

Fenomeni d'instabilità della costa alta e rocciosa fra Riva Trigoso e Framura (Liguria Orientale): risultati preliminari

Andrea Cevasco¹, Marco Ferrari¹, Giuliano Fierro¹ e Sandro Nosengo¹

¹Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse,
Università di Genova, Corso Europa 26, 16132 Genova - Italia

Riassunto

L'instabilità delle coste alte rappresenta uno dei fattori principali che intervengono nei complessi equilibri che regolano il bilancio sedimentario. Se da un lato la morfogenesi di tali versanti può rappresentare preoccupanti fenomeni di dissesto, soprattutto per la conservazione degli insediamenti antropici, non v'è dubbio che il ripascimento litorale è spesso dovuto ai cospicui materiali che frangono lungo i versanti. Questo studio, incentrato sul settore orientale della costa ligure, mette in relazione i fenomeni gravitativi di versante con i processi erosivi sulle coste operati dal moto ondoso.

Nel tratto di litorale che qui viene presentato affiora il complesso dei litotipi che appartengono all'Unità del Gottero (Argilloscisti della Val Lavagna, Arenarie del Gottero, Argilliti di Giaiette) e, in piccola parte, alla Formazione delle Argille a Palombini. I fenomeni gravitativi sono qui particolarmente continui e sono tutti di origine naturale: all'azione dell'uomo si possono far risalire effetti di accentuazione e di accelerazione degli eventi ovvero effimeri rallentamenti laddove sono state costruite opere di difesa e di consolidamento modellati i pendii con i terrazzamenti. In circa 11 km, si riconoscono alcune centinaia di singoli eventi franosi, che implicano volumi variabili dalle decine ai milioni di metri cubi. I singoli eventi si raggruppano in "aree franose" di notevole estensione. Le tipologie sono le più varie con prevalenza di crolli e scivolamenti; spesso si osservano frane complesse. Va sottolineato che in quest'area, come in tutto il litorale ligure di levante, vi sono chiare tracce di una tettonica distensiva recente che, insieme alle conseguenze del glacioeustatismo, ne condiziona in modo rilevante l'evoluzione geomorfologica.

Abstract

The instability of high rocky coasts is one of the main factors controlling sedimentary balance. While on one hand the cliffs' morphodynamics can represent worrying instability phenomena, especially for the conservation of human installations, there's no doubt that coastal nourishment is often due to the materials falling down from the cliffs. This study, focused on a stretch of the eastern ligurian coast, relates gravity phenomena to the wave action's erosive processes. The rock complex that outcrops on the stretch of coast described here belongs to the "Unità del Gottero" (Lavagna valley shales, Gottero sandstones, Giaiette claystones) and, partly, to the formation of the "Argille (clays) a Palombini". Gravity phenomena are particularly continuous here and they are all of natural origin: only some effects of increase or acceleration of events or temporary slowing down can be ascribed to human action when protection and strengthening works have been carried out and when slopes have been artificially re-shaped by terracing. In a length of about 11 km several hundred landslides can be detected, involving volumes of materials that range from tens to millions of cubic metres. Single events are grouped in "areas subject to movements" of remarkable extension. Typologies vary but they are mainly falls and slides and often complex landslides can be observed. It must be stressed that in this area, as well as through all of the eastern coast of Liguria, there are clear traces of a recent distensive tectonic which, together with the consequences of glacial enstatism, have a deep influence on the area's geomorphological evolution.

Introduzione

L'arco ligure è rappresentato per circa il 40% da coste alte, spesso con falesie vive che costituiscono le propaggini verso mare di versanti a pendenza molto elevata. Va ricordato, infatti, che l'assetto oroidrografico è peculiare poiché esistono spartiacque locali che toccano quote elevate in posizioni assai prossime alla costa, oltre a importanti promontori come quello di Portofino dove si raggiunge l'altitudine di 639 m a distanza dal mare poco superiore ad 1 km e quello del Mesco (486 m a circa 600 m dal mare). Per quanto interessa in questa nota, il tratto in esame sottende il rilievo del Bracco (M. S. Nicolao, 847 m) che, con stretti displuvi, si raccorda al litorale verso Ovest a Riva Trigoso e verso Sudest a Framura avendo alle spalle il bacino del T. Petronio (e poi quello del F. Vara).

La piattaforma continentale ha breve sviluppo e nell'immediatezza della costa si rilevano, salvo poche eccezioni, profondità accentuate.

Nel bacino ligure antistante sono stati riconosciuti sistemi di direttrici appenniniche-antiappenniniche orientate approssimativamente NE - SW e NW - SE (Corradi et al., 1984).

Siamo in presenza perciò di una neotettonica intensa, che ha come riscontro geomorfologico il manifestarsi delle tipiche "coste di faglia" nel senso di Castiglioni (1979).

Il tema della franosità trova in queste condizioni ampie possibilità di approfondimento poiché, fra l'altro, nella Liguria orientale si alternano zone variamente antropizzate ed altre allo stato pressoché naturale e tratti dove le infrastrutture marittime e ferroviarie interferiscono in modo diretto con la dinamica dei versanti e del litorale. La progressiva trasformazione secolare dei pendii col terrazzamento se, da un lato, ne ha completamente modificato i dinamismi idrogeologici attenuando l'instabilità intrinseca, dall'altro, per la trascuratezza degli ultimi decenni e quindi per la mancata manutenzione, ha portato a traumatiche riprese accelerate del modellamento. Ulteriori motivi di scompenso sono stati generati dalla costruzione e dal successivo abbandono della ferrovia litoranea ottocentesca, nonché dalla costruzione di difese dal moto ondoso e dall'apertura di cave di prestito. Bisogna inoltre considerare gli effetti talvolta intensi prodotti, ad esempio, dai frequenti incendi di bosco che favoriscono l'erosione e il trasporto solido.

Inquadramento dell'area¹

In questo tratto costiero (Fig. 1) affiorano formazioni sedimentarie coinvolte nella strutturazione della catena appenninica riconducibili, paleogeograficamente, al Dominio Ligure Interno (Decandia e Elter, 1972a).

La formazione maggiormente rappresentata è costituita dalle Arenarie di M. Gottero, potente flysch arenaceo argilloso costituito da bancate di vario spessore (da qualche decimetro fino ad alcuni metri) di arenarie quarzose feldspatiche e micacee con intercalazioni di argilloscisti, siltiti e scisti argilloso - arenacei. La base della formazione parrebbe da riferire, secondo a recenti studi, al Maastrichtiano sup. mentre il tetto è stato datato al Paleocene.

Alle Arenarie del Gottero seguono, per un breve tratto all'estremità occidentale dell'area, le Argilliti di Giaiette (Argilloscisti policromi di Terranova, 1966) costituite da scisti argillosi di colore variabile dal beige al bruno e dal verde chiaro al grigio verde divisibili in sottili lamelle con intercalazioni di scisti argillosi rossi e verdi, siltiti e calcari. L'età della formazione, è riferita al Paleocene.

