

## STUDIO DEI TERRAZZI MARINI DELL'ALTO IONIO COSENTINO: CONSIDERAZIONI SU SOLLEVAMENTO REGIONALE E DEFORMAZIONE TETTONICA LOCALE

L. Cucci - F.R. Cinti  
Istituto Nazionale di Geofisica, Roma

**ABSTRACT** - *The marine terraces of the Ionian coast (northern Calabria): implications on regional uplift and local tectonic deformation* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 10(2), 1997, 549-556 - The paper reports the results of a study of a sequence of marine terraces in a tract of ~70 km of the Ionian coast of the northern Calabria region. Seven orders of marine terraces have been recognized; the good preservation of the inner edge of these terraces allowed the reconstruction of the corresponding strandlines at elevations ranging from ~12 m to ~420 m. Amino acid geochronological datings in the literature indicate that the 85 m-high terrace at Piano S. Nicola corresponds to the Oxygen Isotope Time scale (OIT) substage 5c. By taking into account also the correction for the terrace formation height and for the continental deposits overlying the platform, we calculated an uplift rate of 0.73 mm/yr during the past 102 ka for the northern extremity of the study area. The whole sequence of terraces was compared with the highstands of the paleosea-level curve, and the correlation of the terraces to the OIT stages 1, 5a, 5c, 5e, 7, 9, and 17 (or 15) was obtained. The uplift cumulative curve indicates that uplift might have not been constant in time because uplift rate at Piano S. Nicola varies from an average value of ~0.4 mm/yr during the period of formation of the two oldest terraces to ~0.7 mm/yr from 215 ka to the present. The lack of terraces older than 700 ka indirectly confirms that the regional uplift started in this period, as indicated in the literature. Moreover, the uplift is not homogeneous in the area, but the rate progressively increases southward, where the sequence of terraces is closer to the axis of the Apennines belt, i.e. the axis of maximum uplift. Within the regional deformation field, the marine terraces record further local sharp vertical variations that can be originated by the activity of tectonic structures. In a first case, we recognized the coseismic nature of the deformation observed in the terraces of the Sibari plain by comparing their setting to the pattern of surface deformations induced by the Castrovillari fault, which is a seismogenic structure of the area. The comparison between deformation profile and the 102-ka strandline setting permitted to evaluate an average return time of ~1300 years for a great earthquake along this fault and a minimum slip-rate of ~0.2 mm/yr. These values are comparable to those in literature. In the second case, the lack of significant vertical deformation in correspondence of the Pollino fault, suggests to exclude that the activity of the eastern sector of this structure has been prevalently extensional since upper Pleistocene time.

Parole chiave: Linee di riva, sollevamento regionale, deformazione cosismica, Pleistocene, Calabria, Italia meridionale  
Key words: Shorelines, regional uplift, coseismic deformation, Pleistocene, Calabria, Southern Italy

### 1. INTRODUZIONE

Lo studio dei terrazzi marini ha apportato negli ultimi anni contributi significativi nel campo della tettonica attiva, poiché fornisce indicazioni utili per la stima della velocità dei processi tettonici e per l'individuazione della geometria e distribuzione della deformazione prodotta (Carobene & Dai Pra, 1990; Valensise & Ward, 1991; Valensise & Pantosti, 1992; Miyauchi *et al.*, 1994). Infatti, la presenza di antiche linee di riva a quote notevolmente superiori a quelle raggiunte dal livello del mare durante le oscillazioni eustatiche è un'indubbia testimonianza di sollevamento tettonico. La quota attuale a cui si osserva un terrazzo marino può essere stata raggiunta per sollevamento regionale, guidato da processi geodinamici a grande scala che coinvolgono vasti settori della crosta terrestre, e/o per deformazioni locali, che sono originate dall'azione di faglie attive e potenzialmente sismogenetiche. Avendo come scopo principale l'identificazione di strutture tettoniche attive, è fondamentale quindi individuare e separare la componente locale della deformazione da quella regionale. L'area oggetto di studio è un settore di costa ionica della Calabria settentrionale esteso ~70 km (Fig. 1). Si è proceduto all'individuazione delle varie superfici terrazzate presenti nell'area, al riconoscimento dei relativi margini interni e delle quote delle

corrispondenti paleolinee di riva, in modo da ricostruire le fasi di sollevamento di questa regione; infine, l'analisi dell'andamento altimetrico della sequenza in corrispondenza di due note linee di faglia ha permesso alcune considerazioni sull'attività pleistocenica e/o olocenica di tali strutture tettoniche.

### 2. LE PALEOLINEE DI RIVA

Il tratto di costa esaminato è delimitato a nord da Piano S. Nicola ed a sud dalla Piana di Sibari (Fig. 1). L'esame dell'andamento generale dei terrazzi in pianta mette in risalto una certa variabilità di distribuzione legata a condizioni litologiche e morfologiche. Nel settore centrale, fra i torrenti Rendesi e Saraceno, i terrazzi si impostano nelle unità di catena, corrono paralleli alla linea di costa attuale ed appaiono generalmente più pendenti e meno ampi. Al contrario, i terrazzi impostati sui depositi di Piano S. Nicola e della Piana di Sibari divergono dalla linea di costa attuale e tendono a contornare i margini antichi di tali bacini pleistocenici; in corrispondenza delle due piane i terrazzi si presentano come superfici ampie, continue e suborizzontali, raccordate da scarpate a debole o media pendenza. In generale, le superfici relative ai terrazzi più bassi sono molto

