

CARLO BARONI (*)

NOTE SULLA PALEOGEOGRAFIA OLOCENICA DELLA COSTA OCCIDENTALE DEL LAGO DI GARDA (**)

ABSTRACT: BARONI C., *Notes on the Holocene palaeogeography of the western coast of Lake Garda* (IT ISSN 0084-8948, 1986).

Along the western coast of Lake of Garda there are morphological and sedimentological evidences of Late Glacial and Holocene coastlines. One of these (earlier than early Neolithic in date) lies at an altitude of 3-3,8 m above the present medium level of the lake in the southern Benacus (South of Salò) and at 4-5 m of elevation in the northern zone. A set of ancient, supposed, wave-cut notches can be seen near Manerba between 23 and 60 m above the lake level. During Holocene the western and southern zones of Lake Garda should have been interested by differentiated areal movements representing the continuation of tectonic activities already developed during the early-middle Pleistocene.

RIASSUNTO: BARONI C., *Note sulla paleogeografia olocenica della costa occidentale del Lago di Garda* (IT ISSN 0084-8948, 1986).

Lungo la sponda occidentale del Lago di Garda sono testimoniate evidenze morfologiche e sedimentologiche riferibili a vari livelli lacustri tardiglaciali ed olocenici. Uno di questi (riferibile ad un'epoca precedente al Neolitico inf.) è posto a quote comprese tra 3 e 3,8 m sul livello medio del lago attuale nella porzione meridionale del Benaco (a S di Salò) ed a quote comprese tra 4 ed oltre 5 m nella porzione settentrionale. Una serie di presunti solchi di battente viene segnalata in loc. Sasso di Manerba; è posta a quote comprese tra 23 e 60 m circa sul livello del lago. Le evidenze individuate suggeriscono che, in epoca olocenica, la porzione occidentale e meridionale del Lago di Garda sarebbe stata interessata da movimenti areali differenziali che rappresentano il proseguimento di attività tettoniche segnalate già nel Pleistocene inf. e medio.

TERMINI CHIAVE: Paleogeografia, linea di riva, Lago di Garda.

1. PREMessa

Lungo la sponda occidentale del Benaco sono state individuate evidenze morfologiche e sedimentologiche riferibili a linee di riva relitte e paleospagge variamente

sopraelevate rispetto al livello medio del lago attuale (1).

L'area direttamente indagata è compresa approssimativamente tra Sirmione e Tremosine, per un'estensione lineare di circa 80 km (fig. 1, a).

Le ricerche sono state svolte anche al fine di porre in risalto eventuali dislocazioni dei paleolivelli individuati.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'assetto strutturale e la litologia delle aree costiere permettono di effettuare una prima sommaria suddivisione morfologica tra la porzione settentrionale del Benaco (fino a Salò), caratterizzata dall'affioramento di rocce prevalentemente lapidee e la zona meridionale (a S di Salò), dove affiorano prevalentemente le rocce incoerenti dell'anfiteatro morenico gardesano.

Il settore settentrionale della zona in oggetto è a sua volta suddivisibile nelle seguenti aree litologicamente omogenee:

- 1) zona compresa tra Villa Ottaviani e Tremosine, dove affiorano varie formazioni calcaree liassiche;
- 2) territorio di Gargnano e Bogliaco, impostato su depositi morenici;
- 3) zona compresa tra Fasano e S. Giorgio, in cui il substrato è costituito prevalentemente dalla Scaglia Rossa;
- 4) area compresa tra Fasano e Salò, impostata su rocce incoerenti dell'apparato morenico.

Il settore meridionale del Garda, caratterizzato prevalentemente dall'affioramento di litotipi connessi all'apparato morenico gardesano, è localmente interessato da tratti in cui affiorano le rocce del substrato lapideo pre-quaternario; ciò si verifica presso la penisola di S. Fermo, l'Isola del Garda, Pta Belvedere-Isola S. Biagio, nella zona di Manerba, tra il Porto di Moniga e Pta S. Sivino ed infine a Sirmione.

(1) La media annua del livello del lago per il periodo compreso tra il 1952 ed il 1976 è stata, a Salò, circa 0,93 m sopra lo zero idrometrico, posto a quota 64,88 m s.l.m. (CRUCIANI FOFFA & FOFFA MAZZOLA, 1977).

(*) Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia.

(**) Il lavoro è stato eseguito nell'ambito dei programmi dell'Unità di Ricerca 1.4 del G.N.D.T. (Gruppo Naz. Difesa dai Terremoti, Sub-unità di Modena, resp. PANIZZA M.) e del Gruppo di Ricerca sulla Morfotettonica (M.P.I., ricerca 034, «Morphoneotectonics of the Italian chains», Unità di Pavia, resp. VERGESI P. L.). Ringrazio il prof. PANIZZA M. per la lettura critica del manoscritto e per i proficui suggerimenti, nonché il prof. VERGESI P. L. per gli utili consigli.

Ad eccezione di quest'ultima località, dove affiorano la Scaglia cretacea e depositi conglomeratici « pontici », le altre zone sono tutte caratterizzate dalla presenza di litotipi della Formazione di Manerba di età compresa tra il Miocene inf. e l'Oligocene (COZZAGLIO, 1933; VENZO, 1957; CARRARO & *alii*, 1969; BONI & *alii*, 1972).

Dal punto di vista tettonico il margine bresciano della depressione gardesana, come noto, è caratterizzato da una complessa struttura geologica (fronte di sovrascorrimento della Dolomia Principale, pieghe con assi diretti NE-SW, sistema del M. S. Bartolomeo, ecc.) variamente interessata da disturbi tettonici tra i quali si ritiene utile citare (fig. 1, b):

a) La dislocazione posta all'interno della conca lacustre e riferibile alla Linea Ballino-Garda (CASSINIS & CASTELLARIN, in CASTELLARIN, 1981). È segnalata anche da SEMENZA (1974), SAURO (1979), PANIZZA & *alii* (1981), ZANFERRARI & *alii* (1982). Secondo BINI & *alii* (1978) e FINCKH (1978) è sismicamente attiva.

b) La faglia della riviera lacustre, almeno in parte coincidente con la precedente (nella zona centro settentrionale del lago) che, passando per il Golfo di Salò, si collegherebbe, secondo alcuni AA., con la faglia del margine prealpino (COZZAGLIO, 1902, 1932, 1933; CITA, 1951; CADET, 1965; CHARDON, 1975; BINI & *alii*, 1978; CASSINIS e altri in CASTELLARIN, 1981; PIERI & GROPPI, 1981; BONI & PELOSO, 1982).

c) Il sistema di faglie inverse a direzione NE-SW (« sistema gardesano »; COZZAGLIO, 1899, 1902; CASSINIS e altri in CASTELLARIN, 1981; PIERI & GROPPI, 1981) che regolano la struttura della costa a S di Salò e che sarebbero state attive nel Pleistocene secondo BONI & PELOSO (1982).

d) La faglia Sirmione-Garda, subverticale, diretta NE-SW, che ha determinato il sollevamento del lato occidentale (COZZAGLIO, 1902, 1933; CARARRO & *alii*, 1970; SAURO, 1979; CASSINIS e altri, in CASTELLARIN, 1981; PANIZZA & *alii*, 1981); è caratterizzata da manifestazioni termali; è stata attiva nel Pleistocene secondo BONI & PELOSO (1982) e ZANFERRARI & *alii* (1982).

e) Il sistema di faglie subverticali del M. S. Bartolomeo, aventi direzione NW-SE, che dislocano terreni pliocenici (COZZAGLIO, 1933; VENZO, 1934, 1957; CADET, 1965; CARARRO & *alii*, 1970; BONI & *alii*, 1972; CHARDON, 1975; CASSINIS e altri, in CASTELLARIN, 1981; BONI & PELOSO, 1982).

3. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELLE COSTE ATTUALI

La linea di costa attuale risulta profondamente antropizzata per vasti tratti, soprattutto in prossimità delle aree in cui non sono presenti rocce lapidee. Si è ritenuto pertanto opportuno porre in evidenza gli elementi dell'Unità Morfologica modellata dal lago attuale, unicamente nelle aree caratterizzate dall'affioramento di rocce coerenti:

a) *Falesie*: sono relativamente frequenti e si raccordano generalmente a piattaforme di abrasione, sulle quali

si possono rinvenire spiagge più o meno sviluppate. Le principali sono presenti a Sirmione, Manerba, Isola del Garda-S. Fermo e nell'alto lago.

La falesia di Sirmione si sviluppa sulla costa nord-orientale della penisola, nei pressi della villa romana, dove raggiunge un'altezza di 15-20 m; recentemente sono state messe in opera strutture murarie che ne contrastano l'arretramento, al fine di preservare il substrato roccioso (Scaglia Rossa) su cui fu eretta la villa. Quella di Manerba è ubicata tra Porto Dusano ed il versante N della Rocca ed è attiva a tratti; la massima estensione verticale è di circa 90 m; è costituita da litotipi della Formazione di Manerba.

Le ripe di erosione dell'Isola del Garda (versante N) e di S. Fermo raggiungono rispettivamente un dislivello massimo di 20 e di 30 m circa ed hanno la stessa composizione litologica della precedente.