Le Arenarie del Gottero costituiscono, in questa zona, una vasta placca appoggiata sulla formazione degli Argilloscisti della Val Lavagna, qui prevalentemente rappresentata dagli Scisti zonati, costituiti da fitte alternanze di scisti argillosi grigi e da straterelli di scisti colore bruno - nocciola della potenza di pochi centimetri, che raramente superano il decimetro. Sono datati al Campaniano - Maastrichtiano inf. L'insieme appena descritto appoggia a sua volta sulla formazione delle Argille a Palombini, costituite da argilloscisti e marne argillose grigio scure con intercalazioni di calcare Palombino, la cui età parrebbe compresa tra il Berriasiano ed il Santoniano, affioranti esclusivamente nel golfo di Moneglia ed in quello di Framura.

¹ Per la geologia della zona si è fatto riferimento ai lavori di Terranova, (1966 e 1987); per quanto riguarda le datazioni ci si è riferiti a Passerini e Pirini, (1964) e Marroni, (1990).

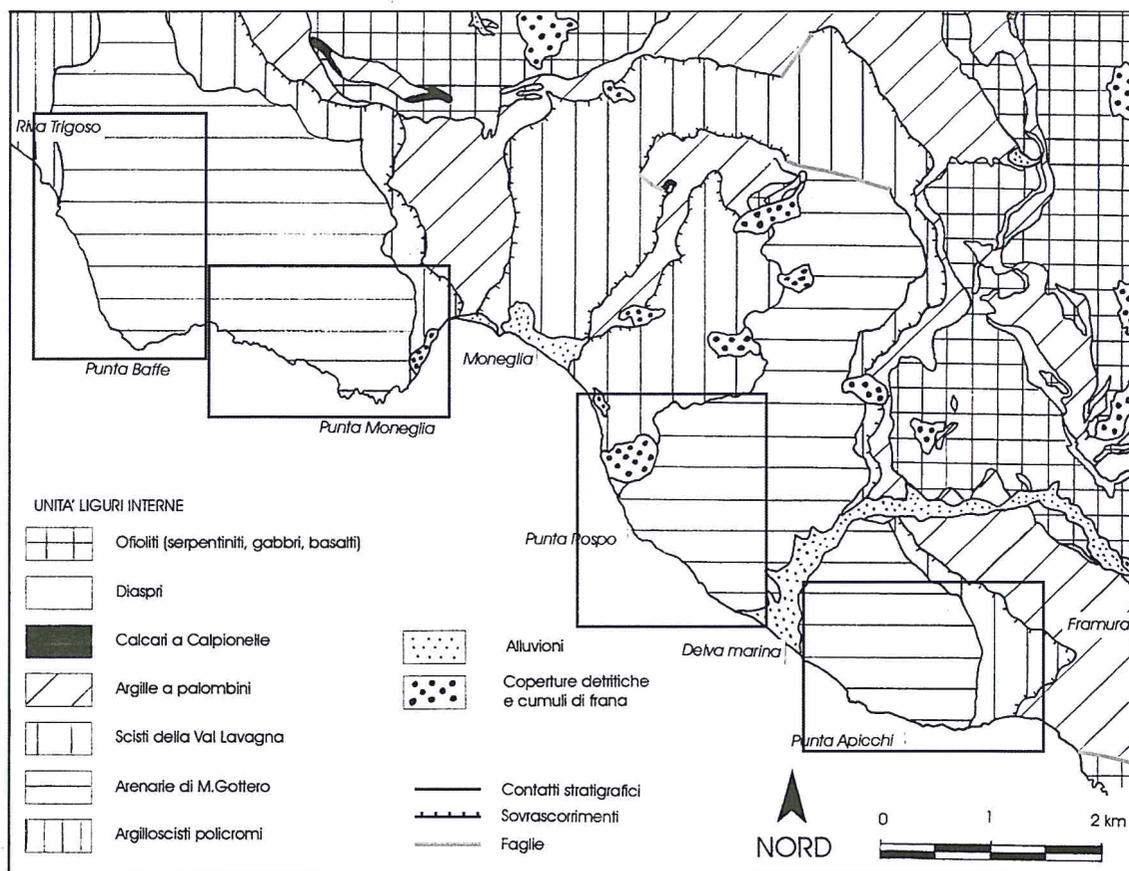


Figura 1 - Schema geologico dell'area d'indagine da Decandia F. A. ed Elter P. (1972b) mod. (le zone evidenziate indicano i settori studiati in dettaglio).

Dal punto di vista strutturale, appare evidente come l'andamento del tratto costiero in esame, sia legato in primo luogo all'interazione fra sistemi di discontinuità orientati NNW - SSE e WNW - ESE con altri ad essi ortogonali. In letteratura sono noti i sistemi di faglie normali dirette N120, immergenti verso SW, che interessano il basamento pre-pleiocenico del margine continentale ligure antistante quest'area (Fanucci e Nosengo, 1977); altre faglie normali, disposte a gradinata, attive nel Plio-quadernario ed orientate NW - SE e NNW - SSE con immersione verso SW sono state rinvenute nella piattaforma da Corradi et al., 1984 (vedasi anche AA.VV., 1983; Federici, 1980 e Raggi, 1985); gli stessi autori evidenziano inoltre la presenza di sistemi ortogonali ai precedenti che individuano dislocazioni ancora in tempi recenti. Le strutture anzidette si sovrappongono sulle precedenti strutture plicative appenniniche continuando la loro attività nel Quaternario, determinando condizioni morfostrutturali nuove e divenendo cause predisponenti principali dei fenomeni franosi.

La costa rocciosa fra Riva Trigoso e Framura

Il tratto costiero oggetto di questa nota si sviluppa fra i golfi di Riva Trigoso (a NW) e Framura (a SE). La continuità della linea di costa è interrotta, approssimativamente nella sua parte centrale, dal Golfo di Moneglia, eroso nelle formazioni plastiche delle Argille a Palombini e degli Scisti zonati per cui vengono ad individuarsi verso W il promontorio di Punta Baffe - Punta Moneglia e verso E il litorale fra Moneglia e Framura, articolato nelle punte del Rospo e degli Apicchi, che costituisce un promontorio decisamente meno accentuato del precedente. I due tratti mostrano affinità sotto il profilo geologico essendo caratterizzati dall'affioramento delle Arenarie del Gottero per la maggior parte della loro estensione; i litotipi argillitici sottoposti compaiono solamente per brevi tratti nelle zone di radice.

