



Roma, 14 – 15 febbraio 2023

ABSTRACT BOOK

a cura della Società Geologica Italiana

Quinto Convegno dei
geologi marini italiani

La geologia marina in Italia

COMITATO ORGANIZZATORE

Francesco Latino Chiocci, Università Sapienza, Roma
Francesca Budillon, ISMAR CNR, Napoli
Silvia Ceramicola, OGS, Trieste
Fabiano Gamberi, ISMAR CNR, Bologna
Maria Filomena Loreto, ISMAR CNR, Bologna
Maria Rosaria Senatore, Università del Sannio, Benevento
Federico Spagnoli, IRBIM CNR, Ancona
Attilio Sulli, Università di Palermo, Palermo



Organizzato in collaborazione
con la Sezione di Geologia
Marina della SGI

SEGRETERIA TECNICA

Ionela Pintilie, Università Sapienza, Roma
Agostino Meo, Università del Sannio, Benevento
Valentina De Santis, CNR, Roma
Fabio Massimo Petti, Società Geologica Italiana, Roma
Angela Alla, IGAG CNR, Roma
Marco Bianchini, Università Sapienza, Roma
Simone Napoli, Università Sapienza, Roma
Denise Petronelli, Università Sapienza, Roma

GUEST EDITORS

Francesco Chiocci, Francesca Budillon, Giulia Innamorati, Maria Filomena Loreto, Maria Rosaria Senatore, Attilio Sulli.

Il convegno, organizzato in collaborazione con la Sezione di Geologia Marina della SGI, si svolge sotto l'egida del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), del Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare (CoNISMa), dell'Istituto Idrografico della Marina (IIM), dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS) e della Società Geologica Italiana (SGI).

Si ringraziano Codevintec, Fugro, GBT Offshore, Idrosfera Servizi Idrografici, Next Geosolutions, Novacavi per aver sostenuto economicamente il Quinto convegno dei geologi marini Italiani.



Papers, data, figures, maps and any other material published are covered by the copyright own by the Società Geologica Italiana.

DISCLAIMER: The Società Geologica Italiana, the Editors are not responsible for the ideas, opinions, and contents of the papers published; the authors of each paper are responsible for the ideas opinions and contents published.

La Società Geologica Italiana, i curatori scientifici non sono responsabili delle opinioni espresse e delle affermazioni pubblicate negli articoli: l'autore/i è/sono il/i sol/i responsabile/i.

INDEX

Prefazione	6
Agate M., Lombardo C., Lo Iacono C., Sulli A., Polizzi S., Chemello R. & Orrù P.E. - Submarine investigation of geomorphological and sedimentary features of the Egadi islands Archipelago (western Mediterranean Sea)	7
Alberti T., Anzidei M., Faranda D., Favaro M., Papa A. & Vecchio A. - Diagnostica degli eventi estremi nella Laguna di Venezia e loro mitigazione con il MoSE	8
Alla A., Chiocci F.L. & Casalbore D. - La frana tsunamigenica di Gioia Tauro '77; ruolo del terrazzo deposizionale sommerso e della testata di canyon prossima alla costa nella determinazione della pericolosità geologica	9
Alvisi F. & Baldrighi E. - Sedimentological and stratigraphical characteristics of a coastal lagoon depositional environment subject to oxygen depletion (Puck Bay, Baltic Sea).....	10
Anzidei M., Crosetto M., Navarro J., Patias P., Georgiadis C., Doumaz F., Trivigno M.L., Falciano A., Greco M., Serpelloni E., Vecchio A., Palamà R., Gao Q., Barra A. & Monserrat O. - Subsidenza costiera e aumento del livello del mare nel Mediterraneo fino al 2100 negli scenari del progetto SAVEMEDCOASTS-2	11
Basso D., Bracchi V.A., Guido A., Rosso A. & Sanfilippo R. - Il Coralligeno come archivio ambientale olocenico.....	12
Bergamin L. & Romano E. - Role of the geosciences in the assessment of the environmental status of the coastal marine areas.....	13
Bianchini M., Chiocci F.L., Falese F.G. & Budillon F. - Analisi sismo-stratigrafica preliminare del margine continentale ionico della Puglia meridionale.....	14
Bracchi V.A., Rosso A., Sanfilippo R., Savini A. & Basso D. - Definire il Coralligeno ed i suoi limiti nell'area di Marzamemi.....	15
Bronzo L., Cascella A. & Morigi C. - Risposta del plancton calcareo alle variazioni di CO ₂ in aree di interesse del Mar Mediterraneo e del Mare Artico durante gli ultimi 30.000 anni: stato dell'arte del progetto di dottorato.....	16
Budillon F., Firetto Carlino M., Innangi S., Passaro S., Tonielli R., Trincardi F. & Sprovieri M. - The size of the human-driven physical impact at the Augusta Bay seabed (Southern Italy, Western Ionian Sea), assessed by stratigraphic and morphological investigations.....	17
Buttò S., Faraci C., Corradino M. & Pepe F. - Coastal vulnerability: the impact of sea level rise at the physiographic unit scale	18
Caldareri F., Sulli A., Parrino N., Dardanelli G., Todaro S. & Maltese A. - On the shoreline monitoring via earth observation: A radiometric-oriented method on sandy beaches	19
Caldareri F., Sulli A., Parrino N., Dardanelli G., Todaro S. & Maltese A. - On the shoreline monitoring via earth observation: time series as a proxy of sedimentary environment energy.....	20
Caradonna M.C., Del Ben A., Geletti R. & Pini G. - Frane sottomarine nel Golfo di Cagliari.....	21
Casaburi A., Alberico I. & Matano F. - La geodiversità in ambiente costiero: il caso studio del Cilento.....	22
Cocchi L., Muccini F., Casalbore D., Chiocci F.L., Loreto F., Palmiotto C., Ivaldi R., Pascucci V. & Saccorotti G. - Shallow crustal setting and submarine mud volcanoes in Scoglio D'Affrica offshore (Northern Tyrrhenian Sea) from magnetic, seismic and morphobathymetric data	23
Corradino M., Morelli D., Ceramicola S., Scarfi L., Barberi G., Monaco C. & Pepe F. - Late Miocene to Recent structural evolution of the Squillace Gulf (offshore eastern Calabria): insights on the active tectonics of the Calabrian Arc	24
Dalla Valle G., Pellegrini C., Rovere M. & Gamberi F. - Stratigraphic trends and parasequence stacking patterns of the Late-Holocene, Adriatic Mud-Wedge (Mediterranean Sea).....	25
de Alteriis G., Carlucci M., D'Oriano F. & Maffione R. - Insights into deep-sea exploration from ROV surveys. Some case histories from the Aegean and Tyrrhenian Sea	26

De Falco G., Brambilla W., Conforti A., Simeone S. & Molinaroli E. - Compatibilità tra i sedimenti dei depositi sommersi in piattaforma continentale e i sedimenti delle spiagge adiacenti (Sardegna occidentale).....	27
De Luca M., Pascucci V., Santonastaso A., Stelletti M., Puccini A. & Gazale V. - Sea Floor of the Marine Protected Area of the Asinara Island (Sardinia, Italy).....	28
Distefano S., Baldassini N., Barbagallo V., Borzi L., D'Andrea N.M., Urso S. & Di Stefano A. - 3D Flooding Maps as Response to Tsunami Events: Applications in the Central Sicilian Channel (Southern Italy).....	29
Ficini E., Cuffaro M., Loreto M.F., Muccini F. & Palmiotto C. - Back-Arc Spreading Centers and Superfast Subduction: The Case of the Northern Lau Basin (SW Pacific Ocean).....	30
Fiorentino A., Orefice S. & Pensa A. - Progetto CARG: Cartografia geologica 1:50.000 delle aree sommerse.....	31
Foglini F., Rovere M., Tonielli R., Budillon F., Castellan G., Cuffaro M., Di Martino G., Grande V., Innangi S., Loreto M.F., Madricardo F., Mercorella A., Montagna P., Palmiotto C., Pellegrini C., Petracchini L., Prampolini M., Remia A., Sacchi M., Sanchez Galvez D., Tasseti A.N. & Trincardi F. - Seafloor mapping around the Gulf of Naples: the induction multi beam bathymetric survey of the new CNR RV GAIA BLU.....	32
Funari V., Nestola Y., Toller S., Dinelli E., Riminucci F., Romano J., Rovere M., Coppola D., Vitale L., Tedesco P., de Pascale D. & Mantovani L. - Geochemical and Microbiological Assessment of the Sea (SeaGMA): presentation and preliminary results of the project's first sampling campaign.....	33
Gamberi F., Ferrante V. & Mercorella A. - On the rift architecture of the Northern Tyrrhenian Sea.....	34
Giuliani S. & Bellucci L.G. - Comunicare la Geologia alle nuove generazioni: l'esperienza dei progetti EITRaw Materials presso ISMAR-Bologna.....	35
Bufalini M., Aringoli D., Materazzi M., Pallotta F., Pambianchi G., Pierantoni P.P. - Evoluzione geomorfologica ed evidenze geoarcheologiche nell'area costiera di Selinunte (Sicilia SW).....	36
Gois Smith F.S., Lucchi R.G., Bini M., Douss N. & Morigi C. - Late-Quaternary Meltwater Pulses investigated through sedimentological, micropaleontological and geochemical approach: preliminary results.....	37
Innangi M., Innangi S., Di Febraro M., Di Martino G., Sacchi M. & Tonielli R. - Mappatura continua e ad alta risoluzione della distribuzione dei sedimenti dei fondali marini.....	38
Innangi S., Di Martino G., Giordano L., Innangi M., Tonielli R., Ferraro L. - La biodiversità sommersa dell'isola di Linosa (Canale di Sicilia) in una mappa dei fondali in scala 1:15000.....	39
Innocentini S., Quartau R., Madeira J., Casalbore D., Cachão M., Santos R., & Rodrigues A. - Present-day sedimentary processes on the shelves of inactive volcanic ocean islands: the case study of the southern shelf of Porto Santo Island (Madeira Archipelago).....	40
Laksono F.A.T., Borzi L., Distefano S., Di Stefano A. & Kovács J. - Shoreline Prediction Modelling as a Base Tool for Coastal Management: The Catania Plain Case Study (Italy).....	41
Lisco S., Cicala M., De Giosa F., de Luca A., Festa V., Nonnis Marzano C., Quiñones Rizo G.S. & Moretti M. - The physical basis for the occurrence of mesophotic reefs in the northern Mediterranean Sea (southern Adriatic coast).....	42
Lo Presti V., Antonioli F., Forgia V. & Sulli A. - Underwater landforms that reveal our past life. Shelters, grasslands, forests, river paleobeds. Palaeogeographic reconstruction of the landscape of NW Sicily from 16 ka to the Neolithic.....	43
Loreto M.F., Zitellini N., Ranero R.C., Garrido C.J., Brunelli D., Sallares V., Ingo Grevemeyer I., Prada M., Raffi I., Ligi M., Tinivella U., Cannat M., Perez-Gussinyé M., Barckhausen U., Morishita T., MecLeod C., Minshull T., Andreani M., Malinverno A. & Lugli S. - IODP Proposal 927: the Tyrrhenian Magmatism & Mantle Exhumation (TIME).....	44
Maiorana M., Parente F., Sulli A., Todaro S., Caldareri F. & Agate M. - Fluid seepage evidence in the Adventure Plateau (NW Sicily Channel).....	45
Mascioli F., Piattelli V., Cerrone F., Cinosi J., Kunde T. & Miccadei E. - Seabed sediment and geomorphological mapping in a tidal coastal area: case studies from the Wadden Sea (Germany).....	46

Meschiari S., Rovere M., Insinga D.D., Capotondi L., Albert P.G. & Smith V.C. - Tephrochronology of marine sequences in a cold seep area of the SE Tyrrhenian Sea (Paola Basin) as a tool to reconstruct main episodes of methane release	47
Napoli S., Petronelli D., Bianchini M., Barbaro B., Casalbore D., Mazza D., Enei F., Guadagno F.M., Cifaldi D., Meo A., Senatore M.R., Spatola D., Zaccagnini R. & Chiocci F.L. - Mappa bati-archeologica dei Geo-Archeo-Siti di Punta della Vipera e Castrum Novum (Costa Tirrenica, Italia)	48
Natale J., Vitale S., Isaia R., Ferranti L., Steinmann L., Spiess W. & Sacchi M. - Bridging the gap between submerged and continental infill at Campi Flegrei caldera: insights on the caldera structure and its evolution in the last 40 kyr	49
Paglia G., Piattelli V., Bergamin L., Chiocci F.L., Miccadei E., Pierfranceschi G. & Romano E. - Coastal geomorphs supporting marine habitat diversity: examples from Capraia Island (Tremiti Archipelago, southern Adriatic Sea, Italy)	50
Palmiotto C., Braga R., Corda L., Di Bella L., Ferrante V., Loreto M.F. & Muccini F. - New insights on the fossil arc of the Tyrrhenian Back-Arc Basin (Mediterranean Sea).....	51
Petronelli D., Casalbore D., Pierdomenico M. & Ridente D. - Caratterizzazione geomorfologica multiscala del Canyon di Punta Alice (Margine Calabria Ionica, Italia)	52
Petrosino P., Insinga D.D., Lubritto C., Molisso F. & Sacchi M. - Tephrochronology of the Pozzuoli Bay sequences: a tool for the timing and understanding of event beds in the Campi Flegrei caldera.....	53
Prampolini M., Angeletti L., Castellan G., Grande V., Innangi S., Di Martino G., Tonielli R., Taviani M. & Fogliini F. - Methodology and GIS approaches for Benthic habitat mapping in the Southwestern Adriatic Sea and Southeastern Tyrrhenian Sea (Campania region) offshore	54
Raffa G., Morelli D., Pepe F., Corradi N., Perego A., Starnini E., Vacchi M., Ryan D.D., Zerboni A., Notter O., Rossoni-Notter E., Moussous A. & Pappalardo M. - Detecting submerged palaeo-shoreline landforms in the Ligurian-Provençal continental shelf facing an outstanding Palaeolithic archaeological site through multibeam and high-resolution seismic data.....	55
Randazzo G., Gregorio F., Paltrinieri D. & Lanza S. - Metodologia per la redazione di un Piano Depositi Relitti Sommersi della Regione Siciliana: work in progress.....	56
Romano E., Miccadei E., Chiocci F.L. & core teaching group - An educational initiative to integrate all the geological, geomorphological, biological, and ecological knowledge of the coastal marine environment: the ISPRA summer school.....	57
Romano J., Funari V., Vigliotti L. & Rovere M. - Geochemical characterization of the metalliferous layer of ODP Site 651, Vavilov Basin, Tyrrhenian Sea	58
Sacchi M., Innangi S., Di Martino G., Contiero M., Molisso F., Insinga D.D., Di Donato V., Monti L., Fiorentino A., Papasodaro F. & Tonielli R. - Rilevamento geologico dell'area marina costiera del Golfo di Gaeta, Mar Tirreno, per la realizzazione dei Fogli n° 429 "Mondragone" e n° 416 "Sessa Aurunca" alla scala 1:50.000 (progetto CARG): acquisizione dati e risultati preliminari	59
Savini A., Fallati L., Varzi A.G., Krastel S., Micallef A., Marchese F., Saponari L. & Galli P. - Coupling optical and acoustic remote sensing techniques for geomorphological studies, sustainable planning and management in coral reef environments (Magoodhoo Reef – Maldivian Archipelago).....	60
Somma R., Trocciola A., Benini A., Fedele A., De Natale G., Troise C., Matano F., Molisso F. & Sacchi M. - Approccio multidisciplinare nello studio dell'evoluzione geomorfologica della Penisola di Miseno (Campi Flegrei, Campania)	61
Spagnoli F., De Marco R., Frapiccini E., Giuliani S., Marcaccio M. & Ravaoli M. - The benthic chamber and early diagenesis: a useful tool for environmental studies and applications.....	62
Tonielli R., Innangi S., Di Martino G., Gliozzi E., Cosentino D. & Giordano G. - Geologia Marina... ma non solo.....	63
Tursi M.F., Anfuso G., Matano F., Mattei G. & Aucelli P.P.C. - A Methodological Tool to Assess Erosion Susceptibility of High Coastal Sectors: Case Studies from Campania Region (Southern Italy)	64

Prefazione

Ce l'abbiamo fatta.

Dopo un paio d'anni di sofferenza, il Paese e la comunità scientifica sono riusciti a riprendere una normale attività post-pandemica, anche se la politica internazionale ha subito riproposto altri e forse ancor più gravi motivi di preoccupazione.

Ma la pandemia è finita e, con tutti gli scongiuri del caso, possiamo riprendere il nostro modo usuale di far incontrare la comunità scientifica che si occupa di geologia marina.

Non che il 4° CGMI, svolto nel 2021 in pieno lock down, sia andato male. L'organizzazione delle presentazioni raggruppate per tematiche e dei tavoli di discussione sulle tematiche stesse con un tempo pari a quello delle presentazioni, è stata un'esperienza molto produttiva, dalla quale tutti ne siamo usciti soddisfatti. Abbiamo anche raggiunto il numero massimo di partecipanti, circa 400, grazie alla facilità dell'interazione digitale.

