

CARTA NEOTETTONICA DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE. NOTE ILLUSTRATIVE

Nota dei Soci CARLO BARTOLINI (*), MASSIMO BERNINI (**), GIULIO CESARE CARLONI (***), ARMANDO COSTANTINI (****), PAOLO ROBERTO FEDERICI (*****), GIANFRANCO GASPERI (****), ANTONIO LAZZAROTTO(*****), GIUSEPPE MARCHETTI (**), RENZO MAZZANTI (*****), GIOVANNI PAPANI (**), GIOVANNI PRANZINI (*), ANTONIO RAU (*****), FABIO SANDRELLI (****) & PIER LUIGI VERCESI (**)
e di DORIANO CASTALDINI (****) & FRANCO FRANCAVILLA (***)

RIASSUNTO

Viene presentata la Carta Neotettonica dell'Appennino Settentrionale alla scala 1:400.000, frutto del coordinamento, omogeneizzazione e parziale rielaborazione dei dati raccolti in quest'area nell'ambito dell'attività del Progetto Finalizzato Geodinamica, Sottoprogetto Neotettonica del C.N.R.

Si tratta di quattro tavole e delle relative note illustrative, corrispondenti ad altrettanti intervalli della storia post-messiniana dell'Appennino, delimitati soprattutto sulla base della zonazione a foraminiferi planctonici:

— Intervallo II - Dall'inizio della trasgressione pliocenica (~ 5,2 m.a.d.p.) all'estinzione di *Gl. margaritae* (~ 4 m.a.).

— Intervallo IIIa - Dall'estinzione di *Gl. margaritae* fino alla Zona a *Gl. inflata* inclusa (limite Plio-Pleistocene, ~ 1,8 m.a.).

— Intervallo IIIb - Dall'inizio del Pleistocene all'inversione magnetica Matuyama-Brunhes (0,7 m.a.).

— Intervallo IV+V - Dall'inversione Matuyama-Brunhes al presente.

(Lo studio della tettonica relativa all'Intervallo I è stato stralciato dai compiti del Sottoprogetto).

Le metodologie di studio sono state differenziate in relazione alle caratteristiche morfologiche e geologiche delle diverse aree studiate:

— nelle aree montuose prive di sedimenti plio-quadernari sono stati utilizzati essenzialmente criteri di studio morfotettonici;

(*) Unità Operativa 6.2.19 (Firenze).

(**) U.O. 6.2.15 (Parma e Pavia p.p.).

(***) U.O. 6.2.18 (Bologna).

(****) U.O. 6.2.13 (Modena).

(*****) U.O. 6.2.20 (Siena) con la collaborazione di G. GASPERI per i Fogli 135 e 136.

(*****) U.O. 6.2.24 (Pisa).

Il lavoro è stato eseguito nell'ambito del P.F. Geodinamica, Pubblicazione n. 403, contratto n. 80.014.89/115.6345 (Resp. G. PAPANI).

— nelle aree caratterizzate da affioramenti di terreni plio-quadernari sono stati adottati soprattutto criteri stratigrafico-sedimentologici integrati, in particolare per la Pianura Padana, da dati di sottosuolo.

L'area studiata può essere suddivisa in tre fasce allungate in senso NW-SE, a diverso comportamento tettonico:

1) Nel Bacino Padano e sul Margine Adriatico dell'Appennino prevalgono in tutto il periodo i movimenti di subsidenza, più marcati in corrispondenza delle strutture sinclinali. I movimenti positivi delle pieghe pedeappenniniche appaiono particolarmente importanti all'inizio dell'Intervallo IIIa (« fase medio-pliocenica » *Auctt.*).

L'età della messa in posto delle Unità liguri sul margine dell'Appennino (che si protrae localmente fino all'Intervallo IIIb) risulta generalmente più recente a SE che a NW.

2) La Dorsale Appenninica è in sollevamento durante tutto il periodo, con probabile accentuazione, dato il notevole spessore di sedimenti accumulato su entrambe le fasce pedeappenniniche, nel Pliocene superiore e nel Pleistocene medio-superiore.

3) La Liguria di levante, la Toscana e il Lazio settentrionale presentano un'evoluzione tettonica assai articolata e complessa. Vi si individuano, fin dal Pliocene inferiore (Zona a *Gl. margaritae*) numerosi bacini marini e continentali generalmente allungati in direzione appenninica. Nel successivo Intervallo IIIa si verifica una generalizzata regressione, testimoniata dalla mancanza, ovunque, della Zona a *Gl. inflata* e il rapido colmamento dei bacini continentali. Nel Pleistocene inferiore si assiste ad una nuova fase trasgressiva di limitata estensione cui fa riscontro lo sprofondamento di numerosi bacini intermontani. Nell'ultimo intervallo (Pleistocene medio-superiore ed Olocene) si registra un generale sollevamento che interessa non solo gli alti strutturali ma anche gran parte dei bacini. Nell'area tosco-laziale l'attività tettonica è accompagnata da diffuse manifestazioni magmatiche sia intrusive che effusive.

In sintesi, al raccorciamento delle strutture padane, maggiore nel settore orientale, e che nella copertura si manifesta in pieghe attive nel corso di tutti gli intervalli, si accompagna nell'area tirrenica l'apertura di bacini più ampi e più numerosi a SE. Nella rotazione antioraria dell'Appennino che da questo quadro emerge, è stato messo in evidenza il ruolo svolto dalle cosiddette linee trasversali, alcune delle quali individuate per la prima volta. Nei casi in cui è stato possibile definirne la cinematica, tali linee risultano caratterizzate, nella copertura, sia da componenti orizzontali che verticali: esse separano infatti spesso i settori subsidenti da quelli in sollevamento. Sul fronte appenninico questi movimenti differenziali hanno diretto e condizionato la traslazione delle coltri alloctone; sul versante toscano hanno invece interrotto o frazionato i bacini sedimentari marini e intermontani.

ABSTRACT

The Neotectonic Map of the Northern Apennines at 1:400,000 scale was obtained from a coordinated reevaluation of the data collected in the years 1977-1981 by several operators of the Progetto Finalizzato Geodinamica, Sottoprogetto Neotettonica, promoted by the Italian Research Council (C.N.R.).

The Neotectonic Map is composed of four plates and their related explanatory notes. Each plate reports the neotectonic events which took place in the following time intervals:

— Interval II - From the beginning of the Pliocene transgression to the extinction of *Globorotalia margaritae*.

— Interval IIIa - From the extinction of *Globorotalia margaritae* to the *Gl. inflata* Zone inclusive (Plio-Pleistocene boundary).

— Interval IIIb - *Gl. cariacensis* and *Gl. truncatulinoides excelsa* Zones (Lower Pleistocene up to the Matuyama-Brunhes magnetic inversion).

— Intervals IV and V - Matuyama-Brunhes to present.

(The map of the Messinian Stage — Interval I — was removed from the aims of the Subproject from the very beginning).

The scientific approach was differentiated according to the morphological and geological features of the areas studied:

— in the mountainous regions lacking Plio-Quaternary sediments, mainly morphotectonic methods were employed;

— where Plio-Quaternary sediments do outcrop, stratigraphic and sedimentologic criteria prevailed, integrated, specifically in the Po plain, with subsurface data.

The studied area can be divided in three belts striking NW-SE, affected by different tectonic evolutions.

1) In the Po Basin and on the Adriatic margin of the Apennines subsidence prevailed all along. Such movements were emphasized in the synclinal structures. Uplifting of the pedeapennine

folds took place mainly where they overlap the buried pedealpine monocline.

The emplacement of the Ligurian Nappes on the Apennine margin (which at places continued until Interval IIIb) occurred, in general, earlier in the NW than in the SE sectors.

2) The Apennines Chain was uplifting in the whole stretch of time but mostly, as shown by the thickness of the sedimentary section lying either side of the Chain, during the Upper Pliocene and the Middle-Upper Pleistocene.

3) Eastern Liguria, Tuscany and Northern Latium underwent a highly differentiated and complex tectonic evolution. Since Lower Pliocene (*Gl. margaritae* Zone) several marine as well as continental basins generally elongated NW to SE, took shape.

In the following Interval IIIb a wide reaching regression took place (everywhere testified by the lack of the *Gl. inflata* Zone) together with the filling-up of the intermountainous basins.

In the Lower Pleistocene a new transgression occurred confined to the westernmost sectors, together with the sinking, along normal faults, of several intermountainous basins, for the most part freshly developed.

In the last Interval (Middle-Upper Pleistocene and Holocene) uplifting everywhere prevailed in the structural heights and in most basins as well. In Southern Tuscany and Latium the tectonic activity is underlined by widespread both intrusive and effusive magmatic activity.

From a general point of view the shortening of the Padan structures, stronger in the eastern sectors, resulted, in the sedimentary cover, in folds active during the whole investigated period. The correlative basin and range morphology which developed on the Tyrrhenian side of the Apennines affected to a larger extent the SE sectors. In the counterclockwise rotation of the Apennines thus evidenced the role of the so called transversal lines is stressed. Only a limited number of such lines was kinematically defined: in the sedimentary cover they appear to show both horizontal and vertical displacements (they separate in fact subsiding from uplifting sectors). On the external margin of the Apennines such lines directed and conditioned the emplacements of the Ligurian Nappes; in the Tuscan area they appear to fractionate and delimit the marine as well as the continental basins.

TERMINI CHIAVE: *Neotettonica, Geodinamica, Morfotettonica, Appennino settentrionale.*

INTRODUZIONE

La Carta Neotettonica d'Italia costituisce il prodotto realizzato dal Sottoprogetto 6-Neotettonica, nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica del Consiglio Nazio-

nale delle Ricerche. Ha come obiettivo finale quello di fornire un contributo alla valutazione del rischio sismico dell'intero territorio nazionale e di delineare l'evoluzione tettonica nel Pliocene e nel Quaternario. Costituisce quindi uno dei tre documenti di base (assieme al Catalogo Sismico del Sottoprogetto 2 e al Modello Strutturale del Sottoprogetto 5), dal confronto e dall'integrazione dei quali dovrà scaturire un « modello sismotettonico » interpretativo. In quest'ultimo verrà realizzata una zonazione del territorio secondo settori tridimensionali di crosta, individuati sulla base di comuni caratteri sismologici, geodinamici e strutturali, nei quali è possibile si generino sismi di una determinata magnitudo. L'introduzione di ulteriori parametri sismologici dovrebbe consentire, in seguito, di giungere alla Carta delle zone sismogenetiche.

Il compito essenziale, assunto dal Sottoprogetto Neotettonica, è pertanto quello di realizzare, anzitutto, la cartografia completa del territorio, relativa alle strutture areali e lineari evolutesi nel Plio-Quaternario. Essa deve permettere di riconoscere lo sviluppo cronologico delle diverse strutture, allo scopo di definire le singole tendenze evolutive e di individuare le principali « strutture geologicamente attive », anche laddove non si può parlare, in termini solamente storici, di « strutture sismicamente attive ».

La prima fase per la realizzazione della Carta Neotettonica è consistita in studi analitici di campagna e su foto aeree, nonché nella rielaborazione critica del materiale esistente in letteratura. Si è trattato di un'intensa ed approfondita attività di ricerca svolta su due direttrici principali:

— l'individuazione ed il rilevamento delle strutture neotettoniche;

— la ricerca, nei depositi plio-quadernari e nelle forme del rilievo, dei livelli stratigrafici e degli indizi morfologici di riferimento, necessari per la ricostruzione di una stratigrafia e di uno sviluppo del modellamento, ai quali riferire poi le fasi di movimento delle strutture stesse.

Nel triennio 1978-1980 sono stati in tal modo realizzati i Fogli alla scala 1:100.000, suddivisi nei diversi intervalli.

I vari Fogli sono stati eseguiti da ventiquattro Unità Operative, distribuite nelle di-

verse sedi universitarie, e sono stati stampati (a scala ridotta) nelle Pubblicazioni n. 155, 251 e 356 del Progetto Finalizzato Geodinamica. In questi volumi sono raccolte anche le Note Illustrative, con studi di dettaglio e di sintesi, relativi alle singole aree esaminate.

La seconda fase di realizzazione della Carta Neotettonica, svoltasi nel 1981, è consistita nel coordinamento, e parziale rielaborazione, dei singoli Fogli, eseguiti da sei Unità Operative Regionali (Italia nord-occidentale; Italia nord-orientale; Appennino settentrionale; Appennino centrale; Appennino meridionale e Sicilia; Sardegna).

E' previsto infine, come terza fase di lavoro, che la carta venga rielaborata secondo criteri di semplificazione e di sintesi, che ne potranno modificare notevolmente la legenda e le modalità di rappresentazione dei contenuti, e venga infine stampata alla scala di 1:500.000.

La Carta Neotettonica dell'Appennino Settentrionale, formata da quattro tavole alla scala di 1:400.000 e corredata da questa nota esplicativa, costituisce il risultato della seconda fase di lavoro e rappresenta un primo documento di larga sintesi sulla neotettonica di questa regione. La scala di questa carta, pur nell'esigenza di una riproduzione fedele del massimo dettaglio, è stata suggerita essenzialmente da criteri pratici, quali facilità di uso ed economia; i suoi confini non corrispondono con quelli geografici o geologici dell'Appennino Settentrionale, in quanto essi rappresentano i limiti prefissati con le altre Unità Operative Regionali incaricate del coordinamento.

I partecipanti a questa fase di coordinamento hanno ritenuto che fosse utile pubblicare la Carta, che è scaturita da questo anno di lavoro, perché soltanto con un'analisi collegiale dei contributi già pubblicati per l'elaborazione dei Fogli 1:100.000, si sono potute superare le molteplici difficoltà presentatesi nel procedere all'omogenizzazione dei risultati acquisiti.

Si ritiene in ogni caso necessario precisare, a proposito dell'uso che della Carta Neotettonica potrebbe essere fatto da parte di altri, che il suo impiego diretto non può che avvenire nell'ambito del Progetto Finalizzato, secondo lo schema operativo sopra accennato. Infatti la Carta realizzata rappresenta un primo, e forzatamente sche-

matico, modello dell'evoluzione plio-quadernaria, dal quale, in particolare, non si deve pretendere di ricavare informazioni puntuali, relative a problemi strettamente locali. Per la loro soluzione sono infatti necessarie ulteriori ricerche, più specificatamente dettagliate e particolari, alle quali, ci auguriamo, questi nostri studi possano fare da utile supporto e fornire un quadro regionale.

METODOLOGIA E COMMENTO DELLA LEGENDA

Il Plio-Quaternario è stato suddiviso in quattro intervalli-tempo, secondo i criteri che verranno esposti nel successivo paragrafo, con lo scopo specifico di focalizzare l'evoluzione degli eventi individuati. Le metodologie usate per la realizzazione delle carte, relative ai vari intervalli, sono differenziate secondo la molteplicità di caratteristiche geologiche e morfologiche delle aree considerate. In sintesi, sono stati seguiti tre principali procedimenti, che corrispondono a tre differenti situazioni geologico-morfologiche:

— il primo, utilizzato in gran parte nelle aree montuose, ha richiesto un'analisi di tipo prevalentemente morfologico (« morfoneotettonica »), in assenza di sedimenti relativi agli intervalli presi in esame:

— il secondo, applicato nelle aree di pianura alluvionale (essenzialmente Pianura Padana) ha utilizzato dati del sottosuolo (AGIP, AQUATER, IRSA, ecc.) e, per quanto riguarda le indagini di campagna sui depositi recenti, ha richiesto la messa a punto di una metodologia pluridisciplinare, che si è avvalsa anche di specialisti in pedologia, paleontologia, archeologia etc.;

— il terzo, applicato alle zone collinari ed ai bacini intermontani, costituiti da depositi plio-quadernari, marini o continentali, è stato basato sia sulle classiche metodologie stratigrafico-sedimentologiche, sia su quelle morfoneotettoniche.

Naturalmente in molti casi si sono determinate situazioni più articolate, nelle quali sono state utilizzate congiuntamente

le diverse metodologie. Per maggiori dettagli su queste possono essere consultate le Pubblicazioni n. 155, 251 e 356 del Progetto Finalizzato Geodinamica.

La legenda adottata è quella utilizzata fin dall'inizio del Sottoprogetto, con alcune modifiche suggerite durante l'elaborazione dei dati. In particolare si è ritenuto di non applicare la già prevista distinzione fra movimenti verticali (di sollevamento o di abbassamento) relativi ed assoluti. Intatti la variazione massima del livello del mare, almeno per quanto può essere attribuita a fenomeni climatici, sembra non essere tale da influire marcatamente su successioni sedimentarie assai potenti, quali quelle prese in considerazione per il Pliocene e Pleistocene inferiore. Pertanto tutti i simboli indicati vanno considerati come assoluti. Per i movimenti che riguardano i sedimenti del Pleistocene medio, del superiore e dell'Olocene si è ritenuto possibile un riferimento di massima al livello medio del mare attuale, con la considerazione che, in teoria (FAIRBRIDGE, 1966), nelle fasi interglaciali questo può essere stato più alto, fino a 50 m, mentre, in quelle glaciali, è stato riscontrato più basso, fino a 100 m.

E' stato inoltre introdotto, fra i simboli di sollevamento, uno nuovo, indicante un collegamento con la messa in posto di masse magmatiche, più o meno profonde.

