

FRANCESCO FANUCCI, MARCO FIRPO & AGOSTINO RAMELLA (*)

GENESI ED EVOLUZIONE DI PIANE COSTIERE DEL MEDITERRANEO: ESEMPI DI PICCOLE PIANE DELLA LIGURIA (**)

ABSTRACT: FANUCCI F., FIRPO M. & RAMELLA A., *Origin and evolution of Mediterranean coastal plains: some examples of Liguria* (IT ISSN 0084-8948, 1987).

The Mediterranean coastal plains are very significant geological areas both for research and applications. In fact they keep fundamental informations about different phases of the evolution of wide parts of the continental margin moreover they usually shelter the most important urban centres and economic activities.

Basing on these presuppositions, the authors deal with problems concerning genesis and evolution of coastal plains in the Western Mediterranean Sea that, being constituted by young basins, is characterized by a rapid evolution of his margins and suggest a schematization of phenomenas generating these plains, based on geodynamic of disjunctive processes. Three genetic models for coastal plains are theoretically distinguished on the base of examples taken from Thyrrhenian Sea and Ligurian-Provencal Basin.

These general patterns are applied to the analysis of the genetic and evolutionary characteristics of the little Ligurian plains. In this connection a knowledge about structural characteristics of the Ligurian Sea is necessary, distinguishing the Thyrrhenian margin from the «Alpine» margin.

The plains in Eastern Liguria, having a recent geological history, show a not completely evolved stadium, while the plains in Western Liguria, because of a complex Neotectonics, show more developed characteristics. As examples of the «Thyrrhenian» Liguria, the Versilia plain and the Levanto plain are proposed, while for the «Alpine» Liguria the Albenga plain, whose characteristics are common to other plains, is shown. Starting from the Plio-quaternary evolution of these plains an evolutionary model is suggested for Western Ligurian Coast.

RIASSUNTO: FANUCCI F., FIRPO M. & RAMELLA A., *Genesi ed evoluzione di pianure costiere del Mediterraneo: esempi di piccole pianure in Liguria* (IT ISSN 0084-8948, 1987).

Si affrontano le problematiche relative alla genesi ed evoluzione delle pianure costiere del Mediterraneo Occidentale che, essendo costituito da bacini di neoformazione, è caratterizzato da una rapida evoluzione dei margini. Viene proposta una schematizzazione dei fenomeni che originano le pianure costiere basata sulla geodinamica dei processi di rifting e di formazione di bacini per distensione. Vengono indivi-

duate per via teorica tre generazioni di pianure di cui si riscontrano esempi nell'alto Tirreno e nel bacino ligure-balearico.

Su queste basi si passa ad analizzare in dettaglio le caratteristiche genetiche ed evolutive delle piccole pianure della Liguria. A questo riguardo occorre tenere presenti le caratteristiche strutturali e le modalità d'evoluzione del Mar Ligure, per cui è necessario distinguere il margine geologicamente appartenente al Tirreno dal Margine «alpino». Le pianure della Liguria orientale, avendo una genesi piuttosto recente, si presentano in stadi di evoluzione embrionali o iniziali, mentre quelle della Liguria occidentale presentano caratteri genetici ed evolutivi più complessi, in connessione con la Neotettonica polifasica delle Alpi Marittime e del Bacino. Vengono presentati i casi della piana lunense-pisana e della piana di Levanto come esempi della Liguria tirrenica, mentre per quella «alpina» si esaminano i casi della piana di Albenga, i cui caratteri sono generalizzabili ad altre pianure, e della piana di Loano. In base alla evoluzione plio-quaternaria di queste ultime viene proposto un modello di evoluzione plio-quaternaria di tutta la Costa Ligure Occidentale.

TERMINI CHIAVE: piana costiera; margine continentale; Plio-Quaternario; Neotettonica; Mediterraneo; Liguria.

PREMESSE

Le pianure costiere mediterranee sono generalmente zone poco conosciute e scarsamente studiate dal punto di vista geologico. La Geologia classica ha sempre dedicato, nelle nostre regioni, la maggior parte del proprio interesse e delle proprie energie allo studio delle catene. Il recente sviluppo della Geologia Marina ha portato alla ribalta le ricerche sui Bacini e sui loro margini, ma gli studi di dettaglio sulle parti emerse delle bordure permangono in sottordine. Eppure le pianure in questione rappresentano zone di grandissimo interesse per numerose discipline afferenti alle Scienze della Terra, sia sotto il profilo della ricerca pura sia per gli interessi applicativi. Sovente le pianure costiere rappresentano i settori di territorio più importanti per l'urbanizzazione, l'agricoltura, gli insediamenti industriali, il turismo e le attività economiche in genere.

In relazione agli studi sulla genesi ed evoluzione dei bacini esse rappresentano zone di evidente importanza scientifica, se si pensa che i corpi sedimentari che le costituiscono racchiudono fondamentali informazioni sulle diverse fasi dell'evoluzione di vasti settori del margine con-

(*) Istituto di Geologia dell'Università, Corso Europa 26, 16132 Genova.

(**) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto M.P.I. (fondi 40%): *Genesi ed evoluzione geomorfologica delle pianure dell'Italia peninsulare ed insulare.*

tinente. Ciò si verifica particolarmente nel Mediterraneo occidentale che, per essere costituito da bacini di neoforazione, sovrapposti in più punti a catene «giovani», è caratterizzato da un'evoluzione accelerata dei margini. In dette condizioni, le piane costiere rappresentano spesso le uniche aree emerse dove sia possibile reperire testimonianze di detta evoluzione e dove si riflettono con evidenza anche i fenomeni che hanno interessato le catene stesse. Il loro studio dettagliato assume allora un'importanza capitale non solo in ordine alla soluzione di problematiche locali, ma soprattutto per il reperimento di dati indispensabili ad un corretto inquadramento geodinamico di vaste aree.

L'esempio della bassa Valle del Rodano è estremamente significativo a tale riguardo. L'origine e l'evoluzione recente di questa depressione, sono elementi di grande rilevanza per la comprensione delle condizioni paleoambientali del Mediterraneo nel Messiniano e quindi della dinamica di tutto il bacino nel Miocene medio-superiore e nel Pliocene. Attualmente le opinioni sono divise tra chi, constatando un'origine tettonica della depressione, ammette una subsidenza plioquaternaria e chi sostiene che la profondità del solco erosivo del Paleo-Rodano, sepolto dai sedimenti recenti, fornisca una precisa valutazione del livello marino nel Messiniano (GENNESSEAU & LEFEBVRE, 1980). Il caso analogo del paleodelta del Nilo, i cui depositi sono eteropici rispetto alle evaporiti del Mediterraneo orientale, viene risolto postulando una importante subsidenza plio-quaternaria.

Il Gruppo Locale di Genova cerca di fornire un contributo all'inquadramento di questi ed altri problemi, approfondendo lo studio di piane costiere del Mar Ligure che, per quanto di superficie limitata, rappresentano le uniche aree della regione in cui siano conservati lembi sedimentari neogenico-quaternari di una certa estensione e potenza. È superfluo ricordare l'importanza socio-economica che una conoscenza più approfondita di tali parti del territorio possa assumere per una regione così povera di riserve d'acqua e di aree pianeggianti.

SCHEMA DEI PROCESSI GENETICI ED EVOLUTIVI DI PIANE COSTIERE MEDITERRANEE

La successione di eventi che determinano genesi ed evoluzione di piane costiere in bacini del tipo del Mediterraneo occidentale segue uno schema comune a molti casi, almeno nelle linee essenziali, che può essere così sintetizzato:

— Tutto prende avvio dalle fasi precoci di imposta di un nuovo bacino per fenomeni di distensione litosferica. Si formano generalmente dei graben che divengono aree di sedimentazione continentale.

— Nelle fasi successive il bacino si delinea e viene interessato dalla trasgressione marina. Prende avvio il collasso dei nuovi margini continentali secondo faglie subparallele all'allungamento del bacino stesso. Le depressioni tettoniche preesistenti subiscono ulteriori distensioni e la-

cerazioni crostali, se situate lungo l'asse del bacino, e vengono interessate da sedimentazione marina. Anche quelle ubicate in corrispondenza dei margini possono essere interamente coinvolte nel collasso e sommerse. Alcune di esse, situate ai limiti delle aree di maggiore attività, possono subire un'evoluzione ridotta e rallentata, entrando a far parte della bordura del nuovo bacino, ma continuando a drenare sedimenti fluviali in grande abbondanza. La Tettonica dei margini si riflette su di esse come processo di subsidenza, causando soprattutto lo sprofondamento dei rilievi che le isolavano dal mare (piane di I generazione; fig. 1A). L'esempio più noto è quello delle piane costiere della Francia mediterranea.

