TDS intorno a 4 gr/l).

Pozzo Bur Uen (Hiran): profondità: 81 m; livello statico a 12 m; sabbie, calcari e marne della "Formazione di Gabradarre" (Cretaceo inferiore) il pozzo dovrebbe aver raggiunto la Main Gypsum Formation (Maesi Gypsum Form).

Pozzo Berdale (Hiran): profondità 64 m; livello statico: 45 m; calcari, argille e marne della "Mustail Formation" (Cretaceo medio).

Purtroppo mancano sempre tutti i dati di portata e quindi la valutazione dell'importanza pratica della esplorazione; si tratta di pozzi vecchi di una ventina di anni, e le notizie sono riportate da C. Faillace. Da un punto di vista strettamente tecnico e per l'impostazione di un serio programma di valutazioni idrogeologiche, sono francamente ben poca cosa. Da questa considerazione negativa nasce l'obbligatorietà di impostare programmi rigorosi, con esplorazioni profonde accompagnate non solo da prove idrauliche ma anche da analisi stratigrafiche corrette.

Al di sopra del Cretaceo troviamo prima la "Formazione di Taleh" costituita prevalentemente da gessi, che ha nella Valle del Nugal la

propria area-tipo e poi la "Formazione di Karkar" che è costituita da calcari, calcari marnosi e marne grigie, purtroppo ancora accompagnate da lenti di gesso. Dal punto di vista idrogeologico la "Formazione di Taleh" non offre alcuna prospettiva; vi si trova una falda freatica abbastanza ricca ma pressochè inutilizzabile anche per gli animali; tanto è mineralizzata. Nella "Formazione di Karkar" invece qualche cosa si potrebbe trovare.

Pozzo Aden Iaval (Benadir): profondità 50 m; livello statico a 24 m; nessun altro dato; calcari, sabbie ed arenarie di età ecocenica indifferenziata.

Pozzo El Bur (Regione Mudugh): profondità: 122 m; livello statico 26 m; portata: 2,4 l/sec; nella "Formazione di Taleh" con gessi all'inizio (4 m) poi argille, sabbie e calcari; basalto al fondo. Mancano notizie sulla mineralizzazione.

Pozzo Las Gidet (Gardo-B. Beila): profondità: 320 m; livello statico: 174 m; portata 0,8 l/sec; acqua cattiva; sabbia, calcari, marne della F. di Karkar sino a circa 50 m, poi litotipi della "F. di Taleh"; l'acqua trovata a 285 m è risalita sino a 140 m. Selenite verso la parte bassa della perforazione e diffusa nelle marne.

Pozzo Faro Hills WW.3 (North East Region): profondità: 158 m; livello statico ignoto; portata: 0,7 l/sec; perforazione della Amarada Petroleum Co. tutta nella "Formazione di Karkar" (calcari, argille, marne, con descrizioni accurate); ha raggiunto il top della "Formazione del Nugal" (= "F. di Taleh") con i gessi a 150 m e la perforazione è stata fermata.

Pozzo Bur Hisso WW. 2: (North East Reg.): profondità: 299 m; perforato dalla Amaradu Oil Co. Nella "F. di Taleh" ("Nogal F.") sino al top della "F. di Auradu". Stratigrafia accurata; il top si trova a 239 m e continua sino alla fine in calcari, argille e dolomie sino alla fine; pozzo chiuso sino a 255 m ed attrezzato per la produzione da 219 a 255 m (cioè nella "F. di Auradu"). Mancano informazioni sulla produzione ottenuta; negativo?

Pozzo Las Anod 1 (North East Reg.): profondità: 266 m; perforato da compagnia petrolifera nella F. del Nogal (= F. di Taleh) sino al top della "F. di Auradu" a 155 m. Stratigrafia accurata, nessuna informazione idrogeologica.

Pozzi Balli Busli (Mudugh Reg.): profondità 132 m; livello statico: 90 m; portata: 3,3 l/sec. Marne, argillose e calcari senza riferimenti stratigrafici. Ente Idrico (?).

Passando ad unità più recenti si segnalano:

- "Serie di Hafun" (Oligocene - Miocene medio). Con frequenti arenarie (grossolane nella parte inferiore) accompagnate da calcari marnosi ed arenacei che rendono l'unità suscettibile di contenere serbatoi idrici di un certo interesse (va studiata soprattutto la zona di alimentazione). Affiora nella ex Migiurtinia (Bari Region), lungo l'Oceano Indiano (zona di Bender Beila - Hafun).

- "Serie di Gubar" (Oligocene inferiore): interessante la litologia con arenarie e puddinghe quarzose; scarso lo spessore indicato (150 m), ma al botton vi è la "Formazione di Karkar" e potrebbe essere interessante l'attraversamento completo della serie. Affiora in lembi da Berbera a Capo Guardafui. Potrebbe costituire una buona roccia serbatoio da saturare mediante dighe subalvee entro gli uadi.

- "Formazione di Scusciuban" (Miocene medio): vi sono segnalate lenti di gesso ma potrebbero essere interessanti le arenarie ed i conglomerati. Affiora nella depressione di Darror (vallata dello uadi Dado ed altrove in lembi isolati).

- "Conglomerati superiori" (Miocene sup.-Pliocene): sono presenti nella Somalia settentrionale e nella Regione di Bari ed hanno una costituzione litologica favorevole all'accumulo (conglomerati grossolani poco cementati). Lo spessore sembra essere intorno ai 100 m.

Pozzo Lancat (Benadir): profondità: 118 m; livello statico a 68 m sabbie, arenarie e ghiaie riferite dubitativamente da C. Faillace al Miocene-Oligocene. Mancano dati di produzione.

Nella Somalia meridionale è sviluppata la "Formazione di Merca" (Miocene-Attuale), costituita essenzialmente da sabbie calcari teneri, arenarie e livelli di ghiaie, la cui parte inferiore - francamente calcarea - prende il nome di "Somali Formation". Sono unità adoperate e riscontrate soprattutto dalle Soc. Petrolifere nei pozzi, ma molto elevato è il loro interesse idrogeologico. Lo studio della "Formazione di Merca" è uno dei temi che sto sviluppando con alcuni studenti nell'ambito dell'Università Nazionale della Somalia con la collaborazione di G. Benvenuti (per la parte geofisica) e pur con mezzi assai limitati.

Costituendo l'acquifero da cui si rifornisce Mogadiscio e, più in generale tutta la zona lungo lo Shabelle da Balcad a Coriolei, è necessario ed interessante riferirne con un certo dettaglio.

Nella zona di Jowhar il Rapporto della GWK (1977) indica una trasmittività dell'acquifero pari a $4,4 \cdot 10^{-4} \frac{m}{sec}$ ottenuta dalla curva di risalita del pozzo n. 10, da cui si erano ottenuti $6 \frac{m^3}{h}$ con un abbassamento di 5 m. Il pozzo era profondo 130 m e con un abbassamento

di 10 m; la sua portata è stimata pari a $30 \frac{m^3}{h}$ per un tempo di 20 ore/giorno. La qualità chimica dell'acqua non è delle migliori con un EC pari a 1500-2100 mhos/cm, ed è molto variabile secondo le stagioni (e le portate dello Shabelle).

Nella zona di Balcad i pozzi che riforniscono la città sono profondi 120 m ed alla fine della stagione secca il livello statico si pone a 45 m dal p.c.. Altri pozzi sono stati perforati dalla Somaltex e si pone in evidenza che la vita media di questi pozzi è molto breve, perchè essi s'intasano facilmente a causa di sabbia fine che entra dai filtri e danneggia le pompe oltre che ad insabbiare il pozzo. Lo spessore dell'acquifero sabbioso sembra intorno ai 70 m; si pone l'accento sulla necessità di attrezzare adeguatamente i pozzi con dreni e filtri adatti; per ciò che riguarda la portata si parla di $13 \frac{m^3}{h}$ con abbassamento di circa 8 m (non si precisa per quante ore di pompaggio). La qualità dell'acqua è mediocre, con alta percentuale di solfati (350-4.500 mg/l) e di cloro (85-120 mg/l); la EC varia da 1.100-1.450 mhos/cm.

Nella zona Afgooye viene fatto rilevare da Parsons (1970) l'alto valore della evaporazione (da superficie libera) ottenuta con misure in serie da marzo a settembre (1968); i valori più alti sono quelli di marzo (7-8 mm/giorno), quelli minimi in luglio (4,8-6 mm/giorno); il totale annuo è di 2190 mm, cioè 4 volte il valore delle precipitazioni. Riporto qui tali considerazioni a completamento di quanto detto nelle pagine precedenti.

L'esistenza di un gran numero di pozzi favorisce la descrizione del quadro idrogeologico.

Sostanzialmente si conoscono - e si sfruttano - due acquiferi:

- a) uno superiore, freatico, strettamente legato allo Shabelle, sito fra 8 ed 11 m dal p.c..
- b) uno più profondo, sito a circa 50 m dal p.c..

I rapporti fiume-falda sotterranea sono così indicati nel Rapporto GWK (1977):

- sezione del fiume: 500 m
- oscillazione del livello dell'acqua: da 0,1 a 1,7 m (in media 0,75 m) su di un'area di 297.000 mq; volume totale dell'acquifero 267.300 mc; porosità efficace = 10%; volume di acqua infiltrata: 26.730 mc; tempo d'infiltrazione: 8 giorni; si include la metà del fiume con l'argine di 40 m; quota d'infiltrazione: $0,1 \frac{mc}{giorno/mq} = 0,03 \frac{l}{sec/mq}$.

In tal modo l'infiltrazione dal letto del fiume agli acquiferi

avverrebbe con una velocità pari a 0,1 mc/giorno/mq; questo valore corrisponde a quello noto per alcuni fiumi europei (Reno, Main, Neckar) ove si hanno valori compresi fra 0,3 mc/mq/giorno (Reno) e 0,03 mc/mq/giorno (Neckar, più arginato).

