

EVOLUZIONE DEI CAMPI DI STRESS LUNGO IL MARGINE APPENNINICO-PADANO DAL PLEISTOCENE MEDIO ALL'ATTUALE: ANALISI STRUTTURALE DEI DEPOSITI PLEISTOCENICI AFFIORANTI TRA CASTELL'ARQUATO (PIACENZA) E RIMINI

F. Ghiselli - L. Martelli
Ufficio Geologico, Regione Emilia-Romagna

ABSTRACT - *Stress fields evolution along the Apennines-Po Plain borderline from the Middle Pleistocene to the Present: structural analysis of the Pleistocene deposits cropping out between Castell'Arquato (Piacenza) and Rimini* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 10(2), 1997, 439-444 - Structural analysis at the meso-scale of the Pleistocene deposits along the borderline between the Apennines and the Po Plain has highlighted that the borderline area acquired its structure mainly as a result of a deformation event with σ_1 direction variable between NNE-SSW and ENE-WSW ("Apenninic compression" *Auctt.*) and σ_3 direction variable between WNW-ESE and NNW-SSE. Subsequently, a stress field with σ_1 direction variable between NW-SE and NNW-SSE and σ_3 direction variable between NE-SW and ENE-WSW set out. Structures compatible with σ_1 and σ_3 directions running approximately E-W and N-S respectively, were locally identified. The identification of structures compatible with another deformational event in the Mio-Pliocene deposits which crop out from the Reno river valley to the Montefeltro area, indicates that the stress field was an event of regional scale and that it was not only due to a local re-orientation in presence of main structures. Moreover, the Apennines-Po Plain border zone appears to have differently evolved in a number of probably disconnected sectors that correspond with the present Enza, Tiepido, Panaro, Reno, Montone, Bidente and Marecchia valleys. On the other hand, no remarkable variations in structural behaviour were identified in the Pleistocene deposits in the outcropping limits of the Ligurids *s.l.*, such as the Sillaro valley and the Savio and Rubicone valleys, which several Authors classify as recent transversal tectonic structures. The position of the deposits of Qm and Qc cycles outcropping between Bologna and the Montefeltro area, is generally subhorizontal or gently inclined towards the Po Plain and the angular unconformity between the deposits of the P2 and Qm cycles, both indicate that the last important compressive phase which affected the Apennines-Po Plain border area in the studied zone can be dated to the Early Pleistocene. Finally, the mainly extensional structures identified between Bologna and Forlì and the gentle anticlinal form of the Romagna Apennines can be attributed to an isostatic uplift of the area. Also the focal mechanisms of the earthquakes in the Romagna Apennines and along the Apennines-Po Plain borderline between Forlì and Cesena point to mainly extensional phenomena with a strike-slip component.

Parole chiave: Analisi strutturale, Pleistocene, Appennino Emiliano-Romagnolo, Pianura Padana, Italia settentrionale
Key words: Structural analysis, Pleistocene, Emilia-Romagna Apennines, Po Plain, Northern Italy

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto "Carta geologico-strutturale dell'Appennino emiliano-romagnolo 1:250.000" della Regione Emilia-Romagna (RER) è stata svolta l'analisi alla mesoscala della deformazione delle seguenti unità geologiche, affioranti lungo il margine Appenninico-Padano nel tratto compreso tra Castell'Arquato (Piacenza) e Rimini: Formazione di Castell'Arquato e "sabbie gialle regressive" al tetto delle Argille Azzurre (Ps) (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, cfr. parte superiore del ciclo P2 di Ricci Lucchi *et al.*, 1982); "Sabbie Gialle" (SG) (Pleistocene inferiore-medio, cfr. ciclo Qm di Ricci Lucchi *et al.*, 1982); depositi continentali (Pleistocene medio-superiore) comprendenti sia quelli corrispondenti laterali delle SG, riferibili al ciclo Qm, sia quelli appartenenti al ciclo Qc di Ricci Lucchi *et al.* (1982).