Un ultimo avvertimento può essere utile alla lettura e interpretazione delle carte riferentesi ai vari intervalli: tutti gli elementi areali e lineari segnati vanno intesi come attivi nell'intervallo considerato o in una parte di esso, secondo quanto precisato nel testo; può stupire in merito l'esiguo numero delle faglie che appaiono segnate in molte carte, specialmente in rapporto alla grande quantità che, nelle stesse aree, risultano da altri lavori o dalle stesse Carte « Zero » riportate nelle precedenti Note del Progetto Finalizzato (Pubblicazioni n. 155, 251 e 356). Questa scarsità di faglie rappresentate è legata alla scelta di indicare solo quegli elementi per i quali esiste una documentazione (o forti indizi) di movimento nell'intervallo considerato, e di non riportare le faglie minori, spesso collegate a quelle principali, che avrebbero diminuito la chiarezza della carta senza aggiungere molto al quadro tettonico.

INTERVALLI ED EVENTI CRONOLOGICI DI RIFERIMENTO

La suddivisione cronologica nella quale inquadrare gli eventi utili per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia fu decisa nel 1976, nelle prime riunioni del Sottoprogetto 6. Furono indicate sei date (6 M.A., 5 M.A., 3 M.A., 0,7 M.A., 0,02 M.A., attuale) allo scopo di definire cinque intervalli, per ognuno dei quali era richiesta la compilazione di una carta neotettonica in modo che, dalla lettura dell'intera successione, fosse agevolmente ricostruibile l'evoluzione tettonica delle diverse aree.

La realizzazione della parte relativa al I Intervallo (da 6 M.A. a 5 M.A.), corrispondente in pratica al Piano Messiniano, fu quasi subito stralciata dai compiti richiesti alle diverse Unità Operative afferenti al Sottoprogetto; è rimasta, perciò, la suddivisione in cinque intervalli, di modo che tutte le relazioni cominciano dal II.

L'instaurarsi di una sedimentazione francamente marina in gran parte del Bacino Mediterraneo è l'evento, molto ben conosciuto e documentato, che si colloca intorno a 5,2 M.A., cioè in accordo con la data scelta per l'inizio del II intervallo, coincidente, in altri termini, con l'inizio del Pliocene.

Molte incertezze sono sorte sull'opportunità della data di 3 M.A. come termine superiore per il II intervallo. In conseguenza è stata eseguita una revisione, discussa dai responsabili delle varie Unità Operative in una riunione a Roma (16 febbraio 1979), dei dati cronostratigrafici utili per la migliore definizione del termine superiore dell'intervallo stesso ed è stato deciso «...di spostare il limite, fra il II ed il III intervallo, in posizione cronologica imprecisata (attorno ai 4 milioni di anni), ma sempre coincidente con la scomparsa di *G. margaritae* nelle serie italiane». Nella stessa occasione furono discussi i dati per la compilazione di uno « Schema biostratigrafico per il Pliocene e il basso Pleistocene in Italia » (COLALONGO & SARTONI, 1979) che, con poche aggiunte e qualche soppressione, è riportato nelle carte allegate (tavv. 1-4).

La suddivisione fondamentale in questo schema è effettuata nel quadro D, sulla base della zonazione delle microfaune a Foraminiferi planctonici, i cui eventi princi-

pali relativi alle comparse, o scomparse, nelle successioni stratigrafiche italiane, sono indicati nel quadro E; vengono inoltre indicati, per riferimenti sussidiari, ove manchino microfaune a Foraminiferi planctonici, alcuni eventi particolarmente significativi, quali le comparse o scomparse di *taxa* nei Foraminiferi bentonici (quadro F), negli Ostracodi (quadro G), nel Nannoplanton calcareo (quadro H), nei Molluschi (quadro I); infine il quadro L riporta un tentativo di posizionamento cronologico delle faune continentali a Vertebrati in corrispondenza delle zone a faune marine. Ciò per la necessità operativa, scaturita in questo lavoro, di riunire, nelle stesse carte e con gli stessi simboli, indicazioni deducibili da successioni stratigrafiche, appunto, sia continentali che marine. Resta inteso che questo tentativo di correlazione va considerato indicativo solo in senso molto ampio, senza avere la pretesa di riferirsi a dettagli molto specifici.

In riferimento alla zonazione a Foraminiferi planctonici, è stato deciso di comprendere nel II Intervallo la Zona a *Sphaeroidinellopsis* spp., la Zona a *G. margaritae* e la Zona a *G. punctulata*, in armonia con le decisioni scaturite dalla riunione del 16 febbraio 1979.

Il limite superiore del III Intervallo è stato mantenuto in coincidenza dell'inversione magnetica Matuyama-Bruhnes, che cade a circa 0,7 M.A.

Il III Intervallo si estende quindi oltre il limite Terziario-Quaternario, definito sulla base delle classiche successioni marine della Sicilia, della Calabria e dell'Emilia, senza che al suo interno sia stata proposta una qualche separazione. Abbiamo ritenuto perciò indispensabile suddividere il III Intervallo in due parti, anche in considerazione della sua eccessiva lunghezza in rapporto agli altri:

— l'Intervallo IIIa, comprendente la parte pliocenica o, in termini di zonazione a Foraminiferi planctonici, la Zona a *G. bononiensis*, la Zona a *G. crassaformis* e la Zona a *G. inflata*; esso corrisponde nelle faune continentali al Villafranchiano inferiore;

— l'Intervallo IIIb, comprendente la parte quaternaria o, in termini di zonazione a Foraminiferi planctonici, la Zona a *G. ca-*

riacoensis e la Zona a *G. truncatulinoides excelsa* che, insieme, costituiscono il Pleistocene inferiore marino; l'inizio dell'Intervallo IIb coincide, nelle faune continentali, con l'inizio del Villafranchiano superiore.

Questa suddivisione risponde bene, nell'ambito del tratto di Appennino da noi preso in considerazione, con l'esistenza di una trasgressione alla base dei sedimenti del Pleistocene inferiore del versante tirrenico e in parte di quelli del versante adriatico, dove, anche in presenza di serie plio-pleistoceniche continue, detti sottointervalli sono ancora individuabili per la concomitanza con particolari eventi paleontologici (alcuni sommariamente indicati nello schema delle tavv. 1-4).

Sempre nel tratto di Appennino da noi esaminato, non ci è stato possibile rinvenire degli eventi sedimentari di notevole spicco al limite Matuyama-Bruhnes, cioè al termine fissato per il III Intervallo. Infatti questo limite cade all'interno di successioni stratigrafiche continentali piuttosto omogenee nelle due sezioni del versante emiliano (Crostolo e Stirone), nelle quali sarebbe stato individuato (BUCHA *et al.*, 1975). Nè finora esso sembra coincidere con qualche evento paleontologico conosciuto. Tuttavia dal momento che l'estinzione delle faune villafranchiane (che cade intorno ad 1 M.A.) costituisce un evento particolarmente significativo, esso è stato utilizzato, nei bacini intermontani per i quali non erano documentate faune cromeriane (es. Mugello, Casentino, Bacino di Firenze-Pistoia), come limite fra III e IV-V Intervallo (cfr. Rapporto di AMBROSETTI *et al.*, del 19-20 gennaio 1979). D'altra parte è l'insieme della stratigrafia del Quaternario che, con la regressione della parte alta del Pleistocene inferiore e con la conseguente fine delle grandi successioni stratigrafiche marine, perde di uniformità e si frammenta in episodi isolati continentali o di mare estremamente basso, di collocazione cronostratigrafica non sempre chiara e di problematica correlazione (1).

(1) L'insieme dei sedimenti che cadono fra la fine del Pleistocene inferiore (= fine Siciliano secondo RUGGERI, 1979) e quelli sottostanti alla trasgressione tirreniana a *Strombus* viene qui considerato rappresentare il « Pleistocene medio ».

Nei limiti dell'area qui considerata risultano ben evidenti, almeno sul versante tirrenico, solo la trasgressione del Tirreniano a *Strombus* e la successiva del Versiliano (2). Quest'ultima ha portato il mare, attraverso alcune oscillazioni, al livello attuale, a partire da uno più basso di circa 100 m, corrispondente all'acme della glaciazione würmiana rintracciabile, come è ovvio, solo nei fondali sottomarini. I sedimenti di quest'ultima glaciazione si rinvennero solo intorno al crinale dell'Appennino, mentre i corrispondenti eolici, fluviali o lacustri, delle zone non direttamente interessate al fenomeno glaciale, solo eccezionalmente contengono fossili utili per una loro collocazione cronostratigrafica. Questa rimane affidata ai rapporti stratigrafici con i sedimenti direttamente databili, che sono appunto solo quelli degli ambienti opposti prima indicati: i sedimenti marini della trasgressione tirreniana e le morene della glaciazione würmiana.

Altre indicazioni cronologiche, usate ora solo in via preliminare e per le quali si procede ad ulteriori verifiche, sembrano ricavabili nel versante tirrenico dalla presenza dei paleosuoli (specialmente se inseriti in una successione riconoscibile di terrazzi) nel senso che la formazione degli alfisuoli non sarebbe anteriore all'interglaciale Tirreniano, e dalla presenza di industrie clactoniane e acheuleane, senza dubbio precedenti allo stesso interglaciale; nel versante adriatico i paleosuoli « lisciviato a pseudogley » e « fersiallitico lisciviato » sarebbero precedenti al glaciale würmiano.

Comunque i dati a disposizione per il riconoscimento cronologico dei sedimenti posteriori alle successioni marine del Pleistocene inferiore e precedenti la trasgressione del Tirreniano, si sono rivelati molto incerti. Per questo motivo e per la fram-

(2) L'inizio della trasgressione del Tirreniano a *Strombus* viene qui considerato corrispondente all'inizio del Pleistocene superiore; l'inizio della trasgressione del Versiliano (corrispondente al superamento della fase massima würmiana di acme glaciale, che ha portato il livello marino più basso di circa 100 m dell'attuale) è qui l'evento più facilmente riconoscibile fra quelli che si avvicinano (circa 18.000 anni fa) alla data di 8.800 anni, determinata per la « varva zero », con la quale finisce l'unitarietà della calotta glaciale nord-europea e con cui si data l'inizio dell'Olocene (DE GEER, 1940).

mentarietà e scarsità di dati in tanta parte dell'area esaminata, specialmente in riferimento alle vicende sedimentarie riguardanti il Pleistocene superiore e l'Olocene, non è stata eseguita la suddivisione proposta a circa 0,02 M.A.. Contrariamente a quanto è stato elaborato in alcuni Fogli al 1:100.000 (si vedano ancora i volumi di Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, pubblicazioni n. 155, 251 e 356 del Progetto Finalizzato) viene presentata quindi un'unica Carta comprensiva dell'Intervallo IV-V.

INTERVALLO II (Tav. 1)

L'area in oggetto può essere suddivisa in tre settori allungati in senso NW-SE, che presentano caratteristiche neotettoniche differenti: 1) Il Bacino Padano e l'adiacente Margine Appenninico-adriatico, soggetti a un abbassamento generalizzato seguito, verso la fine dell'Intervallo, da locali sollevamenti; 2) l'Appennino propriamente detto, interessato da probabile sollevamento; 3) la Toscana Marittima ed il Lazio Settentrionale, caratterizzati da un frazionamento in zone disomogenee, con movimenti differenziati.

BACINO PADANO E MARGINE APPENNINICO-ADRIATICO

Il Bacino Padano ed il Margine Appenninico-adriatico sono, in questo intervallo, sommersi dal mare e sede di una sedimentazione prevalentemente pelitica di ambiente epibatiale e batiale; non mancano però sedimenti clastici più grossolani, risedimentati da depositi di piattaforma o costieri; nella Pianura Padana costituiscono la Formazione torbiditica di Porto Corsini (RIZZINI & DONDI, 1979); localmente compaiono anche sul margine appenninico, sotto forma di torbiditi canalizzate (IACCARINO & PAPANI, 1979; CREMONINI & FARABEGOLI, 1982).

Generalmente i sedimenti del Pliocene inferiore ricoprono, in concordanza, i depositi di tetto del Messiniano, ma, sul margine appenninico, possono anche ricoprire, trasgressivamente, formazioni più antiche, indicando così un ampliamento notevole dell'area occupata in precedenza dalle acque; ampliamento da collegarsi probabilmente

non con fatti tettonici locali, ma con un evento riguardante tutto il Mediterraneo (RUGGERI, 1958 e 1967; Hsü *et al.*, 1978).

La modesta variazione batimetrica, riscontrabile nei sedimenti pelitici di questo intervallo, associata al non elevato spessore da essi raggiunto in corrispondenza dell'attuale margine appenninico (« Argille azzurre » del Pliocene inferiore: 200-300 metri circa), suggeriscono che questa fascia è stata interessata da una subsidenza moderata. Spessori maggiori di Argille azzurre del Pliocene inferiore si sono invece accumulati in corrispondenza di assi sinclinali ereditati dalla tettonica messiniana e che, presumibilmente anche in questa fase, andavano soggetti a subsidenza più marcata che nelle aree circostanti, come per es. nelle sinclinali esterne alle pieghe Emiliane (3), alle Pieghe Ferraresi ed alle Pieghe Romagnole, nonché in alcune sinclinali minori interne ad esse. In dette sinclinali esterne i sedimenti del Pliocene inferiore, pur comprendendo un lasso di tempo superiore alla durata dell'intervallo, raggiungono spessori talmente elevati (oltre 3.000 m) da doversi ipotizzare una forte subsidenza della monoclinale pedealpina sepolta.

In corrispondenza delle maggiori strutture positive sepolte, per la mancanza parziale o totale di depositi attribuibili a questo intervallo, viene ammessa una fase erosiva, legata ad un sollevamento che raggiungerà il suo acme nella fase iniziale dell'intervallo successivo. Esiste una certa indeterminazione riguardo al momento di inizio del sollevamento, che si è ritenuto comunque possibile già alla fine di questo in-

(3) Per comodità descrittiva si adottano in questo lavoro le denominazioni usate da PIERI & GROPPI (1981) a proposito delle strutture pedeappenniniche sepolte, distinte in tre grandi archi: Monferato, Pieghe Emiliane e Pieghe Ferraresi-Romagnole. Il primo arco non è compreso nella nostra Carta, mentre il terzo lo è solo parzialmente. L'arco delle Pieghe Emiliane (fig. 2) si estende dall'Appennino vogherese e da S. Colombano verso SE, fino alla « Linea del Sillaro ». L'arco delle Pieghe Ferraresi-Romagnole, che è l'elemento strutturale più esterno, comprende: le Pieghe Ferraresi all'esterno, dalle strutture di Bagnolo in Piano e Cavone ad W, fino alle strutture di Ferrara e Gallare ad E; le Pieghe Romagnole all'interno, dalla struttura di Albareto ad W, fino a quella di Cotignola ad E; le Pieghe Adriatiche, comprendenti le strutture di Ravenna, Porto Corsini, Cesenatico e quelle in mare.

tervallo. Pertanto, dopo una fase iniziale di probabile generalizzata subsidenza del bacino padano, verso la fine dell'intervallo sarebbe iniziato un sollevamento, limitato alle sole strutture positive.

Su queste strutture, erose e piegate, si avrà in seguito la ripresa della sedimentazione marina nel Pliocene medio-superiore o anche solo nel Pleistocene.

Nell'attuale margine appenninico, il limite degli affioramenti del Pliocene inferiore è di erosione; detti affioramenti sono infatti rappresentati, fin dalla base, da sedimenti di ambiente epibatiale o batiale (fanno eccezione gli affioramenti di « Pliocene entroappenninico » del Bolognese e della Val Marecchia, dei quali si parlerà in seguito). L'intensa erosione verificatasi negli intervalli successivi, in seguito al sollevamento del Subappennino attuale, ha cancellato le tracce dei depositi di mare basso e litorali di questo intervallo, che dovevano trovarsi più all'interno nella catena.

Non siamo pertanto in grado di definire l'estensione verso l'Appennino del mare del Pliocene inferiore; la fascia priva di simbologia, che compare in Carta, esprime l'indeterminatezza della sua originaria estensione e, quindi, della reale ampiezza dell'area padana subsidente.

Nella Pianura Padana, o sul margine appenninico, sono indicate come probabilmente attive alcune fasce di deformazione trasversali; i dati sui quali si basa tale ipotesi riguardano essenzialmente brusche variazioni, in senso longitudinale, dello spessore dei sedimenti o del loro ambiente di deposizione.

Non si hanno viceversa elementi atti all'individuazione di una significativa attività tettonica lungo le faglie associate alle strutture sepolte dianzi citate.

Per quanto riguarda il margine appenninico è segnata come in probabile attività, ma solo localmente, la struttura lineare marginale; nella zona ad W del T. Enza, presso Traversetolo, essa ha provocato il franamento e l'intercalazione di materiale argilloso ligure entro le Argille azzurre del Pliocene inferiore (PAPANI, 1959). Nella fig. 1 è indicata schematicamente l'età di messa in posto delle Unità liguri lungo tutto il margine appenninico.

CATENA APPENNINICA

L'area compresa fra il Margine Appenninico-adriatico, da un lato, e l'allineamento dei versanti occidentali dei Monti della Spezia, Monti Pisani, Monte Albano, Chianti, dall'altro, doveva essere, almeno per la quasi totalità, emersa. Rimane però l'incertezza, più sopra esposta, dell'effettiva posizione della linea di costa sul lato adriatico. A questo proposito si deve fare un cenno all'affioramento del « Pliocene entroappenninico » del bolognese, recentemente studiato da RICCI LUCCHI *et al.* (1981). Esso è costituito da due cicli sedimentari, l'inferiore dei quali è formato da depositi delizi del Pliocene inferiore; questi sarebbero stati traslati verso NE, per una distanza di circa 8-10 Km, durante la fase tettonica medio-pliocenica, e sarebbero stati in seguito ricoperti dai depositi del secondo ciclo sedimentario. Accettando questa interpretazione, che pare convincente, si deduce che, almeno in quest'area, il mare giungeva in prossimità dell'attuale crinale. Non è forse superfluo accennare alla probabile paleogeografia di questo settore: ancora secondo RICCI LUCCHI *et al.*, i sedimenti del Pliocene inferiore sono caratterizzati da un sistema di delta-conoidi coalescenti, nell'ambito di una piana costiera pedemontana; pertanto lo spartiacque doveva essere ben più arretrato dell'attuale; ciò è stato sostenuto anche da MAZZANTI & TREVISAN (1978) sulla base di considerazioni di carattere diverso. Inoltre, i ciottoli dei delta-conoidi provengono dalle formazioni delle Unità Liguri; ciò lascia supporre che la catena principale non era stata ancora smantellata dall'erosione al punto da lasciare affiorare l'Unità a Serie Toscana.

