

Caratterizzazione geomorfologica e sedimentologica della Baia di Carini e del tratto antistante Isola delle Femmine e Capo Gallo (Sicilia Nord-Occidentale)

Geomorphological and sedimentological characterization of the Baia di Carini and of the tract off Isola delle Femmine and Capo Gallo (North-Western Sicily)

FERRETTI O. (*), IMMORDINO F. (*), RIBOTTI A. (*),
LUCIDO M. (**), SEVERINO V. (***), BUONACORE B. (***)

RIASSUNTO – Il presente lavoro illustra i risultati dello studio geomorfologico e sedimentologico dell'area marina prospiciente il Golfo di Carini ed il tratto di costa antistante Isola delle Femmine e Capo Gallo (Sicilia nord-occidentale).

Lo studio è stato eseguito mediante profili Side Scan Sonar (100kHz) integrato da telecamera filoguidata (ROV) e ispezioni dirette in immersione con ARA fino alla profondità di 50m circa. Sono stati prelevati dei campioni di sedimenti superficiali mediante benna shipek per la caratterizzazione tessiturale.

In particolare è stato possibile identificare affioramenti rocciosi, falesie sommerse e le caratteristiche più significative, limite delle praterie a fanerogame marine (*Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*) e di altri biotopi presenti e la presenza di varie generazioni di *beach rock* localizzate a diverse profondità.

PAROLE CHIAVE: Geomorfologia, sedimentologia, biocenosi, Baia di Carini, Sicilia occidentale

ABSTRACT - A geological survey was conducted in July 1992 on the north-western coastal shelf of Sicily in the Baia di Carini and between the Isola delle Femmine and Capo Gallo. The sea floor was imaged in great detail and forty-three samples of superficial sediment were collected using a Shipek grab. Additionally, Side Scan Sonar profiles (100kHz) were taken a Remote Operated Vehicle (ROV), deployed along transects perpendicular to the coast, and SCUBA diving were used to calibrate the signals and for a biological study, too.

From sediment texture and SSS observations, it has been possible to identify different areas on the continental shelf, rocky outcrops, underwater cliffs, the limits of the seagrass meadows (*Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa*) and other

existing biotopes, and also to characterize the distribution of superficial sediments. The presence of «beach rock» at different depths was confirmed.

KEY WORDS: Geomorphology, sedimentology, biocenosis, Baia di Carini, Sicilia occidentale

1. – INTRODUZIONE

Nel Giugno 1991 è stata eseguita una campagna oceanografica a bordo della N/O Minerva tra Punta Raisi e Capo Gallo utilizzando Side Scan Sonar, S.B.Profiler, Sparker e benne per campionare il fondo.

Una seconda campagna oceanografica è stata portata a termine nel Luglio 1992 sulla N/O Urania, per studiare più dettagliatamente un'area molto interessante dal punto di vista morfologico ma anche naturalistico. L'obiettivo principale era quello di ottenere dati per la realizzazione di carte geomorfologiche della piattaforma continentale.

E' stata eseguita una campagna preliminare, a cui è seguita una campagna di dettaglio, di inquadramento sedimentologico e geomorfologico della Baia di Carini e dei fondali marini antistanti un tratto di costa compreso tra Isola delle Femmine e Capo Gallo (fig. 1).

(*) ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia.

(**) Dip. Scienze della Terra, Università di Palermo.

(***) Istituto Universitario Navale, Napoli.

A tal fine sono stati effettuati profili Side Scan Sonar (100kHz) «a copertura totale» e campionamenti del fondo mediante benne Shipeck.

La scelta della zona e degli strumenti è stata influenzata dalle particolari e molto variabili caratteristiche morfologiche dell'area a mare con una serie di zone di piattaforma alternate a vecchie linee di costa a diverse profondità, *beach rock* e incisioni corrispondenti a paleovalvi (LUCIDO, 1992), ben individuabili con i profili del Side Scan Sonar.

A supporto dei dati SSS è stata compiuta un'analisi granulometrica dei sedimenti superficiali mediante la raccolta di campioni dello strato più superficiale del materiale di copertura della piattaforma ed un utilizzo dei dati batimetrici ottenuti contemporaneamente a quelli SSS.

Lo studio si inquadra nell'ambito delle ricerche svolte dal gruppo di Geologia marina del Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università di Palermo in collaborazione con l'ENEA di S.Teresa (La Spezia) e l'Istituto Universitario Navale di Napoli sull'evoluzione, la struttura e la sedimentazione delle aree marine prospicienti i principali golfi della Sicilia nord-occidentale.

2. - INQUADRAMENTO DELL'AREA

2.1. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in studio si colloca lungo la fascia settentrionale della Sicilia e costituisce un segmento della catena Appennino-Maghrebide. Appartiene al-

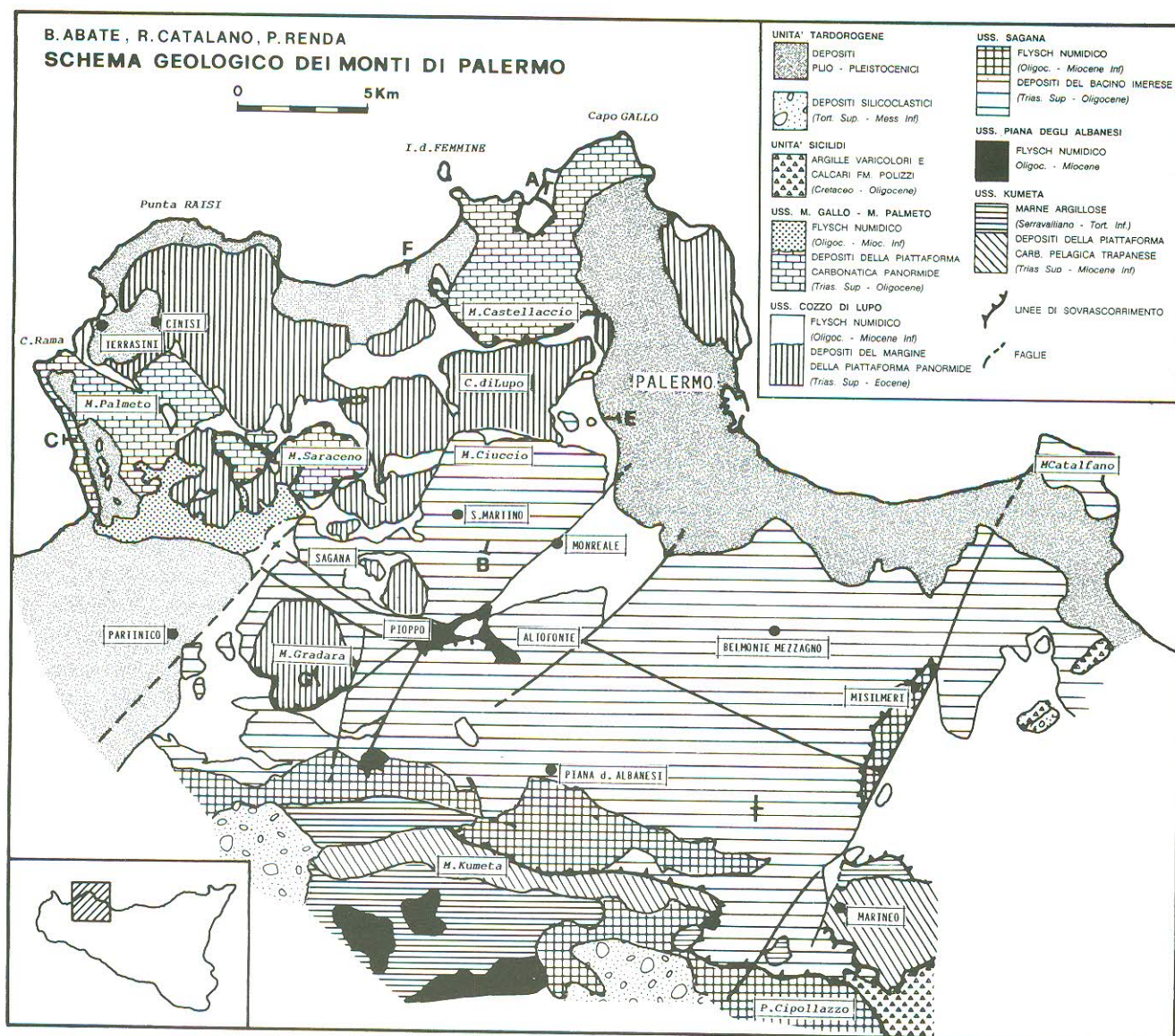


Fig. 1 - Schema geologico dei Monti di Palermo
 Geological scheme of Monti di Palermo