Da Riva Trigoso a Vallegrande

Il tratto in questione (Fig. 2) è orientato secondo i lineamenti tettonici NNW - SSE ed ENE - WSW; il primo risulta evidente anche dalla disposizione del reticolo idrografico, il secondo è confermato alla mesoscala dallo studio della fratturazione. Nel tratto occidentale, a brevissima distanza dalla linea di costa, uno spartiacque locale allungato in direzione NNW - SSE (quindi parallelo a quest'ultima) di altezza compresa fra 150 m (Colle Cantagallo) e 250 m (Punta Baffe) è interessato, sul versante sudoccidentale, da un vasto ciglio quiescente di frana che raggiunge in più punti la linea di massima elevazione. L'area è oggi interessata da un generalizzato dissesto idrogeologico che si manifesta con riattivazioni in più punti. In alcuni tratti alla base del versante, già sede della ferrovia ottocentesca del litorale ligure e oggi utilizzata per il transito veicolare, sono stati eretti muri a difesa dalle mareggiate e, verso monte, difese passive che impediscono il naturale apporto di materiale solido al mare.

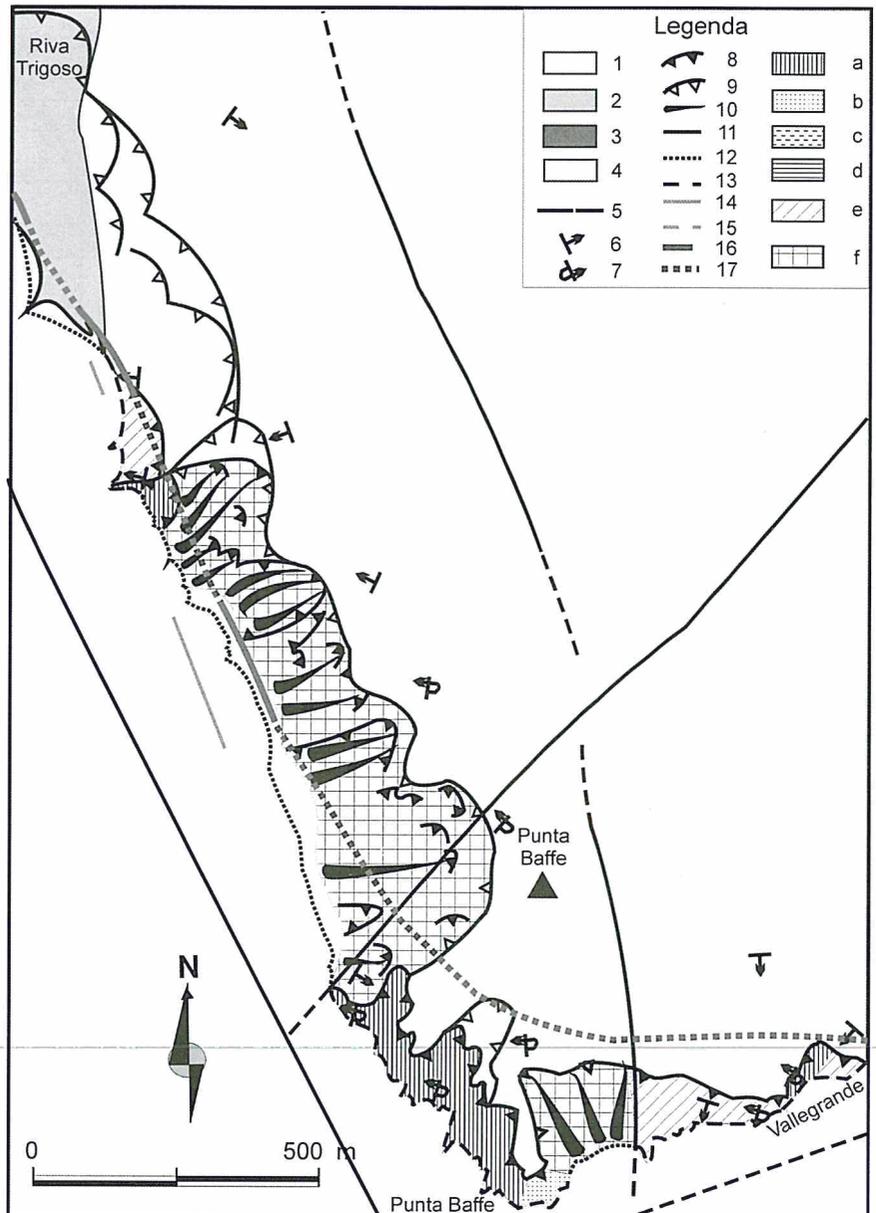
Figura 2 - Il tratto di costa compreso tra Riva Trigoso e Vallegrande.

- 1: Arenarie del Gottero.
- 2: Scisti della Val Lavagna.
- 3: Argille a Palombini.
- 4: depositi quaternari.
- 5: lineamenti tettonici e presunti.
- 6: giacitura degli strati.
- 7: giacitura degli strati rovesciati.
- 8: ciglio attivo in roccia.
- 9: ciglio quiescente in roccia.
- 10: direzione del movimento.
- 11: litorale sabbioso.
- 12: litorale ciottoloso o a blocchi.
- 13: litorale roccioso.
- 14: difese aderenti in buone condizioni.
- 15: difese aderenti in pessime condizioni.
- 16: tracciato ferroviario.
- 17: tracciato ferroviario in galleria.

Classificazione frane in roccia (da Dikau 1999 mod.). a: crollo. b: ribaltamento. c: flessione.

d: scivolamento rotazionale. e: scivolamento planare. f: complesse.

(La legenda è comune a tutte le carte geomorfologiche).



Fino a Punta Baffe la costa prosegue poi alta e rocciosa, in alcuni punti strapiombante, i cigli attivi raggiungono quote di 150 m; in questa zona, le arenarie del Gottero presentano una direzione circa parallela a quella dei mari dominanti di Libeccio ed inclinazione subverticale, l'azione marina tende qui a scalzare la base della falesia, causando fenomeni di crollo, nonché ad erodere gli interstrati argillitici della formazione causando isolamento dei più competenti strati arenacei che, in mancanza di contrasto laterale, danno origine a meccanismi di rottura per flessione e ribaltamento.

Fra Punta Baffe e Vallegrande (Fig. 3) si osservano esempi di megastrutture plicative ad assi ortogonali alla linea di costa, qui orientata ENE - WSW. E' evidente, in questo tratto, come la morfologia non sia influenzata dalla struttura: le pieghe vengono, infatti, tagliate perpendicolarmente al proprio asse da un piano di faglia ENE - WSW; il ciglio originario, che si spinge fino ad una quota prossima a 200 m, è interessato da riattivazioni i cui meccanismi sono riconducibili a rotture lungo superfici di frattura che svincolano blocchi isometrici ripresi successivamente dall'erosione superficiale, che ne favorisce il rotolamento lungo profondi canali nella parte occidentale (Fig. 4) e fenomeni misti di scivolamento traslazionale e crolli nella parte orientale (Fig. 5).