L'affioramento di « Pliocene inferiore entroappenninico » alloctono della Val Marecchia confermerebbe, anche per questa regione, una posizione piuttosto interna della originaria linea di costa. Infatti esso è costituito da sedimenti di mare basso, discordanti direttamente su depositi « saheliani » (*sensu* RUGGIERI, 1958), o su quelli evaporitici; mancano cioè i sedimenti ipoalini, che normalmente si sovrappongono a questi: ciò lascia supporre che la zona si trovasse emersa ed ai margini del « bacino a colombacci » e che, pertanto, l'alloctonia

di questa coltre durante il Pliocene, per quanto non ben precisabile, abbia un ordine di grandezza paragonabile a quella del Bolognese. L'assenza di altri affioramenti di Pliocene interno non ci permette di precisare se, come si è già accennato, l'originaria linea di costa correva anche altrove nei pressi dell'attuale crinale, oppure se solo in questi due settori il mare rientrava nell'Appennino in modo particolarmente marcato, per la presenza di ampi golfi (regolati da eventuali linee trasversali).

A causa di questa incertezza, appare chiaro che sia la Carta Neotettonica, che la cartina paleogeografica in essa inserita, presentano un largo margine di interpretazione in questo settore.

Anche per quanto concerne l'attività tettonica nell'intera Catena Appenninica, pochissimi sono i dati disponibili, poiché su di essa mancano quasi del tutto i depositi corrispondenti all'intervallo in esame e la morfologia di allora è stata modificata

radicalmente. Al riguardo si hanno solo dati indiretti:

— l'area era già emersa durante il Messiniano, per un'estensione non ben precisabile ma certamente superiore a quella di questo intervallo; i depositi clastici grossolani del Messiniano superiore testimoniano un intenso smantellamento dei rilievi, sia sul lato adriatico che su quello tirrenico;

— anche i depositi del « Pliocene entro-appenninico » indicano un'attiva erosione della catena.

Ma, a parte questi dati indiretti, non si hanno elementi sicuri per escludere una stabilità generalizzata, o relativa a singoli settori. Si è tuttavia preferito indicare in Carta un probabile sollevamento, anche sulla base di considerazioni connesse con un presumibile aggiustamento isostatico della catena, conseguente alle fasi tettoniche compressive preplioceniche.

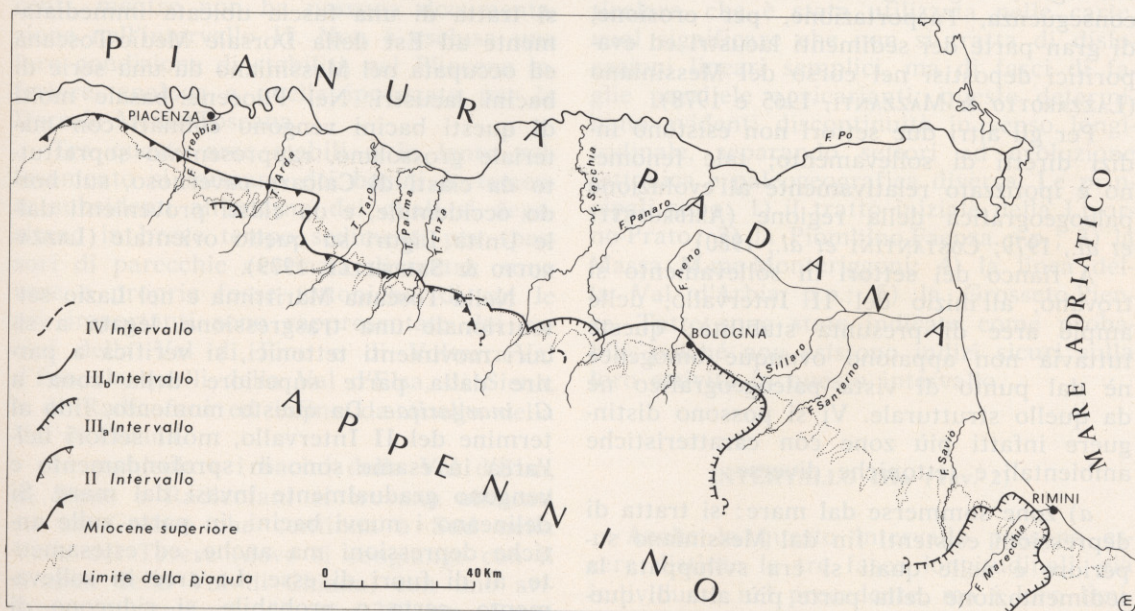


Fig. 1 - Età di messa in posto delle Unità Liguri sul margine dell'Appennino. Come si può notare, le Unità liguri, provenienti dal quadrante SW, hanno raggiunto l'attuale posizione in intervalli diversi. Nel settore ligure occidentale, fino circa all'altezza di Reggio Emilia, l'alloctono ligure si è messo in posto nel Miocene superiore (essenzialmente durante la fase intra-messiniana) ed è stato in gran parte ricoperto dai sedimenti marini pliocenici. Locali riprese di movimento più recenti sono documentate solo nella zona di Gropparello (W del T. Arda) e tra il T. Parma ed il T. Enza. Nel settore orientale l'alloctono ligure è giunto al suo fronte attuale prevalentemente nell'Intervallo IIIa ed è stato poi ricoperto da sedimenti marini del Pliocene medio-superiore-Pleistocene inferiore. Ad W del F. Secchia e tra F. Panaro e F. Reno è stato ulteriormente traslato nell'Intervallo IIIb, assieme ai depositi pleistocenici che lo avevano marginalmente ricoperto.

TOSCANA MARITTIMA
E LAZIO SETTENTRIONALE

Al passaggio fra il Messiniano ed il Pliocene sono in sollevamento tre ampi settori: le Colline Metallifere, la Dorsale Amiata-Castell'Azzara e la Dorsale Rapolano-M. Cetona.

Il primo settore è limitato a Nord dai Monti Livornesi, ad Est dalla Montagnola Senese e a Sud dall'Argentario e dalle alture di Capalbio; il suo sollevamento è accompagnato da una diffusa attività magmatica, che, come indicano numerose datazioni radiometriche, deve aver avuto le manifestazioni più intense tra i 5 ed i 4 M.A. (plutone di Campiglia Marittima e vulcaniti di S. Vincenzo; plutoni di Gavorrano e Castel di Pietra; vulcaniti di Roccastrada; magmatiti di Orciatico e Montecatini Val di Cecina, in BORSI *et al.*, 1965; BORSI *et al.*, 1967; BARBERI *et al.*, 1971 con bibl.; BORSI *et al.*, 1979 etc.). Il fenomeno si manifesta con movimenti positivi e disuguali di blocchi rigidi, lungo faglie dirette, ed ha come conseguenza, l'asportazione, per erosione, di gran parte dei sedimenti lacustri ed evaporitici depositi nel corso del Messiniano (LAZZAROTTO & MAZZANTI, 1965 e 1978).

Per gli altri due settori non esistono indizi diretti di sollevamento; tale fenomeno è ipotizzato relativamente all'evoluzione paleogeografica della regione (AMBROSETTI *et al.*, 1979; COSTANTINI *et al.*, 1980).

A fianco dei settori in sollevamento si trovano, all'inizio del II Intervallo, delle ampie aree di presunta stabilità; queste tuttavia non appaiono ovunque omogenee né dal punto di vista paleogeografico né da quello strutturale. Vi si possono distinguere infatti più zone con caratteristiche ambientali e tettoniche diverse:

a) zone sommerse dal mare: si tratta di depressioni esistenti fin dal Messiniano superiore e nelle quali si era sviluppata la sedimentazione della parte più alta di quest'ultimo piano; in esse si trovano anche i sedimenti più antichi del Pliocene inferiore (Zona a *Sphaeroidinellopsis*) ed il passaggio Mio-Pliocene vi avviene in concordanza e continuità, pur essendo caratterizzato da un netto cambiamento di facies. Ciò è stato documentato nel bacino di Volterra-Val d'Era (Bossio *et al.*, 1978), nel bacino del Fine e al margine settentrionale

dei Monti Livornesi (Bossio *et al.*, 1981); è probabile tuttavia che situazioni analoghe siano esistite anche nel bacino di Radiconi (COSTANTINI *et al.*, 1979), nel quale sono stati rinvenuti sedimenti attribuiti alla Zona a *Sphaeroidinellopsis*, e in Val d'Era, Val di Chiana e nel bacino dell'Albegna (BONAZZI *et al.*, 1981), anche se attualmente le conoscenze delle microfaune non vanno oltre la definizione di un generico Pliocene inferiore.

b) Zone emerse fin dal Messiniano: tra queste può essere indicata con sicurezza la Dorsale Iano-Montagnola Senese-Monticiano-Roccastrada-M. Leoni (Dorsale Medio-Toscana) che già nel Messiniano costituiva una struttura rilevata, rappresentando il limite orientale della trasgressione marina in Toscana (GIANNINI *et al.*, 1971). All'inizio del Pliocene essa si configura come un'area erosa fino alle evaporiti triassiche e al Verrucano (GIANNINI & LAZZAROTTO, 1976).

c) Zone depresse, sedi di bacini lacustri: si tratta di una fascia ubicata immediatamente ad Est della Dorsale Medio-Toscana ed occupata nel Messiniano da una serie di bacini lacustri. Nel Pliocene basale molti di questi bacini vengono colmati con materiale grossolano, rappresentato soprattutto da clasti di Calcere cavernoso, sul bordo occidentale, e da clasti provenienti dalle Unità Liguri su quello orientale (LAZZAROTTO & SANDRELLI, 1979).

Nella Toscana Marittima e nel Lazio settentrionale una trasgressione, legata a sicuri movimenti tettonici, si verifica a partire dalla parte superiore della zona a *G. margaritae*. Da questo momento, fino al termine del II Intervallo, molti settori dell'area in esame sono in sprofondamento e vengono gradualmente invasi dal mare. Si delineano i nuovi bacini, in parte sulle antiche depressioni ma anche, ed estesamente, al di fuori di esse. Le aree in sollevamento, certo o probabile, si riducono di ampiezza pur rimanendo sostanzialmente quelle delineate al passaggio Miocene-Pliocene. Esse sono disposte su fasce irregolari ad andamento più o meno appenninico, emerse o costituenti bassofondi marini non in sprofondamento. Ricordiamo:

— una fascia costiera comprendente i Monti Livornesi; l'area di Campiglia Marit-

tima, Piombino, Isola d'Elba e Punta Ala; i Monti dell'Uccellina e l'Argentario; essa è interessata da magmatismo con fenomeni intrusivi ed effusivi di età compresa fra 7 e 4 M.A. circa;

— una fascia più interna, parallela alla prima ma di estensione più ridotta: comprende da NNW a SSE i Monti di Castellina Marittima, il Monte Aneo e la Regione Boracifera di Larderello; anche in corrispondenza di questa fascia, ed in particolare sul bordo orientale, si hanno manifestazioni magmatiche di età un po' più recente delle precedenti (Montecatini Val di Cecina 4 M.A., Roccastrada 3,5 M.A. ecc.);

— una fascia più meridionale, rappresentata dalla Dorsale Monte Amiata-Monti di Castell'Azzara;

— una fascia parallela a quest'ultima e più orientale, rappresentata dalla Dorsale Rapolano-M. Cetona.

Il sollevamento di queste ultime due dorsali è sicuro solo negli intervalli più recenti, mentre non ha nessuna documentazione nell'intervallo II. Non è esclusa una loro condizione di stabilità nel Pliocene inferiore, analoga a quella ipotizzata per la Dorsale Medio-Toscana.

Tra queste aree stabili o in lento sollevamento si formano dei bacini fortemente subsidenti all'interno dei quali si depositano in breve tempo sedimenti per spessori di parecchie centinaia di metri: sono vere e proprie fosse tettoniche, di cui le più importanti sono rappresentate dai bacini della Val di Fine e di Volterra-Val d'Era, da quelli della Val d'Elsa, di Siena, e di Radicofani ed infine da quello della Val di Chiana.

In particolare i bacini della Val d'Elsa, di Siena e Radicofani si trovano allineati su un *Graben* che continua a Sud nella Valle del Tevere (dove si congiunge con il *Graben* della Val di Chiana) con uno sviluppo longitudinale di oltre 200 km (BALDI *et al.*, 1974). La continuità di questa fossa è interrotta a tratti da strutture sollevate trasversali, vere e proprie soglie, che dividono un bacino dall'altro.

In questo intervallo sono stati indicati, come attivi o probabilmente attivi, numerosi ed importanti elementi lineari; questi si dividono in due categorie:

a) elementi longitudinali a direzione NW-SE; separano le aree stabili o in sollevamento da quelle in sprofondamento;

b) elementi trasversali indicati nella legenda come « fasce di deformazione e/o discontinuità ».

I primi hanno il carattere di faglie dirette ed agiscono in regime di distensione; ad essi si accompagnano, ed in alcuni casi sono geneticamente collegate, le manifestazioni magmatiche citate in precedenza. L'attività di queste faglie è ulteriormente documentata dai potenti pacchi di materiale ligure, che oggi possiamo osservare, intercalati ai sedimenti argillosi del Pliocene inferiore, lungo i margini di alcuni importanti bacini neautoctoni (ad es. Bacino dell'alta Val di Cornia; Bacino di Radicofani ecc.): si tratta dei prodotti di frane che si staccavano dalle scarpate di faglie attive che delimitavano i bacini stessi.

Il secondo tipo di elementi lineari (b) comprende strutture trasversali con caratteri di trascorrenza. La simboleggiatura particolare, che è stata utilizzata nelle carte, vuol significare che non si tratta di dislocazioni lineari semplici, ma di fasci di faglie parallele e vicarianti; queste determinano evidenti discontinuità in senso longitudinale, separando settori ad evoluzione tettonica e paleogeografica diversa. Le principali sono: 1) il tratto iniziale della Livorno-Prato; 2) la Piombino-Faenza p.p.; 3) la Massa M.ma-Monteriggoni; 4) la linea della Val d'Arbia p.p.; 5) la Grosseto-Pienza. Tutte sono state indicate come probabili, poiché non esistono indizi sicuri sulla loro attività in questo intervallo.

INTERVALLO IIIa (Tav. 2)

Anche in questo intervallo possono essere distinte le tre fasce longitudinali, già individuate nel precedente, ma i loro limiti appaiono spostati un poco verso NE:

1) il Bacino Padano ed il Margine Appenninico-adriatico, caratterizzati da complessi movimenti areali e lineari di forte intensità;

2) la Catena Appenninica, interessata in prevalenza da un notevole sollevamento e da deformazioni plicative e disgiuntive;

3) la Liguria di Levante, la Toscana e il Lazio settentrionale, interessati da movimenti differenziali con prevalenza del sollevamento, specialmente nella parte finale dell'intervallo.

Complessivamente l'attività tettonica di questo intervallo è ben più marcata che nel precedente, con caratteri di compressione e inarcamento delle strutture positive sul versante adriatico e di distensione e sollevamento su quello tirrenico (ELTER *et al.*, 1975).

PIANURA PADANA E MARGINE APPENNINICO ADRIATICO

L'attività tettonica che si esplica in questo settore è intensa e mostra caratteri complessi e mutevoli da zona a zona. Nell'insieme si ha l'impressione che le maggiori dislocazioni si verificano nella fase iniziale dell'intervallo (« fase medio-pliocenica » *Auctt.*): ne sarebbe una conseguenza l'emersione di molte strutture positive, la maggior parte delle quali, tuttavia, saranno in seguito nuovamente sommerse dal mare.

Le sinclinali, al contrario, sono soggette ad una subsidenza continua per tutto l'intervallo.

Facendo riferimento agli effetti paleogeografici della sopraindicata attività deformativa, si possono distinguere due gruppi di strutture:

a) strutture mancanti dei depositi relativi a questo intervallo ma caratterizzate da sedimenti marini del Pleistocene inferiore, discordanti e trasgressivi su sedimenti altomiocenici o, localmente, bassopliocenici. Si tratta delle zone di culminazione delle strutture di Soresina-Caviaga, S. Colombano-Cremona sud, Podenzano-S. Giorgio, Collecchio, Novi di Modena-Cavone, Mirandola-Ferrara, Mantello.

Queste aree vengono considerate come emerse per tutto l'intervallo, a seguito di movimenti positivi, connessi con gli accavallamenti lungo le faglie inverse del lato Nord;

b) strutture caratterizzate da depositi del Pliocene medio-superiore, in spessori generalmente ridotti e discordanti sui sedimenti più antichi. Ricadono in questo gruppo la maggior parte delle strutture se-

polte padane, comprese quelle impostate sulla monoclinale pedealpina (Cremona Nord, Piadena), nonché le parti periferiche delle strutture segnalate nel gruppo precedente. Si interpreta questa situazione come conseguenza di una fase compressiva iniziale (responsabile di inarcamenti e accavallamenti lungo faglie inverse) che avrebbe portato le aree sopraindicate all'emersione; ad essa sarebbe seguita poi una moderata subsidenza, che può essere attribuita ad una diminuzione dello sforzo compressivo. Solo localmente la subsidenza è stata più marcata, permettendo la deposizione di alcune centinaia di metri di depositi: ciò è particolarmente evidente sulle strutture della Monoclinale Pedealpina (Caviaga, Soresina *pars*, Bordolano, Alfianello) e su quelle più esterne delle Pieghe Adriatiche (Ravenna, Alfonsine, Porto Corsini). La struttura di Piadena, per contro, pur manifestando una certa attività tettonica in questo intervallo (PIERI & GROPPI, 1981), non sembra aver subito interruzioni della sedimentazione marina, che appare concordante e continua dal Pliocene inferiore al Pleistocene inferiore compresi.