— Col progredire dei fenomeni si originano nelle bordure nuove depressioni, anche normali o oblique rispetto agli assi strutturali del bacino, che condizionano lo sviluppo di un nuovo reticolo idrografico.

— Le parti emerse di queste ultime strutture svolgono inizialmente il ruolo di aree di drenaggio continentale, essendo sbarrate da soglie trasversali. Nelle fasi avanzate di collasso dei margini le soglie più esterne sprofondano e le valli in questione si aprono verso mare (piane di II generazione; fig. 1B). Varie piane del margine appenninico sono classificabili in questa categoria.

Se non intervengono processi geodinamici di altra origine, le principali fasi di sviluppo del bacino comportano

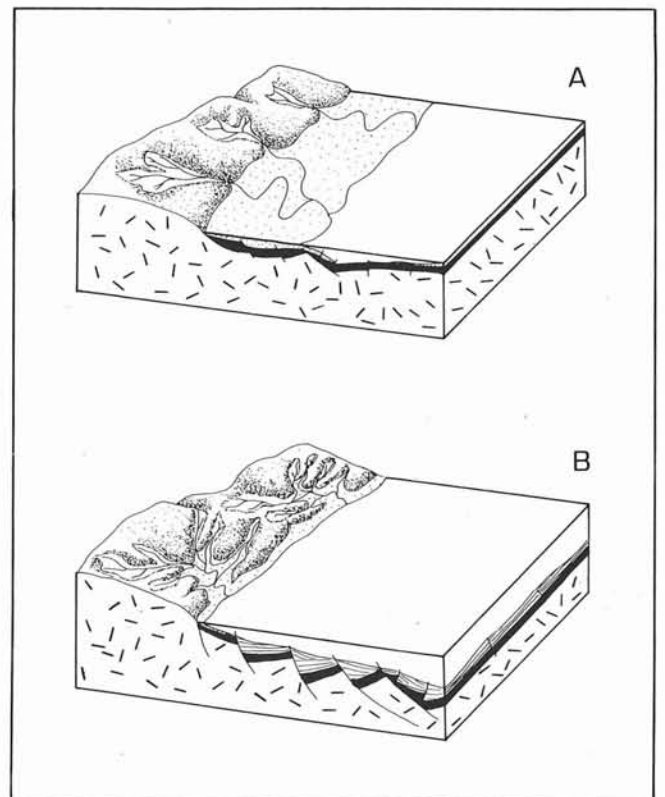


FIG. 1 - Schemi di formazione di piane costiere nelle prime fasi evolutive di un margine passivo: A) piane di I generazione; B) piane di II generazione.

quindi la formazione di due tipi geneticamente distinti di piane costiere, che possono rappresentare tappe successive nell'evoluzione di una singola area, ma che possono coesistere in aree contigue. Entrambi continuano ad evolvere soprattutto in funzione di fenomeni di subsidenza indotti dalla Tettonica del margine.

Un modello simile può essere applicato, con le opportune varianti, a bacini di distensione diversi dal Mediterraneo occidentale, oceani embrionali compresi. In quest'ultimo caso, piane di I generazione possono impostarsi sulle depressioni dette aulacogeni. Quando il bacino di neoformazione si sovrappone ad una catena giovane, ancora in evoluzione, i margini possono essere soggetti a tendenze contrastanti che complicano notevolmente il quadro fenomenologico. Si può avere, ad esempio, una ulteriore fase di frammentazione tettonica della bordura, seguita da sollevamento. Si originano nuove depressioni aperte verso mare, in cui converge il reticolo idrografico (piane di III generazione), e la cui evoluzione comporta inizialmente una o più fasi di erosione dei depositi e di costruzione di nuove colmate progradanti verso mare.

In un margine passivo molto evoluto le piane costiere sono costituite da potenti prismi sedimentari ricoprenti tutti i tipi di depressioni strutturali descritti, che non hanno ormai più vita autonoma.

Il quadro dell'evoluzione di una tipica piana costiera mediterranea, è ulteriormente complicato, per quanto riguarda le fasi più recenti, dal glacio-eustatismo e, talvolta, da una Neotettonica non inquadrabile come conseguenza dei processi geodinamici schematizzati.

LE PIANE LIGURI

Nell'applicare i concetti suesposti ai casi della bordura del Mar Ligure, occorre tenere presenti le caratteristiche strutturali e le modalità d'evoluzione di tale area. Essa non rappresenta una unità geologica, ma risulta dalla saldatura e sovrapposizione di bacini nati in tempi diversi e secondo differenti modalità. Il bacino ligure è parte del sistema balearico-provenzale originatosi nell'Oligocene sup. Miocene inf. a seguito della separazione del blocco sardo-corso dall'Europa. Si sovrappone alla giovane catena alpina, separandone il settore ligure da quello corso, mentre contemporaneamente si produce la principale fase tettogenetica dell'Appennino Settentrionale. Nel corso di questi processi il bacino ligure rappresenta una semplice appendice del sistema che lo comprende; acquista una sua caratterizzazione nel Miocene medio, sotto l'effetto di una nuova fase distensiva che interessa moderatamente anche il margine toscano (bacini «paleotirrenici»; FANUCCI & NICOLICH, 1984). Al passaggio Miocene medio-Miocene sup. il bacino subisce una importante fase compressiva che termina in gran parte l'arcuatura delle Alpi Marittime e, a grandi linee, il definitivo assetto strutturale di tutto l'arco montuoso della Liguria (FANUCCI 1986). Le fasi distensive che prendono avvio dal Tortoniano originano il nuovo bacino nord-tirrenico le cui propaggini si spingono sin

entro il Golfo di Genova. Contemporaneamente anche il Bacino Ligure entra in fase distensiva acquisendo un nuovo asse strutturale SW-NE; i due bacini si saldano all'interno del golfo.

Alla creazione di nuovi spazi marini a S dell'arco ligure corrispondono fenomeni di compressione nell'avampese padano, che determinano, tra l'altro, un riassetto dell'arco stesso delineando l'orografia attuale. Tale processo si svolge però con modalità diverse rispetto ai due bacini di modo che, mentre il margine tirrenico mantiene un regime di subsidenza, la bordura «alpina» subisce un innalzamento che porta depositi epibatiali del Pliocene inf. sino a 200 m di quota.

Ne consegue che la costa appenninica ricetta piane di I e II generazione, mentre quella alpina è caratterizzata tipicamente da piane di III generazione, a evoluzione complessa e articolata in parecchie fasi.

LE PIANE DELLA LIGURIA ORIENTALE (TIRRENICHE)

Esempio tipico di una piana di I generazione può essere considerato quello della zona costiera lunense-pisana. Il deposito superficiale di questa piana, in cui si alternano accumuli alluvionali dei fiumi Magra, Serchio ed Arno a fasce di sedimenti costieri, rappresenta il livello più recente di una colmata che prende avvio nel Miocene sup. e si sviluppa parallelamente alla subsidenza di un importante bacino. Quest'ultimo, detto bacino di Viareggio, rappresenta zona focale per la Tettonica distensiva tirrenica a N dell'arcipelago toscano. Strutturalmente si configura come un vasto graben asimmetrico, affiancato verso W da strutture simili più antiche, limitato verso S da un insieme di strutture sismogenetiche all'altezza di Livorno, che spinge le sue propaggini settentrionali nella bassa Val Magra, nel Golfo di La Spezia ed entro il Golfo di Genova (fig. 2).

Generatosi nel Miocene sup., tale bacino ricetta una potente serie evaporitica del Messiniano ed una ancor più potente serie plio-quadernaria (più di 2 300 m di spessore massimo). La colmata terrigena comincia ad assumere importanza nel Pliocene sup.: la sismica a riflessione evidenzia una serie nutrita di stadi di progradazione di una piattaforma continentale che emerge periodicamente nel corso delle regressioni glacioeustatiche. L'evoluzione olocenica dell'area è condizionata dalle fasi della trasgressione versiliana: a un rapido eustatismo positivo si accompagna un deciso ritiro della piana costiera, mentre alle fasi di relativa stabilità del livello marino corrispondono progradazioni ed ampliamenti della piana, almeno nel settore settentrionale (FANUCCI, FIERRO & MARSHALL, 1985). Al culmine della trasgressione la linea di riva tocca le conoidi pedemontane delle Apuane. L'assetto morfologico attuale viene raggiunto nella prima metà del secolo scorso dopo complesse vicissitudini di epoca protostorica e storica, cui non sono estranee le varie fasi di antropizzazione del territorio costiero e dei bacini di alimentazione dei principali corsi d'acqua.