L'acquifero profondo (in sabbia più o meno fine) è stato studiato utilizzando diversi pozzi relativamente profondi; quello della fabbrica di mattoni - dall'esame delle curve di risalita - ha dato un valore di trasmissività dell'acquifero $T = 1,1 \cdot 10^{-3}$ sino a $4,4 \cdot 10^{-3}$ m²/sec; questo valore è conforme a quello calcolato dalla FAO. La portata Q della falda è stata calcolata con la formula di Darcy, ammettendo un gradiente $i = 1:750 = 1,3\text{‰}$; ponendo un T medio pari a $2,8 \cdot 10^{-3}$ m/sec ed una larghezza $L = 1000$ m, si ottiene $Q = 13$ m/h in condizioni indisturbate: $3,7$ l/sec = $13,4$ m.

Naturalmente questo valore è in ottimo accordo ("in good accordance") con quello determinato da Parsons (1970) pari a $12,5$ m/h.

Questo valore, messo in rapporto alla larghezza presa in esame, indica un lento flusso idrico verso le falde più profonde e quindi una ricarica ugualmente lenta. Si può inoltre dire che 1000 m è il raggio di influenza per pozzi da 13 m/h, anche se economicamente appare conveniente una portata molto superiore: 30 m/h. Per la stessa ragione la distanza fra i pozzi è di circa 250 m; comunque è un rischio quello di sommare gli abbassamenti (cioè quello di porre i pozzi uno nel raggio di influenza dell'altro) per un acquifero che ha uno spessore di 50 m.

La qualità dell'acqua dei pozzi nell'area dello Shabelle varia da 1000 a 1500 mhos/cm in pozzi distanti poco più di 1 Km dallo Shabelle, mentre certi campioni di acqua hanno mostrato una EC di appena 700 mhos/cm (pozzo scavato addirittura nel letto del fiume). Il valore dei solfati è abbastanza alto ($300-500$ mg/l); in generale viene detto che la qualità chimica dell'acqua dei pozzi corrisponde bene a quella dell'acqua del fiume. Un nuovo pozzo è stato perforato sino alla profondità di 150 m, ad una distanza di 1 Km dal fiume, ed attrezzato adeguatamente con filtri e dreni adatti; la capacità della pompa è di 30 m/h con un abbassamento di 10 m (livello statico a 50 m dal p.c.). Con un sistema di 3 pozzi si potrebbe ottenere una produzione di 171 m/h - pari a 625.000 m/anno - senza pericoli dal momento che vi è una sufficiente infiltrazione d'acqua dal fiume.

Passando ad esaminare quanto contenuto nel "Rapporto" della GIBB - e fermo restando quanto già riportato a pagina 292, a proposito dei mutui rapporti fiume-falda - si ricorda che la parte superiore dell'acquifero (in riva sinistra dello Shabelle, quello che viene sfruttato per Mogadiscio) ha una trasmissività di $1-188$ m²/giorno (con un valore

medio di 67 m²/g), mentre la base in scisti calcareo-argillosi ha una trasmissività di soli 9 m²/giorno (misurata con una sola prova). È già stato detto che lo stesso acquifero è costituito da una falda superiore (probabilmente freatica) e da una inferiore; viene quindi precisato che l'acquifero superiore ha una trasmissività compresa fra 133 e 496 m²/giorno, con una media di 358 m²/giorno. Con una prova di pompaggio il coefficiente di immagazzinamento è stato calcolato in $9,6 \cdot 10^{-4}$. L'acquifero inferiore ha una trasmissività inferiore (media = 231 m²/giorno) mentre i test di pompaggio hanno dato valori estremi di 165 e 390 m²/giorno. Il coefficiente di immagazzinamento medio risulta di $2,83 \cdot 10^{-4}$, con valori estremi compresi fra 7 e $0,14 \cdot 10^{-4}$.

La trasmissività media sia per l'uno che per l'altro acquifero è assunta uguale a 304 m/giorno.

La trasmissività per lo spessore saturo, misurata in 6 pozzi, ha mostrato un valore di 2083 m/giorno (medio); i pozzi sono stati scelti e selezionati appositamente e sono stati applicati alcuni accorgimenti (lo spessore saturo varia da 50 a 70 m, ma i filtri non lo attraversano per intero). Questo valore è in accordo con quanto trovato con altra via (vedere pagg. 292-293).

Il rapporto contiene anche due tavole molto interessanti: le isolinee di EC attorno alla Città di Mogadiscio (basata anche sul Rapporto di Persons 1970) e le isolinee della "water table" da Mogadiscio al mare. A mio giudizio vale fare qualche considerazione su quest'ultima carta.

Vi si vede una struttura idrogeologica diversa in sponda sinistra rispetto alla sponda destra dello Shabelle. In sponda sinistra è ottimamente delineata una monoclinale sino al mare; in sponda destra si delinea un asse drenante che potrebbe anche corrispondere ad un paleoalveo dello Shabelle. Le isolinee di uguale profondità dal p.c. della "water table" (e quindi si tratta di vere e proprie isofreatiche perché riferite al l.m.) si chiudono a semicerchio nella zona a nord di Afgooye (Buulalow - Doon Weyne); peraltro la struttura anticlinale della media e bassa dello Shabelle risulta anche dalla carta delle isopiezometriche di C. Faillace il cui studio sul comprensorio Afgooye-Genale è indubbiamente di fondamentale importanza. La carta di Faillace mostra in sponda sinistra dello Shabelle la solita struttura monoclinale dall'acquifero che, con lieve gradiente, arriva al mare; in sponda destra le isopieze mostrano irregolarità e sinuosità proprie di alternanze di sedimenti permeabili e non, specialmente evidente la presenza di lenti argillose che determinano depressioni della super

ficie piezometrica; chiara l'alimentazione della falda da parte del fiume. E' da dire che le stratigrafie dei pozzi (Faillace ha censito oltre un centinaio di pozzi e ne descrive 85) non sono certo un modello di accuratezza e precisione; ciò non toglie che il lavoro di Faillace risulta ancora oggi valido ed è ampiamente adoperato da esperti e consulenti. Interessanti anche le prime considerazioni sulla presenza di acque salate nei pozzi, fenomeno che si è andato estendendo dopo il 1964, a causa dell'intenso ed incontrollato pompaggio, e che ha determinato non soltanto il richiamo di sempre maggiori quantità di acque salate ma anche il danneggiamento di zone agricole estese dato che l'acqua viene usata per irrigazione. L'Università Nazionale della Somalia - Facoltà di Geologia - ha già elaborato tre tesi (una di geofisica) nella zona di Genale-Goluin sotto la direzione di P. Canuti, G. Benvenuti e R. Pozzi, evidenziando questi problemi, pur nella estrema limitatezza dei mezzi a disposizione (logistici, oltre che tecnici e di laboratorio). Come si evidenzia da quanto descritto nelle pagine precedenti, la zona del medio e basso Shabelle è relativamente conosciuta dal punto di vista idrogeologico ed i calcoli relativi ad un primo bilancio della falda hanno ormai una concreta aderenza con la realtà locale; a mio giudizio è tempo di intraprendere l'esplorazione profonda della "Formazione di Merca". Per questo abbiamo ripreso l'esame dei profili sismici a disposizione ed eseguiti per le ricerche petrolifere; tenendo come marker di comodo la comparsa (nelle stratigrafie dei pozzi profondi) dei livelli calcarei (ipotetico passaggio della "Merca F." alla "Somali F.") abbiamo ricostruito la struttura sepolta dell'area di Mogadiscio, traendo le relative conseguenze; a ciò si accompagna sempre l'indagine elettrica per ancorare reciprocamente idrogeologia e geofisica a parametri il più possibile obiettivi.

Gli studi per l'acquedotto di Mogadiscio - che hanno portato alla realizzazione del campo di pompaggio della Balcad Road - rappresentano un punto fermo nello studio idrogeologico della porzione superiore della "F. di Merca". Sia Parsons (1970) - preceduto dalla Hydrotechnic Corporat. (1965) - che Gibb (1977) forniscono ormai un quadro chiaro della idrogeologia locale sia per il passato (Parsons) per il futuro sviluppo delle necessità idriche di Mogadiscio (Gibb). Il campo della Balcad Road - progettato dalla Parsons e realizzato fra il 1969 e il 1970 - si compongono di 19 pozzi di produzione e di 6 pozzi di osservazione, profondi fra 117 e 138 m. Le caratteristiche tecniche dei pozzi (diametri, filtri, dreni ecc.) sono tali da consentire una produzione di 24.000 m³/giorno; tuttavia durante il primo anno si è utilizzata una produzione di 21.429 m³/giorno. I test di pompaggio della Parsons sono molto interessanti ed eseguiti con l'introduzione di due

parametri legati alle perdite connesse alla litologia dell'acquifero (formation loss) sia allo stato complessivo del pozzo (well loss), secondo quanto suggerito da Rorabough; in tal modo viene determinata l'efficienza del pozzo in %; nel campo di Balcad Road tale efficienza varia dal 44% al 90%; le capacità specifiche dei pozzi variano da 57 ad oltre 230 m /giorno. Per una produzione contenuta nei limiti suddetti e sino ad una distanza dalla costa di 3-4 Km l'intrusione di acqua salata non viene ritenuta pericolosa.

Le Provincie idrogeologiche della Somalia

Corre l'obbligo di ricordare che il primo tentativo di riconoscere in Somalia un certo numero di "zone" (se non provincie) idrogeologicamente simili (cioè con problemi a grandi linee omogenei) è quello del 1960, ancora ad opera del valoroso Faillace ("Stato delle attuali conoscenze sulla geoidrologia della Somalia" - ove peraltro si può constatare come tali "conoscenze" fossero ben poca cosa in termini moderni!). Comunque sia, Faillace riporta i dati sui pozzi, in suo possesso, e qualche considerazione utile, anche se non si fa cenno a veri e propri piani di ricerca.

