

Recenti progressi nella stratigrafia del Pleistocene inferiore

Giuliano RUGGIERI

Rodolfo SPROVIERI

Istituto di Geologia
Università di Palermo

(manoscritto ricevuto il 10 gennaio 1984)

ABSTRACT — [Recent proposal in the Stratigraphy of the Lower Pleistocene] — *Recent proposals and improvements in the Chronostratigraphy, Biostratigraphy and Biochronology of the Lower Pleistocene are reviewed and discussed. The Selinuntian (Ruggieri and Sprovieri, 1979), originally erected as Superstage and now proposed at Stage rank, covers all the Lower Pleistocene, from the N/Q boundary at about 1.65 MA to the Lower/Middle Pleistocene boundary at about 0.8 MA, with a time-span of about 0.8 MA. The Selinuntian can be subdivided into three Substages, namely Santernian (Ruggieri and Sprovieri, 1976), Emilian (Ruggieri and Selli, 1950; Ruggieri et al., 1976, emended) and Sicilian (Doderlein, 1872; Ruggieri and Sprovieri, 1975, emended). The Calabrian (Gignoux, 1910, 1913), considered as junior synonym of the Sicilian substage, can no more be used in the Chronostratigraphic scale.*

ANTEFATTO

Una tesi di dottorato (Gignoux, 1913) ha rappresentato per oltre mezzo secolo il documento fondamentale per la stratigrafia del Pleistocene inferiore marino. Non si trattava, in realtà, di una tesi « qualunque »: Gignoux era dotato di una prosa brillante e singolarmente persuasiva, grazie alla quale il lettore finiva col non rilevare anche le più radicali contraddizioni e le numerose, non tutte involontarie, lacune. Conquistato come era dalla metodicità della trattazione, dalla completezza della indagine bibliografica, dalla chiarezza ed efficacia della parte paleontologica (per la quale Gignoux si era avvalso dei consigli dei due maggiori esperti dell'epoca in malacofaune mediterranee, Ph. Dautzenberg e il Marchese di Monterosato).

Le deduzioni geologiche della tesi di Gignoux erano spesso approssimative, sempre semplicistiche (col Pliocene ed il Pleistocene costantemente interpretati come pile di strati orizzontali), la concezione delle trasgressioni addirittura infantile (con la novità delle « serie trasgressive en contre bas »), i terrazzi marini adibiti a tetto regressivo dei grandi cicli sedimentari del Pleistocene inferiore, ecc. ecc. Ovviamente, Gignoux fu la prima vittima di questi errori, ma molte altre furono le vittime, in Italia e fuori, in relazione all'entusiasmo con il quale fu accolta la sua tesi, considerata il « classico » per eccellenza nella letteratura riguardante il Quaternario marino. Tanto più che le conclusioni in quella raggiunte furono poi diffuse con le varie edizioni della fortunatissima *Géologie stratigraphique*, nella quale Gignoux mostrava una volta ancora le sue eccezionali doti di scrittore di cose geologiche.

Secondo Gignoux, a partire dalla comparsa nel Mediterraneo degli ospiti nordici, in particolare della *Arctica islandica*, si possono definire, nell'ordine, i seguenti piani:

1) *Calabriano* (nuovo, attribuito alla sommità del Pliocene), sovrapposto in continuità al « Pliocene antico » e corrispondente a un livello del mare circa 300 metri più alto di quello attuale, divisibile in un « Calabriano inferiore » con malacofaune di tipo arcaico (località tipiche Monte Mario, Vallebija, Agrigento), e un « Calabriano superiore », con malacofaune più evolute (l.t. S. Maria di Catanzaro e Monasterace);

2) *Siciliano* (Doderlein, 1872), trasgressivo, corrispondente al terrazzo a 100 metri di quota;

3) *Milazziano*, terrazzo a 50 metri di quota;

4) « Strati a Strombi » (= Tirreniano Issel).

I vari interventi coi quali si cercò successivamente di modificare questa stratigrafia furono più o meno fortunati.

La Commissione Temporanea istituita in occasione del 18° Congresso Geologico Intern. in Londra 1948 decideva che il Quaternario dovesse farsi iniziare coi primi segni di deterioramento del clima nel Mediterraneo, precisamente con l'inizio del piano Calabriano (London, 1950). Questa deliberazione, che semplicemente spostava il limite Neogene-Quaternario da sopra a sotto il Calabriano, fu poco tempo dopo esplicitamente accettata dallo stesso Gignoux. Nella stessa occasione Ruggieri & Selli (1950) proponevano di inserire fra Calabriano e Siciliano una nuova unità, il piano Emiliano.

Ruggieri (1951, 1953) sulla base dell'esame di malacofaune dei livelli con « ospiti nordici » del Catanzarese e di una rimediazione dei dati di Gignoux, arrivava alla conclusione che il « Calabriano superiore » ed il Siciliano debbono essere correlati. Si prospettava così la necessità di emendare profondamente il Calabriano, il quale sarebbe restato piano valido, ma ristretto alla sua parte più antica, il « Calabriano inferiore ». Questa opinione non incontrò nessun seguito. Rifiutando di emendare a questo modo il Calabriano, si perdeva l'ultima occasione di salvarlo come piano valido.

Relazione invitata alla seduta tematica della Società Paleontologica Italiana sul Pleistocene inferiore, Bologna 27 ottobre 1983. Lavoro pubblicato coi fondi del M.P.I., 40%.