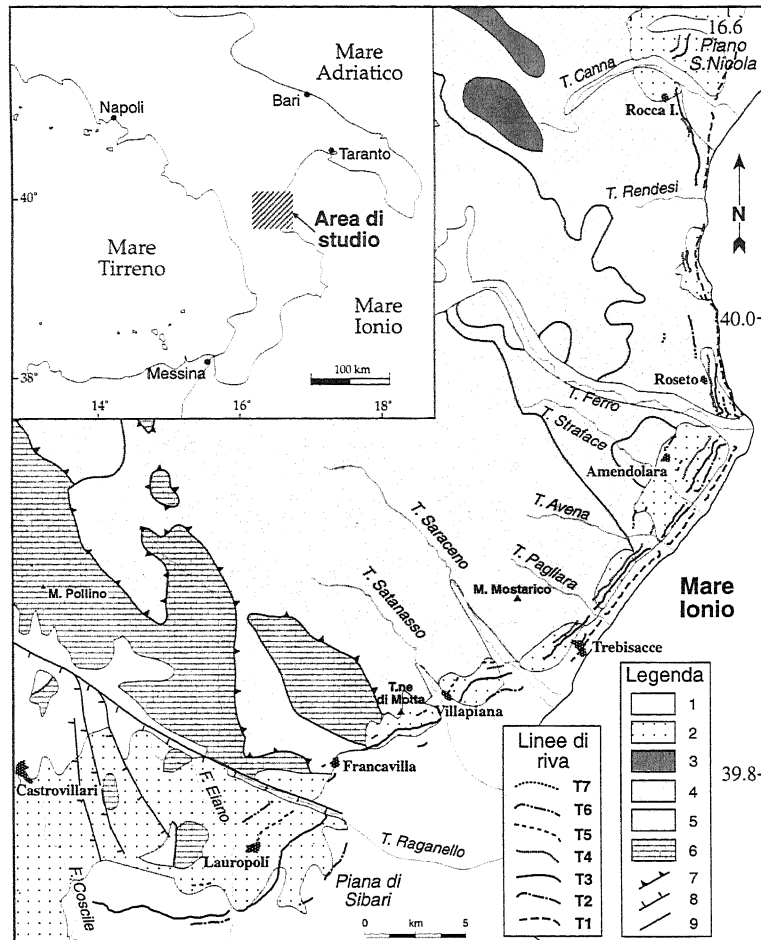


Fig. 1 - Mappa delle linee di riva ottenuta attraverso lettura di foto aeree e rilievi di campagna nell'area di studio. Ogni linea è numerata progressivamente da T1 a T7, partendo dalla più bassa in quota. Sono inoltre riportate la geologia semplificata e le principali strutture tettoniche dell'area (Bigi *et al.*, 1983, modificata). Legenda: 1) depositi continentali e marini (Olocene-Pleistocene sup.); 2) depositi terrigeni marini (Pleistocene inf.-Pliocene medio); 3) Flysch appenninico (Miocene sup.-Oligocene); 4) Complesso Sicilide (Paleogene-Cretacico); 5) Complesso Liguride (Paleogene-Giurassico sup.); 6) piattaforma campano-lucana (Burdigaliano-Liassico medio); 7) contatto tra unità di diversi domini paleogeografici; 8) faglia normale; 9) contatto tettonico indeterminato.

Map of sea strandlines based on aerial photos and field surveys. Strandlines are progressively numbered according to their elevation from T1 (lower) to T7 (higher). Moreover, simplified geology and main tectonic structures in the area are shown (Bigi *et al.*, 1983, modified). Symbols: 1) continental and marine deposits (Holocene-upper Pleistocene); 2) terrigenous marine deposits (lower Pleistocene-middle Pleistocene); 3) "Flysch appenninico" (upper Miocene-Oligocene); 4) Sicilide Complex (Paleogene-Cretaceous); 5) Liguride Complex (Paleogene-upper Jurassic); 6) Campano-lucanian carbonate platform (Burdigalian-middle Liassic); 7) tectonic contact between units of different paleogeographic domains; 8) normal fault; 9) undefined tectonic contact.

ben preservate; la loro continuità è interrotta solo in corrispondenza delle numerose fiumare che sfociano nel Mar Ionio. Fenomeni localizzati di degradazione di versante e di erosione differenziale, favoriti dalle caratteristiche litologiche, hanno invece portato all'obliterazione di alcuni settori dei bordi interni dei terrazzi più elevati rendendone a tratti più difficoltosa la correlazione.

Il primo passo nel lavoro di ricostruzione dei terrazzi è consistito nell'individuazione delle varie superfici terrazzate e delle scarpate ad esse retrostanti tramite l'analisi di foto aeree (scala 1:33.000); l'analisi delle isopse sulle tavolette 1:25.000 ha quindi permesso di identificare segmenti di margini interni di terrazzo, intesi come intersezione fra superfici più inclinate (scarpate) e superfici suborizzontali (terrazzi). La mappatura definitiva dei margini interni riconosciuti è stata riportata sulle sezioni 1:10.000, scala alla quale sono state effettuate le varie osservazioni di campagna riguardanti zone di incerta interpretazione, lo spessore dei depositi continentali ecc. La correlazione delle successioni di terrazzi nei diversi settori è stata notevolmente semplificata dall'ottimo grado di conservazione e dalla notevole continuità dei terrazzi T3 e T4, che sono stati considerati come terrazzi guida.

Sono stati così individuati sette ordini di terrazzi marini, i cui bordi interni sono progressivamente numerati dal più basso al più alto, da T1 a T7; le linee di riva corrispondenti a tali bordi interni sono poste a quote comprese fra ~12 m e ~420 m (Fig. 2). L'andamento alti-

metrico generale delle paleolinee di riva in una sezione parallela alla linea di costa attuale evidenzia un incremento delle loro quote procedendo verso sud, nonché locali anomalie altimetriche piuttosto brusche ed evidenti, specialmente nel settore compreso tra i torrenti Ferro e Saraceno e nella porzione più interna della Piana di Sibari (Fig. 2). L'analisi di tale andamento è trattata nei paragrafi successivi.

