

UN APPROCCIO QUANTITATIVO ELEMENTARE
PER L'APERTURA DEL TIRRENO **

PREMESSA.

I probemi riguardanti la prolungata vicenda, in senso lato oceanografica e geologica, connessi a quel fenomeno che viene ormai diffusamente chiamato l'apertura del Mar Tirreno (o forse, più propriamente, del Mar Tirreno Meridionale) sono stati affrontati da numerosi Autori sotto svariate angolazioni, v. ad esempio BARBERI et al. 1977, BOCCALETTI et al. 1976: e ciò atteso anche l'interesse per le possibili ricadute verso un ben ampio panorama interdisciplinare, che da un inquadramento fisicamente sempre più aderente ci si potrebbe attendere; non sembra fuor di luogo rammentare che l'arco di tempo in cui i fenomeni suddetti si svolsero si estende per 18/20 milioni di anni.

In questa succinta relazione — dove si fornisce anche un rapido cenno riassuntivo sui principali indirizzi nel trattare l'argomento, rimandando per maggiori chiarimenti alle bibliografie dei lavori che si richiamano — viene suggerito un approccio meccanico estremamente semplificato, allo scopo di giustificare almeno globalmente un certo tipo di evoluzione geodinamica subita da quella geostruttura profonda «a grondaia», v. CAPUTO et al. 1972, attivamente coinvolta nel detto processo di apertura. Essa appare a tal punto sollecitata dal nucleo paleogenico, secondo SCANDONE 1979, da nord e dalle placca africana, v. ad esempio GREGORI 1981,

* Istituto di Geofisica Mineraria dell'Università di Palermo, Corso Calatafimi, 260 90129 Palermo.

** Lavoro svolto nell'ambito di una ricerca finanziata dalla N.A.T.O., Research Grant RG. 119.81 e rientrante in una ricerca finanziata anche dal Ministero della Pubblica Istruzione.

RANALLI 1982, da sud, da poter essere considerata costretta in una morsa che continuamente la cimentò durante l'evoluzione geostrutturale. Per tale circostanza a questa geostruttura profonda viene attribuito un ruolo determinante nel quadro degli scambi di energia (limitatamente, almeno per ora, ad alcuni aspetti di quella meccanica) tra i corpi geodinamici considerati. E' di questa specifica situazione che nel seguito si propone una drastica schematizzazione, grazie ad un modello elementare iterativo.

INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA E MODELLISTICA SUGGERITA.

In questo paragrafo si rammentano rapidamente alcune linee essenziali del problema e quindi si propone in dettaglio il modello meccanico di massima.

Un gruppo di lavori in cui a suo tempo si riconobbe il Tirreno Meridionale come una configurazione tipica dei bacini marginali retro-arco — v. ad esempio BOCCALETTI & GUAZZONE 1972 — tende ad interpretare la citata geostruttura profonda come una particolare deformata di un piano di Benioff. Un'altra impostazione si discosta dalla precedente interpretazione — v. SCANDONE 1979, GASPARINI et al. 1981 — prendendo le mosse, tra l'altro, dall'esame della cospicua anomalia gravimetrica positiva, che distingue tutta l'area oggetto di studio.

Questo lavoro — ricollegandosi ad un ciclo di ricerche per le quali si è assunta l'area in discorso come sede di una condizione al contorno al margine sud-ovest per una modellistica visco-elastica di geostrutture profonde afferenti alla penisola italiana, v. FINZI-CONTINI 1977, 1981a, b; 1982a, b — segue l'indirizzo suggerito dal secondo gruppo di Ricercatori e propone l'individuazione di una possibile interpretazione di talune risultanze relative all'apertura del Mar Tirreno Meridionale, interpretazione alternativa rispetto allo schema dei bacini marginali retro-arco.

Il criterio adottato per l'impostazione della modellistica è quello di applicare al sistema geodinamico considerato sia

apporti energetici che impulsi «piccoli, ma finiti»: più in dettaglio, questi apporti e questi impulsi nel presente lavoro vengono pensati applicati al sistema meccanico costituito dalla geostruttura a grondaia suddetta e dai mezzi fluidi in essa contenuti. Tale sistema viene in questa fase dello studio fortemente semplificato anche per quanto riguarda le sue condizioni al contorno, come nel seguito meglio si precisa. Si anticipa che la trattazione sarà condotta in forma scalare.