Lo stesso Ruggieri (1961) riprendeva l'argomento da un punto di vista strettamente biostratigrafico, riconoscendo nella successione con «ospiti nordici» della penisola italiana e della Sicilia due biozone, e precisamente una *zona C*, caratterizzata dalla comparsa degli «ospiti nordici», in particolare di *Arctica islandica*, seguita da una *zona D*, nella quale ai preesistenti ospiti nordici si aggiunge il foraminifero (di provenienza boreale) *Hyalinea baltica*. Nella *zona C* venivano a cadere le faune di tutte le sezioni sulle quali Gignoux aveva basato il Calabriano inferiore, mentre Calabriano superiore, Emiliano e Siciliano avrebbero contenuto faune pertinenti alla *zona D*. Questa biozonazione, certamente più dettagliata di quella che nel frattempo andava maturando negli Oceani, dove per tutto il Quaternario si riconosceva l'unica *zona a Globorotalia truncatulinoides* di Banner & Blow (1965), non ebbe accoglienza favorevole presso gli specialisti. Infatti, fu rigettata da alcuni fra i più autorevoli stratigrafi italiani (Selli, 1967; Azzaroli & Cita, 1967) con la speciosa argomentazione che le due zone sarebbero pure apparenza, dovuta alle diverse esigenze batimetriche delle due specie prescelte a marker di *zona*, che solo in rarissimi casi riuscirebbero a coesistere. Questo argomento continuò ad essere pervicacemente utilizzato, anche dopo che ne era stata dimostrata la inconsistenza scientifica (v. Ruggieri, 1976).

Nel frattempo, andava universalmente imponendosi il principio, poi codificato in Hedberg (1976), che le unità cronostatigrafiche debbano essere ancorate a ben identificate successioni cronologiche. In questo quadro, ma evidentemente tenendo in non cale le opinioni di Ruggieri (1951, 1953, 1961), Selli (1971) proponeva formalmente a stratotipo (lectostratotipo) del piano Calabriano la sezione di S. Maria di Catanzaro. Il nuovo stratotipo, formalmente valido e come tale irreversibile, fu nei fatti universalmente accettato. Questa scelta risultava determinante nel decretare la fine del piano Calabriano.

LA NUOVA CRONOSTRATIGRAFIA

I fortunati miti creati da Gignoux dovevano però alla lunga cedere di fronte al paziente, metodico esame dei fatti, lasciando un vuoto che venne gradatamente occupato da una nuova stratigrafia del Pleistocene inferiore.

Le prime sorprese le dette il riesame, mediante i microforaminiferi, della sezione di S. Maria di Catanzaro (Sprovieri *et alii*, 1973), dimostrando che il Calabriano del colle di S. Maria è disposto secondo una monoclinale *trasgressiva* su un substrato pliocenico piegato a sinclinale. Tale giacitura da un lato comprometteva la definizione stessa del Calabriano, dimostrando che proprio nello stratotipo non esisteva la asserita continuità col Pliocene, dall'altro dava adito al sospetto che il segmento trasgressivo potesse essere alla base incompleto di uno spessore più o meno rilevante della sequenza con ospiti nordici (come fu poi dimostrato dalle indagini successive).

Riconosciuta la inadeguatezza della sezione di S. Maria di Catanzaro a rappresentare lo stratotipo del Calabriano, si passò a considerare (Greco *et alii*, 1974) l'altra sezione descritta con un certo dettaglio in Calabria da Gignoux (1913), la sezione di Monasterace, con risultati del tutto comparabili: un pacco di sedimenti marini pleistocenici suborizzontali, trasgressivi su una monoclinale pliocenica. In altre parole, le due sezioni descritte in Calabria da Gignoux con un certo dettaglio quali le meglio rappresentative del suo nuovo piano apparivano in contrasto con la definizione di questo poiché mancavano proprio di quei sedimenti basali del Pleistocene per i quali il Calabriano era stato istituito.

Contemporaneamente, si procedeva ad una revisione del piano Siciliano, istituito da Doderlein (1872) ed emendato da Gignoux (1913), che ne aveva circoscritto la località tipo agli affioramenti dei dintorni di Palermo. Al fine di ottemperare anche per il Siciliano alla corretta prassi di riferimento ad una successione litologica, Ruggieri *et alii* (1976) proponevano quale stratotipo lo spessore di sedimenti (attraversato da un sondaggio) che nei dintorni del paese di Ficarazzi, presso Palermo, caratterizza la locale successione pleistocenica inferiore. Come limite inferiore del piano veniva proposto il livello litologico in corrispondenza del quale compare *Globorotalia truncatulinoides excelsa* (allora determinata come *Globorotalia truncatulinoides*), una forma che nei sedimenti argillosi ancora affioranti nella cava Puleo di Ficarazzi è molto frequente e ben rappresentata e che nel lavoro di routine dei micropaleontologi operanti in Sicilia era da tempo utilizzata come fossile guida del Siciliano. Lo studio della successione pleistocenica di Ficarazzi, attraversata per tutto il suo spessore da un sondaggio a carotaggio continuo che ne ha raggiunto la base, rappresentata da un conglomerato trasgressivo sul «Flysch Numidico» (Paleogene), portò per la prima volta dati certi dimostranti che *Globorotalia truncatulinoides* (intesa nel senso di *G. t. excelsa*) non è presente fino dalla base del Pleistocene, ma compare ben dopo l'arrivo degli ospiti nordici.

La definizione dello stratotipo del Siciliano ebbe immediata ripercussione sul Calabriano. Fu infatti estremamente facile rendersi conto che non solo la giacitura degli stratotipi dei due piani è identica (entrambi fanno parte di una successione trasgressiva), ma che i due stratotipi sono correlabili anche da un punto di vista stratigrafico. In entrambe le successioni, infatti, ad un limitato segmento caratterizzato dalla presenza di *Arctica islandica* e *Hyalinea baltica*, segue un certo spessore di sedimenti con *Globorotalia truncatulinoides excelsa*: la comparsa, mediterranea, di questa sottospecie è pertanto riconoscibile in entrambe. Tale constatazione comportò la immediata correlazione tra i due stratotipi, e la declassazione a più giovane sinonimo del Siciliano del piano Calabriano. Si tentò, è vero, di farlo sopravvivere restringendolo, come già un tempo proposto da Ruggieri (1953), al significato di «Calabriano inferiore» (Ruggieri *et alii*, 1976), ma un più ponderato esame del problema suggerì di abbandonare questa idea, in quanto la materializzazione del Calabriano nello stratotipo di S. Maria di Catanzaro toglieva a questa soluzione ogni possibilità di successo, come contraria alle regole di nomenclatura stratigrafica. Come Calabriano può essere inteso inderogabilmente solo quanto emerge dalla sua sezione stratotipica, ed il fatto che la sezione di S. Maria di Catanzaro non comprenda quanto Gignoux intendeva con la espressione «Calabriano inferiore» è spiacevole, ma irrilevante (Ruggieri & Sprovieri, 1976).