Però riunirci in presenza è un'altra cosa e siamo felici di poter ritornare alla solita formula di presentazioni brevi, seguite da discussioni davanti ai poster. Inoltre, quest'anno abbiamo un motivo in più per essere soddisfatti, dato che il CNR ha acquisito una nave da ricerca oceanica, la Gaia Blu, dopo anni in cui non solo la geologia marina ma tutte le scienze del mare italiane erano impossibilitate a svolgere ricerche in alto mare (la N/O Laura Bassi è dedicata prevalentemente alle ricerche polari).

Il 5° CGMI avrà, come sempre, una chiave informale, perché la finalità dell'incontro è quella di favorire lo scambio di opinioni sia tra i ricercatori più esperti sia tra questi e le giovani generazioni, a cui tutti dobbiamo dedicare particolare cura ed attenzione. La pluriennale mancanza di navi oceanografiche, infatti, si è in primis riflessa nella mancanza di esperienze a bordo per studenti universitari e quindi di vocazioni per tesi di laurea e di dottorato in tematiche inerenti le geoscienze marine. Ed infatti in questi ultimi anni stiamo assistendo ad una penuria di geologi marini, ricercati e spesso contesi dalle società private e dall'accademia (Università e Enti di Ricerca).

Come sempre il convegno è gratuito, grazie al CNR, agli sponsor, che ormai sono costantemente presenti nei convegni CGMI, alla Società Geologica Italiana, ma soprattutto grazie alla generosa partecipazione dei volontari della segreteria tecnica, cui va il ringraziamento di tutti noi.

Gli organizzatori

Submarine investigation of geomorphological and sedimentary features of the Egadi islands Archipelago (western Mediterranean Sea)

Agate M.¹, Lombardo C.¹, Lo Iacono C.², Sulli A.¹, Polizzi S.³, Chemello R.¹ & Orrù P.E.⁴

¹Department of Earth and Marine Sciences, University of Palermo, Italy.

²Marine Sciences Institute, CSIC, Barcelona, Spain.

³Fugro Italy S.p.A., Rome, Italy.

⁴Department of Chemical and Geological Sciences, University of Cagliari, Italy.

Corresponding author email: mauro.agate@unipa.it

Keywords: marine geomorphology, marine sedimentology, continental shelf, seafloor mapping, Egadi Islands.

We present the results of an integrated (geomorphological and sedimentological) investigation carried out on the Egadi Islands Archipelago seafloor (offshore western Sicily, western Mediterranean Sea).

The investigation was performed by analysing a vintage marine geological-geophysical dataset combined with recently acquired Side Scan Sonar, Multibeam, ROV and seafloor sampling data.

The results of this investigation allowed us to recognize and map the main geomorphological and sedimentological features that characterize the continental shelf and to reconstruct the main stages of the latest Pleistocene – Holocene morphosedimentary evolution.

The study area is characterized by a wide, up to 25 km, continental shelf where three major islands (Favignana, Levanzo, Marettimo) and two minor ones (Maraone and Formica) are located. A main morpho-structural element, the NNW-SSE trending Marettimo Channel, separates a westernmost strip of the shelf (where the Marettimo island is hosted) from a wider sector of continental shelf, attached to the Sicily mainland, where the other islands are located. The Archipelago is located along the pathway of the LIW oceanographic density current.

Our investigation highlighted a number of geomorphological and sedimentary features originated in former coastal environments and related to different positions of the palaeo-coastline during the post-Last Glacial Maximum (LGM) sea level rise.

Along the shelf margin, laterally discontinuous sedimentary prograding wedges have been detected at water depth in between 100-125 m, that accumulated in a littoral environment during the post- MIS 5.5 eustatic sea level fall and lowstand. Across the continental shelf seabed, a few slope breaks defining scarps have been detected that have been interpreted as coastal cliffs originated during short-lived stillstand during the post-LGM eustatic sea level rise.

Several fields of different type of sedimentary bedforms have been also detected across the continental shelf (2-D and 3-D hydraulic dunes, sorted bedforms), that document very high hydrodynamic regime probably characterized by severe wave storm events. Along the Marettimo Channel erosive as well as depositional features related to bottom currents (contourites) have been recognized.

Despite the long time interval of emergence occurred during the latest Pleistocene (post- MIS 5.5) sea level fall and lowstand, very few continental features have been observed, probably as consequence of very effective marine abrasion process occurred during the post- LGM sea level rise, but also because of very extensive *Posidonia oceanica* meadow which, together with *Coralligenous* habitat (coralline algae bioconstructions), represent the most valuable naturalistic emergencies of this area.

The results of this study improve knowledge on the paleoenvironmental evolution of the Egadi Islands in the late Quaternary and provide a knowledge base useful to manage wisely the natural emergencies present in the seabed.

Diagnostica degli eventi estremi nella Laguna di Venezia e loro mitigazione con il MoSE

Alberti T.¹, Anzidei M.¹, Faranda D.², Favaro M.³, Papa A.³ & Vecchio A.⁴

¹Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma.

²Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Université Paris-Saclay & IPSL, Gif-sur-Yvette.

³CPSM, Centro Previsione e Segnalazione Maree – Protezione Civile, Venezia.

⁴Radboud Radio Lab, Department of Astrophysics/IMAPP-Radboud University, Nijmegen.

Corresponding author email: tommaso.alberti@ingv.it

Keywords: Eventi estremi, Venezia, livello marino, MoSE.

Gli eventi meteorologici estremi stanno diventando sempre più frequenti a causa del cambiamento climatico antropogenico, ponendo serie preoccupazioni sugli impatti sociali ed economici e richiedendo strategie di mitigazione. È il caso di Venezia che sta vivendo un numero crescente di eventi estremi di allagamento che sommergono diverse parti del centro storico della città. Per proteggere il centro cittadino, la laguna, gli abitanti e il suo patrimonio storico e ambientale dagli eventi estremi e far fronte al loro verificarsi è stato recentemente messo in funzione un sistema di salvaguardia denominato MoSE (Modulo Sperimentale Elettromeccanico). In questo lavoro vengono utilizzati i dati mareografici di 4 stazioni della Laguna di Venezia per studiare il fenomeno dell'Acqua Alta. La frequenza e la persistenza delle condizioni e degli eventi estremi di Acqua Alta sono caratterizzati utilizzando recenti sviluppi nella teoria dei sistemi dinamici attraverso una coppia indicatori: la dimensione istantanea, che misura il numero di gradi di libertà attivi, e la persistenza inversa, che ci informa sulla stabilità (tempo di residenza) del sistema in un dato stato. I risultati mostrano una stretta connessione tra il livello della marea e la dimensione istantanea, mentre una chiara indicazione sull'occorrenza di alte o basse maree estreme viene evidenziata dalla persistenza inversa. È stata inoltre analizzata la capacità del MoSE di mitigare questi eventi estremi di allagamento, discutendone le prestazioni operative in relazione ai valori dei due indicatori dinamici, fornendo alcuni scenari interessanti per le procedure operative del MoSE stesso. Lo studio dell'evoluzione temporale dei due indicatori può fornire un valido supporto in termini di valutazione e previsione delle condizioni della laguna, suggerendo l'importanza di future attività di ricerca in ambito di eventi estremi per la salvaguardia di Venezia e del suo patrimonio.

La frana tsunamigenica di Gioia Tauro '77; ruolo del terrazzo deposizionale sommerso e della testata di canyon prossima alla costa nella determinazione della pericolosità geologica

Alla A.¹, Chiocci F.L.¹⁻² & Casalbore D.¹⁻²

¹Istituto di Geologia ambientale e Geoingegneria, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.

²Dipartimento di Scienze della Terra, Università La Sapienza, Roma.

Corresponding author email: angela.alla@igag.cnr.it

Keywords: frane sottomarine, rischio geologico, maremoto, terrazzi deposizionali sommersi, canyon.

Le frane sottomarine specie se tsunamigeniche sono uno dei principali rischi geologici in ambiente costiero. Un esempio emblematico è la frana avvenuta il 12/7/1977 alla testata del Canyon di Gioia Tauro (Calabria tirrenica) che predata di soli due anni un evento simile avvenuto a Nizza (Ioualalen et al., 2010) con numerose vittime. A Gioia un treno di onde alte fino a 5m si è abbattuto sulla costa durante la costruzione del porto, provocandone il crollo parziale. Data la mancanza di dati tecnico/scientifici pubblicamente disponibili, l'evento è rimasto sino ad oggi molto poco studiato.

Con lo scopo di comprendere la dinamica dell'evento sono stati quindi integrati dati da letteratura, report tecnici inediti, analisi batimetriche e simiche svolte negli ultimi anni.

I risultati mostrano che:

1) il fondale antistante il porto è caratterizzato attualmente e al momento della frana, dalla presenza di un terrazzo deposizionale sommerso (TDS, Chiocci e Orlando 1996, Casalbore et al., 2017) costituito da sabbie e ghiaie con assetto progradante. In corrispondenza dell'imboccatura del porto il fondale è anche profondamente inciso dalla testata del ramo nord del canyon di Gioia Tauro, all'interno del quale progradano i TDS.

2) durante la costruzione del porto gran parte del sedimento derivante dai lavori di escavo è stata riversata sia all'interno della testata, provocandone un riempimento parziale, sia al di sopra del TDS incrementandone la progradazione.

3) L'evento di frana ha interessato principalmente la testata del canyon ma anche parte del TDS che si estende per circa 2 km dalla testata verso nord, coinvolgendo non solo il sedimento scaricato durante la costruzione del porto ma anche sedimento preesistente, per un totale di circa 5.500.000m³.

Alla luce di questi risultati si può ipotizzare che la frana sottomarina del 1977 sia stata un evento complesso, iniziato nella testata del canyon, che si è poi propagato al TDS presente più a nord. La frana è probabilmente la conseguenza della sovrapposizione tra più fattori di pericolosità, tra i quali il più importante è la messa in posto di ingenti quantità di sedimento dragato dal porto all'interno della testata del canyon, verosimilmente con pendenze prossime all'angolo di riposo dei sedimenti; un evento di innesco anche piccolo (ad esempio lo spostamento del punto di immissione del materiale dragato) avrebbe attivato un processo di franamento con sviluppo retrogressivo dell'instabilità. La mobilizzazione del sedimento all'interno della zona di testata avrebbe generato l'onda di maremoto iniziale mentre il coinvolgimento progressivo del TDS a nord della testata ha probabilmente giocato un ruolo chiave nell'amplificazione del fenomeno ondoso e nella sua propagazione per ben due km.

L'ipotesi di lavoro è quindi che oltre alle testate di canyon prossime a costa anche la presenza di terrazzi deposizionali sommersi possa costituire un importante elemento di pericolosità per insediamenti ed infrastrutture costiere.

Casalbore D., Falese F., Martorelli E., Romagnoli C. & Chiocci. F.L. (2017) - Submarine depositional terraces in the Tyrrhenian Sea as a proxy for paleo-sea level reconstruction: Problems and perspective. *Quaternary International*, 439, 169-180.

Chiocci F.L. & Orlando L. (1996) - Lowstand terraces on Tyrrhenian Sea steep continental slopes. *Marine Geology*, 134, 127-143.

Ioualalen M., Migeon S. & Sardoux O. (2010) - Landslide tsunami vulnerability in the Ligurian Sea: case study of the 1979 October 16 Nice international airport submarine landslide and of identified geological mass failures. *Geophysical Journal International*, 181, 724-740.

Sedimentological and stratigraphical characteristics of a coastal lagoon depositional environment subject to oxygen depletion (Puck Bay, Baltic Sea)

Alvisi F.¹ & Baldrighi E.²

¹ Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche.

² Department of Biology, University of Nevada-Reno, United States of America.

Corresponding author email: f.alvisi@ismar.cnr.it

Keywords: anoxic phenomena, coastal lagoon, benthic environment, sedimentology, Baltic Sea.

Hypoxia and anoxia are amongst the most pressing threats for shallow coastal and shelf seas and thus for benthic organisms. With the Assemble+ project MEBOX, we investigated the response of meiobenthic community to stress conditions induced by bottom oxygen depletion in different depositional environments, in the North Sea (Belgium) and in the Baltic Sea (Poland). We used a dual approach: 1) exploratory fieldwork to characterize different depositional environments presently affected by oxygen depletion or in their recent past, and to compare them with non-depleted areas, and 2) laboratory experiments to artificially induced anoxia in the sampled sediments. Four institutions were involved in the Assemble+ projects (i.e., University of Ghent, IOPAN, CNR-IRBIM and CNR-ISMAR).

Here, we present the first preliminary data on stratigraphical and sedimentological characteristics of the coastal lagoon depositional environment of NW Puck Bay. This relatively extensive (ca. 104 km²) and shallow (about 3 m mean depth) area (Weslawski et al., 2009) in the South Baltic Sea (Poland) was characterized in the early '90s by placer extraction for reinforcement of the Hel Peninsula seaward shore resulting in the formation of five post-dredging pits (Kotwicki et al., 2015). After termination of placer extraction, such dredging activities led to a radical change in the topography and sedimentary characteristics of the disturbed area (Kotwicki et al., 2015) and to the development of anoxic conditions within the pits. In 2021, 8 stations were therefore sampled by scuba divers across the two main pits: 1 transect in the largest depression (1 anoxic + 2 oxic stations) (Rzucewo Hollow, ca. 8 km² and 6 m deep), and 2 crossing transects in the deeper pit (3 anoxic + 2 oxic stations) in the Kuźnicka Hollow (ca. 5 km² and 10 m deep).

Particle size and CHN analysis of the sediments showed that the sampled stations differed significantly between the dredged and surrounding non-dredged areas. Hypoxic/anoxic conditions developed on the seabed below a depth of 5 m in the two post-dredging pits, as suggested by the presence of hydrated, dark/blackish, silty to clayey, organic rich sediments, in the upper part of the sedimentary record (0-10 cm), and more compact, coarser but still organic sediments in the lower layers (10-25 cm), probably due a combination of local seabed morphology, low hydrodynamics and passive accumulation of organic-rich material. In the shallowest non-dredged areas (1-3 m depth), a well-oxidised benthic environment with strong hydrodynamics was found, as suggested by the presence of coarse to very coarse, light brown/grey sandy sediments poor in organics at the sampled stations, probably as a result of water exchange through the main tidal inlets. In the vicinity of the Hel Peninsula, well-oxidised but low hydrodynamic bottom conditions are present, as suggested by the presence of finer, light brown, organic poor sand.

Kotwicki L., Szymelfenig M., Fiers F. & Graca B. (2015) - Diversity and environmental control of benthic harpacticoids of an offshore post-dredging pit in coastal waters of Puck Bay, Baltic Sea. *Mar. Biol. Res.*, 11, 6, 572–583. <http://dx.doi.org/10.1080/17451000.2014.962541>

Weslawski J.M., Warzocha J., Wiktor J., Urbański J., Bradtke K., Kryla L. Tatarak A., Kotwicki L. & Piwowarczyk J. (2009) - Biological valorization of the southern Baltic Sea (Polish Exclusive Economic Zone). *Oceanol.*, 51,415-35.

Subsidenza costiera e aumento del livello del mare nel Mediterraneo fino al 2100 negli scenari del progetto SAVEMEDCOASTS-2

Anzidei M.¹, Crosetto M.², Navarro J.², Patias P.³, Georgiadis C.³, Doumaz F.¹, Trivigno M.L.⁴, Falciano A.⁴, Greco M.^{4,5}, Serpelloni E.¹, Vecchio A.⁶, Palamà R.², Gao Q.², Barra A.² & Monserrat O.²

¹Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV, CNT, Roma, Italy.

²CTTC.

³Aristotle University of Thessaloniki, Greece.

⁴Centro di Geomorfologia Integrata per l'Area del Mediterraneo.

⁵Engineering School, University of Basilicata, Potenza, Italy.

⁶Lesia Observatoire de Paris, Section de Meudon 5, France.

Corresponding author email: marco.anzidei@ingv.it

Keywords: Aumento livello marino, subsidenza, scenari, proiezioni 2100, IPCC.

Vengono mostrati e discussi alcuni risultati ottenuti nel progetto SAVEMEDCOASTS-2 (*Sea Level Rise Scenarios along the Mediterranean Coasts 2*), finanziato dalla Commissione Europea DG-ECHO. Il progetto ha l'obiettivo di preparare le comunità costiere che vivono a meno di 2 m sul livello del mare lungo le coste del Mediterraneo, a diventare consapevoli della esposizione ai rischi costieri. In particolare dall'effetto congiunto dell'aumento del livello del mare a causa dei cambiamenti climatici in atto e della subsidenza naturale e antropica delle coste.

Per calcolare le proiezioni di aumento atteso fino all'anno 2100, utilizziamo dati geodetici GNSS di stazioni poste entro 10 km dalla costa, misurazioni interferometriche InSAR, dati Lidar e mareografici. Le proiezioni di aumento di livello marino relativo si basano sui dati rilasciati dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) nel Report AR6, ricalcolati per le aree investigate nel Mediterraneo.