### 3. ETA' DEI TERRAZZI E TASSI DI SOLLEVAMENTO

Per quantificare sollevamenti e deformazioni di una sequenza di terrazzi marini è necessario conoscere con buona approssimazione l'età di formazione di almeno una linea di riva; partendo da questa datazione si ricercano successivamente le possibili correlazioni degli altri terrazzi della sequenza con i picchi interglaciali della curva del paleolivello marino.

Il tentativo di ricostruire la storia dei sollevamenti del settore di costa esaminato è partito dall'estremità settentrionale dell'area, presso Piano S. Nicola (Fig. 1). In questa località sono chiaramente riconoscibili quattro ordini di terrazzi (T1, T3, T4 e T6), con i corrispondenti margini interni ad una quota di 14, 85, 115 e 220 m (Figg. 1 e 2), rispettivamente. Fra questi, l'estesa superficie di 2 km di ampiezza corrispondente al terrazzo T3 (85 m) è stata ripetutamente studiata sin dall'inizio del

Fig. 2 - Andamento altimetrico delle linee di riva. Nei settori dove i terrazzi sono incerti o mancanti le relative linee di riva sono indicate in tratteggio.

*Elevation profile of terrace inner margins. Inner margins are indicated with dashed lines where terraces are uncertain or lacking.*

secolo (Gignoux, 1913; Cotecchia & Magni, 1967; Vezzani, 1967; Brückner, 1980), ma con interpretazioni spesso discordanti per quanto riguarda la sua età. Montcharmont-Zei (1957), studiando un livello fossilifero a 43 m di quota, attribuisce al terrazzo un'età di ~160

ka; Neboit & Reynard (1973) suggeriscono da osservazioni paleontologiche un'età inferiore a 130 ka. Infine, sulla base di correlazioni geomorfologiche con le regioni adiacenti, Westaway (1993) afferma che il terrazzo si è formato ~130 ka. Alcune datazioni di T3 presso Piano S. Nicola, basate sulla geocronologia degli aminoacidi, associano il terrazzo al substadio 5a (85 ka), o, alternativamente, al substadio 5c (102 ka) della curva isotopica dell'Ossigeno (Hearty *et al.*, 1986; Dai Pra & Hearty, 1988; Hearty & Dai Pra, 1992) escludendo comunque ogni relazione con il substadio 5e (124 ka). La più recente datazione disponibile per quest'area associa T4 al substadio 5e e T3 al substadio 5c (Amato *et al.*, 1997). Sulla base di questa datazione abbiamo stimato per T3 un tasso medio di sollevamento di 0.73 mm/anno (Tab. 1), che tiene conto di una quota di formazione del terrazzo

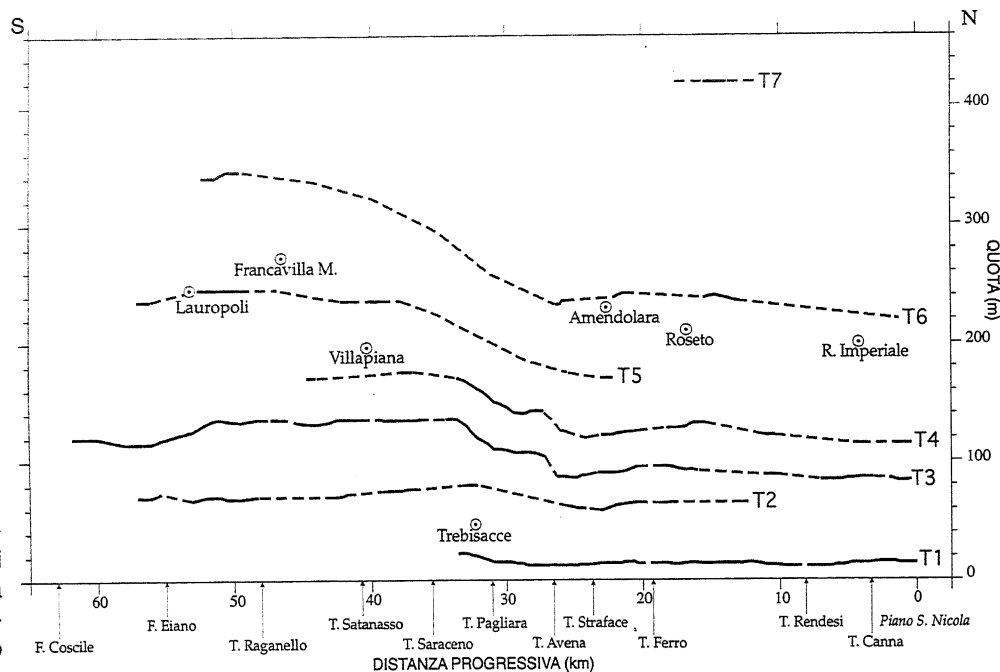
di ca. -15 m (Lajoie, 1986; Muhs, 1992) e di ~25 m di spessore di depositi continentali che non hanno partecipato al sollevamento (Neboit & Reynard, 1973; Dai Pra & Hearty, 1988). Ipotizzando un tasso di sollevamento relativamente costante nel tempo, la più probabile correlazione della sequenza dei terrazzi a Piano S. Nicola con la curva delle oscillazioni eustatiche (Fig. 3) vincola T2 e T4 agli interglaciali di 81 ka e 124 ka (substadi 5a e 5e, rispettivamente), mentre T5 e T6 risultano di ~215 ka e ~330 ka (stadi 7 e 9). L'attribuzione di un'età alla linea di riva T7 è soggetta a maggiori margini di incertezza vista l'esigua estensione del suo affioramento; comunque, l'ipotesi di un sollevamento costante e privo di grosse oscillazioni unitamente all'osservazione che la quota di rinvenimento è notevolmente superiore a quella delle altre linee di riva ci permettono di assegnare a T7 un'età di ~700 ka (stadio 17), o, subordinatamente, di ~600 ka (stadio 15). Il terrazzo T1 è presumibilmente olocenico, ma l'incertezza sulla sua età, sulla quota di formazione e sullo spessore di copertura continentale non permettono al momento di valutarne con sufficiente precisione il tasso di sollevamento.