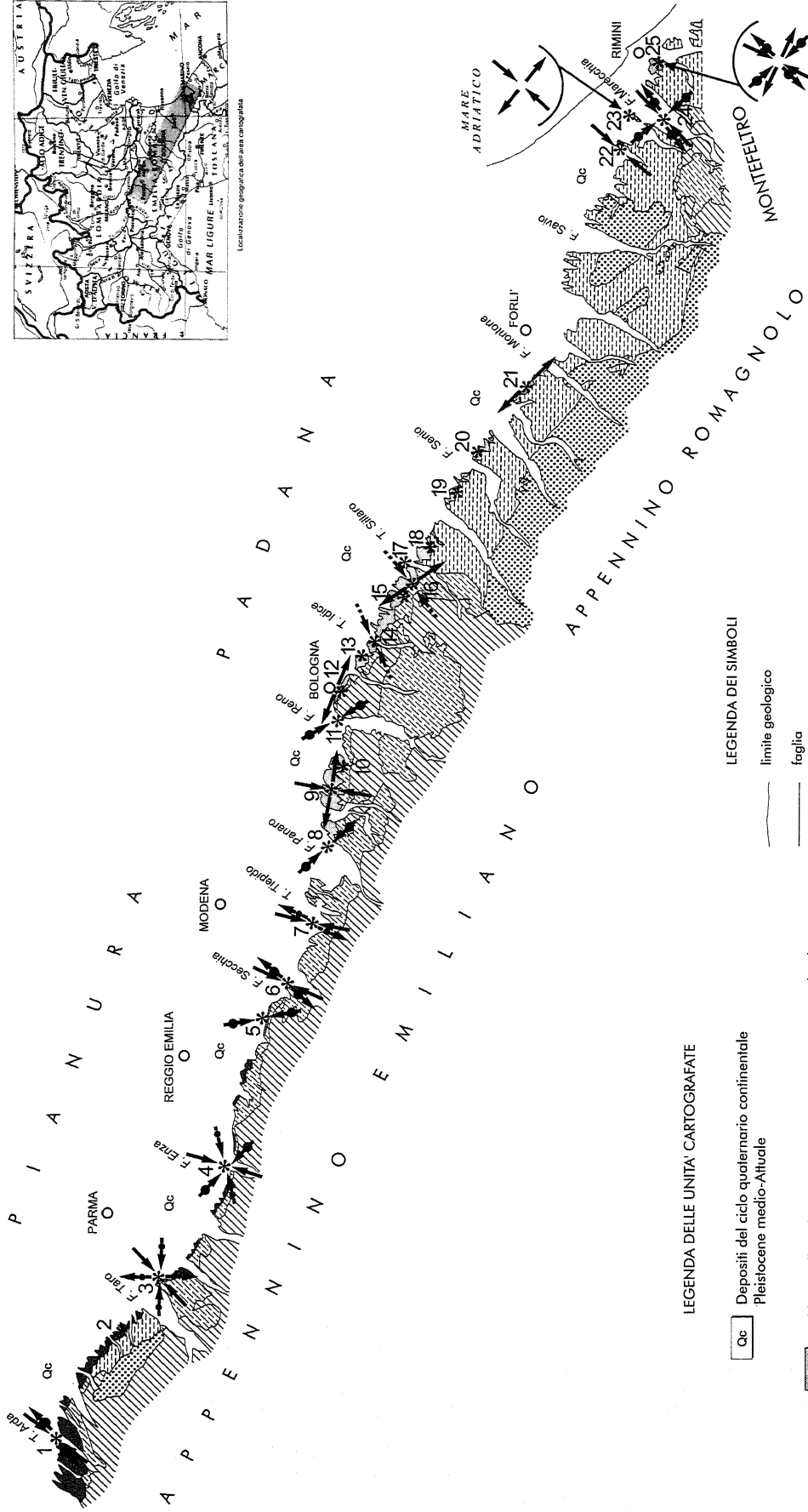
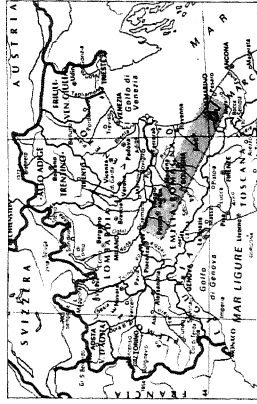
Recenti datazioni radiometriche e paleomagnetiche, eseguite su campioni provenienti da località romagnole, attribuiscono alle SG affioranti un'età compresa tra 1.000.000 e 800.000 anni BP (transizione Pleistocene inferiore-medio) (Vaiani, 1995; Gagnepain *et al.*, 1996), mentre, un'età compresa tra 800.000 e 470.000 anni BP (Pleistocene medio) è stata attribuita ai depositi conti-

entali antichi, "Sintema Padano Inferiore" delle carte 1:50.000 in preparazione a cura dell'Ufficio Geologico della Regione Emilia-Romagna per la nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Di Dio *et al.*, 1997, questo volume).