Infine, nell'alto lago, dove la costa è prevalentemente subverticale (con balze ripide che continuano anche al di sotto della superficie lacustre) sono presenti vasti tratti di ripe di erosione ancor oggi attive.

Le falesie dell'alto Garda sono spesso caratterizzate dalla presenza di solchi di battente in evoluzione e di « lapiéz lacustri » (soprattutto superfici alveolari al di sopra della linea di costa; PERNA & SAURO, 1978). In questa zona la morfologia costiera è fortemente condizionata dalle strutture tettoniche presenti.

b) *Piattaforma di abrasione*. Nella zona di Sirmione, ove è scolpita in Scaglia Rossa corona tutta la porzione settentrionale della penisola; raggiunge e, a luoghi, supera i cento metri di estensione. Altre piattaforme sono presenti anche nelle aree comprese tra Moniga e S. Sivino (qui estesa per 10-15 m e scolpita nei litotipi della Formazione di Manerba), tra Porto Dusano e Isola S. Biagio (raggiunge un massimo di circa 50 m; Formazione di Manerba), tra il Camping « Fornella » e S. Fermo-Isola del Garda (alcune decine di metri; Formazione di Manerba), a Nord di Toscolano Maderno (massimo alcune decine di m; Scaglia Rossa) e per pochi metri di profondità in alcune zone dell'alto Garda ove è scolpita nei calcari selciferi liassici.

Su di essa sono impostate vaschette di corrosione, a luoghi allineate lungo i giunti di stratificazione o lungo fratture; talune sono assimilabili a marmitte perché contengono ciottoli arrotondati; sono generalmente associate a solchi che delimitano creste arrotondate (PERNA & SAURO, 1978); la disposizione e la concentrazione di queste forme dipende dalla struttura del substrato.

Sulla piattaforma di abrasione attuale sono inoltre presenti lenti di ghiaie appiattite che localmente possono concentrarsi lungo la linea di battigia. È interessante notare che nei pressi della villa romana di Sirmione, ciottoli di travertino provenienti dalle strutture della villa, nonché laterizi romani, sono stati arrotondati ed abrasati dall'azione delle onde.

c) *Solco di battente ed altre forme di erosione*. Il solco di battente attuale si evolve quasi ovunque lungo le coste rocciose. La presenza, lo sviluppo planimetrico, nonché la profondità del solco e la sua altezza sono condizionati dalla litologia, dalla giacitura degli strati e dal-

l'entità del moto ondoso (a sua volta funzione dell'esposizione della costa ai venti ed alle correnti dominanti). La profondità varia da un minimo di alcuni decimetri ad un massimo di oltre due m (ad es. in prossimità del km 89 della Gardesana Occidentale); l'altezza è generalmente compresa tra alcuni decimetri ed 1-1,5 m.

Sui calcari liassici dell'alto Garda il solco è più evidente e meglio caratterizzato, ma si evolve anche a spese delle biocalcareni e dei calcari della Formazione di Manerba. Scarse evidenze morfologiche possiede il solco modellato nella Scaglia Rossa date le caratteristiche meccaniche di questa formazione. Lo stesso vale anche per i « *lapiéz lacustri* » (PERNA & SAURO, 1978).

Nella zona di Tignale sono presenti allineamenti di « grotticelle di erosione »; a N di Punta Forbisicla è osservabile un « ponte naturale » sviluppato per pochi metri.

4. UNITÀ MORFOLOGICHE CONNESSE A PALEO-LIVELLI LACUSTRI

COZZAGLIO (1914; 1933) segnalò la presenza di un bacino lacustre riferibile all'interglaciale Riss-Würm, che avrebbe raggiunto una quota di trenta metri superiore a quella del lago attuale; un altro livello, sempre ritenuto interglaciale, fu individuato tra Maguzzano e Rivoltella circa dieci metri sopra l'altezza attuale. Lo stesso A. indicò anche un abbassamento di circa 4 metri che avrebbe interessato il Benaco in epoca postglaciale; a riprova di quanto affermato descrisse la morfologia dell'Isola S. Biagio, « livellata dalle onde ».

VENZO (1957; 1965) ed ancora lo stesso A. in CARRARO & *alii* (1969), oltre a riprendere quanto già individuato da COZZAGLIO, correlò i paleolivelli evidenziati ai corrispondenti terrazzi fluviali del Mincio e segnalò argille lacustri tra Peschiera e Sirmione, che testimonierebbero... « la prima fase lacustre del Garda post-würmiano ».

In alcuni tratti paleo-livelli del Lago di Garda sono evidenziati da vere e proprie unità morfologiche ben articolate, le caratteristiche delle quali sono paragonabili a quelle delle coste attuali, sia qualitativamente, sia quantitativamente.

A tali unità sono localmente associati (e talvolta indirettamente correlabili) livelli ghiaiosi aventi caratteristiche litologiche e morfometriche che trovano precise corrispondenze con le equivalenti ghiaie lacustri attuali.

Di seguito sono descritte le singole unità morfologiche individuate, alle quali, per comodità di trattazione, sono correlate varie evidenze sia morfologiche, sia sedimentologiche osservabili isolatamente:

4.1. UNITÀ MORFOLOGICA DI PORTO DI MONIGA-S. SILVINO.

È stata individuata solo in questo tratto di costa. Si tratta di una piattaforma di abrasione modellata nei litotipi della Formazione di Manerba, sopraelevata mediamente di circa 70 cm/1 m rispetto al livello medio del lago; ha una larghezza di 3-4 m ed è osservabile per alcune centinaia di metri lungo la costa; inferiormente è

delimitata dalla piattaforma attuale (qui estesa per 15-20 m); superiormente si raccorda ad una blanda ripa di erosione (fig. 2, 1); al di sopra si notano frequenti vaschette di corrosione (aventi dimensioni di 20/70 cm), a luoghi allineate lungo i giunti di stratificazione e talvolta contenenti ciottoli arrotondati. Ad essa è probabilmente correlabile un solco di battente individuato sul versante N della scogliera di loc. Sasso di Manerba.

4.2. UNITÀ MORFOLOGICA DI P.TA BELVEDERE-ISOLA S. BIAGIO.

È variamente caratterizzata dal punto di vista morfologico; ad essa sono correlabili alcuni livelli di ghiaie appiattite a luoghi addossati a paleofalesie e localmente direttamente ubicati sulla paleo-piattaforma di abrasione. Sui tratti di costa rocciosa del Basso Garda è mediamente sopraelevata di 3-3,5 m sul livello medio del lago attuale. È stata individuata a:

a) *Sirmione*: nella porzione settentrionale della penisola è testimoniata da alcune insenature raccordabili ad una paleofalesia estesa verticalmente per una decina di m circa. Nella zona a SE di « Villa Cortine » affiora un livello di ghiaie dello spessore medio di circa 50 cm, raccordabile all'unità morfologica in esame. La base è posta a 3,30 m circa sul livello medio del lago attuale (fig. 2, 2). I ciottoli, molto appiattiti e prevalentemente a contatto, sono embricati e presentano l'asse di allungamento spesso subparallelo alla linea di riva. Il diametro massimo dei ciottoli è di 15 cm; quello prevalente inferiore a 5 cm; la matrice è limoso-sabbiosa; a tetto è presente un suolo grigio bruno (10 YR 3/2)⁽²⁾ evolutosi su limi sabbiosi. Il substrato è costituito da conglomerati poligenici attribuiti al « Pontico » da COZZAGLIO (1933) e VENZO (1965); alla base delle ghiaie tali conglomerati sono rimaneggiati per 10-20 cm, presentando anche i clasti a tetto degli stessi una struttura embricata. Date le caratteristiche stratigrafiche, morfometriche (par. 5) e sedimentologiche dell'orizzonte in oggetto, si deduce che queste ghiaie sono di origine lacustre e rappresentano una paleospiaggia trasgressiva sui conglomerati « pontici ».

b) *Zona di Moniga del Garda* (tra il Porto e P.ta S. Sivino): sono presenti alcuni lembi di una presunta piattaforma di abrasione che si raccorda ad una paleofalesia alta circa 10 m, alla base della quale si notano microforme di corrosione che potrebbero essere in relazione ad un paleolivello lacustre (è ubicata al di sopra dell'Unità Morfologica di Porto Moniga - S. Sivino) (fig. 2, 1).

c) *Zona di Manerba* (tra il Porto di Dusano ed il versante settentrionale della rocca di Manerba): il substrato è rappresentato da un'estesa placca di calcareniti e calcari della Formazione di Manerba (BONI & *alii*, 1972) che si ergono a picco sul lago per un'estensione lineare di circa 2 km, con un dislivello massimo di 90 m circa, costituendo un'ampia paleofalesia, a tratti ancora attiva, localmente aggettante rispetto alla riva del lago (figg. 2, 3; 2, 4; 2, 5; 2, 6; 3). Gli strati sono varia-

(2) I valori sono riferiti alle Munsell Soil Color Charts.

