

# Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale



Supplemento al n. 1/2013

ISSN 1591-5352

Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma



Miami (Florida, USA) prima e dopo il ripascimento della spiaggia eseguito nel 1970 e supervisionato da US Army Corps of Engineers (Foto Racontour)

**Ricerca di depositi di sabbia sottomarina relitta  
sulla piattaforma continentale del Cilento (Sa) utilizzabile  
per interventi di ripascimento artificiale dei litorali**

**MICLA PENNETTA, ANTONIETTA BIFULCO, ALESSANDRA SAVINI**

Geologia dell'Ambiente  
Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale

Supplemento al n. 1/2013  
Anno XXI - gennaio-marzo 2013

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352  
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229  
del 31 maggio 1994

*Comitato scientifico*

Mario Bentivenga, Aldino Bondesan,  
Giancarlo Bortolami, Aldo Brondi,  
Felice Di Gregorio, Giuseppe Gisotti,  
Giancarlo Guado, Gioacchino Lena,  
Giacomo Prosser, Giuseppe Spilotro

*Consiglio Direttivo nazionale 2010-2013*

Davide Baioni, Domenico Bartolucci,  
Federico Boccalaro, Giancarlo Bortolami,  
Antonio Fiore (*Tesoriere*), Fabio Garbin (*Segretario*),  
Francesco Geremia, Giuseppe Gisotti (*Presidente*),  
Gioacchino Lena (*Vice Presidente*),  
Massimo Massellani, Vincent Ottaviani,  
Andrea Vitturi, Francesco Zarlenga

*Comitato di redazione*

Federico Boccalaro, Giorgio Cardinali,  
Giovanni Conte, Gioacchino Lena,  
Paola Mauri, Maurizio Scardella

*Direttore responsabile*

Giuseppe Gisotti

*Procedura per l'accettazione degli articoli*

I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione,  
dopo che sia stata verificata la loro pertinenza  
con i temi di interesse della Rivista, saranno  
sottoposti ad un giudizio di uno o più Referees.

*Redazione*

SIGEA: tel./fax 06 5943344  
Casella Postale 2449 U.P. Roma 158  
info@sigeaweb.it  
www.sigeaweb.it

*Progetto grafico e impaginazione*

Fraserighe  
tel. 0774 554497 - fax 0774 2431193  
info@fralerighe.it  
www.fralerighe.it

*Pubblicità*

SIGEA

*Stampa*

Tipolitografia Acropoli, Alatri - FR

Abbonamento annuale: Euro 30,00

# Sommario

## Ricerca di depositi di sabbia sottomarina relitta sulla piattaforma continentale del Cilento (Sa) utilizzabile per interventi di ripascimento artificiale dei litorali

Micla PENNETTA, ANTONIETTA BIFULCO, ALESSANDRA SAVINI

1. Premessa	3
2. Inquadramento geologico	3
3. Studi eseguiti	5
4. Piattaforma continentale	6
4.1. Piattaforma continentale del Cilento	9
4.1.1. Geomorfologia	9
4.1.2. Geologia superficiale	10
4.1.3. Geologia superficiale: sedimenti di sottofondo	11
4.1.4. Depositi di sabbia sottomarina relitta	16
5. Carta degli usi legittimi del mare	17
6. Aree potenzialmente coltivabili	19
7. Conclusioni	20
Ringraziamenti	21
Bibliografia	21



*Ft. Lauderdale Beach*



*Bradenton Beach*



*Ft. Myers Beach*



*Pensacola Beach*



*Beach at Key West*



*Panama City Beach*



*Daytona Beach*



*Jacksonville Beach*

# Ricerca di depositi di sabbia sottomarina relitta sulla piattaforma continentale del Cilento (Sa) utilizzabile per interventi di ripascimento artificiale dei litorali

MICLA PENNETTA  
Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse,  
Università degli Studi di Napoli "Federico II"  
e-mail: pennetta@unina.it

ANTONIETTA BIFULCO  
c/o Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse,  
Università degli Studi di Napoli "Federico II"

ALESSANDRA SAVINI  
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra,  
Università degli Studi di Milano-Bicocca  
e-mail: alessandra.savini@unimib.it

## Tavole fuori testo

### Carte tematiche

- TAV. I Ubicazione delle indagini
- TAV. II Carta batimetrica
- TAV. III Carta geomorfologica
- TAV. IV Carta geologica superficiale
- TAV. V Carta geologica superficiale: sedimenti di sottofondo
- TAV. VI Carta dei depositi di sabbia sottomarina relitta
- TAV. VII Carta degli usi legittimi del mare
- TAV. VIII Carta delle aree potenzialmente coltivabili

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del Documento di Programmazione e le Specifiche Tecniche per la "Ricerca, individuazione e potenzialità estrattive di cave di prestito a mare per interventi di ripascimento di litorali in erosione – Metodologie di studio, indagini e costi per il reperimento di sabbie", l'Autorità di Bacino Sinistra Sele (Regione Campania) ha fatto eseguire una campagna di indagine a mare dal Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Ricerche del Mare (CoNISMa), finalizzata all'esecuzione ed alla redazione degli "Studi sedimentologici-stratigrafici dei depositi pleistocenici superiori-olocenici della piattaforma continentale nel tratto di mare tra Agropoli e Sapri". Il gruppo di coordinamento tecnico scientifico dei lavori era costituito dall'Ing. Raffaele Doto, Responsabile Unico del Procedimento, dall'Ing. Elisabetta Romano e Dott. Vincenzo Liguori, Struttura di Supporto, dal Prof. Geol. Paolo Budetta, Responsabile Scientifico, e dalla Prof.ssa Geol. Micla Pennetta, Direttore dei Lavori.

Nel mese di aprile del 2004 il CoNISMa dava avvio alle indagini eseguendo una crociera oceanografica con la M/N Universitatis sulla piattaforma continentale del promontorio del Cilento, tra Agropoli Sud e Sapri (SA). Sono stati eseguiti rilievi batimetrici e profili acustici con tecnologia *Chirp sonar*; sono stati altresì prelevati campioni di sedimento di fondo marino mobile con benna e di sottofon-

do marino con carotaggi in sei aree ben definite, preventivamente individuate. I risultati delle indagini a mare ed in laboratorio furono riportati in una relazione tecnico scientifica completa dei necessari allegati; i lavori si conclusero regolarmente nel luglio 2004.

Successivamente la Prof.ssa M. Pennetta dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II" con il suo gruppo di lavoro ha rielaborato a scopo scientifico i dati ricavati dalle suddette indagini e studi, inserendoli in un contesto geomorfologico, sedimentario e morfoevolutivo più ampio, a scala regionale. Le nuove analisi morfosedimentarie hanno consentito di rilevare la presenza di nuovi corpi di sabbia relitta sottomarina potenzialmente idonea per interventi di alimentazione artificiale delle spiagge in erosione. Le aree individuate, caratterizzate dalla presenza di depositi sabbiosi relitti, sono state infine sovrapposte (*overlay mapping*) con le aree destinate agli usi legittimi del mare, aree non compatibili, dal punto di vista ambientale, con la movimentazione dei sedimenti dai fondali tramite operazioni di dragaggio. Il risultato della ricerca ha consentito di pervenire alla carta tematica finale nella quale sono definite le aree potenzialmente coltivabili.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La piattaforma continentale in studio (Fig. 1) si inserisce in un settore del margine tirrenico sud-orientale che costituisce l'alto

morfostrutturale, promontorio del Cilento, delimitato verso NW dal bacino del Golfo di Salerno – Piana del Fiume Sele e verso SE dal bacino del Golfo di Policastro, ambedue subsidenti (Fig. 2).

Tale margine di tipo passivo, legato alle fasi distensive del settore sud orientale del Tirreno nel Pliocene superiore- Pleistocene (SARTORI, 1988, 1989), è interessato da faglie listriche con blocchi basculati verso mare e verso terra (FABBRI *et al.*, 1981; TRINCARDI e ZITELLINI, 1987) che determinano aree ribassate sulla piattaforma continentale (FERRARO *et al.*, 1997 cum bibl.). La scarpata continentale prende origine dal ciglio della piattaforma e si estende sino alla profondità di 1.600 m assumendo valori di pendenza compresi nell'intervallo 1°-6° (FERRARO *et al.*, 1997). È interessata da diffusi processi di instabilità, da rilievi e da depressioni che le conferiscono un'articolata morfologia. Le aree depresse subsidenti colmate prevalentemente da depositi pleistocenici, individuate in tale porzione di margine, sono delimitate da faglie dirette con andamento appenninico NW-SE e sembrano essere state attive fino al Pleistocene superiore (Fig. 3, FERRARO *et al.*, 1997). Tra Torre la Punta e Torre del Telegrafo le faglie dirette sono caratterizzate da un andamento antiappenninico NE-SW; esse individuano un'area depressa che si raccorda con la depressione della valle del Fiume Alento. Nella porzione meridionale dell'area in stu-

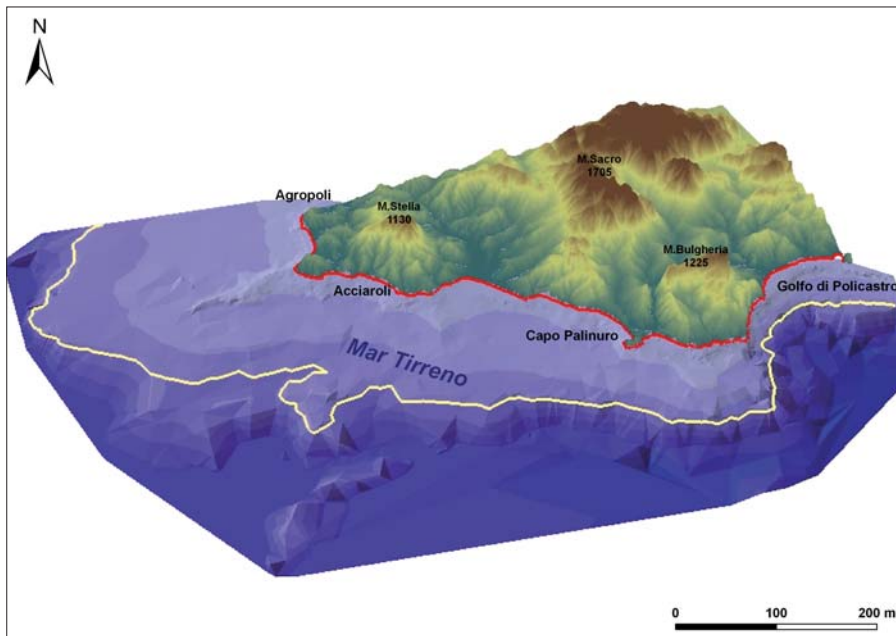


Figura 1 – Promontorio del Cilento (Sa), delimitato verso NW dal Golfo di Salerno e verso SE dal Golfo di Policastro, prospiciente la piattaforma continentale. La linea rossa indica la linea di riva, quella bianca il ciglio della piattaforma continentale dal quale si diparte la scarpata continentale.

dio, si individua il Golfo di Policastro; la sua articolata morfologia (Fig. 4, PENNETTA, 1996 a, b; DE PIPPO & PENNETTA, 2000) è controllata dalle faglie parallele e perpendicolari al margine (PENNETTA, 1996 b), individuatesi durante le fasi tettoniche plio-pleistoceniche che hanno provocato la marcata surrezione della catena e l'accentuato ribassamento dell'area tirrenica (KASTENS & *alii*, 1988). L'unità fisiografica principale che caratterizza questo tratto di margine è il Bacino di Sapri, un bacino di scarpata peri-tirrenico (SELLI, 1970; FABBRI *et al.*, 1981) ubicato sulla scarpata superiore. Questo bacino è sotteso verso terra (a Nord e ad Est) da una piattaforma continentale ristretta, raccordata da una scarpata continentale dissecata da numerosi canali; inoltre, è orlato verso mare da due dorsali sottomarine, con orientamento meridiano, che impediscono la dispersione dei depositi terrigeni convogliati da flussi gravitativi (PENNETTA, 1996a).

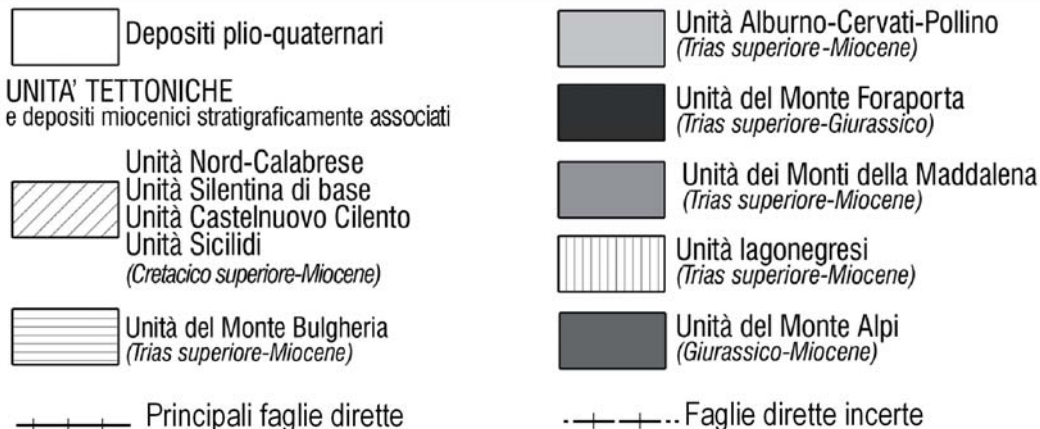
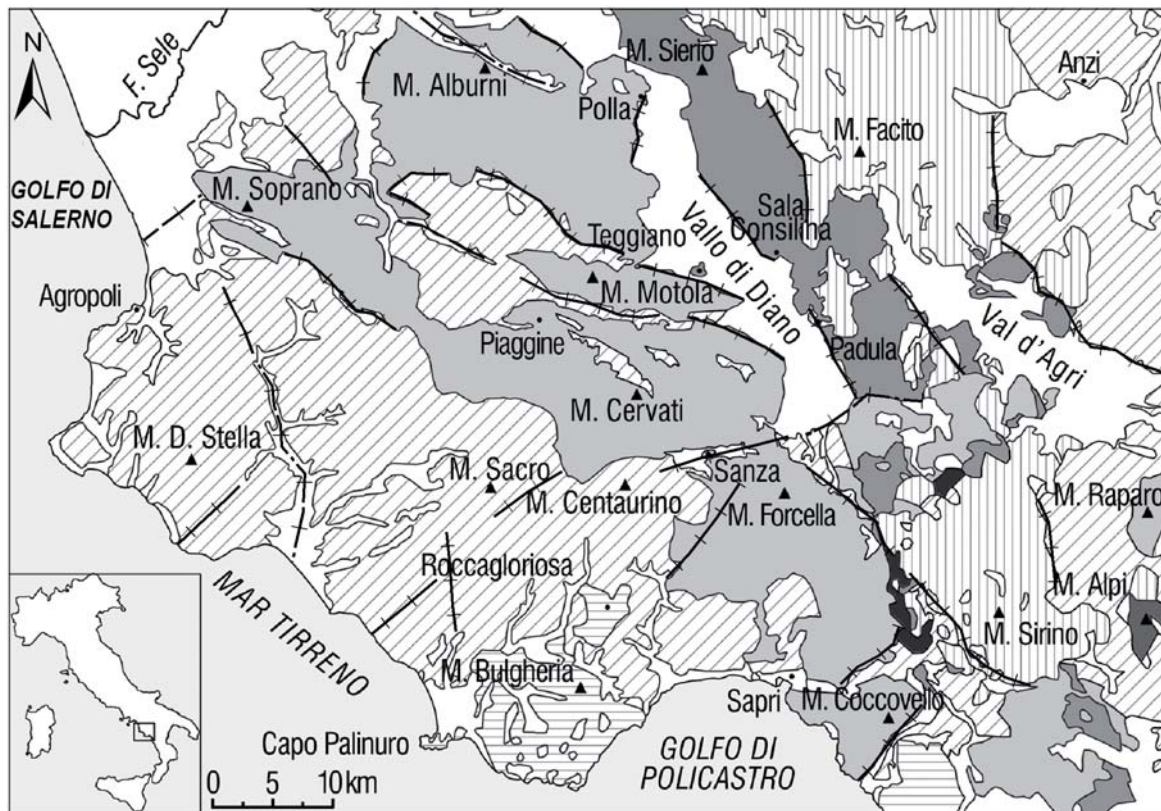


Figura 2 – Schema geologico del Cilento (Campania), (da PUTIGNANO e SCHIATTARELLA, 2008 modificato).

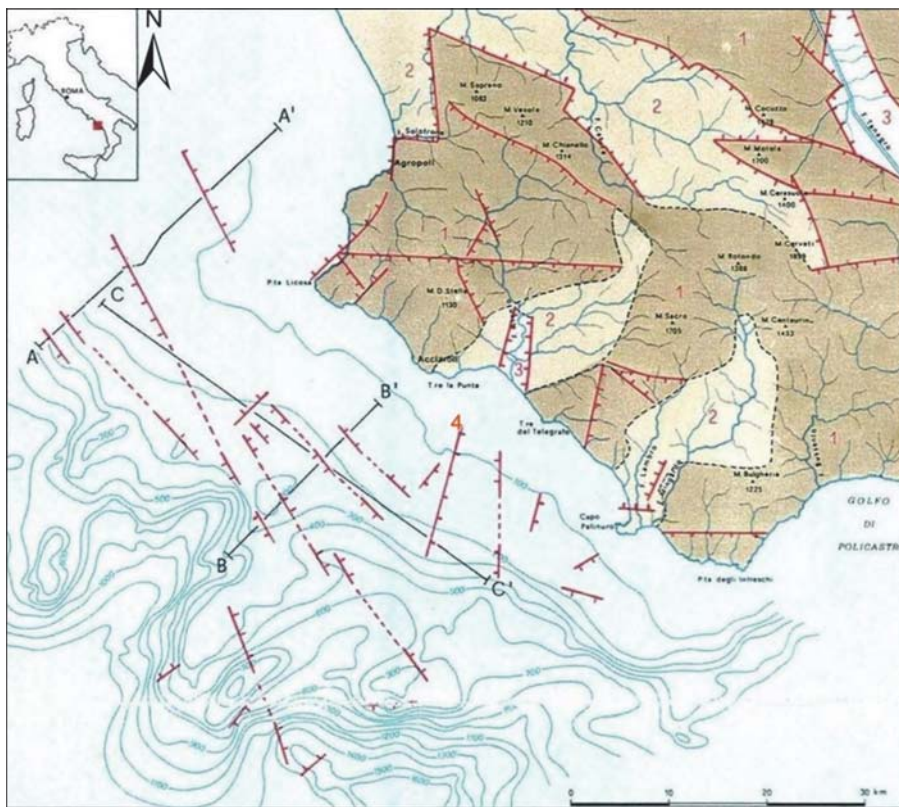


Figura 3 – Schema con lineamenti neotettonici; movimenti relativi agli ultimi 700 ka dal presente (da FERRARO et al., 1997 mod.).

- 1 – Aree interessate da sollevamento relativo;
- 2 – Aree interessate da movimenti di abbassamento compressivo con episodi di sollevamento;
- 3 – Aree interessate da abbassamento relativo;
- 4 – Faglie a prevalente componente verticale.

1968; OGNIBEN, 1969; MOSTARDINI & MERLINI, 1986; BONARDI et al., 1988b; SGROSSO, 1998; CAMMAROSANO et al., 2004; PUTIGNANO & SCHIATTARELLA, 2008; CAMMAROSANO et al., 2011).

### 3. STUDI ESEGUITI

Sono stati analizzati e studiati i dati acquisiti dal Conisma nel corso della crociera oceanografica di cui in premessa; in particolare:

- rilievi batimetrici ad alta risoluzione (675 km) – (TAV. I), eseguiti con ecoscandaglio multifascio (*multibeam*), al fine di ottenere informazioni relative alla profondità del fondale marino; il sistema multibeam ha operato con una frequenza non inferiore a 50 kHz, insonificando il fondo marino in un intervallo batimetrico tra 0,5-150 m;
- profili acustici (per uno sviluppo complessivo pari a 675 km) con tecnologia *CHIRP sonar*, ad alta risoluzione, per lo studio geologico-stratigrafico dell'area, volto all'individuazione di depositi sedimentari di recente deposizione (tardo Pleistocene ed Olocene) presenti sulla piattaforma continentale, e ad una pri-

Il territorio del Cilento (Fig. 2) nella sua porzione emersa, a S del Golfo di Salerno, è una delle aree geologicamente più interne e complesse dell'Appennino meridionale. Similmente a tutto il sistema Alpi-Appennino, è costituito da falde originate dall'accrezione di prismi sedimentari a partire dalla fase di collisione ensialica medio-eocenica dell'orogenesi alpina, la cui vergenza generale è verso Est. In particolare, i terreni affioranti nell'a-

rea cilentana possono essere ricondotti a due grandi insiemi, diversi per litologia, posizione strutturale e paleogeografia: un insieme di unità terrigene, costituite da torbiditi bacinali argilloso calcaree e argilloso arenacee, di età oligo-miocenica ed una successione carbonatica di piattaforma, nota come piattaforma carbonatica interna dell'Appennino meridionale o dei Monti Alburni, Cervati, Pollino con copertura terrigena (COCCO & PESCATORE,

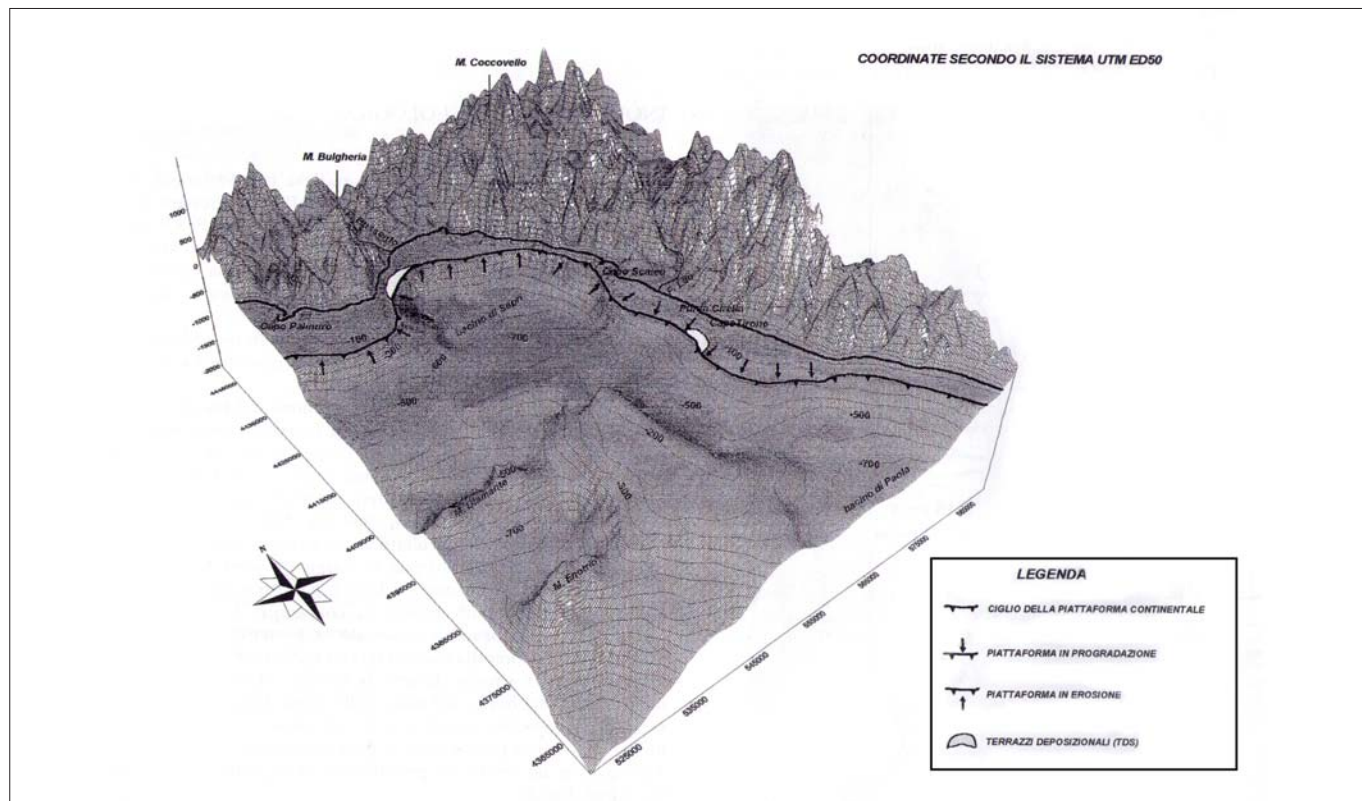


Figura 4 – Carta morfologica del Golfo di Policastro, con indicazione dei terrazzi deposizionali sommersi (TDS), (da DE PIPPO & PENNETTA, 2004).

ma individuazione delle diverse risposte acustiche relative alle tipologie di sedimenti (SAVINI *et al.*, 1995 *cum bibl.*). L'elaborazione dei dati sismo-acustici ha consentito di ricavare caratteri assimilabili a sezioni geologiche che coinvolgono il fondo marino mobile ed il suo immediato sottofondo. Il sistema opera ad una frequenza variabile tra 2 e 9 kHz.