In questo studio, forniamo un quadro generale per tutte le coste del Mediterraneo, concentrandoci in particolare nelle seguenti aree specifiche: i delta dei fiumi Ebro (Spagna), Rodano (Francia) e Nilo (Egitto); l'area di bonifica del Basento (Italia), la piana costiera di Salonicco (Grecia) e la laguna di Venezia (Italia). I risultati ottenuti dalle analisi dei dati GNSS e dei sensori Sentinel-1A (S1A) e Sentinel-1B (S1B), hanno evidenziato tassi variabili di subsidenza fino ad alcuni mm/anno nella maggior parte delle aree indagate, rappresentando un driver rilevante di aumento di livello marino locale. Tutte le zone indagate mostrano importanti infrastrutture costiere, beni culturali e riserve naturali dove l'aumento di livello marino e la subsidenza naturale e antropica stanno già oggi causando erosione costiera accelerata e arretramento della linea di costa con conseguenti amplificazioni degli effetti di inondazioni, mareggiate, possibili maremoti e perdite economiche.

Le implicazioni per la sicurezza delle popolazioni costiere dovrebbero spingere i decisori politici a prendere in considerazione gli scenari riportati in questo studio per intraprendere con urgenza una gestione consapevole della fascia costiera.

Il Coralligeno come archivio ambientale olocenico

Basso D.¹, Bracchi V.A.¹, Guido A.², Rosso A.³ & Sanfilippo R.³

¹ Dipartimento di Scienze dell’Ambiente e della Terra, Università di Milano-Bicocca.

² Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

³ Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Catania.

Corresponding author email: daniela.basso@unimib.it

Keywords: biocostruzione, Olocene, piattaforma continentale, Mediterraneo, reef algali.

La più imponente biocostruzione del Mediterraneo è il Coralligeno (C), che include diversi tipi di reef ad alghe rosse calcaree e invertebrati che si sviluppano lungo la piattaforma continentale, in ambiente marino normale. Il C è un habitat prioritario riconosciuto dalla UE, in quanto è un’importante “carbonate factory” che supporta un’elevata biodiversità di specie e preziosi servizi ecosistemici. Il C ha un fondamentale ruolo biogeomorfologico, in quanto modifica il substrato e genera rilievo e tridimensionalità. L’eterogeneità di questo habitat pone numerose questioni scientifiche relative non solo alla sua identificazione e mappatura, ma anche al ruolo che hanno avuto i fattori di controllo geologici, oceanografici e biotici nella prima installazione e nel suo sviluppo.

Sono state studiate le strutture interne, le età e i componenti di due campioni di Coralligeno prelevati in Liguria in contesti molto diversi: una struttura colonnare raccolta a 10 m di profondità su substrato sub-orizzontale e un blocco staccato da una falesia rocciosa a 40 m di profondità. Inoltre, nell’ambito del progetto CRESCIBLUREEF, sono in corso di studio alcuni campioni di C prelevati a 36 m e a 85 m lungo la piattaforma continentale al largo di Marzamemi (Sicilia SE). I dati preliminari relativi alle datazioni radiocarbonio dei C liguri hanno fornito età variabili comprese negli ultimi 5 ka BP, mostrando velocità di crescita non superiori agli 80 $\mu\text{m y}^{-1}$ (Basso et al., 2022). La struttura interna mostra una sovrapposizione di resti scheletrici prevalentemente di alghe rosse calcaree. Altri componenti scheletrici della biocostruzione sono i briozoi e i serpulidi, ma un ruolo significativo nel consolidamento della struttura è giocato anche dalla deposizione di micrite mediata dalla pervasiva presenza di spugne (Bracchi et al., 2022). Le biocostruzioni coralligene registrano eventi estremi di apporto sedimentario ed è stata osservata la presenza del genere *Sporolithon* in corrispondenza di fluttuazioni climatiche caldo-umide. Il Coralligeno è un complesso archivio paleoambientale delle caratteristiche oceanografiche oloceniche nelle zone di piattaforma, potenzialmente correlabile con le fluttuazioni paleoceanografiche largamente più studiate nel registro pelagico conservato nei sedimenti.

Basso D., Bracchi V.A., Bazzicalupo P., Martini M., Maspero F. & Bavestrello G. (2022) - Living coralligenous as geo-historical structure built by coralline algae. *Front Earth Sci*, Crustose coralline red algae frameworks and rhodoliths: Past and present, 10, doi.org/10.3389/feart.2022.961632.

Bracchi V.A., Bazzicalupo P., Fallati L., Varzi, A.G., Savini A., Negri M.P., ... & Basso D. (2022) - The main builders of Mediterranean Coralligenous: 2D and 3D quantitative approaches for its identification. *Front Earth Sci*, Crustose coralline red algae frameworks and rhodoliths: Past and present, doi.org/10.3389/feart.2022.910522.

Role of the geosciences in the assessment of the environmental status of the coastal marine areas

Bergamin L. & Romano E.

ISPRA – Istituto per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.

Corresponding author email: elena.romano@isprambiente.it

Keywords: marine sediments, sediment dating, geochemistry, environmental indicators.

In the last century, most of the coastal zone was affected by a strong anthropogenic impact due to the supply of contaminants derived from industrial activities and the physical modification of the coastline. In both aspects, marine geosciences play an important role in environmental assessment.

Marine sediments are the final sink of contaminants, while their texture and mineralogy strongly condition the concentration because they preferably accumulate in the finer fractions due to the adsorption ability of clay minerals. In addition, when contaminated, the sediments represent a secondary source of contamination if remobilized or a change of physico-chemical parameters occurs (Romano et al., 2021). Also, the physical impact on the marine environment, i.e., the construction of the harbors and the industrial or exploitation facilities, may influence the hydrodynamic conditions changing the sediment texture and composition (Romano et al., 2018). Then, studying sediment texture and composition plays an essential role in assessing these impacts.

Because marine sediments preserve chemical and physical signatures, they may be considered an archive for reconstructing past impacts and their changes over time. The study of vertical profiles of contaminant concentrations in sediment cores associated with grain size is an effective approach for this purpose, as well as the assessment of the distribution of trace elements from a geochemical point of view, considering the natural geogenic contribution (background) and possible geochemical anomalies, for correlating them with historical changes of the anthropogenic activities (Romano et al., 2021). Finally, the anthropogenic impact on sediments may also be characterized by an ecological point of view through the study of reliable environmental and paleoenvironmental indicators such as benthic foraminifera. They are traditionally studied in the field of geosciences due to their abundance and diversity in sediments, the size of their mineralized test corresponding to sand, and their high fossilization potential (Bergamin et al., 2021).

Bergamin L., Pierfranceschi G. & Romano E. (2021) - Anthropogenic impact due to mining from a sedimentary record of a marine coastal zone (SW Sardinia, Italy). *Mar. Micropal.*, 169, 102036.

Romano E., Bergamin L., Celia Magno M., Pierfranceschi G. & Ausili A. (2018) - Temporal changes of metal and trace element contamination in marine sediments due to a steel plant: The case study of Bagnoli (Naples, Italy). *Appl. Geochem.*, 88, 85-94.

Romano E., Bergamin L., Croudace I.W., Pierfranceschi G., Sesta G. & Ausili A. (2021) - Measuring anthropogenic impacts on an industrialized coastal marine area using chemical and textural signatures in sediments: A case study of Augusta Harbour (Sicily, Italy). *Sci. Tot. Environ.*, 755, 142683.

Analisi sismo-stratigrafica preliminare del margine continentale ionico della Puglia meridionale

Bianchini M.¹, Chiocci F.L.^{1,2}, Falese F.G.² & Budillon F.³

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma, Italia.

²Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, Italia.

³Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Napoli, Italia.

Corresponding author email: marco.bianchini@uniroma1.it

Keywords: piattaforma continentale, sismostratigrafia, mass-transport deposits.

Il margine continentale ionico della Puglia si caratterizza per una piattaforma relativamente stretta (~15 km di ampiezza), il ciglio è posto a -120 metri, al di sotto del quale si sviluppa una scarpata continentale che digrada fino alla fossa di Taranto (- 2400 m) (Savini et al., 2010). Strutturalmente, il margine è modellato dalle principali faglie estensionali del margine pugliese (NW-SE), creando un tipico profilo a gradini, con scarpate e creste (Argnani et al., 2001, Milia et al., 2017).

In questo lavoro si presenta la prima analisi sismo-stratigrafica del margine continentale della Puglia Ionica, nell'area compresa tra Santa Maria di Leuca e Torre dell'Ovo, con la definizione delle principali componenti stratigrafiche e lineamenti morfologici. L'identificazione e la descrizione è stata effettuata attraverso l'integrazione di dati Multibeam (EMODnet & MaGIC) e profili di sismica a riflessione monocanale Chirp / Sparker acquisiti nel corso di tre campagne oceanografiche eseguite per la ricerca di sabbie relitte per il ripascimento di litorali in erosione.

L'assetto morfostrutturale e stratigrafico della piattaforma varia grandemente da nord a sud, come risultato dell'influenza dei differenti domini strutturali e delle strutture che si osservano sul fondale marino (e.g., canyon, biostrutture, alti morfologici).

Interessanti lineamenti sismostratigrafici sono stati individuati sulla piattaforma e sulla scarpata ed all'interno della serie stratigrafica, quali: Terrazzi Deposizionali Sommersi (TDS) situati nei primi 120 m di profondità; depositi prodotti da instabilità gravitativa (Mass Transport Deposits MTDs); depositi conturritici; faglie ad alto angolo; e alcune caratteristiche erosioni localizzate a fondo mare.

Sono state riconosciute diverse superfici di unconformity che delimitano unità sismiche all'interno della serie stratigrafica ma non è stato possibile definirne le età in assenza di dati di pozzo o calibrizioni con altri dati in zone contigue. Tuttavia, è difficile eseguire correlazioni sismostratigrafiche sia all'interno dell'area sia con le zone limitrofe in quanto il segnale sismico è spesso sordo in corrispondenza di alti strutturali e ciò invalidava l'interpretazione dell'area di studio.

Generalmente possiamo affermare che l'area compresa tra Santa Maria di Leuca e Torre dell'Ovo è caratterizzata da bassi tassi di sedimentazione, e.g., la copertura postglaciale e l'unconformity relativa all'LGM è usualmente affiorante a fondo mare. I bassi tassi di sedimentazione sono attribuibili al sollevamento tettonico che ha instaurato un regime arido sulla piattaforma continentale; lo stesso sollevamento è responsabile della mancanza di subsidenza che porta molte unconformity ad essere tagliate dalla superficie relativa all'LGM.

Elementi innovativi e non conosciuti prima di questo lavoro sono il ruolo che l'oceanografia pare aver esercitato nel modellare il margine continentale ionico e le differenze nell'architettura stratigrafica del margine rispetto all'adiacente margine continentale adriatico descritto da Aiello e Budillon (2004).

Aiello G. & Budillon F. (2004) - Lowstand prograding wedges as fourth order glacio-eustatic cycles in the Pleistocene continental shelf of Apulia (southern Italy). *SEPM Special Publication "Multidisciplinary Approach to Cyclostratigraphy"*, 81, 215-230.

Argnani A., Frugoni F., Cosi R., Ligi M. & Favali P. (2001) - Tectonics and seismicity of the Apulian Ridge south of Salento peninsula (Southern Italy). *Annali di Geofisica*, 44(3), 527-540.

Milia A., Iannace P. & Torrente M.M. (2017) - Active tectonic structures and submarine landslides offshore southern Apulia (Italy): a new scenario for the 1743 earthquake and subsequent tsunamis. *Geo-Marine Letters*, 37(3), 229-239.

Savini A. & Corselli C. (2010) - High-resolution bathymetry and acoustic geophysical data from Santa Maria di Leuca Cold Water Coral province (Northern Ionian Sea—Apulian continental slope). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 57(5-6), 326-344.

Definire il Coralligeno ed i suoi limiti nell'area di Marzamemi

Bracchi V.A.¹, Rosso A.², Sanfilippo R.², Savini A.¹ & Basso D.¹

¹Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra, Università di Milano-Bicocca.

²Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali, Università di Catania.

Corresponding author email: valentina.bracchi@unimib.it

Keywords: biocostruzioni mesofotiche, coralligeno, morfogenetica, nomenclatura, Marzamemi.

Nel campo delle geoscienze, così come in molti altri ambiti scientifici, è spesso necessario trovare un vocabolario comune al fine di identificare univocamente processi, forme, materiali. L'aspetto nomenclaturale è tutt'altro che banale, perché spesso la definizione che si sceglie deve sottendere molteplici significati. Nel campo della geobiologia, le biocostruzioni marine sono state oggetto di numerosissimi studi e buona parte dell'impianto nomenclaturale si è sviluppato attorno allo studio delle scogliere tropicali o *reef*. Questo termine indica una struttura geo-biologica che da un lato (geo) costituisce un rilievo del paesaggio sottomarino, dall'altro (bio) implica la crescita di organismi biocostruttori che danno origine a una struttura rigida e permanente nel tempo. Non si tratta quindi di "banali" accumuli, come queste strutture vengono talvolta impropriamente definite rispetto alla loro genesi. L'esplorazione dei fondali marini ha contribuito ad aumentare enormemente la conoscenza in merito. Nel Mar Mediterraneo, nel contesto della piattaforma continentale, la biocostruzione è storicamente indicata come Coralligeno. In mancanza di un vero e proprio catalogo delle biocostruzioni mesofotiche mediterranee, con questo nome vengono spesso indicate strutture dominate da alghe rosse calcaree che caratterizzano il paesaggio marino con morfologie molto variabili. Nel contesto del progetto "CRESCIBLUREEF", è stata realizzata una nuova carta morfo-batimetrica ad alta risoluzione di un'ampia zona a coralligeno rinvenuto lungo un gradiente di profondità da 20 a 100 m al largo di Marzamemi (Sicilia sud-orientale). Grazie anche all'esplorazione diretta sono stati identificati differenti morfotipi, secondo lo schema di Bracchi et al. (2017), fra cui i banchi a Coralligeno nella fascia fra 34 e 42 m. A profondità inferiore, vi è un complesso mosaico in cui il Coralligeno compare, all'interno della prateria a *Posidonia*, con strutture colonnari più piccole e talvolta connesse fra loro (*hybrid bank*). Spostandosi in profondità, la distribuzione delle biocostruzioni mesofotiche appare fortemente controllata dalla presenza di terrazzi sottomarini olocenici, i quali hanno creato un substrato ottimale per la crescita di queste strutture. Nell'intervallo tra 50 e 70 m di profondità compaiono dei *cluster* di strutture con dimensioni da discrete a *hybrid bank*, potenzialmente corrispondenti a coralligeno di *plateau* (*sensu* Pérès e Picard, 1964); mentre ai limiti più profondi dell'area (80–100 m), questi *cluster* si presentano come biocostruzioni discrete dalla forma tozza, di più difficile interpretazione.

Bracchi V.A., Basso D., Marchese F., Corselli C. & Savini A. (2017) - Coralligenous morphotypes on subhorizontal substrate: A new categorization. *Cont. Shelf Res.*, 144, 10-20

Pérès J.M. & Picard J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Tr. St. Mar. Endoume*, 31(47), 1-137.

Risposta del plancton calcareo alle variazioni di CO₂ in aree di interesse del Mar Mediterraneo e del Mare Artico durante gli ultimi 30.000 anni: stato dell'arte del progetto di dottorato

Bronzo L.^{1,2,3}, Cascella A.² & Morigi C.³

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze.

² Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV, Sede di Pisa.

³ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa.

Corresponding author email: laura.bronzo@unifi.it

Keywords: nannofossili calcarei, paleoclima, sedimenti marini, Mediterraneo, Artico.

L'intervallo di tempo compreso tra gli ultimi 30.000 anni ad oggi è caratterizzato da alcuni dei più importanti eventi climatici recenti, a partire dall'Ultimo Massimo Glaciale (Mix et al., 2001) fino alle variazioni climatiche forzate da fattori antropici. Lo studio delle associazioni di Coccolitoforidi può aiutarci a ricostruire le condizioni paleoambientali e paleoceanografiche, in quanto questi organismi marini fitoplanctonici sono influenzati direttamente dalle variazioni dei fattori ambientali che caratterizzano la colonna d'acqua (i.e., temperatura, salinità, nutrienti, ecc.). Al termine del loro ciclo vitale, questi organismi a guscio calcareo si accumulano in grandi quantità nei sedimenti marini e si conservano nel record sedimentario sotto forma di nannofossili calcarei (Baumann et al., 2005).

L'attività svolta per il progetto di dottorato, ha come obiettivo principale lo studio dell'impatto delle variazioni di CO₂ sulle comunità di Coccolitoforidi durante gli ultimi 30.000 anni in aree di indagine strategiche. In particolare, sono in fase di analisi tre carote di sedimento campionate nel bacino del Mediterraneo: NDT_09 campionata nel Mar Tirreno meridionale, ND14Mbis nel mar Ionio settentrionale e NDT_22 campionata nel Mar Ligure (crociera NextData 2016; Lirer et al., 2017). Inoltre, saranno analizzati due record marini del Mare Artico raccolti in prossimità del Bellsund Drift, nel margine occidentale dell'arcipelago delle Svalbard durante le campagne oceanografiche IRIDYA (OGS, Crociera Artica 2021) per la carota IRIDYA_02 (Lucchi et al., 2014) ed EUROLLEETS-2 (crociera PREPARED, 2014; Lucchi et al., 2014) per il box core GS191-04BC. L'attività di laboratorio svolta per l'analisi delle associazioni di nannofossili calcarei comprende la campionatura delle carote, la preparazione dei campioni attraverso i metodi di filtrazione e *smear slides* e l'analisi quantitativa dei nannofossili calcarei al microscopio ottico. I dati micropaleontologici vengono correlati ai risultati delle analisi geochimiche ottenuti attraverso metodi di X-Ray Fluorescence-core scan e delle misure paleomagnetiche.