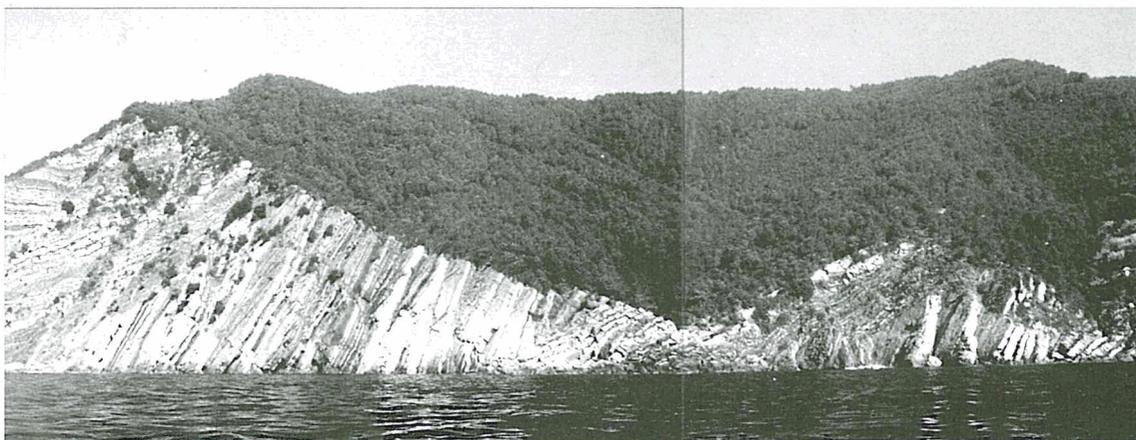


Figura 3 - Litorale fra Punta Baffe e Vallegrande: l'asimmetria delle pieghe nel flysch del Gottero non incide sull'andamento della linea di costa, legato a lineamenti tettonici ENE - WSW.



Figura 4 - Litorale di Punta Baffe (lato E): La fratturazione dell'ammasso roccioso (Arenarie del Gottero) dà origine a fenomeni gravitativi difficilmente inquadrabili in uno schema classificativo.



Figura 5 - Litorale di Punta Baffe (lato E): fenomeni misti di scivolamento traslazionale e crolli.

Da Vallegrande a Moneglia

L'andamento della linea di costa in questo caso è legato a direttrici WNW - ESE fra Vallegrande e Punta Moneglia e NNE - SSW da quest'ultima fino a Moneglia (Fig. 6); la presenza di tali lineazioni tettoniche è confermata dall'orientazione del reticolo idrografico.

Nel primo tratto le grandi bancate arenacee compaiono in assetto monoclinale, con direzione compresa fra N130° e N150° ed inclinazione compresa fra 50° ed 80° verso SW. L'interazione fra i sistemi di fratture anzidetti e la giacitura degli strati dà luogo a curiose evidenze morfologiche quali la formazione di piccole calette esposte a SE e brusche deviazioni di percorso di torrentelli quali, ad esempio, il Rio Valletta (Terranova, 1987). In questa zona i cigli di frana quiescenti, (che raggiungono altezze fino a 200 m) rispecchiano ancora rotture lungo i principali piani di faglia; oggi i fenomeni proseguono con prevalenti meccanismi di scivolamento traslazionale lungo gli interstrati argillitici. Localmente, l'elevata inclinazione degli strati in concomitanza con la presenza di fratture a basso angolo (125/24N) favorisce rotture per flessione: un fenomeno di questo tipo è avvenuto di recente in località La Valletta, poco ad W di Punta Moneglia (Fig. 7).

Procedendo verso E la stratificazione presenta direzione prossima a 150°, inclinazione elevatissima ed immersione ancora verso SW, la falesia viva raggiunge in questo tratto l'altezza di 75 m a causa di fenomeni franosi per crollo e ribaltamento.

Oltre Punta Moneglia gli strati arenacei lasciano gradualmente spazio a sempre più potenti pacchi di argillocisti che preludono al contatto con la sottostante Formazione degli Scisti della Val Lavagna; in prossimità del contatto stesso grandi faglie dirette WNW - ESE creano disturbo alle giaciture piuttosto monotone del tratto precedente.

In tale settore la costa si presenta rocciosa, subverticale con cigli attivi che raggiungono la quota di 80 m; l'arretramento avviene per crolli conseguenti allo scalzamento della base della falesia ad opera del moto ondoso.