- Sono stati studiati sia i campioni di sedimento di fondo marino mobile (n. 32) prelevati con benna di tipo *Van Veen* e sia le carote di sedimento (n. 16) prelevate con carotiere a gravità, utili per uno studio preliminare dei sedimenti presenti nel sottofondo (SAVINI *et al.*, 1995). Nel complesso la lunghezza delle carote è pari al massimo a 200 cm (da 0,52 cm a 200 cm); la loro lunghezza è strettamente correlata al grado di penetrazione del carotiere funzione della granulometria ed del grado di addensamento dei sedimenti prelevati. Lungo le carote sono state eseguite alcune analisi granulometriche utili per una definizione di larga massima della granulometria dei sedimenti recuperati. Il prelievo dei campioni, in questa prima fase degli studi, è risultato utile anche per la taratura dei profili sismici ad alta risoluzione acquisiti.

Lo studio è stato rivolto all'identificazione nei profili *Chirp* di orizzonti o corpi sedimentari con ecotipo riferibile a "sabbie relitte" o a corpi sedimentari sabbiosi (litosomi) relitti idonei per interventi di ripascimento artificiale delle spiagge. Il ripascimento va inteso quale intervento di difesa costiera eseguito per ricostruire la spiaggia in erosione mediante l'impiego di sedimenti idonei. Tra i sedimenti idonei si inseriscono, oltre quelli provenienti dagli alvei fluviali, dal dragaggio delle foci fluviali e dei canali navigabili, da cave di sabbia di antiche spiagge e/o di antichi depositi alluvionali sulla terraferma, le sabbie relitte presenti in ambiente marino sulla piattaforma continentale non coinvolte più nei processi sedimentari attuali. Il prelievo e l'asportazione di queste ultime ad opera dell'uomo non apporterebbe modifica alcuna al regime del moto ondoso e quindi alla dinamica costiera.

- Sono stati altresì utilizzate sia carte batimetriche dell'Istituto Idrografico della Marina (1971), in scala 1:100.000, per il completamento del rilievo batimetrico dell'intera piattaforma continentale opportunamente georeferito, sia i dati batimetrici e morfologici ricavati dalla carta geomorfologica in FERRARO *et al.* (1997). Tali Autori hanno analizzato i profili sismici ed i sedimenti (carote e

bennate) raccolti nel corso di due crociere oceanografiche eseguite negli anni novanta con la N/O Bannock del C.N.R. finalizzate allo studio del margine continentale del Cilento. Tali dati, unitamente a quelli ricavati con il rilievo multibeam di cui in precedenza, hanno consentito di elaborare la Carta Batimetrica (TAV. II) utile per la definizione dei caratteri morfologici della piattaforma continentale (TAV. III).

- Sono stati infine elaborati i dati morfologici e sedimentari di PENNETTA (1996 a, b), DE PIPPO *et al.* (1996), DE PIPPO & PENNETTA (2000, 2004), ricavati dallo studio di profili sismici e dai campioni di sedimento (carote e bennate) acquisiti nel corso di altre due crociere oceanografiche nel Golfo di Policastro con la N/O Bannock del C.N.R..
- È stato infine svolto un accurato studio della morfologia del fondo e del sottofondo, correlandola con i caratteri morfologici e sedimentari a terra sia attuali che tardo-quadernari ed olocenici, in risposta alle variazioni relative del livello del mare. La morfologia della piattaforma attuale ha risentito dei cicli trasgressivo – regressivi.

L'analisi e lo studio dei dati ricavati dalle indagini in sito ed in laboratorio, integrati dai caratteri morfosedimentari, hanno consentito di realizzare in ambiente GIS le carte tematiche fuori testo georeferite in scala 1:150.000, di seguito riportate; l'incrocio dei dati rivenienti dalle varie carte ha consentito di pervenire alla carta finale delle aree potenzialmente coltivabili.

TAV. I	Carta ubicazione delle indagini
TAV. II	Carta batimetrica
TAV. III	Carta geomorfologica
TAV. IV	Carta geologica superficiale
TAV. V	Carta geologica superficiale: sedimenti di sottofondo
TAV. VI	Carta dei depositi di sabbia sottomarina relitta
TAV. VII	Carta degli usi legittimi del mare
TAV. VIII	Carta delle aree potenzialmente coltivabili

Per la gestione e l'elaborazione dei dati sono stati utilizzati:

- il software di progettazione Autodesk Map 2008, che ha permesso la georeferenziazione delle carte batimetriche dell'Istituto Idrografico della Marina Militare e quella geomorfologica in FERRARO *et al.* (1997) nel sistema di riferimento UTM e l'interpolazione di tutti i punti relativi alle diverse profondità, al fine di ottenere la redazione della Carta Batimetrica (Tav. II). I dati ela-

borati sono stati esportati in formato SHP in modo da consentirne l'utilizzo in altri ambienti software;

- una sequenza integrata di applicazioni GIS della ESRI ArcGis Desktop 9.2, attraverso la quale è stato possibile la redazione di tutte le altre carte tematiche. Le applicazioni impiegate sono ArcMap, ArcCatalog, ed ArcToolbox, corredate da strumenti e comandi GIS;
- l'applicazione ArcMap per tutte le attività di cartografia, editing ed interrogazione dei dati e l'applicazione ArcCatalog per organizzare e gestire i dati. Attraverso l'applicazione ArcToolbox, collezione organizzata di strumenti per il geoprocessing, sono state effettuate operazioni sui dati GIS a disposizione. Le elaborazioni cartografiche sono state rappresentate nel sistema di riferimento UTM, WGS 84 – FUSO 33N.

#### 4. PIATTAFORMA CONTINENTALE

La piattaforma continentale è un'area pianeggiante, debolmente inclinata verso il mare aperto (in genere inferiore a 1°), che insieme alla scarpata continentale costituisce un margine continentale (Fig. 1). Dal punto di vista fisiografico è una zona caratterizzata da fondali bassi, generalmente inferiori ai 200 m, che circonda la quasi totalità delle terre emerse. La piattaforma continentale è confinata verso terra dal limite della spiaggia sommersa, mentre verso mare è delimitata da una netta rottura di pendenza che individua il ciglio della piattaforma stessa. Da questo orlo si diparte la scarpata che, con un'inclinazione più elevata, compresa tra 1° e 10°, si raccorda alla piana batiale.

Le piattaforme continentali presentano un'estensione assai variabile; nei mari italiani la larghezza media risulta di 13-14 km, ad eccezione del Mar Adriatico centro-settentrionale dove la piattaforma si protrae fino alle coste slave.

A causa delle variazioni glacioeustatiche, durante il Quaternario (che inizia circa 1,8 milioni di anni dal presente) le piattaforme continentali (Fig. 5 A) sono state interessate da numerosi periodi di emersione indotti da fasi glaciali, trasformandosi in ampie piane costiere (Fig. 5 B). Su tali piane i fiumi hanno prolungato i loro corsi, dando origine a nuovi depositi di delta ubicati alcune decine di chilometri più al largo rispetto a quelli attuali.

Le variazioni del livello marino sono state determinanti nella morfologia attuale delle piattaforme continentali: infatti, il loro margine esterno, quando profondo nell'intorno dei 120 m, per lo più coincide con le quote minime raggiunte dal livello del mare durante l'ultimo periodo glaciale (Würm III, circa 18.000 anni

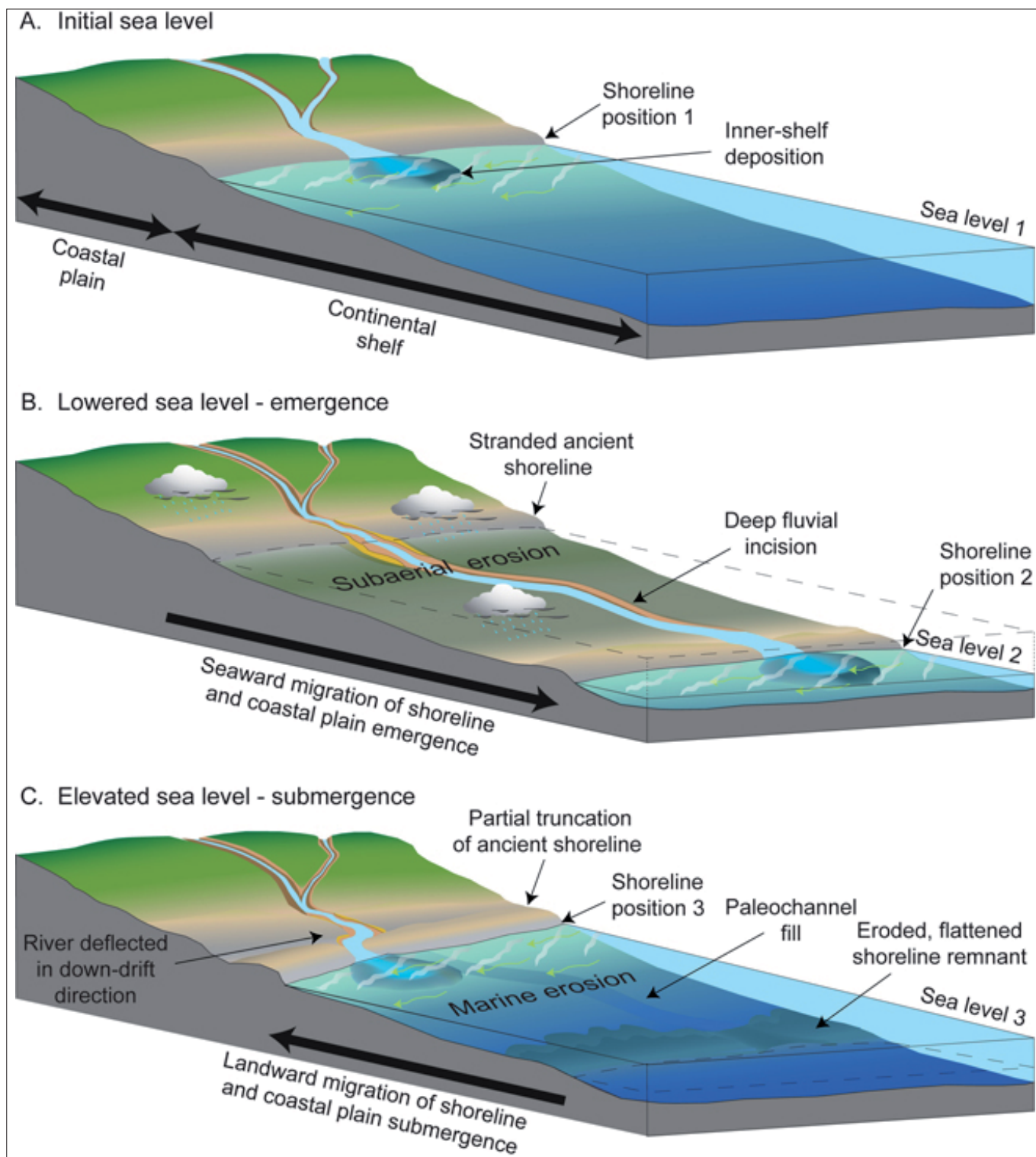


Figura 5 A, B, C – A. Tempo 1: Piattaforma continentale (Continental shelf), terra emersa (Coastal plain) e posizione della linea di riva (Shoreline position); B. Tempo 2: spostamento verso mare della linea di riva che produce l'emersione della piattaforma; C. Tempo 3: spostamento verso terra della linea di riva.

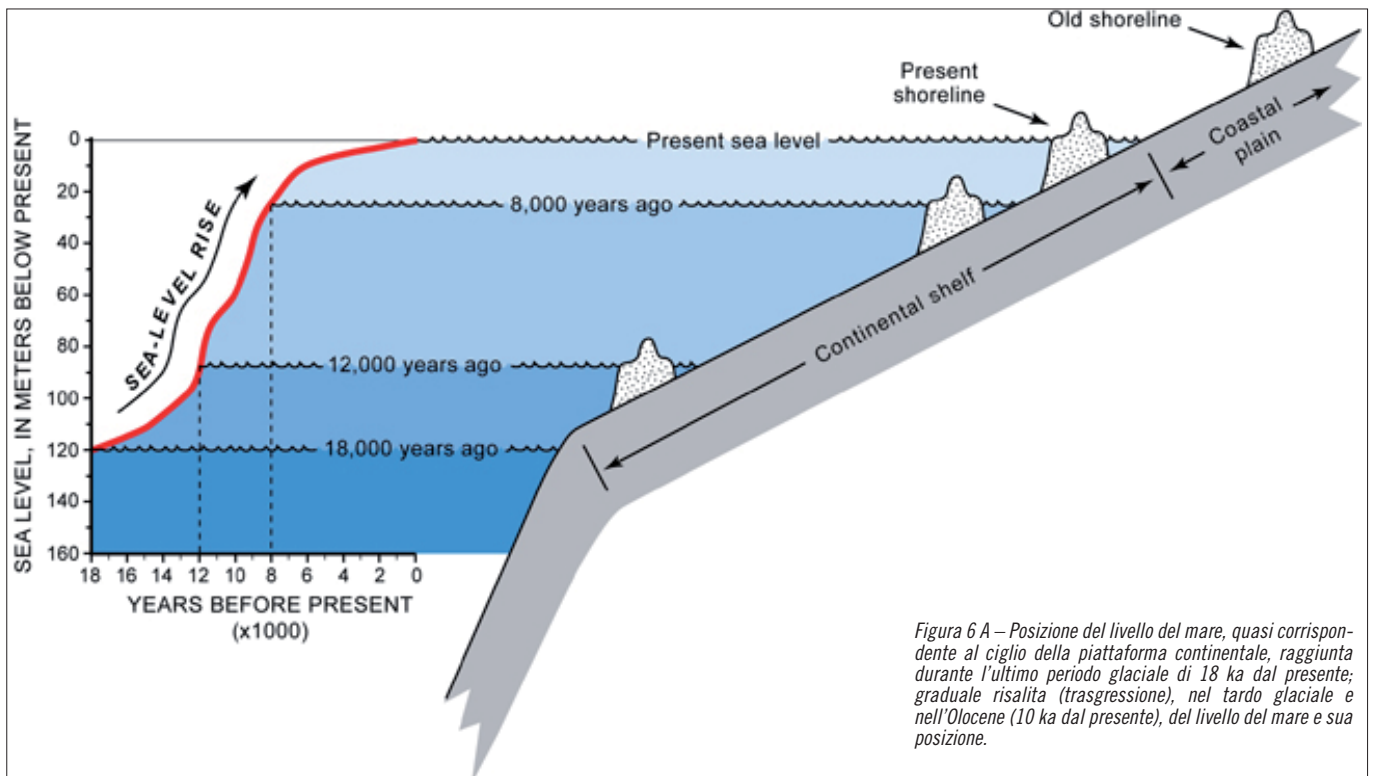
dal presente), (Fig. 6); inoltre, le oscillazioni cicliche, interagendo con fattori locali quali la tettonica, la fisiografia, il gradiente e gli apporti sedimentari, hanno influenzato la posizione, l'andamento e la geometria sia interna che esterna dei corpi sedimentari.

Nell'ambito dell'ultima glaciazione si possono riconoscere oscillazioni climatiche sia fredde che calde: durante il Würm III si è verificato il massimo raffreddamento climatico globale e, quindi, il maggior approfondimento del livello di base dei mari pari a circa 120 m (Figg. 5B, 6 A) ; durante questo

periodo la sedimentazione marina è avvenuta al di sotto di tale profondità, mentre le aree di piattaforma, una volta esposte all'ambiente subaereo, sono state interessate da intensi fenomeni erosivi. Tali condizioni ambientali hanno determinato la reincisione delle piane costiere da parte dei corsi d'acqua (Fig. 5 B), anche in zone poste a diverse decine di chilometri di distanza dal mare. In seguito ad un generale riscaldamento climatico successivo alla glaciazione, il tardo-glaciale e l'Olocene sono stati segnati da un innalzamento relativamente rapido del livello marino a scala

globale, stimato nell'ordine di 1 m/1.000 anni sino ad un livello prossimo all'attuale, o di poco superiore (+ 2 m), raggiunto circa 6.000 anni fa; questa trasgressione ha prodotto sia lo spostamento delle *facies* marine verso la terraferma (Fig. 5 C) che nuovi spazi per l'accumulo di sedimenti lungo le piattaforme continentali. Lungo la piattaforma continentale si sono così potuti succedere, sino all'attuale assetto morfologico, ambienti costieri con i relativi depositi sedimentari che hanno migrato in piattaforma, illustrati nei paragrafi seguenti.



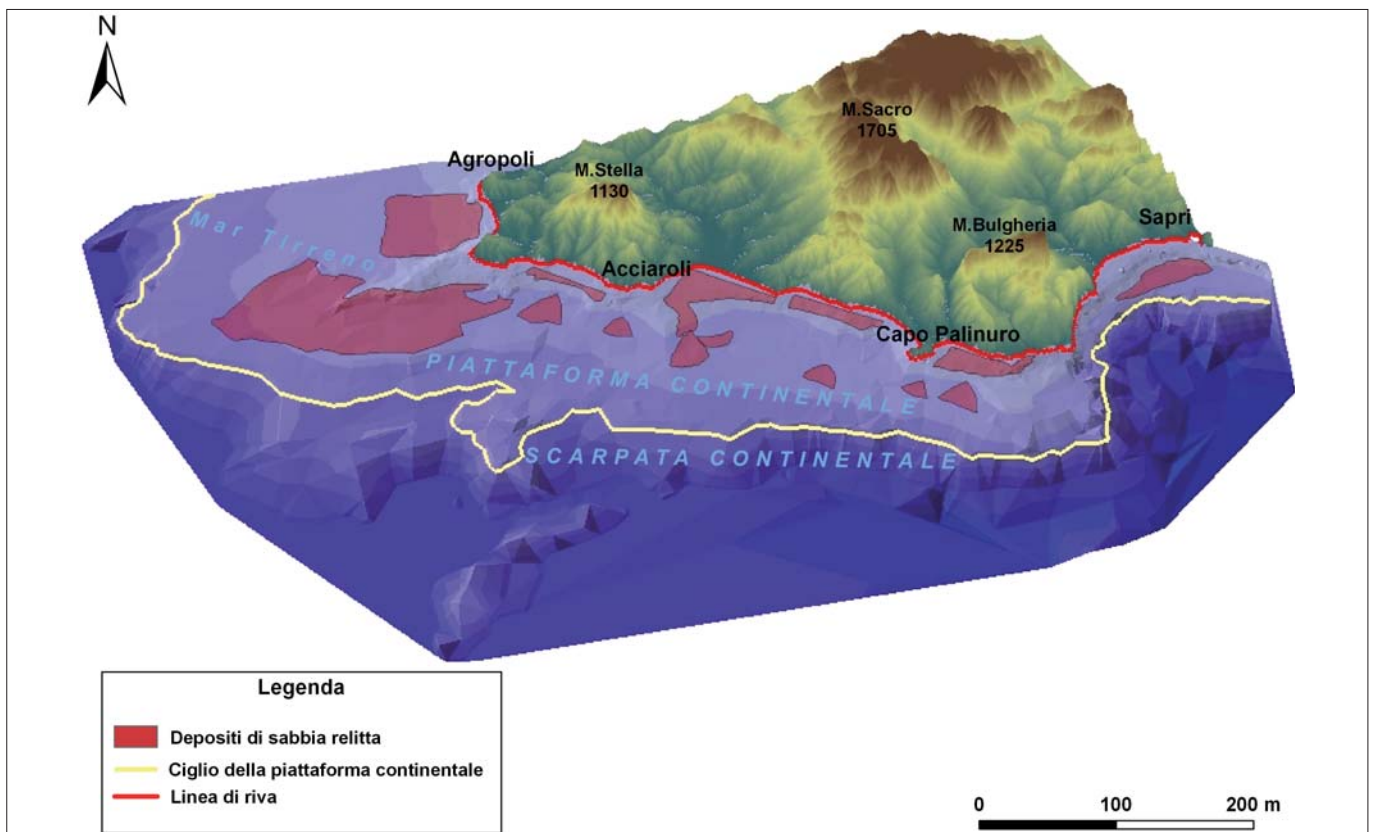


Alle variazioni eustatiche, agenti a scala globale, si sono sommati i movimenti verticali dovuti ai regimi tettonici regionali e le variazioni degli apporti sedimentari dal continente. In genere la sedimentazione sulla piattaforma è controllata dalle correnti marine di fondo, dall'eventuale presenza di importanti corsi d'acqua e di biocenosi rilevanti da un punto di vista deposizionale. Anche l'azione del moto ondoso risulta rilevante: presso la costa

esso produce uno scalzamento alla base delle pareti rocciose, quindi un arretramento delle ripe costiere; le onde spianano la superficie subito al di sotto del livello del mare creando una piattaforma di abrasione. Quest'ultima, in caso di variazione del livello del mare per cause tettono-eustatiche, dà luogo ad un terrazzo di abrasione marina. Le interazioni tra tutti questi fattori e la geometria dei bacini deposizionali hanno creato assetti stratigra-

fici diversi con il prevalere di volta in volta di fasi erosive, oppure di accrescimenti verticali (aggradazione) o laterali (progradazione) del margine continentale.

Il trasporto e la sedimentazione in piattaforma variano a seconda che la zona sia soggetta ad una trasgressione (rapida o lenta) o ad una regressione (Fig. 5). In caso di rapida trasgressione gli estuari non hanno il tempo di adattarsi alle nuove condizioni



ambientali, risultando in disequilibrio. Pertanto, si manifesta un'intensa deposizione di sedimenti alla foce dei fiumi ed una rapida erosione della linea di riva. In caso di lenta trasgressione, invece, gli estuari hanno il tempo di modificarsi, adattandosi alle mutate condizioni ambientali e stabilendo così un nuovo equilibrio. Durante questo processo di migrazione dei canali si determina una selezione dei sedimenti in funzione della granulometria: gli elementi più grossolani vengono depositati alla foce fluviale, mentre quelli più fini in posizioni più distali dagli apici.

La morfologia della piattaforma attuale ha risentito dei cicli trasgressivo-regressivi; i sedimenti depositi sulla piattaforma continentale, non più coinvolti nei processi sedimentari attuali, divengono "relitti" (EMERY, 1968), (Fig. 6B).

#### 4.1. PIATTAFORMA CONTINENTALE DEL CILENTO

##### 4.1.1. Geomorfologia

La morfologia che caratterizza la piattaforma nel suo complesso si presenta articolata per la presenza di faglie nel substrato (Figg. 2 e 3) che la dislocano determinando talvolta la strutturazione di alti morfologici e di aree depresse (Fig. 1) colmate da sedimenti. La piattaforma è caratterizzata da un'ampiezza variabile e da un ciglio ubicato generalmente alla profondità di 200 m ad eccezione dell'area prospiciente il tratto di costa tra Punta Licosa ed Acciaroli, ove raggiunge profondità pari a circa 230 m, e del settore sud orientale prospiciente Punta degli Infreschi e del Golfo di Policastro (Fig. 4) ove è molto meno profondo raggiungendo profondità pari a 100 m (TAV. III). Le elevate profondità del ciglio nell'intorno dei 200 m sono ascrivibili a movimenti neotettonici attivi nell'area (FERRARO *et al.*, 1997); l'inclinazione media varia da 0,3° nel settore a Nord e gradualmente aumenta, in corrispondenza della porzione più ristretta, sino a 0,8° verso Sud.

Nel settore Nord-occidentale, tra Agropoli e Punta Licosa, la piattaforma ha la sua ampiezza massima che raggiunge 30 Km circa; procedendo verso Sud Est essa gradualmente tende a restringersi fino a: 20 Km al largo di Punta Licosa (ciglio di tipo graduale), 13 km al traverso di Torre del Telegrafo e 7 km al largo di Capo Palinuro. Nel settore centrale tra Torre la Punta e Punta degli Infreschi, il ciglio netto si alterna ad un ciglio di tipo graduale.