Sostanzialmente distingue delle zone con significato più geografico che idrogeologico:

- Migiurtinia. Viene suddivisa in: a) Montagne del nord - b) Altopiano del Sol.
- Mudugh - Benadir : - Fascia fluviale dell'Uebi Scebeli
- Hiran - Alto Giuba : - Basso Giuba
- Fascia fluviale del Giuba

Per ognuna di queste zone viene data la posizione della falda freatica - quando è nota - e la percentuale dei pozzi perforati con esito positivo rispetto a quelli negativi.

Un secondo tentativo di distinzione regionale a scopo idrogeologico è quello operato dalla Selchozpromexport di Mosca per il bacino del Juba; sono riconosciute 5 "provincie idrologiche":

- 1 - Altopiani a calcari-gessi-basalti; si riconoscono tre sottoprovincie corrispondenti a diversa litologia prevalente: a) calcari e gessi - b) calcari - c) basalti. E' caratterizzata da sorgenti carsiche e acque dolci, soprattutto nei calcari.
- 2 - Zona dei Bur; rare sorgenti di poca importanza e falda freatica a 8-20 m di profondità. Variabile la mineralizzazione dell'acqua: da 1-2 g/l sino a 18-36 g/l.

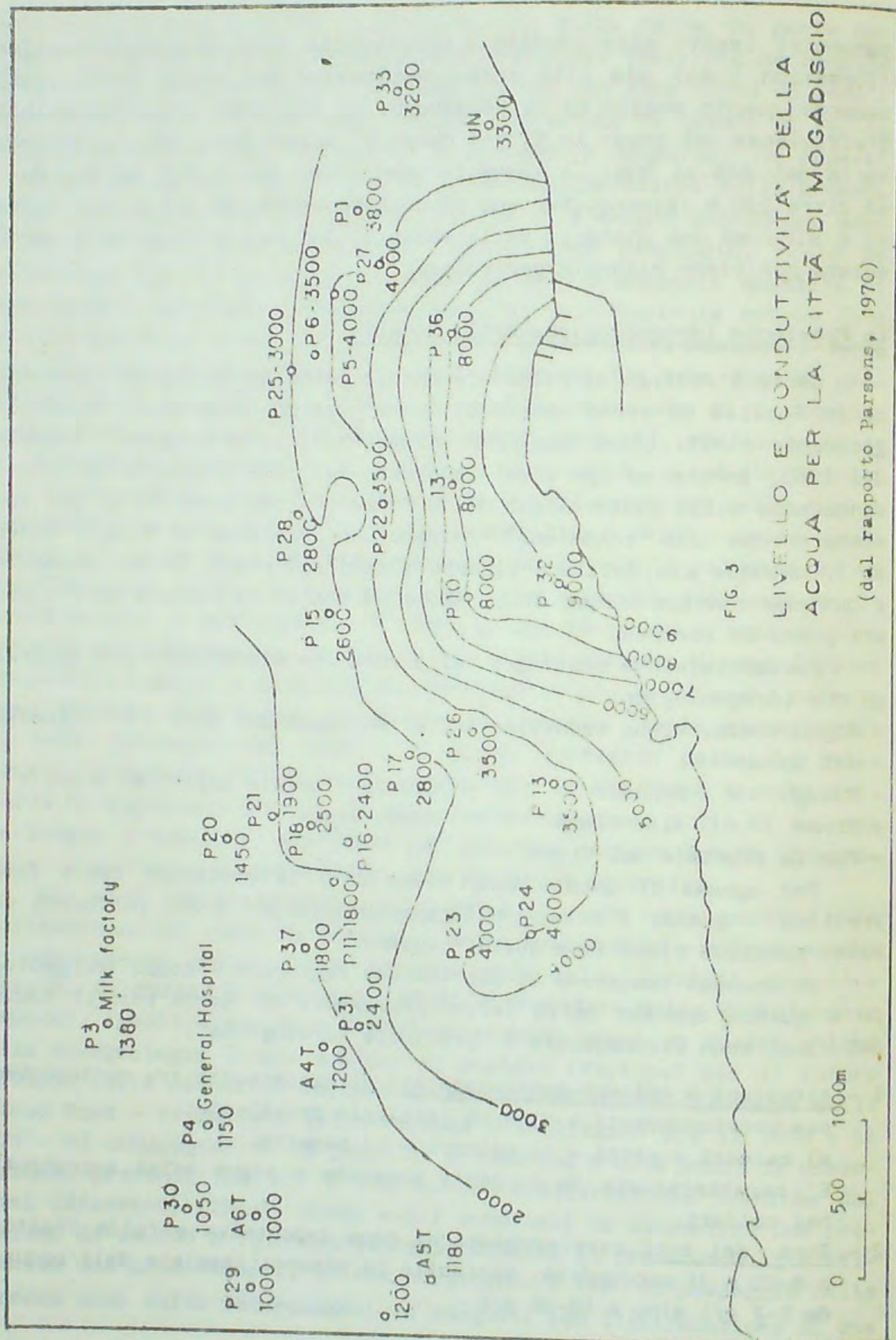


FIG. 3

LIVELLO E CONDUTTIVITA' DELLA ACQUA PER LA CITTÀ DI MOGADISCIO

(dal rapporto Parsons, 1970)

- 3 - Pianura del Basso Giuba; falda freatica profonda sino a 50 m forte mente mineralizzata (6 + 35 g/l di residuo secco); circolazione idrica scarsa e lenta. Falda artesiani, probabilmente legata alla "Formazione di Merca", a 120-180 m di profondità con acque più dolci.
- 4 - Alluvioni di fondovalle dei corsi d'acqua perenni o semi-perenni. Falda freatica a 3 + 8 m di profondità di qualità generalmente buona ed utilizzabile anche a scopo potabile.
- 5 - Fascia costiera; larga 10-15 Km; acqua dolce su acqua salata in sabbie eoliche; sabbie marine e calcari di scogliera, generalmente a piccola profondità (pochi metri dal p.c.) e residuo di 3-4 g/l.

Tuttavia è di Popov & Kidwai la prima organica suddivisione in Province della Somalia (1972), che riporto qui di seguito.

- 1 - Costa del Golfo di Aden
 Geologia: Quaternario - Pliocene
 a) sabbie marine, calcari corallini;
 b) depositi alluvio-colluviali, detriti.
 Spessore dell'acquifero (in m): a) 4 + 12; b) 4 + 10.
 Profondità della sup. piezom. : a) 1 + 3; b) 6 + 15.
 Portata (in l/sec) : a) manca ; b) 2 + 3,3.
 Mineralizzazione (in gr/l) : a) 2 + 4; b) 1,5+ 2,5.
- 2 - Pianura pedemontana
 Geologia: Quaternario - Pliocene
 Sedimenti alluvio-colluviali: ciottoli, sabbie e sabbie limose.
 Spessore dell'acquifero (in m) : 40 + 75 (e più).
 Profondità della sup. piezometr. : 25 + 60.
 Portata (l/sec) : 0,5+ 1.
 Mineralizzazione (gr/l) : 1 + 2,5.
- 3 - Zona montagnosa
 Geologia: dal Recente al pre-Cambriano.
 a) Sedimenti quaternari: ciottoli, sabbie e sabbie limose;
 b) Rocce pre-Quaternarie: ignee e sedimentarie.
 Spessore dell'acquifero : a) 5 + 15m; b) più di 100-150 m
 Profondità della sup. Piezom.: a) 2 + 5m; b) 30 + 50 e più m
 Portata : a) ignota ; b) 7 + 8,5 l/sec
 Mineralizzazione: : a) 0,8+ 2 ; b) 0,7+1,5 gr/l
 Osservazioni: a) nelle vallate di torrenti temporanei;
 b) acquiferi soprattutto nelle zone fratturate e fagliate.

4 - Depressione del Darror

Geologia: a) Quaternario - Pliocene: sabbie (eoliche e marine) formazioni di scogliera lungo la costa oceanica, sedimenti colluviali nella valle di Adu-Galahdole.

b) Pliocene/Miocene - Miocene/Oligocene : calcari, marne gessi, conglomerati.

Spessore dell'acquifero : a) 6 + 15 m ; b) 135 + 160 m
Profondità della sup. piezom.: a) 2 + 5 m ; b) 15 + 40 m
Portata (l/sec) : a) 0,05+ 0,4 ; b) non misurata
Mineralizzazione (gr/l) : a) 1,5+ 2,5 ; b) 2+3 e 3+5

5 - Altopiano di Haud

Geologia: a) Quaternario: depositi alluvio-colluviali: ghiaie sabbiose e sabbie limose.

b) Paleocene ed Eocene inferiore: dolomie, arenarie e calcari.

Spessore dell'acquifero (in m): a) 70 + 100 ; b) : ignoto
Profondità sup. piezom. (m) : a) 20 + 50 ; b) : ignota
Portata (pozzi tubati) (in l/s): a) 1,2+ 2 ; b) : ignota
Mineralizzazione (in gr/l) : a) 2 + 3,5; b) : ignota

6 - Altopiano di Taleh e Nugal

Geologia: a) Eocene: gessi, anidriti, dolomie;

b) Eocene inf.: dolomie e calcari.

Spessore dell'acquifero (in m): a) 150 + 200 ; b) 170 + 200
Profondità sup. piezom. (m) : a) 2-3 sino a 20+30; b) 50+ 280
Portata (l/sec) : a) 0,15+ 0,3; b) 0,5 + 1,5 l/sec
Mineralizzazione (gr/l) : a) 3,5 + 5,5; b) 0,8 + 2

7 - Sol - Haud & Sol Altopiani

Geologia: a) Eocene: calcari a volte gessiferi, marne;

b) Oligocene: calcari organogeni, c. marnosi, arenarie calcaree.

