

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/266794018>

Evoluzione tardo quaternaria dell'area di foce del Fiume Metauro (Marche settentrionali)

Article · May 2008

CITATIONS

8

READS

341

3 authors, including:



Daniele Savelli

Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo"

71 PUBLICATIONS 843 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Francesco Troiani

Sapienza University of Rome

63 PUBLICATIONS 733 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



El Encino Topolobampo Project [View project](#)

EVOLUZIONE TARDO-QUATERNARIA DELL'AREA DI FOCE DEL METAURO (MARCHE SETTENTRIONALI)

Olivia Nesci, Daniele Savelli, Francesco Troiani

Istituto di Geologia, Università di Urbino "Carlo Bo"
Co.N.I.S.Ma., progetto VECTOR - U.L.R., Università di Urbino

1 - Introduzione: la foce del Metauro nel contesto nord-marchigiano

La foce del fiume Metauro si ubica nella fascia costiera nord-marchigiana che si estende per circa 65 km in direzione NW-SE, tra Ancona a Gabicce. In questa fascia ricadono, da nord verso sud, anche le foci dei fiumi Foglia, Cesano, Misa ed Esino, i principali corsi d'acqua delle Marche settentrionali, che scorrono prevalentemente verso NE, traendo origine dall'Appennino tosco-umbro-marchigiano (fig. 1).

Lungo la fascia costiera affiorano termini della Successione Umbro-Marchigiano-Romagnola, qui rappresentata da depositi marini emipelagici, siliciclastici ed evaporitici del Miocene medio e superiore seguiti da arenarie e peliti Plio-Pleistoceniche. La struttura, a luoghi piuttosto complessa, è quella a pieghe e *thrust* tipica dell'Appennino umbro-marchigiano (Coward *et al.*, 1999). Alle spalle dell'attuale linea di costa, la struttura anticlinale più esterna è messa in risalto da una fascia di rilievi collinari piuttosto accentuati che a nord del Metauro terminano contro scarpate modellate dall'azione marina (falesie rocciose sui colli del San Bartolo e dell'Ardizio, rispettivamente a nord e a sud della foce del Foglia). A sud del Metauro i rilievi collinari si ergono su una piana costiera di modesta ampiezza e ne costituiscono il limite più interno.

I principali corsi d'acqua, nei loro tratti terminali, presentano un andamento circa ortogonale alla linea di riva e, in prossimità delle foci, scorrono su ampie piane alluvionali caratterizzate da un'accentuata forma svasata. Nelle maggiori valli si riconoscono almeno quattro distinti livelli di alluvioni terrazzate del Pleistocene medio-Olocene (Fanucci *et al.*, 1996). I maggiori episodi di aggradazione fluviale e i successivi terrazzamenti sono attribuibili alla combinazione degli effetti delle principali variazioni climatiche del Pleistocene medio-Olocene con quelli del sollevamento generalizzato dell'Appennino (Nesci *et al.*, 1995). A sud del Foglia, tra una foce fluviale dall'altra, compaiono piane costiere relativamente continue, anche se a tratti molto ristrette. Le piane costiere si fon-