L'attività di ricerca è inclusa nei progetti: AMUSED (INGV – PI: Patrizia Macrì); IRIDYA - PRA 2021-0012 (OGS – PI: Renata Giulia Lucchi), TIMED - ECR-COG (PI: Isabel Cacho) e nel progetto INGV 2019 (Paleoclimate variability during Late Holocene in the Central Mediterranean and Balkans: terrestrial and marine archive comparison - PI: Ilaria Isola). Con questo contributo scientifico si vogliono illustrare i risultati preliminari conseguiti durante il primo anno di dottorato e le attività che verranno svolte per la sua conclusione.

Baumann K.H., Andruleit H., Böckel B., Geisen M. & Kinkel H. (2005) - The significance of extant coccolithophores as indicators of ocean water masses, surface water temperature, and palaeoproductivity: a review. *Paläontologische Zeitschrift*, 79(1), 93-112.

Lirer F., Alberico I., Bonomo S., Cascella A., Di Rita F., Ferraro L., Florindo F., Insinga D.D., Lurckock P.C., Magri D., Margaritelli G., Pelosi N., Vallefucio M. (2017) - Project of Strategic Interest NEXTDATA "Report on the oceanographic cruises focused to recover marine cores and on the analysis carried out on the marine sediments (sedimentology, microfossils and isotopes), containing graphs, tables and description of the methods". Scientific Report for the reference period 1/10/2017-31/12/2017.

Lucchi RG, Kovacevic V., Aliani S., Caburlotto A., Celussi M., Corgnati L., Cosoli S., Deponte D., Ersdal EA, Fredriksson S., Goszczko I., Husum K., Ingrosso G., Laberg J.S., Lacka M., Langone L., Mansutti P., Mezgec K., Morigi C., Ponomarenko E., Realdon G., Relitti F., Robijn A., Skogseth R. & Tirelli V. (2014) - PREPARED: Present and past flow regimen on contourite drifts west of Spitsbergen. EUROLLEETS-2 Cruise Summary Report, R / V GO Sars Cruise No. 191, 05/06/2014 - 15/06/2014, Tromsø - Tromsø (Norway), 89 pp.

Mix A.C., Bard E. & Schneider R. (2001) - Environmental processes of the ice age: land, oceans, glaciers (EPILOG). *Quat. Scie. Rev.*, 20(4), 627-657.

The size of the human-driven physical impact at the Augusta Bay seabed (Southern Italy, Western Ionian Sea), assessed by stratigraphic and morphological investigations

Budillon F.¹, Firetto Carlino M.², Innangi S.¹, Passaro S.¹, Tonielli R.¹, Trincardi F.³ & Sprovieri M.⁴

¹ Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Napoli.

² Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Catania.

³ Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.

⁴ Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Campobello di Mazara (Tp).

Corresponding author email: francesca.budillon@cnr.it

Keywords: Seafloor physical harm, geophysical surveys, sediment sampling, multiple environmental stressors, thematic mapping.

An appraisal of the physical anthropogenic impact at the seafloor of Augusta Bay (Western Ionian Sea, Southern Italy) revealed several categories of footprint resulting from recent human activities. Anchor grooves and scars, excavations, trawl marks, plurimetric unidentified objects, dumping marks and dumping cumuli were recognized by means of geophysical surveys (swath bathymetry, Sidescan sonar and Chirp sonar profiling) and direct sampling of the seabed, with the highest concentrations observed in the central sector of the bay, between 50 and 100 m bsl. Two kinds of marks (e.g., fan-shaped scars and dotted swipes) were described for the first time and cautiously ascribed to anchor chain abrasions and settlement of dumped stuff from vessels while underway. A voluminous mounded deposit, possibly resulting from offshore disposal of dredge spoils, was also identified based on its distinctive seismic acoustic facies and morphology. The dumping activity, possibly protracted throughout the 80s of the last century, has altered the depth of the continental shelf seafloor over an area of approximately 7.6 km², locally reaching a maximum height of approximately 9 m.

To evaluate the physical impact at the seabed driven by human activities, a specific rank of 21 classes was attributed to 500 m-wide seafloor cells, in function of the number of individual marks and of the coexistence of more than one category of footprints. This method provides a semi-quantitative evaluation of the impact having acted from multiple human-driven stressors on the seafloor, considering that, according to a holistic model, multiple harmful processes, when acting on the same spatial scale, though perhaps not on the same temporal scale, may exceed the sum of individual hazards.

In conclusion this study aims at (i) assessing the extent of the anthropogenic footprint in the Augusta Bay, from 20 m depth to the shelf edge; (ii) mapping the status of the seafloor in the early 2000s, as a benchmark for future monitoring or spatial planning actions and (iii) localizing offshore sectors that appear unaffected by anthropogenic damage. The production of high-resolution thematic maps that consider multiple stressors is a crucial step in quantifying the extent of damaged areas and in planning actions for environmental and ecosystem recovery.

Coastal vulnerability: the impact of sea level rise at the physiographic unit scale

Buttò S.¹, Faraci C.², Corradino M.¹⁻³ & Pepe F.¹

¹Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo.

² Dipartimento di Ingegneria, Università di Messina.

³Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Catania.

Corresponding author email: samanta.butto@unipa.it

Keywords: Sea level rise, coastal vulnerability, numerical modelling.

The Intergovernmental Panel on Climate Change foresees a significant global sea-level rise (SLR) during the 21st century, which will cause an increase in coastal vulnerability (CV) to erosion and flooding. CV can be estimated at different spatial and time scales ranging from national to local and from tens to hundreds of years, respectively. However, flooding and erosional scenarios need to be calculated at the physiographic unit (PU) and on a decadal scale to plan strategies for defending communities living in the coastal areas and to protect critical infrastructures and natural habitats.

We present preliminary results of a study which aims to develop a method for assessing the CV to sea level rise, calculated at the PU scale and on the ten-year time scale. This study is based on: a) the identification of the most significant near-shore marine forcings that control the sediment transport and flooding; b) the prediction of the CV to erosion and flooding under the control of the SLR.

We have performed two-dimensional models of wave propagation, sediment transport and morphological changes in the nearshore area and sand/gravel beaches, using the XBeach software. We have integrated grain-size, bathymetric, topographic and wave data (e.g. significant wave height, mean period and average direction of origin of the wave motion).

The 18 PU was chosen for testing the method. This area is ~70 km long and extended from Capo Mongerbino and Cefalù (northern Sicily). It is characterized by rocky and low sand/gravel beaches. About 37% of the coastal perimeter suffers from important erosive phenomena resulting in coastal regression with rates that reach the value of 1m/year. Moreover, the coasts are characterized by different orientations and, thus, it is possible to test the influence of different exposure to wind and waves.

The expected result is to provide a map of CV to erosion and flooding at the PU scale and on a decadal scale. The method, proposed in this research, allow to understand the synergetic effects of sea level changes and marine forcings affecting the coastal system. Moreover, a fully integrated assessment of CV is useful in supporting policy decision making.

On the shoreline monitoring via earth observation: A radiometric-oriented method on sandy beaches

Caldareri F.¹, Sulli A.¹, Parrino N.¹, Dardanelli G.², Todaro S.¹ & Maltese A.²

¹Department of Earth and Marine Sciences, University of Palermo.

²Department of Engineering, University of Palermo.

Corresponding author email: nicolo.parrino@unipa.it

Keywords: sandy beach morphodynamics, shoreline extraction method, spectroradiometry, sub-pixel resolution.

Shoreline variations drive the coastal landscape evolution over multiple spatial and temporal scales triggered by climate change, sea level variations and vertical tectonic movements. Sandy coasts are the most sensitive to coastal erosion and accretion processes and, at the same time, frequently host valuable anthropogenic assets. For this reason, many different remotely sensed shoreline extraction techniques providing valuable tools for improving coastal management have been produced. Despite this broad interest, the water/sediment interface definition is still poorly investigated from a spectroradiometric point of view, and most of the methodologies used by the scientific community adopt a pixel-bounded approach whose outcomes, following the pixel geometry and resolution, could lead to misleading results.

In this work, we identified the coastline signature from a radiometric beach profile and proposed a time-saving, sub-pixel resolution remote sensing method for shoreline extraction. The proposed method is based on an interpolation approach ensuring robust performances. We also explored the limits and strengths of our approach, comparing achieved results with outcomes from two of the most used simple pixel-bounded methods (both threshold- and index-based). Moreover, we validated our outcomes through the field survey GNSS-detection of shorelines on three sandy beaches of the central Mediterranean (Sicilian Island). We used satellite images with different pixel-size resolutions to demonstrate that in sandy coastlines, even with low-resolution satellite images, we reached an accuracy of up to 95% with respect to the GNSS-detected shoreline.

The proposed shoreline extraction method could represent a valuable tool for coastal management and coastal erosion risk detection and mitigation. Moreover, such a method could be used for the shoreline evolution time-series extraction, which could be treated as proxies the climate forcing on the coastal landscape evolution and for a better understanding of the beach morphodynamics and the coastal environments energy.

On the shoreline monitoring via earth observation: time series as a proxy of sedimentary environment energy

Caldareri F.¹, Sulli A.¹, Parrino N.¹, Dardanelli G.², Todaro S.¹ & Maltese A.²

¹Department of Earth and Marine Sciences, University of Palermo.

²Department of Engineering, University of Palermo.

Corresponding author email: nicolo.parrino@unipa.it

Keywords: Coastal landscape evolution, beach morphodynamics, climate change, sedimentary environment energy.

Recent developments in remotely-sensed shoreline extraction techniques improved the coastal landscape evolution analyses. These analyses are based on time series observations and quantify the recent coastal landscape evolution that climate changes, tectonics, and anthropic processes could drive. Improving our understanding of past evolution could provide critical information for forecasting future coastal landscape scenarios for better managing and mitigating the natural hazard related to erosion processes and changes in the coastal environment's energy.

In this work, we propose an in-house developed semi-automatic geospatial model to quantify shoreline evolution. We extracted shorelines of three Sicilian sandy coasts (central Mediterranean) affected by similar daily tide excursions ranging from 15 to 35 cm but characterized by different environments energy and hydrodynamics. We achieved a sub-pixel shoreline extraction accuracy using up to 40 years of satellite products dataset with various geometric, radiometric, and temporal resolutions. We quantified the differential beach accretion or erosion. By relating the results obtained with sedimentological, geomorphological and mareographic data, we propose possible relationships between the evolution of the relative position of the shoreline with the evolution of the energy of the unique coastal environments. In this way, we propose the analysis of the evolution of the coastal landscape as a proxy for quantifying the present climate change.

Frane sottomarine nel Golfo di Cagliari

Caradonna M.C.¹, Del Ben A.¹, Geletti R.² & Pini G.¹

¹ Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università degli studi di Trieste.

² Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS).

Corresponding author email: mariacristina.caradonna@phd.units.it

Keywords: scarpata di piattaforma continentale, frane sottomarine, canyon, georischi, Sardegna.

L'identificazione e la mappatura di fenomeni di instabilità che caratterizzano i fondali marini sono in continua evoluzione. Nel Mediterraneo la relazione tra i margini continentali e le frane sottomarine è di particolare interesse scientifico per la valutazione dei potenziali georischi. L'area di studio è situata nel margine continentale meridionale Sardo (Golfo di Cagliari), dove i caratteri morfostrutturali sono controllati dal settore meridionale del Rift Sardo e dalla struttura del Graben del Campidano (Cherchi & Montadert, 1982). La geomorfologia della scarpata continentale è caratterizzata dalla presenza di canyon sottomarini e canali tributari, all'interno dei quali sono presenti alcune frane (Meleddu et al., 2016).

I dati di sismica multicanale acquisiti nel 2010 da OGS-Explora nel Golfo di Cagliari (GC_2010), nell'ambito della campagna oceanografica Sardegna Occidentale (Zgur & Geletti et al., 2011) evidenziano corpi di frana sepolti sia superficiali che profondi all'interno della sequenza Plio-Quaternaria. Al fine di ottenere maggiori informazioni relative all'estensione e al tipo di frane superficiali, i dati sismici sono stati integrati con i dati morfo-batimetrici mappati nel progetto MaGIC (Marine Geohazards along the Italian Coast).

I corpi di frane tsunamigeniche mappate nel progetto MaGIC, sono ben evidenti in una sezione sismica in prossimità della struttura di Banghittu, dove mostrano una facies caotica caratterizzata da area a blocchi provenienti dalla nicchia di distacco. L'innescò dell'instabilità potrebbe essersi verificato in corrispondenza di un piano di discontinuità meccanica in seguito a una sollecitazione esterna legata alla riattivazione di una faglia associata al Graben del Campidano. È possibile inoltre discriminare, lungo la sezione in esame, altri corpi di frana superficiali e profondi, con differente facies sismica caratterizzata da estensione maggiore e spessore minore. Le instabilità, in questo caso, sarebbero dovute a fattori di pre-condizionamento, come sembra evidenziare la presenza di pockmark prodotti da sovrappressioni da parte di fluidi interstiziali.

Le evidenze sismiche mostrano inoltre che la struttura definita come "dicco", sulla base di dati morfo-batimetrici, e a sud-ovest della struttura di Banghittu, definita sulla base della sismica multicanale è attribuibile a una struttura sedimentaria originata da correnti di fondo mare.

Cherchi A. & Montadert L. (1982) - Oligo-Miocene rift of Sardinia and the early history of the Western Mediterranean. *Basin Nature*, 298(5876), 736-739.

Meleddu A., Deiana G., Paliaga E.M., Todde S. & Orrù P.E. (2016) - Continental shelf and slope geomorphology: Marine slumping and hyperpycnal flows (Sardinian southern continental margin, Italy). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 39(2), 183-192. <https://doi.org/10.4461/GFDQ2016.39.17>.

Zgur F., Geletti R., Codiglia R., Romeo R. & Accettella D. (2011) - Sardegna Occidentale: rapporto di campagna n/r OGS Explora, 2010; n.2011/15 RIMA 3 ADEST. <https://hdl.handle.net/20.500.14083/6738>.

La geodiversità in ambiente costiero: il caso studio del Cilento

Casaburi A.¹, Alberico I.¹ & Matano F.¹

¹Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Napoli.

Corresponding author e-mail: annar.casaburi@na.ismar.cnr.it

Keywords: geodiversità, costa, GIS, geoconservazione, hotspot.

Un hotspot di geodiversità è definito come un'area geografica in cui sono presenti alti valori di geodiversità ed è caratterizzata da una forte pressione antropica e/o dalla presenza di pericolosità naturali (Bétard & Peulvast, 2019). La conoscenza della loro distribuzione sul territorio è fondamentale per stabilire delle priorità di geoconservazione. In questo contesto, sono stati mappati gli hotspot di geodiversità che caratterizzano le aree prossime alla linea di costa che rientra nei confini del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni (Italia meridionale, Campania). Il parco assume una rilevanza internazionale, tanto da essere inserito nella rete dei Geoparchi globali dell'UNESCO poiché presenta un notevole patrimonio geologico e naturale ed è caratterizzato dalla presenza di numerosi geositi (Valente et al., 2021).

La metodologia adoperata segue un approccio del tipo “*grid analysis*”, che prevede l'utilizzo degli algoritmi di analisi spaziale, disponibili in ambiente GIS, per cartografare la distribuzione degli hotspots. Sono stati, quindi, calcolati due indici: l'indice di geodiversità (GI) e l'indice di minaccia (TI). L'indice GI è ottenuto dalla somma degli indicatori di diversità litologica, morfologica (topografia) e dall'indice di diversità idrologica (acque superficiali e sotterranee). Le minacce sono state analizzate secondo il metodo proposto da Bétard & Peulvast (2019) adattato all'ambiente costiero. L'indice TI è, infatti, calcolato come somma di tre indicatori: livello di protezione ambientale (regionale, nazionale ed europea), pericolosità naturali (erosione costiera e subsidenza) e pressione antropica (uso del suolo). I due indici sono stati, quindi, moltiplicati in un indice di sensibilità (SI) che ha permesso di evidenziare gli hotspot di geodiversità.

L'obiettivo dell'individuazione degli hotspot è quello di fornire informazioni utili ad indirizzare le risorse disponibili verso quelle aree caratterizzate da elevati valori di geodiversità e maggiormente esposte all'impatto antropico e alle pericolosità naturali. La geodiversità può rivelarsi uno strumento utile per una corretta gestione del territorio e della natura, poiché la sua conservazione si traduce con il mantenimento dell'eterogeneità del paesaggio, della diversità degli habitat e dei processi naturali che sostengono la biodiversità (Gordon, 2019).