La correlazione rappresentata in Figura 3 evidenzia che le linee di riva da T2 a T5 in località Piano S. Nicola sono state sollevate ad un tasso medio piuttosto costante pari a 0.72-0.74 mm/anno. La pendenza lievemente minore delle diagonali relative ai picchi interglaciali corrispondenti a 330 ka (T6) e 700 ka (T7) suggerisce

Tabella 1 - Interpretazione delle linee di riva presso Piano S. Nicola. Oltre allo stadio isotopico ed alla età ipotizzata, per ogni linea di riva vengono riportate la quota attuale del terrazzo e la quota di formazione della linea di riva ricavata da Lajoie (1986) e Muhs (1992). Il sollevamento subito da ciascuna linea di riva tiene conto di entrambi tali valori, nonché dello spessore dei depositi continentali che ricoprono la linea di riva stessa e non hanno partecipato al sollevamento. Il tasso di sollevamento è dato dal rapporto tra sollevamento ed età ipotizzata.

*Shorelines parameters at Piano S. Nicola. OIT stage, assumed age, present-day elevation of the inner margin and formation height (Lajoie, 1986; Muhs, 1992) are shown for each standline. The total uplift takes also into account the thickness of continental deposits that overlie the paleoshoreline; the uplift rate is calculated as total uplift divided by the assumed age.*

Linea di riva	Stadio isotopico	Età (Ka)	Quota (m)	Quota di formazione (m)	Sollevamento (m)	Tasso di soll. (mm/anno)
T7	17?	~700	410	0	400	0.57
T6	9	330	220	0	210	0.64
T5	7	215	160	-5	155	0.72
T4	5e	124	115	+5	90	0.72
T3	5c	102	85	-15	75	0.73
T2	5a	81	60	-15	60	0.74



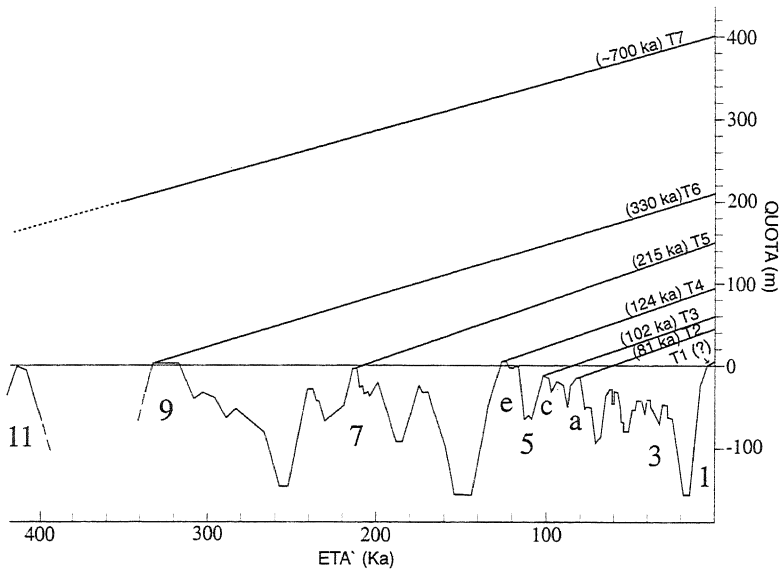


Fig. 3 - Correlazione delle linee di riva presso Piano S. Nicola con i picchi della curva di oscillazione eustatica (Lajoie, 1986, modificata), ottenuta sulla base della datazione disponibile per T3. Il tasso medio di sollevamento è rappresentato dalla pendenza delle diagonali che collegano ogni picco alla quota della corrispondente linea di riva. Lungo le diagonali sono riportate le età degli stadi isotopici corrispondenti.

*Best correlation of the heights of strandlines at Piano S. Nicola with the highstands of the paleosea-level curve (Lajoie, 1986, modified); the correlation is based on T3 age. The average uplift rate is represented by the slope of the diagonals connecting each highstand to the elevation of its strandline. Age of each strandline is on the corresponding diagonals.*

invece valori medi inferiori, rispettivamente pari a 0.64 e 0.57 mm/anno (Tab. 1). Il grafico dei sollevamenti in funzione dell'età di ciascun terrazzo illustra la storia generale dei movimenti verticali nell'area in esame (Fig. 4): ad un intervallo iniziale fra ~700 ka e ~330 ka, contraddistinto da valori di sollevamento dell'ordine di 0.4 mm/anno, è seguito un periodo con velocità dell'ordine di 0.7 mm/anno che caratterizza gli ultimi 215 mila anni. L'assenza di terrazzi a quote più alte di T7 (e quindi più vecchi di 0.7 Ma) confermerebbe che il sollevamento regionale in Calabria, e più in generale in Italia meridionale, è in atto da ~700 ka (Ghisetti, 1981; 1984; Ambrosetti *et al.*, 1987; Carobene *et al.*, 1989; Hyppolite *et al.*, 1994). L'ipotesi alternativa con T7 corrispondente a ~600 ka comporterebbe una maggiore uniformità della velocità con cui l'intera sequenza di terrazzi è stata sollevata a Piano S. Nicola, ed indicherebbe che nell'area esaminata il processo di sollevamento ha avuto presumibilmente inizio in epoche più recenti.