Attualmente la dinamica della piana è determinata da una sensibile subsidenza e da imponenti fenomeni di erosione litoranea collegati a varie cause interagenti.

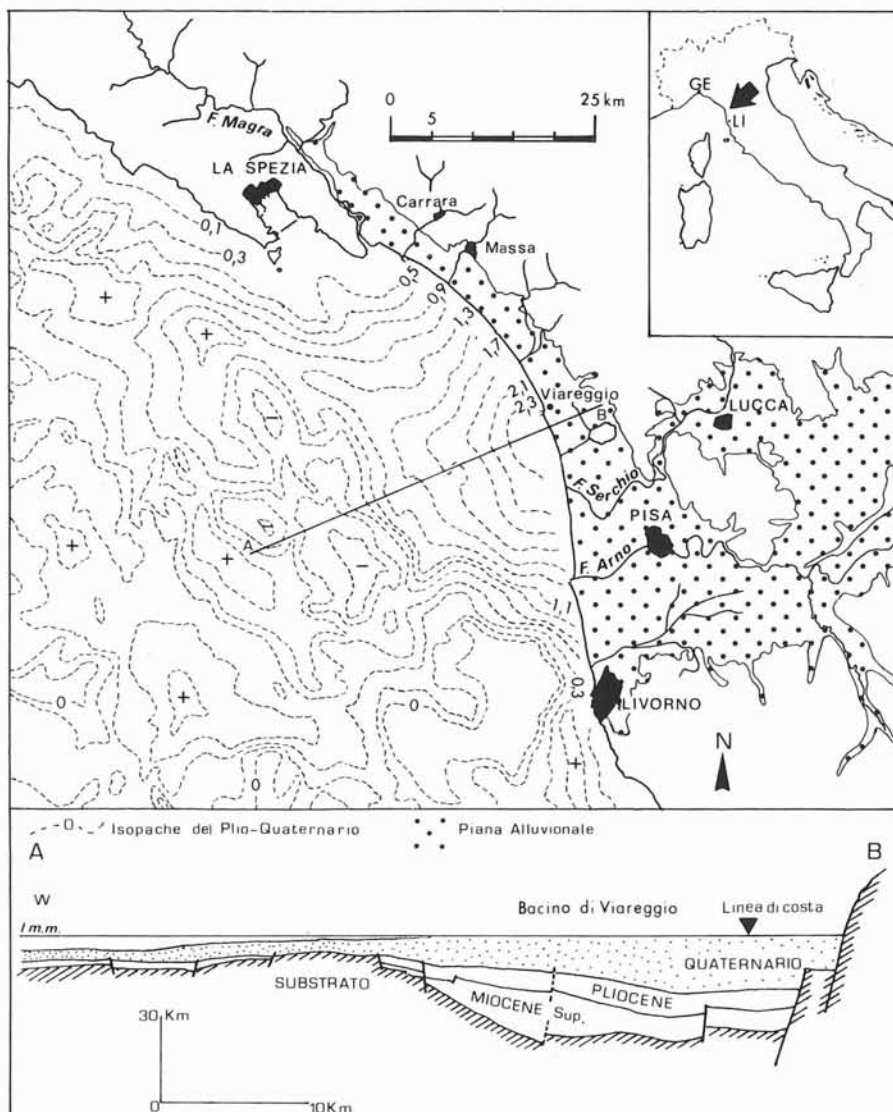


FIG. 2 - La piana costiera lunense-pisana e il bacino di Viareggio: esempio di piana di I generazione del Tirreno settentrionale (isopache in sec. t.w.t.).

La piccola piana di Levanto (Liguria orientale) ci offre un esempio di piana di II generazione, di origine recente (DEL SOLDATO & PINTUS, 1984). La struttura della depressione che ricetta la colmata alluvionale è quella di uno stretto e allungato semi-graben segmentato da faglie trasversali al suo allungamento (fig. 3). A determinare la morfologia del substrato hanno concorso eventi erosivi di cui il più recente è correlato alla regressione würmiana, ma il condizionamento strutturale è prevalente. Le faglie principali plio-pleistoceniche, appartenenti ai due sistemi appenninico e antiappenninico, hanno rigiuocato nel corso dell'Olocene condizionando decisamente la formazione dei corpi sedimentari costituenti la piana (fig. 3), il cui assetto morfologico si definisce solo nel XVIII secolo.

GENERALITÀ SULLE PIANE ALPINE

Le piane della costa ligure occidentale presentano una casistica assai varia di situazioni geologiche e geomorfologiche,

ma sono caratterizzate da alcuni elementi comuni (fig. 4):

— Le piane si situano in corrispondenza di importanti strutture trasversali alla costa, in cui convergono i principali corsi d'acqua e che hanno sovente una continuità nei tipici canyons sottomarini della zona.

— Tali strutture costituiscono anche «trappole tettoniche» in cui vengono preservati dallo smantellamento erosivo lembi pliocenici facenti originariamente parte di una copertura continua estesa a tutta la fascia costiera.

— I livelli basali delle serie plioceniche sono prevalentemente di ambiente epibatiale: l'attuale posizione degli affioramenti è conseguenza di un sollevamento (da 500 a più di 1 000 m) assai più marcato di quanto viene tradizionalmente ammesso.

— I livelli sommitali delle stesse serie sono riferibili a facies deltizie, costiere e neritiche. Essi delineano una Paleogeografia che prefigura la situazione attuale.

— La storia pleistocenica delle piane in questione è

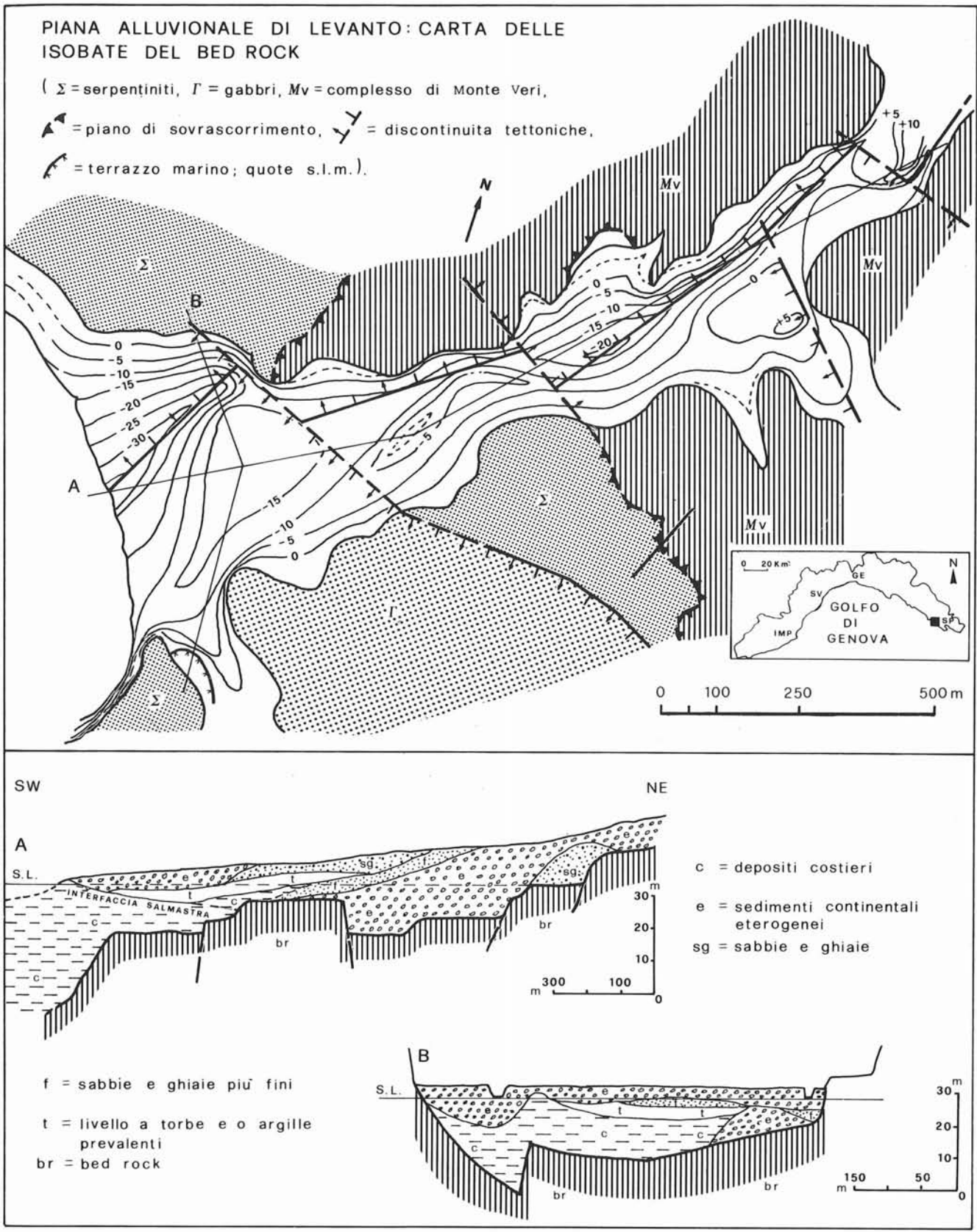


FIG. 3 - La piana di Levanto: esempio di piana di II generazione nel Golfo di Genova (settore tirrenico).