Trattandosi di stratigrafie del sottosuolo, alcune delle quali studiate molti anni or sono, e tenendo conto delle recenti messe a punto, su nuove basi biostratigrafiche, del limite Plio-Pleistocene in depositi marini, non si può escludere che alcune delle esili coperture del presunto Pliocene superiore, trasgressive sulle strutture sopra citate, possano in effetti appartenere già al Pleistocene basale. Detta ipotesi non è comunque verificabile allo stato attuale delle conoscenze.

La Cartina paleogeografica inserita in Tav. 2, mostra schematicamente la ipotizzata situazione delle aree emerse in un momento dell'Intervallo IIIa (zona a G. gr. *crassaformis*), posteriore alla fase tettonica medio-pliocenica.

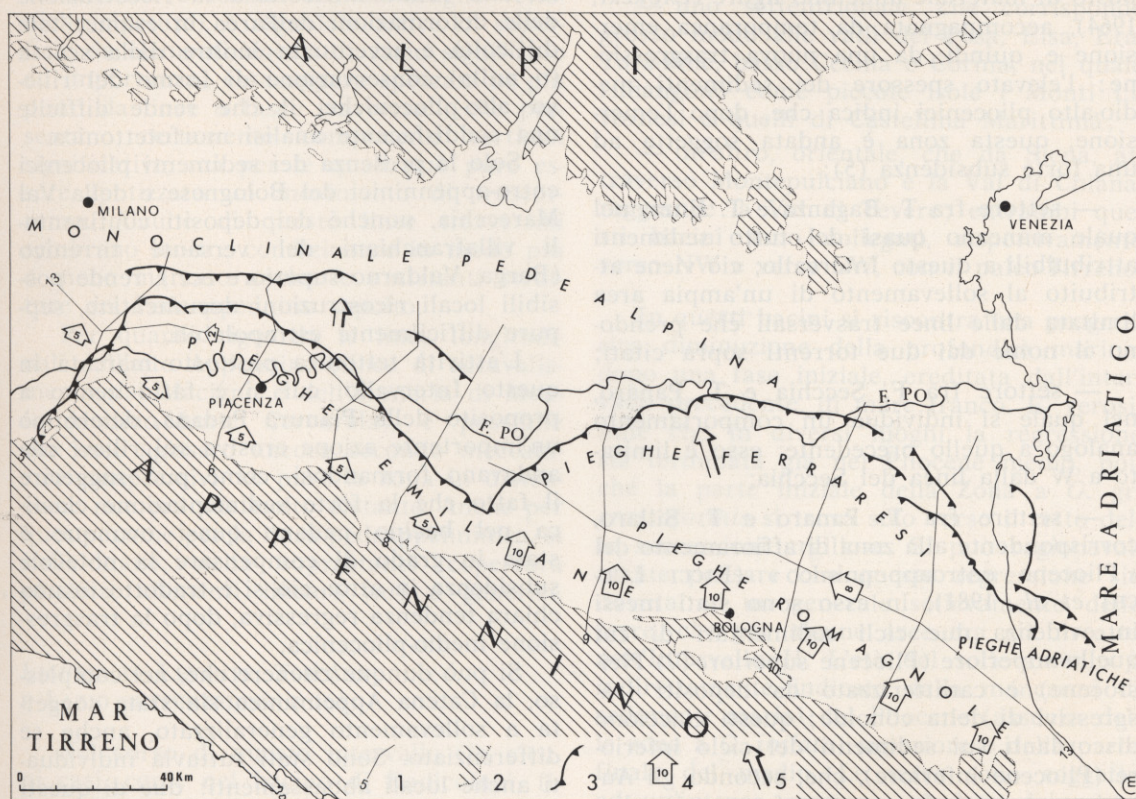
Pur nell'ambito di una compressione piuttosto evidente su tutta la zona padana (4), le strutture sinclinali mostrano di essere andate soggette a subsidenza, particolarmente marcata in corrispondenza del

(4) Pur non essendo possibile valutare l'entità dei raccorciamenti subiti dalla copertura plio-quaternaria nei singoli intervalli, si è ritenuto opportuno calcolarne il valore complessivo (fig. 2).

bordo meridionale della Monoclinale Pedalpina, sulla quale si accavallano le Pieghe Emiliane e le Pieghe Ferraresi; i sedimenti attribuiti a questo intervallo superano i 2.000 metri di spessore. Anche in corrispondenza di alcune sinclinali interne all'arco delle Pieghe Ferraresi-Romagnole si è prodotta un'abbondante sedimentazione che

denota una forte, anche se locale, subsidenza. Quest'ultima è invece moderata nelle sinclinali poste fra il margine appenninico e le Pieghe Adriatiche.

Il margine adriatico dell'Appennino era in generale soggetto a sedimentazione, legata tuttavia ad una subsidenza di entità inferiore a quella mostrata dalle sinclina-



G. GASPERI '82

Fig. 2 - Raccorciamento del fronte sepolto dell'Appennino dal Pliocene ad oggi (Intervalli II + III + IV + V) ricavato dalle deformazioni dei sedimenti plio-quadernari della Pianura Padana. 1) Tracciato delle sezioni geologiche sulle quali è stato calcolato il raccorciamento. 2) Formazioni pre-plioceniche. 3) Fronte delle strutture pedeappenniniche sepolte. 4) Vettore parziale del raccorciamento, calcolato lungo i tracciati delle sezioni (il numero indica l'entità approssimativa in chilometri). I valori dei raccorciamenti sono stati calcolati sulla base delle pieghe e delle faglie più superficiali e non tengono conto degli eventuali scorrimenti avvenuti lungo faglie profonde a basso angolo. 5) Direzione risultante del raccorciamento. Il raccorciamento è stato calcolato sulle sezioni geologiche di PIERI & GROPPI (1981), i cui tracciati sono riportati in figura. Data la scala delle sezioni (1:250.000) il valore calcolato è solo approssimativo. Si può osservare: a) il raccorciamento calcolato lungo le sezioni trasversali indica valori di circa 10 km in corrispondenza delle Pieghe Romagnole e Ferraresi e di circa 5 km in corrispondenza di quelle Emiliane; b) la separazione tra questi due settori sembra cadere in corrispondenza della Val d'Enza, dove è presente una linea trasversale ipotizzata attiva, almeno sul margine, in tutti gli Intervalli (Tavv. I-IV); c) il raccorciamento calcolato lungo la sezione longitudinale è indicato separatamente per l'arco delle Pieghe Romagnole e Ferraresi e per quello delle Pieghe Emiliane; d) la direzione reale del vettore raccorciamento e la sua entità approssimativa possono essere ricavate dalla composizione dei due vettori parziali, trasversale e longitudinale, sopra citati; come si può vedere, la sua direzione è circa N-S. Dal confronto con la fig. 1 si può constatare che le maggiori traslazioni plio-quadernarie della copertura sembrano essersi prodotte ad oriente della linea dell'Enza, sia per quanto concerne l'alloctono ligure del margine appenninico, sia per i depositi delle antistanti pieghe pedeappenniniche sepolte.

li sopra citate; ma alcuni settori, limitati da linee tettoniche trasversali, mostrano un comportamento autonomo. Da NW a SE essi sono:

— settore fra T. Nure e T. Chiavenna, caratterizzato da un evento tettonico verificatosi nella parte superiore del Pliocene inferiore: questo consiste nella messa in posto di materiale alloctono ligure (LAURERI, 1964), accompagnata da temporanea emersione e, quindi, da una nuova trasgressione: l'elevato spessore dei sedimenti medio-alto pliocenici indica che, dopo l'emersione, questa zona è andata soggetta ad una forte subsidenza (5);

— settore fra T. Baganza e T. Enza, nel quale mancano quasi del tutto sedimenti attribuibili a questo Intervallo; ciò viene attribuito al sollevamento di un'ampia area limitata dalle linee trasversali che prendono il nome dai due torrenti sopra citati;

— settore fra F. Secchia e T. Panaro, nel quale si individua un comportamento analogo a quello precedente; esso è limitato a W dalla linea del Secchia;

— settore fra T. Panaro e T. Sillaro, corrispondente alla zona di affioramento del « Pliocene entroappenninico » (RICCI LUCCHI *et al.*, 1981); in esso sono stati messi in evidenza due cicli sedimentari di cui quello superiore (Pliocene superiore-(?) Pleistocene) è caratterizzato da depositi trasgressivi di delta conoide; questi giacciono discordanti sui sedimenti del ciclo inferiore (Pliocene inferiore), che, secondo gli Autori sopracitati, durante la « fase medio-pliocenica » sarebbero stati traslati, assieme al loro substrato ligure, sollevati ed erosi. Nel margine esterno di questo settore si trovava una struttura probabilmente emersa che isolava parzialmente il bacino interno, in sollevamento continuo per tutto l'intervallo (su di essa mancano i depositi medio-altopliocenici); essa, in seguito incorporata nell'attuale Pedepennino, è limitata dalle linee trasversali del Sillaro e del Lavino ed è certamente interessata, sul fianco settentrionale, da un'importante faglia inversa;

— settore ad Est di Forlì, dove i depositi dell'attuale margine rivelano una storia analoga a quella delle antistanti strutture sepolte.

CATENA APPENNINICA

La scarsità di sedimenti di questo intervallo rende difficoltosa la ricostruzione delle deformazioni dell'area in esame; tale difficoltà è accentuata inoltre dalla scarsa (o nulla) conservazione di forme del rilievo alto-plioceniche, il che rende difficile una soddisfacente analisi morfotettonica.

Solo la presenza dei sedimenti pliocenici entroappenninici del Bolognese e della Val Marecchia, nonché dei depositi continentali villafranchiani del versante tirrenico (Barga, Valdarno superiore ecc.), rende possibili locali ricostruzioni documentate, seppure difficilmente estrapolabili.

L'attività tettonica piuttosto marcata in questo Intervallo, cui si è fatto cenno a proposito della Pianura Padana, determinò un'importante azione erosiva sui rilievi che andavano formandosi, come può suggerire il fatto che la forte sedimentazione clastica nel bacino padano quasi ovunque è stata in grado di compensare la notevole subsidenza in atto: ciò si è tradotto in una chiara tendenza regressiva, dopo la trasgressione medio-pliocenica.

Si può dunque ritenere che, nel complesso, la Catena Appenninica sia stata soggetta a sollevamento generalizzato, anche se differenziato. Sono stati tuttavia individuati anche locali abbassamenti: due di questi sono segnalati sul lato adriatico, in corrispondenza delle zone di messa in posto delle coltri di « Pliocene entroappenninico » del Bolognese e della Val Marecchia (la loro traslazione può essere messa in relazione col sollevamento per ora solo parziale, della catena principale), altri corrispondono ad alcuni bacini intermontani del Villafranchiano inferiore.

Una considerazione di carattere generale riguarda il livello d'erosione al quale era giunta la catena: con ogni probabilità l'Unità Toscana non era ancora affiorante dal momento che i ciottoli del « Pliocene marino entroappenninico » bolognese e di quello continentale (Valdarno sup., Barga ecc.) sembrano provenire solo da formazioni liguri. Lo spartiacque principale do-

(5) L'estensione areale e la cronologia più precisa di detto evento è precisata nello studio di recente eseguito da S. RAFFI (1982).

veva essere più arretrato dell'attuale e l'ubicazione dei bacini del Valdarno superiore e di Barga ne limita la posizione verso SW.

Difficile è definire i meccanismi degli elementi tettonici lineari giudicati attivi in questo Intervallo. La struttura pedeappenninica, sicuramente costituita in profondità da faglie inverse di tipo listrico e accavallamenti (o localmente da scaglie tettoniche ripetute), è segnalata attiva in superficie da elementi lineari di vario significato ed importanza; essa appare spezzata in più punti da linee o fasce trasversali, che presentano certamente componenti verticali significative, ma per le quali può pure essere ipotizzato un movimento di trascorrenza. Alcune di queste linee trasversali sembrano inoltre condizionare in modo più o meno marcato anche le antistanti strutture del Pedeappennino sepolto.

Per quanto riguarda le linee longitudinali dell'alto Appennino (linee di accavallamento del Macigno e dell'Arenaria di Monte Modino-Monte Cervarola), è possibile che esse agissero ancora secondo meccanismi compressivi, se pure la zona in distensione non era più molto distante. Anche per queste, come per la linea pedeappenninica, si individuano, nella soprastante copertura plastica, elementi lineari vari e generici.

LIGURIA DI LEVANTE, TOSCANA E LAZIO SETTENTRIONALE (6)

Nel corso di questo intervallo (in alcuni casi, come nel bacino di Radicofani, fino dalla zona a *G. bononiensis*, in altri da quella a *G. gr. crassaformis*) la paleogeografia subisce una rapida e profonda evoluzione; e mentre la linea di costa dell'intervallo precedente (versante occidentale del Monte Albano, del Chianti, di Monte San Savino, della Val di Chiana ecc.) si sposta, seppure in misura limitata verso Est, un'ampia, radicale regressione si verifica su tutta l'area della Toscana di SW e del Lazio di NW. Emerge gran parte dei bacini sommersi nell'intervallo precedente, nelle zone

di Massa M.ma, Siena, Piombino, Grosseto, S. Fiora, Orbetello, Tuscania; si forma così un vasto complesso di terre che si salda al continente attraverso una piccola soglia nella zona di Monteriggioni (Siena); questa divide l'area sommersa nell'intervallo precedente in due bacini residui, anche se in leggero sviluppo verso oriente:

— uno settentrionale, che corrisponde grosso modo alle valli del Pesa, Elsa, Era, Tora-Fine, basso Cecina e Cornia, nel quale rimangono come piccole isole i Monti Livornesi e quelli di Castellina Marittima;

— un'altro, orientale, che da Siena, attraverso Montepulciano e la Val di Chiana, raggiunge la Val di Tevere; entrambi questi bacini sono collegati, rispettivamente verso NW e verso SW, con il paleo-Tirreno.

In questi bacini si riscontra una progressiva diminuzione della profondità marina, dopo una fase iniziale, ereditata dall'intervallo precedente, di mare franco. E' verosimile che in diversi luoghi la regressione sia terminata già nel Pliocene medio, poiché la parte iniziale della Zona a *G. gr. crassaformis* si trova solo verso il tetto delle successioni argillose. Si può ragionevolmente pensare che questa regressione sia dovuta ad un generale sollevamento delle terre, che per alcune aree era già in atto nell'Intervallo II. L'età del sollevamento è indirettamente indicata dalla mancanza di sedimenti marini del Pliocene (assenza della zona a *G. inflata*) superiore e della parte finale del medio. Le terre sono soggette ad un'intensa erosione, rivelata dai materiali di riempimento sia dei bacini marini che di quelli intermontani; per l'origine di tali depositi non si può escludere una causa climatica, anche se l'imponente quantità dei materiali asportati dalle dorsali può spiegarsi, in maniera soddisfacente, soltanto con l'attiva demolizione che caratterizza le montagne in sollevamento. Comunque sia, ad un certo momento, si colmano i bacini marini di Radicofani, Baccinello, Chiusdino, dell'Alta Val di Cornia ed altri bacini minori.

Sebbene l'erosione appaia un fatto generalizzato a tutta la Catena Appenninica, tra l'Aretino e San Marcello Pistoiese compare nella Carta di questo intervallo il simbolo del sollevamento probabile; questa prudenza interpretativa deriva dalla teorica possi-

(6) La Liguria di Levante, considerata nell'intervallo precedente nella Catena Appenninica, viene qui associata (*pro parte*) alla Toscana e al Lazio settentrionale, appunto in quella sua porzione nella quale iniziano a manifestarsi i movimenti tettonici distensivi.

bilità che, tra i terreni erosi, vi fossero dei sedimenti medio-alto pliocenici. Vi sono altre zone, tuttavia, ove il sollevamento nell'Intervallo IIIa è sicuro: sono, ad esempio, quelle che non presentano sedimenti di questo intervallo, ma contengono depositi di quello precedente (come gran parte dell'area di Massa Marittima); in altri casi è la supposta presenza nel sottosuolo di un plutone a rendere verosimile il sollevamento dell'area all'inizio dell'intervallo (Torniella, presso Roccastrada, BORSI *et al.*, 1965); in altri casi ancora, è la ricostruzione sedimentologica e paleogeografica (Monti del Chianti) che può dare suggerimenti in merito. Per le Alpi Apuane il sollevamento, oltre che sicuro, deve essere considerato cospicuo, data la presenza di clasti di rocce del nucleo metamorfico nei riempimenti delle fosse circostanti (FEDERICI, 1973). La genesi e lo sviluppo delle fosse deve essere considerata una conseguenza di movimenti differenziali, che hanno condotto sia al sicuro sollevamento di molte aree già emerse in precedenza o in emersione in questo intervallo (aree già citate), sia allo sprofondamento di altre la cui subsidenza era già in atto nel Pliocene inferiore. Ciò è comprovato dalla continuità stratigrafica dei sedimenti infra-medio pliocenici marini; tuttavia fenomeni di regressione sui bordi occidentali e di trasgressione su quelli orientali (più evidenti nella media Val di Tevere, ma segnalati anche nella Val di Chiana, nel Senese e in Val d'Elsa) testimoniano un graduale spostamento degli assi dei bacini verso Est. La separazione, all'altezza della soglia di Monteriggioni, in due bacini (AMBROSETTI *et al.*, 1979) è forse collegabile ad una componente trasversale dei movimenti tettonici. Se le strutture trasversali esistevano già nell'Intervallo II, è in questo che assumono maggiore evidenza: c'è da osservare tuttavia che esistono difficoltà obiettive nel rilevare le varie linee sul terreno, e che, se non fosse per la loro influenza sulla continuità longitudinale di fosse e dorsali e sulla morfologia, ben difficilmente avrebbero potuto essere individuate; per questo motivo, nella carta, viene adottata una simboleggiatura del tutto particolare.