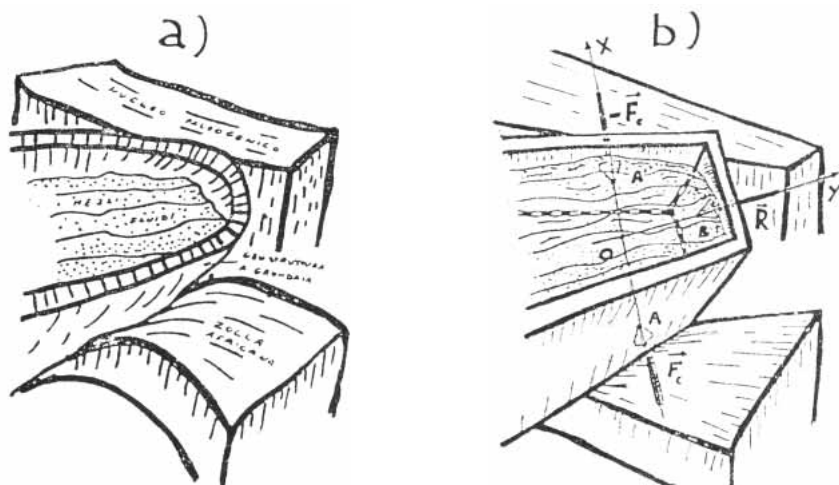


Fig. 1 — La figura, che è suddivisa nelle due parti a) e b), schematizza sia la situazione geodinamica locale che il modello.

Nella parte a) si riconoscono il nucleo paleogenico, la geostruttura a grondaia e la placca africana, oltre a quanto precisato ove opportuno.

Nella parte b) si presentano le grandezze meccaniche considerate; vedasi anche il testo per le connessioni tra le due parti-

Oltre alla geostruttura profonda ed ai mezzi fluidi in essa contenuti, v. la Fig. 1, si fa ora riferimento alle sollecitazioni alle quali il sistema in esame è considerato sottoposto; nella figura si propongono sia uno schizzo sulla situazione geodinamica locale sia il semplice modello adottato. Si vuol far notare subito che le forze agenti sul modello sono concentrate e che sono ridotte a tre soltanto: la F_c , di compressione sulle pareti laterali della geostruttura, attribuibile alla zolla africana e diretta secondo x , la sua opposta $-F_c$, attribuibile alla reazione offerta dal nucleo

paleogenico rammentato, ed infine la resistenza del mezzo $R \cong -K\Delta y/\Delta t$ — dove k è una costante, y è misurata lungo l'asse omonimo in figura e t è il tempo —, offerta dai mezzi fluidi che si ipotizzano situati dalla parte convessa della geostruttura a grondaia.

Nelle ulteriori ipotesi che sia lecito considerare costante F_c durante l'intervallo di tempo Δt — finito, ma sufficientemente piccolo — e trascurabili le velocità delle pareti della geostruttura secondo x al termine di Δt , si introducono le velocità (dirette secondo y) v_g (delle pareti e del fondo) della geostruttura di modello e v_f dei mezzi fluidi in essa contenuti; le rispettive masse m_g , m_f sono indicate con simboli analoghi. Si hanno le seguenti (1), (2), gli indici 1, 2 indicando i valori delle velocità prima e dopo l'intervallo Δt , all'interno del quale si interpola linearmente v_g :

$$F_c \Delta x = \left[m_f(v_{2f}^2 - v_{1f}^2) + m_g(v_{2g}^2 - v_{1g}^2) \right] / 2 + k \left[(v_{2f} + v_{1f}) / 2 \right] \left[(v_{2g} + v_{1g}) / 2 \right] \Delta t + \Delta E \quad (1)$$

relativa al bilancio dell'energia, dove ΔE indica l'energia imputabile ad altre dissipazioni occorse durante Δt ,

$$F_c \Delta t = m_f(v_{2f} - v_{1f}) + m_g(v_{2g} - v_{1g}) \quad (2)$$

relativa al bilancio dell'impulso. Le (1), (2) si modificano immediatamente nelle (3), (4):

$$v_{2f} = \left[F_c \Delta t - m_g(v_{2g} - v_{1g}) \right] / m_f + v_{1f} \quad (3)$$

$$F_c \Delta x = \left[m_f \left\{ \left[F_c \Delta t - m_g(v_{2g} - v_{1g}) \right] / m_f + v_{1f} \right\}^2 - v_{1f}^2 \right] / 2 + m_g(v_{2g}^2 - v_{1g}^2) / 2 + k (v_{2g} + v_{1g})^2 \Delta t / 4 + \Delta E. \quad (4)$$