Sulla piattaforma sono stati individuati vari lembi di terrazzi di abrasione marina, modellati dall'azione del mare durante i paleostazionamenti pleistocenici del I.m., con orli ubicati a profondità di 30 m, 50 m, 90 m, 110 m, 130 m, 140 m e 150 m. Generalmente sono modellati in corrispondenza del substrato acustico duro che si eleva frequentemente dal fondo, con morfologia irregolare ed a pro-

fondità comprese tra i 20 m ed i 150 m. Sono stati altresì individuate aree depresse (Fig. 7), colmate da successioni di sedimenti a varia granulometria (TAVV. IV e V); tali aree sono legate ai processi distensivi, lungo direttrici NW-SE, del settore sudorientale del Tirreno nel Plio-Pleistocene. Un'area depressa che si raccorda con la valle del Fiume Alento, controllata invece da faglie con andamento antiappenninico (NE-SW), (Figg. 2 e 3) domina nella porzione intermedia della piattaforma.

Costituiscono gli elementi di un paleoreticolo idrografico trasversale alla costa modellato in ambiente subaereo (paleoalvei) quando la piattaforma continentale è emersa dal mare durante l'ultimo episodio glaciale (wurmiano di 18 ka dal presente) in risposta alla regressione e stazionamento basso del mare sino all'attuale isobata dei 110-120 m (Fig. 6) nel Mediterraneo (ALOISI *et al.*, 1978; MARANI *et al.*, 1988). In tale periodo la piattaforma continentale diviene un'enorme pianura in-

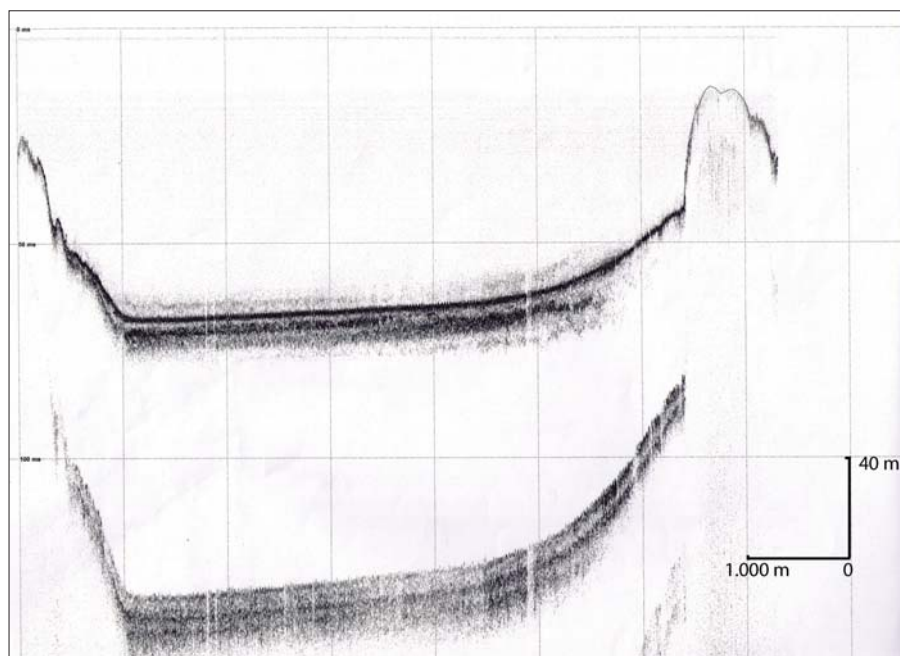


Figura 7 – Profilo A\_long 02. Area depressa, sulla piattaforma tra Agropoli e Punta Licosa, colmata da successioni di depositi sedimentari nel complesso sabbioso-siltosi.

Si individuano altresì canali che incidono il fondo (TAV. III), forme relitte di un paleoreticolo idrografico di origine subaerea al cui sbocco sono presenti conoidi di sedimento dei complessi di foce (Fig. 5), individuati attraverso l'analisi della morfologia del fondo.

cisa da corsi d'acqua che spostavano gradualmente la loro foce verso i nuovi livelli di base gradualmente spostati verso mare in risposta alla sua regressione. I paleoalvei, in parte sepolti da sedimenti paraliici preservati a loro volta sigillati da una coltre di sedimenti

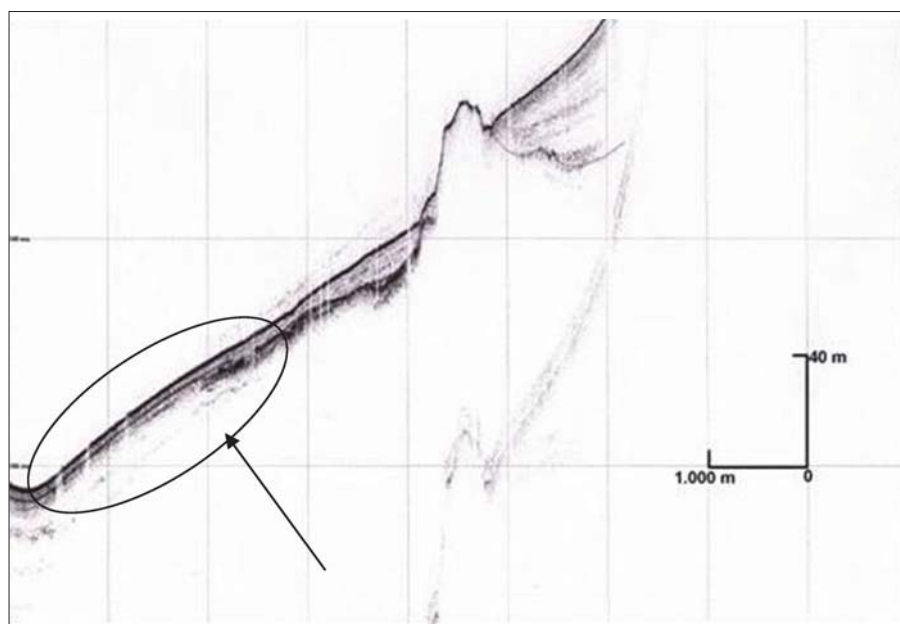


Figura 8 – Profilo E\_Ort 08. Nell'ovale nel sottofondo corpo sedimentario, costituito da depositi sabbiosi, ascrivibile ad un accumulo di antico complesso di foce verosimilmente del Fiume Mingardo.

trasgressivi e di stazionamento alto del livello del mare (PENNETTA, 1996 a), sono ubicati prevalentemente in prosecuzione dei corsi d'acqua presenti sull'area emersa. Gli apici degli accumuli dei complessi di foce antichi, ubicati generalmente ad una profondità nell'intorno dei 90 m (mentre a -130 m a Sud di Torre del Telegrafo), indicano che tali depositi sono verosimilmente connessi ad una rapida risalita eustatica postglaciale successiva all'Ultimo Glaciale (18 ka). SILENZI *et al.* (2004) suggeriscono che il livello del mare coincideva con l'attuale batimetria dei 90 m circa 12 ka dal presente. Uno di questi corpi, che peraltro conferisce al fondo una morfologia debolmente convessa, è stato indagato con un profilo acustico (Fig. 8); l'analisi delle riflessioni acustiche consente di confermare la sua costituzione prevalentemente sabbiosa, comunque attesa. Analogamente anche agli altri corpi ascrivibili ad accumuli di antichi complessi di foce viene attribuita una facies prevalentemente sabbiosa.

Da Capo Palinuro a Punta degli Infreschi la piattaforma è ampia fino a 7,5 km; il ciglio, di tipo netto, è ubicato ad una profondità che decresce da circa 180 m sino a 95 m (al traverso di Punta degli Infreschi); ivi la piattaforma si restringe fortemente fino ad 1 km (PENNETTA, 1996 a, b). Prima di Punta degli Infreschi ed al largo di Sapri, in corrispondenza di tratti più ampi della piattaforma e con ciglio più profondo, sono presenti al margine alcuni *trenchs*, depressioni tensionali; vengono attribuite a morfostrutture indotte da movimenti gravitativi profondi che interessano la scarpata (ORTOLANI *et al.*, 1997).

La piattaforma continentale presente nel Golfo di Policastro è caratterizzata da una modesta ampiezza (da 1 a 7,5 km), con gradienti di pendenza elevati, e con chiari indizi di erosione e controllo strutturale. In particolare, al largo del fiume Bussento (Fig. 4) è presente una piattaforma ampia circa 2 km e con inclinazione di circa 2°. Nel sottofondo della piattaforma si riconosce la superficie di discontinuità angolare, profonda circa 90 m, colmata da sedimenti paralici e marini deposti durante la risalita del livello marino successivamente al pleniglaciale del wurmiano. Presso il ciglio (Fig. 4) è presente un corpo deposizionale relitto con struttura interna progradante verso mare e geometria esterna terrazzata (Fig. 9), interpretato da DE PIPPO & PENNETTA (2004) come Terrazzo Deposizionale Sommerso (TDS); si sviluppa longitudinalmente per almeno 2 km, con uno spessore di 20-25 m e con un'ampiezza ortogonale alle costa di circa 100 m.

La piattaforma mostra un ciglio netto ubicato tra i -90 m ed i -120 m passando ad una scarpata interessata da processi gravitativi e profondamente dissecata da canali le cui

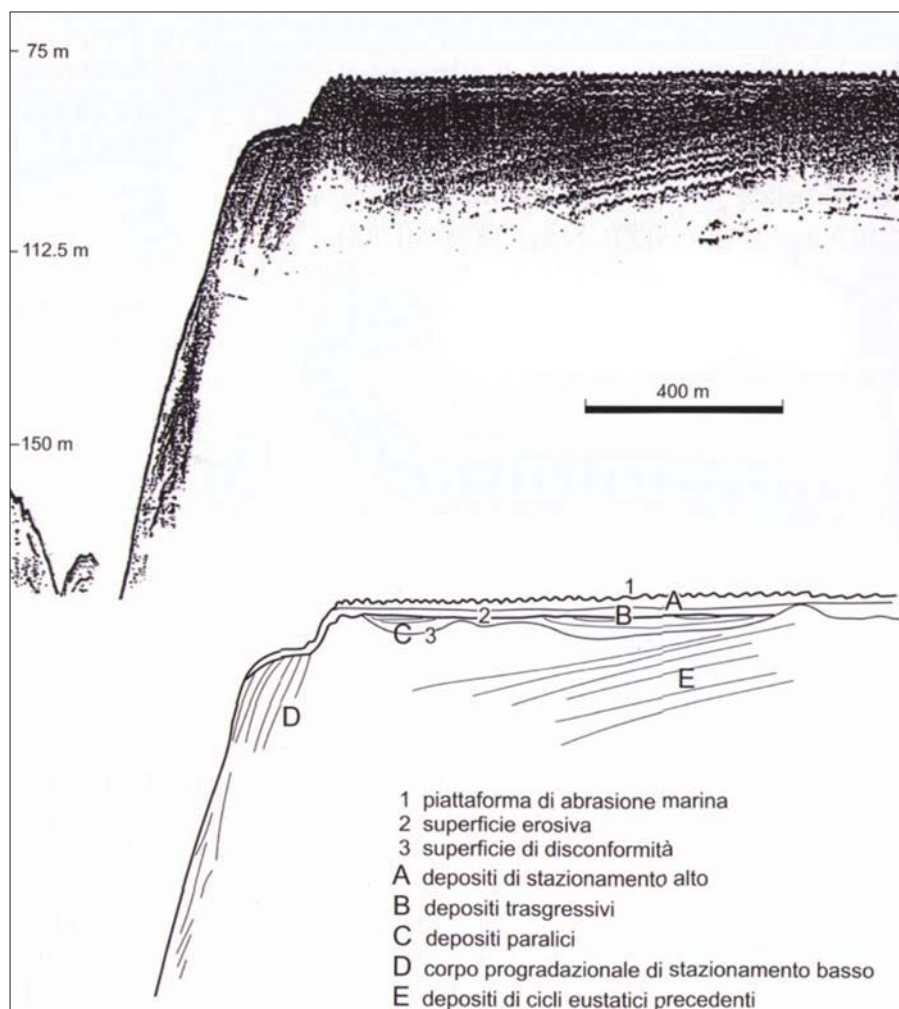


Figura 9 – Profilo subbottom 3.5 KHz. Piattaforma di abrasione marina: nel sottofondo è presente una superficie di discontinuità angolare connessa all'Ultimo Glaciale, colmata da sedimenti paralici, passanti a sedimenti marini in drappeggio. Presso il ciglio è presente un corpo deposizionale relitto con struttura interna progradante verso mare e geometria esterna terrazzata; la liscia superficie superiore (1) è erosiva ed è legata alla risalita del mare successiva al pleniglaciale wurmiano (da DE PIPPO & PENNETTA, 2004).

testate concorrono alla recessione generalizzata dell'orlo per erosione regressiva. I depositi franati si raccolgono quindi nel bacino di Sapri (bacino peritirrenico: SELLI, 1970, FAB-BRI *et al.*, 1981), delimitato a Sud e ad Ovest dai rilievi sommersi, che assume il ruolo di collettore dei sedimenti (PENNETTA, 1996 a). Lo studio multidisciplinare (BUCCHERI *et al.*, 2002) eseguito sulla successione sedimentaria recuperata da una carota (di età Pleistocene sup.-Olocene) ha consentito di riconoscere i processi deposizionali occorsi al margine di una depressione profonda oltre i 1.000 m, sito di raccolta sia di sedimenti pelagici che di sedimenti qui convogliati provenienti da aree di scarpata e/o piattaforma e poi deposti per meccanismi gravitativi (Fig. 4). Le torbiditi sono più frequenti e di spessore maggiore nella porzione inferiore dell'intervallo sedimentario, ad indicare processi di risedimentazione avvenuti durante l'abbassamento glacio-eustatico riferibile all'Ultimo Glaciale. Durante la successiva oscillazione positiva del l.m. si è registrato invece un generale incremento dei meccanismi primari della sedimentazione (pelagiti e vulcaniti) relazionabile al maggiore sviluppo delle pelagiti nella parte

medio-alta della successione deposte durante la fase di deglaciazione e di successivo livello alto del mare alto olocenico.

#### 4.1.2. Geologia superficiale

I caratteri geologici superficiali della piattaforma in studio sono riportati nella Carta geologica superficiale (TAV. IV), realizzata mediante l'analisi sia delle morfologie presenti nella carta geomorfologica (TAV. III), sia attraverso la sintesi di studi precedentemente eseguiti, di volta in volta citati, e sia delle riflessioni presenti nei profili sismici ad alta risoluzione eseguiti (ubicazione nella TAV. I). Queste ultime sono state a loro volta correlate sia con i differenti sedimenti prelevati dal fondo marino mobile tramite benna, e dal fondo insieme al sottofondo tramite carotaggi, che con i caratteri morfosedimentari rilevati.

Tale analisi ha permesso di rilevare sulla piattaforma continentale, ad una profondità compresa tra i 20 m ed i 50 m circa, ad eccezione del Golfo di Policastro, la presenza di depositi costituiti prevalentemente da sabbie medio fini talvolta ricoperti da un sottile strato pelitico; in tale fascia sono frequentemente presenti praterie a Posidonia oceanica (RUS-

SO *et al.*, 2008) e sabbie grossolane in facies a Maërl (SAVINI *et al.*, 2012).

Dalla profondità di 50 m fino al ciglio della piattaforma, e per tutta la sua estensione (FERRARO *et al.*, 1997), si osservano morfologie regolari ed una netta prevalenza di sedimenti pelitici di età olocenica con spessore compreso tra 0-5 ms; tale spessore aumenta fino a 5-10 ms e talvolta anche superiore a 10 ms nel settore compreso tra Acciaroli e Capo Palinuro, perché connesso al maggior apporto di sedimenti da parte del Fiume Alento.

A largo di Punta Licosa sono presenti due corpi sedimentari allungati, ad una profondità compresa tra i -120 m e -170 m circa, paralleli al ciglio della piattaforma, con andamento NW-SE, che si sviluppano per circa 23 Km, con una larghezza pari a circa 700 m (Fig. 10). Sui profili *subbottom* 3,5 kHz questi corpi si riconoscono come strutture sopraelevate dal fondo, il cui lato verso mare si presenta sempre con una pendenza maggiore rispetto a quello verso terra. Sono caratterizzati da un tipo di eco con fondo indistinto senza riflessioni nel sottofondo (FERRARO *et al.*, 1997), ad indicare generalmente la presenza di depositi sabbiosi più riflettenti rispetto ai depositi pelitici. La sommità di tali strutture è irregolare ed è sormontata da un sottile spessore di sedimenti olocenici in drappoggio.

Vesuvio avvenuta nel 79 d.C. (Prof. LIRER L. com. pers.). I depositi sabbiosi individuati nei carotaggi, per la presenza di un frammento di valva di Artica islandica alla base, ospite freddo del Pleistocene, vengono considerati relitti (EMERY, 1968; SWIFT, 1974, 1976) ed attribuiti all'ultimo stazionamento basso del livello del mare (-120 m dal l.m. attuale) avvenuto 18 ka dal presente; gli studi dettagliati dei sedimenti delle carote (dati non pubbl.) hanno consentito altresì di definirli quali depositi di tempesta in ambiente molto prossimi alla riva (foreshore).

Tali corpi passano nella fascia più interna della piattaforma ad altri corpi sedimentari con riflessioni cliniformi nel sottofondo (FERRARO *et al.*, 1997), con pendenza verso il ciglio della piattaforma (Fig. 10); vengono attribuiti a depositi di sistemi di spiaggia progradanti verso mare, più antichi, rispetto ai precedenti, costituiti verosimilmente da depositi relitti nel complesso sabbiosi, del Pleistocene superiore sedimentati in risposta ai differenti cicli eustatici.

Nel sottofondo della piattaforma FERRARO *et al.* (1997) individuano altresì un reticolo di faglie caratterizzate da faglie dirette subverticali che dislocano la successione sedimentaria, talvolta sino al fondo attuale. Le faglie individuate, con andamento prevalen-

nel sottofondo eventualmente utilizzabili per interventi di ripascimento (TAV. V). Tale carta è supportata sia dalle analisi di cui ai paragrafi precedenti, i cui risultati sono riportati nelle TAVV. II, III, IV, e sia attraverso l'analisi morfoacustica dei profili sismici ad alta risoluzione, anche in relazione ai sedimenti prelevati con carotaggi a diverse profondità, effettuati in n. 6 aree (TAV. I) di seguito descritte.

Il riconoscimento delle caratteristiche di tali sedimenti è stato desunto dall'analisi morfoacustica delle riflessioni la cui interpretazione è ricavata da numerosi studi (es. DAMUTH, 1975, 1980; DAMUTH & HAYES, 1977; PENNETTA, 1992, 1996; REDDY & RAO, 1997; COSTA & FIGUEIREDO, 1998; HONG & CHEN, 2000; CATANZARO *et al.*, 2004; LEE *et al.*, 2002; SAVINI *et al.*, 2005). Le caratteristiche morfoacustiche sono state inoltre supportate dall'analisi macroscopica diretta dei sedimenti prelevati tramite bennate e carotaggi. La definizione dell'età di deposizione dei sedimenti è stata possibile grazie all'interpretazione in chiave stratigrafico-sequenziale (es. MARANI *et al.*, 1988; POSAMENTIER and VAIL, 1988; TRINCARDI & FIELD, 1991;) e quindi in base alla posizione reciproca dei vari corpi sedimentari riconosciuti ed alla posizione di eventuali superfici di erosione subaeree o marine.

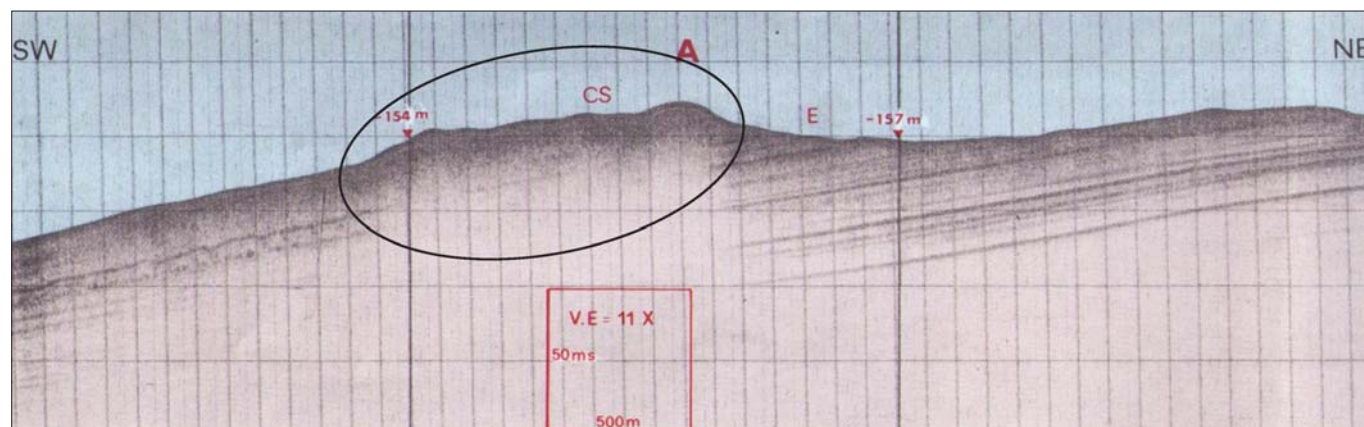


Figura 10 – Nell'ovale: sezione di uno dei corpi sedimentari costituiti da sedimenti sabbioso-siltosi presenti al largo di Punta Licosa. Nel sottofondo sono evidenti riflessioni cliniformi interpretate quali corpi sabbiosi più antichi, progradanti verso mare.

Al margine esterno del corpo prossimo al ciglio della piattaforma sono stati praticati due sondaggi (TAV. IV) alla profondità di 149 m (carota C4 lunga 70 cm) e di 177 m (carota C5 lunga 110 cm); sono state nel complesso campionate, dal basso verso l'alto, una successione di intervalli di sabbie fini gradate di colore grigio con tendenza *fining upward* con frammista un'elevata frazione bioclastica grossolana, che contribuisce ad aumentare la taglia dei sedimenti (dati non pubblicati). La successione sabbiosa passa a depositi vulcanoclastici a loro volta drappeggiati da peliti oloceniche (8 cm) del fondo marino mobile attuale. I depositi vulcanoclastici sono ascrivibili all'eruzione pliniana del

temente appenninico, sembrano essere state attive sino al Pleistocene superiore. A largo di Acciaroli è presente una zona da faglie dirette trascorrenti; tra Torre la Punta e Torre Telegrafo le faglie dirette assumono invece un andamento antiappenninico che determinano una depressione, colmata da sedimenti di varia granulometria, in corrispondenza della valle depressa del Fiume Alento presente sull'area emersa (Fig. 3).

#### 4.1.3. Geologia superficiale: sedimenti di sottofondo

È stata redatta la carta geologica superficiale di una porzione della piattaforma, con particolare riferimento ai sedimenti presenti

#### Area tra Torre del Pagliarolo e Punta Licosa

L'area emersa è delimitata dai due promontori che digradano nell'area sommersa; nel fondo e nel sottofondo è evidente il substrato acustico che in parte si eleva dal fondo a formare, nella zona di Punta Licosa le omonime *secche*. In tale area sono stati eseguiti n. 17 profili acustici ortogonali e n. 7 paralleli alla linea di riva.