I movimenti disgiuntivi assumono, in

questo intervallo, una particolare intensità a nord dell'Arno. In generale viene rispettato l'andamento prevalentemente longitudinale delle dislocazioni, che si rivelano come faglie dirette, caratteristica questa di tutta la tettonica distensiva post-parossimale dell'Appennino occidentale e della regione tirrenica (7). Prendono origine così i bacini intermontani della Bassa Val di Magra e del Medio Vara, di Sermezzano, di Castelnuovo Garfagnana e Barga (Val di Serchio), di Castelnuovo dei Sabbioni-Palazzolo (Alta Val d'Arno).

Le faune a Vertebrati che sono state trovate nei depositi di riempimento di questi bacini sono riferibili all'Unità di Triverza (AZZAROLI, 1977) del Villafranchiano inferiore. Secondo studi in corso (comunicazione orale di G. FICCARELLI) questa fauna corrisponderebbe, come età, alla zona a *Gl. punctulata* e forse anche a quella a *Gl. gr. crassaformis*; la formazione dei bacini sarebbe pertanto da riportare indietro nel tempo rispetto a quanto rappresentato nelle nostre tavole e cioè alla parte finale del Pliocene inferiore.

Recentissimi dati (comunicazione orale di R. BERTOLDI) hanno rivelato un'età pliocenica superiore per il bacino di Compiano, nell'alta Val di Taro, già considerato pleistocenico. Oltre che suggerire interessanti rapporti tra bacini, ora situati da parti opposte rispetto alla catena principale, come ad esempio con quelli della Val di Magra (GHELARDONI, 1958), questo fatto rivela che la distensione aveva toccato, già nel Pliocene superiore, un settore molto settentrionale dell'Appennino.

Il riempimento dei bacini intermontani è la naturale conseguenza dell'ipotizzata ten-

(7) Almeno per quanto finora è stato osservato sui maggiori caratteri geometrici delle strutture; di recente, invece, PLESI & CERRINA FERONI (1979) «...dai dati relativi agli stiloliti e da altri elementi strutturali presenti nei depositi neotettonici della Toscana (pieghe, décrochements) nonché dalla loro distribuzione relativa nel Messiniano e nel Pliocene...» sono giunti «...alla conclusione che il territorio esaminato è stato coinvolto in almeno due fasi di raccorciamento: la prima nella parte alta del Messiniano, la seconda al Pliocene medio» questi Autori, infine, avanzano «...l'ipotesi che distensione e compressione si siano alternate, in questa regione, durante il Miocene superiore e il Pliocene».

denza al sollevamento generale dei territori circostanti; in diversi casi (Val d'Arno superiore, Val di Magra, Garfagnana ecc.) è possibile ipotizzare infatti il rilevante sollevamento delle dorsali se si analizza il legame genetico tra la natura dei sedimenti di riempimento dei bacini e la messa a giorno di tipi litologici geometricamente sempre più profondi nelle aree sorgenti.

Il sollevamento generalizzato nella seconda parte dell'intervallo coinvolge ad un certo punto anche le strutture depresse, che, perciò, nella maggioranza dei casi, mostrano una decisa inversione dei movimenti: è per questo che nella carta troviamo in sollevamento, in questo momento, i bacini della Val di Chiana, di Siena, di Volterra, della Val d'Era e della Val d'Elsa. Nei bacini intermontani l'assenza di faune del Villafranchiano medio indica una estesa fase erosiva, collegata ai sollevamenti differenziali responsabili delle inclinazioni anche notevoli dei sedimenti della prima parte dell'intervallo. E' probabile che durante questa fase alcune faglie siano ancora attive (zona di Volterra, bacino senese e Val di Chiana, Bassa Val di Cecina, ecc.); tale constatazione è spesso desunta dal maggior sollevamento di un'area rispetto ad una contigua. Nel sollevamento generale appaiono coinvolte anche le dorsali del M. Cetona e il tratto della Dorsale Medio Toscana tra Iano e la Montagnola Senese; queste nella prima parte dell'intervallo avevano mostrato un comportamento meno qualificabile, ma complessivamente stabile.

INTERVALLO IIIb (Tav. 3)

La distinzione in tre fasce longitudinali può essere ben individuata anche in questo intervallo:

1) il Bacino Padano e parte del Margine Appenninico-adriatico attuale sono interessati da una generale subsidenza;

2) la Catena Appenninica è soggetta a sollevamento;

3) la Liguria di Levante, la Toscana ed il Lazio settentrionale mostrano complessivamente una tendenza al sollevamento, ma con locali sprofondamenti.

BACINO PADANO E MARGINE APPENNINICO-ADRIATICO

Fin dall'inizio di questo intervallo nel Bacino Padano si manifesta una netta tendenza allo sprofondamento, accompagnata da una generale trasgressione del mare su gran parte delle strutture precedentemente emerse e su parte del margine appenninico. La linea di costa si sposta localmente verso l'interno per una larghezza modesta (al massimo qualche chilometro): ciò si verifica nel tratto compreso fra il T. Baganza ed il F. Panaro. Viceversa, sia a NW che a SE di questo settore, anche in questo intervallo si nota una progradazione delle terre verso il Bacino Padano, per una larghezza che nel Bolognese appare notevole (vedere Cartina paleogeografica in Tav. 3).

Le più chiare indicazioni sulla subsidenza padana sono fornite dalle sezioni geologiche AGIP, nelle quali sono rappresentati spessori notevoli di sedimenti terrigeni ricoprenti sia le sinclinali che le strutture positive. Gli spessori raggiungono i valori maggiori nelle aree sinclinali: 1.200 m a Nord di Cremona; 1.500 m a Nord di Modena-Bologna; 1700 m a Sud di Ravenna; oltre 2.000 m in corrispondenza del delta padano. Le aree di probabile subsidenza sono evidenziate in Tav. 3, con il simbolo di abbassamento differenziato.

In corrispondenza delle strutture anticlinali gli spessori sono in genere minori; ma su molte di esse l'entità è comunque tale (centinaia di metri) da indicare anche qui una netta subsidenza. Su alcune strutture del settore nord-occidentale, gli spessori modesti rivelano solo una subsidenza probabile (Pontenure, S. Colombano, Cortemaggiore, Caviaga-Soresina). Sulle strutture di Montepelato e di Albinea (fra T. Parma e F. Secchia) è stata indicata una probabile fase di sollevamento intermedia, che può giustificare la transizione dai depositi marini a quelli continentali villafranchiani. Sulle altre strutture non è stato indicato un evento analogo (per quanto sia possibile ipotizzarlo) per il fatto che non si è a conoscenza dell'età dei primi depositi continentali (che potrebbero ricadere già nell'intervallo successivo).

Da questa generale subsidenza restano escluse solo alcune strutture, localizzate sul

fronte esterno delle Pieghe Ferraresi e Adriatiche (Mirandola, Mantello, Longastrino, P. Corsini, Ravenna). Fra queste la più caratteristica è l'area di Mirandola, dove le alluvioni oloceniche ricoprono con spessori modesti (90 m) il Miocene, mentre il Quaternario marino manca del tutto. Pertanto questa zona è stata indicata in sollevamento continuo. A conferma di questo sollevamento, nel profilo sismico presso Cavone (Pieghe Ferraresi), riportato in PIERI & GROPPI (1981), si nota che gli orizzonti quaternari circostanti alla struttura sono deformati per trascinarsi verso l'alto. Le Pieghe Adriatiche sono invece interessate da subsidenza finale (che continuerà poi nel successivo intervallo).

E' interessante notare come, in questo intervallo, le uniche zone padane in sollevamento si trovino in corrispondenza dei fronti di accavallamento sulla Monoclinale pedealpina, mentre esternamente ad essi si verificano le massime subsidenze. Ciò indica che l'accavallamento delle Pieghe Ferraresi e Adriatiche era in piena attività. Per quanto riguarda il Margine Appenninico (a parte la diversa posizione della linea di riva rispetto all'intervallo precedente, spiegabile essenzialmente con i sollevamenti prodottisi alla fine del Pliocene) esso appare caratterizzato da settori nei quali il Pleistocene marino si trova in rapporti variabili con il substrato; questo comportamento a settori è essenzialmente un indizio di attività delle linee trasversali:

— nel settore piacentino, fino al T. Riglio compreso, non sono presenti in affioramento depositi marini pleistocenici: qui la regressione marina è avvenuta nel Pliocene superiore ed è stata seguita, nel Pleistocene, dall'accumulo di forti spessori di depositi fluviali di conoide;

— nel settore T. Chiavenna-T. Baganza il Pleistocene marino è in continuità sul Pliocene e presenta spessori modesti;

— nel settore T. Baganza-T. Enza esso è trasgressivo sul Pliocene inferiore, ma con spessori piuttosto modesti;

— nel settore T. Enza-F. Secchia si osserva di nuovo la continuità dei depositi pleistocenici su quelli pliocenici, ma con forti spessori di sedimenti pelitici, indicanti una marcata subsidenza nel Pleistocene inferiore (diverse centinaia di metri);

— nel settore F. Secchia-F. Panaro rimane la caratteristica della notevole subsidenza, ma i sedimenti pleistocenici sono qui trasgressivi;

— nel settore bolognese manca in affioramento il Pleistocene;

— dal T. Sillaro verso SE si osserva di nuovo il Pleistocene marino in continuità sul Pliocene e con notevoli spessori (centinaia di metri).

Nel complesso si può pertanto osservare che il Pleistocene marino appare molto sviluppato e rappresentato da spessori notevoli di sedimenti solo a ESE della linea della Val d'Enza.

I depositi finali di questo intervallo sono rappresentati, nel settore nord-occidentale (Pedeappennino piacentino fino al T. Nure) da potenti spessori di conglomerati grossolani di conoide fluviale (oltre 400 m), che poggiano direttamente sulle formazioni liguri; a SE del T. Nure si osservano invece sedimenti continentali di ambiente fluvio-palustre, attribuiti al Villafranchiano superiore (AMBROSETTI & CREMASCHI, 1975) presentanti in genere spessori di poche decine di metri. Nel settore sud-orientale sono invece presenti i depositi di transizione, litorali e fluvio-deltizi, noti come « sabbie gialle di Imola » (o « Milazziano » s.l. degli AA.). E' probabile che i diversi tipi di depositi ora descritti siano in buona parte sincroni. In ogni caso il ritiro del mare dall'Appennino all'Adriatico attuale è ancora poco documentato, poiché i sedimenti regressivi sono mascherati dalle alluvioni pleistoceniche e oloceniche.

CATENA APPENNINICA

La catena è indubbiamente in fase di sollevamento e di erosione. Su di essa non si hanno sedimenti relativi a questo intervallo; i bacini distensivi del Mugello e del Casentino ne delimitano, in modo pressoché definitivo, l'estensione sul versante occidentale e fissano la posizione dello spartiacque: d'ora in poi esso subirà in questo settore solo modesti spostamenti. La stessa cosa non può dirsi per il settore a NW; infatti, la probabile prosecuzione della sedimentazione nel bacino villafranchiano di Compiano in Val Taro, suggerisce di

datarne la diversione (verso il mare adriatico) all'inizio dell'intervallo successivo.

L'apporto terrigeno nei bacini del Mugello e Casentino avviene a spese delle formazioni liguri, il che indica che le arenarie tipo Macigno s. str., le Arenarie di M. Modino-Cervarola e la Marnoso arenacea, non erano state esposte all'erosione. Con ogni probabilità in questo intervallo gran parte della dorsale era ancora costituita dalle formazioni liguri.

Ciononostante le linee di accavallamento del Macigno e delle Arenarie di M. Modino-Cervarola vengono segnalate in attività, anche se solo localmente.

Riguardo alla linea pedeappenninica, essa pare manifestare in superficie la sua attività con deformazioni più o meno marcate e non continue, la cui estensione longitudinale è condizionata dalle già citate linee trasversali, che fungono indubbiamente, anche in questo intervallo, da elementi di discontinuità.

LIGURIA DI LEVANTE, TOSCANA E LAZIO SETTENTRIONALE

Nell'area compresa fra la catena Appenninica e la Toscana Marittima si verifica l'apertura, lungo le direttrici NW-SE, di alcuni bacini fluvio-lacustri (Altopascio, Bacino di Firenze-Pistoia, Mugello, Casentino e Val Tiberina). Un nuovo sprofondamento è documentato inoltre nei preesistenti bacini del Valdarno Superiore e della Val di Chiana. Sono riferibili a questo intervallo le caratteristiche faune a Vertebrati del Villafranchiano superiore (faune di Olivola, del Tasso e di Farneta, AZZAROLI, 1977). Oltre a queste, un valido ausilio alla stratigrafia dei depositi continentali è stato dato anche dalle associazioni floristiche e palinologiche.

L'esistenza di spessori anche notevoli di sedimenti limnici al di sotto di quelli datati lascia una certa incertezza sull'età di inizio di questa nuova fase distensiva. Dal punto di vista strutturale ognuno di questi sprofondamenti avviene lungo una faglia principale situata sul lato nord-orientale e lungo faglie minori (antitetiche) a gradinata sul lato opposto; il profilo trasversale è, per questo motivo, asimmetrico. Il profilo longitudinale di quei bacini per i quali si dispone di un numero sufficiente

di perforazioni (Mugello, Bacino di Firenze-Pistoia) appare controllato da disturbi tettonici trasversali. Altre discontinuità trasversali di maggiore importanza costituiscono i limiti settentrionale e meridionale dei bacini stessi. E' in questi tratti che appare meglio documentata nell'intervallo IIIb l'attività di alcune linee trasversali, già probabilmente attive nel II intervallo (Livorno-Pistoia, Prato-Sillaro, Piombino-Faenza, Follonica-Marecchia ecc.).

In vaste aree della Toscana, della Liguria di Levante e del Lazio settentrionale continua la tendenza al sollevamento, già in atto, e forse più marcata, nell'intervallo precedente. Sono sicuramente in sollevamento i Monti di La Spezia, le Alpi Apuane, il Monte Pisano e, sul prolungamento a SE, gran parte delle Colline Metallifere e della Maremma Toscana; in questa ampia zona si ha un culmine in corrispondenza della risalita delle magmatiti dell'Amiatino, con formazione di numerosi apparati eruttivi (BARBERI *et al.*, 1971). Un'altra area, allungata a dorsale NW-SE, in sicuro sollevamento, si estende dal crinale appenninico in sinistra del Serchio, al Monte Albano, al Chianti, per riunirsi a sud di Siena alla più vasta zona in sollevamento sopra indicata. Al contrario, in altre aree della parte settentrionale di questo settore, continua lo sprofondamento iniziato nell'intervallo precedente. Nell'Alta Val di Magra e nel bacino di Olivola, durante questo intervallo lo sprofondamento, assai attivo all'inizio, in seguito si attenua e termina; continua invece in corrispondenza di fosse tettoniche contigue e più strette: Sermezzano, Bassa Val Magra e, probabilmente, Garfagnana.

Lo sprofondamento della Versilia, particolarmente notevole lungo le faglie del versante occidentale delle Alpi Apuane e del Monte Pisano, si prolunga nella Pianura Pisana. Nelle Colline Pisane la giacitura trasgressiva e discordante dei sedimenti di questo intervallo su quelli della parte iniziale dell'intervallo precedente (Pliocene medio-basale), indica una ripresa degli sprofondamenti in bacini già interessati alla sedimentazione pliocenica, ma emersi nel Pliocene medio-superiore ed ora nuovamente in sommersione anche se lungo direttrici in gran parte diverse. E' il caso anche del bacino della bassa Val di Cecina (con

la deposizione sicuramente accertata di almeno 300 m di sedimenti, GALIBERTI *et al.*, in stampa), dove sono attive le faglie marginali di Rosignano (GIANNINI, 1955 e seguenti) e delle Secche di Vada (AIELLO *et al.*, 1982); sembra il caso anche delle Cerbaie, del Valdarno Superiore e della Val di Chiana, in cui, anche se non sono attualmente state riconosciute nel dettaglio le faglie che hanno determinato gli sprofondamenti, sono segnalate discordanze an-

golari fra i sedimenti di questo intervallo e quelli dell'inizio del precedente.

Si aprono, infine, nuovi bacini di sprofondamento tettonico in zone non ancora raggiunte dalla sedimentazione marina neogenica, o emerse fin dalla fase tardo-messiniana: Pianura di Piombino, di Grosseto, del Basso Fiora.

Nella zona del Lago di Bolsena si verificano sprofondamenti vulcano-tettonici a caldere multiple.