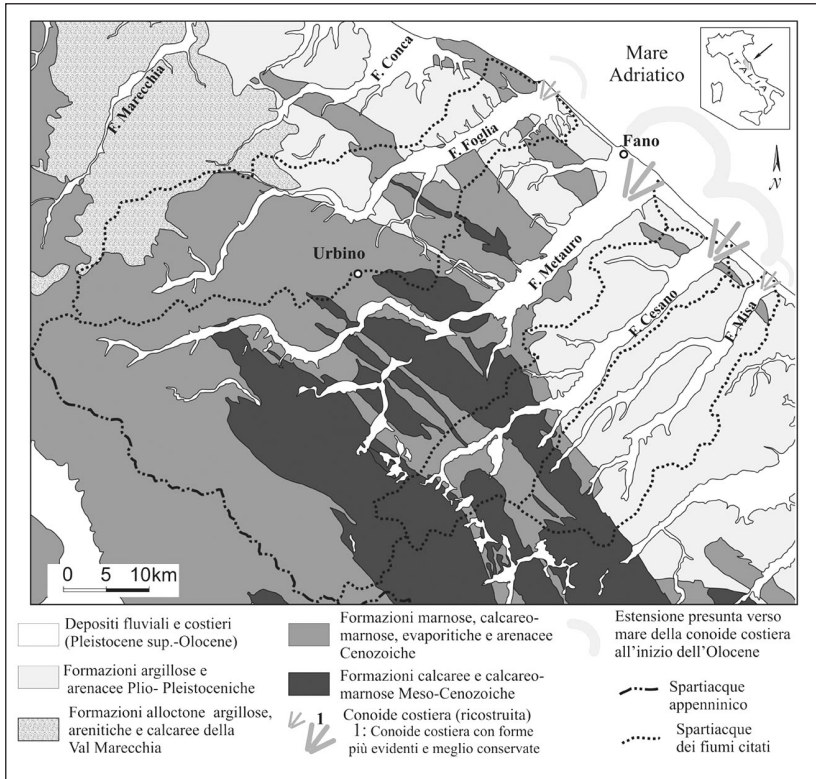


Figura 1 - Area di studio (da: Calderoni et al., 2007, modificata)

dono con i settori terminali delle piane fluviali recenti e comprendono anche le foci di corsi d’acqua minori che sfociano direttamente in mare (fig. 1). Significativamente, in prossimità delle attuali foci anche alcuni fra i terrazzi vallivi, precedenti l’ultimo glaciale, si fondono con depositi costieri terrazzati.

Le ricostruzioni della topografia del substrato roccioso effettuata sulla base di dati di sondaggio e di indagini geofisiche (Nesci *et al.*, 1995; Colantoni *et al.* 2004; Calderoni *et al.*, 2007) mostrano che nei tratti terminali delle maggiori valli la copertura alluvionale del Pleistocene superiore e Olocene raggiunge sistematicamente spessori di oltre 50 m (75 m nel caso del Metauro), molto elevati se confrontati con quelli delle aree interne, che non superano i 30-35 m. Questo evidenzia la presenza di paleovalli che, relativamente all’attuale livello marino e in corrispondenza dell’attuale piana costiera, raggiungono quote comprese fra i -15 m e i -20 m. La presenza delle paleovalli incise nel substrato, a sua volta, evidenzia l’estensione nella piattaforma adriatica delle valli fluviali in risposta all’abbassamento eustatico del livello marino durante l’ultimo glaciale.

Recenti indagini (Calderoni *et al.*, 2007) hanno messo in evidenza due elementi tipici della fascia costiera nord-marchigiana, di notevole interesse per delineare il quadro morfoevolutivo più recente, relativi alla risalita eustatica postglaciale (fig. 2): *i*) la scarpata olocenica di erosione marina già segnalata da Elmi *et al.* (1994 e 2002), che raggiunge altezze massime di 5-8 m, compare solo in corrispondenza delle principali valli e si attenua fino a scomparire allontanandosi da esse; *ii*) alla foce dei principali corsi d'acqua compaiono apparati deposizionali relitti riferibili a conoidi costiere, talora molto ben sviluppati e conservati, in corrispondenza dei quali si sviluppa la scarpata di cui sopra.

In corrispondenza delle foci dei fiumi Metauro e Cesano le conoidi mostrano uno spessore dei depositi maggiore e una forma convessa molto pronunciata e ben preservata; alle foci dei fiumi Foglia e Misa le conoidi, seppure presenti, sono meno riconoscibili in quanto molto più appiattite e maggiormente erose. Il maggior rilievo delle conoidi alla foce dei fiumi Metauro e Cesano è in relazione con la presenza nei rispettivi bacini idrografici (fig. 1) di una maggior percentuale relativa di rocce a elevato grado di resistenza all'erosione (calcarei e calcari marnosi) rispetto a quelle più erodibili (rocce terrigene).

La conoide del Metauro, troncata da una evidente scarpata di erosione marina, ha proprie peculiarità geomorfologiche, un buon numero di dati litologico-stratigrafici e alcune datazioni radiocarbon (Calderoni *et al.*, in stampa) che, insieme alla forma evidente e ben preservata, la rendono adatta a costituire un modello morfoevolutivo valido anche per altre forme simili presenti nell'area. Proprio in tale ottica, nella presente nota, vengono descritti i principali caratteri geomorfologici della zona di foce