L'analisi strutturale delle sabbie gialle *s.l.* e dei sovrastanti depositi continentali può fornire elementi per la ricostruzione dei campi di *stress* che hanno strutturato il margine appenninico-padano dal Pleistocene medio ad oggi (Fig. 1 e Fig. 2).

In particolare, le SG rivestono un notevole interesse nell'evoluzione recente del margine appenninico-padano poiché si tratta dei primi sedimenti depositi sia sulle successioni epiligure e pliocenica intrappenninica che sulla successione "autoctona" del margine che non hanno subito importanti traslazioni orizzontali.

Tra i lavori noti in letteratura che hanno affrontato l'analisi strutturale dei depositi quaternari del margine appenninico-padano, per lo più a scala locale, citiamo: Perotti (1991) per il settore pavese-piacentino; Bernini & Clerici (1983) e Bernini & Papani (1987) per il settore parmense; Gasperi *et al.* (1989) per il settore modenese; Fesce (1987) e Mannori (1987) per il settore orientale dell'Appennino bolognese.



LEGENDA DELLE UNITA' CARTOGRAFATE

- Depositi del ciclo quaternario continentale Pleistocene medio-Altale
- Sabbie Gialle o depositi del ciclo quaternario marino (SG) Pleistocene inf.medio
- Sabbie Gialle regressive (Ps) Pliocene sup. - Pleistocene inf.
- Depositi Messiniano-Pliocenici intraappenninici
- Unità Liguri, Subliguri e successione Epifigure
- Depositi Messiniano-Pliocenici
- Marnoso-Arenacea

LEGENDA DEI SIMBOLI

- limite geologico
- faglia
- * 7 stazione di misura e numero di riferimento
- direzione del σ_1 del I° episodio deformativo
- direzione del σ_3 del I° episodio deformativo
- direzione del σ_1 del II° episodio deformativo
- direzione del σ_3 del II° episodio deformativo
- direzione del σ_1 del III° episodio deformativo
- direzione del σ_3 del III° episodio deformativo

2. METODO DI STUDIO

Le strutture affioranti sono quasi esclusivamente fratture e faglie; raramente sono presenti pieghe mesoscopiche, le quali, tra l'altro, sembrano associate a zone di faglia; altrettanto raramente i ciottoli dei livelli conglomeratici continentali si presentano fratturati, striati o interessati da picchi stilolitici. Per la ricostruzione dei campi di stress sono state prese in considerazione soprattutto le faglie con indicatori cinematici (114 dati) e le superfici assiali delle pieghe (6 dati). La litologia dei depositi pleistocenici del margine appenninico-padano, conglomerati generalmente poco cementati, sabbie e peliti, raramente permette la preservazione di chiari indicatori cinematici e spesso sono riconoscibili solo rigetti apparenti. In tali casi, i campi di stress sono stati comunque tentativamente ricostruiti (assi di stress tratteggiati in Fig. 1) utilizzando i sistemi sicuramente coniugati di faglie e fratture, le fratture beanti con riempimento di calcite e il rigetto apparente delle faglie prive di indicatori cinematici (825 dati). Tutti questi dati sono stati raccolti in oltre 50 affioramenti (7 su Ps, oltre 30 su SG, 13 su Qc) successivamente raggruppati in 25 stazioni di misura.

I dati relativi alle stazioni più significative sono presentati in Figura 2. L'analisi mesostrutturale ha permesso il riconoscimento di 3 episodi deformativi, con diverso orientamento del campo di stress di cui, grazie alle relazioni di antecedente riconosciute sul terreno, è stato possibile ricostruire la cronologia relativa.

L'elaborazione numerica dei dati è stata realizzata con il programma per l'analisi strutturale *FAULT* di Caputo (1989) (vedere anche Caputo & Caputo, 1988).