La loro analisi ha consentito di suddividere l'area investigata complessivamente in tre settori. In particolare, procedendo dalla costa verso il largo, tra i 20 ed i 50 m, si individua nel sottofondo un corpo deposizionale (Fig. 11, area nel triangolo) probabilmente connesso ad ambienti di spiaggia originatisi durante la

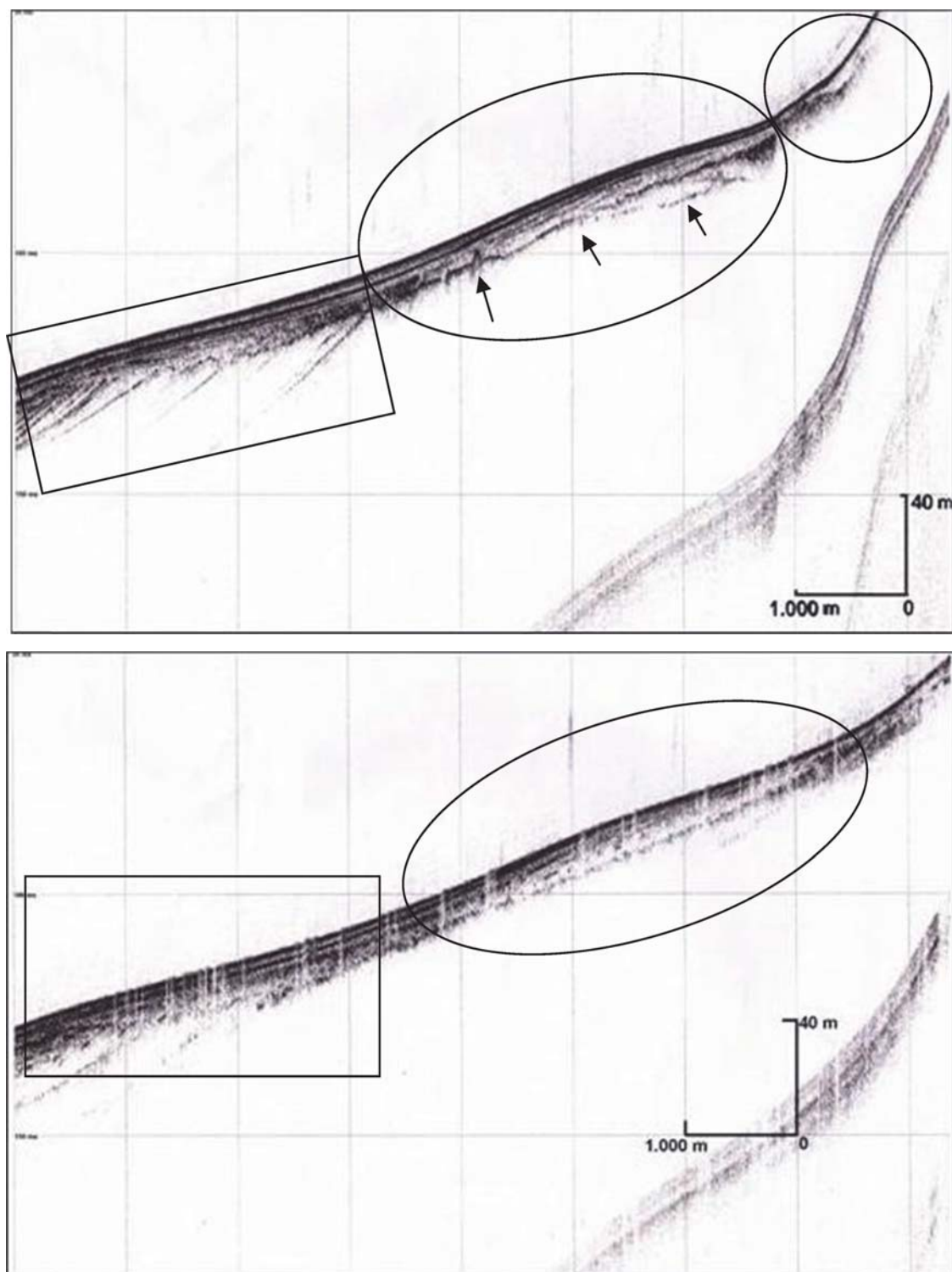


Figura 11 – Profili A\_Ort01 (in alto) e A\_Ort09 (in basso). In alto: nel cerchio, tra i 20 ed i 50 m, si individua nel sottofondo un corpo deposizionale sabbioso. Negli ovali i due corpi sedimentari lenticolari presenti da 60 ad 80 m di profondità, acusticamente trasparenti che gradualmente, nel profilo A\_Ort 09, si fondono a formare un unico corpo. Verso mare nel sottofondo, nei rettangoli, sono evidenti i clinoforni progredienti verso mare.

risalita del l. m. nel tardo-glaciale ed Olocene, successivamente all'ultimo episodio glaciale avvenuto 18 ka dal presente; ha uno spessore massimo nella porzione più potente nell'intorno dei 2,5 m. Tale unità è costituita da sedimenti sabbioso fini (eco del fondo distinta senza riflessioni nel sottofondo) drappeggiati da un sottile strato di sedimenti pelitici con spessore di pochi decimetri. La descrizione macroscopica dei sedimenti è ricavabile dalla carota A\_CG02 (lunga 55 cm), prelevata alla profondità di 49 m, in corrispondenza di tale corpo sedimentario. La carota è costituita nel

complesso da sabbie medio fini con copertura pelitica praticamente assente; in particolare, un'analisi granulometrica eseguita su di un campione prelevato alla sommità (a -10 cm dal fondo) indica la presenza del 40% di sabbia fine (tra 0,25 e 0,125 mm), del 10% circa di sabbia media grossolana (tra 2,00 mm e 0,25 mm), del 20,9% sabbia molto fine (tra 0,125 mm e 0,0625 mm) e del 27% di silt.

Nella fascia di piattaforma profonda da 60 m ad 80 m circa sono evidenti, nel sottofondo drappeggiato da sedimenti pelitici, almeno due corpi sedimentari (Fig. 11 in alto

nell'ovale), acusticamente trasparenti, che nella porzione assiale della fascia suddetta si saldano a formare un unico grosso corpo sedimentario (Fig. 11 in basso nell'ovale). Quest'ultimo possiede uno spessore complessivo pari a 6-7 m nella parte centrale più potente, una lunghezza pari a circa 8.000 m ed una larghezza di circa 2.000 m. In corrispondenza di tale corpo è stato altresì eseguito un carotaggio A\_CG01 alla profondità di 69 m (Fig. 11 in alto) che ha restituito una carota lunga 120 cm. In essa sono evidenti, sotto un primo strato di peliti potenti circa

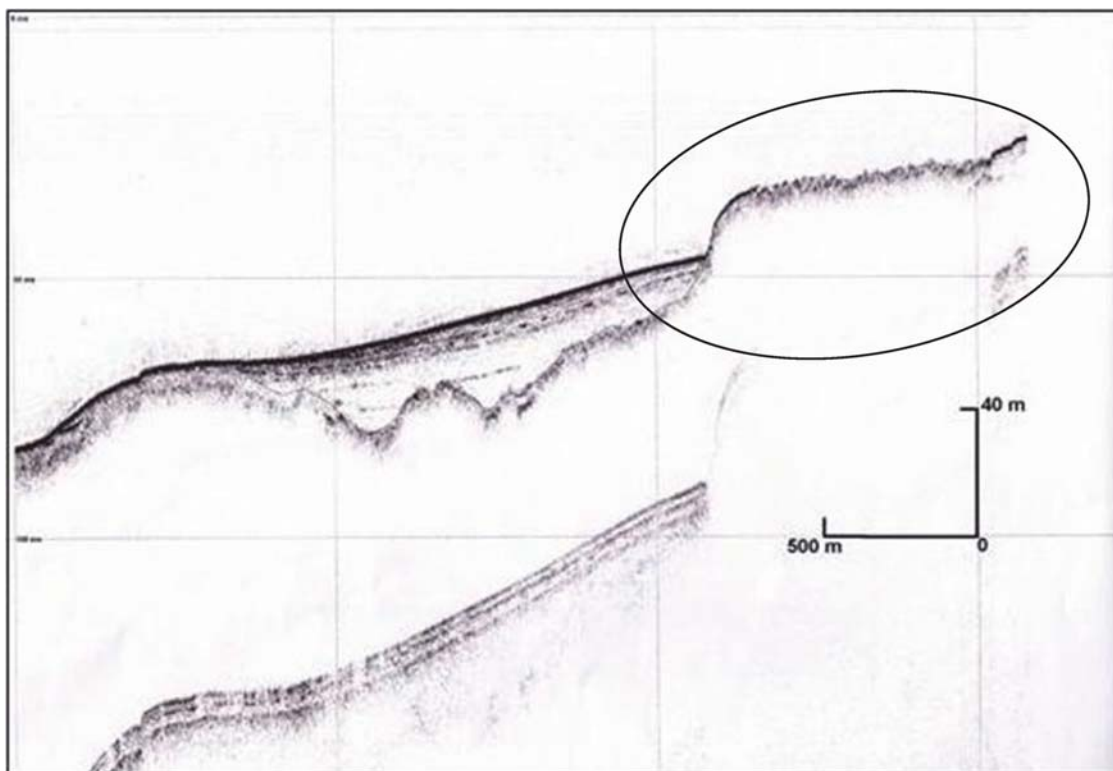


Figura 12 – Profili B\_Ort 2. Terrazzo modellato su substrato duro (nell'ovale).

40 cm, sedimenti sabbiosi medio fini che si alternano a sedimenti sabbioso grossolani. Le analisi granulometriche eseguite su un campione prelevato tra i 74 e gli 84 cm indicano la presenza di sabbia fine con pelite (8,7% sabbia grossolana, 34,1% sabbia fine con  $0,25 < d < 0,125$  mm, 14,8% sabbia molto fine, 1,9% silt, 40,8% argilla); in definitiva il campione è costituito per il 60% circa da sabbia e per il 40% da argilla. Altra carota prelevata A\_CG04 alla profondità di 93 m, indica nella descrizione la presenza di 25 cm di pelite al top e poi, sino al bottom di 65 cm, la presenza di sabbie grossolane anche con bioclasti. Nel complesso i sedimenti pelitici di copertura posseggono spessori variabili da 25 cm (verso Sud) a circa 200 cm (verso Nord). Lo spessore della coltre pelitica di copertura, da 40 cm a 200-300 cm, è minore in corrispondenza della convessità del corpo sottostante.

I corpi prima descritti poggiano su una superficie erosiva (profonda circa 80 m) presente lungo tutta l'area indagata; verso mare, nella porzione più occidentale tra le profondità di circa 80 m e 110 m, sono ben visibili nel sottofondo riflessioni clinoformenti verso mare (Fig. 11, nel rettangolo) interpretate quali corpi deposizionali progradanti verso mare riferibili a depositi costieri di natura sabbioso siltosa.

Questi ultimi sono ascrivibili ad antichi cicli deposizionali pleistocenici di mare basso, precedenti l'ultima regressione wurmiana, troncati alla sommità dalla prima citata superficie d'erosione, che hanno prodotto nella parte settentrionale della piattaforma cilentana una progradazione di circa 10 km (FERRARO

*et al.*, 1997). Sono elisi dalla superficie erosiva seppellita a sua volta da sedimenti nel loro complesso pelitici con spessore variabile nell'intervallo 80-400 cm; la coltre pelitica tende ad assottigliarsi da Nord verso Sud ed anche verso la costa. In tale fascia è stata prelevata la carota A\_C\_G03 alla profondità di 100 m, lunga circa 200 cm, caratterizzata al top da una coltre pelitica potente circa 80 cm passante verso il basso a sabbie grossolane gradate e poi a sabbie fini e molto fini verosimilmente prelevate in seno alla successione progradante rivelata dalle riflessioni clinoformenti.

#### Area tra Ogliastro Marina ed Acciaroli

Le indagini sono state svolte nella porzione di piattaforma continentale compresa tra Ogliastro Marina verso Nord ed Acciaroli verso Sud (TAV. V). Tale area è caratterizzata dalla presenza di alti morfostutturali che emergono frequentemente dal fondo; alla profondità di circa 30 m è evidente un orlo di terrazzo modellato nel substrato duro che emerge dal fondo (Fig. 12).

Gli alti confinano sedimenti nel complesso sabbioso fini, costituiti da sabbie medio fini drappaggiati da un sottile strato dei sedimenti pelitici recenti ed attuali con spessore nell'intorno dei 10 cm. Tali dati sono supportati anche dai sedimenti presenti nella carota B\_CG01 (prelevata a 34 m di profondità e con lunghezza 105 cm) caratterizzata da sabbie fini e molto fini.

A maggiori profondità, dai 50 ai 100 m, sono evidenti successioni di depositi sabbiosi e sabbioso siltosi con intercalazioni pelitiche; la carota (B\_CG02) prelevata alla profondità

di 100 m con lunghezza 130 cm evidenzia una successione prevalentemente pelitica.

In tale tratto è presente un deposito di antico complesso di foce in pratica non attraversato da transetti di profili acustici; in corrispondenza di tali depositi vanno sicuramente indirizzate ed approfondite le indagini di cui al paragrafo 6.

#### Area tra Torre la Punta e Torre del Telegrafo.

Le indagini sono state eseguite nella fascia di piattaforma continentale compresa tra Torre la Punta verso Nord e Torre del Telegrafo a Sud. Nel settore prossimo alla costa, in un range batimetrico compreso fra 10 m e 50 m l'interpretazione e l'analisi delle riflessioni morfoacustiche individuate nei profili ha permesso di rilevare depositi costituiti da sabbie medio fini ricoperte da un sottile strato di sedimenti pelitici.

Passano verso il largo dalla profondità di circa 50 m e sino ad 80 m a una successione di fanghi con intercalati sottili livelli di sedimenti sabbiosi (come documentato dal carotaggio C\_CG04). Verso il largo, da 80 m a 120 m di profondità, tali depositi si assottigliano sino a raggiungere una potenza di 2-3 m, continuano a confermare la loro composizione complessivamente fangosa con sottili intercalazioni sabbiose (campioni prelevati con carotaggi nelle stazioni C\_CG02 e C\_CG03 alla profondità rispettivamente di 111 m e 95 m). Il campione prelevato lungo la carota C\_CG03 alla profondità di circa 90 cm dal fondo indica la presenza del 20,5% di sabbie fini, del 18,15% di sabbie molto fini, e del 43% di pelite. Lo spessore di tali

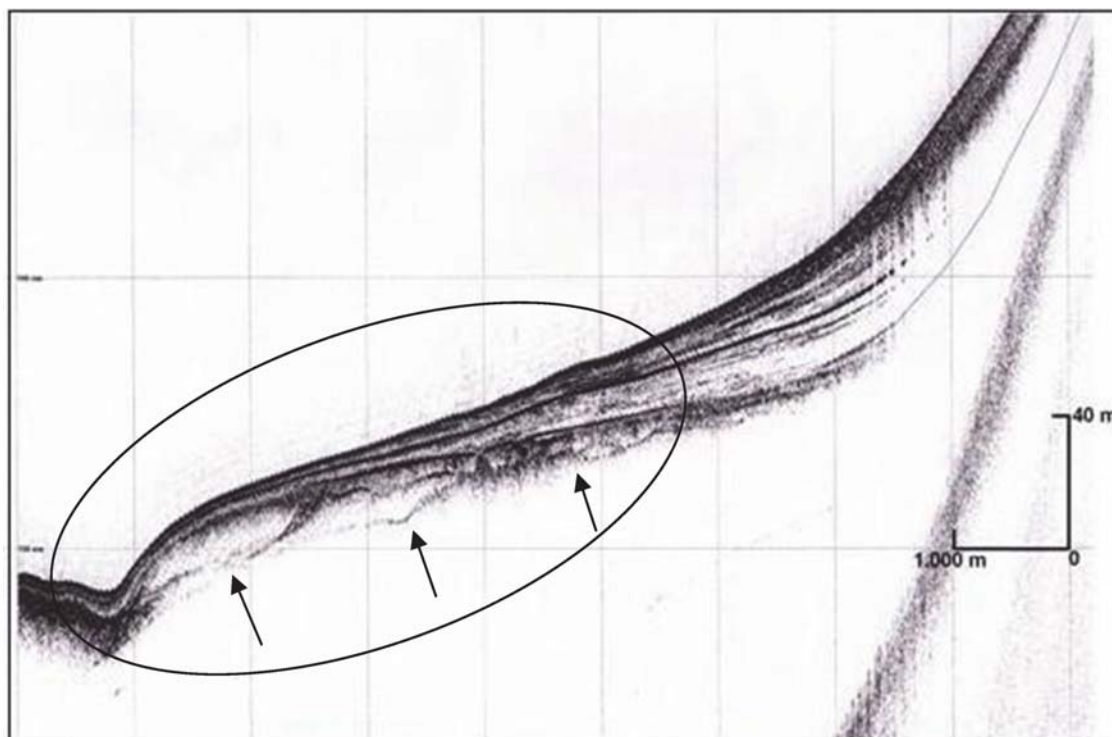


Figura 13 – Profilo C\_Ort11. Nel sottofondo, da sinistra verso destra: corpo sedimentario lenticolare, con debole copertura pelitica, che racchiude clinoformenti progredienti verso mare gradualmente sempre più recenti. Esso in parte ne seppellisce un altro e la copertura pelitica gradualmente aumenta verso terra. Il secondo litosoma passa lateralmente ad un terzo, più antico, seppellito da una copertura pelitica sempre più potente.

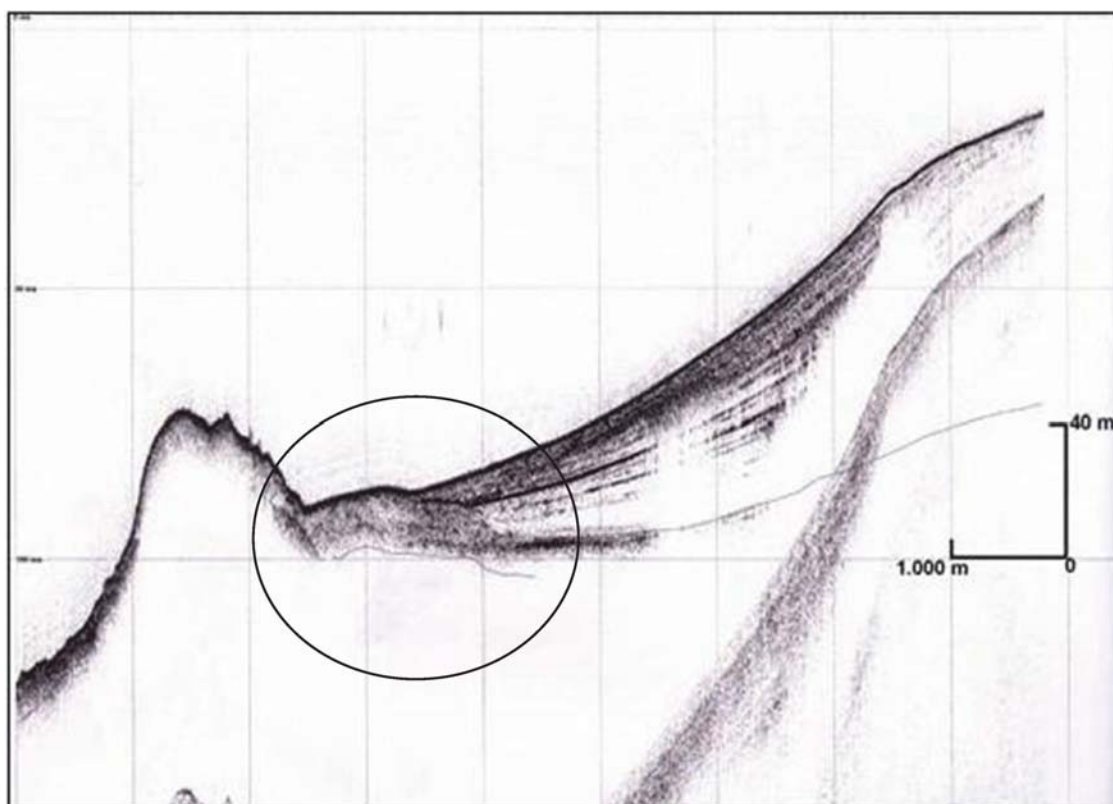


Figura 14 – Profilo C\_Ort 5. Corpo deposizionale, con sezione lentiforme, acusticamente trasparente tendente al poco definito, verosimilmente di natura sabbiosa. Risulta confinato verso Ovest (sulla sinistra in figura) dal substrato acustico duro che si eleva dal fondo.

depositi diminuisce da terra verso mare; nel tratto in cui essi si assottigliano, sino a 2-3 m, risultano a tetto di un corpo sedimentario lentiforme, ubicato tra le batimetriche dei 95 m e dei 105 m, che conferisce al fondo una morfologia debolmente terrazzata verso mare (Fig. 13).

Il deposito, con spessori da 4 m a 6 m, anche se nel complesso è acusticamente trasparente, mostra comunque deboli riflessioni clinoformenti progredienti verso mare (Fig. 13); i caratteri morfoacustici consentono di ritenere che esso sia costituito da depositi

sabbiosi. Tale litosoma in parte ne seppellisce un altro che si estende verso terra; la copertura pelitico-sabbiosa di quest'ultimo, nella porzione che si estende verso terra non sottoposta al primo corpo, si mantiene nell'intorno dei 6-8 m. Il contesto morfologico in cui questi si inseriscono li fa ascrivere ad antiche successioni progredienti verso mare del complesso di foce del Fiume Alento, messe in posto durante l'ultimo stazionamento basso del mare (18 ka); in accordo con TRINCARDI & FIELD (1991) vengono definiti quali *midshelf downlapping deposits*. Nel settore Nord occi-

dentale si individua un alto morfologico che si eleva dal fondo con direzione NE-SW che in questa porzione d'area delimita le successioni sedimentarie presenti nelle aree verso costa. Alla base di tale zona rilevata, verso costa, è presente un corpo deposizionale allungato con direzione Nord Sud, con sezione lentiforme, acusticamente trasparente (Fig. 14) o poco definito (C\_Ort05); sembrerebbe da ricondurre a depositi della paleovalle del Torrente Mortelle, formatosi durante la risalita del l.m. (SAVINI *et al.*, 2004) e preservati perché confinati dall'alto morfologico.

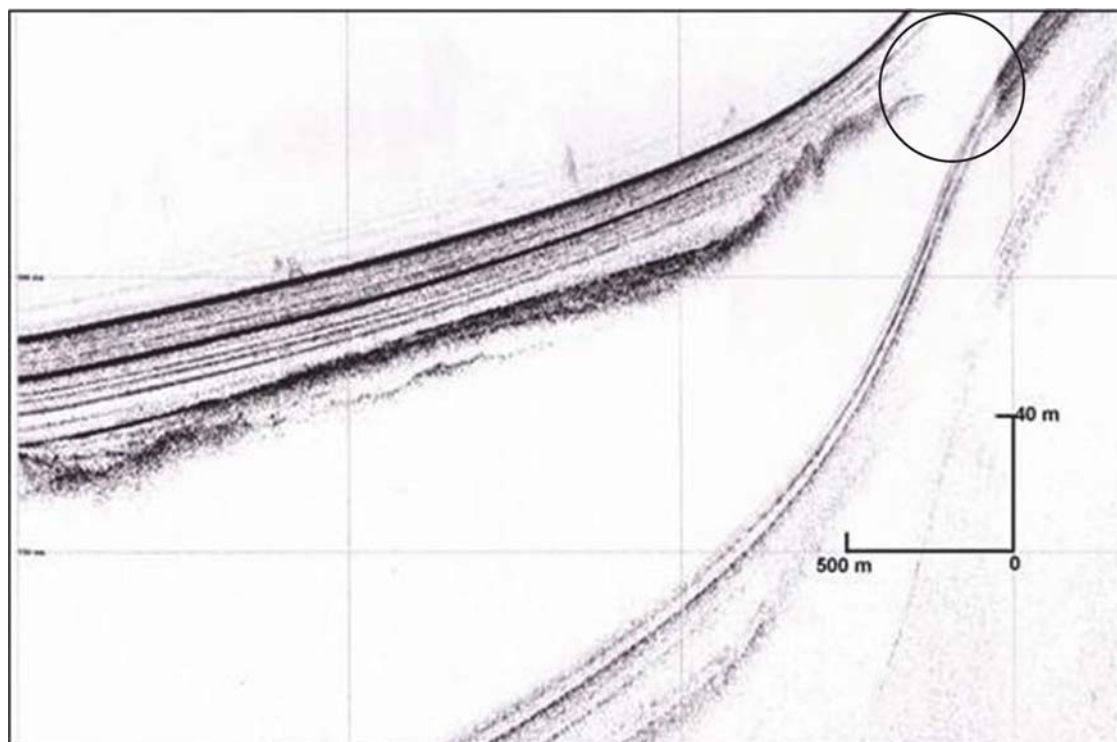


Figura 15 – Profilo D\_Ort 09. Nel cerchio eco del fondo distinta senza riflessioni nel sottofondo, interpretate come sabbie medio fini ricoperte da una sottile coltre pelitica. Passano a maggiori profondità a riflessioni parallele e continue che evidenziano la presenza di una successione di depositi sabbiosi e sabbioso silteosi con intercalazioni pelitiche.



Figura 16 – Sedimenti sabbiosi grossolani bioclastici in facies Maërl.

entro i 10 cm passanti verso il basso a sedimenti sabbiosi medio fini. Le operazioni di carotaggio eseguite a -23 m hanno restituito un carotiere vuoto, verosimilmente per la presenza di sedimenti sabbiosi grossolani che ne ostacolava la penetrazione. Al top, in pratica sul fondo marino mobile, disseminati in maniera irregolare, si rilevano sedimenti sabbiosi grossolani in facies Maërl (SAVINI *et al.*, 2012) individuati dai campionamenti superficiali eseguiti tramite bennate (Fig. 16) oltre a praterie di Posidonia oceanica.