Fig. 3

INTERVALLO IV-V (Tav. 4)

Anche in questa Carta possono distinguersi i tre settori già noti:

1) Pianura Padana (e colline subappenniniche), interessata da movimenti differenziati e complessi, ma nella quale predominano nell'insieme le aree subsidenti; ciò malgrado, il mare è ormai in via di progressivo ritiro;

2) Dorsale appenninica, caratterizzata essenzialmente da sollevamento, particolarmente marcato in alcuni settori (catena principale);

3) Liguria di Levante, Toscana e Lazio settentrionale, caratterizzati da movimenti differenziali e complessi, con prevalenza generale del sollevamento, ma con locali aree in subsidenza.

PIANURA PADANA (E COLLINE SUBAPPENNINICHE)

Già all'inizio dell'Intervallo una buona parte della pianura, nel settore nord-occidentale, doveva essere emersa. Purtroppo, come si è già detto nel capitolo precedente, non si hanno dati di sottosuolo in quantità sufficiente da permettere la ricostruzione spazio-temporale del limite fra depositi marini e continentali e, pertanto, in questo intervallo non è possibile tentare ricostruzioni relative agli spostamenti della linea di costa.

E' comunque probabile che il ritiro del mare non sia stato caratterizzato da una

fase unica e progressiva da W ad E. L'interferenza fra movimenti verticali del suolo, apporti terrigeni ed oscillazioni glacio-eustatiche, deve aver provocato ripetute trasgressioni e regressioni, che si sono manifestate anche in aree piuttosto lontane dall'attuale linea di costa, come è stato osservato, ad esempio, in un sondaggio profondo per ricerche idriche eseguite poco a N di Modena (COLOMBETTI *et al.*, 1975). Da detto sondaggio si deduce, inoltre, che l'ultimo braccio di mare sembra essersi ritirato da quest'area in epoca assai recente.

Complessivamente nell'area padana si è verificata una notevole, generalizzata subsidenza, con valori differenziati tra le strutture sinclinali (nelle quali è stata maggiore) e quelle anticlinali (dove gli abbassamenti sono stati minori e, localmente, seguiti o interrotti da modeste fasi di sollevamento). La progradazione generale delle terre rispetto al mare, verificatasi nonostante la subsidenza, indica che dei tre fattori sopra ricordati, il più importante, ai fini del ritiro del mare, è stato l'apporto terrigeno dei corsi d'acqua.

Gli spessori dei depositi attribuiti a questo intervallo possono superare i 700 m fra Modena e Mirandola (COLOMBETTI *et al.*, 1975) ed anche i 1.000 m nella zona del delta.

Il sollevamento finale, per quanto moderato, di alcune strutture sembra essere il maggior responsabile dell'attuale configurazione del reticolo idrografico: le zone di convergenza e divergenza fluviali sono nor-

Fig. 3 - Distribuzione dei principali bacini di sedimentazione formati in Toscana, nel corso del Pliocene e del Quaternario (da COSTANTINI *et al.*, 1982). A partire dal Tortoniano superiore si instaura in questa regione un nuovo stile dislocativo caratterizzato da movimenti prevalentemente verticali di blocchi rigidi, lungo faglie dirette. A questo stile, che denota una distensione nella direzione NE-SW, è collegato lo sprofondamento di fosse tettoniche, allungate in direzione NW-SE e sedi di sedimentazione rispettivamente marina, quelle occidentali, e continentale, quelle orientali. La formazione di questi bacini non è contemporanea ma procede in linea di massima da occidente ad oriente, anticipando l'evoluzione nello stesso senso del magmatismo toscano. La distensione plio-quatnaria ligure-tosco-laziale non è uniforme, ma si verifica a settori; essa appare guidata da linee trasversali, che in questo periodo non sembrano avere un ruolo attivo di trascorrenza destra o sinistra, quanto invece quello di separazione e di discontinuità fra un settore e l'altro. Le fosse tettoniche appaiono perciò divise in segmenti, ciascuno dei quali costituisce un bacino indipendente dall'altro. Nella figura sono indicate in grise le aree emerse; in rigato i bacini a sedimentazione marina; in puntinato i bacini continentali. *Segle dei Bacini:* B.A.V.M.: Bacino dell'alta Val di Magra; B.B.V.M.: B. della bassa Val di Magra; B.S.: B. del Serchio; B.V.: B. della Versilia; B.M.: B. del Mugello; B.F.: B. di Firenze; B.V.E.: B. della Val d'Elsa; B.V.V.E.: B. di Volterra-Val d'Era; B.V.F.: B. della Val di Fine; B.B.V.C.: B. della bassa Val di Cecina; B.P.: B. di Piombino; B.C.: B. del Casentino; B.V.A.: B. del Val d'Arno; B. Ch. - B. di Chiusdino; B.V.T.: B. della Val Tiberina; B.V.C.: B. della Val di Chiana; B.S.: B. di Siena; B.R.: B. di Radicofani; B.G.: B. di Grosseto. a) faglie bordiere dei Graben; b) fasce trasversali di deformazione e/o discontinuità; 1) Linea Livorno-Pistoia; 2) Linea Prato-Sillaro; 3) Linea Piombino-Faenza; 4) Linea Belforte-Monteriggioni; 5) Linea dell'Arbia; 6) Linea Grosseto-Pienza.

malmente guidate dalle strutture sepolte, così come le diversioni preistoriche o storiche più note. Valga come esempio più significativo il percorso del Po, che fra Cremona e Ferrara corre in corrispondenza del margine meridionale della monoclinale pedalpina, parallelamente agli archi esterni delle Pieghe Emiliane e delle Pieghe Ferraresi.

Le strutture segnalate attive nella parte finale dell'intervallo (Olocene) sono quelle di Modena, Correggio e Mirandola, mentre quelle dell'Arco Adriatico, pur essendo state in sollevamento, nella parte finale dell'intervallo sono soggette ad una forte subsidenza (8).

Altre aree in sollevamento nella parte finale dell'intervallo si trovano:

a) nella zona a Nord del Po, fra Piacenza e Cremona, dove è stato ricostruito un innalzamento generalizzato, in blocco, riguardante anticlinali, sinclinali e monoclinale pedalpina; esso è responsabile delle scarpate, divergenti verso valle, incise dai corsi d'acqua lombardi nella pianura würmiana;

b) in alcuni settori della pianura reggiana e parmense si sono riconosciuti deboli sollevamenti a fronte delle ultime colline, con asse trasversale al margine appenninico e alle strutture sepolte; possono essere interpretati come deformazioni trasversali, da collegarsi all'arco delle Pieghe Ferraresi. Tali sollevamenti hanno provocato diversioni del T. Enza, del T. Parma e del F. Taro.

Nella pianura sono segnalati alcuni elementi lineari mossi in questo intervallo: molti di essi sono dedotti da dati di sottosuolo, ma per un paio si hanno pure dati di superficie, che ne testimoniano l'attività (zone di Correggio e Mirandola, in PELLEGRINI & VEZZANI, 1978).

La fascia collinare pedeappenninica presenta, fin dall'inizio dell'intervallo, caratteri di evoluzione morfologica e sedimentaria legati in varia misura sia alle importanti variazioni climatiche del Pleistocene glaciale, sia alle deformazioni della zona di

margine, interposta cioè fra l'Appennino in sollevamento e la pianura in abbassamento.

Il risultato finale di questa interferenza di eventi morfogenetici, è una morfo-struttura complessa e variabile in senso longitudinale, con forme terrazzate polifasiche pre-würmiane, di origine fluviale, talora fortemente basculate e/o deformate (MARCHETTI, 1974; CREMASCHI & PAPANI, 1975).

Lungo questa fascia è stato possibile individuare localmente, anche in questo intervallo, elementi lineari longitudinali (faglie o flessure), probabilmente ricollegabili in profondità con la linea pedeappenninica. Dove tali linee sono state rilevate, la morfologia terrazzata appare irregolare, disturbata, o mancante delle forme prewürmiane, indicando in tal modo un'attività piuttosto recente. Inoltre i terreni marini pliocenici e pleistocenici risultano in queste zone vistosamente dislocati, con strati verticali (fra T. Tresinaro e F. Secchia) o addirittura con tendenza al rovesciamento (Est del F. Secchia: ANNOVI *et al.*, 1979).

Localmente sono state individuate anche faglie a direzione antiappenninica (di nuovo nella zona modenese), oppure oblique (sinistra Taro), che tagliano in più punti quelle longitudinali.

Il comportamento a blocchi indipendenti si mantiene quindi anche in questo intervallo.

CATENA APPENNINICA

Il sollevamento della Catena Appenninica risulta più evidente che negli intervalli precedenti. Prove indirette sono costituite dalle imponenti coperture alluvionali che caratterizzano tutti i bacini sul versante tirrenico. In questo le alluvioni, costituite in gran prevalenza da ciottoli di Macigno, si differenziano sensibilmente, nella litologia dei clasti, da quella dei depositi villafranchiani, prevalentemente derivati dallo smantellamento delle coltri alloctone liguri. Ciò indica che la parte iniziale di questo intervallo coincide con una importante ripresa dell'attività erosiva, cui hanno probabilmente concorso anche i periodi caratterizzati da un regime di resistasia.

Un indizio del recente sollevamento della catena appenninica è costituito dal fatto che non vi sono testimoniate tracce di glaciazioni anteriori a quella « rissiana » e che

(8) Si attribuisce a queste strutture una subsidenza dovuta ad attività tettonica, senza voler entrare nel merito del problema, d'altronde già estesamente affrontato da altri Autori, dell'importanza da attribuire anche ad altri fattori, quali la compattazione dei sedimenti e l'emungimento, dal sottosuolo, di acqua e di idrocarburi.

anzi la maggior parte di esse sono würmiane (LOSACCO, 1949; FEDERICI, 1980).

Per quanto riguarda infine l'entità dei sollevamenti, l'individuazione sull'Appennino a Nord di Lucca e di Pistoia di paleosuperfici riferibili al Villafranchiano superiore (BARTOLINI, 1980) consente di valutare orientativamente che in quest'area il sollevamento può essersi aggirato intorno ai 600-700 m.

Sollevamenti di ordine di grandezza minore si sono verificati sul versante padano, dove si possono individuare settori o fasce, differenziabili essenzialmente sulla base delle caratteristiche morfologiche (entità dell'erosione, catture fluviali, distribuzione planoaltimetrica delle paleosuperfici, ecc., cfr. BERNINI *et al.*, 1977). E' così possibile individuare, lungo la fascia mediana, settori di minor sollevamento, deformati a blanda sinclinale, ed altri di sollevamento maggiore. Inoltre, è piuttosto evidente una morfostruttura marginale sollevatasi maggiormente rispetto alle aree circostanti e limitata dalla linea pedeappenninica; ad essa è connessa l'attività di alcune linee longitudinali (zona di Salsomaggiore Terme e zona compresa fra il T. Enza e il T. Panaro; fascia 3A di PAPANI e SGAVETTI, 1975). Tale elemento morfostrutturale non sembra più presente ad E del Sillaro, lungo la zona di affioramento dell'Unità Umbro-marchigiana.

Come si è sopra accennato, in alcuni settori è stata riconosciuta l'attività della linea pedeappenninica su basi geologiche e geomorfologiche (zona di Salsomaggiore Terme; zona fra T. Enza e F. Panaro; settore bolognese; zona fra F. Santerno e T. Senio), ma non è documentata una sua attività olocenica. Le faglie inverse osservabili nel T. Tiepido sui depositi continentali del Pleistocene glaciale (ANNOVI *et al.*, 1979) ed altre strutture compressive rilevate più a NW (SOC. GEOL. ITAL., 1965; BERNINI & CLERICI, in corso) dimostrano il persistere sul margine di sforzi compressivi ancora durante il Pleistocene medio.

LIGURIA DI LEVANTE, TOSCANA E LAZIO SETTENTRIONALE

Sul lato interno della Catena Appenninica persistono movimenti differenziali lungo le direttrici prevalentemente NW-SE e,

subordinatamente, NE-SW, già individuate negli intervalli precedenti. I movimenti risultano quasi ovunque positivi. Fanno eccezione alcune parti di bacini intermontani (Prato-Pistoia, Lucca) ed alcune pianure costiere (Versilia, Piombino, Grosseto, Orbetello). Il sollevamento della Toscana Meridionale è accompagnato, e localmente accentuato, dall'attività vulcanica, datata per il Monte Amiata a 200.000 anni.

Per quanto riguarda l'entità dei sollevamenti, si può far riferimento alle quote massime raggiunte, nelle Colline Pisane e nella bassa Val di Cecina, dai sedimenti del ciclo marino del Pleistocene inferiore (Ceppato 267 m, Riparbella 200 m, Montescudaio 242 m, Casale Marittimo 214 m). Tenuto conto, da un lato, che tali quote non corrispondono mai a delle superfici di regressione, essendo state queste completamente erose, e, dall'altro, che si tratta di depositi non litorali è evidente che esse rappresentano valori approssimativi per difetto del sollevamento che ha interessato le aree in questione.

Altre indicazioni, per le stesse località, sono fornite dai terrazzi « post-siciliani » e « pre-rissiani » (Pianacce di Livorno, Spianate di Castiglioncello, Pescioni di San Vincenzo; si veda per le indicazioni bibliografiche generali: GIANNELLI *et al.*, 1982), che raggiungono, per la parte marina, quote intorno ai 100 m.

Un riferimento assai meno preciso, anche dal punto di vista cronologico, e che può quindi soltanto concorrere al quadro generale, è offerto dai travertini di Massa Marittima e dintorni, situati a quote che raggiungono a Monte Arsentì i 535 m, attribuiti, in base a reperti vegetali, al Pliocene Superiore (BRANDI *et al.*, 1968). Benché non siano ovviamente note le quote a cui tali depositi si erano formati, è assai probabile che la netta inversione del rilievo che li caratterizza, dovuta ad erosione differenziale, sia stata determinata dal sollevamento. Quest'ultimo non appare strettamente limitato agli alti strutturali. In numerosi bacini della Toscana (Altopascio, Firenze, Mugello, Casentino, Aulla, Olivola, Val di Magra), e nella Val Tiberina i depositi alluvionali con i quali rapidamente si chiude la sedimentazione, vengono incisi e terrazzati. Ad Altopascio, nel Mugello, nel Casentino e nella Val Tiberina l'inci-

sione dei depositi del Villafranchiano superiore è accompagnata da movimenti tettonici differenziali, imputabili al sollevamento dei bacini stessi. Il contrasto morfologico tra i bacini e le dorsali, che caratterizza, oggi, il paesaggio toscano, potrebbe suggerire che il sollevamento dei primi sia stato meno pronunciato di quello delle seconde, ma va tenuto presente che certamente a tale fenomeno ha contribuito in gran parte un'erosione differenziale su rocce di diversa resistenza.

Un caso limite è costituito dalla fossa tettonica ove confluiscono il Graben del Serchio e quello di Sermezzano. In quest'area depositi fluvio-lacustri e fluviali di età compresa fra il Pliocene superiore ed almeno il Pleistocene inferiore sono stati sollevati tanto da costituire oggi, a 900 m di quota, lo spartiacque fra Garfagnana e Lunigiana (BARTOLINI & BORTOLOTTI, 1971). Il basculamento che nella stessa area interessa terrazzi riferibili al Pleistocene superiore indica che i movimenti sono proseguiti fino a tempi molto recenti.

Una stasi nel sollevamento è stata ipotizzata per un tratto della Dorsale Medio Toscana, sulla base di un'ampia copertura di depositi alluvionali, attribuibili all'inizio dell'Intervallo IV.

Quanto agli abbassamenti, l'unico elemento per valutarne l'entità è costituito dallo spessore dei sedimenti riferibili a questo intervallo. Le attuali conoscenze sulla stratigrafia quaternaria del sottosuolo non sono però esaurienti. Nella maggioranza dei casi si conosce infatti soltanto l'intero spessore dei depositi quaternari, senza sapere quanta parte spetti al Pleistocene medio-superiore: esso è di 400-600 m nel bacino di Prato-Pistoia, di quasi 400 nel bacino di Altopascio-Lucca, di 500 m nella Pianura Pisana e di oltre 100 in quella di Follonica.

L'attività tettonica ha determinato, nei bacini fluvio-lacustri del Villafranchiano superiore, basculamenti che raggiungono ad Altopascio circa 25° di pendenza; di poco inferiori sono quelli misurati in Mugello, Casentino, Val Tiberina e Valle d'Albegna. Le dislocazioni delle aree in movimento differenziale avvengono principalmente lungo superfici di faglie dirette: il regime tettonico appare quindi ovunque, nelle linee generali, di tipo distensivo.

Lungo almeno una delle linee trasversali, identificate negli intervalli precedenti (la

Follonica-Marecchia), sono osservabili in successione tratti con scarpate di faglia di opposta polarità; questo dato può indicare il carattere trascorrente di questo elemento.

La scarpata, che separa il Padule di Fucecchio dalle colline delle Cerbaie, sembra corrispondere ad una faglia che avrebbe dislocato, con rigetto di circa 50 m, le sabbie fluviali databili alla parte superiore del Pleistocene medio.

Nel bacino del Valdarno superiore due faglie ad andamento antiappenninico delimitano un alto strutturale dal quale sono state asportate le Sabbie di Bucine, di età pleistocenica superiore.

La faglia di Pienza, con rigetto totale di 12 m, si è mossa di circa 70 cm negli ultimi 500 anni; essa costituisce un caso di attività ben documentata in tempi storici.

Generalmente incerti sono i dati relativi ai rigetti delle faglie più importanti. Si tratta in questo caso di dislivelli accumulati almeno nell'intero Quaternario. L'energia del rilievo in corrispondenza di queste dislocazioni suggerisce che l'attività possa essere stata più marcata nel Pleistocene medio-superiore. Per le faglie principali dei bacini intermontani, i rigetti complessivi superano in qualche caso (Bacino di Firenze-Pistoia e Valdarno superiore-Alta Val di Magra) i 1.000 m.