La situazione cronostatigrafica del Pleistocene inferiore era a questo punto estremamente lacunosa, con un solo piano valido, il Siciliano, rappresentativo solo della porzione sommitale. Era necessario colmare tale lacuna, allo scopo di evitare che una parte della scala cronostatigrafica, corrispondente all'intervallo più basso del Pleistocene inferiore, restasse senza nome. Al fine di evitare la introduzione di nuovi nomi nella fin troppo affollata nomenclatura stratigrafica pleistocenica si colse l'opportunità (Ruggieri *et alii*, 1976) della esistenza del piano Emiliano (Ruggieri & Selli, 1950), ridefinendolo in applicazione delle più moderne regole stratigrafiche nella sezione del fiume Santeramo, prendendone a base il locale livello di comparsa di *Hyalinea baltica*. La sua sommità era ovviamente definita dalla base del piano successivo, il Siciliano (purtroppo non rappresentato nella sezione del Santeramo). Anche in questo modo, tuttavia, non si riusciva a coprire tutto l'intervallo innominato, poiché la parte più bassa del Pleistocene in-

feriore, compresa fra il limite N/Q e la comparsa di *Hyalinea baltica*, restava senza nome. Fu perciò gioco-forza ricorrere ad un nuovo nome, il piano Santerniano (Ruggieri & Sprovieri, 1976), il cui stratotipo fu pure ubicato nella sezione del Santerno, a comprendere il pacco di strati fra il livello corrispondente al limite N/Q e la base dell'Emiliano, quale più sopra definita.

Infine, considerato che i tre piani Santerniano, Emiliano, Siciliano rappresentavano, con le loro faune ad ospiti nordici, una naturale unità paleontologica, e che essi coprivano intervalli di tempo molto brevi, si propose di comprenderli nel nuovo superpiano Selinuntiano (Ruggieri & Sprovieri, 1979). In accordo con le regole di nomenclatura non si ritenne necessario di stabilire per quest'ultimo uno stratotipo di riferimento, considerando suo valido sostituto la sommatoria degli stratotipi parziali dei tre piani che esso inglobava.

LA BIOSTRATIGRAFIA

La revisione cronostratigrafica sopra discussa trasse forza e argomenti da una revisione della biostratigrafia. I dati biostratigrafici che risultavano permisero da un lato di confermare lo sfasamento dell'arrivo nel Mediterraneo di *Arctica islandica* e di *Hyalinea baltica*, dall'altro di dimostrare definitivamente l'esistenza di un intervallo superiore caratterizzato dalla presenza di un altro marker, allora ancora indicato come *Globorotalia truncatulinoides*, più tardi riconosciuto rappresentare una distinta sottospecie, *G. t. excelsa*. Tale forma, mai rinvenuta nella parte bassa della successione pleistocenica, costantemente entra come componente dell'associazione planctonica a foraminiferi solo a partire da un livello successivo alla comparsa di *Hyalinea baltica*. Vennero pertanto proposte (Ruggieri & Sprovieri, 1975) tre biozone, rispettivamente zona ad *Arctica islandica* (o zona C), zona a *Hyalinea baltica* (o zona D), zona a *Globorotalia truncatulinoides* (o zona E). I limiti inferiori di queste zone erano definiti dalla comparsa dei rispettivi markers, e venne fornito (Ruggieri & Sprovieri, 1977) un lungo elenco di specie (molluschi, ostracodi, foraminiferi) che rispettivamente le caratterizzavano.

Ben presto emerse la possibilità di riconoscere con valida approssimazione la base della zona ad *Arctica islandica* con la comparsa di *Globigerina cariacensis* (Ruggieri & Sprovieri, 1975, INQUA Congress Birmingham; Colalongo, 1975, *ibidem*; Sprovieri, 1978), con la possibilità pertanto di individuare anche una zona a *Globigerina cariacensis* in sostituzione della zona ad *Arctica islandica*. Tale possibilità rese meno rilevante, nella zonazione proposta, la presenza di markers bentonici, controllati ecologicamente più di quanto non siano le forme planctoniche.

Riferendosi agli stratotipi proposti, la base di ognuna delle tre biozone coincideva volta a volta con la base del Santerniano, dell'Emiliano, del Siciliano.

Questo schema crono- e biostratigrafico fu aspramente criticato da Haq *et alii* (1977) sulla base del fatto che era definito da eventi biostratigrafici di forme controllate ecologicamente, e da un marker (*Globorotalia truncatulinoides*) ritenuto estremamente raro e quindi di scarsa utilità nella successione pleistocenica mediterranea. Vista altresì la totale mancanza di certezza che quegli eventi potessero considerarsi isocroni (carattere condizionante la validità cronostratigrafica di uno schema biostratigrafico), con una non celata punta di scherno tutta la proposta veniva accusata di essere radicalmente sbagliata. Ma era destino che le argomentazioni di Haq *et alii* dovessero presto avere una esauriente smentita.

Con il lavoro di Gartner (1977) la biostratigrafia pleistocenica a nannoplancton calcareo assumeva una indiscutibile con-