3. DISCUSSIONE DEI DATI

In tutta l'area di studio, sono state riconosciute strutture compatibili con direzioni di massima compressione variabili tra NNE-SSW e ENE-WSW (compressione "appenninica" *Auctt.*) e direzioni di distensione, quando le strutture indicano estensione orizzontale o suborizzontale, variabili tra WNW-ESE e NNW-SSE. I dati documentano l'esistenza di una deformazione fragile pervasiva associata al sollevamento e piegamento con immersione verso NNE di tutto il margine appenninico-padano. Le strutture sono prevalentemente compressive tra la Val d'Arda e la Val Tiepido (stazioni 1, 3, 4, 6 e 7), trascorrenti fino alla Val Reno (staz. 9), prevalentemente distensive, con componente di trascorrenza, tra Bologna e Forlì (stazioni 12, 15-16, 18, 19-20 e 21), compressive e trascorrenti nel Montefeltro (stazioni 22, 23, 24 e 25).

Le strutture appena descritte, attribuite al primo episodio deformativo, sono dislocate da strutture compatibili

con direzioni di massima compressione variabili tra NW-SE e NNW-SSE e/o direzioni di distensione sul piano orizzontale variabili tra NE-SW e ENE-WSW. Questo secondo episodio, riconosciuto nell'Appennino Emiliano e nel Montefeltro, è di tipo estensionale in Val D'Arda (staz. 1), compressivo nell'Appennino Reggiano (staz. 4), ancora estensionale in Val Secchia (staz. 6) e nuovamente compressivo tra la Val Tiepido e la Val Reno (stazioni 8 e 11), mentre è di tipo trascorrente nel Montefeltro (stazioni 24 e 25).

Localmente le strutture del primo e del secondo episodio sono dislocate da strutture trascorrenti in Val Taro (staz. 3), compressive in Val d'Enza (staz. 4), distensive in Val Tiepido (staz. 7), compatibili con direzioni di massima compressione variabili intorno E-W e/o direzioni di distensione sul piano orizzontale intorno N-S.

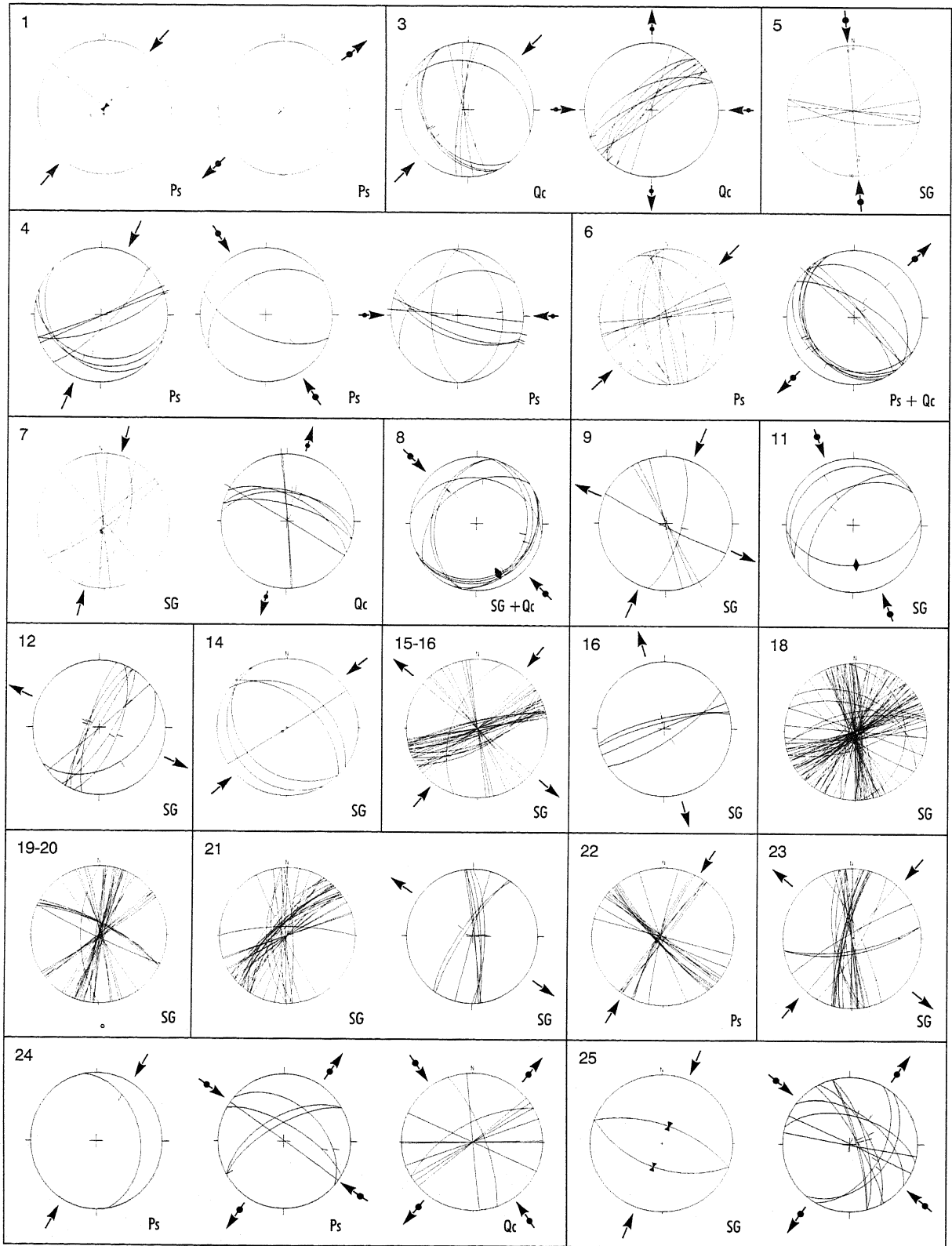
Strutture compatibili con campi di stress riconosciuti nei depositi quaternari del margine e con analoghi rapporti cronologici relativi sono state riconosciute diffusamente, dalla Val Reno al Montefeltro, anche a carico di unità mioceniche e plioceniche sia intraappenniniche che della successione romagnola sottostante la coltre delle unità liguri.