Bétard F. & Peulvast JP. (2019) - Geodiversity Hotspots: Concept, Method and Cartographic Application for Geoconservation Purposes at a Regional Scale. *Environ. Manage.*, 63, 822–834.

Gordon J.E. (2019) - Geoconservation principles and protected area management. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 7(4), 199-210.

Valente E., Casaburi A., Finizio M., Papaleo L., Sorrentino A. & Santangelo N. (2021) - Defining the Geotourism Potential of the CILENTO, Vallo di Diano and Alburni UNESCO Global Geopark (Southern Italy). *Geosciences*, 11(11), 466.

Shallow crustal setting and submarine mud volcanoes in Scoglio D’Africa offshore (Northern Tyrrhenian Sea) from magnetic, seismic and morphobathymetric data

Cocchi L.¹, Muccini F.¹, Casalbore D.^{2,3}, Chiocci F.L.^{2,3}, Loreto F.⁴, Palmiotto C.⁴, Ivaldi R.⁵, Pascucci V.⁶ & Saccorotti G.⁷

¹Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ROMA2, Rome.

²Department of Earth Sciences, Sapienza University of Rome.

³National Research Council, Institute of Environmental Geology and Geo-Engineering, Rome.

⁴National Research Council – Institute of Marine Sciences CNR-ISMAR, Bologna.

⁵ Istituto Idrografico della Marina, Ministero della Difesa, Genova.

⁶Department of Architecture, Design and Planning, University of Sassari.

⁷Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa, Pisa.

Corresponding author email: luca.cocchi@ingv.it

Keywords: mud volcano, gas emission, seafloor morphology, magnetic anomaly, ophiolites.

The Elba-Pianosa Ridge (EPR) is a major tectonic structural high located between Corsica Basin and Tuscan shelf, representing the result of a rigid crustal fragmentation occurred during the overall extensive tectonic regime of the Northern Tyrrhenian Sea (Cornamusini et al., 2002). South of Elba Island, the EPR crops out at Scoglio D’Africa, a very small islet formed by Pleistocene shallow marine organogenic limestones overlying Triassic-Liassic limestones referred to the Tuscan Nappe (Triassic-Jurassic) (Motteran & Ventura, 2005).

Methane-enriched seeps occurring in the Tuscany archipelago have been extensively investigated in the first of 60’s for petroleum exploitation (Barletta et al., 1969) as confirmed by the presence of two explorative drillings, Martina1 and Mimosa1 wells (Cornamusini & Pascucci, 2014).

In 2017, a violent gas outburst occurred few km northward from the Scoglio D’Africa islet (Casalbore et al., 2020). This eruption originated from the top (< 10 m water depth) of a mud volcano rising from a depth of 40m and composed by two mounds aligned NNW-SSE (local tectonic trend). The gas outburst and gas seeps opened an intriguing scientific discussion about the mechanism of formation of the submarine mud volcano and on the origin of the fluids (Saroni et al., 2020). Here we present an integrated analysis of geophysical data (ship-borne magnetic data and multibeam swath bathymetry) acquired few months after the 2017 event with reprocessed deep multichannel M12a and M12b CROP profiles (<http://www.crop.cnr.it/>), industrial seismic lines and Sparker seismic profiles (CNR-ISMAR), in order to provide a reconstruction of the main geological features of the study area.

Combining inverse and direct interpretative magnetic modeling we highlighted the presence of a continuous, high-magnetized causative body along the entire surveyed region having a striking NNW-SSE direction, parallel to the EPR. This body is interpreted as an ophiolitic/high grade serpentinitized rock sequence embedded into Eocene silicoclastic layers. Considering its geometry and magnetization signature, we interpret this geological body as derived from gravity flows linked to the draining of Corsica Alpine ophiolitic basement. Our reconstruction opens new questions about the relationships between mud volcanism, gas exhalation and the serpentinitic deposit located at shallow depth along the EPR.

Casalbore D., Ingrassia M., Pierdomenico M., Beaubien S.E., Martorelli E., Bigi S., Ivaldi R., De Marte M. & Chiocci F.L. (2020) - Morpho-acoustic characterization of a shallow-water mud volcano offshore Scoglio d’Africa (Northern Tyrrhenian Sea) responsible for a violent gas outburst in 2017. *Marine Geology*, 428, 106277.

Cornamusini G., Lazzarotto A., Merlini S. & Pascucci V. (2002) - Eocene–Miocene evolution of the North Tyrrhenian Sea. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 1, 769-787

Cornamusini G. & Pascucci V. (2014) - Sedimentation in the Northern Apennines–Corsica tectonic knot (Northern Tyrrhenian Sea, Central Mediterranean): offshore drilling data from the Elba–Pianosa Ridge. *International Journal of Earth Sciences*, 103(3), 821-842.

Del Bono G.L. & Giammarino S. (1968) - Rinvenimento di manifestazioni metanifere nelle Praterie a Posidonie sui fondi marini prospicienti lo “Scoglio d’Africa” nell’Arcipelago Toscano. *Atti Ist. Geol. Univ. Genova*, 4, 1-11.

Motteran G. & Ventura G. (2005) - Aspetti geologici, morfologici e ambientali dello scoglio d’Africa (arcipelago toscano): nota preliminare. *Atti della Società toscana di scienze naturali, residente in Pisa: Memorie, Serie A.* 110. pp. 51

Saroni A., Sciarra A., Grassa F., Eich A., Weber M., Lott C., Ferretti G., Ivaldi R. & Coltorti M. (2020) - Shallow submarine mud volcano in the northern Tyrrhenian sea, Italy. *Appl. Geochem.*, 122, 104722.

Late Miocene to Recent structural evolution of the Squillace Gulf (offshore eastern Calabria): insights on the active tectonics of the Calabrian Arc

Corradino M.¹⁻², Morelli D.³, Ceramicola S.⁴, Scarfi L.⁵, Barberi G.⁵, Monaco C.¹⁻⁵⁻⁶ & Pepe F.²

¹Department of Biological, Geological and Environmental Sciences, University of Catania, Catania, Italy.

²Department of Earth and Marine Sciences, University of Palermo, Palermo, Italy.

³Department for the Earth, Environment and Life Sciences, University of Genoa, Genoa, Italy.

⁴OGS - Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Applicata, Trieste, Italy.

⁵Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Etneo, Catania, Italy.

⁶CRUST - Interuniversity Center for 3D Seismotectonics with territorial applications, Italy.

Corresponding author email: marta.corradino@unipa.it

Keywords: active tectonics, strike-slip tectonics, Calabrian Arc, Ionian Sea.

The tectono-stratigraphic evolution of the Squillace Basin (Ionian offshore of the Calabrian Arc) was reconstructed from the Late Miocene to Recent, distinguishing between shallow, active faults (second-order structures), and deep blind faults (first-order structures), capable of producing large earthquakes.

We have used a multiscale approach based on the interpretation of seismic reflection profiles with different resolution, calibrated with well-log data and coupled with bathymetric data and instrumental earthquakes distribution.

Our results highlight the occurrence of three main tectonic events. The first extensional phase occurred during the Late Miocene. This event led to the formation of normal faults that bounded horst and half-graben structures. During the Pliocene, deformation affected the central and northern sector, expressed by a WNW-ESE transtensional fault and a series of NW-SE normal faults, respectively. From the Early Pleistocene (Calabrian), the extensional tectonics was interrupted by a transpressional event. The latter caused the positive inversion of some deep (>3 km) extensional faults inherited from the previous events and the formation of NW-SE to WNW-ESE transpressional faults and related anticlines. These features deform the seafloor of the northern and western basin, forming NW-SE to WNW-ESE oriented ridges.

The kinematics of the transpressional faults fits with the NW-SE-oriented regional strike-slip fault zones documented in the northern Calabrian Arc (Albi-Cosenza fault zone, Petilia-Sosti fault zone, S.Nicola-Rossano fault zone) and associated with its south-eastward migration.

At the culmination of anticlines, related to the deep transpressional faults, shallow (<2 km) high-angle normal faults offset the younger deposits. The orientation of these faults is parallel to the elongated axis of the anticlines. Some of the faults propagate upwards reaching the seafloor and forming well-developed seabed scarps, indicating the recent fault activity. Based on their depth and direction, we interpret these faults as secondary structures due to tensional stress that occurred in the extrados of the anticlines.

The location of earthquakes highlights alignments indicative of NW-SE to WNW-ESE active structures. The depth of these events is between 0 and 15 km and the focal mechanisms of earthquakes with $M > 3$ indicate mainly strike-slip or transpressive motion. These characteristics suggest that transpressional structures are responsible for the major instrumental earthquakes (depth <15km). Conversely, shallow normal structures are inconsistent with hazardous seismicity based on their length and depth.

Stratigraphic trends and parasequence stacking patterns of the Late-Holocene, Adriatic Mud-Wedge (Mediterranean Sea)

Dalla Valle G.¹, Pellegrini C.¹, Rovere M.¹ & Gamberi F.¹

¹ ISMAR-Bologna, CNR, via Gobetti 101, Bologna.

Corresponding author email: giacomo.dalla.valle@bo.ismar.cnr.it

Keywords: clinoflats, delta, Holocene, parasequences, stratigraphy.

Clinoflats internal geometry represents a key control on fluid flow in reservoir modelling in shallow-water, muddy systems with heterogeneous architectural signatures. Sediment distribution and lithological heterogeneity in systems considered as low-entropy systems (*sensu* Plink-Björklund, 2019), like advection-driven, shallow-water clinoflats, can result in simple, predictable lithological sediment partitioning.

In this study, we present an analysis of a modern advection dominated clinoflat system along the Western-Adriatic coast, where we show that these types of systems give rise to fine-scale heterogeneities that are difficult to take into account. The investigated sector of the Late-Holocene, Adriatic Mud-Wedge (AMW) shows delta-scale clinoflats which form an aggradational/ progradational parasequence set that reveals the complex interaction of southward-directed longshore currents and Apennines rivers supply.

This work analyzes parasequence bounding surfaces extent, internal stratal architecture pattern, and seismic facies distribution, as well as the presence of geomorphic elements within each parasequence of the AMW. This reconstruction allows us to re-discuss the interplay between along- and across-shelf processes as key driver of the AMW depositon, and to perform a comparison with other examples of shallow-water, mud-prone wedges, both in modern and ancient shelves at the sub-seismic scale.

Plink-Björklund P. (2019) - Shallow-water deltaic clinoflats and process regime. *Basin Res.*, 32, 251- 262.

Insights into deep-sea exploration from ROV surveys. Some case histories from the Aegean and Tyrrhenian Sea

de Alteriis G.^{1,2}, Carlucci M.², D’Orlando F.² & Maffione R.²

¹ Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Napoli, Italia.

² Next Geosolutions.

Corresponding author email: giovanni.dealteriis@cnr.it

Key words: ROV, sub-marine faults, mass-movements, MDAC.

In recent years, many sub-marine cable surveys have been carried out across the Mediterranean, also in deep water, tectonically active basins like Aegean and the Tyrrhenian seas. These surveys offer a great opportunity for marine scientists since they provide high resolution data over long distances across different physiographic domains. Moreover, the increasingly use of ROVs (Remotely Operated Vehicles) and AUVs (Autonomous Underwater Vehicles) fitted with geophysical sensors allows resolution not achievable by vessel-mounted instruments at great depths.

Here we provide some cases extracted from ROV-surveys crossing these basins over their continental slopes until approximately 2000 m depths. They regard several topics including seismo-tectonics and seismically-induced gravity instability; erosional processes along canyons; geofluid circulation (cold seeps). The data presented must be considered still proprietary products and for this reason are not geo-referenced but only referred to their geographical context.

Geophysical data and visual observations have revealed seismogenic fault scarps with exposed rock basement and displacements of several tens of metres in the Aegean Sea north of Crete along the upper slope (300-400 m depths) as well as minor faults displacing sediments appearing on sub-bottom records and on high resolution (0.25 m) multibeam bathymetry.

Similar fault-related escarpments have been recognized also in the south-western Tyrrhenian Sea and in the Sardinia channel. *En échelon* fault patterns with dip slip and strike-slip components, sometime associated to pockmark alignments, have been further observed in in the Paola basin (south-eastern Tyrrhenian Sea).

In both basins, mass movements in the form of incipient failure (creep), rotational or translational slides, with or without internal deformations (pressure ridges, levees, cracks), or “avalanche type” disintegrative bodies with displaced blocks and hummocky topography have been observed. Most of them seems clearly associated to active tectonics.

Finally, seabed features associated to gas venting have been systematically encountered over a wide depth range (from shelf to the lower slope). Pockmarks size range from hundreds of metres to few metres of diameter in few cases associated to mud-diapirs. Side-scan high backscatter response and bathymetric anomalies indicate the occurrence of Methane-Derived Authigenic Carbonates (MDAC, Hovland et al., 1984) on the seafloor or at shallow sub-bottom depth covered by hemipelagic muds. Some visual inspections, inside pockmarks not showing flux activity, have shown metre-size MDACs with carbonate concretions associated to chemo-symbiotic organisms. Such direct observations of MDAC and generally cold seeps features at great depths are among the first in the Mediterranean (Rovere et al. 2014; Geletti et al., 2020; Loreto, 2020).

Hovland M., Judd A.G. & King L.H. (1984) - Characteristic features of pockmarks on the North Sea Floor and Scotian Shelf. *Sedimentology*, 31, 471-480.

Rovere M., Gamberi F., Mercorella A., Rashed H., Gallerani A., Marani M., Funari V. & Pini G.A. (2014) - Venting and seepage systems associated with mud volcanoes and mud diapirs in the southern Tyrrhenian Sea. *Marine Geology*, 347, 153-171.

Compatibilità tra i sedimenti dei depositi sommersi in piattaforma continentale e i sedimenti delle spiagge adiacenti (Sardegna occidentale)

De Falco G.¹, Brambilla W.¹, Conforti A.¹, Simeone S.¹ & Molinaroli E.¹⁻²

¹CNR – IAS Istituto per lo studio degli Impatti Antropici e Sostenibilità in Ambiente Marino, Oristano.

²Dipartimento di Scienze Ambientali, informatica e statistica University Ca' Foscari di Venezia.

Corresponding author email: giovanni.defalco@cnr.it

Keywords: piattaforma continentale, spiaggia, depositi stratigrafici di sedimento, granulometria, colore.

È stata valutata la compatibilità, in termini di granulometria, composizione e colore, tra i sedimenti presenti in 12 spiagge, localizzate lungo un tratto costiero di circa 100 km della Sardegna occidentale, e i sedimenti dei giacimenti individuati nella piattaforma continentale adiacente (Brambilla et al., 2019) con l'obiettivo di individuare la strategia più idonea per contrastare l'erosione costiera e l'effetto dell'innalzamento del livello del mare sui litorali sabbiosi (De Falco et al., 2014). Le spiagge, prevalentemente condizionate dal controllo geologico per la presenza di estesi affioramenti rocciosi in mare, sono racchiuse in sette celle sedimentarie. Sono stati raccolti 293 campioni di sedimento dalle spiagge e dai depositi in piattaforma continentale. I sedimenti delle spiagge presentano una granulometria eterogenea, da ghiaie a sabbie fini, con sedimenti carbonatici biogenici mescolati in proporzioni diverse a sedimenti silicoclastici. I depositi di sedimento in piattaforma continentale sono composti da ghiaie e sabbie silicoclastiche e sabbie carbonatiche biogeniche medio-fini. La compatibilità tra i sedimenti è stata valutata attraverso l'applicazione di una procedura statistica multivariata (Entropy-Max e Discriminant analysis) al set di dati sedimentologici. Otto spiagge su dodici hanno depositi marini compatibili per granulometria e composizione, mentre solo 2 spiagge hanno depositi compatibili anche per colore. I sedimenti delle spiagge derivano dal rimaneggiamento di sedimenti trasgressivi relitti, da apporti fluviale provenienti da diversi bacini idrografici e da apporto di sedimenti bioclastici provenienti dagli ecosistemi costieri adiacenti. L'elevata compartimentazione delle celle sedimentarie costiere comporta un'elevata variabilità caratteristiche tessiturali, composizionali e cromatiche dei sedimenti delle spiagge. I sedimenti in piattaforma derivano dal rimaneggiamento di sedimenti alluvionali relitti provenienti principalmente dal bacino idrografico del fiume Tirso e da sedimenti bioclastici. La gestione dei sedimenti è fondamentale nelle strategie di contrasto all'erosione costiera e all'innalzamento del livello del mare: i risultati di questo studio suggeriscono di privilegiare le opzioni di adattamento geomorfologico e arretramento delle infrastrutture costiere rispetto agli interventi di ripascimento, in quanto i sedimenti compatibili non sono completamente disponibili.

Brambilla W., Conforti A., Simeone S., Carrara P., Lanucara S. & De Falco G. (2019) - Data set of submerged sand deposits organised in an interoperable spatial data infrastructure (Western Sardinia, Mediterranean Sea). *Earth Syst. Sci. Data*, 11, 515-527.

De Falco G., Budillon F., Conforti A., De Muro S., Di Martino G., Innangi S., Perilli A., Tonielli R. & Simeone S. (2014) - Sandy beaches characterization and management of coastal erosion on western Sardinia island (Mediterranean Sea). *J. of Coast. Res.*, 70, 395-400.