cretezza. Il riscontro di una successione di biozone (basate su comparse, scomparse e intervalli di acme) in varie aree a basse e medie latitudini evidenziava da un lato l'ampia validità geografica di quegli eventi di riferimento, dall'altro permetteva una più dettagliata biostratigrafia planctonica di questo intervallo e sicure correlazioni tra successioni anche molto distanti tra loro. La successione di eventi di questi markers planctonici, non soggetti a fattori ambientali locali e riconoscibili sia in successioni di acque profonde che di acque basse, rendeva il nannoplancton calcareo uno strumento estremamente valido per controllare, con un tipo di associazione di differenti esigenze ecologiche, gli eventi riconosciuti in altri gruppi faunistici. Vari lavori di Raffi e Rio (1979, 1980, 1980a) e Rio (1982) dimostrarono senza possibilità di dubbio la utilizzabilità anche nelle successioni mediterranee delle zonazioni proposte nelle aree oceaniche. Dimostrarono inoltre, prendendo in considerazione le principali sezioni plio-pleistoceniche italiane, che le comparse di *Arctica islandica*, di *Hyalinea baltica* e di *Globorotalia truncatulinoides excelsa* mantenevano un costante rapporto rispetto agli eventi a nannoplancton calcareo. La biostratigrafia integrata che ne risultava vedeva costantemente associate la comparsa di *Arctica islandica* con quella di *Gephyrocapsa oceanica* s.l., la comparsa di *Hyalinea baltica* con la scomparsa di *Cyclococcolithus macintyre* (o meglio, con la comparsa delle « Large *Gephyrocapsae* ») e la comparsa di *Globorotalia truncatulinoides excelsa* con la scomparsa di *Helicosphaera sellii* (o meglio, con l'acme delle « small *Gephyrocapsae* »). La zonazione originariamente proposta da Ruggieri e Sprovieri (1975) si confermava pertanto valida, con in più la riprova di un sufficiente isocronismo dei livelli di comparsa dei relativi markers: di riflesso, anche i limiti cronostratigrafici dei piani proposti si confermavano validi. Tali studi dimostrarono anche (Rio, 1982) che, almeno con buona approssimazione, è possibile riconoscere su basi biostratigrafiche i tre piani proposti anche al di fuori del Mediterraneo.

Il rinvenimento in alcune sezioni affioranti in Sicilia di una ricca associazione a foraminiferi planctonici contenente *Globorotalia truncatulinoides* in un limitato spessore chiaramente attribuibile a livelli prossimi alla base della zona a *Globorotalia inflata* (base del Pliocene superiore secondo gli Autori mediterranei), permise di riconsiderare il significato della comparsa di questo marker, generalmente associata dagli Autori stranieri alla base del Quaternario. Il livello litologico di provenienza è costantemente sottostante al livello litologico nel quale è individuabile il limite N/Q (quale definibile alla Vrica). A conferma del carattere pliocenico di questo livello, la sua associazione a nannoplancton calcareo è costantemente caratterizzata dalla presenza di *Discoaster brouweri* (e in particolare della sua forma triradiata che, praticamente assente nei livelli più antichi, esclude la possibilità di un rimaneggiamento), una specie che nella sezione della Vrica si estingue ben al di sotto del limite N/Q (Raffi e Rio in Pasini & Colalongo, 1982). Tale associazione dimostra inoltre (Rio *et alii*, in corso di stampa) che la comparsa di *Globorotalia truncatulinoides* nel Mediterraneo è praticamente sincrona con la sua comparsa negli Oceani, dove egualmente si realizza in coincidenza della parte sommitale della distribuzione di *Discoaster brouweri*, poco sotto la base dell'Olduvai (Haq *et alii*, 1977). Si deve pertanto concludere che la comparsa di *Globorotalia truncatulinoides str. s.* è un evento pliocenico e non riferibile al limite plio-pleistocenico. La sua eventuale utilizzazione per riconoscere la base del Pleistocene comporta un notevole errore e in particolare trasferisce nel Pleistocene tutto lo spessore di sedimenti attribuibili al Pliocene superiore secondo la stratigrafia di molti Autori italiani (e delle stesse carte geologiche italiane).

La popolazione a *Globorotalia truncatulinoides* presente nel livello pliocenico costantemente presenta caratteri morfologici differenti da quelli della popolazione proveniente dai depositi del Pleistocene inferiore avanzato. Tali differenze indussero Sprovieri *et alii* (1981) ad istituire una nuova sottospecie, *Globorotalia truncatulinoides excelsa*, particolarmente significativa da un punto di vista stratigrafico. Infatti, mentre *Globorotalia t. truncatulinoides* compare nella parte alta del Pliocene, la nuova sottospecie compare solo a partire dal Pleistocene e, nel Mediterraneo, dalla base del Siciliano. La ampia sinonimia volutamente riportata in quel lavoro permette di rendersi conto che tutte le precedenti citazioni di *Globorotalia truncatulinoides* nel Pleistocene italiano sono in effetti da riferire a questa sottospecie. Di conseguenza anche la forma citata e discussa come *Globorotalia truncatulinoides* in precedenti lavori da Ruggieri e Sprovieri (1975, 1976, 1977, 1979) da Sprovieri (1977, 1978) e la relativa definizione (e denominazione) di biozona (zona a *Globorotalia truncatulinoides*) devono essere riferite a *Globorotalia truncatulinoides excelsa*.

LA BIOCRONOLOGIA

Lo studio biostratigrafico di un ormai elevato numero di carote oceaniche ottenute durante il DSDP ha comportato rilevanti progressi, convalidando, affinando e migliorando quanto già conosciuto nella successione degli eventi biostratigrafici, specialmente per quanto riguarda il plancton calcareo. La identificazione di molti di questi eventi in successioni nelle quali erano disponibili anche dati radiometrici o paleomagnetici ha permesso di calibrarli con la scala paleomagnetica e, di conseguenza, di inserirli nella scala assoluta dei tempi. Questa operazione per molti eventi è ormai stata eseguita su numerose successioni, e pertanto i dati ottenuti, sempre tra loro ben comparabili, appaiono del tutto accettabili. Tali eventi biostratigrafici, pertanto, vengono ormai generalmente usati per una valutazione della età assoluta dei relativi livelli di comparsa o di estinzione. Un loro possibile diacronismo può essere sospettato specialmente se trasferiti nel Mediterraneo, che durante il Pliocene ed il Pleistocene rappresentò una massa d'acqua in condizioni di comunicazione non sempre facili con quella oceanica. Tuttavia una ricalibratura dei dati oceanici secondo la più recente scala paleomagnetica di Mankinen e Dalrymple (1979), la loro comparazione con i risultati biostratigrafici del pozzo 132, (Leg 13, DSDP) eseguito nel Mediterraneo, controlli incrociati su numerose più o meno lunghe e continue successioni plio-pleistoceniche affioranti in Italia, la ricostruzione della curva di velocità di sedimentazione nelle più importanti di queste sezioni hanno reso possibile (Rio *et alii*, in corso di stampa) importare (e in alcuni casi ricalibrare) nel Mediterraneo alcuni eventi biocronologici valutati in aree extramediterranee. Il riconoscimento che essi si seguono costantemente nello stesso ordine nel quale vengono riconosciuti nelle successioni oceaniche dimostra che non sono presenti diacronismi di ordine maggiore. La eventualità che per motivi ecologici possa essere considerata nel suo complesso diacrona nel Mediterraneo rispetto agli Oceani tutta la successione di eventi è chiaramente da scartare. Poiché si tratta di dati integrati basati su due differenti gruppi di organismi (faunistici e floristici), con ben diverse esigenze ecologiche, difficilmente una eventuale interferenza ecologica avrebbe potuto agire nello stesso modo su entrambe le associazioni, continuando per di più a mantenere in entrambe (e tra entrambe) lo stesso ordine di successione. Se si accetta che valori di età calcolate per lo stesso evento e compresi in un intervallo di 0,1-0,2 MA possono essere considerati tra loro