Per quanto riguarda l'evoluzione temporale di queste deformazioni a scala regionale, se da un lato è possibile riconoscere una cronologia relativa tra un episodio deformativo e il successivo, dall'altro non è chiaro se tali episodi siano sincroni su tutto il margine oppure diacroni; vale a dire che le strutture più antiche del settore romagnolo potrebbero essere in parte contemporanee con quelle più recenti del settore emiliano occidentale. Ciò sarebbe in accordo anche con la sedimentazione delle facies sabbiose di mare basso, iniziata già nel Pliocene sup. nel piacentino (Formazione di Castell'Arquato) mentre in Romagna è iniziata solo nel Pleistocene inferiore avanzato (SG).

Il confronto tra i dati mesoscopici e le strutture a scala cartografica ha permesso anche di dividere il margine appenninico-padano in settori che hanno reagito in modo differenziato alle sollecitazioni nel corso degli episodi deformativi riconosciuti. Generalmente, nell'Appennino Emiliano, fino alla Valle del Reno, le sabbie gialle *s.l.* si presentano intensamente deformate da fratture e faglie, trascorrenti subverticali e inverse con superfici anche prossime all'orizzontale, e, talora, da pieghe con superfici assiali sub-parallele alle faglie inverse (stazioni 8 e 11). La stratificazione, immergente verso la pianura, in alcuni casi è prossima alla verticale (stazioni 5, 6 e 11). Anche i primi depositi del ciclo quaternario continentale (Qc) presentano analogia immersione verso la pianura e risultano interessati da numerose faglie e fratture (stazioni 1, 3, 4, 6, 7 e 8). In questo tratto, il margine appenninico-padano è notevolmente articolato. In particolare: tra la Val d'Arda e la Val d'Enza è orientato secondo la direzione NW-SE, parallelamente alle maggiori strutture cartografiche; dalla Val d'Enza a Scandiano l'orientazione del margine e delle strutture sembra subire una rotazione disponendosi secondo una direzione E-W e il margine stesso si presenta avanzato rispetto al settore occidentale; da Scandiano alla Val Tiepido il margine e le strutture tendono a disporsi secondo la classica direzione "appenninica" WNW-ESE; tra la Val Tiepido e la Val Panaro il margine

Fig. 1 - Schema geologico del margine appenninico-padano tra Castell'Arquato (Piacenza) e Rimini e carta degli stress dal Pleistocene medio all'Attuale.