Verso mare, dalla profondità di 50 m e sino a 80 m, le riflessioni acustiche si modificano in riflessioni parallele e continue, evidenziando quindi la presenza di una successione di depositi sabbiosi e sabbioso silteosi con intercalazioni pelitiche. Anche le carote (D\_CG01 e D\_CG02) prelevate in seno a tale successione, alla profondità rispettivamente di 48 m (con lunghezza di 52 cm) e 60 m (con lunghezza pari a 136 cm), evidenziano depositi costituiti da un'alternanza di livelli pelitici e sabbiosi anche grossolani. Nella carota D\_CG01 sedimenti pelitici potenti 20 cm circa passano verso il basso a sabbie grossolane in matrice fangosa. La carota D\_CG02 evidenzia una successione prevalentemente pelitica per il primo metro e livelli di sabbia anche grossolana e pelite che si alternano. La successione appena descritta maschera nel sottofondo almeno due modesti litosomi, da ricondurre ad antichi depositi di spiaggia, verosimilmente di natura sabbiosa riconosciuta per il tipo di riflessione acusticamente trasparente.

#### Area tra Capo Palinuro e Punta degli Infreschi

Indagini sono state eseguite nella porzione di piattaforma continentale compresa tra

È verosimilmente di natura sabbiosa, come confermato dalla successione di sedimenti evidenti nella carota C\_CG01, che ha prelevato ca. 36 cm di sabbie medie e grossolane passanti verso l'alto a ca. 40 cm di peliti. In particolare alla profondità di 59 cm dal fondo il campione è costituito da 18,7% da ciottoli e sabbia grossolana, dal 28,5% di sabbie medie (tra 0,5 e 0,25 mm), dal 12% di sabbia fine, dal 3,9% sabbia molto fine ed infine dal 40% circa di silt.

Tale corpo risulta disposto alla base dell'affioramento che lo confina morfologicamente dalla profondità di 45 m fino a ca. 80 m; presenta uno spessore massimo pari a ca.

6-7 m, una lunghezza pari a circa 4.000 m ed una larghezza pari a ca. 1.000 m. La copertura pelitica gradualmente diminuisce verso il largo, passando da 6 m a poche decine di centimetri alla profondità di circa 70 m.

È stata investigata la porzione di piattaforma continentale compresa tra Torre del Telegrafo verso Nord e Capo Palinuro verso Sud, nell'area prospiciente l'abitato di Marina di Pisciotta.

Dalla profondità di 20 m alla profondità di 45 m è evidente una eco del fondo distinta senza riflessioni nel sottofondo (Fig. 15); tali caratteri morfoacustici vengono interpretati quali depositi pelitici con spessori ridotti



Capo Palinuro verso Nord e Punta degli Infreschi verso Sud. La morfologia è nel complesso articolata per la presenza del substrato acustico che si eleva dal fondo e di terrazzi alle profondità di 60 m.

Presso la fascia costiera si individuano sedimenti sabbioso fini (eco del fondo distinta senza riflessioni nel sottofondo) tra i 20 ed i 50 m, di età olocenica, drappeggiati da un sottile strato di sedimenti pelitici con spessore nell'intorno dei 10 cm. Proseguendo verso il largo, dalla profondità di 50 m e sino a 100 m di profondità le riflessioni acustiche si modificano radicalmente in riflessioni parallele e continue, evidenziando quindi la presenza di depositi sabbiosi e sabbioso siltosi con intercalazioni pelitiche. Anche le carote (E\_CG01, E\_CG02, E\_CG03, E\_CG04) prelevate in seno a tale successione, alla profondità rispettivamente di 113 m (lunga 172 cm) e 82 m (con lunghezza 144 cm), 70 m (85 cm), 67 m (lunga 120 cm), evidenziano depositi costituiti da un'alternanza di livelli pelitici e sabbiosi anche grossolani. Nei tratti terminali dei transetti, a partire dalla profondità di circa 90 m e segnatamente in corrispondenza dei depositi di antichi complessi di foce individuati in sede di analisi geomorfologica (TAV. III), le riflessioni si modificano gradualmente ad indicare verosimilmente la presenza di depositi sabbiosi nel sottofondo (Fig. 17). Afferiscono al paleoreticolo idrografico trasversale alla costa, modellato in ambiente subaereo, da ascrivere al Fiume Mingardo e, poco più a Nord, al Fiume Lambro. In corrispondenza di tali depositi vanno sicuramente indirizzate ed approfondite le indagini di cui al paragrafo 6.

#### Area nel Golfo di Policastro

È stata investigata la piattaforma continentale del Golfo di Policastro attraverso l'esecuzione di soli profili sismici; non sono stati eseguiti campionamenti atteso il divieto di operazioni di dragaggio, pesca e prelievo di campioni per la presenza di ordigni bellici. Le riflessioni acustiche, parallele e continue, rilevate nei 19 profili ortogonali alla linea di costa, vengono ascritte a depositi sabbiosi e sabbioso siltosi con intercalazioni pelitiche di età olocenica, confinati verso mare, in parte del settore orientale, da un substrato duro che si eleva dal fondo con una certa continuità.

Verso mare tali sedimenti si assottigliano notevolmente sino ad uno spessore di circa 2 m; passano verso il basso nel sottofondo a clinoforni progradanti verso mare (Fig. 9) interpretati quali corpi progradanti (di età pleistocenica e tardo-pleistocenica) di natura sabbioso siltosa, troncati alla sommità da una superficie d'erosione continua, correlabile alla fase di stazionamento basso del mare (18 Ka dal presente). Sulla superficie di erosione si individuano successioni stratigrafiche con spessori che gradualmente aumentano verso costa raggiungendo talvolta i 10 m circa.

Al largo del Fiume Bussento si individua il TDS (TAV. III; Figg. 4 e 9) ubicato alla base della superficie di erosione, profonda circa 85 m, risultando più basso rispetto alla stessa di almeno 10 m. Il TDS (DE PIPPO & PENNETTA, 2004) si sviluppa longitudinalmente per almeno 2.000 m, con uno spessore probabilmente pari a 20-25 m e con un'ampiezza (ortogonale alla costa) di circa 100 m; al suo interno è visibile una struttura caratterizza-

ta da fitti clinoforni, interpretati, in base al tipo di riflessione, quali depositi sabbiosi a granulometria verosimilmente grossolana. I clinoforni sono troncati nelle terminazioni superiori dalla superficie erosiva sulla quale giacciono sottili depositi trasgressivi e di stazionamento alto del livello del mare potenti circa 1 m; la loro origine sembra sia da ascrivere a processi sedimentari avvenuti nel corso dello stazionamento basso del livello del mare durante l'ultimo episodio glaciale. In tale occasione il mare si ritirò sino all'attuale isobata dei 110/120 m nel Margine Tirrenico Orientale determinando lo spostamento dell'antica linea di riva sino a profondità inferiori al ciglio attuale della piattaforma, favorendo così la genesi di depositi di spiaggia regressivi progradanti. In assenza di importanti apporti sedimentari veniva favorita la deposizione di depositi progradazionali di regressione *forzata*, costituiti da depositi costieri gradualmente più recenti verso mare, che presentano nel settore indagato caratteristiche analoghe a quelli individuati lungo altri margini continentali (FIELD & TRINCARDI, 1991; TRINCARDI & FIELD, 1991; CORREGGIARI *et al.*, 1992; POSAMENTIER *et al.*, 1992).

#### 4.1.4. Depositii di sabbia sottomarina relitta

Lo studio di cui ai precedenti paragrafi ha consentito di redigere la TAV. VI nella quale sono stati cartografati gli areali ed i corpi sedimentari nel complesso costituiti da sabbia più o meno fine, ricoperta da depositi pelitici talvolta poco potenti, con caratteri nel complesso idonei per interventi di ripascimento delle spiagge. Tale carta costituisce la base

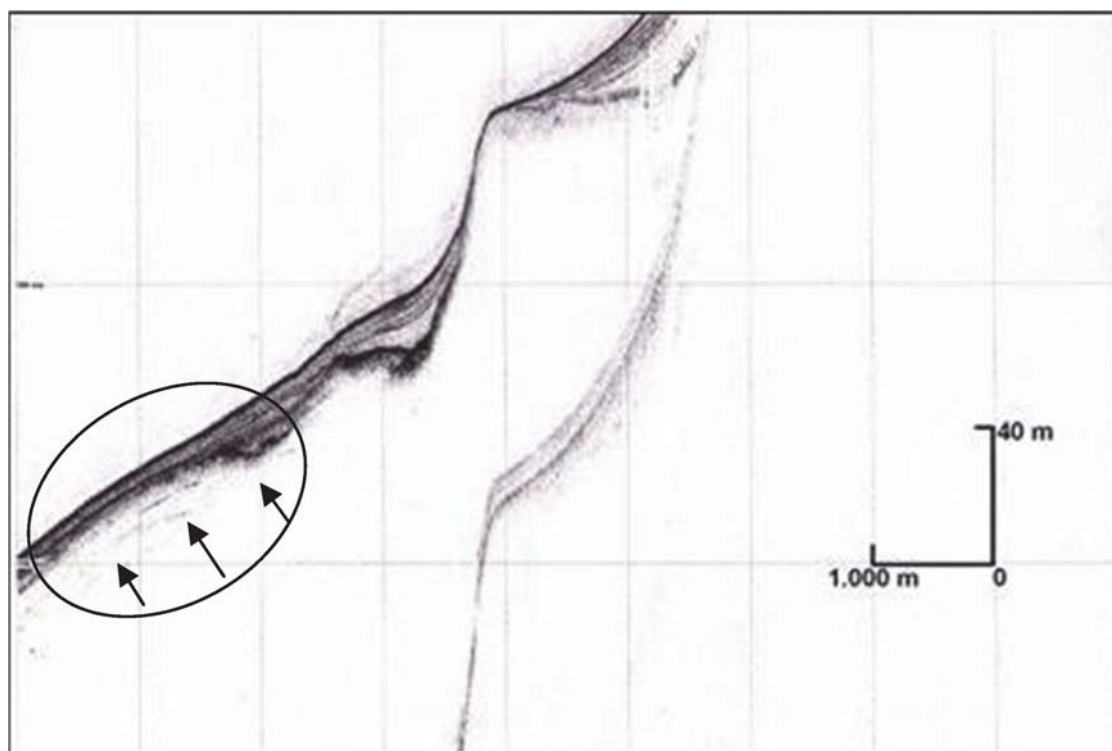


Figura 17 – Profilo E\_Ort 7 - Nell'ovale nel sottofondo presenza di litosoma lenticolare, costituito da depositi sabbiosi, riferibile a depositi di antichi complessi di foce, seppelliti da una modesta coltre pelitica.

per una pianificazione di indagini di dettaglio successive, volte a valutarne l'effettiva potenzialità d'impiego come sabbie per interventi di ripascimento delle spiagge.

I sedimenti idonei sono stati rilevati in maniera non omogenea lungo tutta la piattaforma continentale del Cilento ad una profondità compresa tra i 20 m ed i 170 m circa. Sono sabbie relitte, depositi sedimentari sciolti, non più coinvolte nei processi morfodinamici e morfosedimentari attuali; il loro prelievo non influenzerebbe il regime del moto ondoso, la dinamica dei sedimenti costieri e quindi la morfoevoluzione costiera. Di contro, il prelievo di sedimenti non relitti, prossimi alla linea di riva, influenza la morfoevoluzione costiera incentivando i processi di erosione a carico dei litorali, come avviene ad esempio in alcuni tratti lungo il litorale del Golfo di Gaeta (PENNETTA, 2012).

I depositi di sabbie relitte spesso ben preservati sono ascrivibili ad antiche spiagge, o ad antichi ambienti costieri o a depositi di antichi complessi di foce, con genesi precedente o durante gli ultimi stazionamenti bassi del mare del Pleistocene con particolare riferimento a quello avvenuto durante l'ultimo glaciale (di circa 18.000 dal presente), oppure sono connessi a periodi successivi di sua risalita.

### 5. CARTA DEGLI USI LEGITTIMI DEL MARE

Nell'area in studio sono presenti zone caratterizzate da *usi legittimi del mare* non compatibili con la movimentazione delle sabbie relitte dai fondali tramite operazioni di dragaggio (NICOLETTI *et al.*, 2006). Nella definizione e nella pianificazione dei programmi di dragaggio delle sabbie relitte, particolare attenzione deve quindi essere posta nell'individuazione di tali aree.

Tra gli usi legittimi del mare che inducono limitazioni nelle attività di dragaggio sono da includersi le aree di pregio naturalistico e/o archeologico protette da specifiche normative e/o convenzioni, ecc., come ad esempio Aree Marine Protette (AMP), Parchi Nazionali, Siti Rete Natura 2000 identificati ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE (SIC- Siti di Importanza Comunitaria) e della Direttiva Uccelli 79/409/CEE (Zone di protezione Speciale -ZPS). Queste ultime due direttive hanno lo scopo di tutelare, anche attraverso una rete europea di aree protette, una serie di habitat naturali e seminaturali in cui le specie animali e vegetali sono considerate minacciate a livello europeo. Altre aree da tutelare sono le zone marine di ripopolamento (Legge 17 febbraio 1982, n. 41), le zone marine di tutela biologica (D.P.R. 2.10.1968, n. 1639), le Aree Archeologiche Marine. L'area di prelievo delle sabbie relitte non deve, inoltre, ricadere all'interno della fascia delle 3 mn

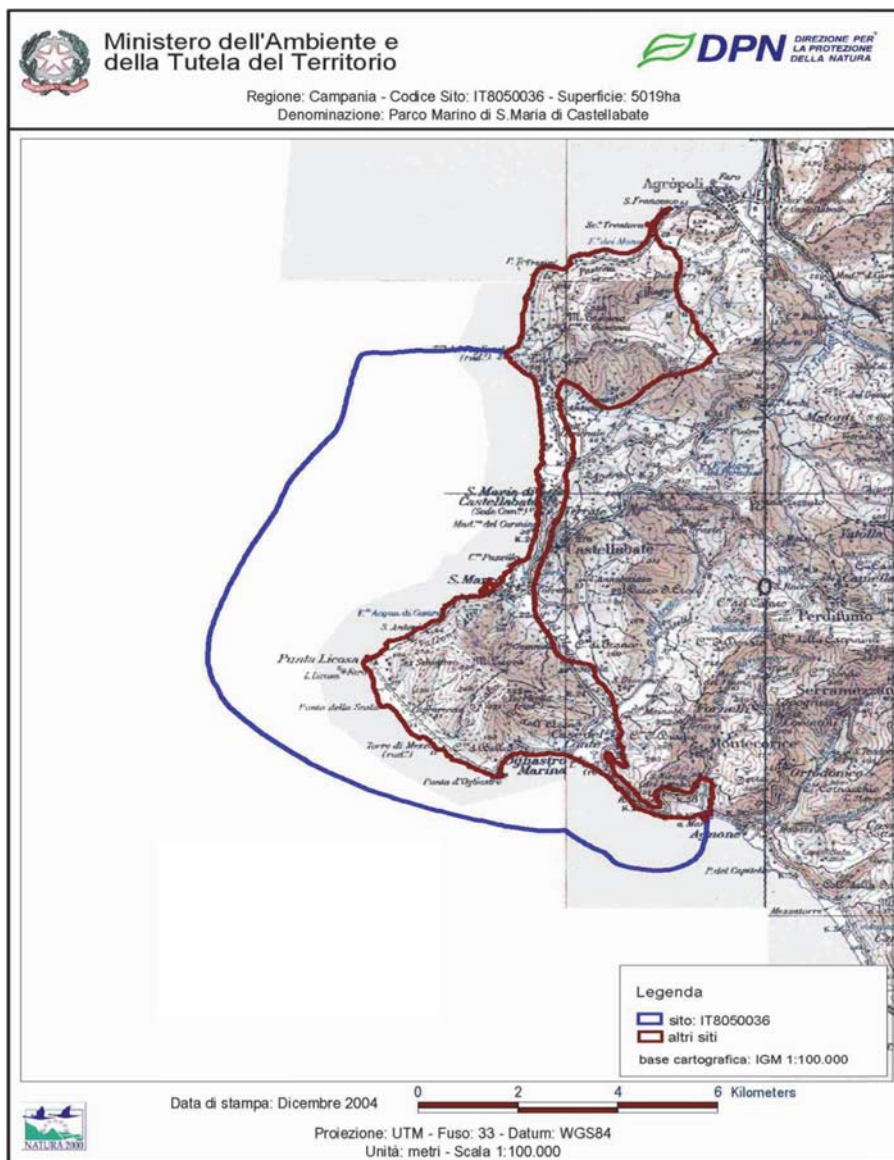


Figura 18 A – Parco Marino di S. Maria di Castellabate (codice sito IT8050036 – superficie 5019 ha).

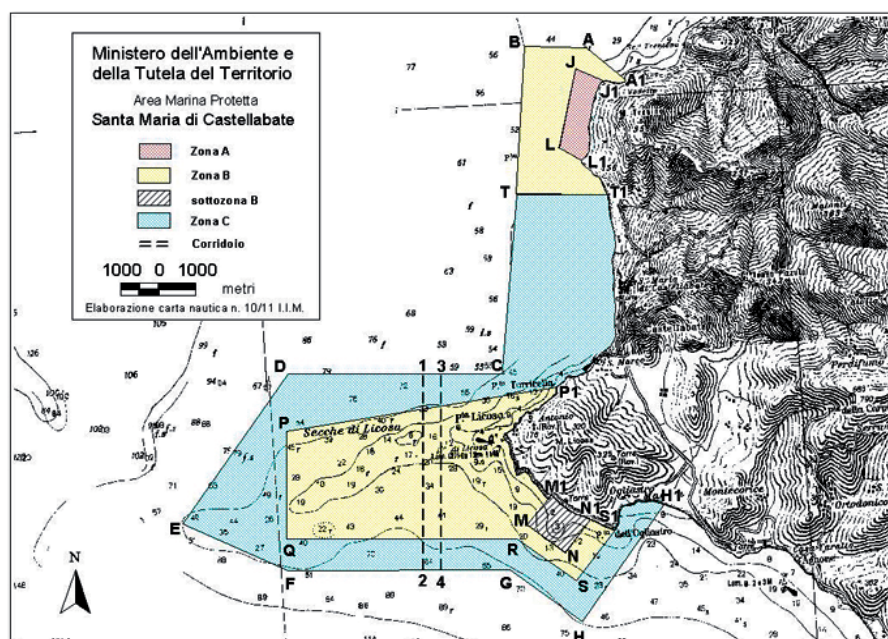


Figura 18B – Area marina protetta Santa Maria di Castellabate, istituita con D.M. del 21.10.2009 (G.U. n. 82 del 9.04.2010).

dalla costa o della fascia compresa entro i 50 m di profondità, qualora tale profondità sia raggiunta entro le 3 miglia; quest'area rap-

presenta la fascia più sensibile rispetto alla movimentazione di sedimento (L. 963/1965 e DPR 1639/1968 relativi ad attività di pesca

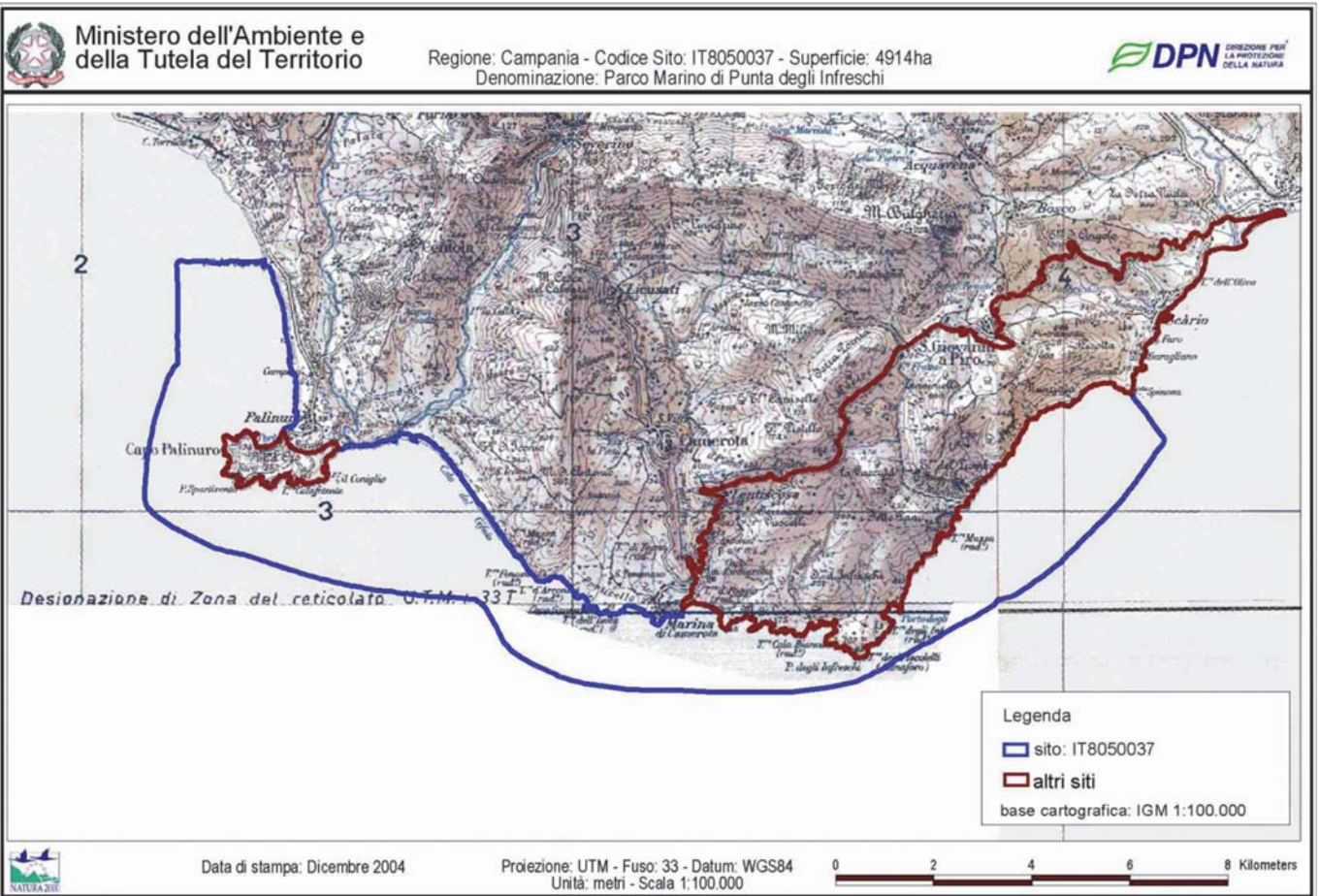


Figura 19 A – Parco Marino di Punta degli Infreschi (codice sito IT8050037 – superficie 4914 ha).

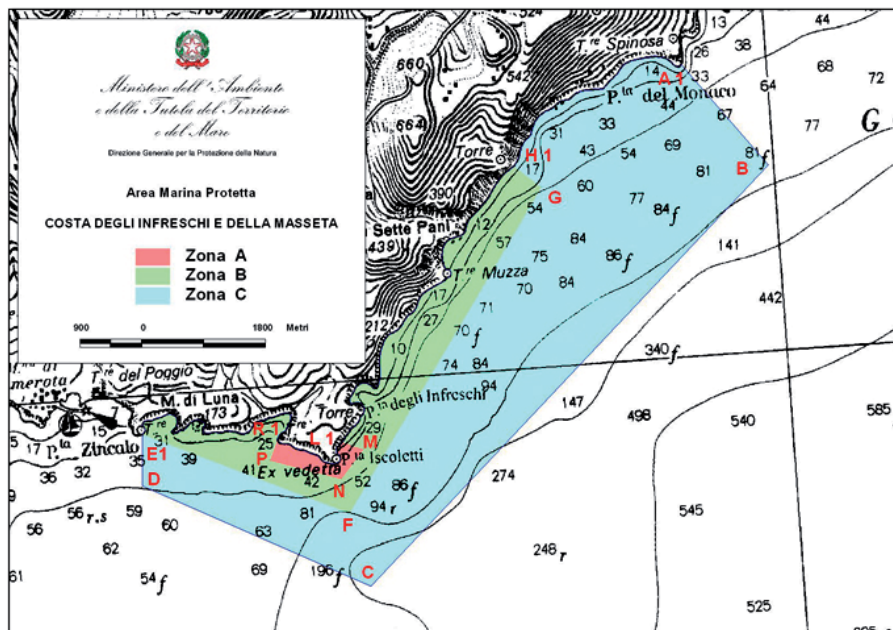


Figura 19 B – Area marina protetta Costa degli Infreschi e della Masseta istituita con D.M. del 21.10.2009 (G.U. n. 81 del 8.04.2010).

a strascico e L. n. 689 del 2.12.1994). Vanno inoltre protetti gli habitat marini sensibili (Direttiva Habitat 92/43/CEE del 21.5.1992), ove vivono specie endemiche, rare, vulnerabili ed in pericolo e sensibili a stress ambientali che a variazioni dei parametri abiotici (luce, salinità, temperatura, torbidità...); tra questi si inseriscono la facies a Maërl del detritico costiero, la biocenosi del Coralligeno e le praterie di *Posidonia oceanica*. Le praterie di

*Posidonia oceanica*, riconosciute anche quale habitat prioritario ai sensi della Direttiva 92/43/CEE del 21.5.1992 (Direttiva Habitat, si inserisce quindi nei siti Rete Natura 2000 come SIC), possono risentire peraltro dell'aumento di torbidità anche indiretto indotto dalle attività sia di movimentazione dei fondali dragati che di versamento sulle spiagge da ricostituire. Pertanto, per interventi in tali aree o nelle immediate vicinanze, ai sensi del

D.P.R. n. 120 del 12.3.2003, art. 6, va eseguita la valutazione di incidenza. Particolare attenzione va infine posta nell'individuazione di aree sensibili alle attività di movimentazione dei fondi marini, quali le aree di *nursery* (aree di concentrazione di giovanili) delle principali specie demersali di interesse commerciale; tuttavia, atteso che tali aree hanno in genere un'estensione più ampia rispetto a quella interessata dai prelievi con draga, non sono in genere attesi effetti rilevanti.