Spessore acquifero (in m) : a) 80 + 150 ; b) 100 + 150
Profondità sup. piez. (in m): a) 4 m circa; b) 1 + 12
Portata in (l/sec) : a) 1 ; b) sino a 3
Mineralizzazione (in gr/l): a) 2 + 4 ; b) 1,5+ 2,5

8 - Altopiano di Mudugh

Geologia: a) Miocene: calcari, marne a volte gessifere; arenarie, sabbie e gesso.

b) Paleocene: arenarie

: in a): 1 : acque delle formazioni superiori

2 : acque delle formazioni inferiori

Spessore dell'acquifero (in m): 1) 12+15; 2) 15+40; b) 100-150

Profondità sup. piezom. (m): 1) 3 + 8 ; 2) 40 + 60 ; b) 5 + 8 - 50+70
Portata (l/sec) : 1) 0,2+ 0,8; 2) 0,7+ 2,8; b) 0,5+ 4
Mineralizzazione (gr/l) : 1) 2,5+ 4,5; 2) 2 + 3,5; b) 1,5+ 2,5

9 - Costa dell'Oceano Indiano

Geologia: Quaternario - Pliocene: sabbie eoliche e marine; formazioni di scogliera.

Spessore (in m) : 20 + 30
Profondità sup. piezom. (m): 2 + 5
Portata (in l/sec) : inferiore a 0,1
Mineralizzazione : 2 + 4 gr/l; la mineralizzazione delle acque cresce con la profondità.

10 - Cintura marginale cretacea: El Wakh- Dolo - Belet Uen

Geologia: Cretaceo: gesso, anidrite, calcari e marne; arenarie a volte gessifere.

Spessore acq. : 200 + 250 m
Prof. sup. piez.: 5 + 20 m
Portata: pozzi scavati: 0,1+0,2; tubati: 0,7
Mineraliz. : 3 + 5 gr/l; i pozzi scavati a mano possono asciugare, quelli tubati possono dare sino a 3,5 l/sec.

Paleocene: Neogene inf.: basalti e tufi

Spessore : 20 - 30 m
Prof. sup. piezom. : 5 + 8 sino a 40+60
Portata: inferiore a 0,1 l/sec + 0,2 nei pozzi scavati
Mineralizzazione (gr/l): 1,5+4,5

11 - Altopiano di Oddur-Bardera

Geologia: Giurassico: calcari a volte con marne gessifere, arenarie.

Spessore acquifero (m): : 300 + 400
Profondità sup. piezom. (m): 3 + 10 sino a 20 + 50
Portata (l/sec) : sino a 2,5
Mineralizzazione (gr/l) : 1 - 2,5

Altopiano Oddur-Bardera

Geologia: Cretaceo: evaporiti, marne, arenarie.

Spessore acquifero (m) : 200 + 250
Profondità sup. piez. (m): 5 + 8 sino a 20 + 40
Portata (in l/sec) : 0,8+ 1,1

12- Area dei Buur

Geologia: Pre-cambriano: scisti cristallini, gneiss, quarziti e graniti.

Spessore acquifero : ignoto
Profondità sup. piez. (m): 8 + 20

Portata (l/sec)

Mineralizzazione (gr/l)

Acque localmente salienti nelle zone tettonizzate ed alte rate.

b) Quaternario - Pliocene: sabbie, ghiaie, detriti e sabbie limose.

Spessore acquifero (m) : 5 + 10

Profondità sup. piez. (m): 10 + 20

Portata (l/sec) : sino ad un massimo di 0,8

Mineralizzazione (gr/l) : 2,5+ 3

13 - Costa del Benadir

Geologia: Miocene e Pliocene/Quaternario: sabbie, arenarie, marne, formazioni di scogliera.

Spessore acquifero (m) : 100 - 150

Profondità sup. piez. (m): 50 + 70

Portata (l/sec) : 3,5+ 4 ed anche da 0,6 + 1,7

Mineralizzazione (gr/l) : 2,5+ 4,5; la salinità aumenta con la profondità

14 - Valli del Juba e dello Shabelle

Geologia: Quaternario: sedimenti alluvionali sabbiosi, spesso ghiaiosi, ciottoli, sabbie, limi argillosi.

Spessore acquifero (m) : 18 + 100

Profondità sup. piez.(m): 3 + 8

Portata (l/sup) : circa 20

Mineralizzazione (gr/l): 1,4+ 4

15 - Basso Juba

Geologia: a) Pliocene - Quaternario: sedimenti alluvionali, ghiaie.

Spessore (m) : 30 + 100

Prof. sup. piez. (m) : 8 - 12 sino a 30 + 60

Portata (l/sec) : sino a 5,5

Mineralizzazione (gr/l): 6 + 35

b) Miocene (?): sabbie, sabbie limose, arenarie, calcari.

Spessore (m) : 50 - 100

Prof. sup. piez. (m) : 120 + 180

Portata : ignota

Mineralizzazione (gr/l): 2,5+ 5,5

La suddivisione di Popov & Kidwai ha indubbiamente una notevole validità e rappresenta uno schema ed una sintesi fondamentali, anche se parte da presupposti di suddivisione geografici più che idrogeologici.

Durante il "Corso di Idrogeologia", da me tenuto presso la Facoltà di Geologia della Università Nazionale della Somalia nel VII° semestre degli anni 1978 e 1979, ho adottato una suddivisione idrogeologica della Somalia più semplice, che assolutamente non intendo proporre in antitesi a quella di Popov; essa è la seguente:

Unità morfologiche	Strutture idrogeol.	Tipo di alimentazione	Tipo di acquifero	Obiettivi della ricerca e dello sfruttamento
<u>PIANURE</u>	a) monoclinali	Precipitazioni atmosf.	F. freatiche	R. serbatoio a buona permeabilità.
	b) a pieghe	Perdite laterali e di fondo dei corsi	F. artesiane, profonde	Sinclinali regionali
	c) a pieghe-faglie			Pericolo di sovrasfruttamento
<u>LITORALI</u>	a) monoclinali	dipende da quella prevalente nelle zone interne	Soprattutto F. freatiche	R. a buona permeabilità.
	b) per eteropia		F. a deboli artesianesimo	Trappole per eteropia Richiamo acque salate.
<u>ALTOPIANI</u>	a) monoclinali nei dep. alluvio-coluviali	Precipitazioni atmosfer. Localmente anche perdite da c.d'acqua.	in a): F. freatiche in b): serbatoi carsici e F. artesiane	Strutture meglio alimentate. Possibilità di ricarica e neocostruzione con dighe subalvee Pericolo di intaccare le riserve permanenti
	b) di tipo carsico e/o tettonico in profondità			
	a) di fondovalle nelle alluvioni degli uadi.	Precipitazioni atmosferiche. P. "occulte"	Falde freatiche temporanee. Serbatoi carsici Sorgenti	Pozzi abbinati a diaframmi nel letto degli uadi. Miglioramenti nella captazione delle sorgenti. Creazione di serbatoi artificiali con dighe di ritenuta. Pozzi profondi nelle zone di frattura
<u>ZONE DI</u>	b) di tipo carsico nelle R. sedimentarie			
<u>MONTAGNA</u>	c) legate a zone fratturate e faglie specie nelle R. cristalline			

Appare evidente che la suddivisione da me proposta si basa sulle unità morfologiche, piuttosto che su quelle geografico-amministrative (Popov & Kidwai). Mi è sembrato infatti che la morfologia - a parità di altri fattori, naturalmente - condizioni in maniera preminente alcuni dei parametri del bilancio idrologico e quindi delle possibilità che si abbiano a costituire nel sottosuolo riserve idriche; basti infatti porre mente allo scorrimento superficiale (acque non incanalate) ed alla infiltrazione.....

Comunque è chiaro che anche questa suddivisione, come ogni altra, presenta lati non del tutto soddisfacenti; l'ho fatta tenendo conto che questo lavoro servirà anche a degli studenti.

I grandi "temi" della idrogeologia della Somalia

Nelle pagine precedenti - specialmente nel Capitolo 4° - si è fatto ripetutamente cenno a possibili "temi" di ricerca idrogeologica. Penso di riassumerli ed allargarli in questo capitolo che chiude il mio lavoro.