Sea Floor of the Marine Protected Area of the Asinara Island (Sardinia, Italy)

De Luca M.¹, Pascucci V.¹, Santonastaso A.¹, Stelletti M.¹, Puccini A.¹ & Gazale V.²

¹ Department of Architecture Design and Planning, University of Sassari, Alghero Italy.

² National Park Asinara, Porto Torres Italy.

Corresponding author email: delucamario16@gmail.com

Keywords: Coralligenous, *Posidonia oceanica*, Beachrocks, Younger Dryas.

The integrated use of Side Scan Sonar (SSS), Multibeam (MB) and ground truth points acquired with Remote Operating Vehicle (ROV) are helpful tools to map and describe seabeds laying at different water depths and can provide important information on the underwater sedimentary bodies deposited as consequence of past sea level changes. Marine Protected Areas need a continuous mapping of the biocenoses and seafloor physiography to define their conservation state and temporal changes that occurred as a consequence, for instance, of the ongoing climate changes.

In this work, we present the seabed map of the Asinara Marine Protected Area (MPA).

The Asinara Island MPA represents one of the most uncontaminated areas of the Mediterranean Sea, but an accurate mapping of the biocenoses and associated lithologies still missing. The National Park of the Asinara has recently made a new acquisition of geophysical data (Multi-Beam and Side Scan Sonar) of the MPA.

These have allowed high-resolution bathymetry of the MPA of the Asinara being the base for the creation of a benthic habitat map and a more comprehensive maritime spatial planning of this protected area (Romeo et al., 2019). We use the available geophysical and direct seafloor observation, to provide an accurate map of the seafloor surrounding the Asinara Island. The map has highlighted the presence of 21 biocenoses laying on rocky or sandy substrate if shallower or deeper respectively. The most important are: the *Posidonia oceanica* L (Delile) and the coralligenous. The good state of conservation of the *Posidonia oceanica* meadow characterizing the eastern part of the island, and the diffuse presence of Coralligenous reefs on the western side, are indicative of the well conditions of the marine ecosystem. Moreover, some of these reefs are encrusting a hard substrate constituted by beachrock ridges. They occur at depth of 50–60 meters as continuous ribbon like structures that could be followed for more than 1,5 km. These features have been correlated to the sea level rise still stand of post LGM occurred during the Younger Dryas (12,900–11,700 years BP).

Romeo R., Baradello L., Blanos R., Congiatu P.P., Cotterle D., Ciriaco S., Donda F., Deponte M., Gazale V., Gordini E., Lodolo E., Paganini P., Pavan A., Pietrapertosa C., Sterzai P., Vargiu G., Zanello A., Ramella R. & Nieto Yabar D.G. (2019) - Shallow geophysics of the Asinara Island Marine Reserve area (NWSardinia, Italy). *Journal of Maps*, 15(2), 759-772.

3D Flooding Maps as Response to Tsunami Events: Applications in the Central Sicilian Channel (Southern Italy)

Distefano S.¹, Baldassini N.¹, Barbagallo V.¹, Borzi L.¹, D'Andrea N.M.¹, Urso S.¹ & Di Stefano A.¹

¹Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università degli Studi di Catania.

Corresponding author e-mail: salvatore.distefano@unict.it

Keywords: Lampedusa island, stratigraphic analysis, flooding maps.

The Mediterranean Sea is a tectonically very active area. Tsunami dynamics and effects on human life are well-documented within the Mediterranean countries. Particularly, within the Sicily Channel lies the Pelagian Archipelago, which comprises the islands of Lampedusa, Linosa, and Lampione. Lampedusa island is located in the central portion of the Sicilian Channel where a significant incidence of tsunamis (with wave run-up above 15 m) caused by earthquakes and submarine landslides has been historically documented. The assessment of the vulnerability of a site to tsunami events should take into consideration the geomorphological setting, which is strongly determined by the stratigraphic framework of the area. This work shows the geomorphological and stratigraphic differences between the western and south-eastern sectors of Lampedusa island. Its geomorphological setting is characterized by the Neogene-Quaternary depositional arrangement, which was determined by the new Lampedusa island stratigraphic analysis mainly performed on the eastern side outcrops. In fact, the significant differences between the western and eastern coastlines can be attributed to the presence of clear lithological variations between the two sectors of the island.

This update to the geological characterization of the island was used to create 3D flooding maps according to run-up steps of 5 m, 10 m, and 15 m, thus showing a homogeneous involvement of the south-eastern sector of Lampedusa (Distefano et al., 2022). Furthermore, our study aims to provide a geomorphological-stratigraphic base for a mathematical-statistical model to create coastal flooding maps due to tsunami waves. As such, this tool is useful for evaluation of strategic infrastructure for the security of the island and the improvement of risk management in civil protection.

Distefano S., Baldassini N., Barbagallo V., Borzi L., D'Andrea N.M., Urso S. & Di Stefano A. (2022) - 3D Flooding Maps as Response to Tsunami Events: Applications in the Central Sicilian Channel (Southern Italy). *J. Mar. Sci. Eng.*, 10(12), 1953.

Back-Arc Spreading Centers and Superfast Subduction: The Case of the Northern Lau Basin (SW Pacific Ocean)

Ficini E.¹, Cuffaro M.¹, Loreto M.F.², Muccini F.^{3,1} & Palmiotto C.²

¹Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.

²Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna.

³Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ROMA2, Roma.

Corresponding author email: eleonora.ficini@igag.cnr.it

Keywords: sea floor spreading, back-arc spreading centers, superfast subduction.

According to the theory of plate tectonics, most of the oceanic lithosphere originates along the mid-ocean ridges (MORs) (Cramer et al., 2019). Seafloor spreading can also occur in back-arc basins (BABs) along convergent plate boundaries (Hynes & Mott, 1985). The progressive extension of the overriding plate is connected to the rate and the direction of subduction (i.e., Uyeda & Kanamori, 1979). It creates progressively: (a) the thinning of the crust; (b) the formation of a morphological depression intruded by magmatic bodies; (c) a system of segments of spreading centers in the middle of the basin. Morphology of spreading centers depends mainly on the thermal state and composition of the subridge upwelling mantle, on the magma supply, and on the spreading rate; in particular, along back-arc spreading centers (BASCs) it belongs to the geodynamic evolution of each single subduction system and to the structural inheritance from the overriding plate.

Here we focus on the Northern Lau Basin (Pacific Ocean), extending for about 800 km from the Tonga Subduction Zone (TSZ), the fastest subduction on Earth (~240 mm/year; Bevis et al., 1995). This region is a good laboratory to study how the mantle influences magmatic production in the overriding plate along a super-fast subduction, showing several parallel and active segments of spreading centers in different points of the basin: in the western part, ~760 km from the TSZ, the Futuna Spreading Center (FSC); in the central part, ~500 km from the TSZ, the Northwest Lau Spreading Center (NWLSC) and the North Lau Spreading Center (NLSC); in the eastern part, ~200 km from the TSZ, the Northeast Lau Spreading Center (NELSC), and the Fonualei Rift and Spreading Center (FRSC).

We analyzed the morphology of all the Northern Lau Basin spreading segments. The FSC, NLSC, NWLSC, and NELSC are NE–SW oriented and they resemble fast/intermediate MORs, showing smooth morphological rises: they generally lack a median valley and show an intense volcanism, testified by several volcanic seamounts along the flanks of those ridge segments. We also improved the spreading rate data of the Northern Lau Basin, calculating a full spreading rate of 60.2 mm/year along the NWLSC. In contrast, the FRSC, located in the eastern part of the basin, shows a N–S trend, and it can be considered a rift propagating (Sleeper et al., 2016).

We ran 2D numerical models including visco-plastic rheologies and prescribed surface velocities in an upper plate-fixed reference frame in order to correlate the bathymetry of the Northern Lau Basin with the distribution of the temperature and of the second invariant of the strain rate in the mantle creating two conceptual models. Our results show an area of active deformation from the Tonga Superfast Subduction trench to ~800 km westward within the mantle, which matches the formation of the Fonualei Rift and Spreading Center and potentially contributes to the volcanic centers in the Northern Lau Basin.

Bevis M., Taylor F.W., Schutz B.E., Recy J., Isacks B.L., Helu S. & Calmantli S. (1995) - Geodetic observations of very rapid convergence and back-arc extension at the Tonga arc. *Nature*, 374, 249-251.

Cramer F., Conrad C.P., Montési L. & Lithfow-Bertelloni C.R. (2019) - The dynamic life of an oceanic plate. *Tectonophysics*, 760, 107-135.

Hynes A. & Mott J. (1985) - On the causes of back-arc spreading. *Geology*, 13, 387-389.

Sleeper J.D., Martinez F. & Arculus R. (2016) - The Fonualei rift and spreading Center: Effects of ultraslow spreading and arc proximity on back-arc crustal accretion. *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 121, 4814-4835.

Uyeda S. & Kanamori H. (1979) - Back-arc opening and the mode of subduction. *J. Geophys. Res.*, 84, 1049-1061.

Progetto CARG: Cartografia geologica 1:50.000 delle aree sommerse

Fiorentino A.¹, Orefice S.¹ & Pensa A.¹

¹ ISPRA-Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.

Corresponding author email: andrea.fiorentino@isprambiente.it

Keywords: geologia marina, cartografia geologica, Progetto CARG.

Il Progetto CARG ha ricevuto negli ultimi anni nuovi finanziamenti (15 M di euro nel triennio 2020-2022 e 52 M di euro nel triennio 2023-2025), che finora hanno permesso l'avvio, con il coordinamento del Servizio Geologico d'Italia, di oltre 60 nuovi Fogli geologici, 18 dei quali comprendenti aree sommerse così suddivisi per Regioni: Liguria ("Albenga" e "Genova"), Veneto ("Mestre"), Friuli Venezia Giulia ("Trieste"), Marche ("Fermo"), Lazio ("Civitavecchia", "Bracciano" e "Terracina"), Campania ("Mondragone" e "Sessa Aurunca"), Puglia ("Manfredonia" e "Taranto"), Calabria ("Catanzaro"), Sicilia ("Siracusa", "Sciacca" e "Torretta Granitola-Pantelleria"), Sardegna ("Isola Asinara" e "Guspini").

Di questi Fogli uno prevede il rilevamento ex novo di aree lacustri (Foglio "Bracciano" Lago di Bracciano) mentre, per i due Fogli geologici "Torretta Granitola-Pantelleria" e "Isola Asinara", il lavoro di rilevamento sia per la parte emersa sia per quella sommersa, sarà realizzato direttamente dai geologi del Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA in collaborazione con colleghi di altri enti di ricerca e università.

L'intento di questa nuova fase è di portare avanti il Progetto CARG con l'obiettivo di giungere alla sua conclusione in un tempo non troppo lontano, ultimando il rilevamento geologico del territorio italiano necessario a completare la Cartografia Geologica Nazionale alla scala 1:50.000, comprensiva delle aree emerse e sommerse. Anche le linee Guida CARG sono state aggiornate e integrate per fornire il necessario supporto a questa nuova fase (Vita et al., 2022).

Questa fase offre l'opportunità di dare nuovo impulso al rilevamento geologico di aree emerse e sommerse, implementando la formazione dei giovani geologi e contribuendo al progredire delle attività nelle aree sommerse. Alcuni esempi illustrano il lavoro che si sta svolgendo in sinergia con le Amministrazioni locali, le Università e gli Enti di Ricerca coinvolti.

Vita L., Battaglini L., Cipriani A., Consorti L., Falcetti S., Fiorentino A., Fiorenza D., Muraro C., Orefice S., Pieruccioni D., Radeff G., Silvestri S. & Troccoli A. (2022) - Aggiornamento e integrazioni delle linee guida per la realizzazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Progetto CARG. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, Volume 15, 258 pp.

Seafloor mapping around the Gulf of Naples: the induction multi beam bathymetric survey of the new CNR RV GAIA BLU

Fogliini F.¹, Rovere M.¹, Tonielli R.¹, Budillon F.¹, Castellan G.¹, Cuffaro M.², Di Martino G.¹, Grande V.¹, Innangi S.¹, Loreto M.F.¹, Madricardo F.¹, Mercorella A.¹, Montagna P.³, Palmiotto C.¹, Pellegrini C.¹, Petracchini L.², Prampolini M.¹, Remia A.¹, Sacchi M.¹, Sanchez Galvez D.¹, Tassetti A.N.⁴ & Trincardi F.⁵

¹CNR–ISMAR National Research Council, Institute of Marine Sciences, Italy.

²CNR–IGAG National Research Council, Institute of Environmental Geology and Geoengineering, Italy.

³CNR–ISP National Research Council, Institute of Polar Sciences, Italy.

⁴CNR–IRBIM National Research Council, Institute for Biological Resources and Marine Biotechnologies, Italy.

⁵CNR–DSSTTA - National Research Council, Dep. of Earth Systems Science and Environmental Technologies, Italy.

Corresponding author email: federica.fogliini@cnr.it

Keywords: Multi Beam Bathymetry, Open data, Gulf of Naples, Gaia Blu, marine geohazards, anthropic impacts.

From September 28 to October 20, 2022, the new CNR Research Vessel GAIA BLU explored the seafloor of the Gulf of Naples and Pozzuoli and the Amalfi coastal area from 50 m water depth to more than 1300 m, acquiring about 5000 km² of multibeam data during the inaugural campaign ‘Jamme Gaia 2022’. The investigated area is particularly relevant not only because its proximity to the highly populated and touristic coastal area of Naples, but also because it includes large canyon systems, volcanic features, hydrothermal activity, and submarine banks of high geological and ecological value. The area lies directly in the offshore of the Vesuvius and the Campi Flegrei volcanoes, which pose a significant geohazard to the coastal area and need to be constantly monitored. The acquired data revealed, with unprecedented high resolution, the presence of landslides, submarine volcanoes and hydrothermal springs that represent both a threat to the coastal area and on the increasingly intense human activities in the offshore area. At the same time, the data make it possible to identify how and how quickly these anthropic impacts are contributing to the transformation of the marine ecosystem by altering its biodiversity, as is the case with fish trawling, or degrading the health of the marine environment, such as pollution by plastics and other man-made substances. In this paper, we describe the dataset collected with three different multibeam systems: Kongsberg EM2040, 712 and 304. During the acquisition campaign, bathymetric data were processed daily, transferred onshore via satellite internet connection and stored in dedicated repositories. In this way, which represents an innovative approach in the scenario of the Italian oceanographic vessels, data were visible in near real time to the entire scientific community and the general public making the datasets FAIR (Findable, Accessible, Interoperable and Reusable) and fostering interdisciplinary research within the Open Science Principles. Multi resolution and backscatter grids are accessible at <http://gismargrey.bo.ismar.cnr.it:8080/mokaApp/apps/jg22>.

Geochemical and Microbiological Assessment of the Sea (SeaGMA): presentation and preliminary results of the project's first sampling campaign

Funari V.^{1,3}, Nestola Y.¹, Toller S.², Dinelli E.², Riminucci F.^{1,4}, Romano J.^{1,2}, Rovere M.¹, Coppola D.³, Vitale L.³, Tedesco P.³, de Pascale D.³ & Mantovani L.⁵

¹ Istituto di Scienze Marine ISMAR - Consiglio nazionale delle ricerche CNR.

² Dipartimento BiGeA - Scienze biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna.

³ Dipartimento di Biotecnologie Marine Ecosostenibili, Stazione zoologica Anton Dohrn Napoli.

⁴ Proambiente Scrl, Tecnopolo Bologna.

⁵ Dipartimento SCVSA - Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Università di Parma.

Corresponding author email: valerio.funari@bo.ismar.cnr.it

Keywords: seafloor sediments, metal assessment, environmental assessment, microbial diversity.

We present the preliminary results of the SeaGMA project, regarding the first campaign conducted in April-May 2022 on board R/V Dallaporta (Nestola et al., 2022), aimed at acquiring geochemical and microbiological samples at the seafloor along the Italian borders. The key objective is to carry out a systematic sampling of bottom sediments and seawaters, on a regular grid. The planned operations allowed obtaining both solid and liquid samples to backup present-day conditions. Axenic sampling of marine sediments and water columns allowed the analysis of cultivable bacteria, while the analysis of uncultivable bacteria by DNA metabarcoding is currently ongoing. Some geochemical anomalies were recognised in the past (Leoni and Sartori, 1994; 1997) mostly related to As, Pb, and Zn, in particular near Montecristo island. These anomalies can be linked to terrestrial weathering but also pollutant discharge from anthropic activities (e.g., Piombino metal refining plant). The influence of mineral deposits on land and the formation of flocs and accumulation in correspondence of areas where rivers meet further complicated the definition of natural background values for As, Co, Cr, Ni, Pb, V, and Zn (Leoni and Sartori, 1994). New XRF analysis on the first set of samples confirmed significant concentrations of potentially toxic elements, being Ni and Cr levels possibly more elevated than previously reported for the Elba-Argentario basin (Leoni and Sartori, 1997). Up to 37 ppm As, 238 ppm Cr, and 159 ppm Ni are found, while Co, Pb, Zn, and V are consistent with earlier determinations with some exception (sample BC06 spikes 115 ppm Pb, BC03 with 146 ppm V and 116 ppm Zn). Regarding microbiological diversity, there are few studies in the Tyrrhenian reporting unique assemblage of microbial communities likely because of mineralization and gaseous seepages providing an ecological niche for their survival (e.g., Rastelli et al., 2017; Ruff et al., 2016). Sediments of five sampling sites showing interesting environmental characteristics were chosen for bacteria isolation with selective media. Two selection procedures were followed to isolate acidophils and basophils. The first enrichment was performed at pH 3 acidified with HCl 6M, the second at pH10 with NaOH 6M addition. After incubation, six dilutions (from 10⁻³ to 10⁻⁸) of each enrichment condition were spread plated on MB agar plates and kept at 20° C. Morphologically different colonies were selected for further studies on biotechnological applications. For example, bacteria able to perform microbially induced calcite precipitation were found in an area offshore Livorno, likely as a result of their adaptation to anthropic stressors, and their potential exploitation is currently under evaluation.