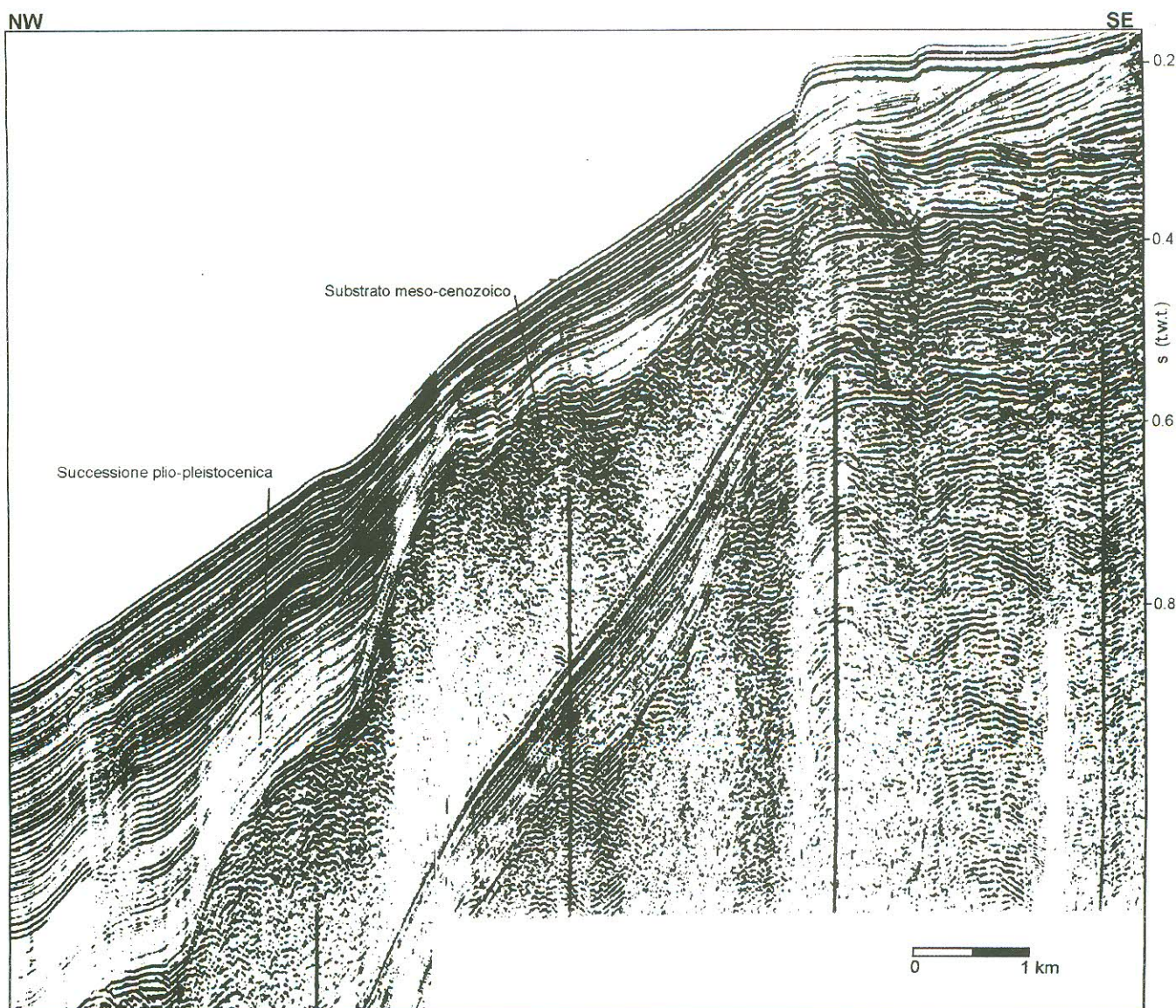


Fig. 2 - Profilo Sparker 16kJ registrato durante la campagna oceanografica «Sicilia 90» su N/O Minerva
 16kJ Sparker profile recorded during geological survey "Sicilia 90" on N/O Minerva

l'edificio strutturale dei Monti di Palermo che risulta dall'impilamento tettonico di unità carbonatiche e terrigene di età mesozoico-terziaria ed appartenente ai domini paleogeografici Panormide ed Imerese (ABATE *et alii*, 1978). Queste unità tettoniche si sono messe in posto a partire dal Miocene inf. (ABATE *et alii*, 1978; CATALANO & D'ARGENIO, 1982). Il substrato roccioso è costituito da calcari e calcari dolomitici di età triassico-eocenica (CATALANO *et alii*, 1979), su cui poggiano in discordanza i depositi plio-pleistocenici costituiti da conglomerati, areniti, sabbia e argille affioranti lungo la fascia costiera. Tali depositi occupano le depressioni delle piane costiere di Carini e di Sferracavallo fino a quote massime di 65m (RUGGIERI, 1978) con giaciture suborizzontali o poco inclinate verso mare.

Nelle aree di piattaforma continentale, i profili sismici a riflessione monocanale (Sparker) mostrano un substrato roccioso alla sommità, ricoperto in discordanza da una successione sedimentaria di età plio-pleistocenica (la fig. 2 si riferisce al settore centrale del Golfo di Carini, qui il substrato è fagliato ed eroso al top e ricoperto in discordanza con la successione plio-pleistocenica). All'interno del substrato, l'analisi dei profili sismici a riflessione multicanale e dei campioni dragati nell'area, ha permesso di riconoscere unità correlabili con quelle dei paleodomini Panormide ed Imerese affioranti in terra, e coinvolte in strutture tettoniche connesse alla formazione tardo cenozoica della catena siciliana (CATALANO *et alii*, 1985). Dalla fine del Miocene l'area è interessata da processi tettonici di disten-

sione, connessi con l'apertura del bacino tirrenico meridionale e da nuovi episodi di compressione che hanno determinato strutture di inversione tettonica (CATALANO & MILIA, 1990; AGATE *et alii*, 1993).

2.2. - GEOMORFOLOGIA ED IDROGRAFIA DELLA FASCIA COSTIERA

La fascia costiera si sviluppa per una lunghezza di circa 21 km ed è caratterizzata da due unità fisiografiche distinte: il Golfo di Carini, limitato ad est ed a ovest rispettivamente dai promontori di Punta del Passaggio e di Torre Muzza, ed il tratto di costa compreso tra Punta del Passaggio (ovest) e Capo Gallo (est).

L'area emersa antistante la Baia di Carini è costituita da una piana costiera degradante dolcemente fino al livello del mare con pendenze del 2-3% e limitata, ad E ed a W, dalle dorsali montuose di M. Castellaccio e di Montagna Lunga Pecoraro con asse N-S e caratterizzate da ripide scarpate rivolte verso il mare.

La piana è drenata da tre torrenti poco incisi (torrente Ciachea, vallone delle Grazie, vallone del Ponte) che attraversano la piana con andamento N-S per lunghi tratti subrettilineo, i cui ruscellamenti superficiali sono piuttosto limitati

o quasi completamente assenti sia per l'andamento subpianeggiante dell'area che per la presenza superficiale di terreni permeabili. L'azione delle acque di precipitazione meteorica si esplica essenzialmente attraverso i modesti processi di ruscellamento diffuso.

Le pareti subverticali dei rilievi che emergono isolati nella piana, e quelli più elevati che bordano l'intera fascia costiera, sono stati interpretati come paleofalesie originatesi durante le trasgressioni marine pleistoceniche. A queste forme sono associate le antiche piattaforme di abrasione che sono state rilevate a varie quote sul livello del mare (RUGGIERI & MILONE, 1972; HUGONIE, 1982); in particolare, RUGGIERI (1978) data i depositi calcarenitici del terrazzo superiore del Golfo di Carini (da +30m a +65m) al Selinuntiano II ciclo, comprendente la parte superiore dell'Emiliano ed il Siciliano, mentre il terrazzo inferiore (da +15m a +25m) all'interglaciale Mindel-Riss. Un'ulteriore ingressione marina è responsabile della formazione del terrazzo marino che si rinviene da qualche metro sul livello del mare fino a +14m, esso contiene depositi di mare basso con *Strombus bubonius* ed è databile all'Eutirreniano; depositi simili sono stati rinvenuti anche in aree prossime a quella in studio (HEARTY *et alii*, 1986; ANTONIOLI *et alii*, 1994).

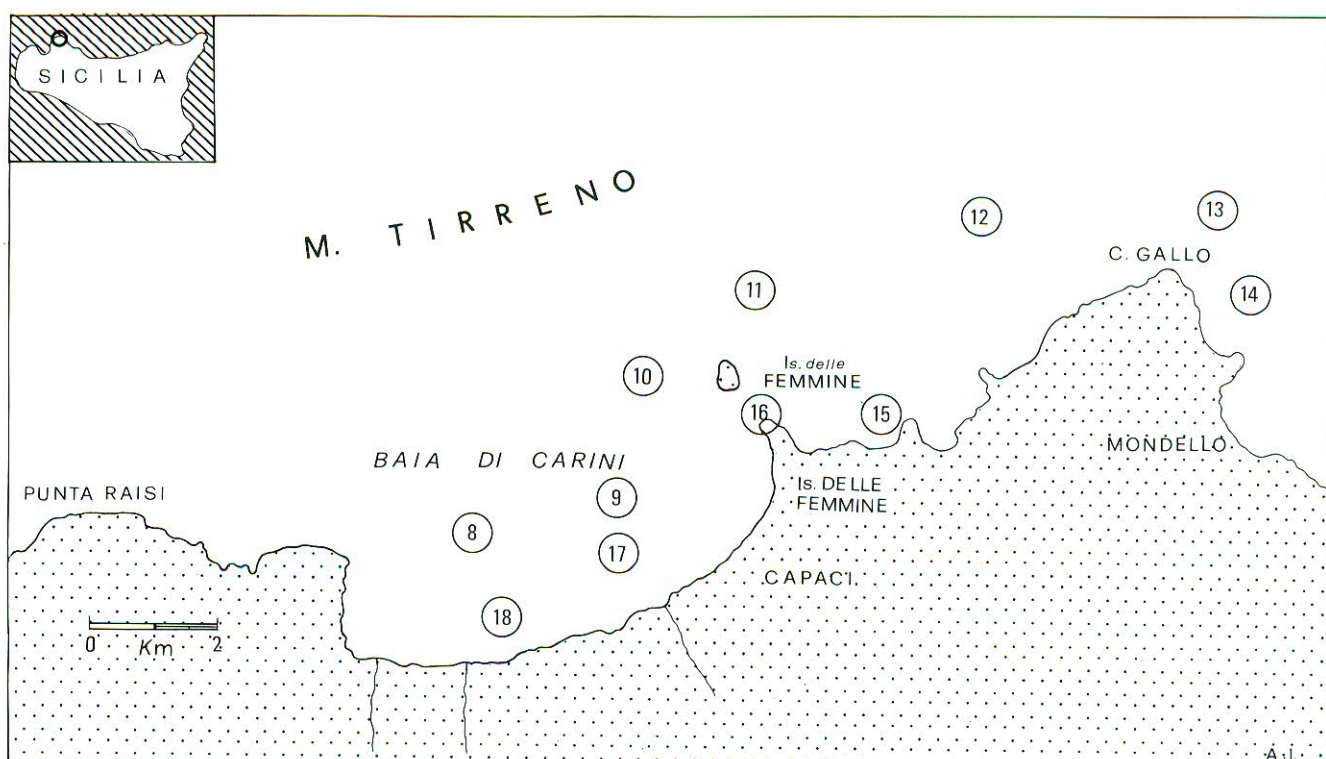


Fig. 3 - Carta indice
Index map

2.3. – LA PIATTAFORMA CONTINENTALE

La piattaforma continentale mostra le evidenze morfologiche e stratigrafiche di un'evoluzione legata alle variazioni glacioeustatiche del livello marino, documentate da morfologie erosive (piattaforme di abrasione, falesie sommerse) e deposizionali (*beach rock*) che si rinvencono a varie profondità (LUCIDO, 1992; AGATE *et alii*, 1994).