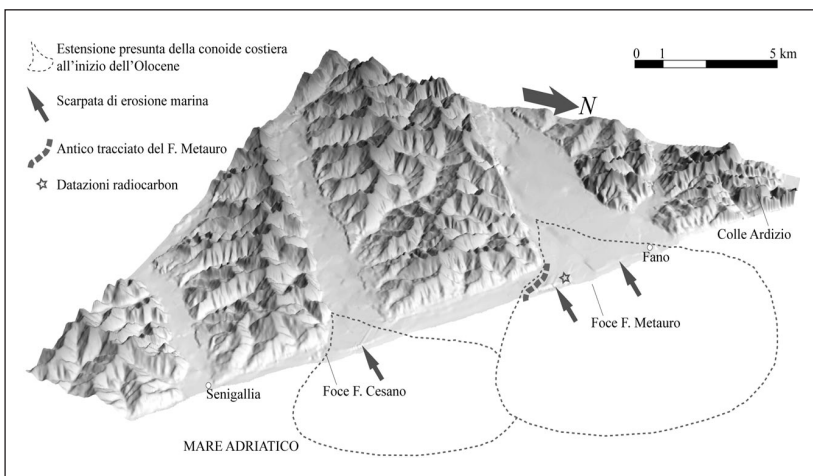


Figura 2 - Modello Digitale del Terreno (risoluzione 40 m) della fascia costiera analizzata (da: Calderoni *et al.*, 2007, modificata)

del Metauro e vengono ricostruite le principali fasi morfoevolutive tardo-quadernatarie responsabili della configurazione attuale dell'area di foce.

2 - Caratteri geomorfologici dell'area di foce del Metauro

La parte terminale della piana fluviale del Metauro è occupata da alluvioni terrazzate del Pleistocene superiore e Olocene. L'alveo attuale, fiancheggiato da argini artificiali, scorre su una piana relativamente ampia (4-6 km), posta a quota molto bassa sul canale attivo (non oltre 5-10 m) e che, almeno nella sua porzione più interna, raccoglie le acque di esondazione del Metauro. Ad eccezione del tratto immediatamente a monte della linea di riva, la piana è bordata sui due fianchi da scarpate, risultando così incastrata nei corpi alluvionali terrazzati del Pleistocene superiore-Olocene "antico" (fig. 3). Nel suo tratto terminale, l'unico non racchiuso fra scarpate, per un'estensione di circa 500-1000 m, attraversa la stretta piana costiera. Quest'ultima termina a mare con l'attuale spiaggia ghiaioso-sabbiosa e si prolunga con continuità sia verso nord che verso sud. Nella porzione terminale del Metauro, su entrambi i lati, le scarpate che

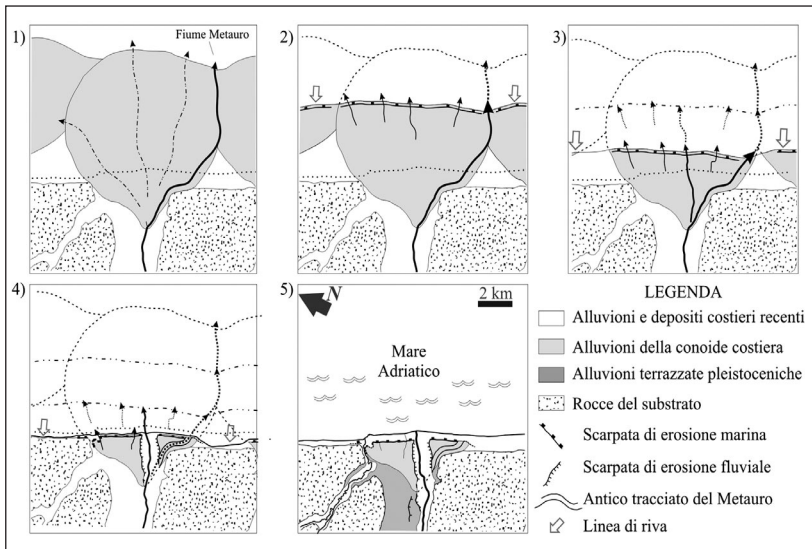


Figura 3 - Schema morfoevolutivo dell'area di foce del Metauro dall'inizio dell'Olocene ad oggi. 1) Massima espansione della conoide costiera in condizioni di livello marino ancora basso; in evidenza le conoidi degli adiacenti fiumi Foglia e Cesano, rispettivamente a nord e a sud della foce del Metauro; 2) Risalita del livello marino e prime fasi di smantellamento della conoide con conseguente formazione di una scarpata di erosione costiera; 3) Prosecuzione dello smantellamento della conoide e arretramento della scarpata costiera; 4) Massimo arretramento della linea di riva e ultime fasi del modellamento della scarpata costiera; 5) Situazione attuale. Per maggiori dettagli si rimanda al testo