Leoni L. & Sartori F. (1994) - Heavy metals and Arsenic in sediments from the Continental Shelf of the Northern Tyrrhenian/Eastern Ligurian Seas. *Mar. Env. Research*, 41(1), 73-98.

Leoni L. & Sartori F. (1997) - Heavy metal and arsenic distributions in sediments of the Elba Argentario basin, southern Tuscany, Italy. *Environ. Geol.*, 32(2), 83-92

Nestola Y., Riminucci F., Toller S., Coppola D., Romano J. & Funari V (2022) - Report on the geological, geochemical and microbiological activities for the project SeaGMA on board R/V Dallaporta in northern Tyrrhenian (2022, 28 April – 05 May). <https://doi.org/10.26383/CNR-ISMAR.2022.7>.

Rastelli E., Corinaldesi C., Dell'Anno A., Tangherlini M., Martorelli E., Ingrassia M., Chiocci F.L., Lo Martire M. & Danovaro R. (2017) - High potential for temperate viruses to drive carbon cycling in chemoautotrophy-dominated shallow water hydrothermal vents. *Environ. Microbiol.*, 19(11), 4432-4446

Ruff S.E., et al. (2016) - Methane Seep in Shallow-Water Permeable Sediment Harbors High Diversity of Anaerobic Methanotrophic Communities, Elba, Italy. *Front. Microbiol.*, 7:374

On the rift architecture of the Northern Tyrrhenian Sea

Gamberi F.¹, Ferrante V.¹ & Mercorella A.¹

¹Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna.

Corresponding author email: fabiano.gamberi@bo.ismar.cnr.it

Keywords: back-arc basin, extensional faulting, submarine volcanism, transverse fault, STEP faults.

The Tyrrhenian Sea is the youngest back-arc basin connected with the subduction of the Tethys oceanic lithosphere. In the southern Tyrrhenian Sea, extension led to igneous crust emplacement, in the Cornaglia, Vavilov and Marsili Basins; to the north, extensional deformation did not proceed further than the rifting stage. In supra-subduction settings, rift systems display variations in structural style, with slab tears, or STEP-faults being first-order drivers of deformation. Volcanic arcs and off-arc volcanic belts, transverse to the subduction trend, are common in supra-subduction settings.

The recent papers dealing with the northern Tyrrhenian Sea structure, aim at defining its role in the large-scale evolution of the Tyrrhenian Sea. Here, we furnish the first detailed description of the rift architecture of the northern Tyrrhenian Sea. Three main rift zones are distinguished longitudinally: 1) northern zone: Giglio Basin 2) central zone: northern Montecristo, northern Etruschi, Cialdi, Giannutri, Tiberino and northern Civitavecchia Valley Basins 3) southern zone: Olbia, Leucotera, Ceto, Steno, Vercelli, and Euriale Basins.

All the basins, some of which are named here for the first time, are grabens or half-grabens bounded by seamounts corresponding to horsts. The northern zone is the apex of the rift system and is much narrower than the zones further south. It displays faults with mainly a NE-SW trend, unique in the study area. In the central and southern zones, rift basins trend mainly NNE-SSW, but also NE-SW trending structures are present. Within the rift system, a complex lineament of seamounts, with an overall N-S trend, ending southward in the Vercelli seamount, separates the central and the southern rift zones into eastern and western sectors. It can represent a past volcanic arc.

Three transverse zones, named here Civitavecchia, Tritone and Columbus, delimit the three rift zones. They trend E-W and NE-SW, are as wide as 30 km and are sometimes bounded by steep faults, which often form very narrow elongate basins, indicative of their possible strike-slip character. Along the Tritone lineament, conical seamounts with central depressions suggest volcanism over a wide area. Volcanic seamounts are also present along the Columbus lineament. Thus, the transverse lineaments associate with volcanism, and can represent the surface expression of major lithospheric tears.

Whereas the main rift framework was established in the Late Miocene-Pliocene, some portion of the rift system have been affected by extensional tectonics more recently and sometimes are still active.

Our analysis shows that transverse zones, possibly linked to lithospheric discontinuities, play a major role in the rift architecture. It also shows how volcanic centres, both longitudinal and transverse are an inherent part of the rift system. Furthermore, our analysis furnishes new constraints to improve our view of the evolution of the Apenninic-Tyrrhenian Sea subduction system.

Comunicare la Geologia alle nuove generazioni: l'esperienza dei progetti EITRaw Materials presso ISMAR-Bologna

Giuliani S.¹ & Bellucci L.G.¹

¹ Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna.

Corresponding author email: silvia.giuliani@bo.ismar.cnr.it

Keywords: divulgazione, geologia, scuola, equilibrio di genere, EITRaw Materials.

La società moderna sta affrontando cambiamenti epocali con, da un lato, una popolazione costantemente in aumento per la quale è necessario reperire più risorse e, dall'altro, le sempre più evidenti difficoltà legate alla carenza di personale qualificato nelle principali professioni STEM. La necessità di modernizzare l'insegnamento delle Scienze nelle scuole e di migliorare le percentuali di reclutamento/mantenimento nelle carriere legate alle geoscienze è quindi ampiamente riconosciuta e dibattuta. In particolare, la sensibilità acquisita e consolidata nel tempo ha fatto sì che i temi dell'inclusività e del superamento del disequilibrio di genere che si osserva spesso in questi ambiti lavorativi siano diventati importantissimi.

Nel corso del triennio 2020-2022, le ricercatrici ed i ricercatori dell'Istituto di Scienze Marine di Bologna sono stati coinvolti nello sviluppo e realizzazione di due progetti finanziati dall'Istituto Europeo di Innovazione e Tecnologia (EIT) nella sua branca legata alle problematiche delle materie prime, EITRaw Materials, in sintonia con gli obiettivi fissati sia dai programmi quadro Horizon 2020 e Horizon Europe che da quelli dell'Agenda 2030, in particolare gli obiettivi 4 (istruzione di qualità) e 5 (parità di genere).

Il progetto "BetterGeoEdu 2.0 - Teaching raw materials to primary schools with gamification" (BGE2.0) è stato finanziato nel biennio 2020-2021 per supportare l'insegnamento dei temi legati allo sfruttamento minerario utilizzando Minecraft, uno dei videogiochi più popolari al mondo, nella sua mod BetterGeo, che fornisce un'ambientazione più realistica e ricca di dettagli geologico/ambientali. Nel corso del progetto sono stati sviluppati i materiali didattici (esercizi e relative istruzioni) rivolti agli insegnanti della scuola primaria. Gli esercizi sono poi stati testati nel corso di numerose iniziative presso scuole, musei, geoparchi ed eventi aperti al pubblico. In molte occasioni sono state coinvolte anche le fasce di studenti più grandi (dai 15 ai 18 anni) che hanno agito come tutor, dopo preventivo addestramento, affiancando gli studenti più piccoli durante le fasi di gioco e lo svolgimento delle esercitazioni in classe.

Il progetto "Encouraging Girls to Study Geosciences and Engineering" (ENGIE) è stato finanziato per tre anni, dal 2020 al 2022 con l'obiettivo di incoraggiare le ragazze di 13-18 anni a seguire la propria passione nei confronti delle discipline geologiche. Il progetto, nel primo anno, ha cercato di trarre ispirazione dalle migliori pratiche sviluppate per avvicinare gli studenti ed insegnare loro le materie STEM. Questa fase ha aiutato a identificare le lezioni chiave per garantire il raggiungimento degli obiettivi. Nel corso dei successivi due anni, sono state messe in atto queste *best practices*, unitamente ad altre sviluppate in seno al progetto, nel corso di svariate iniziative ed azioni promosse dai partecipanti al progetto in 20 nazioni europee.

Evoluzione geomorfologica ed evidenze geoarcheologiche nell'area costiera di Selinunte (Sicilia SW)

Bufalini M.¹, Aringoli D.¹, Materazzi M.¹, Pallotta F.¹, Pambianchi G.¹, Pierantoni P.P.¹

¹Università di Camerino, Scuola di Scienze e Tecnologie-Sezione di Geologia, Via Gentile III da Varano, Camerino (MC) 62032, Italy.

Corresponding author email: margherita.bufalini@unicam.it

Keywords: Selinunte, Geo-archaeology, Climate change, Societal changes, Empedocle's work

In questo lavoro vengono descritti i risultati di un'indagine di dettaglio condotta a Selinunte (Sicilia SW, Italia), importante sito archeologico greco e attualmente il più grande parco archeologico d'Europa. Attraverso rilievi geomorfologici e geo-archeologici, prospezioni geofisiche (tomografie elettriche), sondaggi stratigrafici, immagini aeree analizzate mediante UAV (Unmanned Aerial Vehicles) e rilievi paleoclimatici e paleoidrologici, è stata evidenziata una stretta correlazione tra gli eventi climatici e l'antropizzazione nei periodi precedenti e contemporanei allo sviluppo della città, avvenuto in gran parte tra il VI e il IV secolo a.C..

Lo studio ha in generale permesso di ricostruire l'evoluzione geomorfologica occorsa nell'area costiera a partire dall'"optimum climatico" quando furono definiti i principali elementi fisiografici del paesaggio recente. Più in particolare è stato possibile verificare come gli effetti conseguenti alla "trasgressione Flandriana" e le iniziali condizioni climatiche caldo-umide che persistettero fino a circa 3500-3000 yrs B.P. avevano consentito la formazione di due golfi naturali, ideali per la costruzione di porti commerciali e militari di conseguenza lo sviluppo di una fiorente città, adatta al commercio; a questo si univa la presenza di fiumi navigabili che consentivano lo scambio di merci tra le aree interne e la costa. I rilievi condotti hanno anche permesso di verificare come in età ellenistica fosse fondamentale la disponibilità di georisorse di base, come l'acqua, utilizzata sia per scopi civili che religiosi, nonché di materiali da costruzione.

La successiva fase di decadenza della città, culminata con i conflitti bellici, particolarmente frequenti a partire dal V sec. a.C, avvenne in concomitanza con una "crisi ambientale" e fu accompagnata da importanti trasformazioni antropiche del paesaggio citate in letteratura (Calò et al., 2012) e verificate sul terreno. I processi che possono essere sintetizzati:

- diminuzione delle risorse idriche, legata anche al sovrasfruttamento di pozzi e sorgenti, che rese necessari lavori di raccolta e drenaggio delle acque;
- incremento dei processi di erosione sui versanti, legati a cambiamenti climatici verso condizioni decisamente più aride e a pratiche di deforestazione per l'estrazione del legname e l'espansione di aree adatte all'agricoltura. La principale conseguenza fu la progressiva perdita delle condizioni di navigabilità dei fiumi e la formazione di zone paludose lungo le foci fluviali, che crearono anche le condizioni per la diffusione di malattie ed epidemie, portarono alla progressiva distruzione della città greca in un contesto socio-ambientale già molto degradato.

Calò C., Henne P.D., Curry B., Magny M., Vescovi E., La Mantia T., Pasta S., Vanniere B. & Tinner W. (2012) - Spatio-temporal patterns of Holocene environmental change in southern Sicily. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 323-325, 110-122.

Late-Quaternary Meltwater Pulses investigated through sedimentological, micropaleontological and geochemical approach: preliminary results

Gois Smith F.S.^{1,2}, Lucchi R.G.³⁻⁴, Bini M.¹, Douss N.³ & Morigi C.¹

¹Dipartimento di Scienza della Terra, Università di Pisa.

²Dipartimento di Scienza della Terra, Università degli Studi di Firenze.

³National Institute of Oceanography and Applied Geophysics, Trieste.

⁴Centre for Arctic Gas Hydrate, Environment and Climate (CAGE), Department of Geosciences, UiT – the Arctic University of Norway.

Corresponding author email: fernandosergio.goissmith@unifi.it

Keywords: meltwater pulses, Late-Quaternary climate changes, piston core, Svalbard archipelago.

Climate changes and sea level rise during the next century are two of the main environmental challenges to face by the modern society. Sea level change responds to a variety of processes including ocean thermal expansion and ice sheet melting in the polar areas. The latter have been responsible for past abrupt relative sea level rises known as meltwater pulses that deeply changed the Earth's physiography after Last Glacial Maximum by submerging the paleo coastal areas. Meltwater pulses are short-lived global acceleration in sea-level rise resulting from intense glacial melting, surge of large ice streams into oceans and intense iceberg discharge during ice sheet disintegration (Blanchon, 2011). The main concerns related to the present fast global climate changing is the possibility that sudden drastic ice loss from Greenland and/or in the West Antarctic Ice Sheet would lead to a new abrupt acceleration of the relative sea level rise with consequent inundation of vast coastal areas and/or to cause an abrupt slowdown of the Atlantic Meridional Overturning Circulation (i.e. Golledge et al., 2014). To better understand the dynamics and risks associated with the onset of past meltwater pulses, their impact on thermohaline ocean circulation and climate it is pivotal the geological study of the well preserved and most recent meltwater pulses events occurred during the Late Quaternary, particularly those occurred during the Last Glacial Termination. Here, we present some preliminary results of the sedimentological, micropaleontological and geochemical investigation of 4 sediment cores collected on the Western margin of the Svalbard archipelago, next to the Fram Strait in the Arctic.

Blanchon P. (2011) – Meltwater pulses, in Encyclopedia of Modern Coral Reefs, 683-690. <https://doi.org/10.1016/S0012>.
Golledge N.R., Menviel L., Carter L., Fogwill C.J., England M.H., Cortese G. & Levy R.H. (2014) - Antarctic contribution to meltwater pulse 1A from reduced Southern Ocean overturning. Nature Communications, 5. <https://doi.org/10.1038/ncomms6107>.

Mappatura continua e ad alta risoluzione della distribuzione dei sedimenti dei fondali marini

Innangi M.², Innangi S.¹, Di Febraro M.², Di Martino G.¹, Sacchi M.¹ & Tonielli R.¹

¹ Istituto di Scienze Marine, CNR-ISMAR, Napoli.

² Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Pesche (IS).

Corresponding author email: michele.innangi@unimol.it

Keywords: distribuzione dei sedimenti, multibeam, backscatter, modellistica supervisionata e non supervisionata.

La topografia del fondale marino e la distribuzione granulometrica sono caratteristiche fondamentali negli ambienti marino-costieri in grado di influenzare la struttura delle comunità bentoniche e i processi ecologici a diverse scale spaziali (Huang et al., 2018). Inoltre, la caratterizzazione della distribuzione granulometrica è importante anche nella gestione dei porti e delle coste (Di Martino et al., 2021) e può essere essenziale quando si tratta di inquinamento e bonifica ambientale (Trifuoggi et al., 2017).

Di conseguenza, vi è un forte interesse in diverse discipline di ricerca per ottenere mappe geologiche e/o di habitat del fondale marino (Montereale Gavazzi et al., 2021). Lo scopo di questo studio è stato quello di fornire un nuovo modello, automatico e semplice, per ottenere mappe del fondale marino ad alta risoluzione, utilizzando i dati del sistema Multibeam batimetrico e di backscatter che sta diventando uno strumento fondamentale per l'esplorazione di ambienti costieri e di acque profonde, anche se altri strumenti, come il Sidescan Sonar, sono ancora ampiamente utilizzati. A tal fine, abbiamo calibrato un modello di regressione lineare che mette in relazione i valori della distribuzione granulometrica estratti da campioni raccolti in un'area di 16 km² nei pressi di Bagnoli-Coroglio (Italia meridionale), in funzione dei dati di backscatter e profondità. Il modello lineare ha raggiunto un eccellente coefficiente di determinazione e accuratezza predittiva, fornendo previsioni dettagliate e spazialmente esplicite della granulometria. Abbiamo inoltre dimostrato che una dimensione dei campionamenti del fondo pari al 40% di quella considerata in questo studio è sufficiente per calibrare modelli di regressione analoghi in aree diverse. Infatti abbiamo poi confrontato le previsioni spaziali esplicite del modello in un'area già mappata di 18 km², ossia l'isola di Lampedusa (Innangi et al., 2020) dove, però, non erano presenti campionamenti di fondo. A prescindere da alcune limitazioni (ad esempio, l'incapacità di prevedere gli affioramenti rocciosi e/o le praterie di fanerogame), il nostro approccio modellistico si è rivelato uno strumento flessibile il cui principale vantaggio è la resa di una mappa continua per la granulometria dei sedimenti, un approccio alternativo alle mappe categoriche che di solito riportano confini netti o si basano su poche classi di sedimenti. Il lavoro che presentiamo in questa sede è stato già pubblicato su *Remote Sensing* (Innangi et al., 2022) e viene riproposto con l'intento di un confronto diretto con i colleghi per prossime e future applicazioni.