L'ampiezza della piattaforma continentale varia dai 4 ai 7 km. Questa ristretta estensione è dovuta essenzialmente a tre fattori: 1) la giovane età del suo margine; 2) una certa attività tettonica, testimoniata dalla presenza di fenomeni di instabilità di tipo gravitativo visibili lungo il bordo e sulla scarpata superiore; 3) lo scarso apporto sedimentario determinato dall'assenza di importanti corsi d'acqua e dalla presenza di terreni poco erodibili nell'area di terraferma antistante.

Il bordo della piattaforma è ubicato alla profondità di circa 140-150 m ed è contraddistinto da una rottura di pendio convessa che fa da raccordo con la sottostante scarpata superiore che presenta una pendenza di circa 4°-6°, fra le più acclivi della penisola italiana (SELLI, 1970).

Il bordo si presenta, in generale, progradante tranne in corrispondenza della zona centrale del Golfo dove risulta inciso dalle testate di alcuni canyon.

La configurazione del settore costiero ed alcune differenze di carattere strutturale fanno sì che nel settore orientale, compresa tra l'Isola di Fuori e Capo Gallo, la piattaforma continentale sia meno estesa (4-5 km) in accordo con lo scarso sviluppo del settore costiero emerso; mentre il Golfo di Carini è caratterizzato da una più estesa piattaforma continentale ampia 6-7 km, prolungamento a mare dell'estesa piana di Carini.

In quest'area, corrispondente ad un alto strutturale, la piattaforma continentale interna mostra un substrato roccioso poco profondo e la progradazione risulta maggiormente sviluppata nella zona di piattaforma esterna. Nella piattaforma continentale interna sono osservabili piattaforme di abrasione ed incisioni testimonianti fenomeni di erosione subacquea (LUCIDO, 1992). Alle profondità di 8 m, 15 m, 18 m, 35 m, 45 m e 53 m si rinvencono rotture di pendio concave alla cui base sono associate antiche piattaforme di abrasione. Nella piattaforma continentale esterna prevalgono le beach rock, rinvenute alla profondità di 75 m, 85 m, 90 m, 105 m e 120 m (LUCIDO, 1992) che rappresentano fasi di stazionamento del livello marino.

3. – CAMPIONAMENTO E METODI

Sono stati prelevati 43 campioni di sedimenti marini superficiali mediante benna Shipeck secondo 11 transetti perpendicolari alla linea di costa tra 50 e 500 m di profondità.

I risultati delle analisi granulometriche sono stati elaborati al computer per ottenere le percentuali granulometriche in sabbia, silt, argilla (classificazione secondo WENTWORTH, 1922) ed i parametri statistici (media, deviazione standard, skewness e kurtosis) secondo FOLK & WARD, 1957.

I rilevamenti morfologici sono stati eseguiti mediante:

- Side Scan Sonar Mod. EG&G 272T da 100 kHz con sonar a scansione laterale a copertura di 200 m per lato, correzione di immagine computerizzata, registratore grafico EG&G Mod. 260T. Lo strumento è stato utilizzato «a copertura totale», la maglia è stata cioè eseguita con un overlap del 50% tra un profilo e l'altro, tra i -15 m ed i -130 m, su di un'area di 60 NM suddivisa in due parti, ad est ed a ovest dell'Isola delle Femmine;

- telecamera subacquea ROV (Remote Operate Vehicle), tipo Hyball, con la quale sono state effettuate osservazioni dirette di aree ristrette di rilevante importanza;

- osservazioni dirette mediante immersioni con ARA (auto respiratori ad aria compressa) fino a -50 m.

La fig. 3 mostra la posizione dei tracciati SSS, delle bennate, delle osservazioni dirette mediante ROV ed ARA.

4. – RISULTATI

4.1. – DATI TESSITURALI

I dati sedimentologici della piattaforma dalla linea di costa alla batimetrica dei 50 m si riferiscono a LUCIDO (1992), quelli a profondità maggiori dall'analisi ed interpretazione dei campioni raccolti ed indicati in fig. 4.

Tra 0-20 m di profondità si sono individuate sabbie, da fini a grossolane, con granuli prevalentemente carbonatici e subordinatamente organogeni, mentre tra i -20 m ed i -50 m si trovano generalmente sabbie molto grossolane e ghiaiose, con percentuali di queste ultime fino all'80% in peso. Ciottoli litorali sono stati individuati anche a batimetrie inferiori in corrispondenza di Isola delle Femmine e di dorsali sottomarine ad andamento generale N-S.

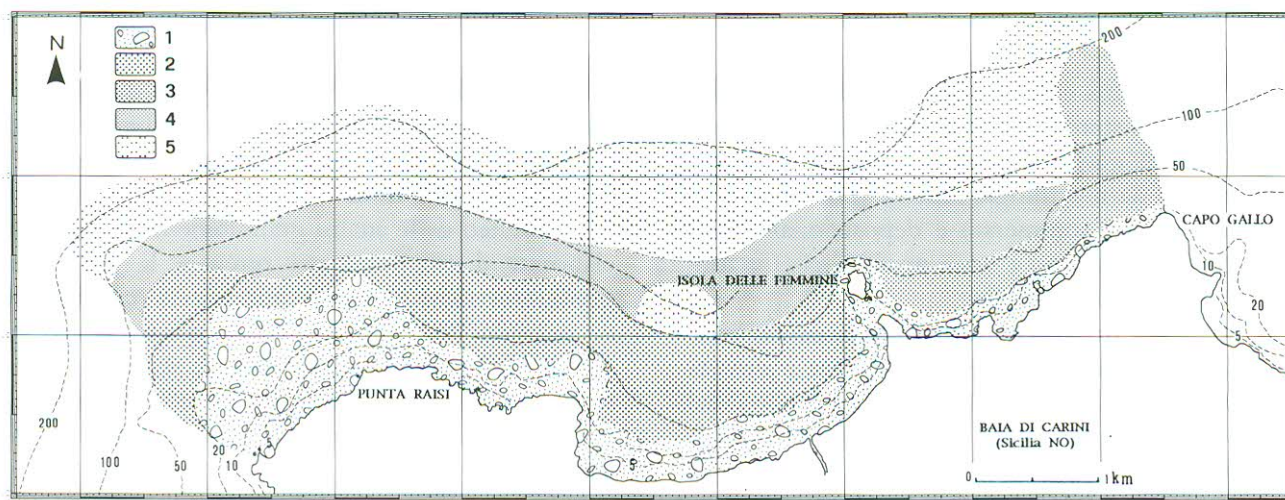


Fig. 4 - Carta granulometrica. 1) Sabbia grossolana e ghiaia; 2) Sabbia grossolana; 3) Sabbia media; 4) Sabbia medio-fine; 5) Sabbia fine siltosa
Granulometric map. 1) Coarse sand and gravel; 2) Coarse sand; 3) Medium sand; 4) Medium-fine sand; 5) Silty fine sand

Si rileva, quindi, un aumento della granulometria tra i -20m ed i -50m rispetto che alla fascia più sottocosta dov'è presente una pessima classazione delle sabbie (LUCIDO, 1992).

In base alla distribuzione dei sedimenti superficiali della fascia oltre la batimetrica dei 50m è stato possibile suddividere l'intera zona in due settori rispetto all'Isola delle Femmine, fino quasi alla batimetrica dei 100m, dove l'isola non influenza più il tipo di sedimentazione:

– ad ovest di tale isola si è potuta osservare una piccola area in corrispondenza delle bennate 5 e 10 (profondità di 50m circa), all'interno della quale i campioni risultano costituiti prevalentemente di sabbia molto grossolana (>70%) e di ghiaia (>15%) discretamente classate. E' probabilmente questa, osservando l'andamento delle isobate e le caratteristiche differenti della bennata intermedia n° 40, una zona coincidente con due dorsali sottomarine ad andamento divergente verso mare.

All'interno di un'area quasi sempre coincidente con la batimetrica dei 50m (bennate n° 6, 40, 45, 16, 46 e 21) la Dimensione Media (Mz, in phi) è ancora compresa tra 1 e 0.13, indicante cioè campioni in cui la parte preponderante è costituita da sabbia grossolana (sempre >58%) ed in minor misura da sabbia media e fine.

Aumenta la frazione fine (compare il silt in valori >10%) e la Dimensione Media (Mz) si attesta su valori compresi tra 1.47-1.91 phi in un'area delimitata verso mare dalle bennate n° 41, 44 e 17,

coincidenti con la batimetrica dei 100m, e ad ovest dall'Isola delle Femmine.

A profondità maggiori, anche ad est di Isola delle Femmine, troviamo campioni i cui valori della media (Mz) sono vicini a 4 phi, nonostante ciò, sabbia grossolana è sempre presente anche se in percentuali <20%.

E' interessante notare, infine, una ristretta zona coincidente con le bennate n° 22 e 47 (a circa -100m) poste vicino ad un canale, forse un paleoalveo, in cui scompare completamente la frazione grossolana comparando in modo preponderante il silt (i valori di Mz sono qui, rispettivamente, di 4.26 phi e 2.72 phi). Ciò è visibile osservando l'andamento della granulometria in fig. 5 tra 0-1 phi passando da -50m (bennata n° 46), quindi a -100m circa (bennata n° 47) ed infine a -150m circa (bennata n° 48).

– ad est di Isola delle Femmine, sabbia da grossolana a fine e silt sono presenti anche nei campioni più sottocosta, probabilmente a causa della scarsa influenza di corsi d'acqua e, quindi, di un loro apporto terrigeno più grossolano.