isocroni, con l'eventuale sfasamento imputabile a fattori operazionali (spaziatura nella campionatura, tempo di osservazione dei campioni, difficoltà tassonomica o soggettività nella identificazione di livelli di comparsa o scomparsa di markers compresi in una linea filogenetica continua) e a inconvenienti di carattere geologico e sedimentologico (cambiamenti di velocità di sedimentazione difficilmente apprezzabili, dissoluzione, limitati spostamenti verticali di sedimenti ad opera di limivori, piccole lacune intraformazionali, influenze locali sulla distribuzione nel tempo e nello spazio dei fossili), è possibile rendersi conto che le età calcolate sono del tutto consistenti tra loro. Si riconosce pertanto che una differenza di valutazione compresa in un intervallo di errore di tempo di circa 0,1 MA nel Matujama inferiore (Pliocene sommitale-Pleistocene inferiore), dove sono a disposizione maggiori e più fitti dati biocronologici e paleomagnetici, e di circa 0,2 MA nel Gilbert-Gauss (Pliocene inferiore-Pliocene superiore) dove tali dati sono tra loro maggiormente spazati, è una riprova di sincronismo dell'evento considerato. Un margine di errore di così limitata entità nella valutazione dei tempi del Pliocene è, nella maggior parte dei casi, inferiore a quello ottenibile con mezzi radiometrici.

La introduzione dei dati biocronologici ha permesso di dare una maggiore concretezza alla biostratigrafia e cronostratigrafia del Pleistocene inferiore. La comparsa di *Arctica islandica* nel Mediterraneo non può essere più antica di 2,05 MA e più recente di 1,5 MA. Il valore più antico è determinato dal fatto che costantemente *Arctica islandica* compare in livelli ben successivi alla comparsa di *Globorotalia inflata*. La comparsa di questa ultima specie è rilevabile nel Mediterraneo in coincidenza della comparsa di *Globorotalia truncatulinoides truncatulinoides* ed entrambi questi eventi sono stati calibrati (Rio *et alii*, in corso di stampa; Rio *et alii*, in preparazione) a circa 2,05 MA. Per quanto riguarda il limite superiore della datazione della comparsa di *Arctica islandica* nel Mediterraneo, esso è limitato dalla scomparsa di *Cyclococcolithus maclintocki* (valutata a circa 1,5 MA, vedi Rio, 1982; Rio *et alii*, in preparazione) che si riconosce costantemente (Raffi e Rio, 1980, 1980a) in livelli successivi alla comparsa di *Arctica islandica*. La constatazione poi che la comparsa mediterranea di *Arctica islandica* è sempre riconoscibile in livelli molto prossimi alla comparsa di *Gephyrocapsa oceanica* s.l., valutata nel Mediterraneo (Rio *et alii*, in corso di stampa) a circa 1,62 MA, permette di restringere ulteriormente l'intervallo di tempo nel quale questo « ospite nordico » comparve nel Mediterraneo. Risulta pertanto inequivocabile che l'intervallo paleomagnetico normale nel quale tale specie compare deve essere attribuito all'Olduvai e non può essere attribuito al Reunion. Qualunque pretesa di attribuire a tale unità paleomagnetica l'intervallo normale nel quale è riconoscibile la comparsa mediterranea di *Arctica islandica* cozza contro una ormai ben definita e collaudata biostratigrafia. Essa ha come valido supporto una costante successione di eventi reciprocamente controllati in differenti gruppi di organismi planctonici lungo sezioni estese e continue, comprensive di tutto il Pliocene e parte del Pleistocene inferiore e non su limitati affioramenti di piccolo spessore e di incerta attribuzione biostratigrafica per assenza di markers. È d'altra parte accettato da tutti gli Studiosi che con riconosciuta competenza si occupano di stratigrafia paleomagnetica che la individuazione stratigrafica dei successivi eventi paleomagnetici non può in nessun modo prescindere dalla loro valutazione biostratigrafica. Il limite N/Q quale definito nella sezione della Vrica immediatamente al di sopra della sommità dell'Olduvai, valutato a circa 1,66 MA sia con metodi biocronologici (poco sotto il FAD di *Gephyrocapsa oceanica* s.l., Rio, 1982) che con metodi paleomagnetici (Tauxe *et alii*, 1983) è pertanto del tutto

correlabile, con la approssimazione di circa 0,1 M A, sopra discussa, con la comparsa di *Arctica islandica* nel Mediterraneo.

La comparsa di *Hyalinea baltica* in tutte le sezioni analizzate è associata (Raffi e Rio, 1980, 1980a; Rio, 1982) con la comparsa delle « Large *Gephyrocapsae* », di poco successiva alla scomparsa di *Cyclococcolithus macintyreii*. Il LAD di questo ultimo marker, riconosciuto sopra la comparsa di *Gephyrocapsa oceanica* s.l. sia nel Mediterraneo che negli Oceani, è stato datato a circa 1,5 M A (Rio, 1982; Rio *et alii*, in corso di stampa). Semplici calcoli basati sulla velocità di sedimentazione hanno permesso di datare ripetutamente la comparsa delle « Large *Gephyrocapsae* » a circa 1,4 M A, che è pertanto anche la valutazione della comparsa di *Hyalinea baltica* nel Mediterraneo e di riflesso, l'età assoluta della sommità del Santerniano (e della base dell'Emiliano).