I tassi di sollevamento osservati non sono arealmente omogenei, ma registrano un aumento progressivo procedendo verso sud, con linee di riva progressivamente più inclinate lungo costa in funzione della loro età (Fig. 2). Il gradiente di sollevamento differenziale, calcolato per T3 lungo una sezione costiera di ~20 km fra Piano S. Nicola ed il torrente Ferro, è di ~0.6 m/km; il tasso di basculamento, ossia il rapporto tra gradiente di sollevamento

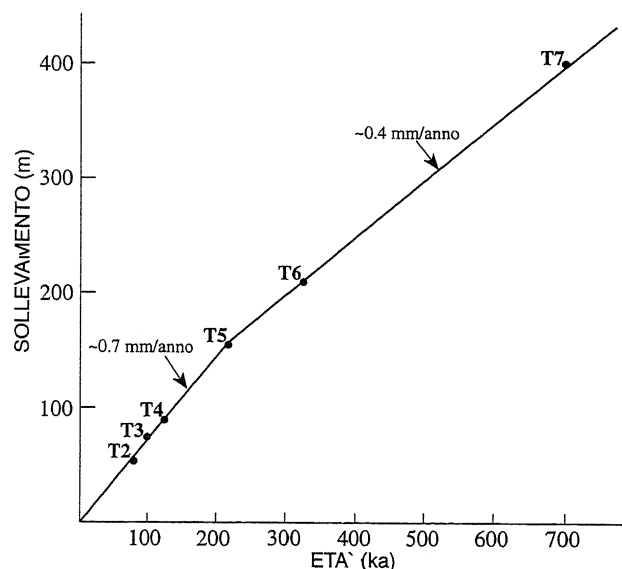
differenziale relativo a ciascuna linea di riva ed età corrispondente, si mantiene fra  $4.5$  e  $6.0 \cdot 10^{-3}$  m/km/ka. Questi valori indicano che il processo osservato, oltre ad essere piuttosto lento, si è mantenuto uniforme e costante durante tutto il tempo di formazione della sequenza; ciò risulta anche visivamente dal fatto che i terrazzi fra Piano S. Nicola ed il torrente Ferro conservano lo stesso andamento e la stessa inclinazione per altri 70 km, fino a Taranto (Cotecchia & Magri, 1967; Parea, 1986). L'interpretazione più probabile di questo incremento è il progressivo avvicinamento dei terrazzi verso sud all'asse di massimo sollevamento regionale, che nella regione si identifica con le vette più alte della catena appenninica.

#### 4. DEFORMAZIONE DEI TERRAZZI A SCALA LOCALE

Al sollevamento regionale si sovrappongono altri processi di deformazione che possono essere associati all'attività di singoli lineamenti tettonici, capaci di produrre anomalie altimetriche anche notevoli ma di limitata

Fig. 4 - Curva cumulativa di sollevamento in funzione dell'età di ciascuna linea di riva (Piano S. Nicola). La disposizione dei punti relativi ai terrazzi indica che il sollevamento non è stato costante; infatti, il tasso medio di sollevamento è passato da ~0.4 mm/anno per i due terrazzi più antichi a ~0.7 mm/anno per i terrazzi seguenti. Il valore relativo a T1 non è valutabile con precisione.

*Uplift cumulative curve against age of shorelines (Piano S. Nicola). The location of each terrace suggests that uplift was not constant in time and its rate ranged from an average value of ~0.4 mm/yr during the period of formation of the two oldest terraces to ~0.7 mm/yr from 215 ka to the present. The uplift rate of T1 cannot be precisely evaluated.*



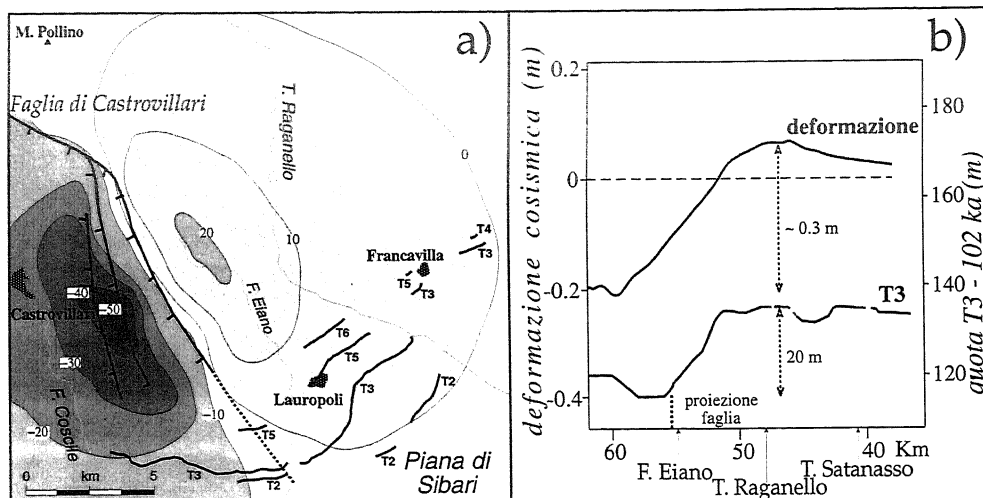


Figura 5 - a) Andamento in pianta delle linee di riva e campo di deformazione prodotto dalla faglia di Castrovillari. Le variazioni cosismiche di quota (isodeformative in centimetri) sono state modellate sulla base dei parametri di faglia paleosismici (Cinti *et al.*, 1997). b) Confronto tra andamento della deformazione cosismica ed andamento altimetrico di T3 lungo un profilo la cui traccia coincide in pianta con quella della linea di riva.

a) Map of shorelines and of the deformation field induced by the Castrovillari fault. Coseismic changes (contour interval in cm) are modelled on the basis of fault parameters (Cinti *et al.*, 1997); b) Comparison between vertical setting of T3 and profile of coseismic deformation along the strandline.

estensione superficiale. Sono stati analizzati due casi in cui l'andamento dei terrazzi in prossimità di due importanti linee tettoniche contribuisce a caratterizzare la loro attività recente e/o attuale.