Le bennate 31 e 32, appartenenti al medesimo transetto rispettivamente a -100m e -200m, delimitano un'area ad oriente della quale aumenta la Dimensione Media (Mz) scomparendo la frazione più fine.

Si è osservato, in tutta l'area dalla Baia di Carini a Capo Gallo, che la frazione sabbiosa è di origine biodetritica grossolana nei campioni più costieri; nei settori più profondi le sabbie risultano fini con componente terrigena.

Le frazioni sabbioso-siltosa e siltoso-argillosa sono presenti, generalmente, in forma ridotta di colore scuro contenenti talvolta pezzi di gusci e fibre di Posidonia.

In conclusione, è stata individuata in generale una diminuzione della granulometria andando dalla linea di costa verso il largo. In realtà sono presenti situazioni locali originate da fattori, sia in mare che

a terra, che ostacolano (soglie) e facilitano (canali, correnti marine) il trasporto dei sedimenti sulla piattaforma continentale.

4.2. - SIDE SCAN SONAR

La zona è stata divisa in orientale ed occidentale per meglio individuare le strutture interessanti presenti. Ogni «sottozona» è stata a sua volta se-

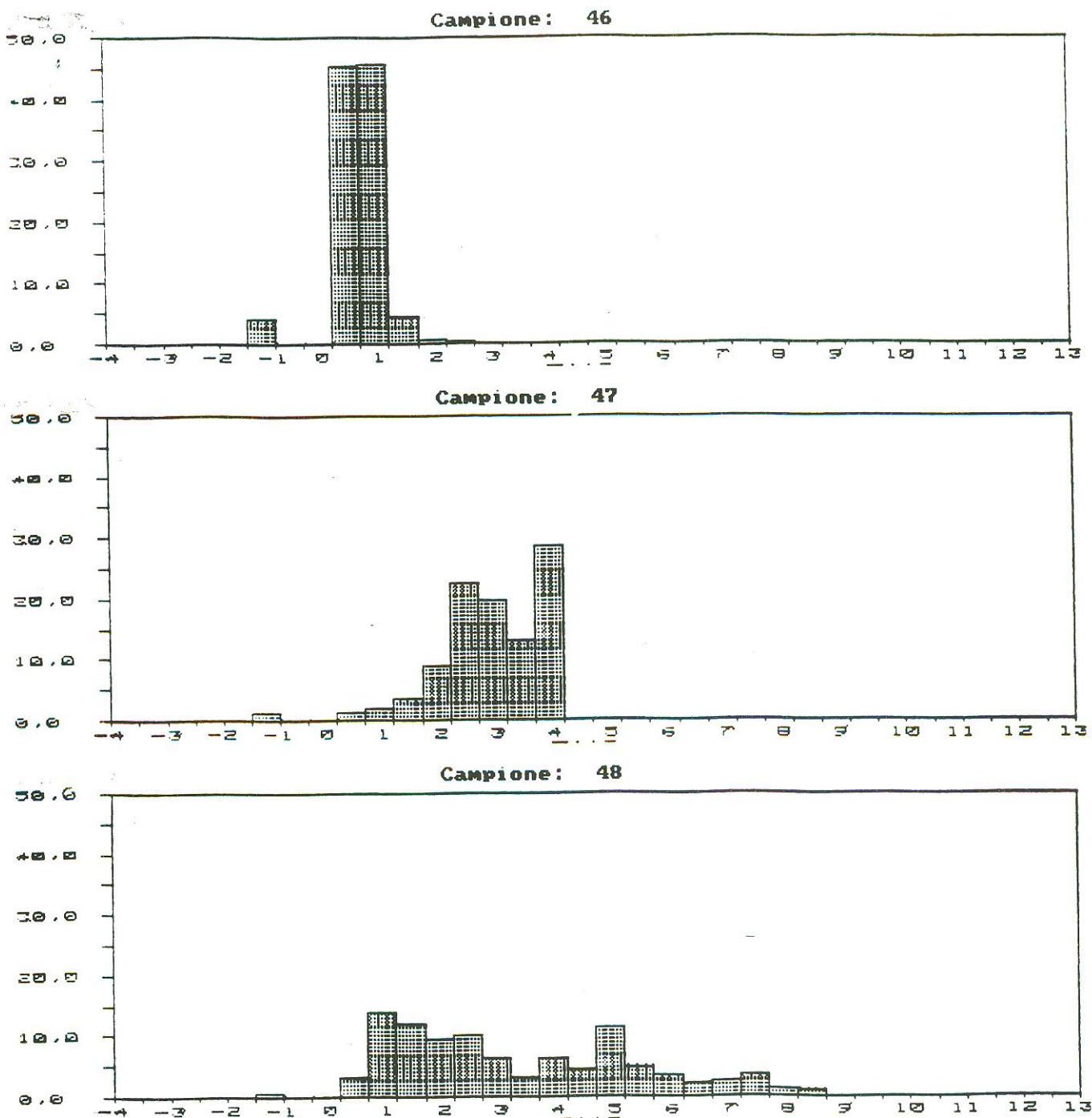


Fig. 5 - Istogrammi granulometrici dei campioni N46, 47 e 48
Granulometric histograms of samples N46, 47 and 48

parata in due settori indicati con lettere dalla A alla N (fig. 6a).

4.2.1. – Settore ad ovest di Isola delle Femmine

– Profili orientali, settore CDEF: i profili a copertura totale qui interessano un'area della piattaforma compresa fra -15m e -130m. Sono state osservate, nella parte prossima al punto 1, degli affioramenti rocciosi estesi e ben visibili fino a profondità di circa 40-50m ed interpretabili come spianate prossime al bordo della piattaforma interna posta a tale profondità (LUCIDO, 1992).

Più al largo, tra i -80m ed i -130m è individuabile una seconda rottura del pendio visibile per la presenza di affioramenti rocciosi, con andamento arcuato che sembra in generale seguire la batimetria,

parzialmente coperti da materiale sabbioso medio-fine, fino a sabbia siltosa in corrispondenza della bennata-saggio n° 22, visibile ai punti 2 e 7 in fig. 6a ed in fig. 7a. Tale rottura, forse una semplice linea di riva sommersa oppure il bordo progradante della piattaforma continentale, è attraversato da piccoli canali che funzionano come vie preferenziali di trasporto del materiale sabbioso verso maggiori profondità; per alcuni di essi è forse individuabile la conoide che il materiale origina sulla piana sottostante. Al centro tale affioramento mostra inoltre un'incisione visibile in fig. 7a (delimitato dai punti EFXW) come una strozzatura ed interpretabile come un probabile paleoalveo, già osservata in precedenza (LUCIDO, 1992).

Poco a destra di tale grossa incisione, è possibile individuarne delle altre per le conoidi di detrito che

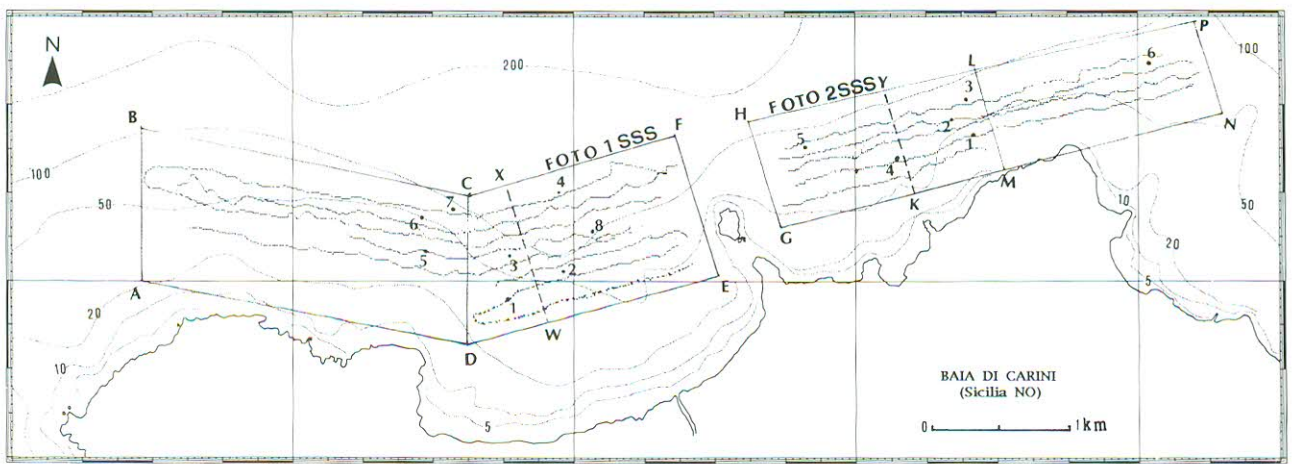


Fig. 6a – Tracciati Side Scan Sonar e punti di riferimento delle osservazioni sul testo
Side Scan Sonar transects and points of reference on the text

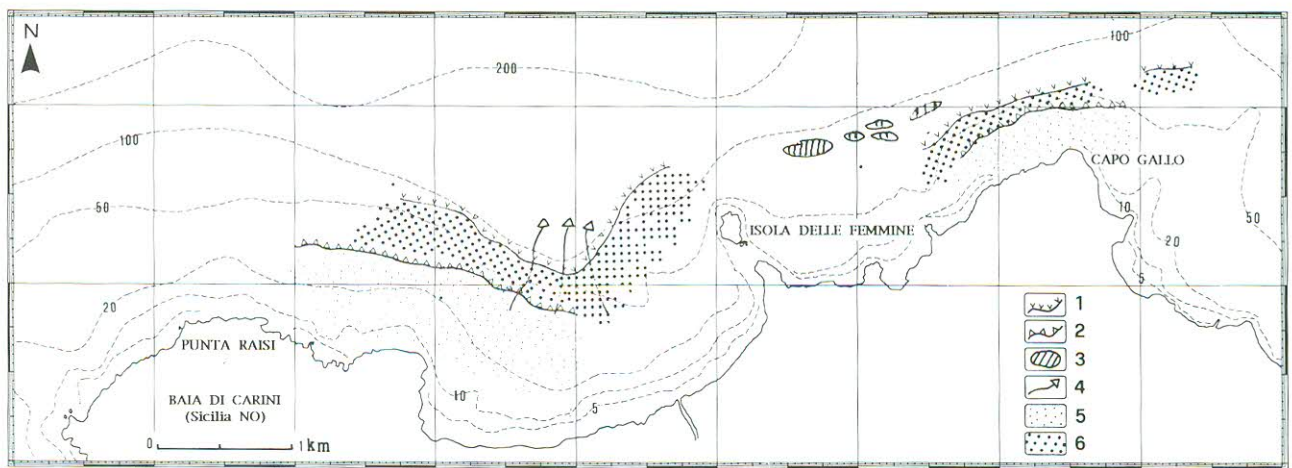


Fig. 6b – Carta interpretativa dei dati da SSS. 1) Limite della piattaforma interna;
2) Limite della piattaforma esterna; 3) Beach rock; 4) Incisioni; 5) Piattaforma continentale interna; 6) Piattaforma continentale esterna
Interpretative map from SSS data. 1) Internal shelf break; 2) External shelf break; 3) Beach rocks; 4) Cuts; 5) Internal continental shelf; 6) External shelf break

si sono formate verso maggiori profondità (punto 8 in fig. 7a ed in fig. 6a).