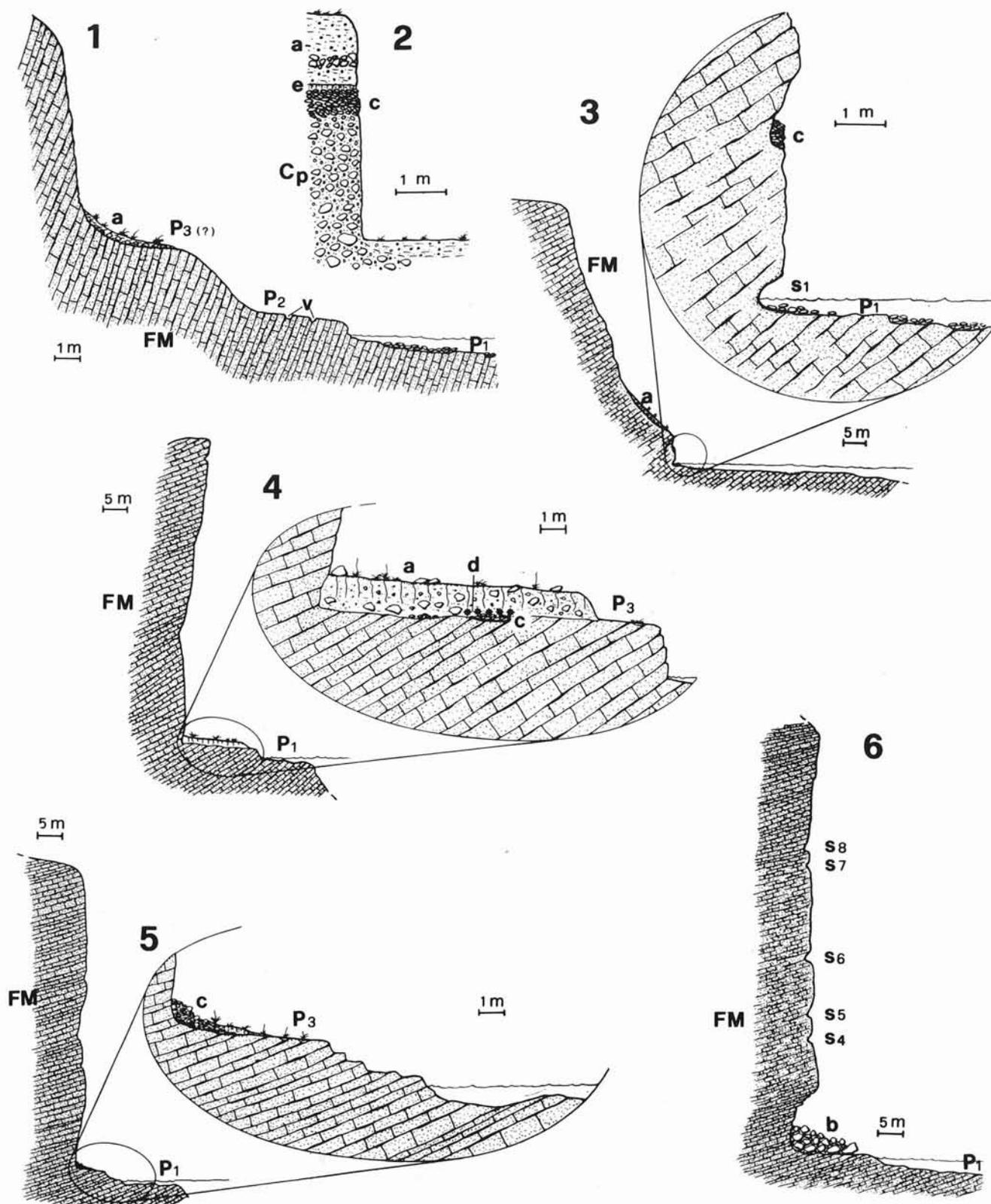


FIG. 2 - Sezioni geologiche: 1) Moniga - S. Sivino; 2) Sirmione, zona a SE di « Villa Cortine »; 3) Manerba, loc. S. Giorgio; 4, 5 e 6) Manerba, loc. Sasso (profili Sasso 1, 2 e 3). - a) depositi colluviali e detritici; b) frana di crollo; c) ghiaie lacustri oloceniche (poste a quote comprese tra 3 e 3,8 m sul livello del lago attuale); d) orizzonte archeologico del Neolitico inf.; e) lembi di suolo grigio-bruno. - P1) Piattaforma di abrasione attuale; P2) paleo-piattaforma di abrasione (unità morfologica di « Porto di Moniga - S. Sivino »); P3) paleo-piattaforma di abrasione (unità morfologica di « Punta Belvedere - Isola S. Biagio »); S1) solco di battente attuale; S4/S8) presunti paleo-solchi di battente (Olocene ? - Tardiglaciale); v) Vaschette di corrosione. - Cp) Conglomerati « pontici »; FM) calcari, calcareniti e arenarie della Formazione di Manerba (Miocene inf. - Oligocene).

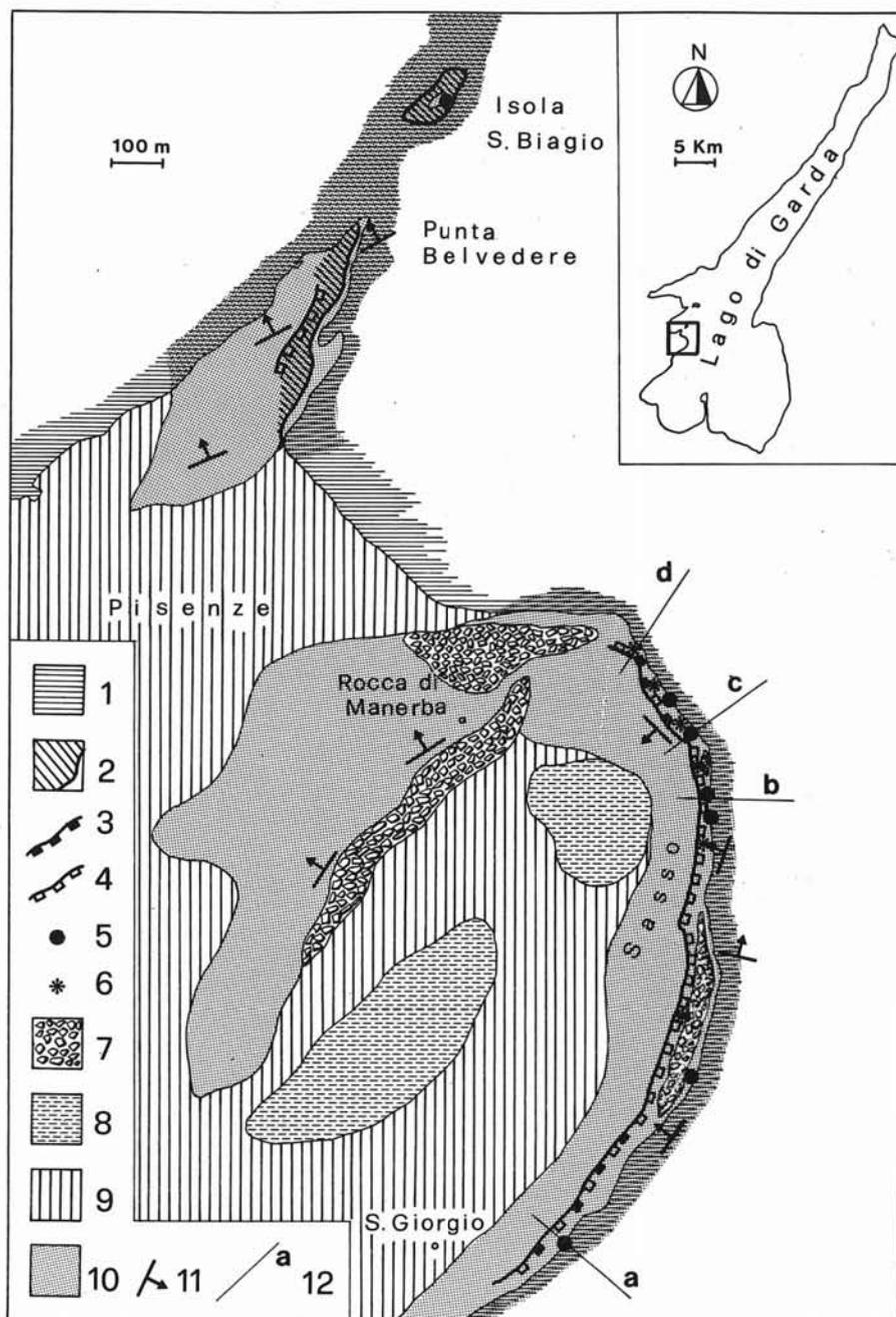


FIG. 3 - Schizzo geomorfologico della zona di Manerba del Garda: 1) piattaforma di abrasione attuale; 2) paleo-piattaforma di abrasione sopraelevata di 2-3,5 m rispetto al livello medio del lago attuale (Unità Morfologica di Punta Belvedere-Isola S. Biagio; Olocene); 3) falesia (attuale); 4) paleo-falesia; 5) ghiaie sopraelevate di 3-3,8 m rispetto al livello medio del lago attuale (localmente ubicate al di sopra dell'Unità Morfologica di Punta-Belvedere-Isola S. Biagio); 6) presunti paleosolchi di battente sopraelevati di 23-60 m sul livello del lago attuale (Olocene? - Tardi-glaciale); 7) coni e falde di detrito; 8) terreni palustri (Olocene); 9) morene e depositi fluvio-glaciali (Pleistocene sup. - medio); 10) Formazione di Manerba (Miocene inf. - Oligocene); 11) giacitura degli strati; 12) traccia di sezione geologica (vedi fig. 2).