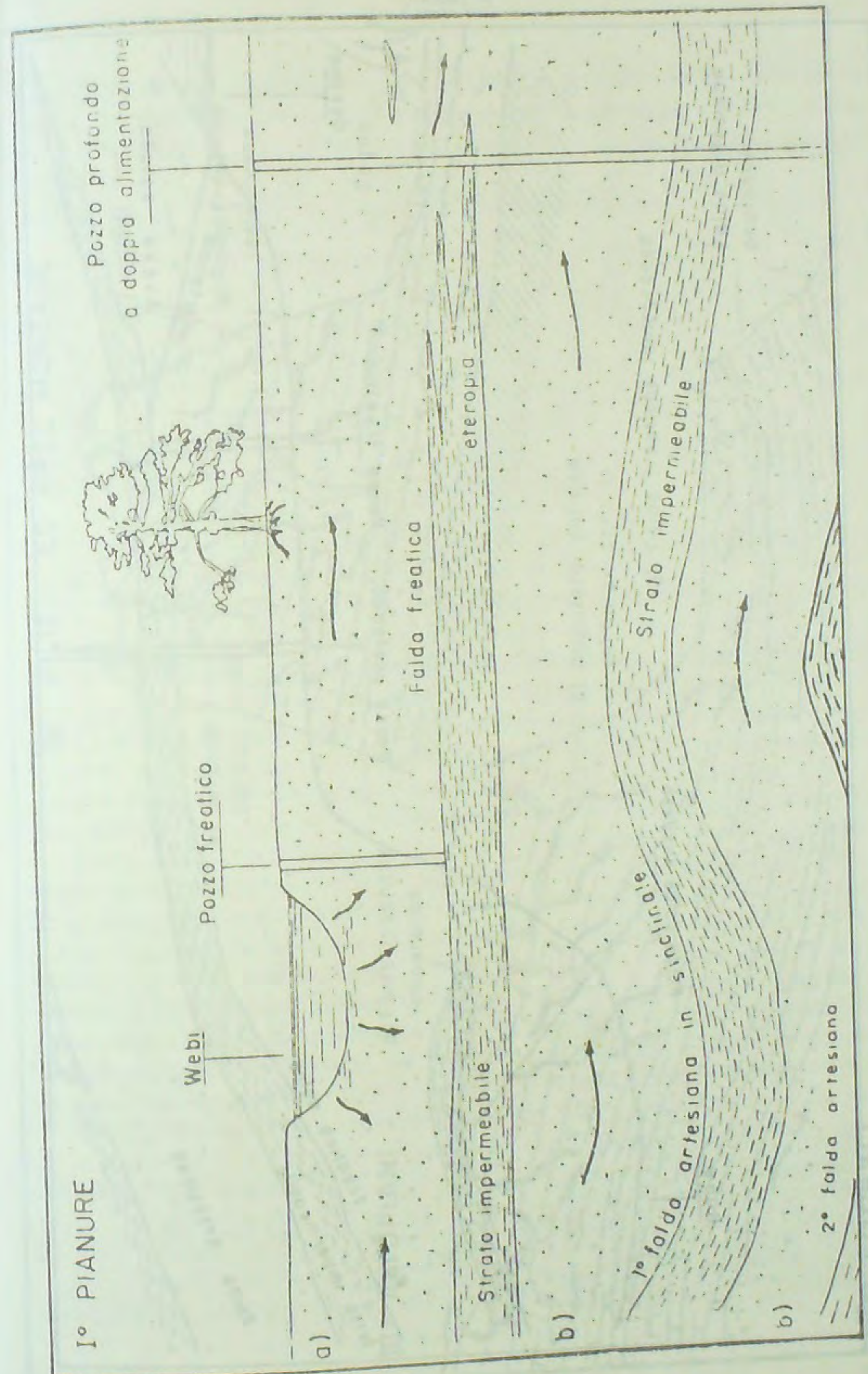
Somalia meridionale (Gedo - Juba centrale ed inferiore - Bakol - Bay - Shabele centrale e inferiore - Hiran)

Il tema centrale per queste regioni - che per ampiezza ed importanza è nazionale - è quello della regolazione e dello sfruttamento razionale delle portate dei due fiumi: Juba e Shabelle. Le grandi opere di sbarramento e derivazione - con la conseguente possibilità di irrigare territori sempre più ampi - si rifletteranno positivamente anche sulla circolazione idrica sotterranea e sulla idrochimica. Si potrà quindi verificare una ricarica artificiale delle falde che in talune zone (ad esempio nel comprensorio di Genale) sono sfruttate molto, forse troppo, intensamente.

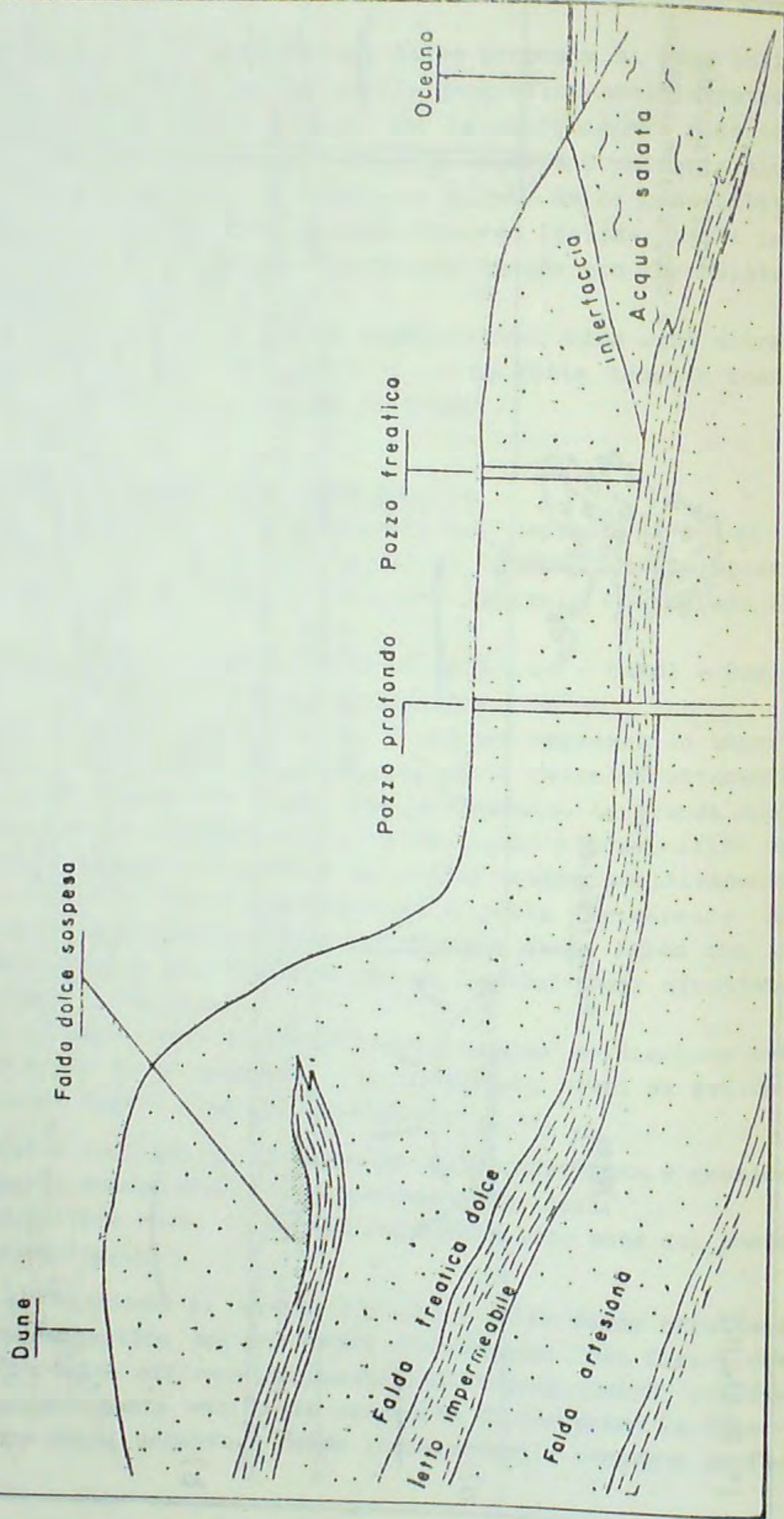
Si tratta in ogni caso di progetti di ingegneria-idraulica ove la idrogeologia è una delle componenti, ma si pongono piani di sviluppo più propriamente legati alla idrogeologia:

- a) ricerca di falde profonde, al di sotto di quelle sfruttate, e gestione delle risorse sotterranee nei comprensorii agricoli;
- b) ricerca di acquiferi nuovi in formazioni ancora poco note dal punto di vista idrogeologico.

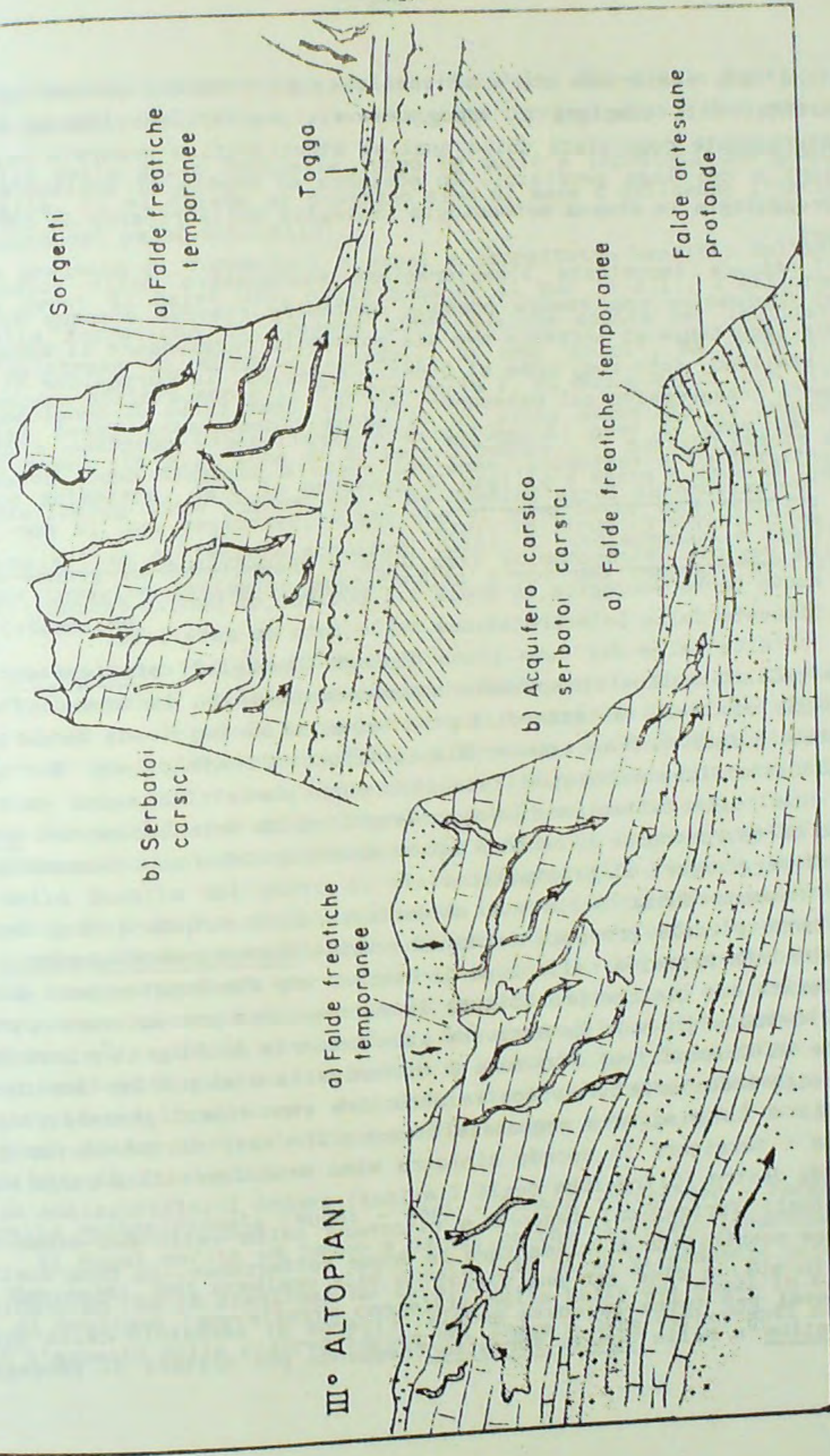
Il punto a) richiede lo studio idraulico delle falde sfruttate e quindi la determinazione dei parametri fondamentali, sia fisici che idrogeologici (porosità efficace, permeabilità, trasmissività, coefficiente di immagazzinamento ecc.); la necessità di conoscere le dimensioni geometriche degli acquiferi rende indispensabili campagne geofisiche