Nella parte sinistra del tracciato è visibile un'area con alternanze di materiale sabbioso medio-fine (grigio chiaro, al punto 3 in figura) e grossolano (grigio scuro) di origine biodetritica, com'è stato evidenziato da bennate-saggio (n° 47-46).

Verso il largo, la superficie è uniformemente coperta da materiale sabbioso fine o medio-fine.

– Profili occidentali, settore ABDC: i profili SSS sono qui compresi tra -30m e -80m. I transetti più verso costa mostrano un vasto affioramento roccioso parzialmente coperto da sabbie a granulometria variabile da medio (grigio chiaro) a grossolano (grigio scuro), posto a profondità di circa 35-40m e correlabile alla prima rottura di pendio (scarpata della piattaforma interna, punto 5 in fig. 6a) individuata ad est di Punta Raisi.

La scarpata della piattaforma esterna è sempre visibile lungo la batimetrica dei 50-60m, anche se sempre meno netta a causa di un maggiore spessore dei sedimenti sabbiosi grossolani biodetritici (bennate-saggio n° 16).

In corrispondenza del punto 7 in figura a circa 70-80m di profondità, si può vedere un'emergenza rocciosa che segue l'isobata ed è interpretabile come il probabile margine della piattaforma esterna.

4.2.2. – Settore ad est di Isola delle Femmine

– Profili occidentali, settore GHLM: i profili SSS qui interessano una parte di piattaforma tra i -30m ed i -95m.

Ben visibile in corrispondenza del punto 1 in fig. 6a una rottura di pendio posta ad una profondità di circa 35-40m, probabilmente un'antica linea di riva sommersa o il prolungamento della linea di scarpata della piattaforma interna già osservata nei profili ad ovest di Isola delle Femmine.

Andando verso il largo, a -60m circa (punto 2), sono individuabili altre emergenze rocciose semicoperte da materiale sabbioso e forse coincidenti con il bordo progradante della piattaforma esterna. Più al largo, una copertura uniforme di sabbia fine e medio-fine visibile al punto 3.

Al punto 4 (avvicinandosi all'Isola delle Femmine, fig. 7b) le emergenze rocciose scompaiono lasciando il posto, a circa -70m, ad alternanze di materiale sabbioso medio a componente siltosa con frammenti di gusci di bivalvi e fibre di *Posidonia oceanica* (bennate-saggio n° 49).

In alto, verso il largo, la copertura sabbiosa fine o medio-fine è uniforme e senza interruzioni.

Di grande interesse sono le strutture che affiorano dalla copertura sabbiosa a partire dal punto 5 dei profili andando verso sinistra e poste a circa 75-80m di profondità (fig. 7b delimitata dai punti GHYK). La loro posizione è visibile in fig. 6b interpretativa dei dati SSS.

– Profili orientali, settore LMNP: questo settore interessa batimetrie comprese tra i -35m ed i -80m circa.

Le emergenze rocciose già individuate a -35m nel settore orientale, sono anche qui ben visibili e scompaiono seguendo tale isobata verso destra. Anche il probabile bordo della piattaforma esterna è ben visibile, anche se scompare verso destra al di sotto di una copertura di sabbia media e grossolana bioclastica (bennate-saggio n° 50), per poi ricomparsi in corrispondenza del punto 6 a profondità di circa 80m. Anche in quest'area il materiale di copertura presente è di origine biodetritica. Ulteriori strutture interessanti sono individuabili nelle figure 8, 9, 10, 11, 12, 13, ubicate nella carta indice.

4.3. – OSSERVAZIONI MEDIANTE ROV ED IMMERSIONI CON ARA

Le immersioni mediante ROV sono avvenute tra i 40m ed i 125m di profondità, mentre quelle mediante ARA i -10m ed i -40m lungo transetti perpendicolari alla linea di costa.

Affioramenti rocciosi spesso ricoperti di concrezioni sono stati osservati tra i -40m ed i -120m con morfologia a blocchi separati da canali sabbiosi verso riva mentre a blocchi con morfologia piatta verso il largo. Talvolta non esiste nessun allungamento preferenziale delle emergenze rocciose, come si vede per la piattaforma di abrasione sulle dolomie triassiche in fig. 14, presso Capo Gallo a -12m, mentre altre volte sono allungate secondo una direzione come mostra la fig. 15 presa in prossimità di Isola delle Femmine, ad una profondità di circa 10m. Sono qui ben visibili le testate di strato dei calcari del Cretaceo parzialmente colmate ed allungate in direzione N-S. Tale morfologia del fondale è prodotta dalla coincidenza della direzione di stratificazione dei calcari con la direzione di fratturazione.

Numerosi e vari sono gli organismi presenti che colonizzano le piane sabbiose o le rocce presenti. A piccole batimetrie troviamo in particolare Spugne e Gorgonie, mentre a profondità maggiori Crinoidi,



Fig. 7(a,b) – Foto da SSS rispettivamente delimitate dai punti EFXW e GHYK sulla fig.6a e punti di riferimento delle osservazioni sul testo.
 Sono qui osservabili, rispettivamente, il probabile paleoalveo e le beach rock

Pictures from SSS data respectively delimited by EFXW and GHYK points on fig.6a and reference points on the text.

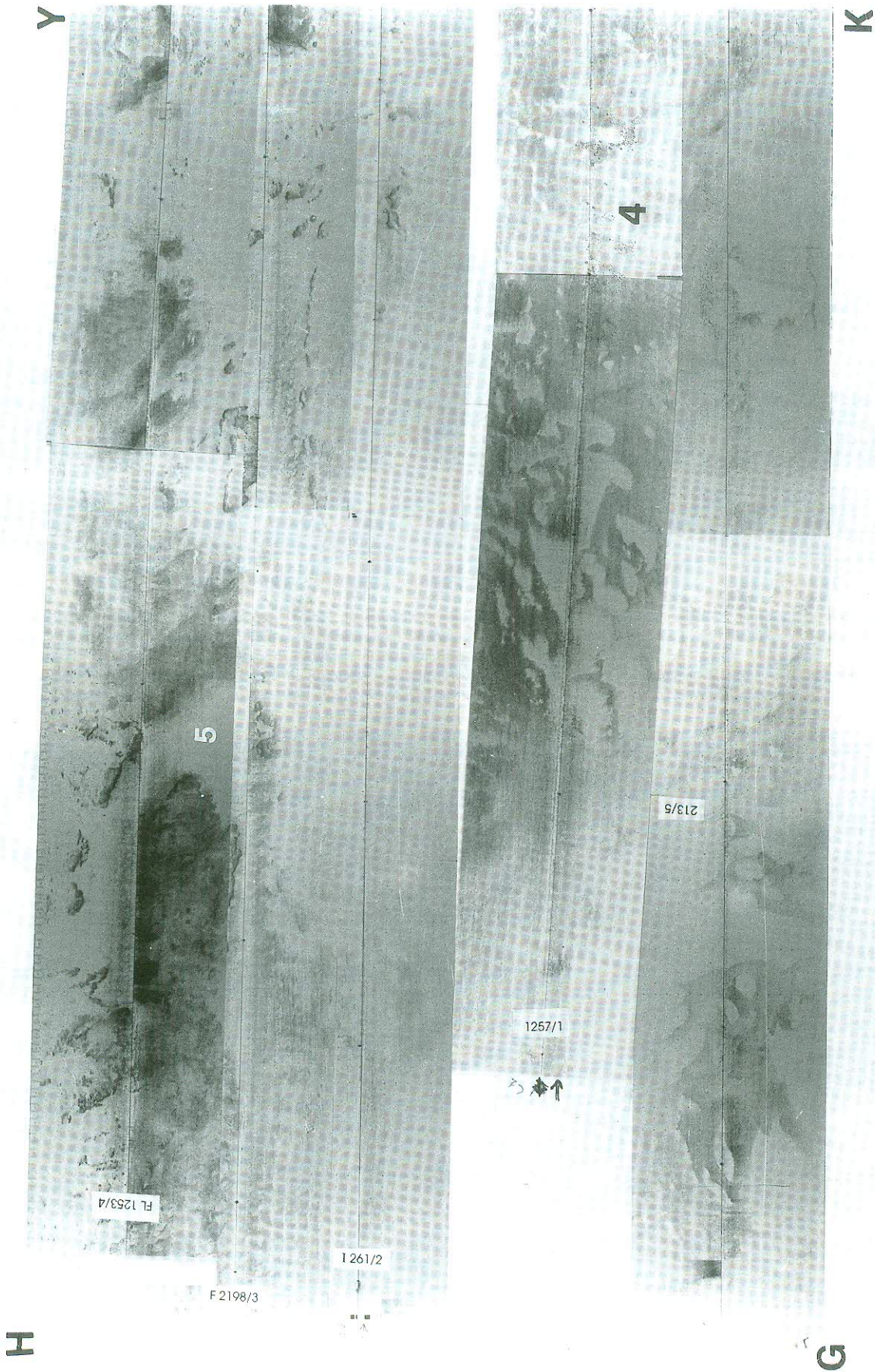




Fig. 8 – Side Scan Sonar 100kHz eseguito nel Golfo di Carini alla profondità di 28m. Il sonogramma mostra un fondale roccioso colonizzato da biocostruzioni ad alghe calcaree e *Posidonia oceanica*. I sedimenti sono costituiti da sabbie e ghiaie bioclastiche con ripple marks.