Per gli *usi del mare* propriamente detti dovrà, negli studi successivi di maggiore dettaglio al fine di programmare correttamente le attività di dragaggio, (dati da reperire ad es. presso le locali Capitanerie di Porto; sulle differenti edizioni delle carte nautiche ecc.), essere considerata la presenza di aree con particolari destinazioni d'uso quali quelle autorizzate al versamento dei materiali portuali, aree destinate alla maricoltura, aree con strutture offshore, cavi, condotte ed oleodotti, zone di divieto di ancoraggio e pesca, barriere artificiali sommerse e poligoni militari; in pratica vanno individuati tutti gli elementi la cui presenza può limitare le attività di prelievo dei sedimenti relitti.

In base a tali premesse, è stata redatta la Carta tematica *degli usi legittimi del mare* (TAV. VII) nella quale sono state individuate dei settori opportunamente georeferiti nell'ambito dei quali non possono essere ese-

guitte operazioni di prelievo (dragaggio) delle sabbie relitte; in pratica aree ambientalmente non compatibili con la movimentazione dei sedimenti dai fondali.

Pertanto gli elementi considerati ai fini della compatibilità ambientale nella TAV. VII sono:

- Sito di Importanza Comunitaria (SIC) e Zona di Protezione Speciale (ZPS) "Parco Marino di S. Maria di Castellabate" (IT8050036) pari a 5.014 ha; circonda il Monte Licosa fino a poco oltre la batimetrica dei 50 m (Fig. 18 A) ed "Isola di Licosa" di 5 ha (IT8050017).
- Area marina protetta Santa Maria di Castellabate, Istituita con D.M. del 21.10.2009 (G.U. n. 82 del 9.04.2010). (Fig. 18 B). Tale area e quella del SIC "Parco Marino di S. Maria di Castellabate" non coincidono; pertanto l'area cartografata li include entrambe.
- Sito di Importanza Comunitaria e Zona di Protezione Speciale "Parco Marino di Punta degli Infreschi" (IT8050037); (Fig. 19 A). È stata cartografata tale area perché con estensione superiore rispetto all'area interessata dall' Area Marina Protetta Costa degli Infreschi e della Masseta.
- Area marina protetta Costa degli Infreschi e della Masseta Istituita con D.M. del 21.10.2009 (G.U. n. 81 del 8.04.2010). (Fig. 19 B). Tale area e quella del SIC "Parco Marino di Punta degli Infreschi" non coincidono; pertanto l'area cartografata li include ambedue.
- Aree sensibili per la presenza di praterie di *Posidonia oceanica*.
- Aree sensibili per la presenza di sedimenti sabbiosi bioclastici in *facies a Maërl* (SAVINI *et al.*, 2012).
- Fascia sommersa nella quale la profondità delle acque è inferiore ai 50 m entro le 3 mn dalla costa; viene evidenziata quindi la batimetrica dei 50 m.

## 6. AREE POTENZIALMENTE COLTIVABILI

La sovrapposizione della carta dei depositi di sabbia sottomarina relitta, risultata dalle interpretazioni condotte sull'insieme dei dati acquisiti, e di quella degli usi del mare ha portato alla redazione della Carta delle *aree potenzialmente coltivabili* (TAV. VIII). I depositi di sabbie relitte sono presenti lungo la piattaforma continentale del promontorio del Cilento a profondità variabili tra i -20 e i -170 m ed oltre. Tuttavia la fascia ottimale per il loro sfruttamento ai fini del ripascimento è attualmente quella compresa tra i 50 m ed i 100 m di profondità (BEACHMED, 2003; NICOLETTI *et al.*, 2006); per il prelievo dei sedimenti dagli antichi complessi di foce il limite, potrebbe essere spinto sino ai 110 m. Il limite verso terra è imposto dagli Usi Legittimi del Mare di cui al paragrafo dedicato (5); quello verso mare è condizionato

dalle tecnologie delle draghe da utilizzare per il prelievo. Ad esempio, le attuali draghe *hopper* riescono a spingere il prelievo sino a 130 m di profondità; pertanto il limite potrebbe avanzare ulteriormente verso mare, compatibilmente con le tecnologie sempre più moderne.

Per la redazione di questa carta sono stati individuati, in prima istanza, settori di piattaforma continentale con limitata copertura di fanghi olocenici, dove i depositi trasgressivi, relativi a sistemi deltizi o di spiaggia, sono rappresentati da corpi sedimentari di sufficiente volumetria e continuità laterale tanto da poter essere suscettibili di sfruttamento in chiave mineraria. I depositi individuati sono caratterizzati dai requisiti proposti da CHIOCCI & LA MONICA (1999); BEACHMED (2003). Secondo tali Autori affinché un deposito acquisisca interesse di tipo minerario deve possedere contemporaneamente le seguenti caratteristiche:

- *essere costituito da sabbie con caratteristiche granulometriche idonee;*
- *avere spessori consistenti, superiori a 3-4 m;*
- *essere affiorante o avere una limitata copertura pelitica, inferiore a 3-4 m;*
- *essere localizzato in aree con profondità non superiore ai 100 m;*
- *avere una cubatura significativa, generalmente superiore ai 3.000.000 mc;*
- *non deve presentare alla superficie formazioni incrostanti.*

Gli studi eseguiti nell'ambito della presente ricerca, su area vasta (Fig. 20), da

inserire in una avanzata fase iniziale e ricognitiva, hanno consentito di censire depositi strategici di sedimenti marini relitti con più o meno debole copertura pelitica, con dimensioni considerevoli, tali da poter essere sfruttati con strategie di lungo periodo (cfr. TAV. VI per i depositi presenti oltre la batimetrica dei 100/110 m) e con strategie di breve e medio periodo (cfr. TAV. VIII per i depositi presenti tra le batimetriche 50 m – 100/110 m). Tali sedimenti dovrebbero essere costituiti da sabbie simili, per colore, composizione mineralogica e granulometria, a quelle che costituiscono il sistema costiero attuale da ricostituire. Nuovi studi in sito da ispirare a principi di cautela, conoscenza, modellazione, e quindi da condurre con maggior dettaglio, sono necessari per delineare le fasi successive. A questo proposito si accenna ai problemi intervenuti dopo il ripascimento della spiaggia del Poetto (Cagliari) in Sardegna, che non ha prodotto i risultati attesi, almeno in ordine alla percezione visiva della popolazione residente (la sabbia della spiaggia dopo il ripascimento è di colore grigio scuro talvolta con inclusi lapidei, mentre in origine era bianca e fine).

Va prevista quindi una ulteriore fase di tipo conoscitiva/esplorativa che includa l'acquisizione di dati sismici, batimetrici e sedimentologici in corrispondenza delle aree individuate nella carta finale prodotta nell'ambito della presente ricerca (TAV. VIII), al fine di quantificare e valutare anche in termini volumetrici le zone di interesse estrattivo. Tale

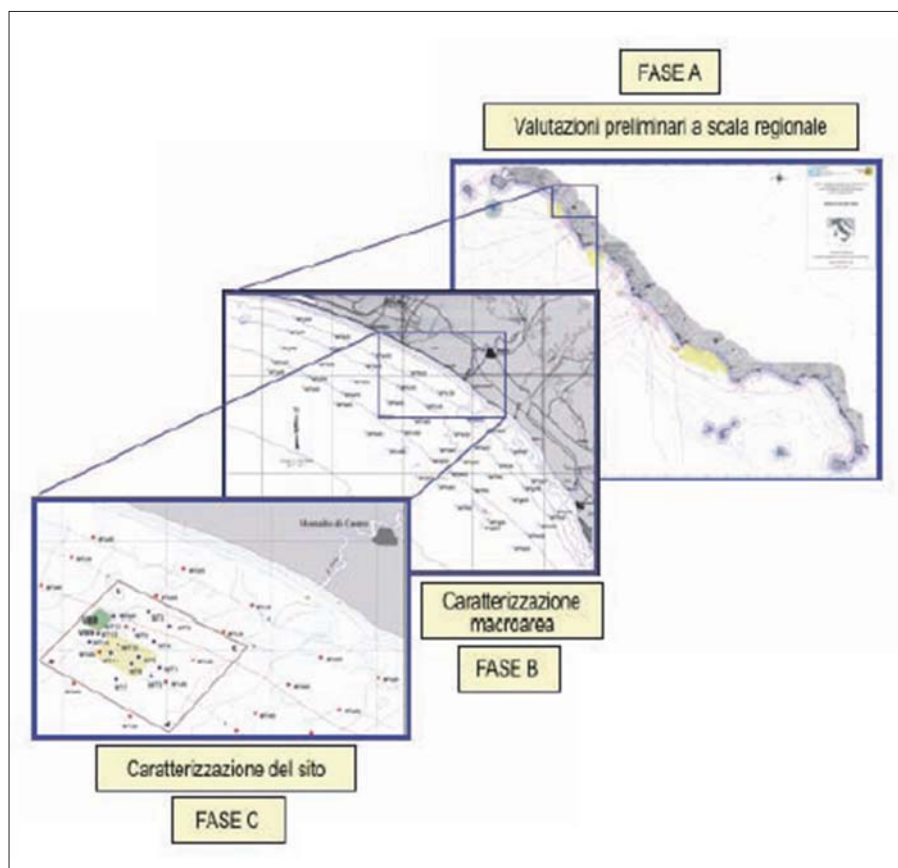


Figura 20 – Area di dragaggio: scala di indagine (da NICOLETTI *et al.*, 2006).

fase conoscitiva/esplorativa dovrebbe essere suddivisa in due; tuttavia, atteso il grado di acquisizione ed elaborazione dei dati, si ritiene possibile la sua unificazione. L'interdistanza tra i profili sismici dovrà essere gradualmente ridotta sino a poche centinaia di metri; andranno altresì eseguiti rilievi *multibeam* e *Side Scan Sonar* copertura totale del fondale e vibrocarotaggi distanziati 1.000 m circa. Le indagini saranno utili per verificare l'effettiva esistenza del giacimento, la sua cubatura, il colore, oltre alle caratteristiche granulometriche dei sedimenti, insieme a quelle mineralogiche, petrografiche, e chimiche (sostanze organiche, metalli, microinquinanti organici, pesticidi, ecc.); vanno altresì studiati il popolamento bentonico ed ittico demersale, la correntometria e l'idrologia delle masse d'acqua, il particellato sospeso.

Attività queste prodromiche alla fase esecutiva (Fig. 20) che deve prevedere uno studio di dettaglio di aree ristrette, effettivamente significative per il prelievo dei sedimenti; lo studio includerà l'acquisizione di profili sismici ogni 250-150 m; rilievi *multibeam* a copertura totale del fondale e vibrocarotaggi ogni 500-200 m. Nel caso in cui i depositi di sabbie relitte fossero affioranti o sub-affioranti dal fondo del mare, sarà opportuno eseguire anche un rilievo con *Side Scan Sonar* a copertura totale.

Va inoltre stilato un rapporto ambientale come disposto dal Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 che prevede il coordinamento dello studio e della valutazione delle criticità ambientali connesse allo sfruttamento dei depositi sabbiosi della piattaforma continentale ai fini del ripascimento. Vanno tenute in considerazione le alterazioni indotte sulle caratteristiche ambientali nei tre ambiti coinvolti, quali: l'area di dragaggio, il corridoio di trasporto ed infine l'area di ripascimento. Durante tali attività, infatti, si verificano fenomeni di sospensione di materiale e modificazioni morfologiche del fondale e della linea di riva, con conseguente variazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti, che potrebbero alterare gli ecosistemi presenti. Allo stesso tempo vanno considerati gli effetti generali di turbativa ambientale che possono avere ricadute su attività socio-economiche (quali la pesca). Pertanto, per valutare la compatibilità e gli eventuali impatti, è necessario acquisire elementi utili alla definizione degli aspetti biotici ed abiotici dell'ambiente coinvolto. Pertanto vanno definite con accuratezza la morfologia e le caratteristiche del fondo, le caratteristiche idrologiche e dinamiche delle masse d'acqua, il popolamento ittico e vegetale (Posidonia e vegetazione costiera), ed i Vincoli e usi legittimi del mare da individuare con il dettaglio necessario alla fase di indagine.

## 7. CONCLUSIONI

L'alimentazione artificiale delle spiagge a mezzo di versamenti di sabbia si inserisce tra le opere di difesa non strutturali; queste vanno affermandosi atteso l'impatto ambientale negativo, in accordo con PENNETTA & PACE (2006), che invece inducono le difese costiere rigide.

Il ripascimento artificiale consiste nel rifornimento della spiaggia con sedimenti naturali (Fig. 21) o artificiali (Fig. 22) trasportati con mezzi meccanici sia da terra che da mare o con impianti per il trasporto idraulico della sabbia (Fig. 23) anche quando prelevata dal fondo marino.

Molti ripascimenti vengono realizzati con inerti di frantoio (Fig. 22) anche con granulometria più grossolana rispetto a quella dei

sedimenti naturali costituenti la spiaggia; il versamento di ciottoli spigolosi determina una ridotta fruibilità per fini balneabili dell'arenile oltre ad un impatto estetico e paesaggistico negativo (Fig. 22). Altri ripascimenti vengono eseguiti molto più opportunamente con sabbie e ghiaie di cave "terrestri" rivenienti da depositi di antiche spiagge o di antichi ambienti costieri o di antichi depositi alluvionali (ad es. ripascimento eseguito sulla spiaggia di Nizza, Francia: ANTHONY *et al.*, 2011). Tali sedimenti hanno il vantaggio di avere naturalmente sia i granuli con spigoli arrotondati che una scarsissima presenza di frazione argillosa; caratteri questi indispensabili per una piacevole balneabilità. Tali tipi di depositi sono numerosi e presenti nel ter-



Figura 21 – La spiaggia di Paradise Island (Nassau- Bahamas) ricostituita con un versamento di sabbia grossolana prelevata a mare (foto PENNETTA, 2001).



Figura 22 – Ripascimento eseguito con versamento di inerti carbonatici di frantoio biancastri in forma di ciottoli spigolosi; la loro forma riduce sia la fruizione della spiaggia rendendola poco piacevole che la sua valenza paesaggistica. La spiaggia naturale in erosione, alla base di una falesia modellata nel Tufo Grigio Campano, in origine era costituita da sabbia scura vulcanoclastica (Marina Piccola, Sorrento), (foto PENNETTA, 2006).



Figura 23 – Espansione della spiaggia degli Estensi (Ferrara) determinata da un versamento di sabbia a mezzo di un sabbiodotto (foto PENNETTA, 2004).

ritorio nazionale; depositi sabbiosi prelevati in seno ad antichi depositi marini terrazzati pleistocenici sono stati utilizzati ad esempio per il ripascimento della spiaggia di Meta-ponto (Basilicata) sulla costa ionica.

Vanno sicuramente esclusi dal prelievo i sedimenti alluvionali depositati negli alvei attuali dei corsi di acqua ed in particolare dei tratti focali, come è avvenuto ad esempio alla foce del Fiume Garigliano, che segna il confine tra la Campania ed il Lazio (PENNETTA *et al.*, 2011). La loro asportazione determina un fortissimo impatto ambientale negativo che contribuisce, tra l'altro, ad aumentare i processi erosivi a carico dei litorali.

Ripascimenti ambientalmente compatibili vengono invece più opportunamente eseguiti con sedimenti naturali; vanno individuati nella spiaggia sommersa depositi di sedimenti naturali relitti con caratteristiche petrografiche e tessiture simili a quelli costituenti la spiaggia emersa. Tale soluzione è però temporanea atteso che l'azione erosiva del mare è ininterrotta mentre un ripascimento ha una durata limitata. Pertanto, al fine di rallentare la perdita di sedimenti sabbiosi

verso il largo, si indica come soluzione ottimale l'abbinamento del ripascimento artificiale con opere di contenimento sommerse al piede (Fig. 24).

La soluzione del *ripascimento protetto* al piede determina un impatto ambientale assai ridotto e l'assenza di effetti secondari e negativi sui litorali prospicienti l'opera; in pratica riesce a conciliare i problemi di salvaguardia costiera e di impatto ambientale prodotto dalle opere di difesa. Le strutture sommerse operano una riduzione dell'altezza delle onde incidenti e non permettono la perdita di sedimenti dalle spiagge protette.

Tutto ciò premesso, l'impiego di sabbie relitte, da prelevare a mare, per i ripascimenti, si configura nel complesso quale intervento ambientalmente compatibile; nello specifico le aree individuate sulla piattaforma continentale del Cilento sembrerebbero soddisfare largamente le esigenze dei volumi necessari atti a ricostituire i litorali in erosione del promontorio del Cilento e delle aree ad esso prossime. Il loro effettivo impiego va fatto precedere da ulteriori indagini di dettaglio di cui al paragrafo 6.

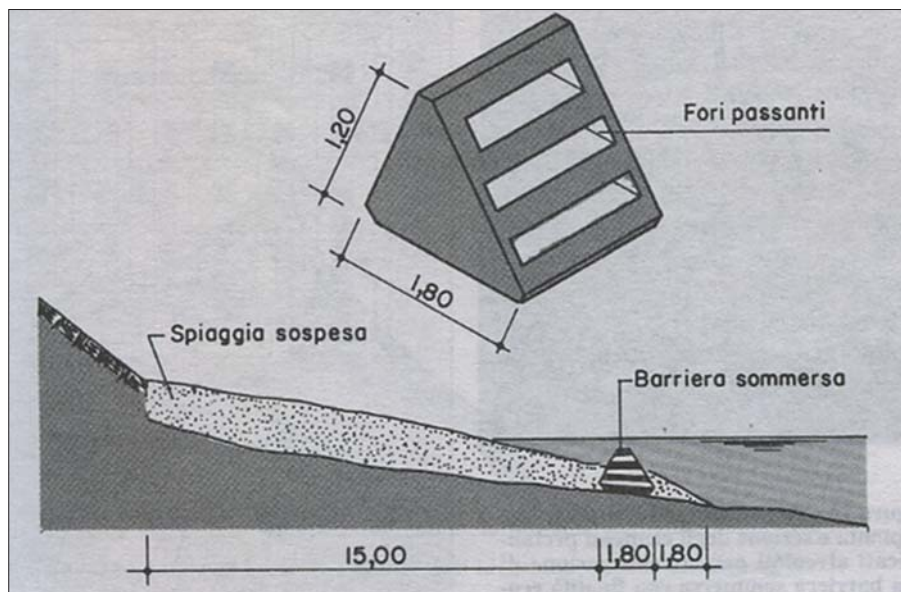


Figura 24 – Schema di un ripascimento protetto al piede; in particolare la scogliera soffolta qui rappresentata è costituita da moduli massicci in calcestruzzo, con paramento inclinato verso mare (da FRANCO, 1993).

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia vivamente l'Autorità di Bacino Regionale Sinistra Sele – Autorità di Bacino Campania Sud, ed in particolare il commissario straordinario Avv. Prof. L. S. Sorvino, per il contributo riferito alla stampa della presente pubblicazione di interesse scientifico ma anche pratico operativo nei settori di competenza dell'Autorità con cui si è sviluppata una proficua collaborazione.

## BIBLIOGRAFIA

- ALOISI J.C., MONACO A., PLANCHAIS N., THOMMERET J. & THOMMERET Y., (1978), *The Holocene transgression in the Golfe du Lion, southwestern France: paleogeographic and paleobotanical evolution*. Geographical Phisysique Quaternaire, 32, 145-162.
- ANTHONY E.J., COHEN O., SABATIER F. (2011), *Chronic of-fshore loss of nourishment on Nice beach, French Riviera: A case of over-nourishment of a steep beach?* Coastal engineering 58, 374-383.
- BEACHMED (2003), *Il progetto Beachmed: recupero ambientale e mantenimento dei litorali in erosione con l'utilizzo di depositi sabbiosi marini*. (Convenzione 2002-01-4,3 i028). Programma Operazione Interreg III B. Protezione e valorizzazione del patrimonio naturale e culturale, gestione della biodiversità, dei territori e dei paesaggi. Spazio del Mediterraneo Occidentale. I Quaderno tecnico (Fase A), Roma, 236 pp.
- BONARDI G., D'ARGENIO B. & PERRONE V. [a cura di] (1988b), *Carta geologica dell'Appennino meridionale alla scala 1:250.000*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 1341 (con carta allegata).
- BUCCHERI G., BERTOLDO M., COPPA M.G., MUNNO R., PENNETTA M., SIANI G., VALENTE A. & VECCHIONE C. (2002), *Evoluzione sedimentaria e Paleoclimatologia tardo-quaternaria della scarpata continentale del Golfo di Policastro (Mar Tirreno meridionale)*, Boll. Soc. Geol. It., 121, 187-210.
- CAMMAROSANO A., CAVUOTO G., DANNA M. DE CAPOA P., DE RIENZO F., DI STASIO A., GIARDINO S., MARTELLI L., NARDI G., SGROSSO A., TOCCACELI R.M. & VALENTE A. (2004), *Nuovi dati dul flysch del Cilento (Appennino Meridionale, Italia)*. Boll. Società Geologica Italiana; 123, 253-273.
- CAMMAROSANO A., CAVUOTO G., MARTELLI L., NARDI G., TOCCACELI R.M. & VALENTE A. (2011), *Il Progetto CARG nell'area silentina (area interna Appennino meridionale): il nuovo assetto stratigrafico-strutturale derivato dal rilevamento dei fogli 503, 502 e 519 (Vallo della Lucania, Agropoli e Capo Palinuro)*. Rendiconti Online della Società Geologica Italiana. Supplemento al Volume 12, Note brevi e Riassunti.
- CATANZARO L.F., NETO J.A.B., GUIMARÃES M.S.D., SILVA C.G. (2004), *Distinctive sedimentary processes in Guanabara Bay – SE/Brazil, based on the analysis of echo-character (7.0 kHz)*. Rev. Bras. Geof. 22,1.
- CHIOCCI F.L. & LA MONICA G.B. (1999), *Individuazione e caratterizzazione dei depositi sabbiosi presenti sulla piattaforma continentale della Regione Lazio e valutazione di un loro utilizzo ai fini del ripascimento dei litorali in erosione*. Rapporto della prima fase. Univ. Di Roma "La Sapienza", Dip. Scienze della Terra – Regione Lazio, Dip. OO.PP e Servizi per il Territorio- Roma sett.1999, 100 pp.
- COCCO E. & PESCATORE T.S. (1968), *Scivolamenti gravitativi (olistostromi) nel Flysch del Cilento*.