II° LITORALI



IV° RILIEVI ED AREE MONTANE



siche (sia elettriche che sismiche) che, al momento, sembrano le più carenti. Tali campagne si appoggeranno a pozzi-pilota ("pilot-hole") naturalmente completati dalla analisi stratigrafica accurata dei campioni e dei logs geofisici. In sostanza si tratta di applicare alla idrogeologia la stessa metodologia impiegata nella ricerca di idrocarburi.

Appare importante l'esplorazione sistematica delle formazioni del Giurassico che sembra possano contenere riserve d'acque dolci. Tale importanza si accresce ove sia possibile raggiungere il basamento cristallino, dato che, come si è detto a pag.22, la "Formazione di Adigrad" è trasgressiva sul basamento ed è costituita da conglomerati. In tal modo il tema idrogeologico è strettamente connesso a quello stratigrafico e tettonico, come del resto è evidente debba avvenire. La "Formazione di Ischia Baidoa" ed i suoi Membri vanno quindi studiati sotto i diversi punti di vista.

Nella regione intrapotamica (tra Juba e Shabelle) è di grande aiuto la nuova Carta Geologica, in scala 1:1.000.000, di Canuti-Fazzuoli-Taccozzi, ricavata dalla interpretazione delle foto da satellite.

L'alta valle del Juba (zona di Lugh Ganana) è caratterizzata da una bella sinclinale, spezzata e complicata da un sistema di faglie NNO-SSE circa all'altezza di Garba Harre; il serbatoio di Bardera potrebbe quindi portare nuove alimentazioni alle falde dei territori dell'Oltre Giuba sulle quali si conosce ben poco.

La fossa tettonica di Hoddur-Uegit, molto ben delimitata stando alla carta, potrebbe rivelarsi interessante ove vi fosse la possibilità di raggiungere il Cristallino.

Nascono dubbi sulla sua alimentazione. A sud di Ischia Baidoa si hanno piccole trappole tettoniche nella "Formazione di Hamanlei" (a SSE di Iach Bravai e nella zona di Dinsor) che forse potrebbero essere esplorate con qualche probabilità di successo (ma preventivando pozzi da 250-300 m in modo da arrivare alle "Arenarie di Adigrat" e possibilmente al Cristallino). La zona è tettonizzata e si può ipotizzare una porosità secondaria notevole; le strutture sono essenzialmente pieghettate e la giacitura regionale è verso il Juba; da questo punto di vista i territori in sponda sinistra sono meno favoriti di quelli in sponda destra (Oltregiuba degli Italiani), perchè l'infiltrazione delle eventuali irrigazioni tendono a ritornare nella valle del fiume con scarse possibilità di alimentare le acque sotterranee. La zona costiera (in s.l. e cioè per una fascia di un centinaio di Km) ha problemi uniformi per tutta la costa somala: ricerca di serbatoio nella "Merca Formation" e nella "Somali Formation"; seguendo poi criteri di pompaggio

tali da non richiamare acque salate. Da Belet Uen a Bulu Burti - e più in generale nell'Hiran - la situazione idrogeologica è dominata:

- a) dalla Valle dello Schabelle, lungo la quale è impostata una grande faglia. Ci si chiede se prosegue sino al mare a delineare l'antico sbocco del paleo-Schabelle;
- b) la presenza di formazioni a gessi e soprattutto basalti; soltanto ad ovest di Belet Uen, nella zona di El Bur in s.l., l'affiorare della "Formazione di Jesomma" offre qualche spunto per ipotizzare l'esistenza di acque utilizzabili se non "dolci". Ma oltre alla Jesomma affiora anche il Miocene della F. di Mudug-Merca, con litotipi assai interessanti anche se vi viene segnalata la presenza di gesso (in s.l. zona di El Dere-Sinadogo). Vi possono essere acque artesiane, data la presenza di argille e marne a diverse quote e non si può escludere, visto che vi sono letti impermeabili, la possibilità di isolare acquiferi dolci. E' indispensabile dapprima una indagine geologica approfondita e poi una campagna geofisica sistematica.

Somalia centrale (Galgadud - Mudug)

In parte si può applicare quanto detto per la zona di El Bur e Dusa Mareb che - per la verità - sono al centro del Distretto di Galgadu. E' quella che Popov chiama la Provincia n. 8 (Mudugh Plateau). Vi sono acque salate ed acque salienti; il problema diventa quindi anche meccanico, cioè di perforazione e di isolamento delle falde più mineralizzate. Da molti punti di vista è forse la regione più difficile della Somalia dal punto di vista idrogeologico, stante anche la scarsità di precipitazioni. Le riserve in acque sotterranee mi sembrano problematiche e scarse, anche facendo pozzi profondi. Occorrerebbe della sismica profonda per scoprire, in quello che apparentemente si mostra come un monotono altopiano, qualche struttura che valga una esplorazione, costosa ed aleatoria. Ciò non toglie che si possano fare pozzi non molto profondi o muniti di cisterne per la raccolta delle acque piovane, così come, del resto viene già fatto. Tuttavia sono regioni che ho percorso molto superficialmente e delle quali non posso dare altre informazioni.

Somalia settentrionale (Nugal - Bari - Sanaag - Togdheer - Hargeisa)

Il Nugal merita un cenno a parte, perchè ci stiamo lavorando con G. Benvenuti. Noi crediamo alle possibilità di un allevamento intensivo di bestiame (soprattutto cammelli) nella Valle del Nugal in s.str. con l'aumento della riserva idrica del Togga e zone circostanti median

Le un sistema di dighe-subalvee. La prima di queste dighe dovrebbe essere realizzata presso il villaggio di Sinujiif; le analisi chimiche delle acque le hanno dimostrate buone; già ora il pascolo è relativamente abbondante. Grossa incognita: che tipo di diaframma usare? Stiamo cercando argille adatte. Non ci si nasconde certamente un alto costo dell'opera, ma il "costo" va commisurato anche tenendo conto che gente deve pur vivere e costruire una società nei luoghi che gli sono tradizionali. Il Nugal ha un avvenire, nel contesto di tutto il Paese; non sarebbe giusto pensare soltanto allo sviluppo del Benadir ed a quello delle valli del Juba e dello Schabelle. Su questo problema rimando a quanto pubblicato da me e G. Benvenuti. Il Distretto di Bari ha problemi analoghi; lo sbarramento degli uadi che scendono da monti relativamente alti ed il diaframmare le alluvioni ove sono più spesse rappresenta una soluzione certamente valida; la ricerca con pozzi (a Bari come nel Nugal) offre ampie incertezze. La presenza dei gessi della "F. di Taleh" implica il suo attraversamento per raggiungere l'interessante formazione dei "Calcari di Auradu"; ove affiorino i "C. di Auradu" la situazione è ancora più favorevole perchè al di sotto troviamo le arenarie della "Nubian F." Scarse e dubbie le possibilità idriche della "F. di Karkar" mentre piccole riserve potrebbe contenere la "Serie di Hafun". In ogni caso, a mio giudizio - e ciò vale in particolare per la regione di Hargeisa e più, in generale, per tutta la Somalia settentrionale - il problema idrico deve avere il proprio fulcro nella creazione sistematica nelle zone di montagna di serbatoi artificiali (di media sino a piccola capacità) mediante opere di sbarramento; pozzi perforati nel letto degli uadi potranno aumentare non solo la resa ma anche la loro durata se a valle si porrà in subalveo un diaframma impermeabile (pali e semplicemente tamponi di argilla, ove possibile). I progetti della ex Amministrazione Inglese mi sono parsi assai concreti, oltre che pertinenti; andrebbero ripresi e rivisti (pagine precedenti).

Il tema delle dighe (diaframmi) subalvei è indubbiamente valido, ma la sua realizzazione incontra numerosissime difficoltà; stiamo cercando bentoniti e argille e si pensa a metodi moderni di sbarramento mediante l'impiego di fanghi autoindurenti; tutto comunque va commisurato allo stato dei luoghi (in s.l.) ed alle possibilità pratiche di realizzare certe tecniche avanzate.

Ho lasciato per ultimo il Benadir, cioè la zona di Mogadiscio; nel quadro generale della idrogeologia della Somalia è la regione più e meglio conosciuta; gli studi che vi sono stati svolti sono generalmente molto buoni ed i problemi vengono affrontati nel migliore dei

modi. Per questo ho preferito e preferisco dedicarmi ad aree meno conosciute, meno fortunate, molto più povere, ma dove vi è pur sempre della gente che deve vivere.