È evidente anche la presenza di un canale di drenaggio

100kHz Side Scan Sonar taken in the Baia di Carini at the depth of 28m. The picture shows a rocky bottom colonized by bioconstructions with calcareous seagrasses and *Posidonia oceanica*. Sediments are in bioclastic sands and gravels with ripple marks. There's a drainage canal, too



Fig. 9 – Side Scan Sonar 100kHz eseguito nel Golfo di Carini alla profondità di 46m. Il sonogramma mostra un fondale pianeggiante caratterizzato dalla presenza di sabbie medie e fini, parzialmente coperti da alghe calcaree (detritico costiero di *Maerl* e *Pralines*)

100kHz Side Scan Sonar taken in the Baia di Carini at the depth of 40m. The picture shows a flat bottom characterized by middle and fine sands, partially covered with calcareous seagrasses (coastal detrital with maerl and pralines)

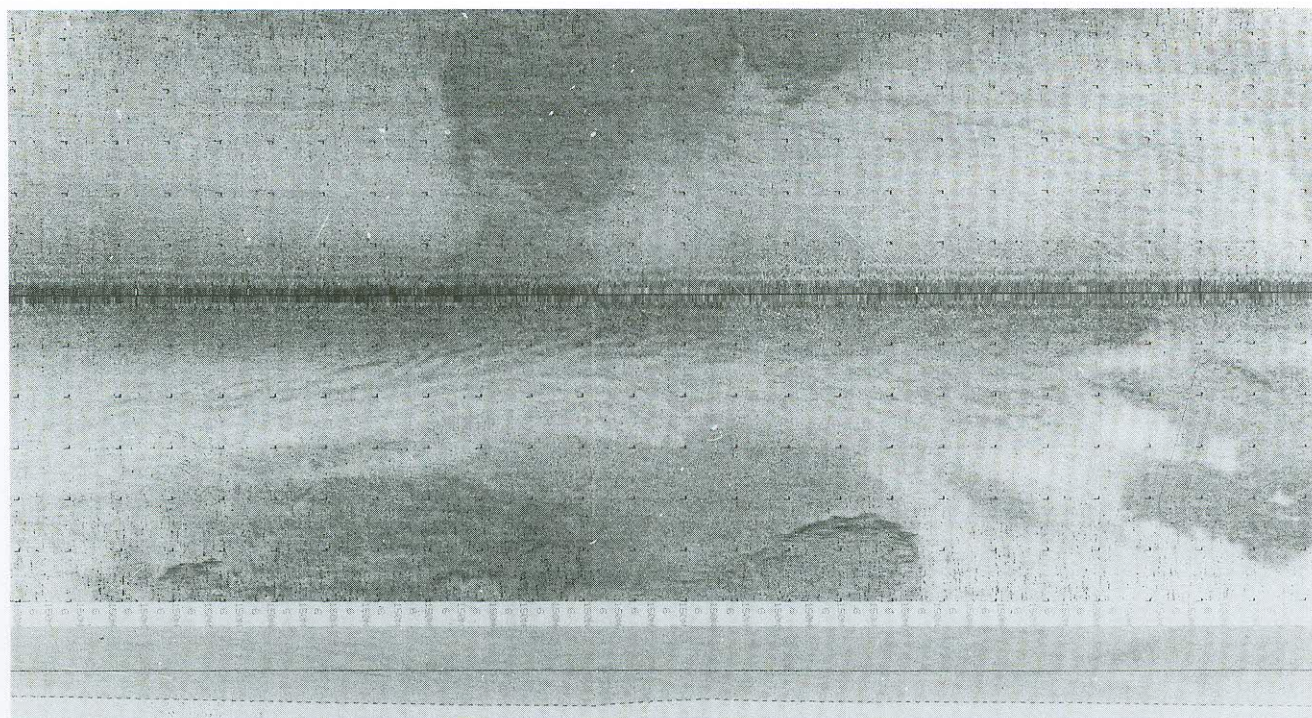


Fig. 10 – Side Scan Sonar 100kHz eseguito nel Golfo di Carini alla profondità di 62m. E' visibile la rottura di pendio ad andamento convesso, che separa la piattaforma interna da quella esterna, incisa da un canale di drenaggio

100kHz Side Scan Sonar taken in the Baia di Carini at the depth of 62m. A convex slope break, dividing internal from external shelf, cut by a drainage canal

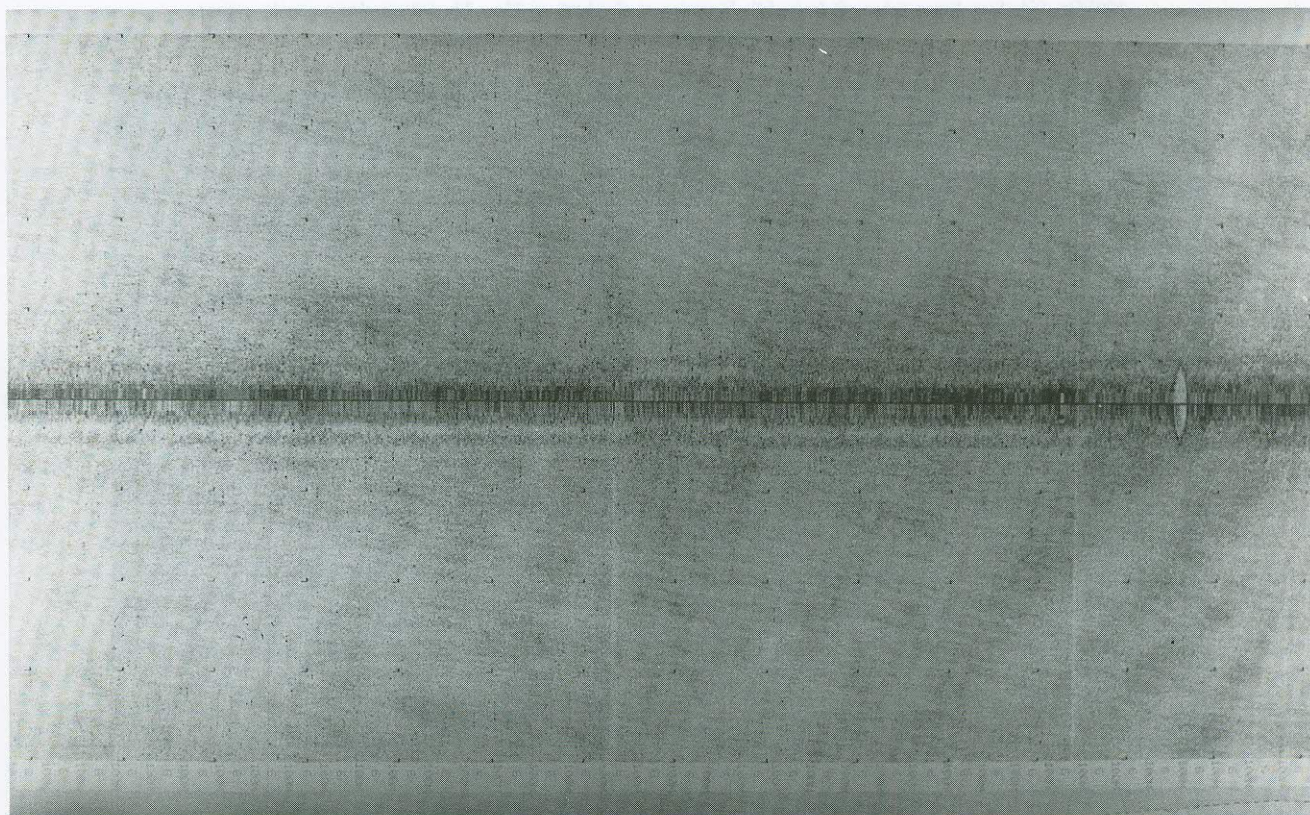


Fig. 11 – Side Scan Sonar 100kHz eseguito al largo di Isola delle Femmine alla profondità di 68m. Fondale pianeggiante caratterizzato da sabbie limose parzialmente ricoperte da alghe calcaree (detritico costiero in facies *maerl* e *pralines*). Sono visibili le tracce dei divergenti delle reti a strascico

100kHz Side Scan Sonar taken off Isola delle Femmine at the depth of 68m. A flat bottom characterized by silty sands partially covered with calcareous seagrasses (coastal detrital with *maerl* and *pralines*). The traces of drift-nets are evident.