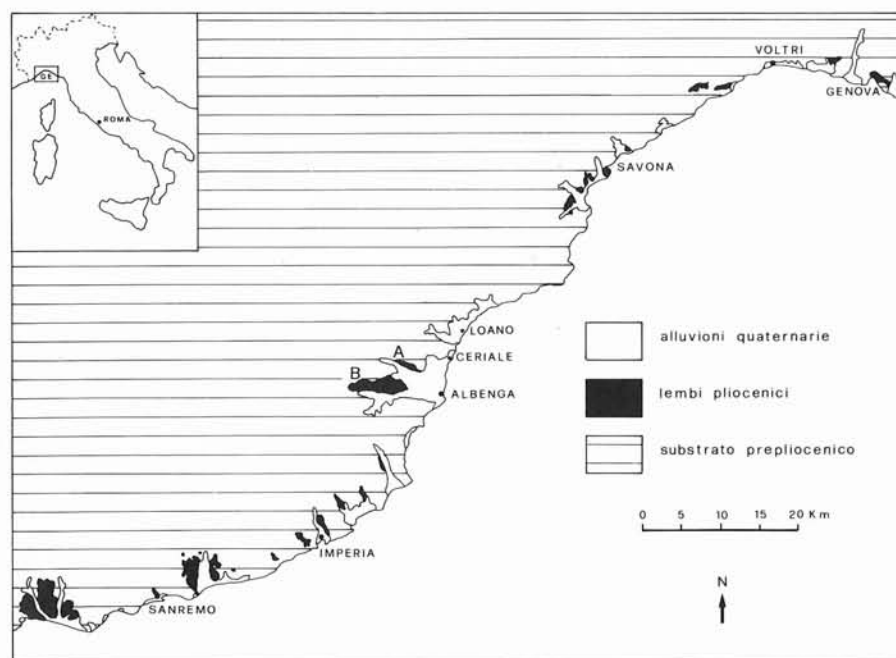


FIG. 4 - Ubicazione e estensione delle principali pianie costiere della Liguria occidentale. Sono evidenziati i due lembi pliocenici (A, B) del bacino di Albenga.

esemplificabile come un'alternanza di fasi di alluvionamento e di erosione, favorita da ulteriori innalzamenti della zona costiera. Le singole depressioni tettoniche si riattivano a più riprese, divenendo sede di processi di subsidenza, che consentono episodiche ingressioni marine.

È evidente che le pianie costiere della Liguria alpina possono a buon diritto essere considerate pianie di III generazione, ma con caratteri peculiari, che pongono interessanti problematiche sulla evoluzione plio-quaternaria della Alpi Marittime in rapporto al Bacino Ligure.

LA PIANA DI ALBENGA

I caratteri geologici e morfologici tipici delle pianie della Liguria occidentale sono ben rappresentati nella piana di Albenga che è anche la più importante per estensione ed attività economiche di questo settore della regione. Strutturalmente corrisponde ad un graben impostato su linee E-W, che interrompono la continuità delle strutture N-S del margine continentale, cui si associano a tratti direttrici NW-SE.

La depressione ricetta due tra i più estesi lembi pliocenici della Liguria:

— Il lembo di Cisano-Ceriale (A, in fig. 4) occupa il settore settentrionale della zona ed è costituito da conglomerati, sabbie e marne in successione e in eteropia. È caratterizzato, da una fauna eccezionalmente abbondante e ben conservata, che si rinviene soprattutto nella famosa località fossilifera di Rio Torsero.

— Il lembo di Ortovero-Monte Villa (B, in fig. 4) affiora nella parte SW della piana, a monte della confluenza tra i torrenti Neva e Arroscia che origina il Fiume Centa. Argille e conglomerati lo costituiscono in prevalenza; in netto subordine le arenarie.

I due lembi non vengono in contatto diretto, ma i caratteri delle facies e i rapporti di giacitura tra i vari livelli indicano che vi sono rappresentati momenti distinti dell'evoluzione pliocenica della zona.

La successione A inizia con breccie di ambiente litoraneo (Breccie di Salea; PENENGO, 1986) (fig. 5). Al contatto tra queste e il substrato sono state reperite le uniche testimonianze di superficie erosiva eopliocenica della Liguria: una piccola frana, rimuovendo le breccie, ha messo in luce un lembo di falesia con fori di litodomi riempiti dalla matrice sabbiosa delle breccie stesse. Il Conglomerato di Cisano (Pietra di Cisano *Auct.*) segue direttamente le breccie; inizia con livelli costituiti unicamente da materiali grossolani per passare ad una facies con intercalazioni siltose, eteropica rispetto alle marne di Rio Torsero.

Si tratta di una serie trasgressiva, caratterizzata ad un certo punto dalla formazione di una conoide sottomarina prossimale, alimentata dagli apporti di un corso d'acqua. Un'altra conoide simile si sviluppa all'estremità settentrionale dell'area. I litotipi dei conglomerati denunciano un'origine settentrionale dei sedimenti, dal Brianzonese Ligure.

Tra le conoidi, nella zona di Rio Torsero, si sviluppano accumuli di marne e siltiti, cui si intercalano a più riprese corpi sabbiosi che colmano ampi canali. In sezione (fig. 5) è visibile la diversa orientazione che i canali assumono nel tempo. L'insieme si configura tipicamente come un paleo-canyon sottomarino, impostato su direttrici tettoniche NW-SE che ne determinano inizialmente l'attività. A una fase di colmata da parte di sedimenti fini segue un periodo di riattivazione per correnti di torbida, secondo un asse NNW-SSE, ruotato di circa 30° rispetto al precedente. I Conglomerati di Rio Fasceo (PENENGO, 1986), di facies litoranea, chiudono la serie del lembo A, testimoniando una importante regressione.