Il primo caso esaminato è localizzato all'estremità meridionale dell'area in studio, dove la sequenza di terrazzi che borda la Piana di Sibari appare deformata; in particolare presso Lauropoli la linea di riva T3, più continua e meglio espressa, decresce in quota fino a ~115 m e successivamente risale fino a 125 m (Fig. 2). Tale andamento può essere confrontato con il campo di deformazione indotto dalla faglia di Castrovillari, una struttura di tipo diretto la cui natura sismogenetica è stata recentemente riconosciuta tramite studi geomorfologici e paleosismologici (Cinti *et al.*, 1995; 1997). Il modello di deformazione cosismica della superficie (Fig. 5a), calcolato sulla base dei parametri di faglia ottenuti dagli Autori, è stato confrontato con l'andamento della linea di riva T3 lungo un profilo di 25 km tra i fiumi Satanasso e Coscile (Fig. 5b). L'evidente similarità fra i due profili suggerisce che l'attuale assetto della linea di riva possa essere il risultato della ripetizione di un numero discreto di forti terremoti lungo la Faglia di Castrovillari. Quantificando la deformazione osservata e conoscendo l'età del terrazzo è possibile tentare di calcolare un tempo medio di ricorrenza per un terremoto di elevata magnitudo su questa struttura sismogenetica. Infatti, in qualsiasi punto del transetto il rapporto tra deformazione lungo T3 e corrispondente variazione cosismica prevista fornisce il numero approssimativo di eventi sismici necessari perché la linea di riva raggiungesse la quota attuale in quel punto. La soluzione lungo una qualsiasi linea di riva (T3 nel caso specifico) può essere così espressa:

$$N_{ev} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H}{u_i}$$

dove  $N_{ev}$  è il numero di terremoti necessari per produrre le variazioni  $\Delta H$  di quota osservate, mentre  $u_i$  è la dislocazione cosismica in corrispondenza dell' $i$ -esimo fra "n" siti. Il tempo medio di ritorno  $T_r$  può quindi essere ottenuto da:

$$T_r = \frac{A_s}{N_{ev}}$$

dove  $A_s$  è l'età della linea di riva (102 ka).

Per 13 siti lungo il profilo si è ottenuto  $N_{ev} \sim 77$  e  $T_r \sim 1300$  anni. Inoltre, 20 m di deformazione verticale totale (Fig. 5b) accumulati lungo un periodo di

tempo di 102 mila anni danno un tasso di deformazione di ~0.2 mm/anno; tale valore è un minimo in quanto non è stato calcolato lungo il settore di massima deformazione della faglia. I valori così calcolati sono confrontabili con quelli paleosismologici. Si può pertanto asserire che l'assetto complessivo della sequenza dei terrazzi in questa porzione di territorio è il risultato dell'interazione fra ripetuti episodi di deformazione cosismica e sollevamen-

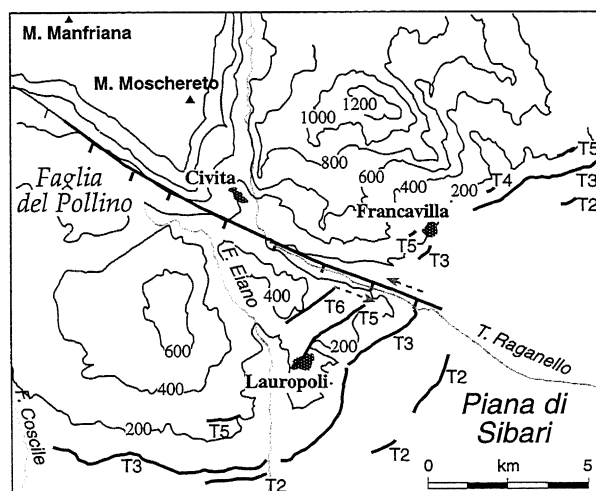


Fig. 6 - Andamento in pianta delle linee di riva in corrispondenza della faglia del Pollino. Si osserva una lieve deflessione dei terrazzi attraverso la struttura, imputabile ad un movimento trascorrente del settore di faglia che le interseca (freccie grigie), o alla topografia preesistente alla formazione dei terrazzi.

Map of the shorelines in correspondence of the Pollino fault. Light deflection of the terraces across the structure is observed, due to lateral movements of the fault section intersecting the terraces, or to the topography existing before the terraces formation.

to regionale.

Nel secondo caso esaminato, assume una significativa importanza l'assenza di evidenti deformazioni verticali nell'andamento altimetrico di una paleolinea di riva. Fra gli abitati di Francavilla M. e Lauropoli la sequenza di terrazzi (con T2, T3 e T5 particolarmente ben espressi) è intersecata da un importante lineamento regionale, quale la faglia del Pollino (Fig. 6). Tale faglia è oggetto di interpretazioni discordanti, sia per quanto riguarda il comportamento sismico passato che per l'attività attuale (Bousquet & Gueremy, 1969; Ghisetti & Vezzani, 1982; Colella & Cappadona, 1988; Cinti *et al.*, 1995; Ferrel *et al.*, 1996). Le linee di riva interessate non registrano significative variazioni di quota (Fig. 7), suggerendo che il settore più orientale della Faglia del Pollino non è attivo come struttura tettonica a prevalente movimento diretto già dal Pleistocene superiore. La deflessione che si osserva attraverso la faglia nell'andamento in pianta delle linee di riva (Fig. 6) potrebbe essere interpretata come indizio di attività trascorrente sinistra della faglia del Pollino; tuttavia, la discontinuità delle linee di riva nell'intorno della faglia non permette di considerare questa ipotesi come univoca e di scartare di conseguenza la possibilità che l'andamento osservato sia legato alla morfologia preesistente alla formazione dei terrazzi.