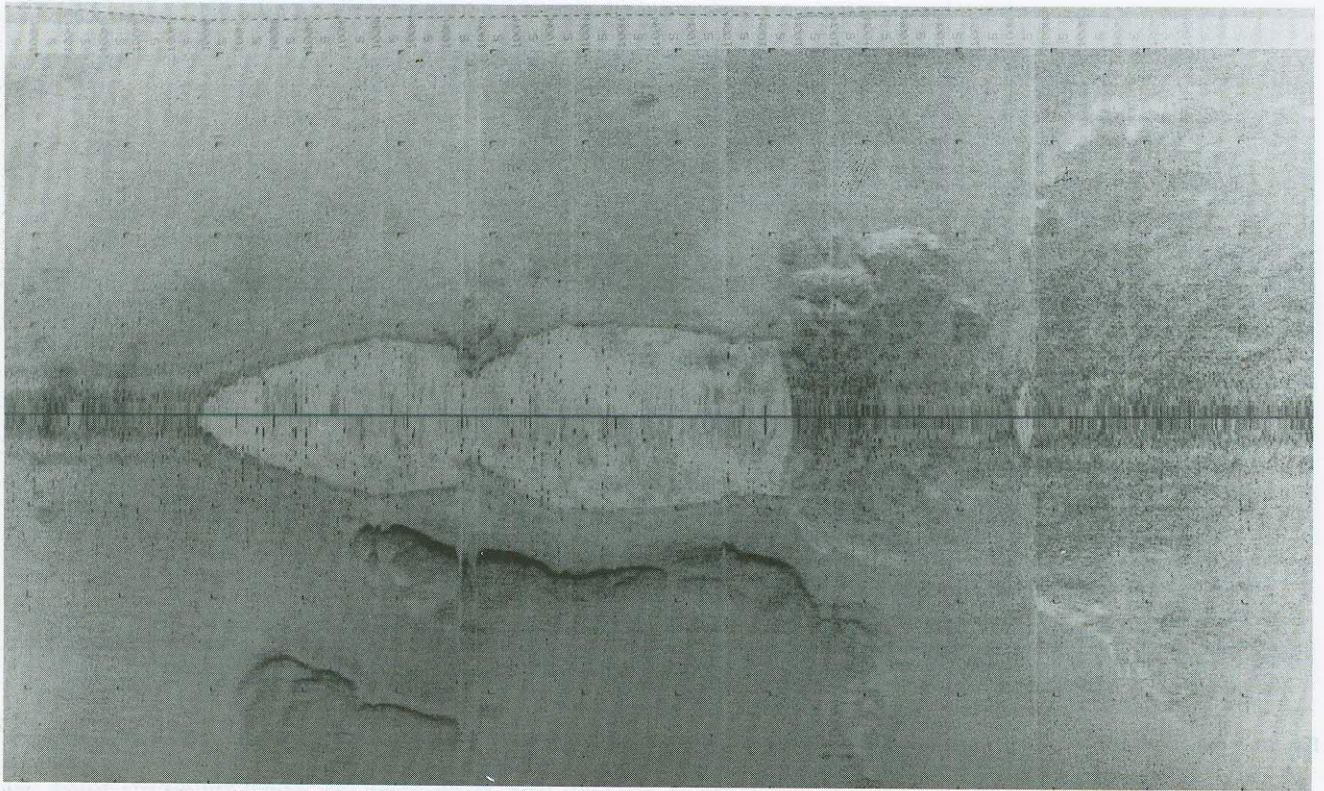


Fig. 12 – Side Scan Sonar 100kHz eseguito al largo di Isola delle Femmine alla profondità di 75m. Io fondale mostra la presenza di un affioramento roccioso, da cui è stato dragato un campione di beach rock
 100kHz Side Scan Sonar taken off Isola delle Femmine at the depth of 75m. The bottom shows a rocky outcrop, from which a sample of beach rock has been dredged

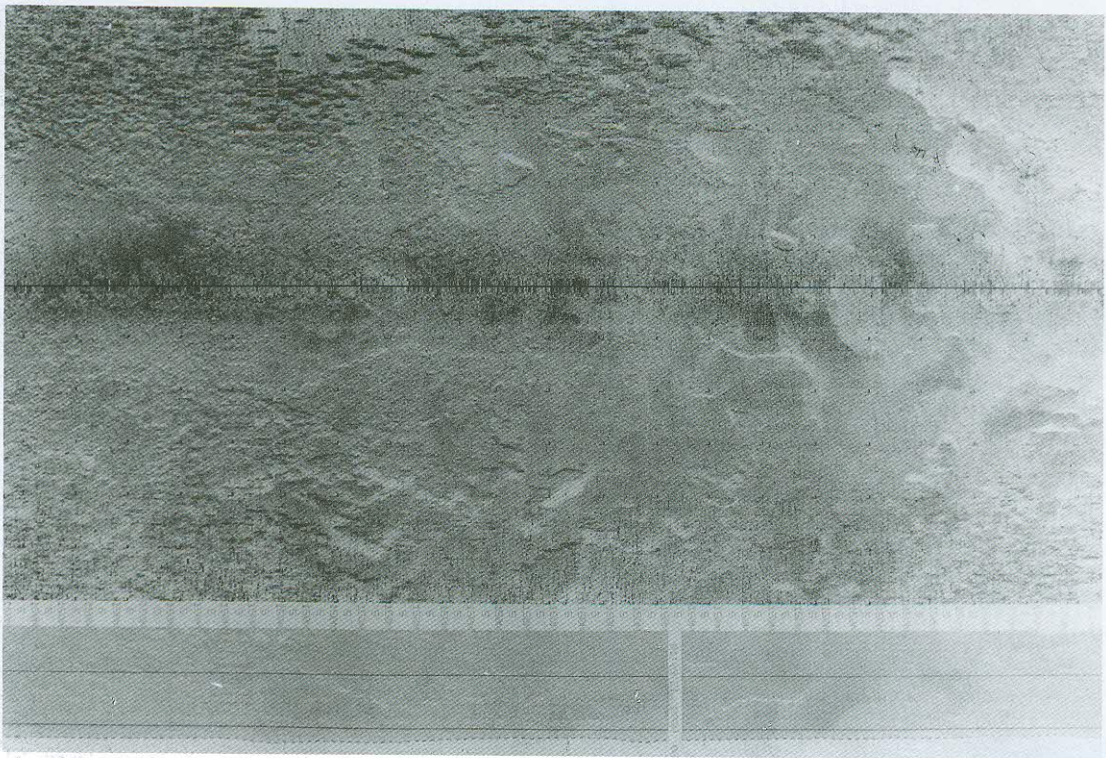


Fig. 13 – Side Scan Sonar 100kHz eseguito al largo di Capo Gallo alla profondità di 36m. Il sonogramma mostra il limite inferiore della prateria a *Posidonia oceanica*. I sedimenti sono costituiti da sabbie e ghiaie bioclastiche
 100kHz Side Scan Sonar taken off Capo Gallo at the depth of 36m. The picture shows the lower limit of *Posidonia oceanica* seagrass meadow. Sediments are of bioclastic sands and gravels

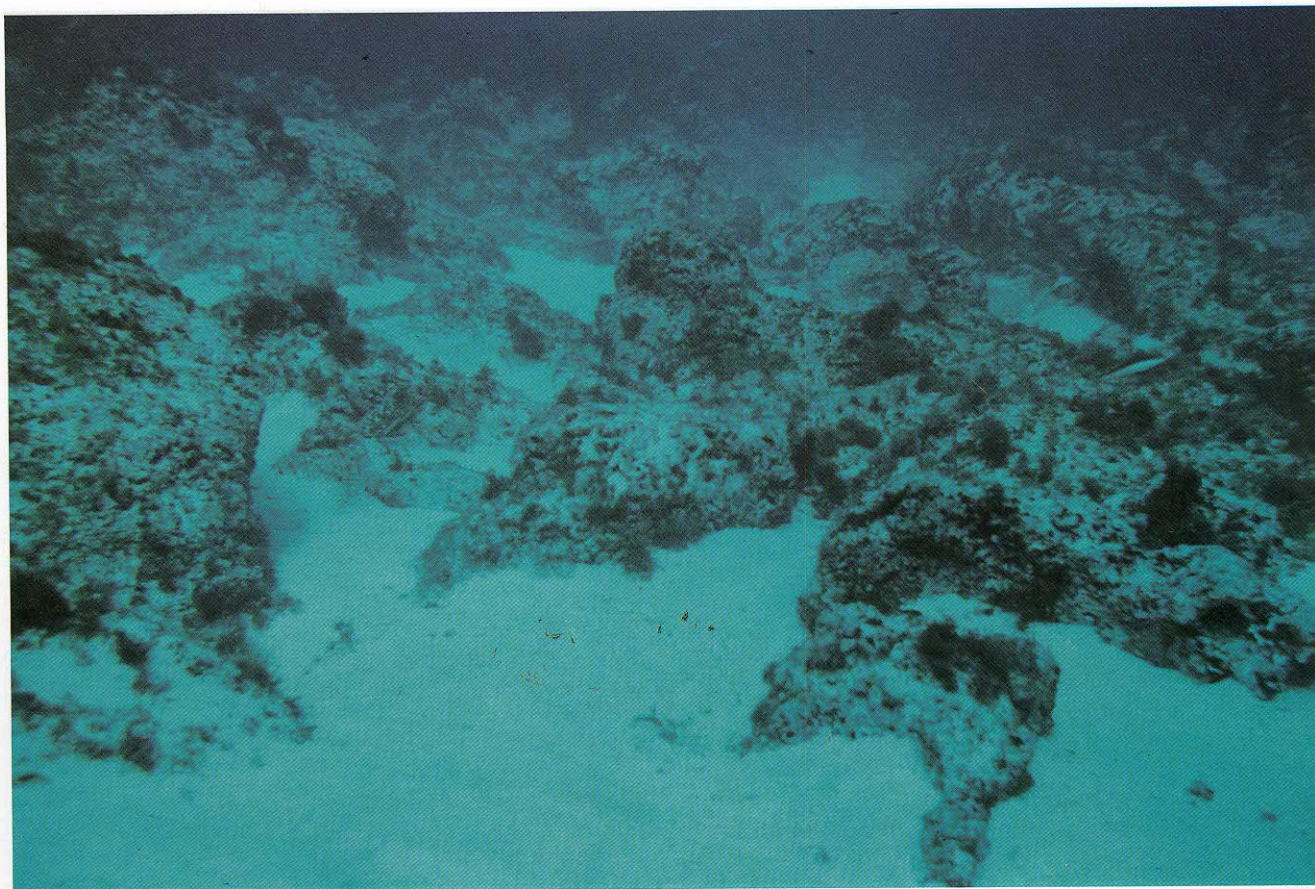


Fig.14 – Capo Gallo (-12m): piattaforma di abrasione su dolomie triassiche
Capo Gallo (-12m): abrasion platform on Triassic dolomites



Fig.15 – Isola delle Femmine (-10m), affioramento della testata di strato dei calcari del Cretaceo
Isola delle Femmine (-10m): outcrop of Cretaceous limestones



Fig. 16 – Isola delle Femmine (-10m): prateria a *Posidonia oceanica*
Isola delle Femmine (-12): meadow of *Posidonia oceanica*



Fig. 17 – Baia di Carini (-12m): piattaforma di abrasione su conglomerati fossiliferi
Baia di Carini (-12m): abrasion platform on fossiliferous conglomerates

Leptometra falangium ed *Echinaster*. In fig. 16 è osservabile una prateria di *Posidonia oceanica* (Isola delle Femmine, -10m).