Geological sketch of the Apennines-Po Plain border area between Castell'Arquato (Piacenza) and Rimini and stress fields map from the Middle Pleistocene to the Present.



sembra subire un avanzamento rispetto al settore occidentale; tra la Val Panaro e la Val Reno il margine appenninico-padano si presenta ulteriormente avanzato e sia il margine che le principali strutture sono ruotate e orientate secondo la direzione E-W. A est della Valle del Reno il margine e le strutture cartografiche si presentano ancora più avanzate rispetto al settore occidentale e sembrano nuovamente assumere la direzione WNW-ESE; tale orientazione si mantiene fino a Faenza. Immediatamente a sud di Bologna e fino alla Valle dell'Idice, i depositi pleistocenici si presentano con assetto generalmente orizzontale o blandamente inclinato verso la pianura; ciò nonostante, gli affioramenti sono interessati da numerose fratture e faglie, subverticali, talora trascorrenti, generalmente con componente estensionale (stazioni 12 e 13); sono presenti anche fratture a basso angolo coniugate con orientazione della bisettrice dell'angolo acuto parallela alla direzione di massima compressione (staz. 14). Tra la Valle dell'Idice e la Val Senio, gli affioramenti delle SG e del Qc sono pressoché indisturbati; la stratificazione è suborizzontale o immerge blandamente verso la pianura e le strutture presenti sono per lo più rappresentate da fratture subverticali; solo in alcuni casi sono state osservate faglie subverticali con componente estensionale (stazioni 15-16, 17, 18 e 19-20). A sud di Faenza, dalla Val Lamone alla Val Montone, la stratificazione delle SG e del Qc è ancora suborizzontale o blandamente immergente verso la pianura mentre aumenta la frequenza delle fratture e delle faglie che si presentano ancora subverticali e generalmente estensionali (staz. 21); il margine appenninico-padano è arretrato e sembra ruotare, come le principali strutture, fino a disporsi secondo la direzione NW-SE, mantenendosi così orientato fino a SSE di Forlì. Tra Forlì e la Val Marecchia il margine appenninico-padano si presenta ulteriormente avanzato rispetto ai settori occidentali; non sono praticamente presenti affioramenti di SG e, dato che affiorano unità plioceniche e mioceniche al nucleo di strutture plicative (orientate WNW-ESE), si può ipotizzare che l'assenza di SG sia dovuta ad erosione per sollevamento di questo settore. Il margine e le direzioni degli assi delle principali strutture cartografiche si mantengono "appenniniche" fino alla costa adriatica. A Savignano sul Rubicone affiorano alternanze di sabbie e argille del Pleistocene inferiore, interpretate come facies regressiva del ciclo P2, inclinate di circa 15° verso NNE; l'unico affioramento studiabile è interessato da numerose fratture perpendicolari alla stratificazione, probabilmente precedenti alla flessurazione delle sabbie, e da numerose fratture subverticali, probabilmente non ruotate in quanto posteriori alla flessurazione (staz. 22). A S. Arcangelo di

Romagna, in sinistra Marecchia, il quadro strutturale che emerge è analogo a quello dell'area compresa tra Faenza e il Montone: la stratificazione delle SG è suborizzontale o blandamente immergente verso la pianura e sono presenti numerose fratture e faglie, generalmente subverticali con componente estensionale (staz. 23). In Val Marecchia e in destra orografica i depositi pleistocenici sono interessati da numerose fratture e faglie, talora a basso angolo, con componente sia compressiva che estensionale (stazioni 24 e 25) e, localmente, la stratificazione, con inclinazioni anche superiori a 40°, è piegata in sinclinale (staz. 25). A est di Rimini non affiorano più sabbie gialle s.l. e il margine appenninico è molto avanzato rispetto al settore occidentale e prossimo alla linea di costa. Ancora più a SE, oltre la Val Conca, il margine della catena, costituito da depositi del Messiniano e del Pliocene, coincide con la linea di costa.