mente immergenti (generalmente verso NW). L'area è interessata da due principali sistemi di fratturazione (subverticali): il primo è diretto circa NS; il secondo WNW-ESE. Una paleopiattaforma di abrasione profonda oltre 12 m affiora a tratti ed è localmente individuabile al di sotto delle falde di detrito variamente cementato che sono presenti ai piedi della parete rocciosa. Nella porzione settentrionale si raccorda a « grotticelle di erosione » e localmente anche a possibili solchi di battente. Si rinviene a quote comprese tra 2 e 3,5 m sul livello del lago attuale. Al di sopra di tale piattaforma, localmente addossati alla ripa di erosione, sono stati individuati livelli di varia potenza la base dei quali è posta a 3 m

circa sul livello medio del lago; sono costituiti da ghiaie ben arrotondate, monogeniche, variamente miste a detrito della medesima litologia (Formazione di Manerba); i ciottoli sono prevalentemente a contatto e, a tratti, presentano incrostazioni calcaree che possono costituire un vero e proprio cemento; la matrice, sabbiosa, è scarsa, mentre i vuoti sono frequenti; lo spessore massimo dei clasti può raggiungere la dimensione dei blocchi, ma è prevalentemente compreso tra 4 e 8 cm. Sulla base della giacitura, della litologia e delle caratteristiche morfometriche (par. 5) si deduce che questi livelli possono essere riferiti a paleospiege o, comunque, a ghiaie lacustri evolutesi al di sopra della piattaforma di abrasione sopra-

descritta. A tratti sono presenti blocchi sub-arrotondati/sub-angolari precipitati dalla parete rocciosa ed intercalati nelle ghiaie. È importante rilevare che un orizzonte ghiaioso tra quelli in oggetto, individuato nei pressi del profilo Sasso 2 (fig. 2, 4) è sottoposto ad un livello archeologico contenente manufatti litici di tradizione mesolitica e cocci riferibili al Neolitico inf. (5° millennio a. C.; BARFIELD, 1978; 1981; BIAGI, 1979; 1981).

d) *Pta Belvedere - Isola S. Biagio*: si tratta delle località ove è meglio caratterizzata l'unità morfologica in questione (fig. 3). Il bedrock è costituito dai litotipi della Formazione di Manerba; gli strati immergono verso NW con un'inclinazione di 25-45°; in questa zona sono presenti due sistemi di fratturazione, uno diretto circa NE-SW e l'altro WNW-ESE. Nei pressi della riva e sulla superficie rocciosa affiorano massi erratici di varia natura e dimensione. L'Isola S. Biagio, che ha una forma allungata in senso NE-SW, è caratterizzata da una piattaforma di abrasione sita a quota 68-69 m s.l.m., al centro della quale si erge un dosso alto 4-5 m, esteso per 40-50 m e allungato parallelamente all'asse morfologico dell'isola. Alla base di tale dosso, sul versante orientale, sono presenti ghiaie appiattite e cementate di origine lacustre miste a detrito (COZZAGLIO, 1933). La penisola di Pta Belvedere, anch'essa allungata in senso NE-SW, presenta una piattaforma di abrasione correlabile a quella dell'Isola S. Biagio, che si raccorda ad una ripa d'erosione sviluppata per 5-6 m.

e) *Camping Fornella-S. Fermo*: la roccia affiorante è costituita dai litotipi della Formazione di Manerba aventi varia giacitura; localmente sono ad essi sovrapposti esigui lembi morenici, falde di detrito poco estese e coltri colluviali di varia potenza. In questa zona è presente una piattaforma di abrasione sopraelevata di 2-3 m sul livello medio del lago, estesa per alcune decine di metri. Si sviluppa dal Camping Fornella fino alla estrema punta di S. Fermo; altri lembi sono evidenziabili a NW della stessa località. In località Casone a tale piattaforma è sovrapposto un livello di ghiaie di circa 50 cm di potenza (fig. 4, 1). I ciottoli, a contatto tra loro, sono ben appiattiti, embricati, immergenti verso il lago e con asse di allungamento parallelo alla linea di costa; presentano un diametro massimo di 10 cm ma prevalentemente compreso tra 16 e 32 mm (90 %); la matrice, sabbiosolima, è scarsa. Un suolo grigio bruno (10 YR 3/2) impostato su limi sabbiosi è sovrapposto all'orizzonte in oggetto.

All'unità morfologica fin qui descritta nelle località di affioramento del basso lago, sono raccordabili alcune evidenze morfologiche e sedimentologiche individuate nell'alto Garda tra le quali citiamo:

f) *Zona di Toscolano S. Giorgio* (nei pressi del km 81 della Gardesana Occidentale): si tratta di una ripa di erosione modellata in Scaglia Rossa con strati immergenti verso NW ed inclinati di circa 20°. La roccia è interessata da litoclasti e faglie variamente orientate. Alla ripa in questione è addossato un livello di ghiaie della potenza di 80 cm circa, la base del quale è sopraelevata di circa 4 m rispetto al livello medio del lago attuale (fig. 4, 2). Si tratta di ghiaie arrotondate ed ap-

piattite, variamente cementate, con ciottoli aventi dimensioni massime di 10 cm circa; il diametro prevalente è compreso tra 16 e 32 mm (70 %); la matrice è limoso-sabbiosa; i clasti sono a contatto e risultano embricati. A queste ghiaie sono sovrapposti detriti di falda in Scaglia Rossa che a tratti sono ad esse frammisti e che localmente raggiungono le dimensioni dei blocchi.

g) *Zona a N del Porto di Tremosine* (nei pressi del km 97 della Gardesana Occidentale): il substrato è costituito da calcari liassici con strati immergenti verso NNW, inclinati di circa 20°. Sono presenti due sistemi di fratturazione diretti rispettivamente circa NE-SW e

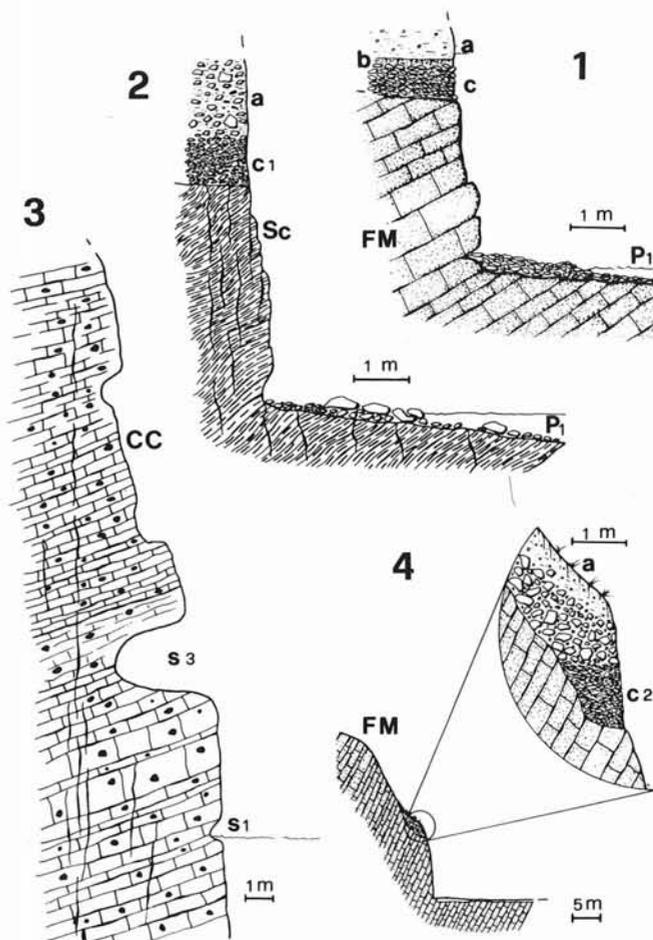


FIG. 4 - Sezioni geologiche: 1) S. Fermo, loc. Casone; 2) Toscolano, loc. S. Giorgio; 3) Zona a N del Porto di Tremosine; 4) Porto Dusano (Manerba). - a) Depositi colluviali e detritici; b) lembi di suolo grigio bruno; c) ghiaie lacustri oloceniche poste a quote comprese tra 3 e 3,6 m sul livello medio del lago attuale (Unità Morfologica di Punta Belvedere - Isola S. Biagio); c1) ghiaie lacustri oloceniche poste a quote comprese tra 3,9 e 4,7 m sul livello medio del lago attuale (Unità Morfologica di Punta Belvedere - Isola S. Biagio); c2) ghiaie lacustri poste circa a quota 80 m s.l.m. (+ 15 m circa rispetto al livello del lago attuale; Unità Morfologica di Porto Dusano, Olocene); P1) piattaforma di abrasione attuale; S1) solco di battente attuale; S3) paleo-solco di battente, sopraelevato di 5 m circa rispetto al livello medio del lago attuale (Unità Morfologica di Punta Belvedere - Isola S. Biagio; Olocene). - FM) Calcari, calcareniti e arenarie della Formazione di Manerba (Miocene inf.-Oligocene); Sc) Scaglia Rossa (Eocene inf.-Cenomaniano); CC) Calcari di Campione (Lias medio-inf.).