- to (Campania). Boll. Soc. Nat. Napoli, 77 (1), 51-91.
- CORREGGIARI A., ROVERI M. & TRINCARDI F. (1992), *Regressioni "forzate", regressioni "deposizionali" e fenomeni di instabilità in unità progradazionali tardo-quaternarie (Adriatico centrale)*. Giornale di Geologia, 54, (1), p.19-36.
- COSTA E.A. & FIGUEIREDO JR A.G. (1998), *Echo-character and sedimentary processes on the Amazon Continental Shelf*. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 70(2): 187-200.
- DAMUTH JR (1975), *Echo-character of the western Equatorial Atlantic floor and its relationship to the disposal and distribution of terrigenous sediments*. Marine Geology, 18: 17-45.
- DAMUTH JR (1980), *Use of high-frequency (3,5-12 kHz) echograms in the study of near-bottom sedimentation processes in the deep-sea: a review*. Marine Geology, 38: 51-75.
- DAMUTH JR & HAYES D.E. (1977), *Echo-character of the east Brazilian continental margin and its relationship to sedimentary processes*. Marine Geology, 24: 73-95.
- DE PIPPO T. & PENNETTA M. (2004), *Terrazzi deposizionali sommersi nel Golfo di Policastro (Campania)*. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, Atlante dei Terrazzi Deposizionali Sommersi lungo le coste italiane, APAT, Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia, vol. 58, 57-62.
- DE PIPPO T. & PENNETTA M. (2000), *Late Quaternary morphological evolution of a continental margin based on emerged and submerged morphostructural features: the south-eastern Tyrrhenian margin (Italy)*. Z Geomorph. N.F., 44, 4, 435-448.
- DE PIPPO T., PENNETTA M., VALENTE A. & VECCHIONE C. (1996), *Ruolo della morfologia sottomarina nei processi sedimentari del margine tirrenico sud-orientale*. "Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences", 9(1), 359-364.
- EMERY K.O. (1968), *Relict sediments on continental shelf of the world*. Am. Ass. Petr. Geol. Bull., 52, 445-464.
- FABBRI A., GALLIGNANI P. & ZITELLINI N., (1981), *Geologic evolution of the peri-Tyrrhenian sedimentary basins*. in Wezel F.C., ed., *Sedimentary Basins of Mediterranean Margins*: Bologna, Tecnoprint, 101-126.
- FERRARO L., PESCATORE T., RUSSO B., SENATORE M.R., VECCHIONE C., COPPA M.G. & DI TUORO A. (1997), *Studi di geologia marina del margine tirrenico: la piattaforma continentale tra Punta Licosa e Capo Palinuro (Tirreno Meridionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 116, 473-485.
- FIELD M.E. & TRINCARDI F. (1991), *Regressive coastal deposits on Quaternary continental shelves: preservation and legacy*. In: R.H. OSBORNE (ed.), *From shoreline to abyss: contribution in marine geology in honor of Francis Parker Shepard*. Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. pubbl. 46, 107-122.
- FRANCO L. (1993), *Nuove tecnologie per la difesa dei litorali* in: AMINTI P., PRANZINI E. (ed) "La Difesa dei Litorali in Italia", Edizioni Delle Autonomie, 25-50.
- HONG E. & CHEN I.S. (2000), *Echo character and sedimentary processes along a rifting continental margin, northeast of Taiwan*. Continental Shelf Research. 20: 599-617.
- ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA (1971), *Carta Nautica da Punta Licosa a Diamante, scala 1:100 000*, ristampa 1990.
- KASTENS K., MASCLE J., AUROUX C., BONATTI E., BROGLIA C., CHANNEL J., CURZI P., EMEIS K., GLACON G., HASEGAWA S., HIEKE W., MASCLE G., MCKENZIE J., MENDELSON J., MULLER C., REHAULT J., ROBERTSON A., SARTORI R., SPROVIERI R. & TORII M. (1988), *ODP Leg 107 in the Tyrrhenian sea: insights into passive margin and back-arc basin evolution*. Geol. Soc. Am. Bull., 100, 1140-1156.
- LEE S.H., CHOUGH S.K., BACK G.G. & KIM Y.B. (2002), *Chirp (2-7kHz) echo characters of the South Korea Plateau, East Sea: styles of mass movement and sediment gravity flow*. Marine Geology. 3042: 1-21.
- MARANI M., TAVIANI M., TRINCARDI F., ARGNANI A., BORSETTI A.M., & ZITELLINI N. (1988), *Pleistocene progradation and postglacial events of the NE i Tyrrhenian continental shelf between the Tiber river delta and Capo Circeo*- Memorie Società Geologica Italiana, 36, 67-89.
- MOSTARDINI F. & MERLINI S. (1986), *Appennino centro meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 177-202.
- NICOLETTI L., PAGANELLI D., GABELLINI M. (2006), *Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte a fini di rinascimento: proposta di protocollo di monitoraggio*. Quaderno ICRAM n. 5; 159 pp.
- OGNIBEN L. (1969), *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*. Mem. Soc. Geol. It., 8, 453-763.
- ORTOLANI F., PENNETTA M. & TOCCACELI R.M. (1997), *Evoluzione morfostrutturale pleistocenico-olocenica del Golfo di Policastro e movimenti di massa profondi*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 20, 101-105.
- PENNETTA M. (1992), *Morfologia e sedimentazione della piattaforma e scarpata nel tratto di costa compreso tra Punta Alice e Capo Rizzuto (Golfo di Taranto)*. Boll. Soc. Geol. It., 111, 149-161.
- PENNETTA M. (1996a), *Margine tirrenico orientale: morfologia e sedimentazione tardo-pleistocenico-olocenica del sistema piattaforma-scarpata tra Capo Palinuro e Paola*. Boll. Soc. Geol. It., 115, 339-354.
- PENNETTA M. (1996b), *Evoluzione morfologica quaternaria del margine tirrenico sudorientale tra Capo Palinuro e Capo Bonifati*. Il Quaternario-Italian Journal of Quaternary Sciences, 9(1), 353-358.
- PENNETTA M. (2012), *Studi sedimentologici e geomorfologici della spiaggia sommersa, Elaborato All. A2 29CE*. In: Conservazione e ripristino di habitat dunali nei siti delle Province di Cagliari, Matera, Caserta, Area SIC Pineta della Foce Garigliano. (IT8010019), ACTION A2, LIFE+ Nature & Biodiversity 2007PROVIDUNE, European Commission (LIFE-Project Number LIFE07NAT/IT/000519); cum *Carta geomorfologica della spiaggia sommersa alla scala 1:5.000 (Allegato All. A2 28 CE)*, Provincia di Caserta.
- PENNETTA M. & PACE L. (2006), *Il punto sulle tecniche di difesa dei litorali*, Cilentum; Collana di Studi, Documentazione e Ricerca, Rivista Autorità di Bacino Sinistra Sele, Regione Campania, vol. 1, 30-35.
- PENNETTA M., CORBELLI V., ESPOSITO P., GATTULLO V., NAPPI R. (2011), *Environmental impact of coastal dunes in the area located to the left of the Garigliano River mouth (Campany, Italy)*. Journal of Coastal Research, Special Issue No 61, 421-427. DOI: 10.2112/S161 - 001.1.
- POSAMANTIER H.W. & VAIL P.R. (1988), *Eustatic control on clastic deposition, II-sequence and systems tract models*. In: C.K. WILGUS, B.S. HASTINGS et al., eds, *Sea Level Changes: An Integrated Approach*, SEPM Spec. Publ., Tulsa, Oklahoma, 125-154.
- POSAMANTIER H.W., ALLEN G.P., JAMES D.P. & TESSON M. (1992), *Forced regression in a sequence stratigraphic framework: concepts, examples and exploration significance*. Am. Ass. Petr. Geol. Bull., 76, no.11, 1687-1709.
- PUTIGNANO M.L. & SCHIATTARELLA M. (2008), *Struttura, esumazione ed evoluzione morfologica del nucleo mesozoico del Monte Motola (Cilento, Italia meridionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 127, 477-493.
- REDDY D.R. & RAO T.S. (1997), *Echo characters of the continental margin, western Bay of Bengal, India*. Marine Geology, 140: 201-217.
- RUSSO G.F., DI DONATO R., DI STEFANO F. (2008), *Gli habitat sottomarini delle coste della Campania*. Biologi Italiani, 6, 37 -56.
- SARTORI R. (1988), *Drilling of ODP Leg 107 in the Tyrrhenian sea: tentative basin evolution compared to deformation in the surrounding chains*. In: Boriani A., Bonafede M., Piccardo G.B. and Vai G.B. (ed.), *The lithosphere in Italy*. Advance in earth sciences research, 125-138.
- SARTORI R. (1989), *Evoluzione neogenico-recente del bacino tirrenico e i suoi rapporti con la geologia delle aree circostanti*. Giornale di Geologia, 51, 1-29.
- SAVINI A., PENNETTA M. & CORSELLI C. (2005), *Geophysical investigation on the continental shelf of Cilento Peninsula (Southern Italy) to preliminary assess beach renourishment resources*. Proceeding of the seventh International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 05, E. Ozhan (Editor), 25-29/10/05 Kusadasi, Turkey, p. 973-984.
- SAVINI A., BASSO D., BRACCHI V.A., CORSELLI C. & PENNETTA M. (2012), *Maerl-bed mapping and carbonate quantification on submerged terraces offshore the Cilento peninsula (Tyrrhenian Sea, Italy)*. Geodiversitas 34 (1): 77-98. <http://dx.doi.org/10.5252/g2012n1a5>.
- SELLI R. (1970), *Cenni morfologici generali sul Mar Tirreno*. In: SELLI R. (ed.), *Ricerche Geologiche Preliminari nel Mar Tirreno*, Giorn. Geol., 37, 5-24.
- SGROSSO I. (1998), *Possibile evoluzione cinematica miocenica nell'Orogene centro-sud-appenninico*. Boll. Soc. Geol. It., 117, 679-724.
- SILENZI S., DEVOTI S., GABELLINI M., MAGALETTI E., NISI M.F., PISAPIA M., ANGELELLI F., ANTONIOLI F., ZARATTINI A. (2004), *Le variazioni del clima nel Quaternario*. Geo-Archeologia, 1, 15-50.
- STAUBLE D.K. (2002), *Performance of the P.E.P. reef submerged breakwaters project*. U.S. Army Engineer Research and Development Center. Vicksburg, Mississippi, 131 p.
- SWIFT D.J.P. (1974), *Continental shelf sedimentation*. In: C.A. BURKE & C.L. DRAKE, Eds.,: *The Geology of Continental Margins*. Berlin and New York: Springer-Verlag, pp. 117-133.
- SWIFT D. J. P. (1976), *Continental Shelf Sedimentation*. In STANLEY D.J. & SWIFT D.J.P., *Marine Sediment transport and environment management*. Wiley j. & Sons, Inc., pp. 311-350.
- TRINCARDI F. & FIELD M.E. (1991), *Geometry, lateral variation, and preservation of downlapping regressive shelf deposits: eastern Tyrrhenian sea margin, Italy*. Journal of Sedimentary Petrology, 61, 775-790.
- TRINCARDI F. & ZITELLINI N., (1987), *The rifting of the Tyrrhenian basin*. Geo-Marine Letters, 7, 1-6.

---

La **SIGEA** è un'associazione culturale senza fini di lucro, riconosciuta dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare come "associazione di protezione ambientale a carattere nazionale" con decreto 24 maggio 2007 (G.U. n. 127 del 4/6/2007). Agisce per la promozione del ruolo delle Scienze della Terra nella protezione della salute e nella sicurezza dell'uomo, nella salvaguardia della qualità dell'ambiente naturale ed antropizzato e nell'utilizzazione più responsabile del territorio e delle sue risorse.

È aperta non solo ai geologi, bensì a tutte le persone e agli Enti (persone giuridiche) che hanno interesse alla migliore conoscenza e tutela dell'ambiente.

La **SIGEA** è stata costituita nel maggio 1992 a Roma da 19 Soci fondatori (geologi, ingegneri, architetti, geografi) esperti o cultori di Geologia Ambientale; conta oggi più di 800 iscritti.

Possono far parte di **SIGEA**, in qualità di soci, persone fisiche o giuridiche.

---

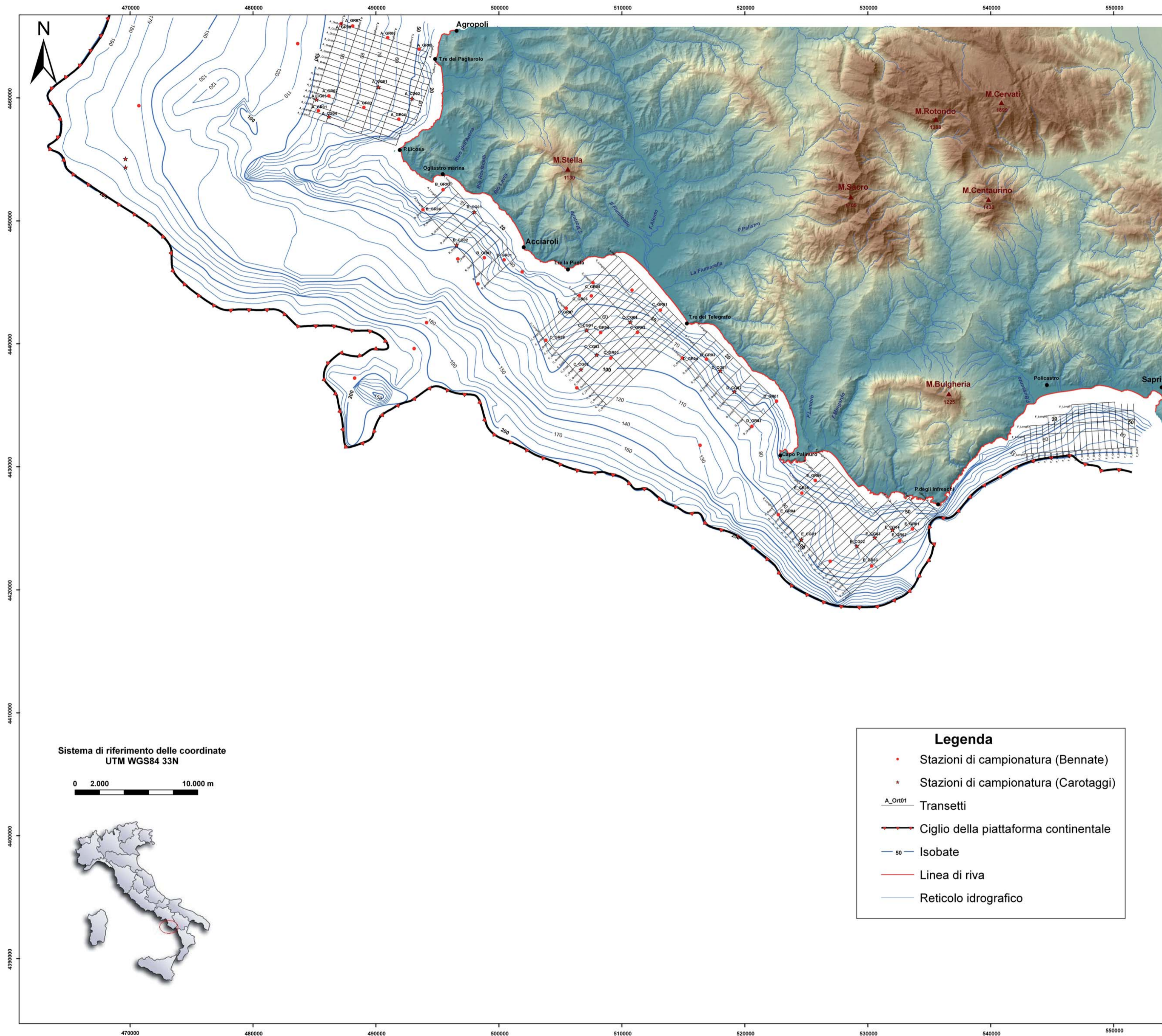
### Cosa fa SIGEA

- **favorisce** il progresso, la valorizzazione e la diffusione della Geologia Ambientale, mediante gli "eventi" sotto riportati, la rivista trimestrale "Geologia dell'Ambiente" e il sito web;
- **promuove** il coordinamento e la collaborazione interdisciplinare nelle attività conoscitive ed applicative rivolte alla conoscenza e tutela ambientale; per questo scopo ha costituito le Aree tematiche: "Patrimonio Geologico", "Dissesto Idrogeologico", "Gestione delle Coste", "Idrogeologia" (con riferimento anche alle tematiche Bonifica siti inquinati e Geotermia), "Infrastrutture e Territorio";
- **opera** sull'intero territorio nazionale nei settori dell'educazione e divulgazione, della formazione professionale, della ricerca applicata, della protezione civile e in altri settori correlati con le suddette finalità, attivandosi anche mediante le sue Sezioni regionali;
- **organizza** corsi, convegni, escursioni di studio, interventi sui mezzi di comunicazione di massa;
- **svolge attività di divulgazione scientifica** in vari campi d'interesse della Geologia Ambientale, fra cui la conservazione del Patrimonio Geologico: ad esempio, in collaborazione con *ProGEO (European Association for Conservation of Geological Heritage)*, ha organizzato il 2° Symposium internazionale sui geotipi tenutosi a Roma nel maggio 1996 e il 7° Symposium sullo stesso argomento a Bari nel settembre 2012; inoltre è attiva per svolgere studi, censimenti e valorizzazione dei geositi e per creare collaborazioni con altre realtà europee afferenti a ProGEO;
- **svolge attività di formazione**: organizza corsi e convegni di aggiornamento professionale o di divulgazione su tematiche ambientali, quali previsione, prevenzione e riduzione dei rischi geologici, gestione dei rifiuti, bonifica siti contaminati, studi d'impatto ambientale, tutela delle risorse geologiche e del patrimonio geologico, geologia urbana, pianificazione territoriale, pianificazione del paesaggio, contratti di fiume ecc.; inoltre rende disponibili per i soci le pubblicazioni degli Atti dei convegni SIGEA;
- **informa** attraverso il periodico trimestrale "Geologia dell'Ambiente", che approfondisce e diffonde argomenti di carattere tecnico-scientifico su tematiche geoambientali di rilevanza nazionale e internazionale; la rivista è distribuita in abbonamento postale ai soci e a Enti pubblici e privati;
- **interviene** sui mezzi di comunicazione di massa, attraverso propri comunicati stampa, sui problemi attuali che coinvolgono l'ambiente geologico;
- **collabora** con gli Ordini professionali, con il mondo universitario e con altre Associazioni per lo sviluppo delle citate attività, in particolare nella educazione, informazione e formazione ambientale: con CATAP (Coordinamento delle Associazioni Tecnico-scientifiche per l'Ambiente e il Paesaggio) cui SIGEA aderisce, Associazione Idrotecnica Italiana, Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali, Alta Scuola (Scuola di alta specializzazione e centro studi per la manutenzione e conservazione dei centri storici in territori instabili), Italia Nostra, Legambiente, WWF, ProGEO ecc.



Società Italiana di Geologia Ambientale  
Casella Postale 2449 U.P. Roma 158  
Tel./fax 06 5943344  
E-mail: [info@sigeaweb.it](mailto:info@sigeaweb.it)  
<http://www.siggeaweb.it>



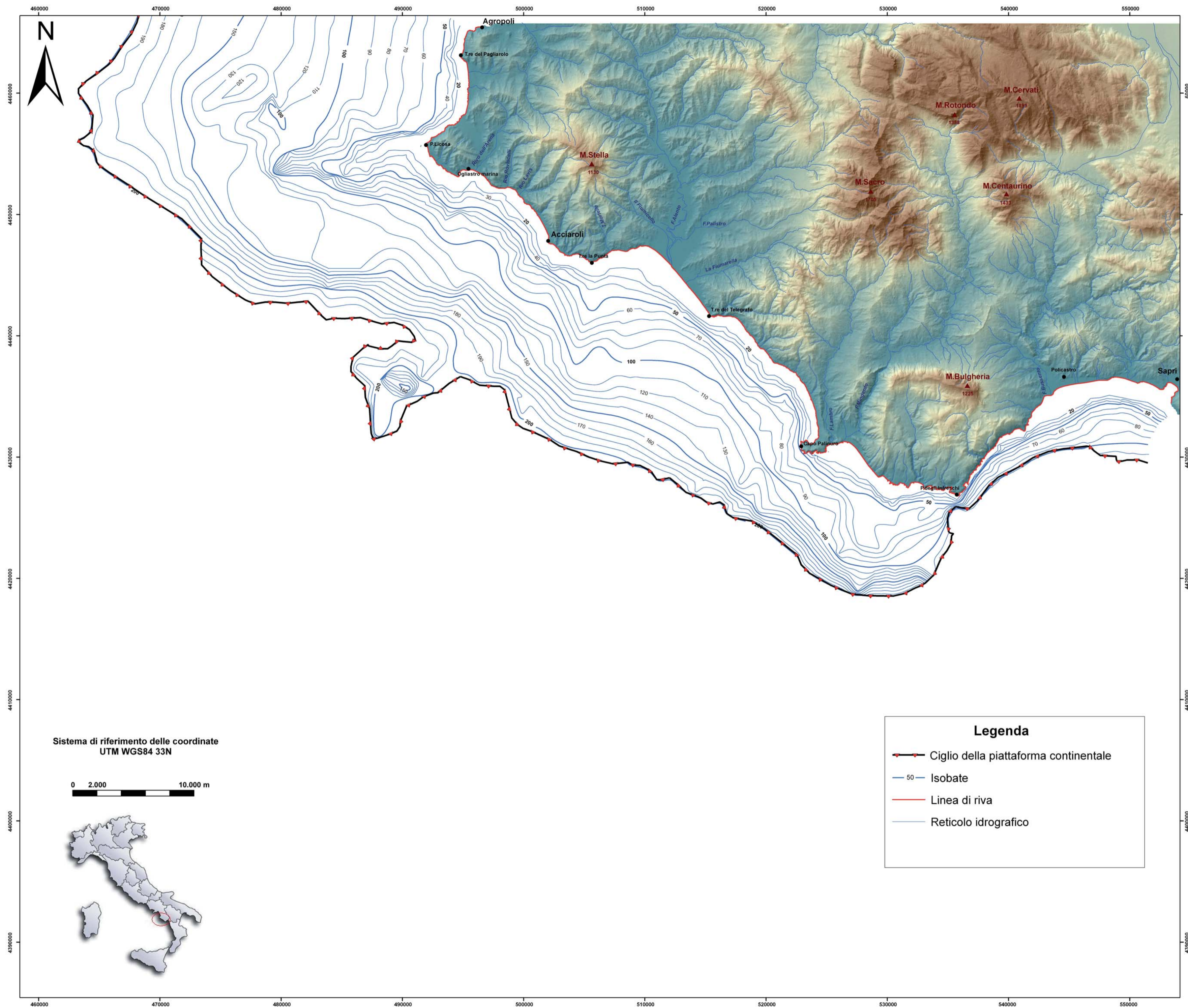


**Ricerca di depositi di sabbia  
sottomarina relitta sulla piattaforma  
continentale del Cilento (Sa)  
utilizzabile per interventi  
di ripascimento artificiale dei litorali**

**TAV. I - UBICAZIONE DELLE INDAGINI**

*Coordinamento scientifico*  
**Prof.ssa Geol. MICLA PENNETTA**

*Elaborazione e restituzione*  
**Dott.ssa Geol. ANTONIETTA BIFULCO**  
**Dott.ssa Geol. ALESSANDRA SAVINI**