SISMICITA' DELLA SOMALIA *

(P.F. BIAGI)

INTRODUZIONE

Le notizie sulla sismicità del continente Africano sono estremamente scarse e frammentarie. Per il periodo precedente gli anni 50 dati sono stati ottenuti da alcune stazioni sismiche locali e da stazioni europee, in ogni caso errori di 100 Km o più nella locazione degli epicentri sono da attribuirsi agli eventi così studiati. Negli ultimi 30 anni l'installazione di nuove stazioni sismiche in alcune regioni africane e l'affinamento delle tecniche di elaborazione dei dati, hanno consentito di ottenere notizie in numero assai maggiore e più attendibili. Comunque la rete sismica attualmente in funzione nel continente non è in grado di fornire notizie complete sulla sismicità delle varie regioni; molti eventi di piccola o media intensità sfuggono all'osservazione, sia per la inadeguatezza strumentale di alcuni osservatori sismici, sia per il numero, pur sempre esiguo per un territorio così vasto, delle stazioni operanti. La rete sismica africana nel giugno 1978 consisteva di 7 stazioni della rete americana World Wide Standardized Seismograph Network distribuite in Egitto, Etiopia, Kenya, Rhodesia e Sud Africa e di non più di 20 stazioni nazionali operanti in Algeria, Angola, Gibuti, Marocco, Mozambico, Rhodesia, Senegal, Sud Africa, Tunisia e Zaire non tutte dotate di strumentazione adeguata. Nella figura è riprodotta la distribuzione nel mondo della rete sismica americana WWSSN con l'indicazione schematica dell'area coperta dalla rete sismica dei paesi dell'Est. Dalla figura risulta particolarmente evidente la scarsa copertura del continente africano,

(*) da "Quaderni di Geologia della Somalia", Vol. IV°, pag. 90-97, Mogadiscio 1980.

con una distribuzione delle stazioni per di più non omogenea.

SISMICITA' DELL'AFRICA DELL'EST

Il versante Est dell'Africa è interessato da un'attività sismica abbastanza consistente. Nella fig. 2 sono riportati gli epicentri dei terremoti che hanno interessato l'Est Africa dal 1950 al 1970, quali sono stati ricavati da Sykes-Landisman (6), Sykes (5) e Maasha-Molnar (4).

La profondità ipocentrale dei vari sismi è stata valutata minore di 50 Km; la magnitudo è risultata mediamente assai alta con punte superiori al 6,0 Richter.

Dalla figura è possibile evidenziare alcuni aspetti della sismicità in oggetto. Innanzitutto l'attività nella parte a Sud è considerevolmente alta, se la si relaziona all'assenza in quest'area di rifts attivi ben definiti. Di contro l'attività nella parte Nord è relativamente bassa, tenuto conto della tettonica attiva della regione: è possibile che la maggior parte delle deformazioni connesse avvengano sismicamente. In secondo luogo gli epicentri a Sud si distribuiscono qua e là casualmente. Sebbene molti terremoti avvengano vicino ai laghi Alberto e Tanganica, non è possibile individuare una ben definita fascia di sismicità. A Nord invece i terremoti sono associati a fasce ben definite. Le fasce di sismicità ora evidenziate rappresentano i margini di tre zolle: la zolla Arabica, la zolla della Nubia e la zolla Somala. Il moto relativo fra queste zolle è stato determinato dalla direzione delle faglie trasformi o calcolato dai postulati della tettonica a zolle.

In fig. 3 sono indicati i margini delle tre zolle considerate e i caratteri del moto relativo secondo Mekanzie (3), Davis e Molnar (1970). Studi geologico-strutturali recenti hanno indicato che la frattura del Mar Rosso si protrae fin dentro il continente, nella fossa Dancala; è quindi probabile che i margini indicati nella fig. 3 siano da rivedere e che il punto triplo T sia spostato a Sud-Ovest.

SISMICITA' DELLA SOMALIA

La regione somala è sismicamente assai poco attiva; essa è interessata marginalmente ad occidente dall'attività del rift etiopico e a Nord Nord-Est dall'attività caratteristica del Golfo di Aden e del Mar Arabico.

In questa sede ci si è occupati di compilare un primo catalogo

dei terremoti della Somalia, considerando come tali anche quelli nel Golfo di Aden tra i 43° e i 52° di longitudine Est. Il catalogo si riferisce ad eventi verificatisi fino a tutto il 1973. Attesa la difficoltà di reperire presso l'Università Nazionale della Somalia bollettini sismici e articoli specifici, il catalogo è sicuramente incompleto; esso può comunque servire come base per i lavori futuri. Il catalogo è quello della tabella I. Per i vari eventi sono indicati, ove possibile, la data, l'ora origine, le coordinate, l'intensità (in scala Mercalli Cancani Sieberg) e magnitudo (in scala Richter).

Gli epicentri degli eventi contrassegnati da asterisco sono alquanto incerti; l'errore non è inferiore ai 100 Km. Per i restanti eventi i dati riportati sono da ritenersi attendibili.

Sulla base dei primi cinque eventi catalogati, di cui è stata reperita sia la stima dell'intensità, che quella della magnitudo, è stato possibile ottenere una relazione, seppur approssimata, fra le due grandezze. Il risultato è:

$$I) M = 0.67 I.$$

I valori dell'intensità per gli eventi successivi sono stati ricavati in base alla relazione I).

L'ora origine degli eventi catalogati è riferita al tempo del meridiano di Greenwich; per quanto concerne la profondità del fuoco, i sismi considerati generalmente sono da ritenersi superficiali, cioè con ipocentro nella crosta. In ogni caso i terremoti catalogati si sono manifestati con intensità non inferiore al V° M.C.S..

Gli epicentri dei terremoti catalogati sono riportati sulla carta di fig. 4. Come si evidenzia dalla carta, solo due eventi cadono nell'entroterra somalo; si tratta però di sismi (n.2 e 6 del catalogo) il cui epicentro è localizzato con incertezza e non è da escludersi quindi che anche per questi il fuoco sia stato in mare, nel golfo di Aden o in zona limitrofa.

LA CRISI SISMICA DI BORAMA

A partire dal 29 Aprile 1980 l'entroterra della Somalia Nord-occidentale è stato interessato da una consistente attività sismica. Il fenomeno è stato particolarmente avvertito nell'area circostante Borama. L'attività sismica si è manifestata come crisi con un evento principale iniziale e una lunga serie di repliche. L'evento principale si è verificato all'alba del 29 Aprile; l'ora di inizio della registrazione dei sismografi L.P. dell'Osservatorio Italiano Centrale di Roma Monte Porzio è risultata 03.38.45 G.M.T.; la magnitudo è stata stimata

pari a 5.8 e l'epicentro è stato localizzato ad una distanza di 4680 Km da Roma. Da un sopralluogo effettuato dai Professori M. Galli, R. Sacchi dapprima e, in un secondo tempo dal Prof. G.F. Panza, dal Dott. Iannaccone e dal preside della Facoltà di Geologia dell'Università Nazionale della Somalia Ibrahim Hersi Aden, l'epicentro sarebbe da collocarsi poco a Ovest di Borama. In base alla relazione I), in precedenza ricavata, risulta per l'evento considerato un'intensità del VIII°-IX° M.C.S.. I danni nell'abitato di Borama, quali risultano dalle relazioni degli esperti suddetti, sono stati sì rilevanti ma sembrano inadeguati per un terremoto di sì elevata intensità. E' quindi nostra opinione che l'epicentro del sisma sia stato estremamente superficiale, a meno che l'area mesosismica sia da collocarsi più distante da Borama di quella individuata. Solo l'esame delle registrazioni ottenute nelle stazioni sismiche africane ed europee e l'elaborazione dei dati da esse ricavati potrà consentire di localizzare l'epicentro con attendibilità sufficiente.