Si tratta ora il caso particolare non dissipativo per cui $k=0$, $\Delta E=0$, per $v_{1f} = v_{1g} = 0$, introducendo $I = F_c \Delta t$ ed $L = F_c \Delta x$.

Si ha quindi

$$L = m_f v_f^2 / 2 + m_g v_g^2 / 2 \quad (5)$$

$$I = m_f v_f + m_g v_g \quad (6)$$

e ne consegue immediatamente

$$v_f = (I - m_g v_g) / m_f \quad (7)$$

$$L = \left[m_f [(I - m_g v_g) / m_f]^2 + m_f v_f^2 \right] / 2. \quad (8)$$

Per v_g si ottiene

$$v_g = \left[I m_g / m_f \pm \sqrt{I^2 m_g^2 / m_f^2 - 2 m_g (I + m_g / m_f) (I^2 / 2 m_f - L)} \right] / (m_g + m_g^2 / m_f) \quad (9)$$

con la condizione

$$I^2 m_g^2 / m_f^2 - 2 m_g (I + m_g / m_f) (I^2 / 2 m_f - L) \geq 0 \quad (9a)$$

dalla quale, con agevoli sostituzioni, si ha

$$(v_f - v_g)^2 \geq 0, \quad (9b)$$

che conferma la compatibilità. Definendo i rapporti

$$\mathcal{L} = L / m_g, \quad \mathcal{I} = I / m_f, \quad \mathcal{M} = m_g / m_f \quad (9d)$$

la (9) assume l'aspetto più compatto

$$v_g = \left[\mathcal{I} \pm \sqrt{\mathcal{I}^2 - 2(1 + \mathcal{M})(\mathcal{I}^2 / 2 - \mathcal{L})} \right] / (1 + \mathcal{M}^2). \quad (9')$$

Introducendo ora per tenere conto delle dissipazioni, cui si fece cenno,

$$L^* = L - k (\Delta y / \Delta t) \Delta y - \Delta E \quad (10)$$

si ottiene, ponendo $\mathcal{L}^* = L^* / m_g$, mediante la

$$v_g = \left[\mathcal{I} \pm \sqrt{\mathcal{I}^2 - 2(1 + \mathcal{M})(\mathcal{I}^2 / 2 - \mathcal{L}^*)} \right] / (1 + \mathcal{M}^2) \quad (11)$$

l'estensione sia pure in forma implicita, alla (11) di quanto elaborato per le (9). Si noti inoltre che è $v_g \cong \Delta y / \Delta t$.

Si vede dunque che è possibile, per iterazioni successive, valutare le velocità competenti sia alla geostruttura di modello, che ai mezzi fluidi in essa contenuti, schematizzati come sopra precisato: ciò può avvenire mediante le relazioni suddette e dando opportuni valori alle grandezze ed ai rapporti sopra introdotti. Elaborazioni numeriche faranno parte di un lavoro successivo.

CONCLUSIONI PRELIMINARI.

In questa nota propedeutica ed introduttiva, elaborata secondo un criterio autonomo rispetto a studi classici di geostrutture profonde, si mostra come sia possibile individuare un meccanismo atto a consentire una traslazione elementare per una particolare geostruttura soggetta ad apporti energetici ed ad impulsi «piccoli, ma finiti». Nel caso specifico la geostruttura considerata contiene, per la sua particolare conformazione concava, dei mezzi fluidi ed è ostacolata nel suo moto da altri mezzi — pure fluidi — ubicati in prossimità della sua parte convessa, secondo una resistenza di tipo viscoso e direttamente proporzionale alla velocità.