La comparsa mediterranea di *Globorotalia truncatulinoides excelsa* si realizza poco sopra la estinzione di *Helicospaera sellii* e la base della zona a nannoplancton calcareo a « Small *Gephyrocapsae* ». Il LAD di *Helicospaera sellii* è valutato a circa 1,2 M A (Rio *et alii*, in corso di stampa) e la comparsa di *Globorotalia truncatulinoides excelsa* nel Mediterraneo è valutabile a circa 1,15 M A (Rio *et alii*, in corso di stampa), che rappresenta pertanto l'età assoluta della sommità dell'Emiliano (e della base del Siciliano). Per quanto riguarda la sommità del Siciliano, non proposta all'atto della istituzione del suo stratotipo per mancanza di sufficienti elementi stratigrafici, essa verrà discussa in particolare nel prossimo paragrafo. Viene qui solo anticipato che essa è databile a circa 0,8 M A. Risulta pertanto che, sulla base di una ormai ben confermata biocronologia a plancton calcareo, i tre piani Santerniano, Emiliano e Siciliano coprono effettivamente singoli intervalli di tempo molto limitati, che mal si adattano alla durata di un piano geologico.

LE ULTIME PROPOSTE

Sulla base di dettagliate analisi isotopiche dell'ossigeno e di studi quantitativi sulle associazioni faunistiche (Shackleton e Opdyke, 1973, 1976; Thunell, 1979; Thunell and Williams, 1983; Prell, 1982 *inter alios*) è stato possibile riconoscere nel Pleistocene due differenti condizioni climatiche: mentre infatti la sua parte superiore è interessata da ampie oscillazioni isotopiche e climatiche, la sua parte inferiore mostra fluttuazioni climatiche meno rilevanti e minori variazioni isotopiche. Per indicare questi due differenti regimi Shackleton e Opdyke (1973) introdussero il concetto di Pleistocene glaciale e Pleistocene preglaciale. Il passaggio dalle condizioni preglaciali a quelle glaciali si realizza poco sopra la sommità dello Jaramillo e precede la base del Brunhes, ed è stato valutato da Shackleton e Opdyke (1976) a circa 0,8 M A, in coincidenza dello Stage isotopico freddo 22. Esso rappresenta, nella successione pleistocenica, il primo sensibile raffreddamento paragonabile a quelli successivi riconoscibili nella parte alta del Pleistocene. Poiché la base della zona a nannofossili *Pseudoemiliana lacunosa* corrisponde alla sommità dello Jaramillo (Rio, 1982), con una valutazione pertanto di circa 0,9 M A (Mankinen e Dalrymple, 1979), l'inizio del Pleistocene glaciale cade poco sopra la base di questa zona.

L'area intorno all'abitato di Ficarazzi (Palermo) rappresenta la località tipo del Siciliano (Gignoux, 1913) e in questa successione pleistocenica recentemente Ruggieri *et alii* (1976) hanno definito, a partire dal livello litologico di comparsa di *Globorotalia truncatulinoides excelsa*, lo stratotipo del Siciliano. Attraversato per tutto il suo spessore non affiorante da un sondaggio a carotaggio continuo eseguito nella cava Puleo,

il Pleistocene è ancora rappresentato nella cava stessa da un limitato spessore di sedimenti bene esposti in una piccola sezione composita, affiorante a circa 150 metri dal sondaggio stesso. Sulla base di semplici ricostruzioni stratimetriche è stato possibile ricostruire che la base della piccola sezione affiorante si trova circa 1 metro al di sopra del più alto campione valido prelevabile nella successione carotata (rappresentata nei suoi 6 metri sommitali da materiale di riporto della vecchia cava, e pertanto non utilizzabili). Nella parte intermedia della sezione affiorante è esposto il classico affioramento di Siciliano già studiato da molti Autori precedenti (v. Gignoux, 1913) e rappresentato da un bancone biocalcarenitico dello spessore di 40 centimetri, estremamente ricco di fossili e in particolare di *Arctica islandica*. Lo studio biostratigrafico della intera successione locale ha permesso di riferire alla zona a *Hyalinea baltica* la parte inferiore del sondaggio, mentre la sua parte superiore, a partire da 25,70 metri dal piano di campagna, e lo spessore della sezione affiorante, è riferibile alla zona a *Globorotalia truncatulinoides excelsa*. In termini di zone a nannoplancton calcareo, la parte inferiore del sondaggio è riferibile alla zona a *Helicospaera sellii* (fino a 29 metri dalla sommità), la parte intermedia (fino a 12 metri dalla sommità) è riferibile alla zona a « Small *Gephyrocapsae* », e infine la parte più alta e lo stesso spessore affiorante nella cava al di sotto di un bancone quarzarenitico trasgressivo post-Siciliano, è riferibile alla parte più bassa della zona a *Pseudoemiliana lacunosa* (Di Stefano e Rio, 1981; Rio, 1982).