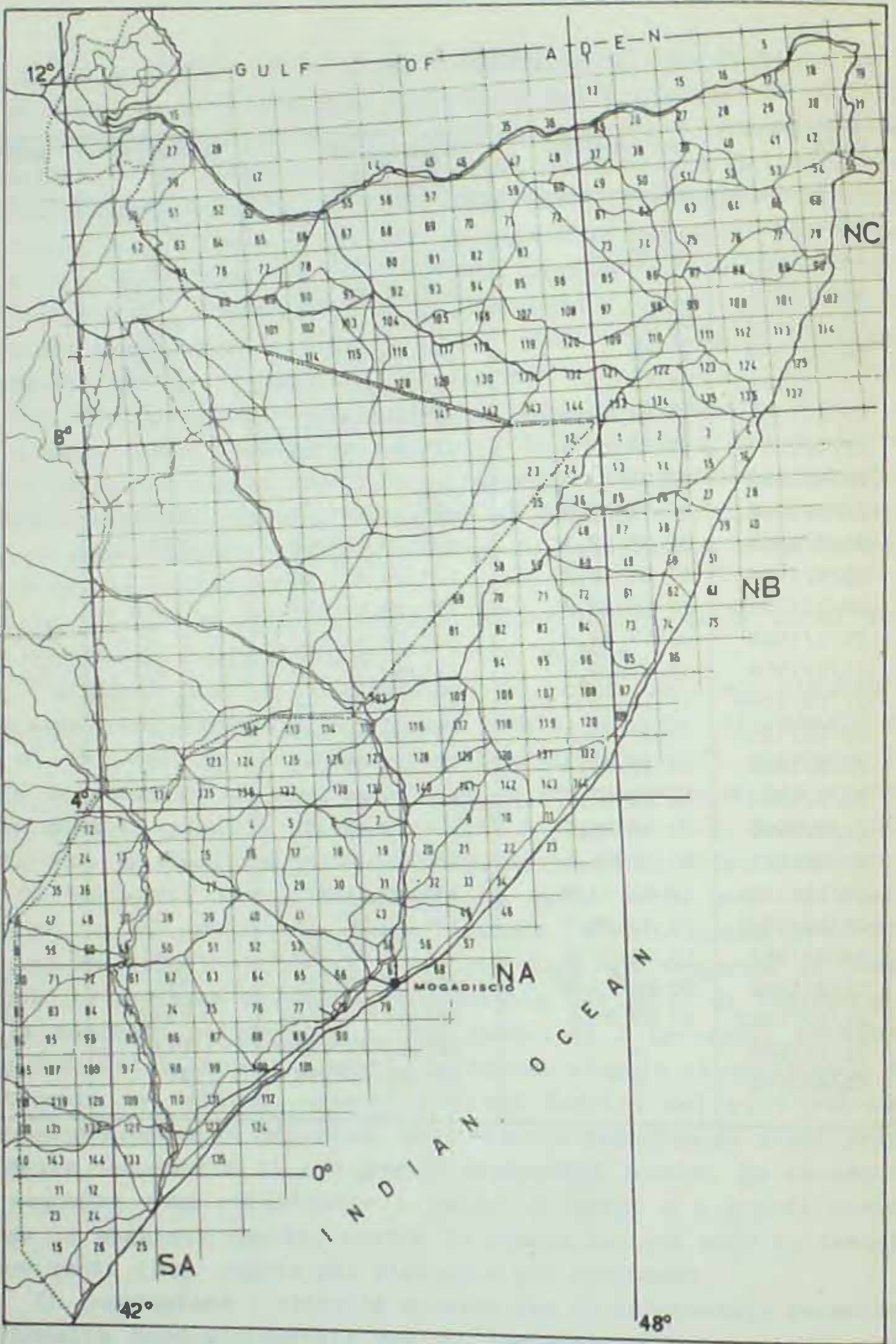
Dal 29 Aprile 1980 le scosse, alcune delle quali assai forti, sono continuate frequentissime per oltre un mese.

L'attività sismica considerata è la prima che a noi risulta aver interessato sicuramente l'entroterra somalo. Esso ha interessato un'area al di fuori delle strette fasce attive del rift etiopico e del golfo di Aden. Le caratteristiche della crisi comunque rientrano negli aspetti generali della sismicità limitrofa. F.M. Dakim, infatti descrivendo la sismicità locale registrata ad Addis Abeba così scriveva: "i terremoti locali registrati ad Addis Abeba sono di due tipi diversi: o si verificano scosse isolate, eventualmente precedute e seguite da piccola attività, o si verifica una sequenza di numerosi eventi. Le sequenze avvengono generalmente nel golfo di Tadiura e lungo la scarpata occidentale e sono associati a terremoti crostali di magnitudo relativamente elevata. Le scosse singole si verificano prevalentemente nel plateau orientale e nel Sud-Est del rift etiopico e sono generalmente di magnitudo meno elevata rispetto ai sismi principali delle sequenze o di più grande profondità locale. Ne consegue che le sequenze sono relazionate a centri dispersi o a grandi movimenti lungo le maggiori faglie, mentre le scosse isolate sono da associarsi a movimenti lungo faglie più piccole o più profonde".

In conclusione l'attività sismica che ha interessato recentemente la Somalia Nord-occidentale ben si inquadra nelle sequenze sismiche che frequentemente interessano il golfo di Tadiura, situato circa 150 Km a Nord della zona che attualmente risulta colpita. Dovrebbe quindi trattarsi di una manifestazione marginale della tettonica ivi attiva.

TABELLA I

N.	DATA	ORA ORIGINE	COORDINATE		INTENSITA'	MAGNITUDO
			LAT.	LONG.		
1	22/1/1929	-	11°,47	43°,52	IX	6.0
2	14/8/1940	08 49	10°,03	46°,22	VII	4.5
3	19/3/1941	-	10°,87	44°,00	VIII	5.5
4	28/10/1945	00 17	11°,58	43°,12	VIII	5.6
5	16/6/1949	17 58	11°,75	43°,00	VIII	5.5
6	12/11/1953	01 17	11°,05	43°,50	V	3.5
7	17/1/1955	15 35 13.2	12°,32	46°,02	-	-
8	12/4/1957	15 48 43.5	11°,54	43°,05	VII	5.0
9	24/5/1958	22 25 32.6	12°,17	43°,58	-	-
10	24/5/1958	23 53 38,0	12°,14	43°,59	VIII	5.5
11	25/5/1958	02 53 48,4	12°,13	43°,69	VII	5.0
12	28/6/1958	17 05 16,2	11°,94	45°,44	-	-
13	04/12/1958	10 25 48,3	13°,84	51°,70	-	-
14	05/1/1959	08 17 14,6	13°,72	51°,61	-	-
15	21/1/1959	13 57 29.9	13°,60	51°,76	-	-
16	21/12/1959	11 19 15,1	13°,98	51°,71	X	6.7
17	22/12/1959	00 09 39,8	13°,95	51°,40	-	-
18	25/3/1960	09 45 40,4	12°,12	46°,42	-	-
19	08/8/1960	12 28 07,7	12°,06	44°,49	VIII	5.4
20	12/9/1960	03 13 43,7	11°,78	46°,61	-	-
21	20/6/1961	03 21 29,5	12°,23	44°,34	IX	6.1
22	10/11/1961	13 52 33,4	13°,24	51°,69	-	-
23	08/12/1961	10 40 36,7	13°,45	50°,22	-	-
24	24/6/1962	15 08 18,6	13°,00	48°,60	VII	5.0
25	01/9/1962	00 38 12,8	12°,69	48°,10	VIII	5.3
26	21/12/1962	17 47 25,6	13°,87	51°,63	VII	4.7
27	21/1/1966	-	12°,11	43°,64	-	-
28	25/4/1971	-	12°,02	43°,58	VI	4.0



Quadro d'unione dei fogli delle Carte Topografiche della Repubblica Democratica Somala, scala 1:100.000, edita dal Servizio Cartografico del Ministero della Difesa.

INDICE

PRESENTAZIONE.....	1
IL BASAMENTO CRISTALLINO IN SOMALIA (F.P. Sassi-H.A. Ibrahim)	3
OUTLINE OF THE SOMALIAN BASEMENT (C. D'Amico-H.A. Ibrahim-F.P. Sassi)	15
CARATTERI GEOCHIMICO-PETROGRAFICI DEI GRANITI DEI BUR (SOMALIA MERIDIONALE).....	33
(G. Bellieni-A. Hayder-F.P. Sassi-H.A. Ibrahim- G.Zirpoli)	
NOTE DI RILEVAMENTO SUL BASAMENTO CRISTALLINO DELLA SOMALIA SETTENTRIONALE NELL'AREA RU- GAY-MAYDH-HIIS, DISTRETTO DI CEERICANO.....	51
(E. Abbate-K.M. Cali-G.V. Dal Piaz-G. Gosso- H.A. Ibrahim-G. Rigatti)	
TENTATIVO DI SCHEMATIZZAZIONE DEI PROBLEMI LITO- STRATIGRAFICI E DI CORRELAZIONE DEL BASAMENTO DEL LA SOMALIA SETTENTRIONALE.....	59
(F.P. Sassi-H.A. Ibrahim)	
QUADERNO DI PALEONTOLOGIA DELLA SOMALIA.....	67
(G. Piccoli-C.F. Hilal)	
GEOLOGIA STRATIGRAFICA DELLA SOMALIA.....	99
(A.F. Hilal-G. Pavan-E. Robba)	
PRELIMINARY REPORT ON THE JURASSIC SEQUENCE IN THE GEDO AND BY REGIONS (SOUTHWESTERN SOMALIA).....	127
(A. Angelucci-F. Barbieri-C.M. Maxamed-M.C. Caruu- sh-G. Piccoli)	
IL CRETACEO DELLA REGIONE DI HIIRAN IN SOMALIA (VALLE DELLO WEBI SHABELE) CON APPENDICE SULLA FORESTA FOSSILE DI SHEEKH GUURE).....	155
(F. Barbieri-M.M. Cabdulqaadir-I.Di Geronimo-C.C. Faa duma-P. Giulini-M.C.C. Maxamuud-G. Michelini-G. Picco li)	

PRELIMINARY STUDY ON THE PALEOGENE FORMATION OF CENTRAL SOMALIA (HIIRAN GALGADUUD MUDUG AND NU- GAAL REGIONS).....	183
(L. Altichieri-A. Angelucci-M. Boccaletti-M.M. Cabdul- qaadir)	
GEOLOGY AND OIL PROSPECTS OF SOMALIA, EAST AFRICA.....	205
(Traduzione di Mohamud Abdi Aruush)	
(S.V. Barnes)	
SU ALCUNE MINERALIZZAZIONI DELLA SOMALIA SETTEN- TRIONALE	243
(R. Massoli-Novelli-A. Ahmed Hassan)	
GRANDWATER RESOURCES IN CENTRAL SOMALIA	257
(R. Pozzi-G. Benvenuti-C.X. Mohamed-C.I. Shuu- riuje)	
LINEAMENTI DELLA IDROGEOLOGIA DELLA SOMALIA	281
(R. Pozzi)	
SISMICITA' DELLA SOMALIA.....	323
(P.F. Biagi)	

ERRATA CORRIGE

INDICE

- IL CRETACEO DELLA REGIONE DI HIIRAN.....

ERRATO

CORREZIONE

M.C.C. MAXAMUUD

M.C. CARUSH

- PRELIMINARY STUDY ON THE PALEOGENE.....

AGGIUNGERE

M.C. CARUSH, G. PICCOLI, E. ROCCA

Dipartimento Stampa e Pubblicazione
dell'UNIVERSITA' N. SOMALA