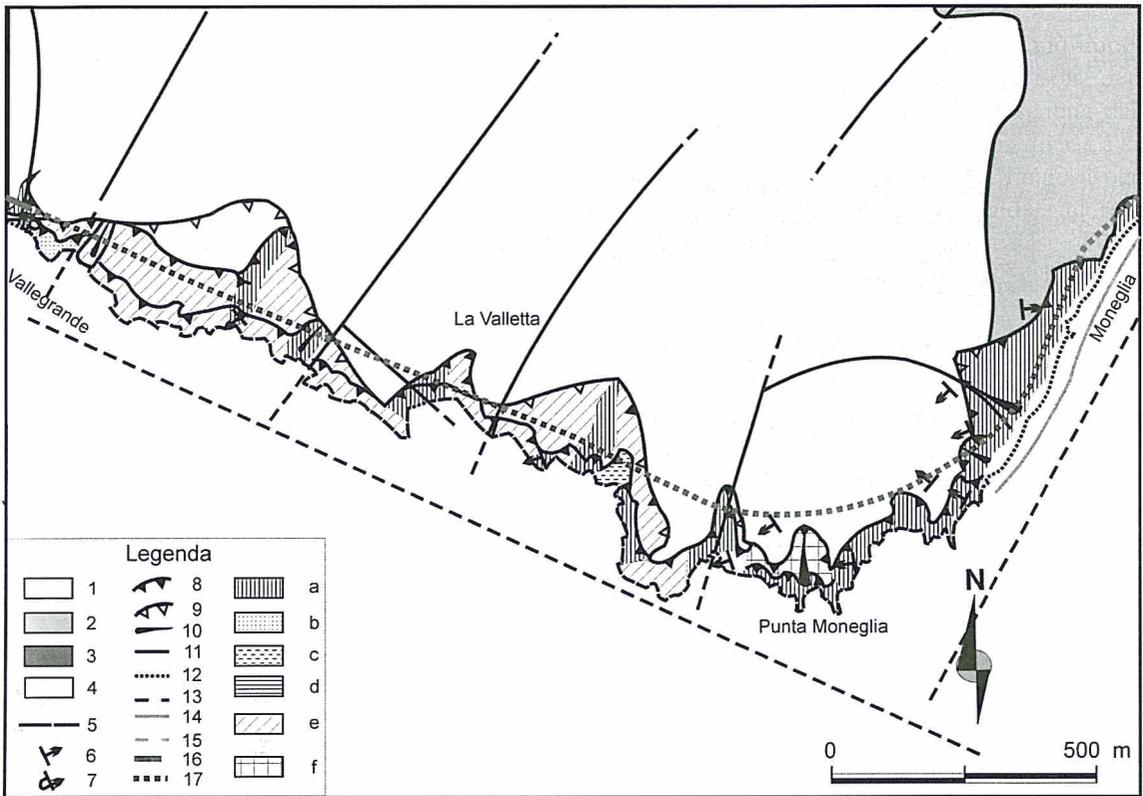


Figura 6 - Il tratto di costa compreso tra Vallegrande e Moneglia. 1: Arenarie del Gottero. 2: Scisti della Val Lavagna. 3: Argille a Palombini. 4: depositi quaternari. 5: lineamenti tettonici e presunti. 6: giacitura degli strati. 7: giacitura degli strati rovesciati. 8: ciglio attivo in roccia. 9: ciglio quiescente in roccia. 10: direzione del movimento. 11: litorale sabbioso. 12: litorale ciottoloso o a blocchi. 13: litorale roccioso. 14: difese aderenti in buone condizioni. 15: difese aderenti in pessime condizioni. 16: tracciato ferroviario. 17: tracciato ferroviario in galleria. Classificazione frane in roccia (da Dikau 1999 mod.). a: crollo. b: ribaltamento. c: flessione. d: scivolamento rotazionale. e: scivolamento planare. f: complesse. (La legenda è comune a tutte le carte geo-morfologiche).

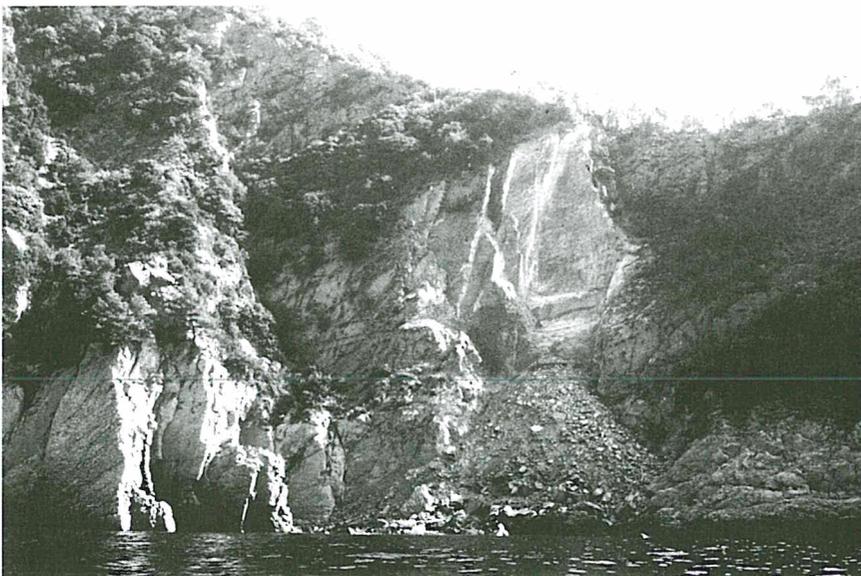


Figura 7 - Località La Valletta: la presenza di fratture suborizzontali, a debole inclinazione verso monte favorisce rotture per flessione nelle bancate arenacee della formazione del Gottero.

Il tratto che segue è caratterizzato dal contatto fra le Arenarie del Gottero e gli Scisti zonati, affioranti fino a Moneglia: il differente comportamento meccanico delle due formazioni verso l'erosione marina è stato causa, in passato, di frane di crollo i cui accumuli hanno invaso abbondantemente il fondale marino. La parte alta del versante è stata sfruttata come cava di prestito per ricavarne blocchi di arenaria e successivamente abbandonata. Oggi alla base dell'accumulo si trova un campeggio molto frequentato da turisti durante la stagione estiva. E' bene ricordare, comunque, che per quanto il mare (poiché causa scatenante l'originario dissesto) non lambisca più direttamente la base della falesia, l'originario ciglio di frana presenta riattivazioni in più punti costituendo un rischio per l'incolumità dei turisti stessi.

Da Moneglia a Deiva Marina

L'intero tratto di costa compreso fra Moneglia e Deiva ha subito, dal 1874, profonde modificazioni antropiche che hanno variato i naturali equilibri fra dinamica dei versanti ed erosione del litorale (Fig. 8). La zona è stata, infatti, scelta quale percorso per la ferrovia del litorale ligure, per lunghi tratti vi sono state erette potenti opere di difesa dalle mareggiate nonché, nei punti maggiormente franosi, gallerie artificiali e muri passivi verso monte. Oggi la ferrovia è stata spostata più a monte ma il vecchio percorso è utilizzato per il transito veicolare; le difese sul lato mare, a suo tempo protette da scogliere, mostrano, in più punti, i segni dell'erosione marina, qui particolarmente efficace essendovi esposizione frontale alle mareggiate di Libeccio; in altri casi sono state distrutte da recenti fenomeni franosi.

L'appoggio solido dai versanti al mare è qui praticamente nullo.

I principali movimenti franosi in questo tratto sono così riassumibili:

- fra Lemoglio e Punta Rospo (Fig. 9) si estende una vasta e potente coltre di materiali detritici di natura grossolana (arenacei ed argilloscistososi) in matrice limoso – sabbiosa alterata e poco coerente derivanti da un'antica frana già segnalata da vari Autori (Mazzuoli, 1885, Bellini e Nosengo, 1972, Maifredi e Nosengo, 1975, De Stefanis et al., 1985, Terranova, 1987) il cui ciglio, oggi quiescente, raggiunge la quota di 400 m presso il M.Crocetta. L'accumulo è attraversato alla base da una galleria della vecchia ferrovia che svolge attualmente la funzione di drenaggio per le acque che penetrano nella massa detritica dalla vasta piana denominata l'Acquario, situata a quota 135 m. Si tratta di una frana di tipo complesso a prevalente movimento rotazionale lungo una o, verosimilmente, più superfici di scivolamento sulla cui origine permangono dubbi che sarà oggetto di una nota a sé stante. Sembra, in ogni caso, che il fattore predisponente principale sia rappresentato dalle differenti caratteristiche meccaniche fra gli Scisti zonati e le Arenarie del Gottero che li sovrastano. L'accumulo è, in parte, protetto al piede dall'erosione marina con difese aderenti che mostrano lesioni, soprattutto nella zona nordoccidentale, che paiono confermare un'evoluzione lenta, ma continua, del fenomeno.

l'intero versante fra Punta Rospo e Deiva Marina (Fig. 10), delimitato da un vasto ciglio quiescente presenta numerosi tratti in attività. Le Arenarie del Gottero appaiono tettonizzate ed altamente fratturate; accumuli di frane recenti sono diffusi un po' ovunque lungo il versante in posizione pensile. Notizie certe sull'attività della zona si hanno dalla fine dell'800 (Mazzuoli, 1885) quando, ripetute cadute di blocchi (stimate all'epoca in circa 2 milioni di metri cubi) per riattivazione del ciglio principale (236 m) spinsero, per la salvaguardia della (allora) nuova ferrovia, alla costruzione di un prolungamento artificiale della galleria De Barbieri - Rospo.