4. CONCLUSIONI

L'analisi della deformazione, alla mesoscala, dei depositi pleistocenici del margine appenninico-padano ha messo in evidenza che questo si è strutturato prevalentemente in seguito ad un evento tettonico (primo episodio deformativo) caratterizzato da un campo di stress con direzione del σ_1 variabile tra NNE-SSW e ENE-WSW (compressione "appenninica" *Auctt.*) e direzione del σ_3 variabile tra WNW-ESE e NNW-SSE. Successivamente si è instaurato un campo di stress caratterizzato da direzione del σ_1 variabile tra NW-SE e NNW-SSE e direzione del σ_3 variabile tra NE-SW e ENE-WSW; localmente sono state riconosciute strutture compatibili con direzione del σ_1 variabile intorno E-W e direzione del σ_3 variabile intorno N-S. La presenza anche nei depositi mio-pliocenici affioranti dalla Valle del Reno al Montefeltro di strutture riferibili al campo di sforzi relativo al secondo episodio, indica che tale campo di stress non può essere dovuto solo a riorientamento localizzato in presenza di strutture di svincolo bensì che si è trattato di un episodio di interesse regionale.

Nonostante che tali episodi abbiano carattere regionale, non è chiaro se siano sincroni su tutto il margine o meno; è possibile che le strutture più antiche del settore romagnolo possano essere in parte contemporanee con quelle più recenti del settore emiliano occidentale. Ciò sarebbe in accordo anche con la sedimentazione delle facies sabbiose di mare basso, attiva fin dal Pliocene superiore nel piacentino e iniziata solo nel Pleistocene inferiore avanzato in Romagna.

Il margine sembra essersi evoluto in maniera differenziata secondo vari settori svincolati in corrispondenza delle attuali valli dell'Enza, del Tiepido, del Panaro, del Reno, del Montone, del Bidente e del Marecchia. L'orientazione NE-SW delle valli dell'Enza, del Tiepido, del Panaro, del Montone e del Marecchia e l'apparente dislocazione sinistra del fronte appenninico emerso all'altezza di queste valli suggeriscono che tali deformazioni possono essere ancora effetto del primo episodio deformativo; l'orientazione circa N-S della Valle del Reno e l'apparente dislocazione sinistra del fronte appenninico emerso in coincidenza di questa valle sono meglio spie-

Fig. 2 - Proiezioni stereografiche su reticolo di Wulff (emisfero inferiore). Ciclografiche senza *pitch*: fratture e faglie senza indicatori cinematici; □ = So; O = So rovesciata; —◆— = superficie assiale di anticlinale; —▲— = superficie assiale di sinclinale.

Stereographic projections on the Wulff net (lower hemisphere). Planes without pitch: fractures and faults without striae; □ = So; O = : overturned So; —◆— = axial surface of anticline; —▲— = axial surface of syncline

gabibili con una struttura di svincolo individuata durante il secondo episodio deformativo. Al contrario, non sono state riconosciute, nei depositi pleistocenici, importanti variazioni di comportamento strutturale in corrispondenza degli attuali limiti di affioramento delle unità liguri s.l., quali la Valle del Sillaro e le valli del Savio e del Rubicone, cui viene attribuito, da parte di diversi Autori, il significato di strutture tettoniche trasversali recenti. In corrispondenza della Valle dell'Idice non si apprezza nessuna rotazione delle strutture e nessun avanzamento o arretramento del margine ma solo una diminuzione dell'intensità della deformazione a est di questa valle.

La giacitura suborizzontale o debolmente immergente verso la pianura dei depositi dei cicli Qm e Qc, generalmente poco o per niente deformati, tra Bologna e il Montefeltro, e la discordanza angolare che divide i depositi del ciclo P2 dai depositi del ciclo Qm indicano che l'ultima importante fase compressiva che ha interessato il margine appenninico-padano in questo settore è riferibile al Pleistocene inferiore pre-SG.

Infine, le strutture riconosciute tra Bologna e Forlì, prevalentemente estensionali, e l'assetto a brachianticlinale dell'Appennino Romagnolo (Anelli *et al.*, 1994) possono essere spiegati con il sollevamento isostatico della catena. E' da notare che anche i meccanismi focali relativi a terremoti dell'Appennino Romagnolo e del margine tra Forlì e Cesena indicano soluzioni prevalentemente estensionali con componente trascorrente (Peruzza & Martelli, 1994).