racchiudono la piana fluviale più recente sono singole e relativamente nette, sub-parallele fra loro e con andamento conforme all'attuale tracciato fluviale, vale a dire circa perpendicolare alla linea di riva. In prossimità della costa, compiono una deviazione di circa 90° allineandosi con la linea di riva e fondendosi così con la scarpata d'erosione marina che per oltre 7 km delimita verso terra la stretta piana costiera. Man mano che si procede verso l'interno le scarpate "bordiere" si sdoppiano in vario modo e diventano più arrotondate e meno rilevate, fino a lasciare il posto a semplici pendii, pur restando la piana di fondovalle confinata all'interno del corpo alluvionale del Pleistocene superiore-Olocene "antico". Quest'ultimo si allarga progressivamente verso mare su entrambi i lati della valle, evidenziando la sua primitiva forma a ventaglio. La ricostruzione della sua originaria forma di superficie, convessa verso l'alto, conferma la sua natura di corpo tipo conoide/delta-conoide. Si tratta pertanto di un ventaglio deposizionale con apice ubicato a circa 3 km dall'attuale linea di riva, troncato verso costa dall'erosione marina e re inciso dal Metauro, in senso longitudinale, circa lungo la sua mediana.

Lo spessore dei depositi è stimabile approssimativamente in 15 m, valore ottenuto tramite misure indirette nei pressi della foce del Metauro. I depositi sono prevalentemente ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi. Le ghiaie, in particolare, mostrano una prevalente e marcata stratificazione "a festoni" indicativa di deposizione a opera di canali fluviali intrecciati ma, localmente, compare una subordinata stratificazione incrociata del tipo "*epsilon*", indicativa di deposizione in anse fluviali. Nell'insieme l'ambiente deposizionale sembra pertanto dominato da canali multipli intrecciati, nei quali singoli tratti possono presentare una apprezzabile sinuosità, formando piccole barre laterali.

Verso monte, il ventaglio non appare in continuità morfologica con la sommità deposizionale delle cosiddette "alluvioni terrazzate del 3° ordine" che, procedendo verso le aree interne, rappresenta la piana di fondovalle al culmine dell'aggradazione del Pleistocene superiore (Nesci e Savelli, 1991a). Al contrario, il ventaglio è contenuto in un'ampia depressione prodotta dalla ripresa generalizzata tardo-pleistocenica dell'incisione fluviale, evidenziando così una fase di accumulo relativamente recente.

La presenza di superfici rimodellate dall'azione fluviale in corrispondenza della porzione apicale del cono è testimoniata, oltre che da serie di scarpate minori e flessure, anche da superfici relativamente inclinate verso l'asse vallivo. A queste ultime si associano sistematicamente sequenze fluviali di 2-3 metri di spessore depositate da canali meandri-formi e poggianti in discontinuità sulle ghiaie accumulate da canali fluviali intrecciati che caratterizzano la deposizione del Pleistocene superiore (Nesci e Savelli, 1991b).

L'età relativamente recente del ventaglio deposizionale è avvalorata dalla datazione di due livelli siltoso-argillosi ricchi in materia organica intercalati ai depositi ghiaioso-sabbiosi della porzione medio-superiore del

corpo alluvionale (circa 7 m al di sotto del piano di campagna). I campioni hanno fornito età radiocarbon di 10.700 ± 95 anni BP e 10.880 ± 95 anni BP, ponendo così verosimilmente le fasi di costruzione della conoide a cavallo fra la fine del Pleistocene e l'inizio dell'Olocene.

Poco più a valle dell'apice della conoide, sul lato destro della piana, si apre un ampio vallone racchiuso tra due scarpate piuttosto arrotondate, che costeggia l'intero bordo meridionale del ventaglio deposizionale (figg. 2 e 3). Questa depressione morfologica, compiendo due blande anse, rasenta dapprima il piede delle colline, poi se ne allontana gradualmente per terminare contro la piana costiera recente. Il vallone, per la sua ampiezza e profondità, andamento e posizione marginale sulla conoide è da ritenersi un alveo occupato dal Metauro all'inizio dell'Olocene e direttamente collegato a fasi di sviluppo della conoide stessa (Di Bucci *et al.*, 2003; Calderoni *et al.*, 2007).