NW-SE. Da notare che la costa in questa zona è costituita da balze rocciose subverticali che continuano anche sotto la superficie del lago. L'evidenza morfologica qui rilevata è costituita da un solco di battente profondo oltre due metri ed alto circa 2,4 m (fig. 4, 3). Lo spigolo inferiore (base del solco) è sopraelevato di circa 5 m rispetto al livello medio del lago attuale. Tale solco si impostò presumibilmente su una superficie strutturale (giunto di stratificazione); la volta si è poi evoluta a spese di uno strato di circa 1,5 m di potenza.

4.3. UNITÀ MORFOLOGICA DI PORTO DUSANO.

Nei pressi del Porto di Dusano sono stati individuati livelli di ghiaie lacustri che si trovano alla quota di circa 80-82 m s.l.m. (circa 15 m sul livello medio del lago attuale), addossati alla parete rocciosa sub-verticale (fig. 4, 4). In base alle caratteristiche litologiche, stratigrafiche e sedimentologiche si può affermare che tali ghiaie rappresentano una paleospiazzia relitta; di conseguenza la parete rocciosa alla quale sono addossate costituirebbe una paleo-ripa di erosione che doveva innalzarsi per circa 12 m sul livello dell'antico lago.

Il substrato è costituito da litotipi della Formazione di Manerba con strati immergenti verso NW-NNW aventi un'inclinazione di 40-60°. Le ghiaie individuate hanno uno spessore massimo di 1,2 m, sono debolmente cementate e localmente frammiste a detrito di falda, che a tetto è variamente sviluppato. Si riconoscono alcune lenti a diversa granulometria. I ciottoli sono frequentemente disposti con l'asse maggiore parallelo alla parete rocciosa.

Il diametro massimo dei ciottoli è di 20 cm; quello medio è compreso tra 32 e 64 mm nei livelli più grossolani; in quelli granulometricamente più fini (della potenza di circa 10 cm) i ciottoli sono caratterizzati da un diametro massimo di 10 cm e medio compreso tra 1 e 2 cm. I vuoti sono frequenti e la matrice, scarsa, è costituita prevalentemente da ghiaietto sabbioso. A questa unità morfologica potrebbero essere correlate le ghiaie segnalate da COZZAGLIO (1933) e da VENZO (1957; 1965) presso Maguzzano, circa 10 m al di sopra del livello del lago attuale.

4.4. ULTERIORI EVIDENZE MORFOLOGICHE.

Nella zona di Manerba è stata individuata una serie di presunti solchi di battente che si rinvennero a tratti lungo la falesia di loc. Sasso, ma che sono maggiormente evidenti e sviluppati nell'area a Settentrione della Rocca di Manerba. Si tratta di una serie di 5 solchi variamente evidenziati dalle loro caratteristiche morfologiche, che si trovano a quote comprese tra 88 e 126-127 m s.l.m. (circa tra 23 e 60 m sul livello medio del lago; fig. 2, 6).

5. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E SEDI-MENTOLOGICHE DELLE PALEOSPIAGGE E DELLE SPIAGGE ATTUALI

Dai livelli ghiaiosi sospesi individuati sono stati raccolti campioni rappresentativi di cento ciottoli aventi dimensioni maggiori di 16 mm, sui quali sono state eseguite determinazioni litologiche ed alcune analisi mor-

fometriche (diametro medio, indice di appiattimento di Cailleux e indice di sfericità di Folk).

Le medesime analisi sono state eseguite anche su ghiaie campionate lungo la berma ordinaria e/o sulla piattaforma di abrasione della costa attuale, in zone non interessate da rimaneggiamenti antropici. Dove possibile si è cercato di campionare le ghiaie attuali in corrispondenza alle aree di affioramento dei livelli ghiaiosi suddetti.

Dal punto di vista litologico si può notare che, in generale, la composizione delle spiagge, sia attuali, sia antiche, riflette sostanzialmente la composizione del substrato (fig. 5): infatti, le spiagge attuali e le paleospiazze individuate in loc. Sasso sono composte esclusivamente da litotipi della Formazione di Manerba (che costituiscono il substrato sul quale sono ubicate); inoltre le spiagge attuali dell'Isola S. Biagio, di Sirmione, di Porto Dusano, di loc. Casone e di Toscolano-S. Giorgio, sono composte in netta prevalenza dai litotipi dei rispettivi substrati; la stessa tendenza è stata individuata anche nei livelli ghiaiosi sospesi evidenziati a Sirmione ed a Porto Dusano. Esistono quindi chiare affinità nella composizione litologica tra le ghiaie lacustri attuali e le paleospiazze individuate sia in loc. Sasso, sia a Sirmione, sia a Porto Dusano.

Altrove (in loc. Casone e Toscolano-S. Giorgio), si notano alcune variazioni nelle percentuali dei litotipi che costituiscono le ghiaie attuali e quelle sospese (figg. 5, 7; 5, 8): in entrambi i casi le ghiaie attuali sono caratterizzate da una più elevata percentuale di rocce dei rispettivi substrati, mentre le ghiaie più antiche presentano un maggior assortimento litologico.

Le spiagge attuali campionate in loc. Punta Corno ed a Pisenze di Manerba del Garda, non essendo ubicate in zone estremamente prossime ad un substrato roccioso che ne condizioni la tendenza alla monogenicità, sono variamente assortite (figg. 5, 5; 5, 6).

L'indice di appiattimento (I_p ; CAILLEUX & TRICART, 1963) è strettamente in relazione alla litologia, raggiungendo i valori massimi nelle ghiaie attuali di Sirmione e di Toscolano-S. Giorgio, costituite in netta prevalenza da ciottoli di Scaglia; i valori minimi sono presenti nelle ghiaie composte prevalentemente da litotipi della Formazione di Manerba (fig. 5).

I valori medi dell'indice di appiattimento (I_p) dei ciottoli delle spiagge sopraelevate sono generalmente maggiori di 2,1 (come noto, questi valori, secondo CAILLEUX & TRICART, 1963, caratterizzerebbero prevalentemente i ciottoli di spiaggia). In considerazione di ciò e, soprattutto, delle precise corrispondenze esistenti, per quanto concerne l'indice di appiattimento, tra le ghiaie lacustri attuali ed i livelli ghiaiosi sopraelevati, è possibile assimilare questi ultimi a paleospiazze, anche in base alle caratteristiche sedimentologiche, oltre a quelle litologiche, stratigrafiche e morfologiche, precedentemente descritte.

Le stesse conclusioni sono suggerite anche dai valori medi dell'indice di sfericità di Folk e dallo scarto quadratico dello stesso parametro (CARRARA, 1981).

Il minimo assoluto del valore medio dell' I_p (= 2,1) è stato individuato nelle ghiaie poste sulla piattaforma