Infine, la zona di intensa deformazione verticale dei terrazzi che si osserva tra il torrente Ferro ed il torrente Saraceno (Fig. 2) è attualmente in fase di studio, e per il momento non è direttamente associabile ad alcuna struttura tettonica certa. Studi di campagna più dettagliati potranno fornire indicazioni sull'origine di tale deformazione.

## 5. CONCLUSIONI

L'analisi dei terrazzi marini individuati nel settore

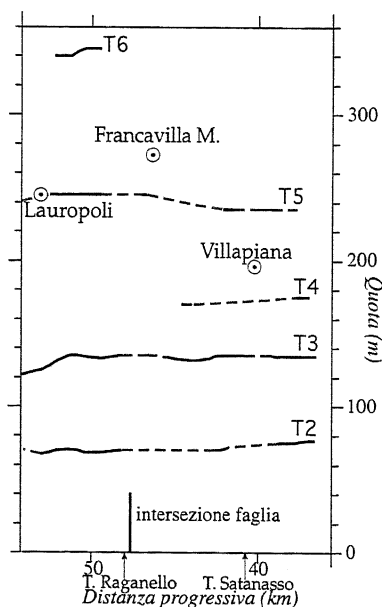


Fig. 7 - Andamento altimetrico delle linee di riva in corrispondenza della faglia del Pollino. La sequenza di terrazzi intersecata non registra variazioni di quota significative.

*Vertical setting of shorelines in correspondence of the Pollino fault. The sequence of terraces intersected by the fault does not record significant elevation changes.*

setentrionale della costa ionica calabrese fornisce indicazioni sul sollevamento regionale e sulle deformazioni indotte dall'attività di strutture tettoniche. Nell'area esaminata la velocità media di sollevamento, in atto da ~700.000 anni, è di ~0.57 mm/anno; il tasso di sollevamento è passato da un valore medio di ~0.4 mm/anno tra 700 ka e 215 ka ad uno di ~0.7 mm/anno da 215 ka ad oggi (Fig. 4). Considerando l'incertezza associata all'età di T7, una possibile alternativa comporterebbe un aumento della velocità durante la prima fase e l'inizio del processo di sollevamento in quest'area da ~600.000 anni.

Inoltre, il sollevamento non appare arealmente omogeneo, dato che le quote delle linee di riva registrano un incremento lieve ma continuo procedendo verso sud.

Le singole anomalie altimetriche che i terrazzi registrano a scala locale sono state messe in relazione all'azione di strutture tettoniche. In particolare, l'analisi a piccola scala ha permesso di: 1) riconoscere che le deformazioni nell'assetto dei terrazzi nella Piana di Sibari sono di origine cosismica, perché sono il risultato del ripetersi di forti terremoti prodotti da una struttura sismogenetica (Faglia di Castrovillari); calcolare un tempo medio di ritorno di ~1300 anni per un evento sismico lungo tale faglia ed un tasso di deformazione minimo di ~0.2 mm/anno; 2) escludere la presenza di deformazioni verticali e quindi l'attività del settore più orientale di una faglia diretta (Faglia del Pollino) almeno dal Pleistocene superiore.

L'assetto dei terrazzi marini nell'area studiata è pertanto il risultato della complessa interazione fra oscillazioni eustatiche e sollevamento regionale con la locale sovrapposizione di variazioni altimetriche collegate a strutture tettoniche. E' importante sottolineare come il tasso di deformazione locale calcolato nel caso (1) sia inferiore rispetto alla velocità di sollevamento regionale; ciò confermerebbe la maggiore rilevanza che i processi geodinamici in atto rivestono generalmente nei confronti dei singoli contesti tettonici.

## RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare a M. Moro per la collaborazione nella mappatura dei terrazzi. Si ringraziano inoltre G. D'Addezio, D. Pantosti e G. Valensise per la collaborazione prestata nell'ambito dei vari argomenti citati nel testo, e F. Marra per gli utili suggerimenti.

## BIBLIOGRAFIA

- Amato A., Belluomini G., Cinque A., Manolio M. & Ravera F., 1997 - *Terrazzi marini e sollevamenti tettonici Quaternari lungo il margine ionico dell'Appennino Lucano*. Riassunti delle comunicazioni al convegno: "Tettonica quaternaria del territorio italiano: conoscenze, problemi ed applicazioni", Parma 1997, 41-42.
- Ambrosetti P., Bosi C., Carraro F., Ciaranfi N., Panizza M., Papani G., Vezzani L. & Zanferrari A., 1987 - *Neotectonic Map of Italy*. Quad. Ric. Scient., **114**, 4.
- Bigi G., Cosentino D., Parotto M., Sartori R. & Scandone P.,