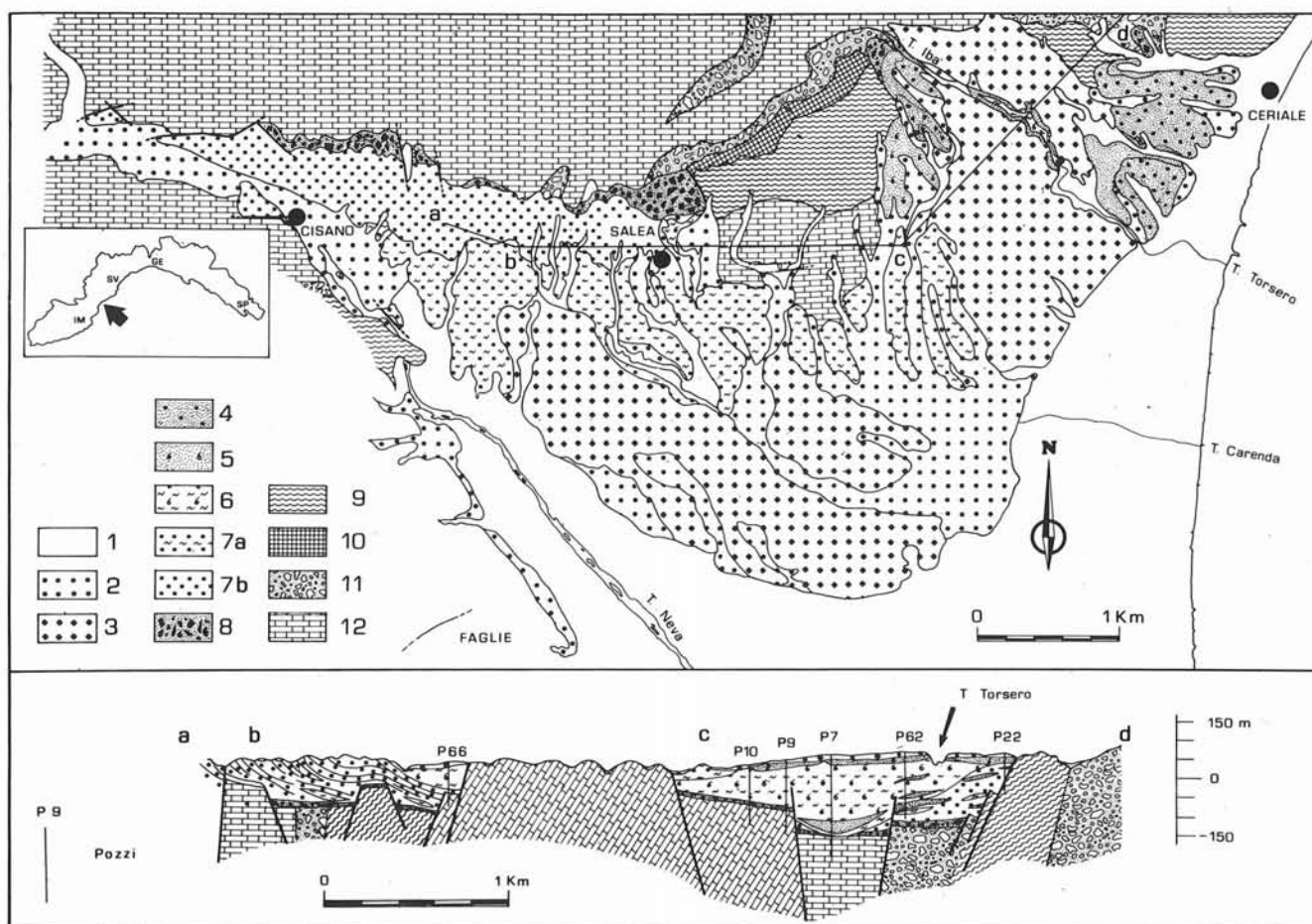


FIG. 5 - Carta geologica del settore settentrionale della piana di Albenga: 1) Olocene; 2) alluvioni dei terrazzi del II ordine (Fluviale Recente *Auct.*); 3) alluvioni dei terrazzi del I ordine (Fluviale Antico *Auct.*); 4) Conglomerati e Breccie del Rio Ibà; 5) Arenarie di Rio Torsero; 6) Argille di Ortovero; 7a) Conglomerati di Cisano con intercalazioni lutitiche; 7b) Conglomerati di Cisano (*Pietra di Cisano Auct.*); 8) Breccie di Salea; 9) Formazione di Albenga; 10) Radiolariti di Arnasco e Calcari di Menosio; 11) Breccie di Monte Galero; 12) Calcari di Rocca Livernà. La sezione è ricostruita anche in base a dati di sottosuolo.

La serie B inizia con breccie a grossi blocchi cui si sostituiscono in pochi metri le Argille di Ortovero di facies epibatiale monotona. Bruscamente vi si sovrappongono torbiditi grossolane poco potenti deposte da correnti a direzione NNW-SSE. La formazione dei Conglomerati di Monte Villa che chiude la serie, rappresenta un apparato deltizio potente ed esteso, alimentato quasi esclusivamente dai quadranti occidentali.

Tutti i livelli descritti sono attribuibili al Pliocene inf.; nell'insieme essi delineano uno schema di evoluzione dell'area che contiene elementi generalizzabili a tutta la Liguria occidentale. Ci limitiamo ad evidenziare i più significativi:

— la trasgressione eopliocenica presenta, almeno inizialmente, caratteri di gradualità. Laddove appare brusca, essa si accompagna a fenomeni di collasso tettonico del margine continentale, di cui sono testimonianza le breccie caotiche.

— Durante la fase di massima ingressione marina le aree di sedimentazione acquisiscono condizioni epibatiali

o batiali. La linea di costa si orienta in senso SW-NE, mentre i tratti principali del reticolo idrografico si dispongono in maniera approssimativamente normale, drenando materiali dai quadranti settentrionali.

— Una importante fase tettonica causa una rotazione delle massime pendenze e una ripresa dell'erosione sottomarina e della sedimentazione torbiditica.

— Inizia la regressione marina, per sollevamento dell'area che si accompagna alla nascita di nuove strutture E-W. Si delinea l'attuale depressione che viene occupata da un apparato deltizio progradante. Si costituisce così un embrione di piana costiera di configurazione simile all'attuale.

Fenomeni analoghi e coevi interessano diverse piane della Liguria occidentale. Gli apparati deltizi possono limitarsi stratigraficamente al Pliocene inf. o contenere livelli del Pliocene sup. o addirittura del Pleistocene, ma comunque le fasi tettoniche, cui si deve il completo riassetto morfologico-strutturale del margine e l'inizio del sollevamento dell'attuale fascia costiera, risalgono ovun-

que al Pliocene inf. Nei depositi della piana di Albenga sono registrate due fasi di cui solo l'ultima si accompagna all'innalzamento generalizzato dell'area.

Il Pleistocene è rappresentato in affioramento da depositi continentali di prevalente facies alluvionale che interessano soprattutto il settore N della piana. Il loro studio viene condotto in parallelo ad una analisi delle forme di origine fluviale che consente già un primo inquadramento della evoluzione post-pliocenica della zona. Si distinguono due ordini di terrazzi e tre tipi di depositi (fig. 6):

— Le alluvioni dei terrazzi del I ordine (Fluviale Antico ligure *Auct.*) interessano tutta la piana e raggiungono una quota massima di 60 m. Sono costituite prevalentemente da ciottoli quarziticci ben elaborati, con tracce di alterazione di tipo lateritico e paleosuoli.

— Una conoide di grandi dimensioni, profondamente incisa dai Torrenti Torsero e S. Rocco, si sviluppa a monte di Ceriale. Essa rappresenta un particolare evento che ha lasciato testimonianza anche in altre zone della Liguria, cronologicamente intermedio alla formazione dei due ordini di terrazzi.

— Le alluvioni dei terrazzi del II ordine caratteriz-

zano la parte N della piana. Presentano, rispetto alle forme del I ordine, dislivelli dai 10 ai 2 m. Lungo la valle del Torrente Neva degradano progressivamente dai 73 ai 40 m di quota per raccordarsi, a 5 km dal mare, con le alluvioni oloceniche. Poligenici e poco caratterizzati sul piano sedimentologico, i depositi dei terrazzi del II ordine presentano un grado di alterazione che li distingue sia da quelli del I ordine che dalle alluvioni oloceniche. Fanno parte di questo ciclo di deposizione anche alcune conoidi poco sviluppate. Analoghe a queste sono le conoidi che si accompagnano alle alluvioni oloceniche.

La zona in questione conosce nel Pleistocene due principali fasi di alluvionamento nel corso delle quali si originano piane simili all'attuale, ma di maggiore estensione trasversale. La composizione delle faune del Pleistocene medio di alcune grotte liguri fa supporre che, almeno in una delle due fasi, le piane alpine abbiano assunto un'estensione assai maggiore dell'attuale anche verso mare, saldandosi in una fascia continua.

La prima fase è caratterizzata da sedimenti molto maturi, riferibili a uno stadio di erosione senile. La grande conoide che si origina in seguito rappresenta un episodio