I movimenti attuali sono da ricondurre a crolli e scivolamenti di blocchi ("block slides" di Dikau, 1999) legati alle condizioni di accentuata tettonizzazione e fratturazione dell'ammasso.

In prossimità dell'abitato di Deiva, alcune frane in roccia sono state stabilizzate artificialmente (De Stefanis e Terranova, 1970) perché la zona, nei primi anni '70 ha subito una notevole espansione edilizia.

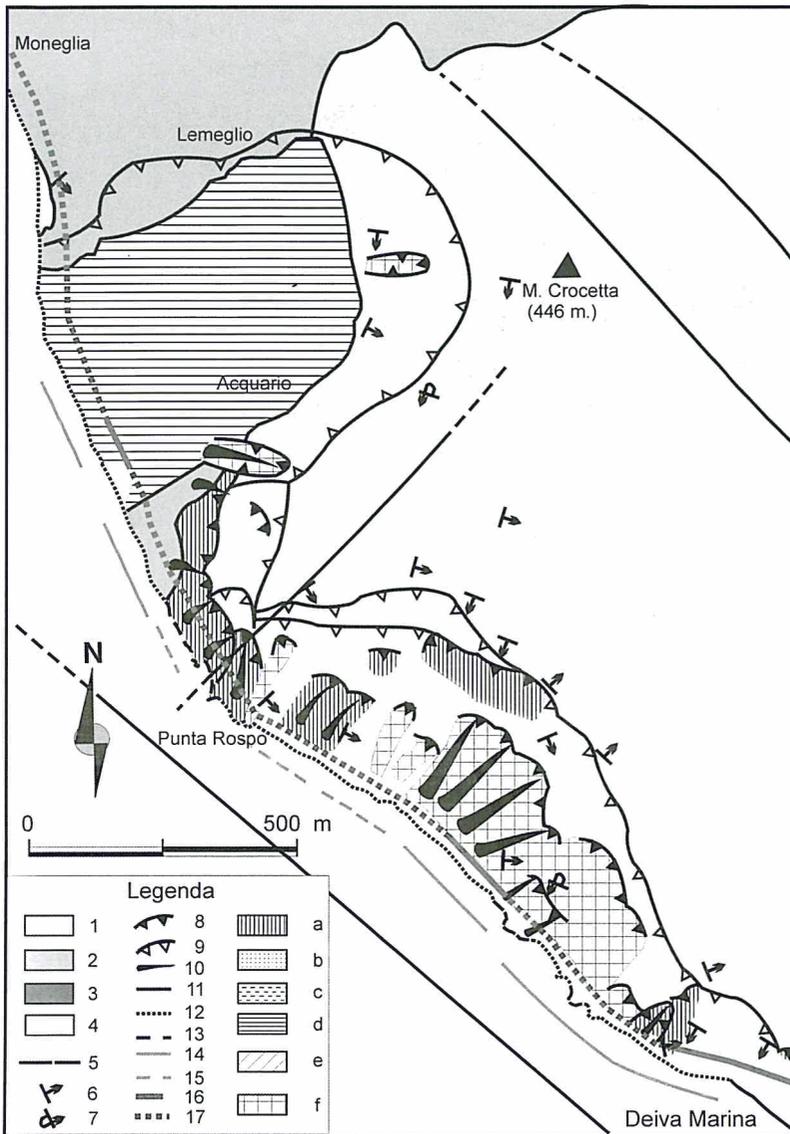


Figura 8 - Il tratto di costa compreso tra Moneglia e Deiva Marina. 1: Arenarie del Gottero. 2: Scisti della Val Lavagna. 3: Argille a Palombini. 4: depositi quaternari. 5: lineamenti tettonici e presunti. 6: giacitura degli strati. 7: giacitura degli strati rovesciati. 8: ciglio attivo in roccia. 9: ciglio quiescente in roccia. 10: direzione del movimento. 11: litorale sabbioso e a blocchi. 12: litorale roccioso. 13: difese aderenti in buone condizioni. 14: difese aderenti in pessime condizioni. 15: tracciato ferroviario in galleria. Classificazione frane in roccia (da Dikau 1999 mod.). a: crollo. b: ribaltamento. c: flessione. d: scivolamento rotazionale. e: scivolamento planare. f: complesse. (La legenda è comune a tutte le carte geomorfologiche).



Figura 9 - La frana antica di Lemeglio: il contatto fra Arenarie del Gottero e Formazione della Val Lavagna è evidenziato dalla differenza di acclività nella morfologia. Al centro si estende il vasto accumulo, oggetto negli ultimi 30 anni di espansione edilizia.



Figura 10 - Litorale Punta Rospo - Deiva Marina: le opere di presidio della ferrovia del litorale ligure mostrano lesioni legate all'erosione da parte dei mari di libeccio e di scirocco. L'attività delle frane in roccia del versante sovrastante ha subito un rallentamento in seguito alla costruzione di dette opere, ma l'apporto solido che arriva al mare, salvo rare eccezioni (a sinistra), è praticamente nullo.

Da Deiva Marina a Framura

E' il tratto dove meglio si può osservare l'interazione fra dinamica dei versanti, azione del moto ondoso ed opere antropiche (Fig. 11).