Il semplice modello che si propone consente di risalire iterativamente alla velocità della geostruttura per intervalli di tempo sufficientemente piccoli e per valori opportuni imposti a tipici rapporti e grandezze ottenuti dalla modellistica stessa.

Si ritiene in tal modo di aver individuato uno schema semplice, ma atto a dedurre effetti meccanicamente significativi — se del caso in un quadro non soltanto impulsivo — ed in ipotesi sovrapponibili (anche non solo linearmente) ad altri, imposti alla geostruttura studiata da diversi stati di sollecitazione. Gli effetti dedotti d'altronde già danno ragione di una migrazione per passi «piccoli, ma finiti» della geostruttura a grondaia non in disaccordo con risultanze fornite dagli Autori citati.

Sviluppi futuri prevedono la costruzione e l'esame di risposte del modello per differenti andamenti degli apporti energetici e degli impulsi, ai quali il modello stesso viene sottoposto.

RINGRAZIAMENTI.

Si ringraziano vivamente i proff. M.T. Carrozzo, G. Ranalli e P. Scandone per gli utili scambi di idee.

Palermo, ottobre 1982.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- BARBERI F., BIZOUARD H., CAPALDI G., FERRARA G., GASPARINI P., INNOCENTI F., LAMBERT B., & TREUIL M.: Age and nature of basalts from Tyrrhenian Abyssal Plain. Initial Rep. DSDP Leg 42a Site 373a (in stampa), 1977.
- BARBERI F., GASPARINI P., INNOCENTI F. & VILLARI L.: Volcanism of the Southern Tyrrhenian Sea and its geodynamics implications. *J. Geophys. Res.*, 78, 5221-5232, 1973.
- BOCCALETTI M. & GUAZZONE G.: Gli archi appenninici, il Mar Ligure e il Tirreno nel quadro della tettonica dei bacini marginali retro-arco. *Mem. Soc. Geol. It.*, 11, 201-216, 1972.
- BOCCALETTI M., HORVATH F., LODDO M., MONGELLI F. & STEGENA L.: The Tyrrhenian and the Pannonian basins: a comparisons of two Mediterranean interarc basins. *Tectonophys.*, 35, 45-69, 1976.
- CAPUTO M., PANZA G.F. & POSTPISCHL D.: New evidences about the deep structure of the Lipari arc. *Tectonophys.*, 15, 219-231, 1972.
- FINZI-CONTINI G.: An elementary mechanical model for the Apennine range areas. *Riv. It. Geof. & Sc. Aff.*, IV, 5/6, 221-224, 1977.
- FINZI-CONTINI G.: Una modellistica visco-elastica/viscosa per geostrutture interessanti la penisola italiana ed evidenze geofisiche e tettoniche. *Atti Gruppo Naz. Geof. Terra Solida*, Roma, 3-5 Nov. 1981 (in stampa) 1981a.
- FINZI-CONTINI G.: Evoluzione geodinamica di strutture visco-elastiche e modellistiche geodinamiche. *Lav. pres. il 14/6/81 all'Accad. Pat. Sc., Lett. ed Arti ed in stampa sugli Atti dell'Accad.*, 1981b.
- FINZI-CONTINI G.: Geodynamic/Visco-Elastic Models and New Interpretation Trends for Geophysical and Geological Evidences along Apennines Areas (Eastern Italian Peninsula). *Lav. pres. al Congresso E.G.S./E.S.C.*, Leeds, 23-27 Ago. 1982, 1982a.
- FINZI-CONTINI G.: Geostrutture visco-elastiche per un modello parziale dell'area appenninica. *Atti Ist. Geof. Min., Univ. Palermo*, II, 1980-82, 43-61, 1982b.
- GREGORI G.P.: Gravity slippage and the Indifferent Equilibrium Shape of the Earth (IES-Geoid). *Ann. Geophys.*, 37, 1, 79-90, 1981.
- RANALLI G.: Geodynamics of Sicily in the Context of Mediterranean Tectonics. *Atti Ist. Geof. Min., Univ. Palermo*, II, 1980-82, 7-29, 1982.
- SCANDONE P.: Origin of the Tyrrhenian Sea and Calabrian Arc. *Boll. Soc. Geol. It.* 98, 27-34, 1979.