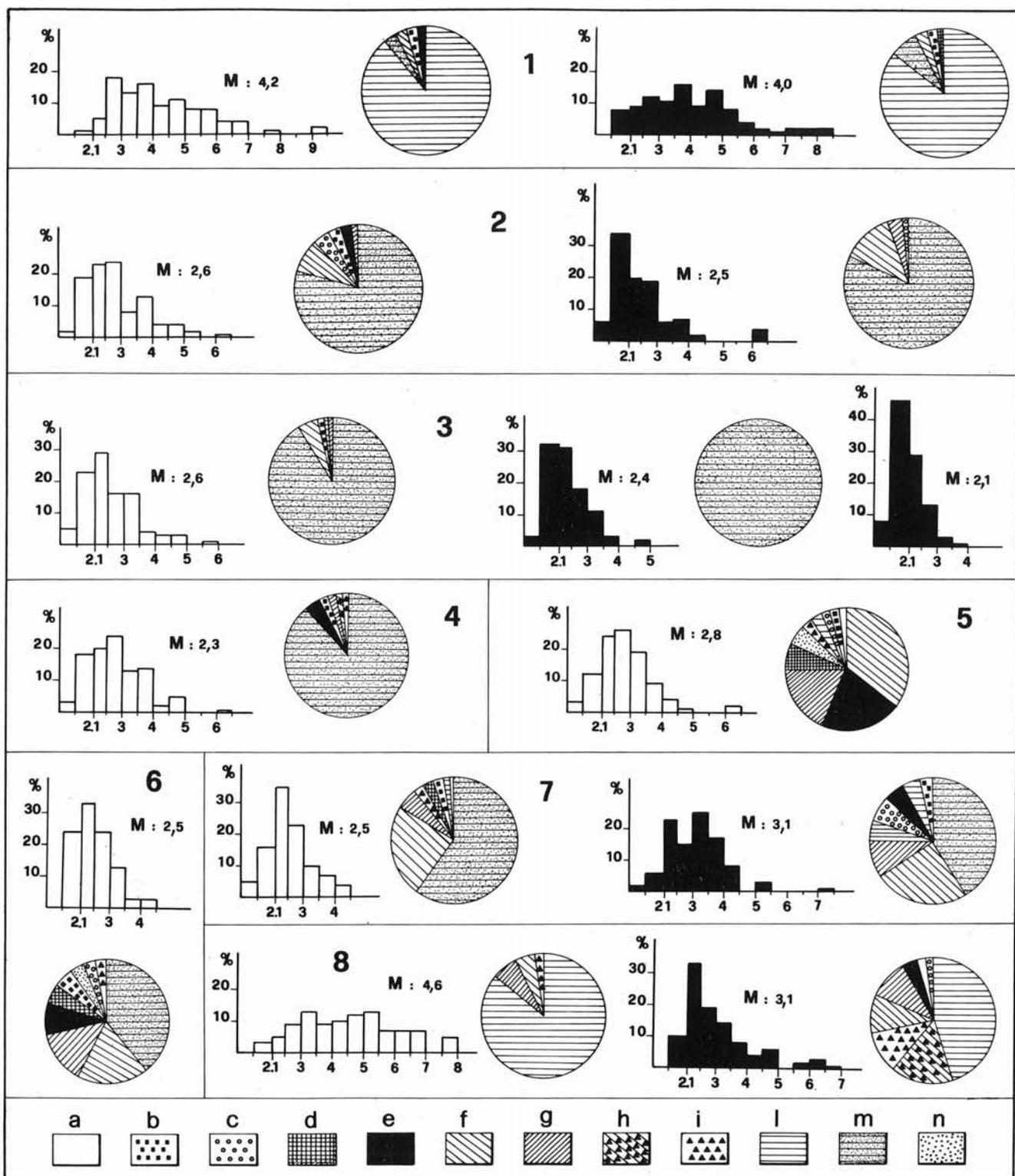


FIG. 5 - Istogrammi e diagrammi circolari relativi, rispettivamente, all'indice di appiattimento di Cailleux ed alla composizione litologica delle ghiaie lacustri campionate. Gli istogrammi in nero sono riferiti alle paleospiege; gli altri alle spiagge attuali; 1) Sirmione; 2) Dusano; 3) Manerba, loc. Sasso; 4) Isola S. Biagio; 5) Punta Corno; 6) Manerba, loc. Pisenze; 7) S. Fermo, loc. Casone; 8) Toscolano, loc. S. Giorgio. - Composizione litologica: a) rocce intrusive; b) rioliti; c) rocce metamorfiche; d) dolomie; e) calcari bituminosi; f) calcari grigi e nocciola (Medolo, Concesio, Calcare di Zu, ecc.); g) calcari chiari (Corna, Maiolica, ecc.); h) calcari con selce (Medolo, Maiolica, Calcare di Campione, ecc.); i) selci e radiolariti; l) Scaglia; m) calcari, calcareniti e arenarie della Formazione di Manerba; n) arenarie s.l.

di abrasione nei pressi del profilo Sasso 3 (fig. 6); ciò è in relazione alla presenza di detrito proveniente dalla ripa di erosione retrostante e come già specificato, alla litologia; anche in questo caso non sembrerebbe in discussione l'attribuzione di tali ghiaie ad una paleospiegia, sulla base della loro posizione stratigrafica, della morfologia, di considerazioni sedimentologiche (elevato arrotondamento della maggioranza dei ciottoli) e litologiche (monogenicità delle ghiaie).

Si noti infine che le maggiori discrepanze nell'andamento dei parametri sedimentologici delle ghiaie lacustri attuali e delle paleospiege, sono in relazione a variazioni della composizione litologica (ad es. Toscolano-S. Giorgio e loc. Casone; figg. 5, 6).

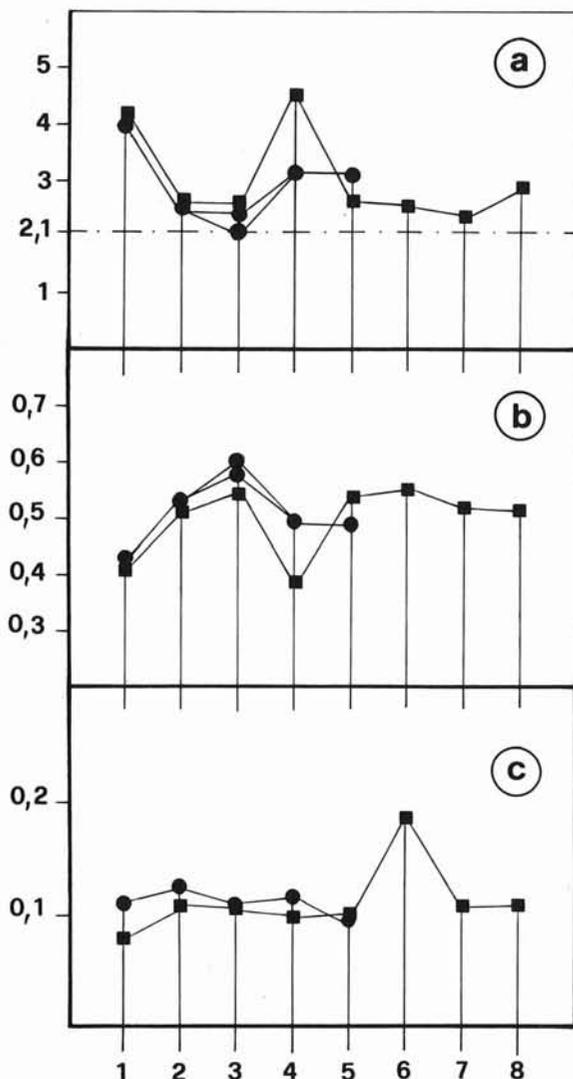


Fig. 6 - Medie dell'indice di appiattimento di Cailleux *a*) e dell'indice di sfericità di Folk, *b*) delle ghiaie campionate; *c*) scarto quadratico dell'indice di sfericità di Folk. I pallini indicano i valori misurati sui ciottoli delle paleospiege, mentre i quadrati quelli sui ciottoli delle spiagge attuali; 1) Sirmione; 2) Porto Dusano; 3) Manerba, loc. Sasso; 4) Toscolano, loc. S. Giorgio; 5) S. Fermo, loc. Casone; 6) Manerba, loc. Pisenze; 7) Isola S. Biagio; 8) Punta Corno.

6. CONCLUSIONI

Lungo la sponda occidentale del Lago di Garda sono testimoniate evidenze morfologiche (paleo-falesie, piattaforme di abrasione, solchi di battente) e sedimentologiche (paleo-spieghe) variamente sopraelevate rispetto al livello medio del lago attuale, che a luoghi delineano vere e proprie unità morfologiche.

Le evidenze individuate sono paragonabili sia qualitativamente, sia quantitativamente alle corrispondenti « forme » connesse alla evoluzione delle coste attuali.

In sintesi le linee di riva relitte sono rappresentate da:

a) un livello inferiore testimoniato dall'Unità Morfologica di Porto di Moniga - S. Sivino (fig. 2, 1) sopraelevato di circa 70 cm/1 m rispetto al livello medio del lago attuale;

b) un secondo livello evidente a tratti lungo tutta la sponda bresciana, variamente sopraelevato (da 3-3,5 ad oltre 5 m), rappresentato dall'Unità Morfologica di Pta Belvedere - Isola S. Biagio e dalle evidenze morfologiche e sedimentologiche ad essa raccordabili (figg. 2, 3, 4);

c) una paleo-spiegata sopraelevata di circa 15 m rispetto al lago attuale e addossata ad un'antica ripa di erosione (Unità Morfologica di Porto Dusano; fig. 4, 4);

d) una serie di solchi di battente individuati nella zona di Manerba, posti a quote comprese tra 88 e 126 m circa s.l.m. (circa tra 23 e 60 m sul livello medio del lago).

Il livello descritto al punto *b*) è il più evidente ed il meglio documentato. È riferibile al post-glaciale, come già rilevato da COZZAGLIO (1933) e VENZO (1965; 1969). Ulteriori evidenze per una sua più precisa attribuzione cronologica sono fornite dall'individuazione, al di sopra di un livello di ghiaie poste sulla piattaforma di abrasione presente in loc. Sasso di Manerba del Garda, di uno strato antropizzato contenente manufatti litici di tradizione mesolitica e cocci del Neolitico inf. associati a resti di fauna ittica; è probabilmente riferibile ad un accampamento di pescatori (BARFIELD, 1978; 1983; BIAGI, 1979; 1981); tale orizzonte archeologico costituisce pertanto il termine *ante quem* si sviluppò la piattaforma di abrasione sulla quale è stato individuato.