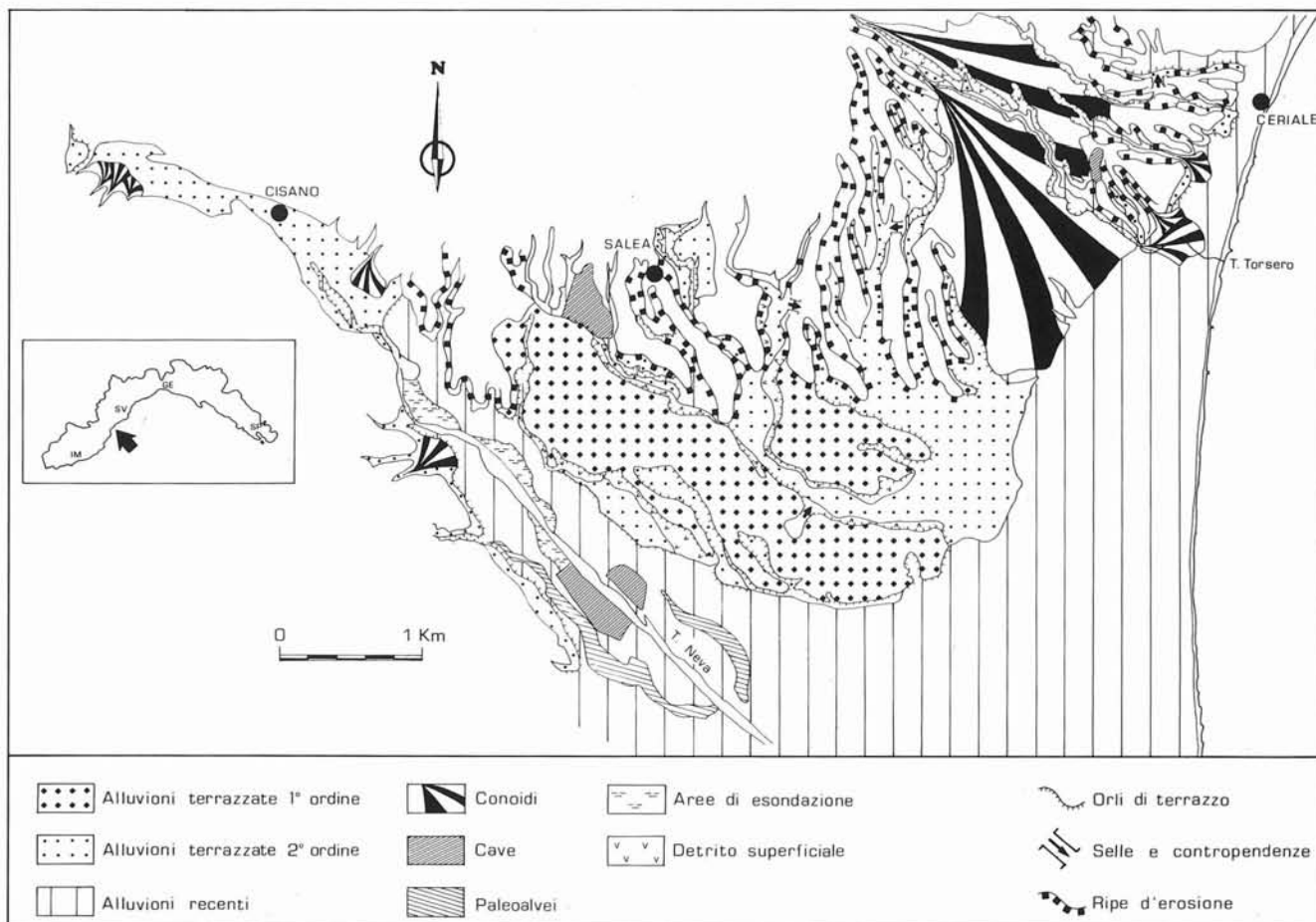


FIG. 6 - Carta geomorfologica del settore settentrionale della piana di Albenga riferita esclusivamente alle fenomenologie fluviali.

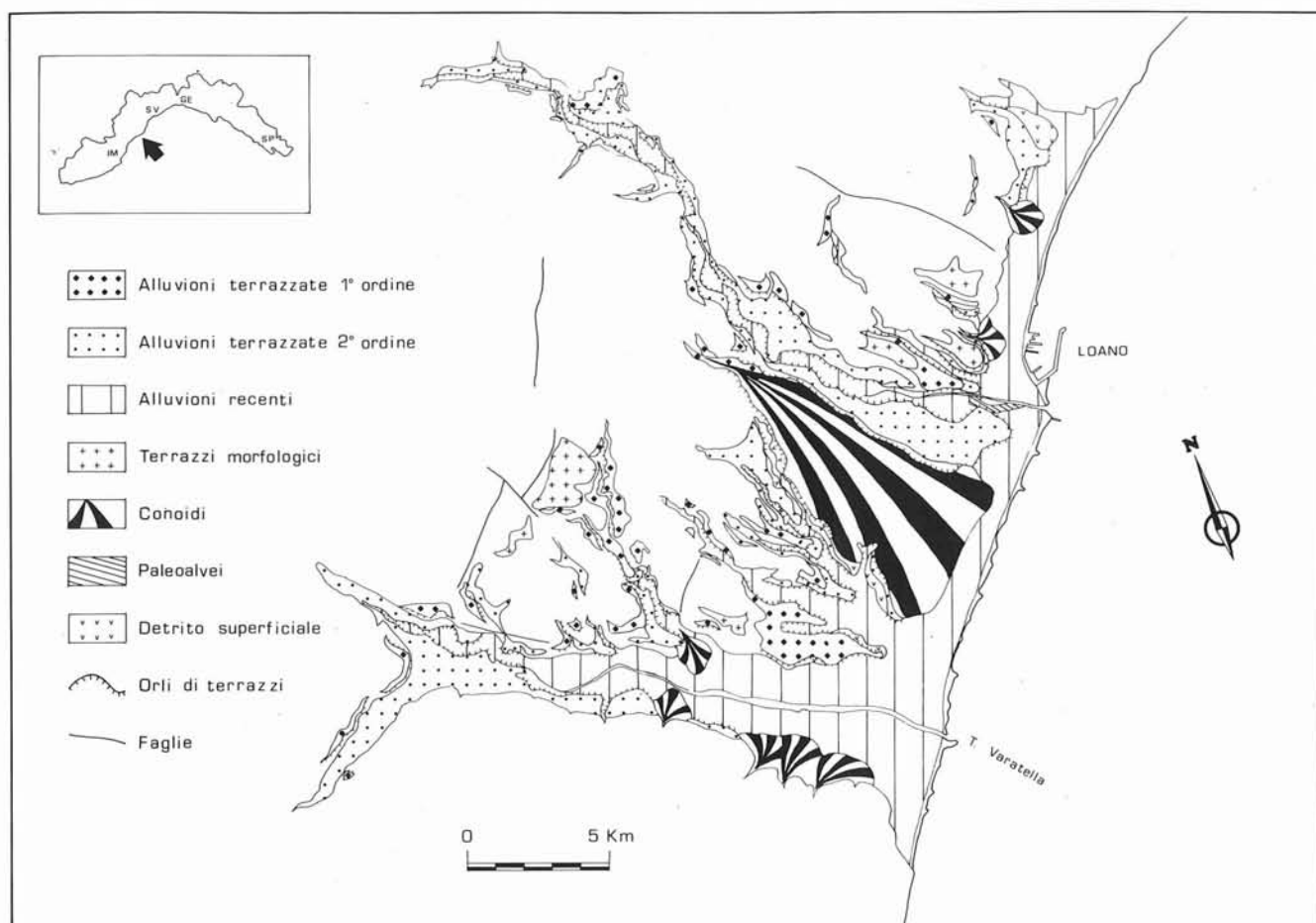


Fig. 7 - Carta geomorfologica della piana di Loano riferita alle fenomenologie fluviali.

di ringiovanimento dell'erosione conseguente ad una fase tettonica a prevalente componente verticale. Detta conoide contiene in abbondanza elementi detritici diversi da quelli attualmente affioranti nel bacino imbrifero del torrente che la incide. Alla sua formazione deve essere seguita una fase di riassetto dell'idrografia, determinata da fatti tettonici, al termine della quale comincia il ciclo attuale di evoluzione della piana, caratterizzato dall'interazione tra il glacioeustatismo, la subsidenza di una parte della depressione e un innalzamento regionale attenuato.

LA PIANA DI LOANO

Non tutte le piane della Liguria occidentale hanno un'origine risalente al Pliocene inf. La piana di Loano, attigua alla precedente, presenta una situazione ben diversa per quanto concerne l'origine e le prime fasi di evoluzione. Depressione tettonicamente complessa, impostata su più sistemi di faglie dirette, presenta in affioramento lembi di un ciclo sedimentario completo, poco potente e notevolmente più recente del ciclo pliocenico inferiore rappresentato nel bacino di Albenga.

I depositi sicuramente pleistocenici presentano strette analogie con quelli della piana vicina. In particolare:

- i volumi delle alluvioni appaiono sproporzionati alle portate solide del reticolo idrografico attuale;
- la conoide di grandi dimensioni (fig. 7), su cui si estende l'abitato di Loano, è del tutto analoga a quella rilevata a monte di Ceriale (fig. 6);
- sono presenti due ordini principali di terrazzi, di cui il superiore presenta in alcuni punti caratteri di terrazzo marino.

Se ne desume che, mentre l'origine delle due piane è imputabile a fasi diverse, la loro evoluzione pleistocenica è stata determinata dagli stessi eventi tettonici.

La Tettonica quaternaria della zona non è inquadrabile come semplice riflesso tardivo delle fasi plioceniche, ma si configura come un fatto nuovo, conseguente alla ripresa della dinamica distensiva nel bacino ligure.