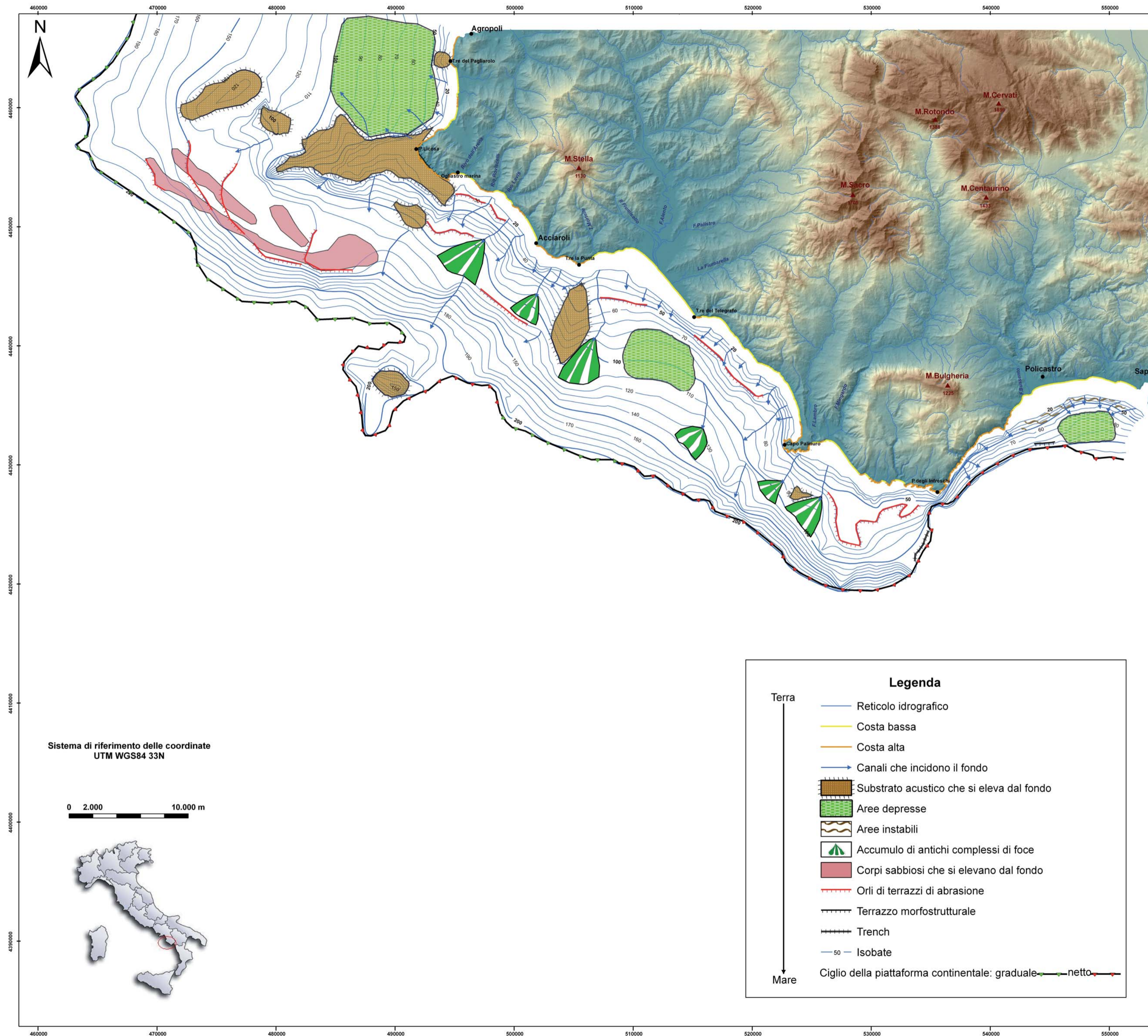


**Ricerca di depositi di sabbia  
sottomarina relitta sulla piattaforma  
continentale del Cilento (Sa)  
utilizzabile per interventi  
di ripascimento artificiale dei litorali**

**TAV. II - CARTA BATIMETRICA**

*Coordinamento scientifico*  
**Prof.ssa Geol. MICLA PENNETTA**

*Elaborazione e restituzione*  
**Dott.ssa Geol. ANTONIETTA BIFULCO**  
**Dott.ssa Geol. ALESSANDRA SAVINI**

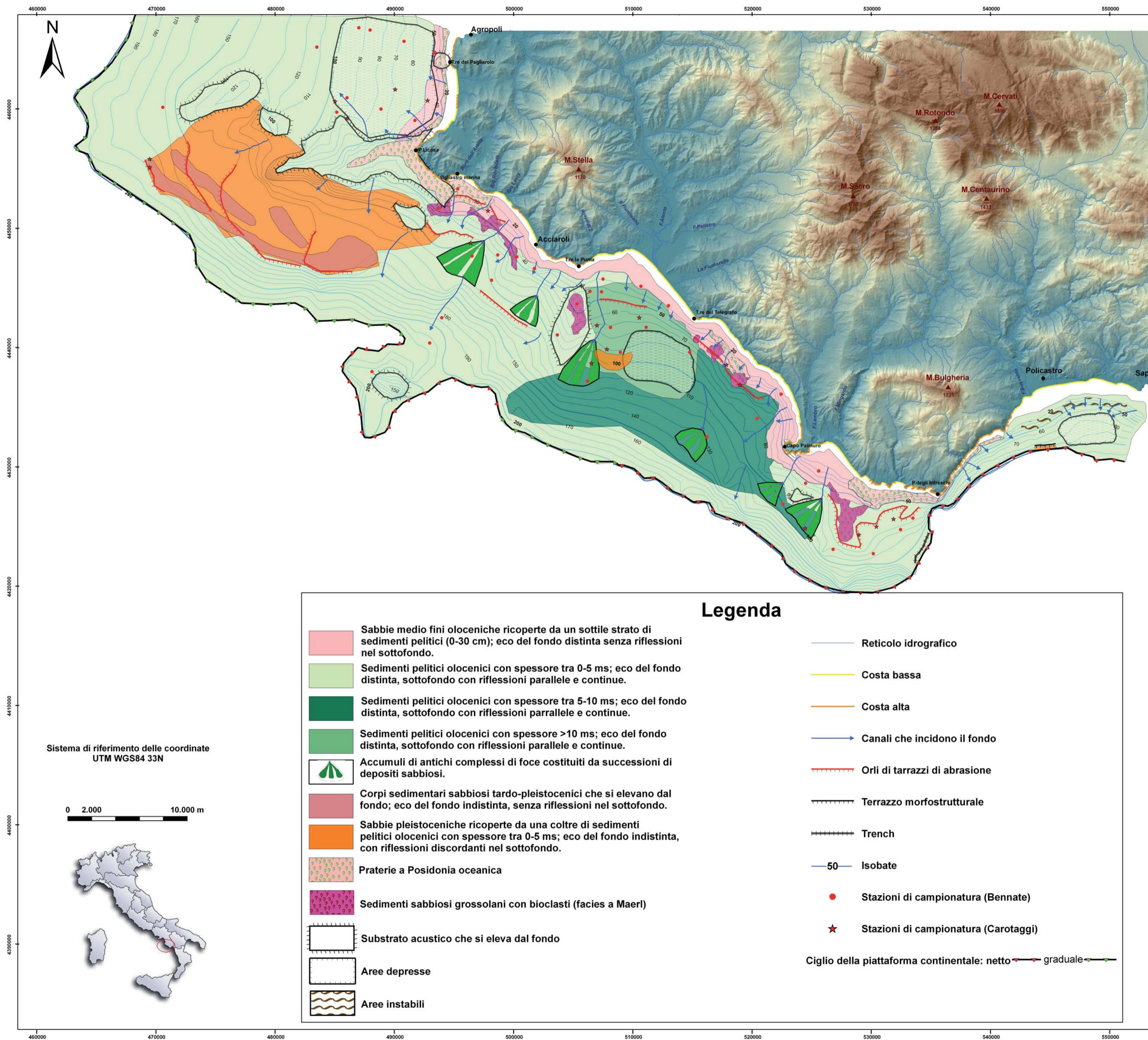


**Ricerca di depositi di sabbia  
sottomarina relitta sulla piattaforma  
continentale del Cilento (Sa)  
utilizzabile per interventi  
di ripascimento artificiale dei litorali**

**TAV. III - CARTA GEOMORFOLOGICA**

*Coordinamento scientifico*  
**Prof.ssa Geol. MICLA PENNETTA**

*Elaborazione e restituzione*  
**Dott.ssa Geol. ANTONIETTA BIFULCO**  
**Dott.ssa Geol. ALESSANDRA SAVINI**



**Ricerca di depositi di sabbia  
sottomarina relitta sulla piattaforma  
continentale del Cilento (Sa)  
utilizzabile per interventi  
di ripascimento artificiale dei litorali**

**TAV. IV - CARTA GEOLOGICA SUPERFICIALE**

*Coordinamento scientifico*  
**Prof.ssa Geol. MICLA PENNETTA**

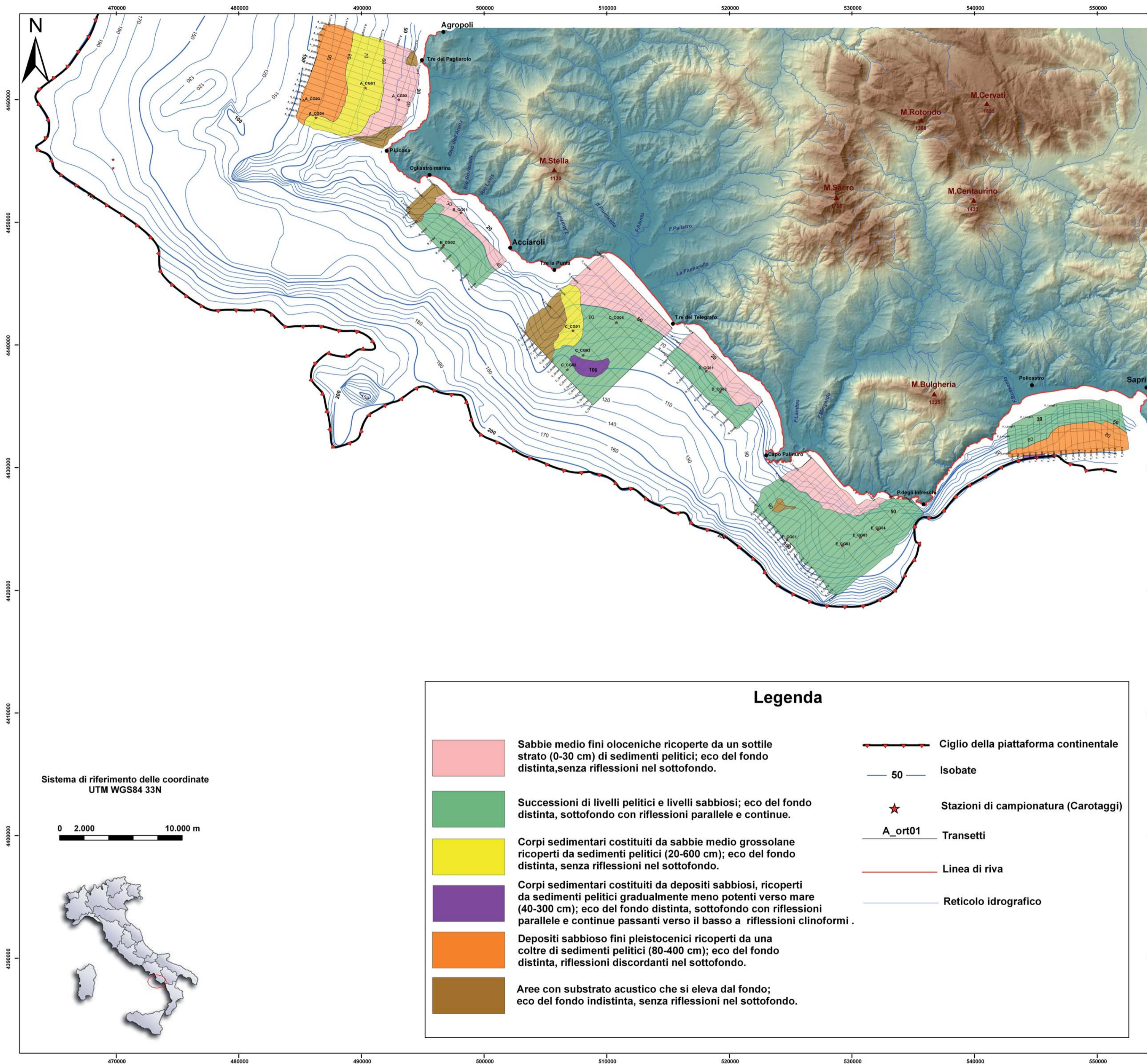
*Elaborazione e restituzione*  
**Dott.ssa Geol. ANTONIETTA BIFULCO**  
**Dott.ssa Geol. ALESSANDRA SAVINI**

**Ricerca di depositi di sabbia  
sottomarina relitta sulla piattaforma  
continentale del Cilento (Sa)  
utilizzabile per interventi  
di ripascimento artificiale dei litorali**

**TAV. V - CARTA GEOLOGICA SUPERFICIALE:  
SEDIMENTI DI SOTTOFONDO**

*Coordinamento scientifico*  
Prof.ssa Geol. MICLA PENNETTA

*Elaborazione e restituzione*  
Dott.ssa Geol. ANTONIETTA BIFULCO  
Dott.ssa Geol. ALESSANDRA SAVINI

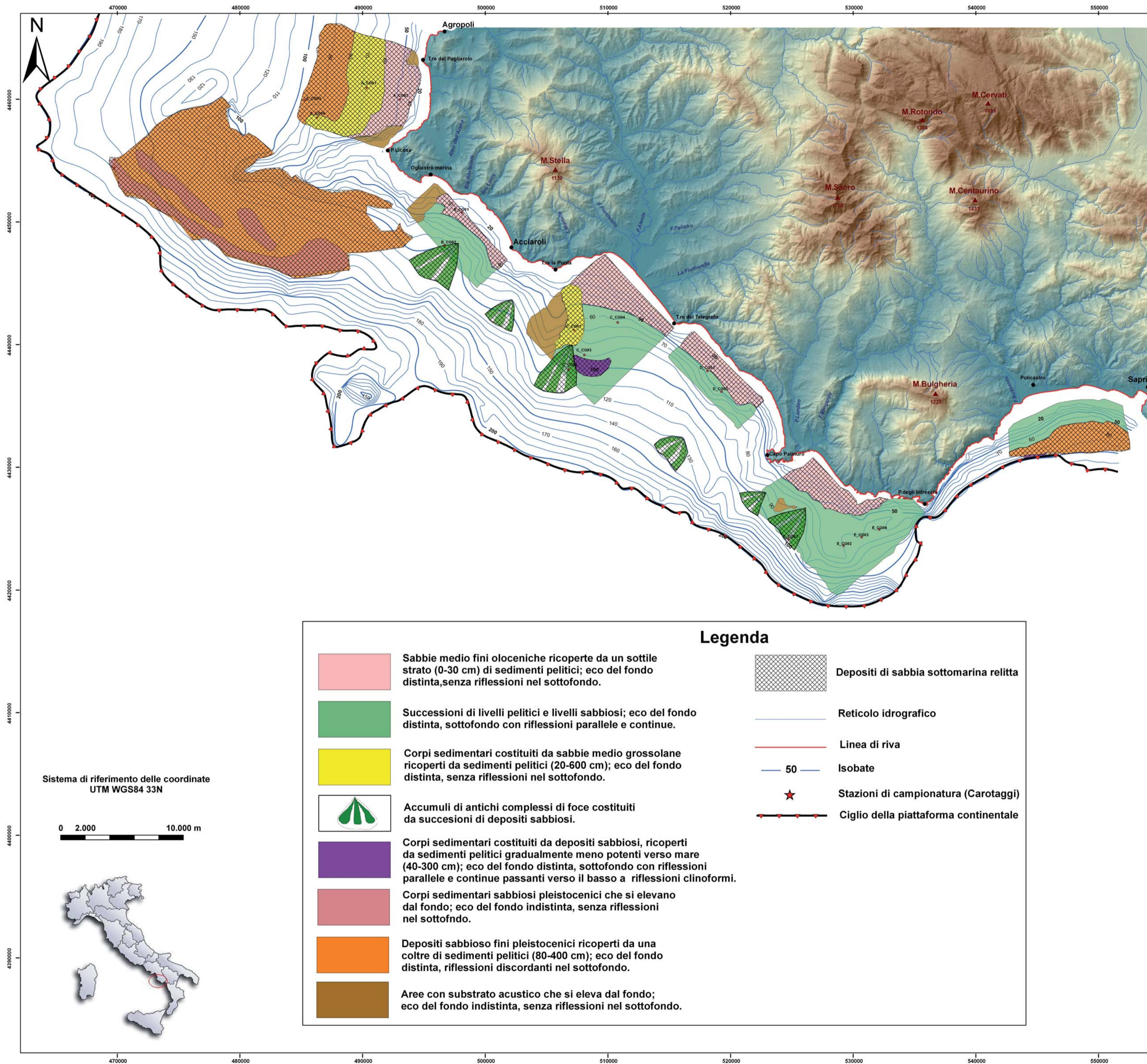


**Ricerca di depositi di sabbia  
sottomarina relitta sulla piattaforma  
continentale del Cilento (Sa)  
utilizzabile per interventi  
di ripascimento artificiale dei litorali**

**TAV. VI - CARTA DEI DEPOSITI  
DI SABBIA SOTTOMARINA RELITTA**

*Coordinamento scientifico*  
**Prof.ssa Geol. MICLA PENNETTA**

*Elaborazione e restituzione*  
**Dott.ssa Geol. ANTONIETTA BIFULCO**  
**Dott.ssa Geol. ALESSANDRA SAVINI**



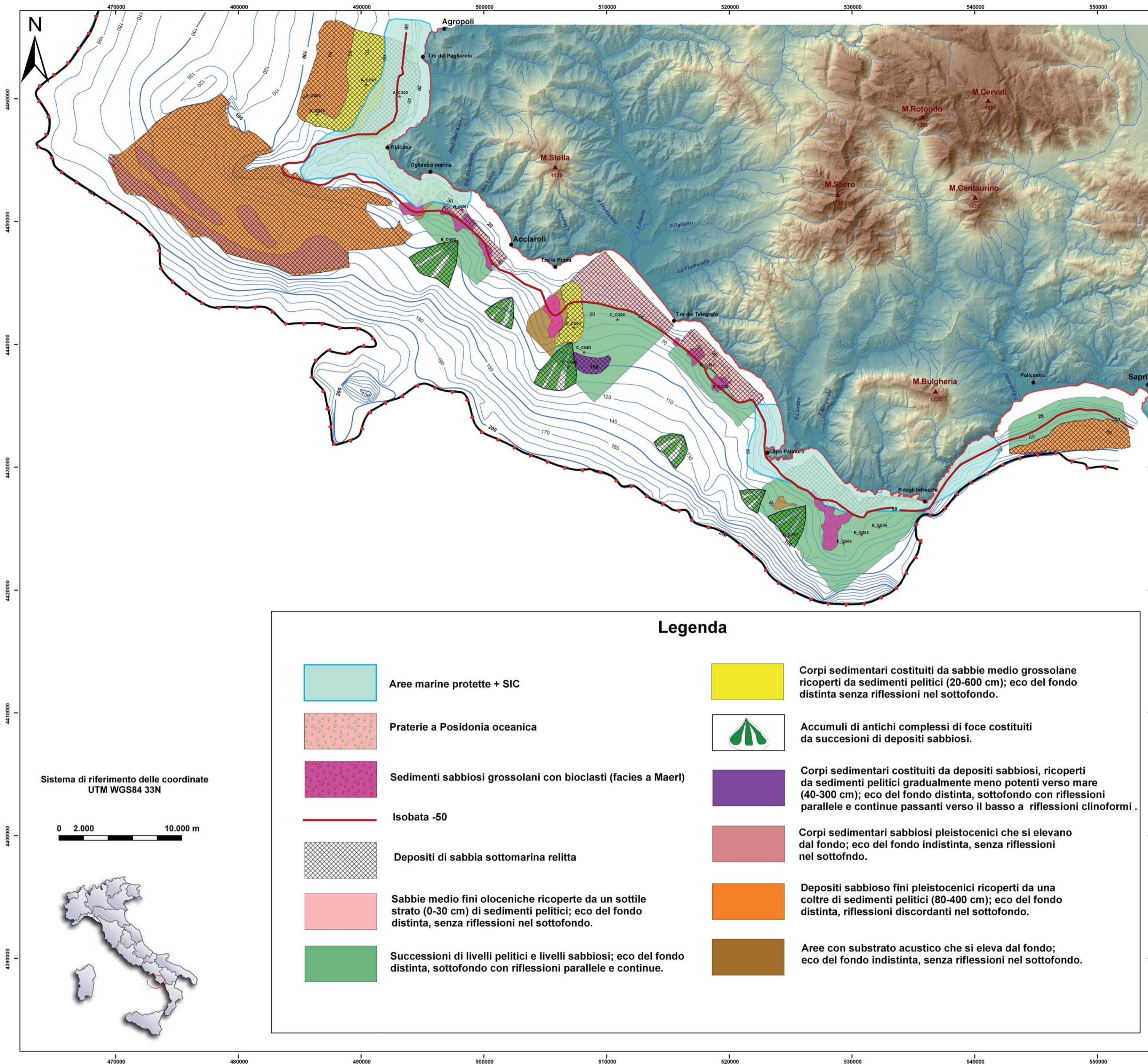
4460000  
4450000  
4440000  
4430000  
4420000  
4410000  
4400000  
4390000

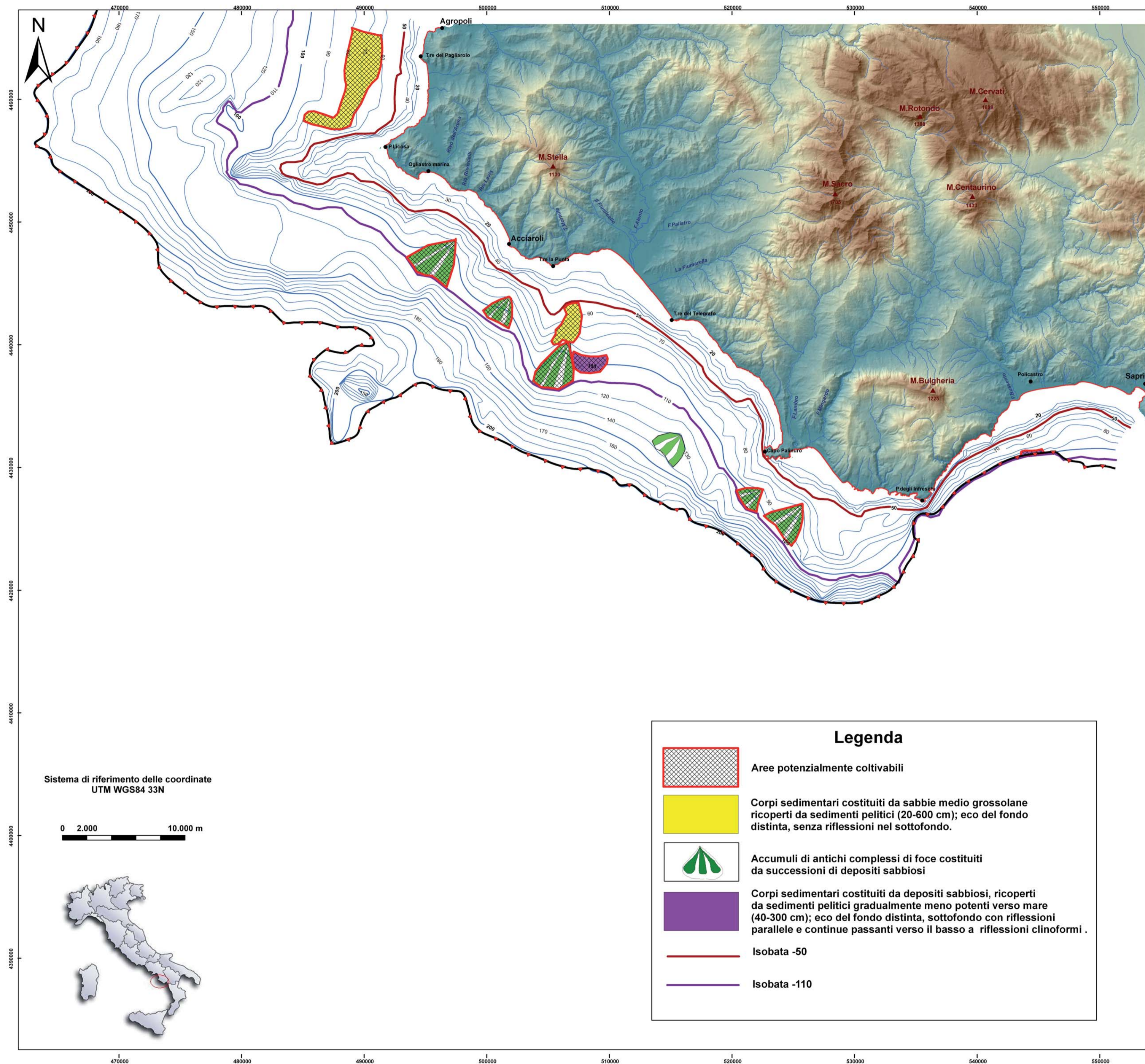
**Ricerca di depositi di sabbia  
sottomarina relitta sulla piattaforma  
continentale del Cilento (Sa)  
utilizzabile per interventi  
di ripascimento artificiale dei litorali**

**TAV. VII - CARTA DEGLI USI LEGITTIMI DEL MARE**

*Coordinamento scientifico*  
**Prof.ssa Geol. MICLA PENNETTA**

*Elaborazione e restituzione*  
**Dott.ssa Geol. ANTONIETTA BIFULCO**  
**Dott.ssa Geol. ALESSANDRA SAVINI**





**Ricerca di depositi di sabbia  
sottomarina relitta sulla piattaforma  
continentale del Cilento (Sa)  
utilizzabile per interventi  
di ripascimento artificiale dei litorali**

**TAV. VIII - CARTA DELLE AREE  
POTENZIALMENTE COLTIVABILI**

*Coordinamento scientifico*  
**Prof.ssa Geol. MICLA PENNETTA**

*Elaborazione e restituzione*  
**Dott.ssa Geol. ANTONIETTA BIFULCO**  
**Dott.ssa Geol. ALESSANDRA SAVINI**