In quell'epoca il paleo-Garda doveva essere delimitato da una quota all'incirca compresa tra 69 e 70 m s.l.m.; dal punto di vista paleogeografico ciò comporta che:

- la porzione settentrionale della penisola di Sirmione (da Pta Grotte al Castello) doveva essere isolata, poiché la parte meridionale della penisola stessa si trova prevalentemente al di sotto di quota 69;

- nella zona di Moniga - S. Sivino si trovava una falesia estesa verticalmente per circa 10 m che si doveva raccordare ad una piattaforma di abrasione, oggi poco estesa;

- nella zona tra Camping « Zocco » e Porto Dusano si sviluppavano alcune piccole insenature e piattaforme di abrasione che localmente potevano raccordarsi a ripe di erosione (es. Porto Dusano);

– la falesia di loc. Sasso di Manerba, ancor oggi a tratti attiva, era maggiormente estesa;

– l'attuale Isola S. Biagio era rappresentata da uno scoglio allungato per una cinquantina di metri circa, parallelamente all'attuale asse morfologico dell'Isola;

– la penisola di Pta Belvedere, meno pronunciata di ora, era delimitata da una ripa di erosione (più sviluppata al margine orientale) che si raccordava ad una piattaforma di abrasione;

– circa la stessa morfologia di Pta Belvedere presentavano la penisola di S. Fermo e la zona di Camping « Fornella ».

Pur non essendo state individuate in questa fase evidenze dirette, sulla base dello sviluppo planoaltimetrico del paleo-Benaco si può ritenere plausibile una maggiore estensione areale della superficie lacustre, di entità apprezzabile, nelle zone di: S. Maria di Lugana, Lido di Lonato, Pieve di Manerba (dove presumibilmente giungeva in prossimità della zona sulla quale oggi sorge la Pieve stessa) Baia del Vento, Salò, ecc.

Preme sottolineare che in alcune aree le evidenze connesse a questa paleo-linea di riva sono con tutta probabilità sottoposte alle alluvioni dei delta lacustri (es. Salò, Barbarano, ecc.) o a falde di detrito (es. alto lago) oppure a coltri colluviali (es. loc. S. Fermo, versante NW). Pertanto il riferimento alla quota 69 deve essere considerato puramente indicativo e la reale estensione del paleo-Garda individuato dal livello in oggetto deve essere valutata da luogo a luogo.

Nell'alto Garda la situazione paleogeografica non doveva essere sensibilmente diversa da quella attuale, in considerazione del fatto che le coste sono a prevalente sviluppo verticale.

La particolarità che caratterizza questa linea di riva è che essa si rinviene a quote comprese tra 3 e 3,8 m sul livello medio del lago attuale nella porzione meridionale del Benaco (a S di Salò, dove peraltro è meglio documentata) ed a quote comprese tra 4 ed oltre 5 m nella porzione settentrionale. Ciò testimonierebbe un innalzamento relativo, dell'entità di circa 1 m del settore a N di Salò rispetto a quello a S, che si sarebbe verificato in età olocenica.

Allo stato attuale non si possiedono dati diretti che permettano di porre in relazione questo sollevamento relativo con una ben definita dislocazione; anche sulla base di quanto affermato al paragrafo 2 si ritiene che sia connesso a movimenti differenziali di tipo areale tra due zone separate dalla Faglia della Riviera Gardesana (fig. 1, b; COZZAGLIO, 1902; 1931; 1933; CITA, 1951; CHARDON, 1975; BINI & alii, 1978; CASSINIS e altri in CASTELLARIN, 1981; PIERI & GROPPPI, 1981; BONI & PELOSO, 1982).

Il livello inferiore a quello sopra descritto, testimoniato dalla unità morfologica di « Porto di Moniga - S. Sivino » (fig. 2, 1), sopraelevato di circa 70 cm/1 m rispetto al livello medio del lago attuale, è posteriore alla formazione dell'unità morfologica di « Pta Belvedere - Isola S. Biagio ». Potrebbe rappresentare il livello lacustre all'incirca contemporaneo (o di poco posteriore) all'accampamento di pescatori neolitici individuato in loc. Sasso; non si ritiene infatti plausibile riferirlo all'Età del

Bronzo, perché in questo caso le palafitte perilacustri gardesane, che si trovano già oggi ad una profondità che raggiunge i 3-3,5 m dal livello medio del lago (DE MARINIS, 1979), avrebbero dovuto essere impostate su un fondo lacustre profondo fino a 4,4 m; ciò sarebbe in disaccordo, inoltre, con quanto affermato da vari AA., tra i quali BORRELLO (1980), che ritengono di porre in relazione le palafitte ad un eventuale livello lacustre inferiore a quello attuale, piuttosto che ad un livello superiore. Non si ritiene plausibile nemmeno una attribuzione di tale paleolivello ad epoche successive; pertanto l'Età del Bronzo costituirebbe il termine *ante quem* il paleo-Benaco modellò l'Unità Morfologica di « Porto di Moniga - S. Sivino ».

Per quanto concerne l'Unità Morfologica di « Porto Dusanò », sopraelevata di circa 15 m sul livello medio del lago attuale, si propone di riferirla all'epoca post-glaciale, in quanto sembra correlabile a ripiani morfologici probabilmente riferibili a « terrazzi lacustri » modellati prevalentemente in depositi alluvionali olocenici (CARRARO & alii, 1969). Tali evidenze morfologiche sono osservabili in loc. Casone, presso Pieve Vecchia di Manerba, Fabbrica, Lido di Lonato e nel basso lago. Allo stato attuale non sono disponibili dati più rappresentativi che consentano una maggiore caratterizzazione di questo paleo-livello lacustre.

Problematica è la datazione della serie di solchi di battente individuati in loc. Sasso di Manerba del Garda.

Paleolivelli lacustri circa corrispondenti alle quote delineate da tali solchi furono attribuiti da COZZAGLIO (1933) e VENZO (1957; 1965; 1969) all'Interglaciale Riss-Würm.

Il fatto che i solchi individuati siano scolpiti in una parete rocciosa esposta a NNE, in posizione normale rispetto alla direzione di movimento del ghiacciaio gardesano, induce peraltro a ritenere che se tali evidenze morfologiche fossero state interessate dall'azione di esarazione glaciale, sarebbero state facilmente obliterate.

Non è stato possibile individuare precise corrispondenze morfologiche e/o stratigrafiche che permettano di correlare tali paleo-solchi di battente ai terrazzi del F. Mincio, o a possibili paleoinvasi tardiglaciali-postglaciali. Infatti, mentre i solchi inferiori (tra 88 e 95 m s.l.m.) sembrano in relazione a zone che per la loro morfologia potrebbero costituire delle paleo-insenature dell'antico Benaco (es. Maguzzano e loc. Fabbrica), a Meridione del parallelo di Desenzano, le cerchie moreniche würmiane (considerando i solchi posti a quote più elevate anche parte della cerchia rissiana) si trovano ad altezze che in alcuni tratti sono addirittura inferiori a quelle dei solchi stessi.

Pur tenendo presente la complessa problematica esistente nei rapporti tra gli elementi morfologici descritti, i terrazzi del F. Mincio ed i depositi glacio-lacustri gardesani, le evidenze individuate suggeriscono le seguenti considerazioni di ordine tettonico. La zona gardesana occidentale sarebbe stata interessata, nell'Olocene, da movimenti differenziali di aree delimitate da elementi tettonici a direzione NE-SW (Faglia Sirmione-Garda, Sistema Gardesano, Faglia della Riviera Gardesana, Faglia della Conca Lacustre; fig. 1, b).

Un ruolo primario sembrano avere svolto la dislocazione della Riviera Gardesana e la Faglia Sirmione-Garda. La prima disgiunge due zone (a N ed a S di Salò) caratterizzate dalla dislocazione di una linea di riva olocenica precedente al Neolitico inf. (Unità Morfologica di Pta Belvedere - Isola S. Biagio), indicando un innalzamento relativo della zona più a monte (figg. 2, 2-5; 4, 1-3).

La Faglia Sirmione-Garda separa due aree, la più settentrionale delle quali (a NW dell'allineamento Desenzano-Sirmione) è caratterizzata dalla presenza dei solchi di battente della falesia di loc. Sasso di Manerba e dalle evidenze morfologiche ad essi raccordabili (fig. 2, 6); la zona a Meridione, invece, oltre a non presentare le medesime caratteristiche morfologiche dell'area a N, si distingue per il fatto che i cordoni morenici frontali, interni, dell'anfiteatro benacense, si trovano a quote inferiori delle linee di riva più elevate presenti in loc. Sasso di Manerba (tardiglaciale? - Olocene). Quanto sopraesposto suggerirebbe un abbassamento relativo della regione posta a SE dell'allineamento Desenzano-Sirmione-Garda.

Non sono stati individuati elementi che evidenzino un'attività olocenica delle faglie del « Sistema gardesano », anche se non sembra inverosimile che abbiano svolto un ruolo comprimario rispetto alle due precedenti.

Nell'insieme, pertanto, i sopracitati elementi tettonici definiscono una struttura a « gradoni » caratterizzata da sollevamenti incrementali procedendo dalla pianura verso le prealpi.

Queste manifestazioni tettoniche rappresentano il proseguimento dell'attività segnalata nel Pleistocene inf. e medio, ad esempio, in base alla rotazione verso E dell'anfiteatro morenico, determinata dall'innalzamento della porzione bresciana della regione gardesana (COZZAGLIO, 1933; CREMASCHI, 1984).