Uno studio estremamente dettagliato sulla associazione a Pteropodi contenuta in 25 campioni raccolti a brevissimi intervalli lungo i 6,5 metri di spessore della sezione ancora esposta nella cava Puleo ha dimostrato (Buccheri, 1983) una serie di oscillazioni climatiche in senso freddo. La maggiore di queste, evidenziata dalla presenza nella ricca associazione a Pteropodi del 99% di individui della specie boreale *Limacina retroversa*, è stata identificata in coincidenza del bancone calcarenitico fossilifero. Nessun altro picco di freddo, così intenso è stato rilevato lungo tutta la locale successione pleistocenica che, iniziando ben al di sotto della scomparsa di *Helicospaera sellii*, deve essere riferita nei suoi livelli basali ad una età più antica di 1,2 M A. Inoltre, immediatamente sopra il bancone biocalcarenitico la forma boreale *Limacina retroversa* bruscamente scompare dalla associazione a Pteropodi e viene sostituita da forme subtropicali. Il bancone biocalcarenitico è riferibile alla parte basale della zona a nannoplancton a *Pseudoemiliana lacunosa* e pertanto ne consegue che il picco di intenso freddo in esso riconosciuto è correlabile con la base del Pleistocene glaciale coincidente con lo Stage 22 di Shackleton e Opdyke (1973), che si trova nella stessa posizione biostratigrafica. Lo studio paleoambientale condotto sulla stessa campionatura usata per lo studio della associazione a Pteropodi ha dimostrato (Sprovieri, 1984), sulla base di evidenti cambiamenti nella associazione a foraminiferi, un brusco abbassamento del livello marino in coincidenza del bancone biocalcarenitico nel quale questo eccezionale evento climatico è registrato. Nel limitato spessore di sedimenti soprantanti, correlabili con lo Stage isotopico 21 (caldo) è riconoscibile un veloce ristabilirsi di una più profonda batimetria. Tuttavia, nel limitato spessore di circa 2 metri qui presente, tale batimetria non si ripristina ai valori valutati per i depositi sottostanti il bancone calcarenitico.

Ritenendo questo evento climatico, accompagnato da un chiaro fenomeno eustatico, come un dato di notevole rilevanza nella storia geologica del Quaternario, Ruggieri *et alii* (1984) hanno proposto la sommità del bancone biocalcarenitico affiorante nella cava Puleo di Ficarazzi come stratotipo del limite Pleistocene inferiore-Pleistocene medio, e come limite superiore del Selinuntiano e del Siciliano. Risulta pertanto che la

sommità di queste due unità cronostratigrafiche ha una età assoluta di circa 0,8 MA.

Nello stesso lavoro Ruggieri *et alii* propongono che, in considerazione della limitata durata del Santerniano, dell'Emiliano e del Siciliano, queste tre unità cronostratigrafiche, originariamente concepite al rango di piano geologico e per le quali limitati eventi biostratigrafici, essenzialmente appartenenti al nannoplankton calcareo, sono disponibili per una correlazione al di fuori del Mediterraneo, siano considerate come sottopiani. Si propone poi che il Selinuntiano, originariamente istituito come superpiano, venga declassato al rango di piano, inteso come unità cronostratigrafica atta a rappresentare tutto il Pleistocene inferiore quale compreso tra il limite N/Q della sezione della Vrica e lo stratotipo del Siciliano. Esso corrisponde pertanto ad un intervallo di tempo di circa 0,8 MA, compreso tra poco sopra la sommità dell'Olduvai e poco sopra la sommità dello Jaramillo. Per il suo riconoscimento sono disponibili numerose metodologie (paleontologiche, paleomagnetiche, paleoclimatiche e isotopiche) che ne rendono agevole il riconoscimento sia nelle successioni marine che in quelle continentali.

Viene qui infine proposto che la zona biostratigrafica a *Hyalinea baltica*, intermedia delle tre biozone sopra discusse, venga considerata a rango di sottozona (mediterranea) della zona a *Globigerina cariacensis*, che viene pertanto estesa entro i limiti biostratigrafici definiti dalla comparsa del marker di zona e la comparsa (mediterranea) di *Globorotalia truncatulinoides excelsa*.