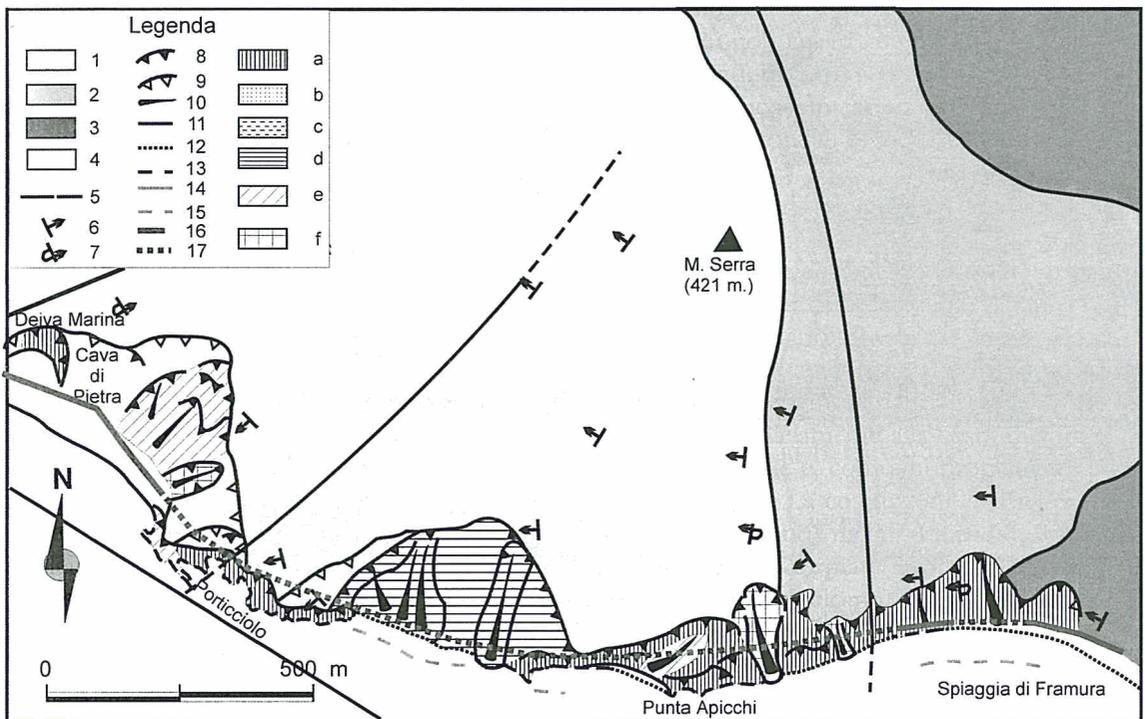


Figura 11 - Il tratto di costa compreso tra Deiva Marina e Framura. 1: Arenarie del Gottero. 2: Scisti della Val Lavagna. 3: Argille a Palombini. 4: depositi quaternari. 5: lineamenti tettonici e presunti. 6: giacitura degli strati. 7: giacitura degli strati rovesciati. 8: ciglio attivo in roccia. 9: ciglio quiescente in roccia. 10: direzione del movimento. 11: litorale sabbioso. 12: litorale ciottoloso o a blocchi. 13: litorale roccioso. 14: difese aderenti in buone condizioni. 15: difese aderenti in pessime condizioni. 16: tracciato ferroviario. 17: tracciato ferroviario in galleria. Classificazione frane in roccia (da Dikau 1999 mod.). b: crollo. b: ribaltamento. c: flessione. d: scivolamento rotazionale. e: scivolamento planare. f: complesse. (La legenda è comune a tutte le carte geo-morfologiche).

Il litorale è attraversato dalla vecchia ferrovia il cui percorso si sviluppa, in parte, in sotterraneo. Le grandi opere di presidio sono state altamente danneggiate o distrutte dalla concomitanza fra fenomeni franosi recenti ed azione erosiva dei mari di Libeccio e di Scirocco.

Si distinguono tre principali “aree franose” caratterizzate da meccanismi di innesco ed evoluzioni differenti.

In località “Cava di pietra”, attuale sede di un altro campeggio, sono in atto fenomeni franosi naturale evoluzione di un’attività di escavazione nelle Arenarie del Gottero, da tempo abbandonata, operata dalle F.S. per ricavare materiale per massicciate ferroviarie ed opere di sostegno (Terranova, 1987). Alla base del versante sono state posizionate gabbionate per il contenimento degli accumuli; sul lato a mare, dove è stata ricavata una spiaggia, sono ancora riconoscibili blocchi di calcestruzzo utilizzati a difesa del rilevato ferroviario.

In questo caso la giacitura degli strati disposti a franapoggio e l’azione antropica di escavazione non regolamentata, hanno creato le condizioni perché oggi il versante si trovi in condizione di grave dissesto idrogeologico.

Le tipologie dei movimenti attivi sono rappresentate da scivolamenti traslazionali di grandi blocchi svincolati da un reticolo di fratture a spaziatura variabile ed elevata persistenza lungo superfici di strato che appaiono denudate nella parte orientale alta del versante.

Un vasto movimento franoso è attivo in località Gli Apicchi (Fig. 12), dove le Arenarie del Gottero si trovano coinvolte alla megascala in piegamenti ad assi ortogonali alla linea di costa (orientata N120°). Rilevamenti geo-strutturali effettuati nella zona mostrano, alla mesoscala, l’esistenza di campi di fratturazione orientati WNW - ESE, ENE - WSW, N - S ed E - W che scompongono l’ammasso in blocchi di varie dimensioni fra loro indipendenti. Un ruolo fondamentale nell’evoluzione del fenomeno è stato svolto, fino alla costruzione della ferrovia, dall’erosione del moto ondoso, sia di scirocco sia di libeccio che, scalzando la base del versante, vi ha creato condizioni di squilibrio predisponenti, con ogni probabilità, la formazione di superfici di scivolamento circolari in graduale arretramento, tipiche di terreni sciolti. Le gallerie artificiali della ferrovia, dotate di strutture difensive contro l’azione del moto ondoso, hanno rallentato questo processo, che è ripreso nell’ultimo secolo evolvendo in meccanismi del tipo crolli - valanghe di detrito che hanno danneggiato, ed in gran parte distrutto, le opere stesse. E’ ipotizzabile che nei prossimi anni i movimenti franosi riprendano secondo i meccanismi originari, recuperando il tempo perduto ed addirittura accelerando i loro effetti.



Figura 12 - Gli Apicchi: frane recenti del tipo crollo - valanga di detrito si sovrappongono alle rotture originarie, riconducibili a scivolamenti rotazionali regressivi. Le vecchie opere di presidio della ferrovia del litorale ligure svolgono un ruolo importante nell’evoluzione dei fenomeni franosi. L’interazione fra dinamica del versante, azione antropica ed erosione marina appare qui chiara.

Da Punta Apicchi alla spiaggia di Framura la costa si presenta alta, subverticale ed interessata da cigli attivi di frana fino a 200 m di altezza: è la zona di contatto fra le Arenarie del Gottero e gli Argilloscisti della Val Lavagna, caratterizzata da rotture per crollo. Talvolta i materiali franati si accumulano alla base della falesia dando luogo ad esigue e temporanee spiagge.

In prossimità della spiaggia di Framura compaiono le Argille a Palombini ripiegate in più fasi, le cui pessime qualità meccaniche sono la causa principale di dissesti in rapida e continua evoluzione.