BIBLIOGRAFIA

- BARALDI F., CARTON A., CASTALDINI D., PANIZZA M., PELLEGRINI M. & SORBINI L. (1980) - *Neotettonica di parte dei fogli Peschiera del Garda (48), Verona (49), Mantova (62) e di tutto il foglio Legnago (63)*. CNR, Contributi Carta Neotettonica Italia, pubbl. 356 P. F. Geodinamica, 643-655, 3 ff.
- BARFIELD L. H. (1978) - *Riparo Valtenesi, Manerba, Scavi 1976. Nota Preliminare*. Benacus, 5-24, Salò.
- BARFIELD L. H. (1981) - *The calcolitic cemetery of Manerba del Garda*. *Antiquity*, 57, 116-123.
- BIAGI P. (1979) - *Neolitico*. In: « Preistoria nel Bresciano. La cultura materiale, a cura del Comune di Brescia e del Museo Civico di Storia Naturale. Brescia, GRAFO, 27-34 ».
- BIAGI P. (1981) - *Introduzione al Mesolitico della Lombardia*. Atti 1° Conv. Arch. Reg., Milano, 55-76.
- BINI A., CITA M. B. & GAETANI M. (1978) - *Southern alpine lakes - hypothesis of an erosional origin related to the Mesinian entrenchment*. *Marine Geol.*, 27, 271-288, 8 ff.
- BONI A., ARDIGÒ G., CASSINIS G., CAVALLARO E., CERRO A., FUGAZZA F., ROSSETTI R. & ZEZZA F. (1972) - *Carta Geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 22, 2 carte alla scala 1: 50 000.
- BONI A. & CASSINIS G. (1973) - *Carta geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello (Note illustrative della legenda stratigrafica)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 23, 119-157.

- BONI P. & PELOSO G. F. (1982) - *Dati sulla Neotettonica dei fogli 34 « Breno », 47 « Brescia » e di parte dei fogli 35 « Riva » e 48 « Peschiera del Garda »*. CNR, Contributi Carta Neotettonica Italia, pubbl. 506, P. F. Geodinamica, 189-208, 10 ff.
- BORRELLO M. A. (1979) - *Le palafitte del Neolitico dell'Italia Settentrionale e il problema degli insediamenti periacustri*. In: « Le Palafitte - Contributi per la mostra archeologica. Museo Civico di Salò e Sistema Bibliotecario Alto Garda, Salò », 5-32.
- CACCIAMALI G. B. (1902) - *Bradisismi e terremoti della regione benacense*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 21, 181-196, 3 ff.
- CADET J. P. (1965) - *Etude geologique de la rive occidentale du Lac de Garde de Bogliaco à Salò et des régions situées à l'Est de Brescia (Alpes Méridionales, province de Brescia, Italie)*. *Boll. Soc. Geol. France, sér. 7, 7*, 160-167, 3 ff.
- CAILLEUX A. & TRICART J. (1963) - *Initiation à l'étude des sables et des galets*. Centre Doc. Univ., Paris.
- CAROBENE L. (1972) - *Osservazioni sui solchi di battente attuali ed antichi nel Golfo di Orosei in Sardegna*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 91, 583-601, 9 ff.
- CAROBENE L. (1978) - *Valutazioni di movimenti recenti mediante ricerche morfologiche su falesie e grotte marine del Golfo di Orosei*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 19, 641-649, 14 ff., 1 t.
- CARRARA C. (1981) - *Morphometric data on beach and river pebbles in Italy*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 100, 393-413, 19 ff., 8 tt.
- CARRARO F., MALARODA R., PICCOLI G., STURANI C. & VENZO S. (1969) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100 000, foglio 48, Peschiera del Garda*. *Serv. Geol. It.*, 97 pp., 11 ff., 2 tt.
- CARRARO F., MALARODA R., PICCOLI G., STURANI C. & VENZO S. (1970) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100 000, foglio 48, Peschiera del Garda*. *Serv. Geol. It.*
- CASTELLARIN A. (1981) (ed.) - *Carta Tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1: 200 000*. CNR, P. F. Geodinamica, pubbl. 441, S. P. 5, 200 pp., 38 ff.
- CHARDON M. (1975) - *Les Préalpes Lombardes et leur bordures*. Thèse Univ. Aix-Marseille, 4, 2 voll., 655 pp., 158 ff., Lille.
- CITA M. B. (1951) - *La struttura geologica della sponda occidentale del Lago di Garda*. *Boll. Serv. Geol. Ital.*, 73, 93-121, 3 tt.
- COZZAGLIO A. (1899) - *I paesaggi prealpini e le moderne idee della Geologia continentale*. *Boll. CAI*, 32, 65, 327-348.
- COZZAGLIO A. (1902) - *Ricerche sulla topografia preglaciale e Neozoica del Lago di Garda*. *Comm. Ateneo Brescia*, 38-64, 3 tt.
- COZZAGLIO A. (1914) - *Nota preliminare sul sistema glaciale del Lago di Garda*. *Comm. Ateneo Brescia*, 140-155.
- COZZAGLIO A. (1932) - *Studi di limnogenia benacense. Origine del Golfo di Salò*. *Mem. Ateneo Salò*, 2, 138-148, 1 t.
- COZZAGLIO A. (1933) - *Note Illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie, fogli Peschiera e Mantova. Parte I e II*. *Uff. Idr. Mag. Acque*, 205 pp., 12 ff., 8 tt.
- COZZAGLIO A. (1934) - *Del sollevamento epirico tra l'Adda e l'Adige*. *Comm. Ateneo Brescia*, 69-106, 3 tt.
- CREMASCHI M. (ined.) - *The paleosoils of central Po Plane - Quaternary soil genesis and landscape development*. Tesi Dottorato Ist. Geogr. Fis. Scienze Suoli Univ. Amsterdam (1984).
- CRUCIANI FOFFA M. Á. & FOFFA MAZZOLA M. (1977) - *Osservatorio meteorologico e stazione sismica « Pio Bettoni Salò »: 1877-1977*. Quaderno n. 1 Sistema Bibliotecario Alto Garda, 70 pp., Salò.
- DE MARINIS R. (1979) - *Età del Bronzo*. In: « Preistoria nel Bresciano. La cultura materiale. A cura del Comune di Brescia e del Museo Civico di Storia Naturale. Brescia, GRAFO », 45-69.

- FINCKH P. G. (1978) - *Are Southern alpine lakes former Messinian canions? - Geophysical evidence for preglacial erosion in the Southern alpine lakes.* Marine Geol., 27, 289-302, 7 ff.
- NICOLIS E. (1900) - *Terrazzi e formazioni diluviali in rapporto col Bacino del Garda.* Att. R. Ist. Veneto Sc. Lett. Arti, 59, 381-387.
- PANIZZA M., SLEJKO D., BARTOLOMEI G., CARTON A., CASTALDINI D., DEMARTIN M., NICCLICH R., SAURO U., SEMENZA E. & SORBINI L. (1981) - *Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa.* Rend. Soc. Geol. It., 4, 587-603; 8 ff.
- PERNA G. & SAURO U. (1978) - *Atlante delle microforme di dissoluzione carsica superficiale del Trentino e del Veneto.* Mem. Mus. Trid. Sc. Nat., n. s., 22, 176 pp.
- PIERI M. & GROPPI G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy.* CNR, pubbl. 414, P. F. Geodinamica, 13 pp., 10 ff., 7 tt.
- SAURO U. (1974) - *Indagini sul Lago di Garda - lineamenti geografici e geologici.* Quad. Ist. Ric. Acque, 18, 13-32.
- SAURO U. (1979) - *Dati preliminari sulla Neotettonica del foglio 48 (Peschiera).* CNR, Nuovi Contributi Carta Neotettonica Italia, pubbl. 251, P. F. Geodinamica, 261-272, 3 tt.
- SAURO U. & MENEGHEL M. (1980) - *Dati preliminari sulla Neotettonica dei fogli 21 (Trento) (p.p.), 35 (Riva) (p.p.), 36 (Schio) (p.p.), 49 (Verona) (p.p.).* CNR, Contributi Carta Neotettonica Italia, pubbl. 356, P. F. Geodinamica, 331-357, 9 tt.
- SEMEZZA E. (1974) - *La fase giudicariense nel quadro di una nuova ipotesi sull'orogenesi alpina nell'area italo-dinarica.* Mem. Soc. Geol. It., 13, 187-226, 12 ff.
- VENZO S. (1934) - *Il Neogene del Trentino, del Veronese e del Bresciano.* Mem. Mus. St. Nat. Ven. Trid., 2, 111-260, 19 ff., 5 tt.
- VENZO S. (1957) - *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte I: tratto occidentale Gardone-Desenzano.* Mem. Soc. It. Sc. Nat., 12, 71-140, 14 ff., 6 tt., 1 carta geol.
- VENZO S. (1965) - *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige.* Mem. Soc. It. Sc. Nat., 14, 82 pp., 11 ff., 4 tt., 1 carta geol.
- ZANFERRARI A., BOLLETTINARI G., CAROBENE L., CARTON A., CARULLI G. B., CASTALDINI D., CAVALLIN A., PANIZZA M., PELLEGRINI G. B., PIANETTI F. & SAURO U. (1982) - *Evoluzione neotettonica dell'Italia Nord-orientale.* Mem. Sc. Geol., 35, 355-376, 9 ff., 3 carte.