OPERE CITATE

- AZZAROLI, A. and CITA, M. B., 1967, *Geologia stratigrafica*, 3 voll., Milano.
- BANNER, F. T. and BLOW, W. H., 1965, Progress in planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Neogene: *Nature*, v. 208, pp. 1164-1166.
- BUCCHERI, G., 1983, Osservazioni paleoclimatiche sul Siciliano della Sicilia occidentale. La sezione della località tipo di Ficarazzi (Palermo): *Rend. Soc. Geol. Ital.*, v. 5, pp. 51-54.
- COLALONGO, M. L., PASINI, G., PELOSIO, G., RAFFI, S., RIO, D., RUGGIERI, G., SARTONI, S., SELLI, R. and SPROVIERI, R., 1982, A proposal on the Neogene/Quaternary Boundary: *Geogr. Fisica e Dinamica Quaternaria*, v. 5, pp. 59-68.
- DI STEFANO, E. and RIO, D., 1981, Biostratigrafia a nannofossili e biocronologia del Siciliano nella località tipo di Ficarazzi (Palermo, Sicilia): *L'Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, v. 17, pp. 97-111.
- DODERLEIN, P., 1872, Note illustrative della carta geologica del Modenese e del Reggiano: *Mem.* 3, 74 pp.
- GARTNER, S. JR., 1977, Calcareous nannofossils biostratigraphy and revised zonation of the Pleistocene: *Mar. Micropal.*, v. 2, pp. 1-25.
- GIGNOUX, M., 1913, Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile: *Ann. Univ. Lyon*, v. 1, 693 pp.
- GRECO, A., RUGGIERI, G. and SPROVIERI, R., 1974, La sezione calabrianica di Monasterace (Calabria): *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 93, pp. 151-179, 6 figg.
- HAQ, B. U., BERGGREN, W. A. and VAN COUVERING, J. A., 1977, Corrected age of the Pliocene/Pleistocene Boundary: *Nature*, v. 269, pp. 483-488.
- HEDBERG, H. D., 1976, *International Stratigraphic Guide*.
- LONDON, 1950, Recommendations of Commission appointed to advice on the definition of the Pliocene-Pleistocene Boundary: *Int. Geol. Congr., XVIII Sess. London 1948, Rpt.* 9, 6 pp.
- MANKINEN, E. A. and DALRYMPLE, G. B., 1979, Revised Geomagnetic Polarity Time Scale for the interval 0-5 m.y. B.P.: *Journ. Geoph. Res.*, v. 81, pp. 615-626.
- PASINI, G. and COLALONGO, M. L., 1982, Status of research on the Vrica section (Calabria, Italy), the proposed Neogene/Quaternary boundary-stratotype section, in 1982. Rpt. presented at the XI INQUA Congress, Moscow 1982, 75 pp.
- PRELL, W. L., 1982, Oxygen and Carbon isotope stratigraphy for the Quaternary of Hole 502 b. Evidence for two modes of isotopic variability. In *Prell, W.L. et alii: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, v. 68, pp. 455-464.
- RAFFI, I. and RIO, D., 1979, Calcareous nannofossils biostratigraphy of DSDP Site 132 - Leg 13 (Tyrrhenian Sea-Western Mediterranean): *Riv. Ital. Paleont.*, v. 85, pp. 127-172.
- , and —, 1980, Biostratigrafia a nannofossili, biocronologia e cronostratigrafia della serie del Torrente Tiepido (Subappennino emiliano, Provincia di Modena): *L'Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, v. 16, pp. 19-31.
- , and —, 1980a, Nannoplankton calcareo del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore della serie del fiume Santerno: *Paleontologia stratigrafica ed evoluzione*, Quaderno n. 1, pp. 187-195.
- RIO, D., 1982, The fossil distribution of Coccolithophore Genus *Gephyrocapsa* Kamptner and related Plio-Pleistocene chronostratigraphic problems. In *Prell, W.L. et alii: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, v. 68, pp. 325-343.
- , SPROVIERI, R., DI STEFANO, E. and RAFFI, I., 1984, *Globorotalia truncatulinoides* (D'Orbigny) in the Mediterranean Upper Pliocene Geologic Record: *Micropal.* (in press).
- , and RAFFI, I., Calcareous Plankton Biostratigraphy in the Pliocene-Lower Pleistocene succession of Capo Rosello area (Sicily) (in press).
- RUGGIERI, G., 1951, Sul piano Calabrianico Gignoux 1910: *Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. FF., MM. e NN.*, s. 8, v. 10, pp. 491-494.
- , 1953, Età e faune di un terrazzo marino sulla costa ionica della Calabria: *Giorn. Geol.*, v. 23, pp. 19-168.
- , 1961, Alcune zone biostratigrafiche del Pliocene e del Pleistocene italiano: *Riv. Ital. Paleont.*, v. 67, pp. 405-417.
- , 1976, Sull'ordine di comparsa degli « ospiti nordici » nella sezione pleistocenica del Santerno: *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 94 (1975), pp. 1603-1611.
- , BUCCHERI, G., GRECO, A. and SPROVIERI, R., 1976, Un affioramento di Siciliano nel quadro della revisione della stratigrafia del Pleistocene inferiore: *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 94 (1975), pp. 889-914.
- , RIO, D. and SPROVIERI, R., 1984, On the chronostratigraphic classification of Lower Pleistocene: *Boll. Soc. Geol. Ital.* (in press).
- , and SELLI, R., 1950, Il Pliocene ed il Postpliocene dell'Emilia: *Int. Geol. Congr., XVIII Sess. London 1948, Rpt.* 9, pp. 85-93.
- , and SPROVIERI, R., 1975, La definizione dello stratotipo del piano Siciliano e le sue conseguenze: *Riv. Min. Sic.*, nn. 151-53, pp. 8-14.
- , and —, 1976, Ricerche sul Siciliano di Palermo. Le argille del fiume Oreto: *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 94 (1975), pp. 1613-1622.

- , and —, 1977, A revision of Italian Pleistocene Stratigraphy: Geol. Romana, v. 16, pp. 131-140.
- , and —, 1979, Selinuntiano, nuovo superpiano per il Pleistocene inferiore: Boll. Soc. Geol. Ital., v. 96 (1977), pp. 797-802.
- SCHACKLETON, N. J. and OPDYKE, N. D., 1973, Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V 28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10^5 and 10^6 year scale: Quat. Res., v. 3, pp. 39-55.
- , and —, 1976, Oxygen-isotope and Paleomagnetic Stratigraphy of Pacific Core V 28-239 Late Pliocene to Latest Pleistocene: Geol. Soc. Am., Mem. 45, pp. 449-464.
- SELLI, R., 1967, The Plio-Pleistocene boundary in Italian marine sections and its relationship to continental Stratigraphy: Progress in Oceanography, v. 4, pp. 67-86.
- , 1971, Calabrian: Giorn. Geol., v. 37, pp. 55-64.
- SPROVIERI, R., 1977, Il datum plane di *Globorotalia truncatulinoides* (d'Orbigny) e il limite plio-pleistocenico: Boll. Soc. Geol. Ital., v. 95 (1976), pp. 1101-1114.
- , 1978, I Foraminiferi bentonici della sezione plio-pleistocenica di Capo Rossello (Agrigento, Sicilia): Boll. Soc. Paleont. Ital., v. 17, pp. 68-97.
- , 1984, Paleoecological results from foraminiferal assemblage at the top of the Sicilian stratotype-section (Ficarrizzi, Palermo, Italy): Boll. Soc. Paleont. Ital. (in press.).
- D'AGOSTINO, S. and DI STEFANO, E., 1973, Giacitura del Calabrian nei dintorni di Catanzaro: Riv. Ital. Paleont., v. 79, pp. 127-140.
- RUGGIERI, G. and UNTI, M., 1981, *Globorotalia truncatulinoides excelsa* n. subsp., foraminifero planctonico guida per il Pleistocene inferiore: Boll. Soc. Geol. Ital., v. 99 (1980), pp. 3-11.
- TAUXE, L., OPDYKE, N., PASINI, G. and ELMI, C., 1983, The paleomagnetism of the proposed stratotype of the Neogene/Quaternary Boundary (Vrica section, Calabria, Italy): Nature, v. 304, pp. 125-129.
- THUNELL, R. C., 1979, Pliocene-Pleistocene paleotemperature and paleosalinity history of the Mediterranean Sea. Results from DSDP Sites 125 and 132: Marine Micropal., v. 4, pp. 173-187.
- , and WILLIAMS, D. F., 1983, The Stepwise development of Pliocene-Pleistocene paleoclimatic and paleoceanographic conditions in the Mediterranean. Oxygen isotopic studies of DSDP Sites 125 and 132: Utrecht Micropal. Bull. (in press).