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i rilevatori del Progetto Carta Geologica della Pianura della RER per la segnalazione di affioramenti e per la disponibilità della cartografia inedita. Si ringraziano inoltre, per la lettura critica del manoscritto e per gli utili suggerimenti, il Dr. A. Cerrina Feroni, la Dr.ssa G. Moratti e il Dr. F. Sani. Infine, si ringrazia l'anonimo Revisore per le preziose osservazioni e gli utili suggerimenti.

BIBLIOGRAFIA

- Anelli L., Gorza M., Pieri M. & Riva M., 1994 - *Subsurface well data in the Northern Apennines (Italy)*. Mem. Soc. Geol. It., **48**, 461-471.
- Bernini M. & Clerici A., 1983 - *Individuazione di un campo di sforzi compressivo in alcuni affioramenti del Pleistocene continentale dal margine appenninico presso Collecchio (Parma)*. Boll. Soc. Geol. It., **102**, 369-384.
- Bernini M. & Papani G., 1987 - *Alcune considerazioni sulla struttura del margine appenninico emiliano tra lo Stirone e l'Enza e sue relazioni con il Sistema del F. Taro*. Ateneo Parmense, Acta Nat., **23**, 219-240.
- Caputo M & Caputo R., 1988 - *Structural analysis: new analytical approach and applications*. Annales Tectonicae, **2**(2), 84-89.
- Caputo R., 1989 - *FAULT. A programme for structural analysis*. Dip.to di Scienze della Terra, Università di Firenze, 55 pp.
- Di Dio G., Lasagna S., Preti D. & Sagne M., 1997 - *Carta Geologica dei depositi quaternari della Provincia di Parma*. Il Quaternario, **10**(2), ????
- Fesce A., 1987 - *Analisi micro e mesostrutturale dei conglomerati neogenici e pleistocenici del margine appenninico tra il Bolognese e la Val Marecchia. Ricostruzioni tensoriali*. Tesi di Dottorato, Università di Bologna, 212 pp.
- Gagnepain J., Hedley I., Bahain J., Falguères C., Laurent M., Peretto C., Wagner J. & Yokoyama Y., 1996 - *Synthèse des données radiochronologiques et Paléomagnétiques du site de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (Romagna, Italia) et des son environnement géologique*. In: Workshop and posters of the XIII Int. Congr. of Prehistoric and Protohistoric Sciences. Abs., **2**, 129-130.
- Gasperi G., Cremaschi M., Mantovani Uguzzoni M.P., Cardarelli A., Cattani M. & Labate D., 1989 - *Evoluzione plio-quaternaria del margine appenninico modenese e dell'antistante pianura. Note illustrative alla carta geologica*. Mem. Soc. Geol. It., **39**, 375-431.
- Mannori M.R., 1987 - *Analisi mesostrutturale della successione plio-pleistocenica del Santerno (pedeappennino imolese)*. Ateneo Parmense, Acta Nat., **23**, 241-252.
- Perotti C.R., 1991 - *Osservazioni sull'assetto strutturale del versante padano dell'Appennino nord-occidentale*. Atti Tic. Sc. Terra, **34**, Note brevi, 11-22.
- Peruzza L. & Martelli L., 1994 - *Tools for Geological Cartography: the gathering and the review of instrumental seismological data*. Proc. 1st E.C.R.G.C., Bologna (Italy), June 13-16, 1994, **1**, sess. 1, 175-178.
- Ricci Lucchi F., Colalongo M.L., Cremonini G., Gasperi G., Iaccarino S., Papani G., Raffi S. & Rio D., 1982 - *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica del margine appenninico*. In: Cremonini G. & Ricci Lucchi F., *Guida alla Geologia del Margine Appenninico-Padano*. Guide Geol. Reg. S.G.I., 17-60.
- Vaiani S., 1995 - *Micropaleontologia a foraminiferi e stratigrafia isotopica dello stronzio nel Pleistocene mediterraneo*. Tesi di Dottorato, Univ. Studi Bologna, 123 pp.

Ms. ricevuto il: 9. 7. 1997
 Inviato all'A. per la revisione il: 23. 9. 1997
 Testo definitivo ricevuto il: 18. 10. 1997

Ms received: July 9, 1997
 Sent to the A. for a revision: Sept. 23, 1997
 Final text received: Oct. 18, 1997