Conclusioni

La rappresentazione cartografica (Figg. 2, 6, 8 e 11) fornisce una panoramica dello stato attuale del tratto di litorale a costa alta fra Riva Trigoso e Framura, dominata dalla presenza di fenomeni di instabilità che appaiono significativi in quanto spesso originati da fenomeni erosivi indotti dal moto ondoso interagiscono con la dinamica litorale e, in alcuni casi, con opere antropiche (vie di comunicazione ed espansione edilizia). A tale riguardo la cartografia di dettaglio dei movimenti franosi che interessano il tratto suddetto fornisce l'ubicazione dei cigli di frana in attività, quiescenti, e le direzioni dei principali movimenti, unitamente ad indicazioni sulla natura del litorale (sabbioso, ciottoloso o a blocchi e roccioso). Infine la mappatura delle difese aderenti alla costa (e del loro stato di conservazione), in massima parte erette a fine '800 con la ferrovia del litorale ligure, ha consentito di effettuare valutazioni sulla reciproca influenza di queste ultime nell'evoluzione di alcuni fenomeni franosi.

Le frane attive sono state inserite nello schema classificativo di Dikau, 1999 (modificato); ciò ha consentito di evidenziarne l'estrema variabilità nelle tipologie sebbene tale tentativo presenti alcuni limiti legati alla risultante finale complessa della maggior parte dei fenomeni franosi rilevati, frutto, spesso, di sovrapposizione di diversi eventi.

E' possibile, seppure in via preliminare, effettuare una serie di brevi considerazioni:

- i fenomeni franosi singoli riscontrati sono dell'ordine delle centinaia ed interessano volumi di materiali da decine a milioni di metri cubi
- in genere le singole frane si trovano raggruppate all'interno di "aree franose" (i cui limiti paiono, in alcuni casi, legati a lineamenti tettonici attivi in epoca recente)
- la frequenza e la dimensione sono legate alle seguenti cause, in ordine di importanza:
 - assetto morfostrutturale dovuto alla tettonica recente, che determina elevate pendenze ed esposizione all'azione erosiva del mare;
 - litologia, mesostrutture e stato di fratturazione degli ammassi rocciosi: l'erosione marina è più intensa in corrispondenza delle formazioni argillose ed argilloscistose; gli altri fattori influiscono sui meccanismi di rottura degli ammassi;
 - casi di sovrapposizione di ammassi rocciosi a diversa deformabilità;
 - attività antropiche:
 - abbandono dei terrazzamenti spesso realizzati su frane relitte,
 - abbandono di tratti della ferrovia ottocentesca,
 - cave di prestito costiere,
 - modificazioni più recenti per urbanizzazione.

Bibliografia

- AA.VV. (1983) - *Neotectonic map of Italy*. C.N.R. Progetto finalizzato Geodinamica. Sottoprogetto Neotettonica.
- Bellini A. e Nosengo S. (1972) - *Per una politica di valorizzazione delle conoscenze geologiche nell'assetto territoriale della Liguria* - Atti del II Convegno "Cote d'Azur-Riviera dei Fiori: Pollutions et Aménagement", Genova.
- Castiglioni G.B. (1979) - *Geomorfologia*. UTET, Torino.
- Corradi N., Fanucci F., Fierro G., Firpo M., Mirabile L. e Piccazzo M. (1984) - *La piattaforma continentale ligure: caratteri, struttura ed evoluzione*. Rapporto tecnico finale del Progetto finalizzato

- “Oceanografia e fondi marini”, C.N.R., Roma, pp. 1-34.
- Decandia F.A. e Elter P. (1972a) - *La zona ofiolitifera del Bracco nel settore compreso fra Levante e la Val Graveglia (Appennino Ligure)*. Mem. Soc. Geol. It., suppl. al vol. 11, pp. 503-530.
- Decandia F.A. e Elter P. (1972b) - *Carta geologica della zona del Bracco nel settore fra Levante e M. Zatta*. Istituto di Geologia dell'Università di Pisa.
- De Stefanis A. e Terranova R. (1970) - *Esempio di pendio in arenarie predisposto al dissesto e programmazione degli interventi per la sua sistemazione (Deiva Marina - Liguria Orientale)*. Boll. Soc. Geol. It. 89: 299-315.
- De Stefanis A., Marini M. e Terranova R. (1985) - *Indagini geologiche e geomorfologiche in Liguria con particolare riguardo alle condizioni di franosità*. Memoria riepilogativa della U.O. 37. C.N.R., P.F. Conservazione del Suolo, Sottoprogetto Fenomeni Franosi. “Geologia Applicata e Idrogeologia”, XVIII, 3, pp 1-15.
- Dikau R. (1999) - *The recognition of landslides*. In Floods and landslides. Casale R e Margottini C. Eds. Springer, pp 39-44.
- Fanucci F. e Nosengo S. (1978) - *Rapporti fra la neotettonica del versante marittimo dell'Appennino Ligure e del margine continentale e fenomeni morfogenetici*. “Boll. Soc. Geol. It.”, 96: 41-51.
- Federici F. (1980) - *Note illustrative della neotettonica del foglio 95 - La Spezia e del margine del foglio 84 - Pontremoli*. C.N.R., Progetto finalizzato Geodinamica, 356, pp 1345-1364.
- Maifredi P. e Nosengo S. (1975) - *Importanza delle paleofrane nel campo della geologia applicata*. Geologia tecnica, 3.
- Marroni M. (1990) - *Le Unità Liguri Interne tra l'alta Val di Vara e il Mar Ligure (Appennino Settentrionale): evoluzione di un settore del Dominio oceanico ligure-piemontese*. Tesi di Dottorato inedita, Dip. Sc. della Terra, Univ. di Pisa.
- Mazzuoli L. (1885) - *Nota sulla frana di Deiva*. Boll. R. Comit. Geol. It., 16, pp. 75-82.
- Passerini P. e Pirini C. (1964) - *Microfanne paleoceniche nelle formazioni dell'arenaria del M. Ramaceto e degli argilloscisti di Cichero*. Boll. Soc. Geol. It., 83: 211-218.
- Raggi G. (1985) - *Neotettonica ed evoluzione paleogeografica plio-pleistocenica del bacino del fiume Magra*. Mem. Soc. Geol. It., 30, 35-62.
- Terranova R. (1966) - *La serie cretacea degli “Argilloscisti” fra le valli dei torrenti Entella e Petronio (Appennino Ligure)*. Atti Ist. Geol. Univ. Genova, IV, f.1, pp. 109-174.
- Terranova R. (1987) - *Guida all'escursione lungo la costa della Liguria orientale (25/6/87)*. Gr. Naz. Geogr. Fis. e Geomorf., Sestri Levante, 22 - 25 giu.1987. Atti della Riunione, Guida alle escursioni, in Quaderni Ist. Geol. Univ. Genova, 5: 159 - 231.

Manoscritto ricevuto il 14/6/2000, accettato il 27/10/2000