3 - Discussione e quadro morfoevolutivo

L'abbassamento eustatico dell'ultimo glaciale ha portato all'emersione l'Adriatico settentrionale, tanto che i corsi d'acqua nord-marchigiani e, fra questi, il Metauro, si sono trovati a scorrere per ampi tratti sulla paleopianura padana (cf. Nesci *et al.*, 1995; AA. VV., 2004). Nel corso del Pleistocene superiore "glaciale" i fiumi hanno dapprima inciso in profondità, originando solchi vallivi fortemente infossati; in seguito, pur attraverso complesse vicende di *cut-and-fill*, hanno colmato i solchi sovraescavati con potenti pile di sedimenti alluvionali (Nesci *et al.*, 1995). Già col tardoglaciale e, soprattutto, con l'avvento dell'Olocene ha poi preso piede la generalizzata reincisione e terrazzamento delle colmate alluvionali, anche in questo caso modulata da alterne vicende di *cut-and-fill* e, contemporaneamente, si è assistito alla progressiva risalita eustatica del livello marino. Proprio durante queste fasi, in corrispondenza dell'innesto delle valli nella pianura padano-adriatica si sono venuti a formare ampi apparati di conoide, fra i quali quello del Metauro (fig. 3).

La geometria dei margini di questo ventaglio deposizionale, nonché la ricostruzione della sua superficie, mostrano che l'apparato deposizionale si estendeva ben oltre l'attuale linea di riva, a testimonianza di una sua formazione in condizioni di livello marino ancora basso (Calderoni *et al.*, 2007). Pertanto, attualmente è preservata la sola area apicale, mentre i settori intermedio e terminale sono stati smantellati dall'erosione marina durante la risalita eustatica post-glaciale.

La scarpata di erosione marina che si sviluppa a cavallo dell'attuale foce fluviale (fig. 3) rappresenta quindi lo stato attuale di una forma che ha iniziato a prodursi molto più a nord-est, quando il cono iniziava a essere intaccato dall'erosione marina, arretrando poi man mano che la linea di riva procedeva verso terra in seguito alla risalita eustatica del livello marino.

Immediatamente prima che l'erosione marina intaccasse la conoide, il Metauro probabilmente si trovava già completamente decentrato sul margine meridionale della stessa, compiendo un percorso periferico che lo portava di fatto a costeggiare l'omologo ventaglio costiero dell'adiacente fiume Cesano. Infatti, l'arretramento della linea di riva ha comportato la formazione di una primitiva scarpata costiera e quindi la mobilità laterale degli alvei deve essere risultata in qualche modo inibita e favorito, viceversa, un progressivo incassarsi degli stessi. Pertanto, sembra improbabile un conseguimento del tracciato marginale successivo alle ultime fasi di formazione del ventaglio deposizionale. Un certo "accorciamento" erosivo dell'ultimo tratto di alveo è sottolineato anche dal contatto brusco con l'attuale piana costiera, senza che si osservino resti di allargamenti significativi, barre di foce o altre forme che possano far ipotizzare la presenza di una foce circa coeva con una scarpata già arretrata in posizioni paragonabili all'attuale.

Se questa ipotesi è corretta, il Metauro avrebbe acquisito il suo corso terminale attuale solo in tempi relativamente recenti, quando già la scarpata che troncava il ventaglio era ben delineata. Il meccanismo possibile potrebbe essere quello della cattura a opera di un piccolo corso d'acqua impostatosi a partire dalla scarpata costiera, in posizione centrale sulla conoide, forse sovrimponendosi su un percorso fluviale estinto, relativo a precedenti fasi di crescita del ventaglio deposizionale. Questo meccanismo è avvalorato, fra l'altro, dalla presenza di una serie di modesti canali impostati sulla scarpata, parte dei quali in evoluzione attiva per erosione regressiva, fino alla recentissima intensa antropizzazione. In particolare, uno di questi, evidente sia su documenti cartografici storici che sulle vecchie foto aeree, ubicato circa 700 m a nord dell'attuale foce, si estendeva per oltre 1 km verso l'interno con un andamento circa parallelo a quello dell'attuale Metauro. Il meccanismo proposto, inoltre, permetterebbe anche di spiegare la maggior "freschezza" delle scarpate che racchiudono l'attuale piana del Metauro rispetto a quelle che bordano il paleoalveo.