Spesso nel Golfo di Carini sono presenti piattaforme di abrasione su conglomerati fossiliferi, come mostra la fig.17 presa a -12m e qui di probabile età Eutirreniana.

4.4. - BIOCENOSI SIGNIFICATIVE

L'integrazione dei dati SSS con le osservazioni dirette effettuate con il ROV e mediante rilevamento geomorfologico subacqueo, ha permesso di effettuare molte osservazioni sulle principali biocenosi e fitocenosi.

Iniziando dalla linea di costa, la prima comunità in cui ci imbattiamo è il «marciapiede» a vermetidi. Si tratta di una biocostruzione segnalata per la prima volta da un naturalista francese A. De Quadrefages nel 1854, proprio sulle coste di Isola delle Femmine, e riveste un notevole interesse biogeografico in quanto caratteristica quasi esclusiva delle coste della Sicilia nord-occidentale. Dalle osserva-

zioni effettuate si è notato che le dimensioni del «marciapiede» sono strettamente legate al litotipo su cui si accresce: Nei tratti dove affiorano i calcari e le dolomie mesozoiche, la lunghezza del «marciapiede» è variabile da 1 a 3 metri, mentre dove affiorano le arenite pleistoceniche raggiunge la lunghezza di 4-6 metri. Esso risulta esteso per lunghi tratti di costa, regredendo soltanto in coincidenza di alcuni scarichi fognari abusivi presenti nel golfo. Al di sotto del «marciapiede», è presente il madreporario coloniale *Astroides calicularis*.

Seguono le biocenosi ad alghe Fotofile (AP, PERÈS & PICARD, 1964), composte da Cystoseiracee e Dyctiotacee. Queste biocenosi sono state trovate molto sviluppate nella zona compresa tra Punta Barcarello e Capo Gallo e nell'Isola di Fuori, in coincidenza di un elevato idrodinamismo e dell'assenza di fattori inquinanti. Queste biocenosi precedono la scomparsa delle praterie a Fanerogame marine rappresentate in quest'area dalla *Posidonia oceanica* e, limitatamente, dalla *Cymodocea nodosa*. La *Posidonia oceanica* colonizza i fondali marini nella fascia batimetrica tra i 5-10m e 30-35m. Essa risulta strut-



Fig. 18 - Baia di Carini (-10m): limite superiore della *Posidonia oceanica*, si noti la presenza di «matte» morte
Baia di Carini (-10): upper limit of *Posidonia oceanica*, dead "matte" is shown

turata malgrado, in alcune zone del Golfo di Carini, il limite superiore della prateria cominci a mostrare segni di squilibrio ambientale testimoniato da alcune zone a «matte» morta ricoperte da limi organici (fig. 18, -10m).

La distribuzione della *Cymodocea nodosa* è invece limitata alla spiaggia sommersa di Capaci ed a Isola delle Femmine da -12m a -24m ed in alcune aree limitate del Golfo di Carini.

La fascia più esterna, oltre la biocenosi della *Posidonia oceanica* (tra -30m e -50m) è generalmente caratterizzata dalle biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie bioclastiche sotto l'influenza delle correnti di fondo (SGGF, PÈRÈS & PICARD, 1964); questa biocenosi è però presente anche nella fascia batimetrica di pertinenza delle praterie di Fanerogame.

Dalla profondità di 45-50m inizia una fascia caratterizzata da fondi detritici costieri (DC, PÈRÈS & PICARD, 1964) a leggero infangamento di origine terrigena rappresentato, principalmente, dalla facies a «Maerl e Pralines».

Sono state rinvenute, dalla profondità di 15-20m sino alla massima profondità di indagine diretta (-50m), estese zone colonizzate da biocostruzioni ad alghe calcaree (*Litophyllum* e *Lythotamnium*) che raggiungono spessori anche superiori ad 1m.

Nella fascia compresa tra -70m e -100m, in coincidenza degli affioramenti rocciosi e delle *beach rock*, è possibile rinvenire il cosiddetto «coralligeno profondo» (PÈRÈS & PICARD, 1964) caratterizzato dalla presenza di *Corallium rubrum*, *Parazoanthus axinellae*, *Eunicella verrucosa* ed il madreporario coloniale *Dendrophia*.

5. - CONCLUSIONI

Lo studio effettuato tra la Baia di Carini e Capo Gallo mediante Side Scan Sonar, associato ad osservazioni dirette mediante ROV, ARA e raccolta di campioni di sedimenti, ha permesso di approfondire le conoscenze geologiche, morfologiche e sedimentologiche dell'area evidenziando alcune particolari caratteristiche, quali:

- il contrasto esistente per la vicinanza di aree (Baia di Carini) che risentono di un forte aumento dei livelli d'inquinamento delle acque, evidenziato dalla presenza di «matte» morte di *Posidonia oceanica*, e di aree dove invece l'impatto antropico è ancora molto basso (tra Punta Barcarello e Capo Gallo e nell'Isola di Fuori);

- l'andamento dei bordi delle piattaforme interna ed esterna osservabili sia ad ovest che ad est

di Isola delle Femmine seguendo gli affioramenti rocciosi presenti a 50-60m ed a 80-130m di profondità rispettivamente, ed interpretati come semplici linee di riva sommerse (LUCIDO, 1992);

- la paleoidrografia della zona tramite l'individuazione di incisioni profonde probabilmente originatesi nel Würm e probabilmente appartenenti ad antichi fiumi associate a canyon di minori dimensioni;

- la presenza, in particolare nel settore ad est di Isola delle Femmine, di *beach rock* qui presente a profondità di 75-80m e fino a 103m. Tali strutture, già in parte osservate (LUCIDO, 1992) durante la prima campagna, mostrano notevole continuità;

- la distinzione delle aree a granulometria sabbiosa fine da quelle a tessitura più grossolana per mezzo della differente risposta del segnale di ritorno, tarata tramite le immersioni con ROV.

Le osservazioni precedenti hanno permesso di evidenziare una distribuzione dei sedimenti fortemente influenzata dalla morfologia sottomarina che limita (soglie) o facilita (canali) il trasporto dei sedimenti sia orizzontalmente che verticalmente e dall'energia, o dall'idrodinamica (le mareggiate dai quadranti settentrionali), delle acque marine sia in superficie che in profondità.

Sono state infine ricostruite in dettaglio le caratteristiche geomorfologiche e sedimentologiche della piattaforma continentale antistante la Baia di Carini e da Isola delle Femmine fino a Capo Gallo. Si è quindi ottenuta una dettagliata mappatura della piattaforma continentale.

BIBLIOGRAFIA

- ABATE B., CATALANO R. & RENDA P. (1978) - *Schema geologico dei Monti di Palermo* - Boll. Soc. Geol. It., **97**: 807-819.
- AGATE M., CATALANO R., INFUSO S., LUCIDO M., MIRABILE L. & SULLI A. (1993) - *Structural evolution of the Northern Sicily continental margin during the Plio-Pleistocene*, in MAX M.D. & COLANTONI P. (a cura di): *Geological development of the Sicilian-Tunisian Platform*, UNESCO reports in marine science, **58**: 25-30.
- AGATE M., BERTOLDO M., BUCCHERI G., FERRETTI O., IMMORDINO F., LUCIDO M. & MIRABILE L. (1994) - *Studies on the North Western Sicilian continental Shelf. Preliminary results*. Regional meeting of I.A.S. Ischia, Aprile 1994.
- ANTONIOLI F., BELLUOMINI G., FERRANTI L., IMPROTA S. & REITANO G. (1994) - *Il sito preistorico dell'arco naturale di Capo Zafferano (Sicilia). Aspetti geomorfologici e relazione con le variazioni del livello marino olocenico*. Il Quaternario, **7** (1): 109-118.
- CATALANO R. & D'ARGENIO B.M. (1982) - *Schema geologico della Sicilia*, in CATALANO R. & D'ARGENIO B. (a cura di): *Guida al geologia della Sicilia occidentale. Guide geologiche Regionali*, Mem. Soc. Geol. It., **24**: 9-41.

- CATALANO R., ABATE B. & RENDA P. (1979) - *Carta geologica dei Monti di Palermo, scala 1:50000 e note illustrative*. Istituto di Geologia, Univ. Palermo.
- CATALANO R. & MILIA A. (1990) - *Late Pliocene-early Pleistocene structural inversion in offshore Western Sicily*, in PINET D. & BOIS C. (a cura di): *The potential of Deep Seismic Profiling for Hydrocarbon Exploration*, editions Technip., Paris: 445-449.
- HEARTY P.J., MILLER G.H., STEARNS C.E. & SZABO B.J. (1986) - *Aminostratigraphy of Quaternary shorelines in the Mediterranean basin*. Geological Survey of American Bulletin, **97**: 850-858, 5 figg., 3 tavv.
- HUGONIE G. (1982) - *Mouvements tectoniques et variations de la morphogénèse au Quaternaire en Sicilie Septentrionale*. Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique. Paris, **23** (1): 3-14.
- LUCIDO M. (1992) - *Geomorfologia della piattaforma tra Torre del Pozzillo e Torre Mondello (Sicilia nord-occidentale)* - Il Naturalista Siciliano, **16**: 3,4.
- PERES J.M. & PICARD J. (1964) - *Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée* - Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume., **31**: 1-137, 9 figg. .
- RUGGIERI G. & MILONE G. (1972) - *Segnalazione di Tirreniano a 50 metri di quota presso Palermo*. Boll. Soc. Geol. It., **91**: 647-654, 2 figg.
- SELLI R. (1970) - *Cenni morfologici generali sul Mar Tirreno* - Giornale di Geol., **37**: 5-24.
- WENTWORTH C.K. (1922) - *A scale of grade and class terms for clastic sediments*. Jour. Geology, **30**: 377-392.