Indicazioni più precise si posseggono per il movimento di alcune faglie della zona costiera (Bassa Val di Cecina, in GIANNELLI *et al.*, 1982), attive a partire dal Santerriano, ma che non hanno interessato i terrazzi tipo Pianacce, Spianate, Pescinoni; questi, come abbiamo poco sopra accennato, sono compresi, dal punto di vista cronologico, fra il « Siciliano » e il « Riss » (ambedue esclusi). Questi terrazzi risultano comunque tutti sollevati e leggermente basculati per cui, se non sono stati coinvolti dai movimenti delle faglie, hanno sicuramente partecipato a movimenti generali di tipo epirogenetico.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia O. NESCI per avere gentilmente fornito i dati relativi al F° 108, di competenza dell'U.O. 6.2.27 (Camerino). Si ringrazia inoltre M. CREMASCHI (U.O. 6.2.16) per aver partecipato alla discussione su alcuni problemi relativi al Quaternario.

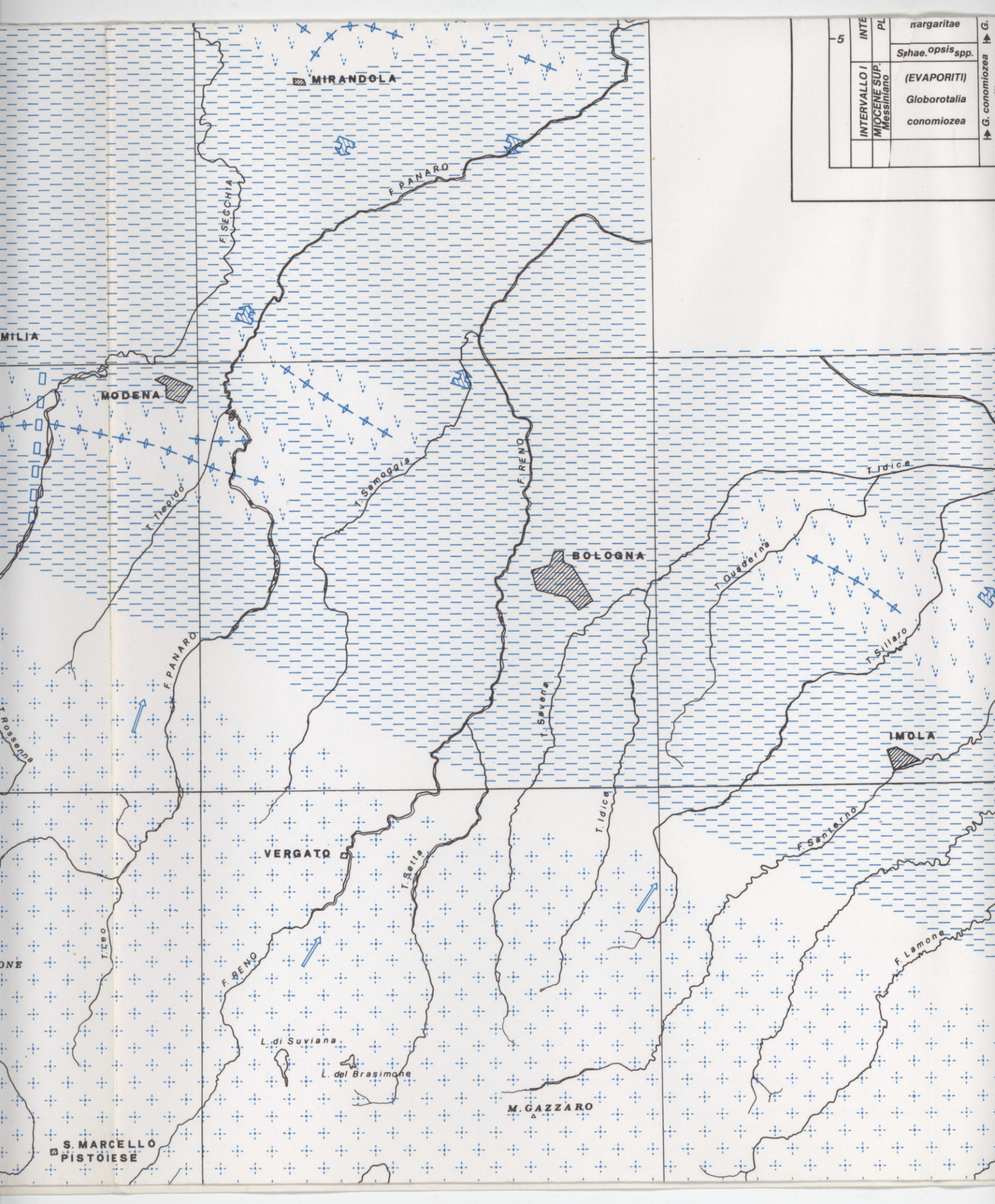
*Manoscritto consegnato il 11 maggio 1982
Ultime bozze restituite il 14 dicembre 1982*

OPERE CITATE

- AIELLO E., BARTOLINI C., GABBANI G., MAZZANTI R., PRANZINI E. & VALLERTI G. (1981) - *Morfologia e geologia delle Secche di Vada (Provincia di Livorno)*. Boll. Soc. Geol. It., **100**, 339-368.
- AMBROSETTI P. (1979) - *Revisione di alcuni dati cronostratigrafici contenuti nella «Proposta di un progetto operativo per l'elaborazione della Carta Neotettonica d'Italia»*. P.F. Geodinamica-Sottoprogetto Neotettonica, Rapporto interno (Roma 16-2-1979), con 5 contributi di: Ambrosetti P., Ciaranfi N., Colalongo M. L., Conti M. A., Farinacci A., Iaccarino S., Malatesta A., Parisi G., Raffi S., Rio D. & Sartoni S.; Ambrosetti P., Azzaroli A., Bartolomei G., De Giulis C., Ficarelli G. & Torre D.; Colalongo M. L. & Sartoni S.; Marasti R., Pelosio G. & Raffi S.; Cremaschi M.
- AMBROSETTI P. & CREMASCHI M. (1975) - *Segnalazione di una fauna villafranchiana superiore con «Libralces gallicus» nei livelli fluviolacustri soprastanti alle faune calabrese ad «Arctica islandica» nei dintorni di Reggio Emilia*. Boll. Soc. Geol. It., **94**, 1361-1374.
- AMBROSETTI P., CONTI M. A., PARISI G., KOTSAKIS T. & NICOSIA U. (1979) - *Neotettonica e cicli sedimentari plio-pleistocenici nei dintorni di Città della Mieve (Umbria)*. Boll. Soc. Geol. It., **98**, 605-635.
- AMBROSETTI P., CARBONI M. G., CONTI M. A., COSTANTINI A., ESU D., GANDIN A., GIROTTI O., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., NICOSIA U., PARISI G. & SANDRELLI F. (1979) - *Evoluzione paleogeografica e tettonica dei bacini toscano-umbro-laziali nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore*. Mem. Soc. Geol. It., **19**, 573-580.
- ANNOVI A., CREMASCHI M., FREGNI P. & GASPERI G. (1979) - *La successione pleistocenica marina e continentale del T. Tiepido (Appennino modenese)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **2**, 83-104.
- AZZAROLI A. (1977) - *The Villafranchian stage in Italy and the Plio-Pleistocene boundary*. Neog. Quat. Boundary Proc. II Symposium, Bologna 1975. Giorn. Geol., ser. 2^a, **41** (1-2).
- BALDI P., DECANDIA F. A., LAZZAROTTO A. & CALAMAI A. (1974) - *Studio geologico del substrato della copertura vulcanica laziale nella zona dei laghi di Bolsena, Vico e Bracciano*. Mem. Soc. Geol. It., **13**, 575-606.
- BARBERI F., INNOCENTI F. & RICCI C. A. (1971) - *Il magmatismo*. In: Toscana meridionale. Fondamenti geologici-minerari per una prospettiva di valorizzazione delle risorse naturali. Rend. S.I.M.P., **27**, 169-210.
- BARTOLINI C. (1980) - *Su alcune superfici sommitali dell'Appennino Settentrionale (prov. di Lucca e di Pistoia)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **3**, 42-60.
- BARTOLINI C. & BORTOLOTTI V. (1971) - *Studi di geomorfologia e neotettonica. I. I depositi continentali dell'Alta Garfagnana in relazione alla tettonica Plio-Pleistocenica*. Mem. Soc. Geol. It., **10**, 203-245.
- BERNINI M., CLERICI A., PAPANI G. & SGAVETTI M. (1977) - *Analisi della distribuzione pianoaltimetrica delle paleosuperfici nell'Appennino emiliano occidentale*. Ateneo Parmense, Acta Nat., **13**, 645-656.
- BONAZZI U., GASPERI G. & FREGNI P. (1980) - *Il bacino neoautoctono del F. Albenga*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 267-271.
- BORSI S., FERRARA G. & MAZZUOLI R. (1965) - *Studio petrografico e datazione con i metodi Rb/Sr di una roccia granitica presso Roccastrada (Grosseto)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., ser. A, **72**, 1-24.
- BORSI S., FERRARA G. & TONGIORGI E. (1967) - *Determinazioni con il metodo K/Ar dell'età delle rocce magmatiche della Toscana*. Boll. Soc. Geol. It., **86**, 403-410.
- BORSI S., FERRARA G., RICCI C. A. & TONARINI S. (1979) - *Età radiometriche del granito di Castel di Pietra (Grosseto)*. Rend. S.I.M.P., **35**, 837-838.
- BOSSIO A., ESTEBAN M., GIANNELLI L., LONGINELLI A., MAZZANTI R., MAZZEI R., RICCI LUCCHI F. & SALVATORINI G. (1978) - *Some aspects of the Upper Miocene in Tuscany*. Messinian Seminar, **4**, I.G.C.P. - **96** (fasc. spec.).
- BOSSIO A., GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R. & SALVATORINI G. (1981) - *Gli strati alti del Messiniano, il passaggio Miocene-Pleistocene e la sezione plio-pleistocenica di Nugola nelle colline a NE dei Monti Livornesi*. In: IX Convegno della Società Paleontologica Italiana, 55-90, Pisa.
- BRANDI G. P., DALLAN L., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., SQUARCI P., TAFFI L. & TREVISAN L. (1968) - *Note illustrative della C.G.I. scala 1:100.000, F° 119 - Massa Marittima*. Servizio Geologico d'Italia.
- BUCHA V., HORACEK J., KOCI A., SIBRAVA V. & LOZEK V. (1975) - *Paleomagnetic correlations of Pleistocene Sediments of Central Europe*. I.G.C.P. Quat. Glac. in the North Hemisphere, Rep. n. **2**, 9-36, Praga.
- COLALONGO M. L. & SARTONI S. (1979) - *Schema biostratigrafico tra il Pliocene ed il basso Pleistocene in Italia*. Relazione presentata nella riunione di Roma del 16 febbraio 1979.
- COLOMBETTI A., PELLEGRINI M., MANTOVANI M. P. & RAGNI A. (1975) - *Problemi connessi alla ricerca e utilizzazione di acquiferi profondi nella Pianura Padana: un esempio a Nord di Modena*. Atti 3° Conv. Internaz. Sotterr., 10 pp., Palermo 1-5 novembre.
- COSTANTINI A., GANDIN A., GUASPARRI G., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R. & SANDRELLI F. (1980) - *Neotettonica dei Fogli: 111 Livorno - 112 Volterra - 113 Castelfiorentino - 119 Massa Marittima, 120 Siena - 121 Montepulciano - 126 Isola d'Elba - 127 Piombino - 128 Grosseto - 129 S. Fiora*. In: Contributi preliminari alla realizzazione della carta neotettonica d'Italia. Pubbl. n. 356 del P.F. Geodinamica, 1073-1186.
- COSTANTINI A., GANDIN A., LAZZAROTTO A. & SANDRELLI F. (1979) - *Foglio 129 - S. Fiora*. In: Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia. C.N.R. Prog. Fin. Geod., Pubbl. n. 251, 525-536.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, PROGETTO FINALIZZATO GEODINAMICA:
— Pubblicazione n. 115 - *Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, 397 pp., Napoli 1978.

- Pubblicazione n. 251 - *Nuovi contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, 674 pp., Napoli 1979.
- Pubblicazione n. 356 - *Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, 1459 pp., Napoli 1980.
- CREMASCHI M. & PAPANI G. (1975) - *Contributo preliminare alla neotettonica del margine padano dell'Appennino: le forme terrazzate comprese tra Cavriago e Quattro Castella (Reggio Emilia)*. Ateneo Parmense, *Acta Nat.*, **11**, 335-371.
- CREMONINI G. & FARABEGOLI E. (1982) - *Note illustrative alla Carta Geologica dell'Emilia-Romagna Tavv. 100 III SO - Cusercoli e 100 II SE - Borello*.
- DE GEER G. (1940) - *Geochronologia Suecica principes*. In: *Kgl. Svenska Veteuskapsakad. Handl.*, **6** (18).
- ELTER P., GIGLIA G., TONGIORGI M. & TREVISAN L. (1975) - *Tensional and compressional areas in the recent (Tortonian to present) evolution of the Northern Apennines*. *Boll. Geofis. Teor. Appl.*, **17**, 3-18.
- FAIRBRIDGE R. W. (1966) - *Mean sea level changes, long-terineustatic and other*. In Fairbridge R. W. - *The Encyclopedia of Oceanography*, **1**, New York.
- FEDERICI P. R. (1973) - *La tettonica recente dell'Appennino I. Il bacino villafranchiano di Sarzana e il suo significato nel quadro dei movimenti distensivi a nord-ovest delle Alpi Apuane*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **92**, 287-301.
- FEDERICI P. R. (1980) - *On the Riss glaciation of the Appennines*. *Zeitsch. Geomorph. N.F.*, **24**, 111-116.
- GALIBERTI A., GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANESI G. (in stampa) - *Schema stratigrafico del Quaternario della zona compresa fra Castiglioncello-Guardistallo-S. Vincenzo (Toscana Marittima)*. Atti XXIII Riunione Ist. It. di Preist. e Protost., Firenze, maggio 1980.
- GHELARDONI R. (1958) - *Spostamento dello spartiacque dell'Appennino settentrionale in conseguenza di catture idrografiche*. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., S.A.*, **65**, 25-38.
- GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANESI G. (1982) - *Nuove osservazioni sul Quaternario di Livorno*. In: « *Studi sul territorio Livornese, Archeologia, Antropologia, Geologia* ». A cura del Centro Livornese di Studi Archeologici.
- GIANNINI E. (1955) - *Osservazioni sulla geologia del bacino della Fine e delle colline fra Rosignano Marittimo e la Valle della Cecina*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **74**, 297-316.
- GIANNINI E., LAZZAROTTO A. & SIGNORINI R. (1971) - *Lineamenti di geologia della Toscana meridionale*. In: *Toscana meridionale. Fondamenti geologici-minerari per una prospettiva di valorizzazione delle risorse naturali*. *Rend. S.I.M.P.*, **27**, 33-168.
- GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1976) - *Sulla giacitura, origine ed età della coltre di «cavernoso» alla Montagnola Senese*. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Ser. A.*, **74**, 63-77.
- HSÜ K. J., MONTADERT L., BERNOULLI D., CITA M. B., ERIKSON A., GARRISON R. E., KIDD R. B., MÉLIÈRES F., MÜLLER C. & WRIGHT R. (1978) - *History of the Mediterranean salinity crisis*. In: Hsü K. J. et al.: *Init. Reports D.S.D.P.*, **42**, 1053-1078, Washington (U.S. Government Office).
- IACCARINO S. & PAPANI G. (1979) - *Il Messiniano dell'Appennino Settentrionale dalla Val d'Arda alla Val Secchia: stratigrafia e rapporti con il substrato ed il Pliocene*. In: *Volume dedicato a S. Venzo*, 15-46, Parma 1980.
- LAURERI S. (1964) - *Cenni sulla giacitura dal Neogene nel Pedepennino piacentino tra le valli dell'Arda e del Nure*. *Ateneo Parmense*, **35**, Suppl. **1**, 7 pp.
- LAZZAROTTO A. & MAZZANTI R. (1965) - *Sulle caratteristiche di alcune strutture tettoniche frequenti nelle formazioni neoaotocitone delle alte valli dei Fiumi Cècina, Cornia e Milia*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **84**, 177-196.
- LAZZAROTTO A. & MAZZANTI R. (1978) - *Geologia dell'alta Val di Cècina*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **95**, 1365-1487.
- LAZZAROTTO A. & SANDRELLI F. (1979) - *Stratigrafia e assetto tettonico delle formazioni neogeniche nel Bacino del Casino (Siena)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **96**, 747-762.
- LOSACCO U. (1949) - *La glaciazione quaternaria dell'Appennino settentrionale*. *Riv. Geogr. It.*, **56**, 90-152; 196-272.
- MARCHETTI G. (1974) - *Studi geomorfologici in rapporto alla neotettonica della fascia pedecollinare piacentina; prime osservazioni sull'area compresa fra il T. Nure e il F. Trebbia*. *Studi Trentini di Sc. Nat.*, **51**, 2A, 193-212.
- MAZZANTI R. & TREVISAN L. (1978) - *Evoluzione della rete idrografica nell'Appennino centro-settentrionale*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, **1**, 55-62.
- PAPANI G. (1959) - *Le «Argille brecciate» nel Pliocene di Lesignano Bagni*. *Boll. Serv. Geol. d'It.*, **81** (2-3), 199-211.
- PAPANI G. & SGAVETTI M. (1975) - *Alcuni problemi di neotettonica nell'Appennino emiliano occidentale*. *Ateneo Parmense, Acta Nat.*, **11**, 315-334.
- PELLEGRINI U. & VEZZANI L. (1978) - *Faglie attive in superficie nella pianura padana presso Correggio (Reggio Emilia) e Massa Finalese (Modena)*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, **1**, 141-149.
- PIERI M. & GROPPI G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy*. C.N.R., P.F. Geodinamica, Sottoprogetto Modello Strutturale, *Pubbl.*, n. 414, 23 pp.
- PLESI G. & CERRINA FERONI A. (1980) - *Contributo alla conoscenza delle deformazioni del neoaotocitone della Toscana: segnalazione di due fasi di raccorciamento attraverso lo studio degli stiloni impressi su ciottoli*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **98**, 15-25.
- RAFFI S. (1982) - *Discontinuità stratigrafica nel Pliocene ad ovest dello stratotipo del Piacenziano*. (pre-print). In stampa nella *Riv. It. di Stratigrafia e Paleontologia*, 15 pp.
- RICCI LUCCHI F., COLELLA A., ORI G. G., OGLIANI F. & COLALONGO M. L. (1981) - *Pliocene Fan deltas of the intra-apenninic Basin, Bologna*.