La presenza della stretta piana costiera che separa la scarpata di erosione marina dall'attuale linea di riva indica chiaramente che in passato quest'ultima si è venuta a trovare da 500 a 1000 m circa più all'interno rispetto a oggi (fig. 3). Quella a ridosso della scarpata costiera è proprio la posizione documentata per la linea di riva in epoca romana (Elmi *et al.*, 1994 e 2002): ciò non significa, tuttavia, che il mare non possa avere raggiunto una localizzazione così arretrata già in precedenza, oscillando poi ripetutamente attorno a queste posizioni. Un successivo, progressivo avanzamento della linea di riva fino alle posizioni attuali è attestato da documenti storici, a partire almeno dal XV secolo. In un quadro nel quale i livelli marini eustatici-isostatici dell'Olocene italiano non hanno mai superato l'attuale (Lambeck *et al.*, 2004, pag. 1595), le cause di questo avanzamento sono da ricercarsi nella tettonica locale o nell'apporto sedimentario, anche sotto un locale e/o parziale condizionamento antropico,

dimostrato quest'ultimo chiaramente anche dalle foto aeree degli ultimi cinquant'anni.

Ringraziamenti

Lavoro eseguito con il contributo finanziario del Progetto VECTOR.

Bibliografia

- AA. VV. (2004) - *Litho-palaeoenvironmental maps of Italy during the last two climatic extremes*, "Climex Maps of Italy", project sponsored by ENEA, directed by C. Margottini C. e G.B. Vai, 1:1.000.000 scale, Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Calderoni G, Della Seta M., Fredi P., Lupia Palmieri E., Nesci O., Savelli D., Troiani F. (2007) - *Late Quaternary geomorphologic evolution of the Adriatic coastal sector of the Northern Marche region (Italy) and quantitative assessment of alluvial and marine terraces*, GeoActa, in stampa.
- Colantoni P., Mencucci D., Nesci O. (2004) - *Coastal processes and cliff recession between Gabicce and Pesaro (northern Adriatic Sea): a case study*. Geomorphology, **62**, 257-268.
- Coward M.P., De Donatis M., Mazzoli S., Paltrinieri W., Wezel F.C. (1999) - *Frontal part of the northern Apennines fold and thrust belt in the Romagna-Marche area (Italy): shallow and deep structural styles*, Tectonics, **18**, 3, 559-574
- Di Bucci D., Mazzoli S., Nesci O., Savelli D., Tramontana M., De Donatis M., Borraccini F. (2003) - *Active deformation in the frontal part of the Northern Apennines: insights from the lower Metauro River basin area (northern Marche, Italy) and adjacent Adriatic off-shore*, Journal of Geodynamics, **36**, 213-238.
- Elmi C., Fanucci F., Nesci O., Beer G., Pignocchi A. (1994) - *Evoluzione olocenica della linea di riva adriatica dal F. Reno al F. Potenza*, Il Quaternario, **7**, 305-310.
- Elmi C., Colantoni P., Gabbianelli G., Nesci O. (2002) - *Holocene shorelines along the central Adriatic coast (Italy)*, GeoActa, **1**, 26-36.
- Fanucci F., Moretti E., Nesci O., Savelli D., Veneri F. (1996) - *Tipologia dei terrazzi vallivi ed evoluzione del rilievo nel versante adriatico dell'Appennino centro-settentrionale*, Il Quaternario, **9**, 255-258.
- Lambeck K., Antonioli F., Purcell A., Silenzi S. (2004) - *Sea-level change along the Italian coast for the past 10,000 yr*, Quat. Sci. Rev., **23**, 1567-1598.
- Nesci O., Savelli D. (1991a) - *Lineamenti geomorfologici del terrazzo fluviale del "3° ordine" del Bacino del Metauro (Marche settentrionali)*, Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, **14**, 141-148.
- Nesci O., Savelli D. (1991b) - *Successioni alluvionali terrazzate nell'Ap-*

pennino nord-marchigiano, *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, **14**, 149-162.

Nesci O., Savelli D., Calderoni G., Elmi C., Veneri F. (1995) - *Le antiche piane di fondovalle nell'Appennino Nord-Marchigiano*, in: Castiglioni G.B. & Federici P.R. (Eds.) "Assetto Fisico e Problemi Ambientali delle Pianure Ialiane"; *Mem. Soc. Geogr. It.*, **53**, 293-312.