CONCLUSIONI

Le piane «tirreniche» della Liguria orientale sono agevolmente inquadrabili nell'evoluzione di un margine con-

tinente passivo di neoformazione. La situazione genetico-evolutiva delle piane «alpine», molto più complessa, può essere vista in termini schematici come risultante dei seguenti processi:

— Collasso del margine continentale all'inizio del Pliocene;

— Riassetto strutturale e fase di innalzamento della catena e di una parte del margine nel Pliocene inf. (parte alta). Creazione delle depressioni strutturali su cui si imposta la maggior parte delle attuali piane costiere e prima fase di colmata alluvionale.

— Prosecuzione dell'innalzamento e creazione di nuove depressioni nel Pliocene superiore e Pleistocene inferiore.

— Fase di quiescenza tettonica e formazione di vaste colmate alluvionali, seguita da un ringiovanimento dell'erosione (Pleistocene inf.-medio?).

— Ripresa del collasso del margine continentale e riassetto definitivo del reticolo idrografico. Prosegue l'innalzamento della catena, ma l'asse di massima intensità del fenomeno si sposta verso N (Pleistocene medio-sup.-Olocene).

In termini geodinamici occorre soprattutto trovare una giustificazione alle ripetute inversioni dei movimenti verticali della fascia costiera. Tenuto conto delle fenomenologie che interessano contemporaneamente il Bacino Ligure e le Alpi Marittime si può elaborare uno schema esplicativo postulando che alla creazione di nuovo spazio marino per distensione corrisponda un equivalente contrazione nell'avampaese padano dell'arco montuoso ligure.

Quest'ultimo si delinea strutturalmente nel Miocene per accavallamento di una parte dell'edificio alpino sul dominio insubrico secondo un piano immergente a S (fig. 8). Ne consegue anche la creazione, o l'accentuazione, della curvatura delle Alpi Marittime, originariamente caratterizzate da un andamento lineare (GIAMMARINO, 1984; FANUCCI, 1986). Queste attività tettoniche non si sono però arrestate al Miocene sup.: è noto che nel Monferrato i terreni del Pliocene inf. sono ampiamente deformati. Deformazioni nei terreni pliocenici vengono registrate anche nei bacini compresi tra il Monferrato e le catene liguri.

Si propone quindi il seguente schema di evoluzione geodinamica regionale:

1) Al passaggio Miocene - Pliocene il bacino ligure viene interessato da una marcata distensione pressoché coeva a quella che dà origine al Tirreno settentrionale. Essa si riflette sull'Arco ligure e il suo avampaese riattivando la superficie di accavallamento descritta (fig. 8) e/o attivandone di analoghe più a N.

2) Il margine continentale viene inizialmente coinvolto nell'evoluzione del bacino, collassando. Col progredire degli accavallamenti esso risente, come la catena, dell'ispessimento crostale che ne risulta, cominciando a sollevarsi nei settori prossimali e subendo un completo riassetto morfologico. Quest'ultimo processo coincide con la fase di imposta e le prime fasi di evoluzione delle nostre piane. Il sollevamento si completa nel Pleistocene inf. e favorisce il formarsi di ampie zone alluvionali che si saldano in un'unica fascia bordante il litorale.

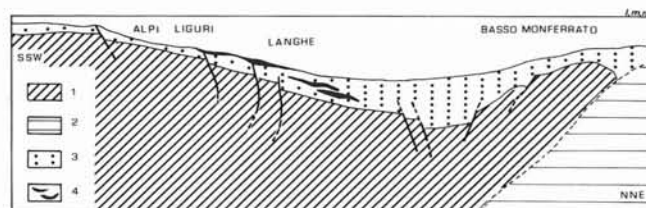


FIG. 8 - Sezione palinspastica indicativa, dal basso Monferrato alle Alpi Liguri, della situazione della regione durante il Miocene: 1) substrato pre-cenozoico costituito da unità alloctone alpine ed appenniniche; 2) dominio insubrico; 3) successione terrigena oligocenica del Bacino Terziario Piemontese e del basso Monferrato; 4) corpi arenacei di conoide sottomarina (Scala orizzontale: 1 cm = 15 km, da GELATI & GNACCOLINI, 1980 mod.).

3) A partire dal Pleistocene inf.-medio nuove fasi distensive movimentano il bacino ligure, riattivando i processi descritti in 1). Essi si riflettono inizialmente sulla fascia costiera come ringiovanimento dei rilievi dell'immediato retroterra. Successivamente l'asse di innalzamento della catena prende a migrare verso N e la fascia costiera viene direttamente interessata dalla distensione: una parte di essa entra nuovamente a far parte di un margine abrupto e in via di collasso, mentre si delinea l'assetto attuale per il settore rimasto solidale al continente.

4) La fase del Pleistocene sup., tuttora in atto, origina o accentua la subsidenza delle principali depressioni che, combinandosi con gli effetti del glacioeustatismo, determina le condizioni di colmata delle depressioni stesse e i caratteri peculiari delle singole piane.

Tutto ciò va naturalmente inteso come uno schema di lavoro atto a focalizzare l'attenzione sui dati e gli indizi più significativi ai fini di ricostruzione della evoluzione delle piane. La verifica più severa di detto schema è attesa dalla interpretazione della ingente massa di dati di sottosuolo.

BIBLIOGRAFIA

- BONI A., BONI D., PELOSO G. F., GERVAISONI S. (1980) - *Dati sulla Neotettonica di parte dei fogli S. Remo (102), Imperia (103) e Albenga-Savona (92-93)*. Contr. Prelim. Carta Neotett. Italia, 356, 1245-1282.
- BONI A., CERRO A., GIANNOTTI R. & VANOSI M. (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, foglio 92-93 Albenga - Savona*. Serv. Geol. It.
- BONI P., PELOSO G.F. & VERCESI P.L. (1976) - *I lembi pliocenici della Liguria occidentale da S. Lorenzo al Mare (IM) ad Andora (SV)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 24, 112-142.
- BONI P., PELOSO G.F., & VERCESI P.L. (1984) - *Il bacino pliocenico di Albenga (Liguria occidentale)*. Rend. Soc. Geol. It., 7, 11-12.
- BONI A. & VANOSI M. (1972) - *Carta geologica dei terreni compresi tra il Brianzese ligure s.l. ed il Flysch ad Elmintoidi s.s.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 23, tav. 24.
- BONIFAY E. (1975) - *L'Ère quaternaire: définition; limites et subdivisions sur la base de la chronologie méditerranéenne*. Bull. Soc. Géol. France, ser. 7, 17, 380-393.
- BURRUS J. (1984) - *Contribution to a geodynamic synthesis of the Provençal Basin (north-western Mediterranean)*. Marine Geology, 55, 247-270.
- CITA M.B. (1972) - *Studi sul Pliocene e sugli strati di passaggio dal Miocene al Pliocene: il significato della trasgressione pliocenica alla luce delle nuove scoperte nel Mediterraneo*. Riv. It. Paleont., 78, 527-594.