- 1983 - *Structural model of Italy*. Quad. Ric. Scient., 114, 3.
- Bousquet J.C. & Gueremy P., 1969 - *Quelques phénomènes de néotectonique dans l'Apennin calabro-lucanien et leurs conséquences morphologiques. II. L'escarpement meridional du Pollino et son piemont*. Rev. Geogr. Phys. Geol. Dynam., 11, 223-236.
- Brückner H., 1980 - *Marine terrassen in Suditalien Eine Quartarmorphologische Studie über das Küstentiefland von Metapont*. Dusseld. Geograph. Schriften, 14, 235.
- Carobene L. & Dai Pra G., 1990 - *Genesis, chronology and tectonics of the Quaternary marine terraces of the Tyrrhenian coast of northern Calabria (Italy). Their correlation with climatic variations*. Il Quaternario, 3(2), 75-94.
- Carobene L., Mengani M.E. & Oliverio M., 1989 - *Superfici terrazzate pleistoceniche nella media valle del fiume Crati (Calabria)*. Il Quaternario, 2(1), 15-39.
- Cinti F.R., Cucci L., Pantosti D., D'Addezio G. & Meghraoui M., 1995 - *What is the role played by the two seismogenic faults located in the seismic gap of the Pollino region (Southern Italy)?* 1995 Fall Meeting, Am. Geoph. Union, EOS suppl. Nov. 7, 1995, F359.
- Cinti F.R., Cucci L., Pantosti D., D'Addezio G. & Meghraoui M., 1997 - *A major seismogenic fault in a "silent area": the Castrovillari fault (southern Apennines, Italy)*. Geophys. J. Int., 130, 595-605.
- Colella A. & Cappadona P., 1988 - *Evidenze stratigrafiche del carattere trascorrente sinistro della zona di faglie del Pollino. Valutazioni sulla velocità di trascorrenza*. Atti 74° Congr. Naz. Soc. Geol. It. (Sorrento 13-17 sett. 1988), B, 147-150.
- Cotecchia V. & Magri G., 1967 - *Gli spostamenti delle linee di costa quaternarie del mare Ionio fra Capo Spulico e Taranto*. Geol. Appl. e Idrogeol., 2, 1-28.
- Dai Pra G. & Hearty P. J., 1988 - *I livelli marini pleistocenici del golfo di Taranto. Sintesi geocronostratigrafica e tettonica*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 637-644.
- Ferrelli L., Michetti A.M., Serva L., Vittori E. & Zambonelli E., 1996 - *Tettonica recente ed evidenze di fagliazione superficiale nella catena del Pollino (Calabria settentrionale)*. Mem. Soc. Geol. It., 51, 451-466.
- Ghisetti F., 1981 - *Evoluzione neotettonica dei principali sistemi di faglie della Calabria centrale*. Boll. Soc. Geol. It., 98, 387-430.
- Ghisetti F., 1984 - *Recent deformations and the seismogenic source in the Messina Strait (Southern Italy)*. Tectonophysics, 109, 191-208.
- Ghisetti F. & Vezzani L., 1982 - *Strutture tensionali e compressive indotte da meccanismi profondi lungo la linea del Pollino (Appennino meridionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 101, 385-440.
- Gignoux M., 1913 - *Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du sud et de la Sicile*. Annals de l'Université de Lyon, n.s., 36.
- Hearty P.J. & Dai Pra G., 1992 - *The Age and Stratigraphy of Middle Pleistocene and Younger Deposits along the Gulf of Taranto (Southeast Italy)*. J. Coast. Res., 8(4), 882-905.
- Hearty P.J., Miller G.H., Stearns C.E. & Szabo B.J., 1986 - *Aminostratigraphy of Quaternary shorelines around the Mediterranean basin*. Geol. Soc. Amer. Bull., 97, 850-858.
- Hyppolite J.-C., Angelier J. & Roure F., 1994 - *A major geodynamic change revealed by Quaternary stress patterns in the Southern Apennines (Italy)*. Tectonophysics, 230, 199-210.
- Lajoie K. R., 1986 - *Coastal tectonics*. In: *Active tectonics*, Nat. Acad. Press, Washington D.C., 95-124.
- Miyauchi T., Dai Pra G. & Sylos Labini S., 1994 - *Geochronology of Pleistocene marine terraces and regional tectonics in the Tyrrhenian coast of South Calabria, Italy*. Il Quaternario, 7(1), 17-34.
- Montcharmont-Zei M., 1957 - *Foraminiferi e molluschi di un livello tirreniano presso Nova Siri Scalo (Matera)*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, 66, 53-68.
- Muhs D.R., 1992 - *The last interglacial-glacial transition in North America: evidence from uranium-series dating of coastal deposits*. In: Clark P.U. & Lea P.D. (eds.), *The Last Interglacial-Glacial Transition in North America: Boulder, Colorado*, Geol. Soc. Amer. Spec. Paper 270.
- Neboit R. & Reynard P., 1973 - *Etude géomorphologique et écologique du gisement Quaternaire de la terrasse de "Piano S. Nicola" près Nova Siri Scalo (Italie du Sud)*. Geobois, 6, 291-305.
- Parea G.C., 1986 - *I terrazzi marini tardo-pleistocenici del fronte della catena appenninica in relazione alla geologia dell'avanfossa adriatica*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 913-936.
- Valensise G. & Pantosti D., 1992 - *A 125 kyr-long geological record of seismic source repeatability: the Messina Straits (southern Italy) and the 1908 earthquake (Ms 7 1/2)*. Terra Nova, 4, 472-483.
- Valensise G. & Ward S.N., 1991 - *Long-term uplift of the Santa Cruz coastline in response to repeated earthquakes along the San Andreas fault*. Bull. Seism. Soc. Amer., 96, 1694-1704.
- Vezzani L., 1967 - *I depositi Plio-Pleistocenici del litorale ionico della Lucania*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, s. 6, 18, 159-179.
- Westaway R., 1993 - *Quaternary uplift of Southern Italy*. J. Geophys. Res., 98, 21741-21772.

Ms. ricevuto il: 19. 5. 1997  
 Inviato all'A. per la revisione il: 8. 9. 1997  
 Testo definitivo ricevuto il: 22. 11. 1997

Ms received: May 19, 1997  
 Sent to the A. for a revision: Sept. 8, 1997  
 Final text received: Nov. 22, 1997