- I.A.S., Excursion Guidebook of the 2nd European Regional Meeting, Excursion n. 4, 80-162.
- RIZZINI A. & DONDI L. (1979) - *Messinian evolution of the Po Basin and its economic implications (Hydrocarbons)*. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, **29**, 41-74.
- RUGGIERI G. (1958) - *Gli esotici neogenici della colata gravitativa della Val Marecchia (Appennino Romagnolo)*. Atti Acc. Sc. Lett. Arti Palermo, **17**, 169 pp.
- RUGGIERI G. (1967) - *The Miocene and later evolution of the Mediterranean sea*. In: ADAMS & AGER. Aspects of Tethyan biogeography. Syst. Assoc. Pubbl. 7.
- RUGGIERI G. (1979) - *A «new stratigraphy» for the marine Quaternary of Italy*. Litoralia, Newsletter 11-6.
- SOC. GEOL. IT. - IST. GEOL. PARMA (1965) - *Guida alle escursioni*. 63^a Adunanza estiva, Parma-Garda.



-5	INTE	PL	nargaritae	G. ▲
			<i>Sphae.opsis</i> spp.	▲
	INTERVALLO I		(EVAPORITI)	G. conomiozea
	MIocene SUP.		Globrotalia	▲
	Messiniano		conomiozea	▲

MIRANDOLA

F. PANARO

F. SECCHIA

MODENA

F. SMOGGIA

F. RENO

BOLOGNA

F. IDICE

F. QUADERNA

F. SILLARO

IMOLA

VERGATO

F. SERRA

F. IDICE

F. SANGUONE

F. RENO

L. di Suviana


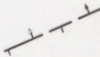

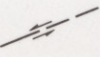

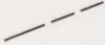

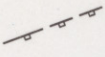

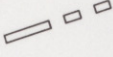
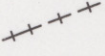



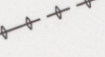

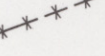
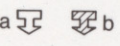

L. del Brasimone

M. GAZZARO

F. LAMONE

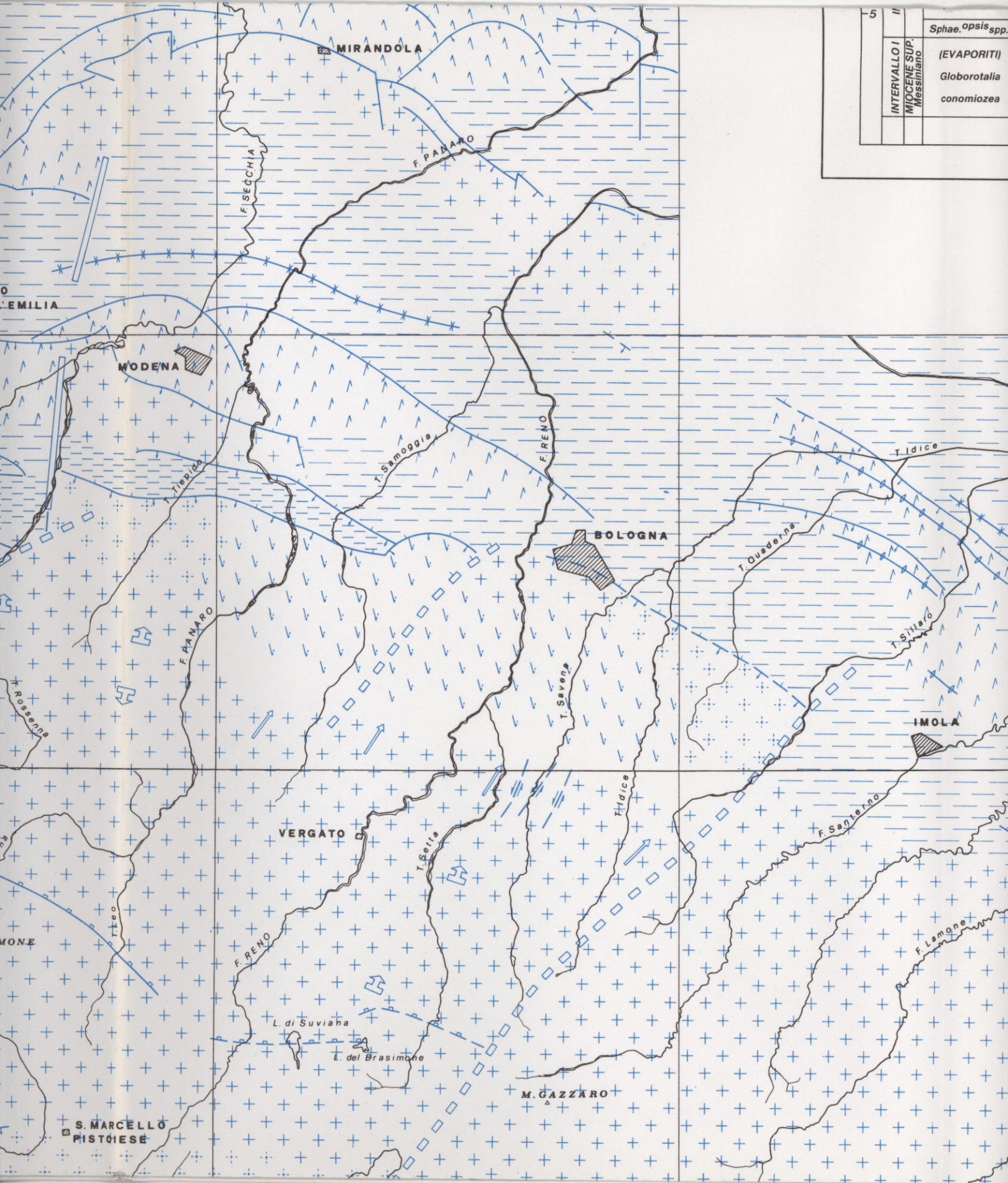
S. MARCELLO PISTOIESE

Legenda

	Zona in sollevamento		Faglia (certa o probabile) a prevalente rigetto verticale (i trattini sono rivolti verso la parte abbassata, le frecce indicano l'immersione del piano di faglia)
	Zona in sollevamento probabile		Faglia (certa o probabile) a prevalente rigetto orizzontale
	Zona in abbassamento		Faglia con caratteristiche incerte
	Zona in abbassamento probabile		Flessura certa o probabile (i rettangoli sono rivolti verso la parte abbassata)
	Zona probabilmente stabile		Fascia trasversale di deformazione o discontinuità certa o probabile
Movimenti di verso variabile (si legga da sinistra verso destra). Per esempio:			Asse di sollevamento certo o probabile
	Stasi, sollevamento, stasi probabile		Asse di abbassamento certo o probabile
	Abbassamento, sollevamento (di entità minore)		Asse di anticlinale certo o probabile
	Zona in sollevamento connesso con la messa in posto di masse magmatiche		Asse di sinclinale certo o probabile
	Zona in sollevamento (a) o abbassamento (b) differenziato. La freccia indica la parte meno sollevata (a) o quella più abbassata (b)		
	Zona interessata da traslazioni orizzontali		

**SCHEMA PALEOGEOGRAFICO
(con idrografia attuale)**

5	II	Sphae.opsis spp.
INTERVALLO I	MIocene SUP. Messiniano	(EVAPORITI) Globorotalia conomiozea



MIRANDOLA

F. PANARO

F. SECCIA

MODENA

T. Samoggia

FIRENO

BOLOGNA

T. Quaverana

T. Idice

T. Sillaro

IMOLA

VERGATO

T. Serrà

T. Savena

T. Idice

F. Sestiere

F. RENO

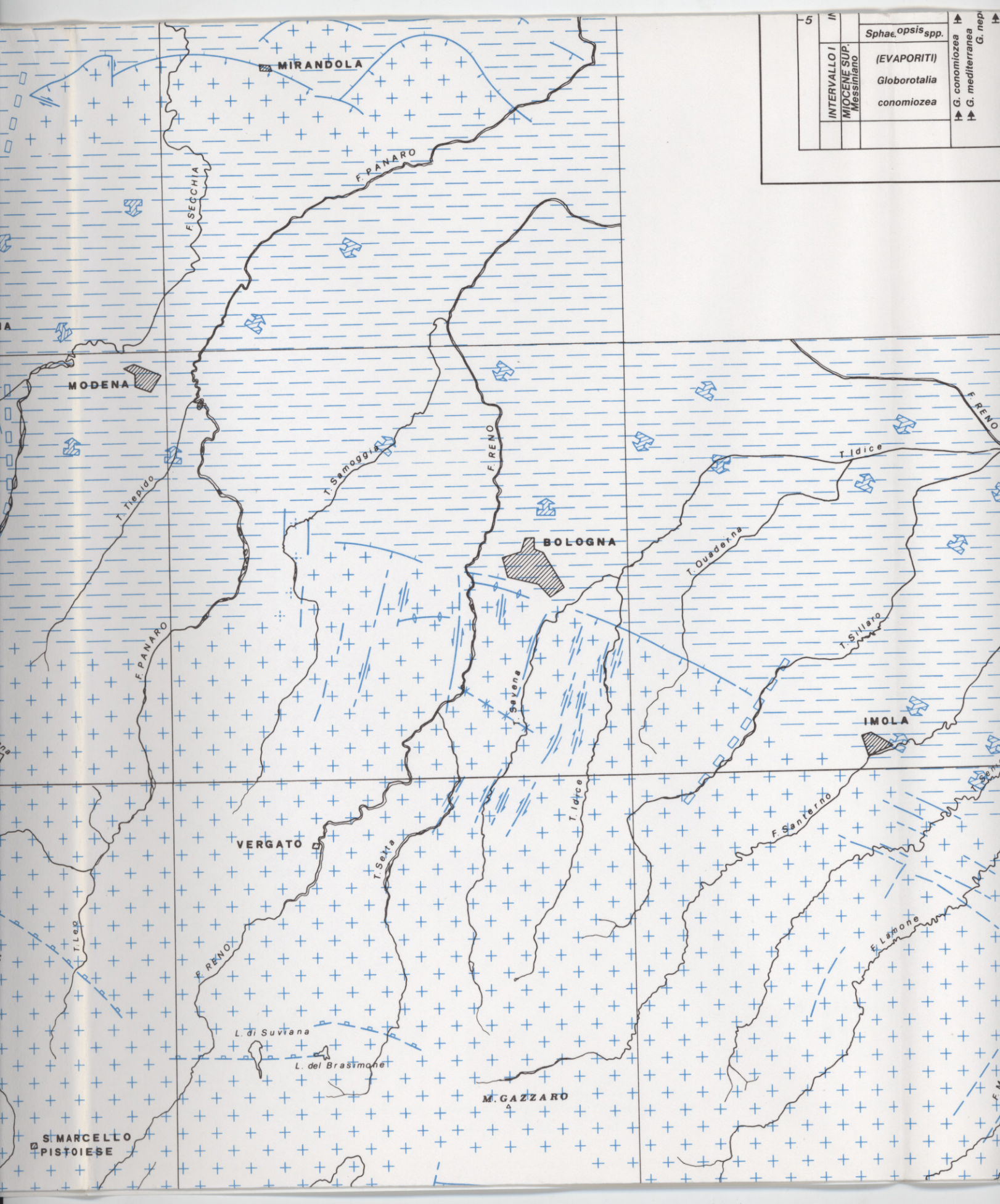
L. di Suviana

L. del Brasimone

M. GAZZARO

S. MARCELLO PISTOIESE

F. Lamone



-5

INTERVALLO I MIOCENE SUP. Messiniano	Sphaeropsis spp.	▲
	(EVAPORITI)	▲
	Globorotalia	▲
	conomiozea	▲
	G. conomiozea	▲
	G. mediterranea	▲
	G. nep.	▲

MIRANDOLA

MODENA

BOLOGNA

IMOLA

VERGATO

M. GAZZARO

S. MARCELLO
PISTOIESE

F. SECCHIA

F. PANARO

T. Tiepido

T. Samoggia

F. RENO

T. Idice

T. Quaderna

T. Sillaro

F. PANARO

Sevone

F. Sant'Erno

T. Sesta

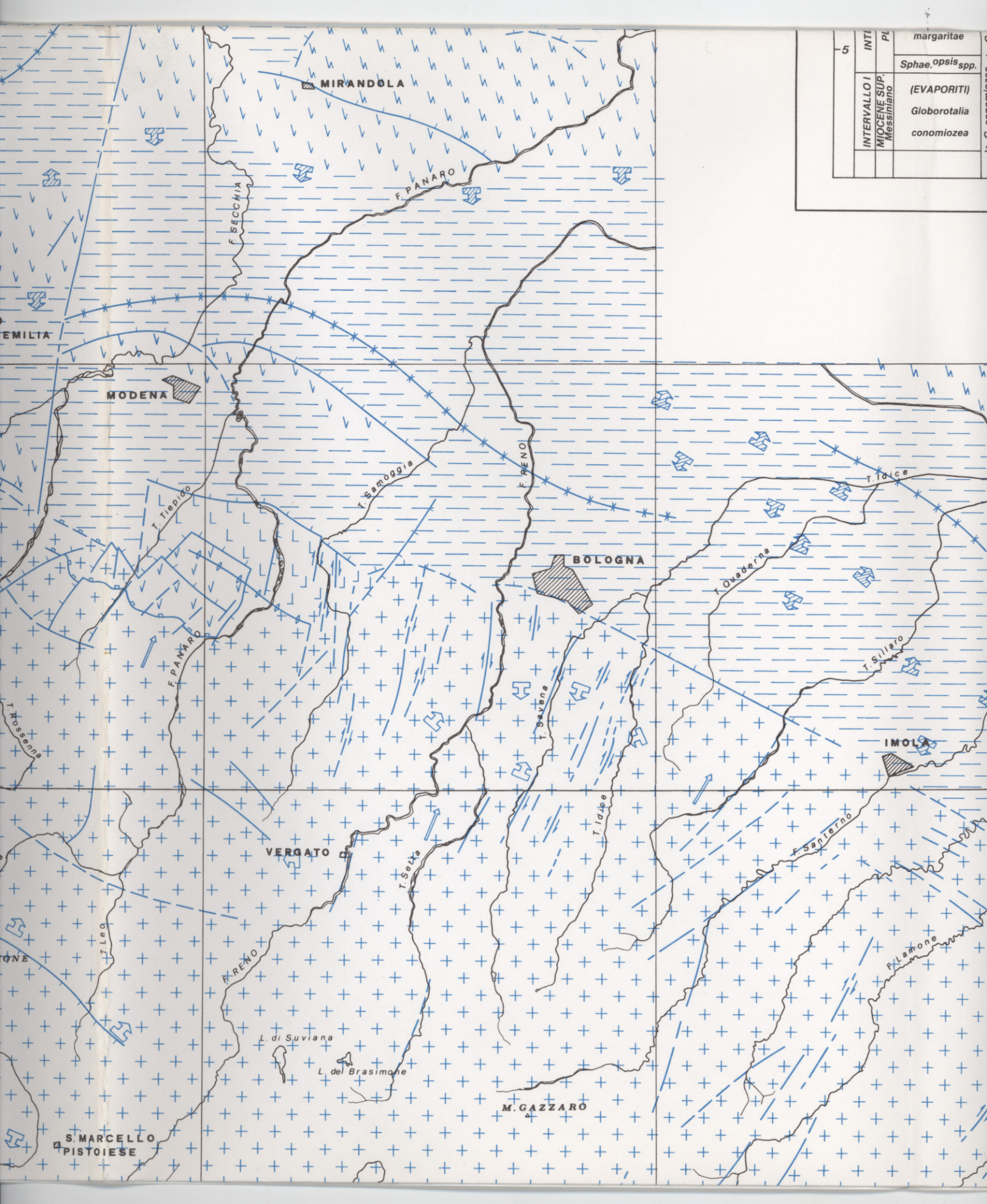
T. Idice

F. RENO

L. di Suviana

L. del Brasimone

F. Lamone



-5	INTI	margaritae
	PL	Sphae.opsis spp.
INTERVALLO I	MIocene SUP. Messiniano	(EVAPORITI)
		Globorotalia
		conomiozea

MIRANDOLA

F. PANARO

F. SECCHIA

MODENA

BOLOGNA

IMOLA

VERGATO

M. GAZZARO

S. MARCELLO PISTOIESE

EMILIA

ONE

L. di Suviana

L. del Brasimone

F. Rosenna

F. Leo

F. RENO

F. SELVA

F. SAVONA

F. TOLICE

F. QUADERNA

F. SILLARO

F. SANTERNO

F. LAMONE

F. SAMOGGIA

F. RENO

F. TOLICE

F. TROPICO

F. PANARO