- CLOCCHIATTI R. (1968) - *Contribution à l'étude sédimentologique du bassin pliocène d'Albenga*. Thèse 3^{me} cycle, Univ. Paris VI. CNR, (C) - Atlanti delle spiagge italiane...
- CORTEMIGLIA G.C. (1982) - *Indizi geomorfologici significativi quale contributo alla stesura di una carta neotettonica della Liguria. Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, Parte II*. Pubbl. 513 P.F. Geodinamica del CNR, 397-404.
- CORTESOGNO L., GIAMMARINO S. & TEDESCHI D. (1977) - *Età dei lembi terziari di Lerca e Sciarborasca (Liguria occidentale) e loro implicazioni nell'evoluzione neotettonica del Gruppo di Voltri*. Boll. Soc. Geol. It., 96, 365-375.
- DALLAGIOVANNA G. & VANOSI M. (1982) - *La struttura tettonica dell'Unità di Arnasco - Castelbianco (Prepiemontese delle Alpi Marittime)*. Rend. Soc. Geol. It., 5, 119-122.
- DEL SOLDATO M. & PINTUS S. (1984) - *Studio geotettonico e storico sull'evoluzione di una pianura alluvionale (Levanto-Liguria orientale). Applicazione del metodo geofisico per l'identificazione e la definizione di strutture profonde*. Quad. Ist. Geol. Univ. Genova, 5, 131-153.
- ELTER P. & PERTUSATI P. (1973) - *Considerazioni sul limite Alpi-Appennino e sulle relazioni con l'arco delle Alpi Occidentali*. Mem. Soc. Geol. It., 12, 359-376.
- FANUCCI F. (1976) - *Il Pliocenario della piattaforma continentale ligure tra Genova e Savona*. Atti del 2° Congr. Naz. A.I.O.L., S. Margherita Ligure, 81-87.
- FANUCCI F. (1979) - *Neotettonica dei margini continentali del Mar Ligure*. Mem. Soc. Geol. It., 19, 535-542.
- FANUCCI F. (1981) - *Bassins sédimentaires de la marge continentale ligure: caractères et évolution*. Sedimentary Basins Mediterranean Margins, CNR It. Pr. Oceanography, 83-99.
- FANUCCI F. (1986) - *Evoluzione della regione ligure dall'Eocene superiore ad oggi: sintesi paleogeografica e geodinamica*. Comune Campomorone (GE), Studi e Ricerche, cultura del territorio, 3, 65-79.
- FANUCCI F. (1987) - *Lignes de rivage quaternaires sur la côte et le plateau continental ligure*. Zeitsch. Geomorph., 31, 463-472.
- FANUCCI F. (in stampa) - *La zone du Golfe de Gênes de l'Oligocène à nos jours: un schéma d'évolution sur base paléogéographique*. Mem. Soc. Geol. It.
- FANUCCI F., FIRPO M. & PICCAZZO M. (1986) - *Sedimentary basins of Ligurian Sea*. Boll. Oceanol. Teor. Ap. II, 4, 43-54.
- FANUCCI F., FIRPO M., PICCAZZO M. & MIRABILE L. (1984) - *Le Pliocenario della Mer Ligure: épaisseurs et conditions d'accumulation*. Marine Geology, 55, 291-303.
- FANUCCI F., GIAMMARINO S. & TEDESCHI D. (1980) - *Il Pliocene della costa e del margine continentale dell'Appennino Ligure in rapporto alla Neotettonica*. Mem. Soc. Geol. It., 21, 259-265.
- FANUCCI F. & NICOLICH R. (1984) - *Il Mar Ligure: nuove acquisizioni sulla natura, genesi ed evoluzione di un «bacino marginale»*. Mem. Soc. Geol. It., 27, 97-110.
- FANUCCI F. & TEDESCHI D. (1982) - *Linee di costa e terrazzi marini del foglio 82 (Genova)*. Contr. Concl. Realizz. Carta Neotett. Italia, Pubbl. 513 P.F. Geodinamica CNR., 387-396.
- FEDERICI P.R. (1972) - *Datation absolue des dépôts à Arctica islandica de la Mer Ligurienne et reflets sur les mouvements tectoniques actuels*. Rév. Géogr. Phys. Géol. Dyn., 14 (2).
- FIERRO G., WESSELINGH-MARSHALL A.C., & FANUCCI F. (in stampa) - *Holocene deposits and seabottom undulations on the continental shelf of La Spezia*. Mem. Soc. Geol. It.
- GELATI R. & GNACCOLINI M. (1980) - *Significato dei corpi arenacei di conoide sottomarina (Oligocene-Miocene inferiore) nell'evoluzione tettonico-sedimentaria del Bacino Terziario ligure-piemontese*. Riv. It. Paleont. Strat., 86 167-186.
- GELATI R. & GNACCOLINI M. (1982) - *Evoluzione tettonico-sedimentaria della zona limite tra Alpi ed Appennini tra l'inizio dell'Oligocene ed il Miocene medio*. Mem. Soc. Geol. It., 24, 183-191.
- GENNESSEUX M. & LEFEBVRE D. (1980) - *Le Golfe du Lion et le Paléorhône messinien*. Geol. Médit., 7, 71-80.
- GIAMMARINO S. (1984) - *Evoluzione delle Alpi Marittime liguri e sue relazioni con il Bacino Terziario del Piemonte e il Mar Ligure*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. ser. A, 91, 1-25.
- GIGLIA G. (1973) - *L'insieme Corsica-Sardegna e i suoi rapporti con l'Appennino Settentrionale: rassegna di dati cronologici e strutturali*. Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari, suppl. 43, 245-276.
- GLANGEAUD L. (1967) - *Epirogènes ponto-plio-quatennaires de la marge continentale franco-italienne du Rhône à Gênes*. Bull. Soc. Géol. France, 9, 420-449.
- GRILLO C. (1940) - *Contributo alla conoscenza dei terrazzi fluviali e marini della Liguria occidentale*. Atti Soc. Sc. Lett. Genova, 5, 66-82.
- HACCARD C., LORENZ C. & GRANDJACQUET C. (1972) - *Essai sur l'évolution tectogénétique de la liaison Alpes-Appennins (de la Ligurie à la Calabre)*. Mem. Soc. Geol. It., 11, 309-341.
- HORNUNG A. (1920-22) - *Gasteropodes fossiles du Rio Torsero (Ceriale)*. Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova, 49, 70-92.
- HORNUNG A. (1925-26) - *Péléciopodes fossiles du Rio Torsero (Ceriale)*. Pliocene inferieur de la Ligurie. Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova, 52, 239-309.
- ISSEL A. (1883) - *Antiche linee litorali della Liguria*. Boll. Soc. Geogr. It., 1 (2).
- ISSEL A. (1886) - *Contributi alla Geologia ligustica*. Tip. Naz., Roma.
- ISSEL A. (1887) - *La nuova carta geologica delle Riviere e delle Alpi Marittime*. Boll. Soc. Geol. It., 6, 209-224.
- ISSEL A. (1892) - *Liguria geologica e preistorica*. Ed. Donath, Genova.
- ISSEL A., MAZZUOLI L., & ZACCAGNA D. (1887) - *Carta geologica delle riviere liguri e delle Alpi Marittime*. Stab. F.lli Armanino, Genova.
- LEMOINE M. (1953) - *Remarques sur les caractères et l'évolution de la Paléogéographie de la Zone Briançonnaise au Secondaire et au Tertiaire*. Bull. Soc. Géol. France, 3, 105-120.
- LORENZ C. (1972) - *Observations sur la stratigraphie du Pliocène ligure: la phase tectonique du Pliocène moyen*. C.R. Somm. Soc. Géol. France, 8, 441-446.
- LUMLEY H. de (1969) - *Le Paléolithique inférieur et moyen du Midi Méditerranéen dans son cadre géologique*. Vol. 1, Ligurie-Provence, Gallia-Préhistoire 5^{me} suppl. Ed. CNRS, Paris.
- PENENGO A. (ined.) - *La serie pliocenica di Rio Torsero ed i suoi rapporti con gli altri affioramenti neogenici del settore Nord del Bacino di Albenga*. Tesi di laurea, Univ. Genova, 1986.
- PERRIAUX J. (1957) - *Les formations pliocènes des Alpes Maritimes*. Bul. Soc. Géol. France, ser. 6 6, 751-766.
- REHAULT J. P. (ined.) - *Evolution tectonique et sédimentaire du Bassin Ligure (Méditerranée Occidentale)*. Thèse Doct. Sc. Nat. Univ. Paris, 1981.
- REHAULT J. P., OLIVET J. L. & AUZENDE J. M. (1974) - *Le bassin nord-occidental méditerranéen: structure et évolution*. Bull. Soc. Géol. France, ser. 7, 16, 281-294.
- REHAULT J. P., BOILLOT G. & MAUFFRET A. (1984) - *The Western Mediterranean Basin geological evolution*. Marine Geology, 55, 447-478.
- ROVERETO G. (1897) - *Sulla Stratigrafia della Valle del Neva (Liguria occidentale)*. Boll. Soc. Geol. It., 16, 77-91.
- ROVERETO G. (1904) - *Geomorfologia delle valli Liguri*. Atti R. Univ. Genova, 18.
- ROVERETO G. (1934) - *Epirogenesi post-pliocenica delle Alpi Marittime e della riviera ligure*. Rend. R. Acc. Naz. Lincei, ser. 6, 20.
- ROVERETO G. (1939) - *Liguria geologica*. Mem. Soc. Geol. It., 2.
- SASSO A. (1827) - *Saggio geologico sopra il bacino terziario di Albenga*. Giorn. Lig. Sc., Lett. Arti, Genova.
- STREIFF P. (1956) - *Zur Geologie des Finalese (Ligurien - Italien)*. Mitt. Geol. Inst. Eidg. Techn. Hochsch. Univ., ser. C, 67, Zurigo.
- ZACCAGNA D. (1909) - *Conformazione stratigrafica tra il Torrente Neva ed il Pennavaira in territorio di Albenga*. Boll. R. Com. Geol. It., 40, 4-38.
- ZACCAGNA D. (1937) - *I fogli 91 (Boves) e 92 (Albenga) della Carta Geologica d'Italia al 100.000*. Mem. Acc. Lunig. Sc. 18, 3-25, La Spezia.