Di Martino G., Innangi S., Sacchi M. & Tonielli R. (2021) - Seafloor morphology changes in the inner-shelf area of the Pozzuoli Bay, Eastern Tyrrhenian Sea. *Mar. Geophys. Res.*, 42, 13.

Huang Z., Siwabessy J., Cheng H. & Nichol S. (2018) - Using Multibeam Backscatter Data to Investigate Sediment-Acoustic Relationships. *J. Geophys. Res. Ocean*, 123, 4649-4665.

Innangi S., Tonielli R., Di Martino G., Guarino A., Molisso F. & Sacchi M. (2020) - High-resolution seafloor sedimentological mapping: The case study of Bagnoli-Coroglio site, Gulf of Pozzuoli (Napoli), Italy. *Chem. Ecol.*, 36, 511-528.

Innangi S., Innangi M., Di Febraro M., Di Martino G., Sacchi M. & Tonielli R. (2022) - Continuous, High-Resolution Mapping of Coastal Seafloor Sediment Distribution. *Remote Sens.*, 14, 1268.

Montereale Gavazzi G., Kapasakali D.A., Kerchof F., Deleu S., Degraer S. & Van Lancker V. (2021) - Subtidal Natural Hard Substrate Quantitative Habitat Mapping: Interlinking Underwater Acoustics and Optical Imagery with Machine Learning. *Remote Sens.*, 13, 4608.

Trifuoggi M., Donadio C., Mangoni O., Ferrara L., Bolinesi F., Nastro R.A., Stanislao C., Toscanesi M., Di Natale G. & Arienzo M. (2017) - Distribution and enrichment of trace metals in surface marine sediments in the Gulf of Pozzuoli and off the coast of the brownfield metallurgical site of Ilva of Bagnoli (Campania, Italy). *Mar. Pollut. Bull.*, 124, 502-511.

La biodiversità sommersa dell'isola di Linosa (Canale di Sicilia) in una mappa dei fondali in scala 1:15000

Innangi S.¹, Di Martino G.¹, Giordano L.¹, Innangi M.², Tonielli R.¹, Ferraro L.¹

¹Istituto di Scienze Marine, CNR-ISMAR, Napoli.

²Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Pesche.

Corresponding author email: sara.innangi@cnr.it

Keywords: distribuzione dei sedimenti, multibeam, backscatter, foraminiferi bentonici.

Le piattaforme continentali del Mar Mediterraneo possono essere caratterizzate dalla presenza di habitat coralligeni in un intervallo di profondità compreso tra 20 e 120 metri (Ballesteros, 2006). Per “*habitat coralligeno*” nel Mar Mediterraneo si intende una tipica concrezione biogenica che prospera in queste acque marine e che crescono in particolari condizioni di luminosità, di concentrazione di nutrienti, sedimentazione, temperatura e salinità. Gli habitat coralligeni, insieme ai letti di rodoliti e maërl, sono importantissimi in termini di biodiversità nel Mar Mediterraneo (UNEP-MAP-RAC, 2008), infatti sono stati riconosciuti come Vulnerable Marine Ecosystems (VME) dall’UE e da altre commissioni ambientali ufficiali (<http://www.fao.org/in-action/vulnerable-marine-ecosystems/en/>).

La conoscenza della loro distribuzione lungo le piattaforme continentali del Mar Mediterraneo è fondamentale per la gestione e la conservazione delle risorse marine ed è per questo che la classificazione dei fondali marini associata a questi habitat (come *Posidonia oceanica*, rodoliti, maërl, coralligeno) diventa di fondamentale importanza anche per una corretta gestione delle aree marine protette (De Falco et al., 2022). In questo contesto, grazie ad una collaborazione con l’Area Marina Protetta delle Isole Pelagie sono stati acquisiti da ISMAR Napoli una serie di dati geofisici, campionature del fondo e immagini ROV, che hanno consentito una valutazione dello stato di conservazione della *Posidonia oceanica* (Tonielli et al., 2016) e degli ambienti coralligeni (Innangi et al., 2019).

In particolare, per l’isola di Linosa, grazie all’utilizzo di navi oceanografiche del CNR, tra il 2016 e il 2017 sono stati acquisiti dati ben oltre i limiti dell’AMP, che hanno permesso di osservare il reale sviluppo dell’edificio vulcanico sommerso dell’isola (Tonielli et al., 2019; Romagnoli et al., 2020). L’analisi di tutti i dati raccolti ha consentito la realizzazione di una mappa tematica dei principali ambienti sedimentari e bentonici (scala 1:15000) in un range di profondità compreso tra i 20 e i 600 m. Inoltre, la mappa è corredata sia da immagini raccolte con investigazioni ROV che dall’integrazione dalla distribuzione spaziale dei foraminiferi bentonici e dalla identificazione di specie caratteristiche di diverse tipologie di facies (Ferraro et al., 2020).

- Ballesteros E. (2006) - Mediterranean Coralligenous Assemblages: A Synthesis of Present Knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol.*, 44, 123–195.
- De Falco G., Conforti A., Brambilla W., Budillon F., Ceccherelli G., De Luca M., Di Martino G., Guala I., Innangi S., Pascucci V., Piazzì L., Pireddu L., Santonastaso A., Tonielli R. & Simeone S. (2022) - Coralligenous banks along the western and northern continental shelf of Sardinia Island (Mediterranean Sea). *J. Maps*, 1-10.
- Ferraro L., Innangi S., Di Martino G., Russo B., Tonielli R., Innangi M. (2020) - Seafloor features and benthic foraminifera off Linosa Island (Sicily Channel, southern Mediterranean). *J. Mar. Syst.* 2020, 211, 103421.
- Innangi S., Tonielli R., Romagnoli C., Budillon F., Di Martino G., Innangi M., Laterza R., Le Bas T. & Lo Iacono C. (2019) - Seabed mapping in the Pelagie Islands marine protected area (Sicily Channel, Southern Mediterranean) using Remote Sensing object based image analysis (RSOBIA). *Marine Geophysical Research*, 40(3), 333–355.
- Romagnoli C., Belvisi V., Innangi S., Di Martino G. & Tonielli R. (2020) - New insights on the evolution of the Linosa volcano (Sicily Channel) from the study of its submarine portions. *Mar. Geol.* 2020, 419, 106060.
- Tonielli R., Innangi S., Budillon F., Di Martino G., Felsani M., Giardina F., Innangi M. & Filiciotto F. (2016) - Distribution of *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows around Lampedusa Island (Strait of Sicily, Italy). *J. Maps* 2016, 12, 249-260.
- Tonielli R., Innangi S., Di Martino G. & Romagnoli C. (2019) - New bathymetry of the Linosa volcanic complex from multibeam systems (Sicily Channel, Mediterranean Sea). *Journal of Maps*, 15(2), 611-618.
- UNEP-MAP-RAC, S.P.A. (2008) - Action plan for the conservation of the coralligenous and other calcareous bioconcretions in the Mediterranean Sea. UNEP MAP RAC-SPA publ., Tunis 2008.

Present-day sedimentary processes on the shelves of inactive volcanic ocean islands: the case study of the southern shelf of Porto Santo Island (Madeira Archipelago)

Innocentini S.^{1,2,3}, Quartau R.^{1,2}, Madeira J.¹, Casalbore D.^{3,4}, Cachão M.¹, Santos R.^{1,2} & Rodrigues A.²

¹ Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Instituto Dom Luiz, Lisboa, Portugal.

² Instituto Hidrográfico, Divisão de Geologia Marinha, Lisboa, Portugal.

³ Sapienza Università di Roma, Dipartimento Scienze della Terra, Roma, Italy

⁴ Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Area della Ricerca, Roma, Italy.

Corresponding author email: innocentini.1823681@studenti.uniroma1.it

Keywords: carbon factory, insular shelf, sediment samples, sedimentary processes, volcanic ocean island.

Shelves surrounding volcanic islands represent only a small portion of the entire submarine edifice that can extend to a few thousand meters below sea level. Despite their small areas, shelves show a significant morphologic and sedimentologic imprint made by the erosional, tectonic, volcanic and depositional processes. Active volcanic islands usually host sediments that are considered to result mostly from cliff and stream erosion and explosive volcanism, with minor contributions from biological productivity.

In this study, we integrate the morpho-stratigraphic characterization of the southern shelf of Porto Santo Island from Innocentini et al. (2022) with the analysis of the present-day sediments. The shelf consists of an erosive rocky surface, mostly covered by sediments and locally outcropping on the seafloor. We use a source-to-sink approach to understand how the current volume of sediments on the shelf has formed. To achieve this aim, sedimentological and compositional analysis of 100 sediment seafloor samples are integrated with multibeam bathymetry, backscatter mosaic and seismic reflection profiles to map the sediment type distribution and thickness on the shelf. Sediments on the shelf are mostly well sorted sands with carbonate skeletal particles representing more than 80% of the grains. Multibeam and seismic data also allowed recognising some local elongated bedforms and furrows in the inner shelf, giving insights into the present-day and past currents. We also use known subaerial erosion rates (that feed the beach and ultimately end on the shelf) to check if those are compatible with the volume of sediments on the shelf. The data shows that the present-day volume of sediments on the shelf is ~30% higher than those estimated from subaerial erosion, suggesting a significant recent shelf primary carbonate production. The sediment's microscopic characterization supports this hypothesis, which lead us to conclude that on small and inactive volcanic islands like Porto Santo the contribution of a temperate carbonate factory to the shelf sediments has a more significant role than previously thought.

Innocentini S., Quartau R., Casalbore D., Roque C., Vinhas A., Santos R. & Rodrigues A. (2022) - Morpho-stratigraphic characterization of the southern shelf of Porto Santo Island (Madeira Archipelago): Insights for small-scale instability processes and post-LGM sedimentary architecture. *Mar. Geol.*, 444, 106729.

Shoreline Prediction Modelling as a Base Tool for Coastal Management: The Catania Plain Case Study (Italy)

Laksono F.A.T.^{1,2}, Borzi L.³, Distefano S.³, Di Stefano A.³ & Kovács J.¹

¹The Doctoral School of Earth Sciences, Department of Geology and Meteorology, Institute of Geography and Earth Sciences, Faculty of Sciences, University of Pécs, Hungary.

² Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, Jenderal Soedirman University, Indonesia.

³ Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Sezione di Scienze della Terra, University of Catania, Italy.

Corresponding author email: laura.borzi@unict.it

Keywords: coastal dynamic, shoreline change analysis, shoreline forecast, DSAS; Kalman filter method.

Coastal dynamic is the complex result of multiple natural and human processes, and past and future coastal behavior studies become fundamental to support coastal zone management. However, the reliability of coastal evolution studies is strongly dependent on the analyzed time interval. The longer the period is, the more reliable the past shoreline change analysis and the forecast of shoreline position will be. The present study showed the 50-years shoreline evolution of the Catania coastal plain (Southern Italy), a densely populated area where human-induced processes deeply changed natural dynamics. Landsat and Sentinel imageries were used to extract shorelines position over the time between 1972 and 2022 and the DSAS tool was used to calculate the shoreline change rates. The shoreline evolution in 2032 and 2042 was performed by the Kalman filter method, a tool largely applied to forecast short-term shoreline future position. Most of the Catania coastal plain was mainly retreating over the last decades. However, the most significant changes were registered in correspondence with the coastal structures and the river deltas. The reliability of the forecasting model was highly related to the coastal morphology. Such as, the lower RMSE values were calculated in correspondence with the uniform coastal subsectors.

The physical basis for the occurrence of mesophotic reefs in the northern Mediterranean Sea (southern Adriatic coast)

Lisco S.¹, Cicala M.¹, De Giosa F.², de Luca A.¹, Festa V.¹, Nonnis Marzano C.³, Quiñones Rizo G.S.⁴ & Moretti M.¹

¹Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università degli Studi di Bari.

²Environmental Surveys S.r.l. (ENSU).

³Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Bari.

⁴Centro de investigación atmosférica y ecológica (atmospheric and ecological research center), Bonpland & Humboldt University Center, Veracruz, México.

Corresponding author email: stefania.lisco@uniba.it

Keywords: marine bioconstructions, mesophotic reef, Quaternary tectonics, Adriatic Sea, Apulia shelf.

Some mesophotic bioconstructions and reefs has been recently discovered along the Apulian coast in the southern Adriatic Sea (northern Mediterranean). In this work, the first mesophotic coral reef reported in the Mediterranean area and some massive mesophotic oyster bioconstructions have been analysed with special reference to their physical constrains. A multidisciplinary (geo-ecological) and multiscale (seismic lines, sub-bottom profiler, multibeam, side-scan-sonar, video and meso-micro analysis on samples) approach has been adopted. A laterally continuous set of bioconstructions has been recognized at 35-75 m of water depth along a E-W oriented slope in the central sector of the Apulia shelf. They form a mesophotic system (Coral Reef Facies and Oyster Reef Facies) which gradually passes to a ubiquitous Coralligenous Facies in the shallower and flat portions of the shelf. The transition between Coral and Oyster Reef Facies is placed around 60 m of water depth, the well-known global community break of mesophotic coral reefs. The origin of the E-W oriented slope (transversal to the coastline) is tectonic and corresponds to the northern sector of the Monte Giove submarine relief. Here, a N-dipping transtensional fault, resulting from the reactivation of an inherited normal fault, strikes from the coastline to the eastern shelf sectors for about 25 km. The interaction between this E-W-striking fault and the S-directed circulation of cold and dense water currents induces the formation of upwelling processes which are responsible for the massive presence of mesophotic bioconstructions and reefs in this sector of the northern Mediterranean Sea.

Underwater landforms that reveal our past life. Shelters, grasslands, forests, river paleobeds. Palaeogeographic reconstruction of the landscape of NW Sicily from 16 ka to the Neolithic

Lo Presti V.¹, Antonioli F.², Forgia V.³ & Sulli A.¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo.

² CNR-IGAG, Roma.

³ Dipartimento Culture e Società, Università di Palermo.

Corresponding author email: valeria.lopresti@unipa.it

Keywords: underwater landforms, paleogeography, topography, sea-level change, Sicily.

The peculiar paleo-geographic evolution of Sicily, the main Mediterranean island, makes it a perfect environment to study the relationship among early peopling, marine environment and coastal changes through the last millennia. One of the main issue debated from ancient topographers and archaeologists dealing with human mobility, ancient viability and paleo environmental studies is the actual morphology of the coastline depending from relative sea level-change that deeply changed from 16 ka cal BP (-106,5 m) and 6.5 ka cal BP (-8,6 m) (Lambeck et al., 2011) directly influencing palaeocostlines, topographic and historical interpretations.

Our research aims at filling this gap, offering valid variables to territorial model eventually combining archaeological survey and excavation data with the actual ancient coastal morphology and the related distance from archaeological sites: all decisive factors for a precise palaeoenvironmental contextualization of the archaeological data and the reconstruction of littoral resource exploitation patterns, human occupation, and mobility patterns along the coasts.

In order to achieve our scope we have georeferenced the main archeological sites along the modern coastline of Sicily with a chronology spanning from the documented early peopling of the island (~ 16 ka cal BP) to the Neolithic. Then we take into consideration morphobathymetric, lithological and sea level change (both isostatic and tectonic), in order to reconstruct the ancient coastal morphology, the distance and altitude of sites from and on the sea and, in some cases, the eventual existence of submerged archeological deposits or features at five specific case study: Grotta del Tuono and Cala del Genovese (Egadi, Trapani), Baia dell'Uzzo (San Vito Lo Capo, Trapani), Grotta dell'Arco di Capo Zafferano (Bagheria, Palermo) and Riparo del Castello (Termini Imerese, Palermo).

The analysis of marine geology data made it possible to analyze the currently underwater territory, which was, instead, the territory that 16 ka constituted the spaces where the populations lived, sheltered, hunted and moved. The submerged morphologies reveal possible interesting settlement sites, hunting territories, paleobeds of rivers that crossed these plains. This analysis, faced in a general way from the Egadi to the gulf of Palermo and in particular from Capo Mongerbino to the gulf of Termini Imerese, is revealing very interesting information. It, carried out for 6 time slices, shows in an ever different way as a function of the sea level rise, how different the territories, the coast, their activities, their life were.

IODP Proposal 927: the Tyrrhenian Magmatism & Mantle Exhumation (TIME)

Loreto M.F.¹, Zitellini N.¹, Ranero R.C.², Garrido C.J.³, Brunelli D.⁴, Sallares V.⁵, Ingo Grevemeyer I.⁶, Prada M.⁵, Raffi I.⁷, Ligi M.¹, Tinivella U.⁸, Cannat M.⁹, Perez-Gussinyé M.¹⁰, Barckhausen U.¹¹, Morishita T.¹², MecLeod C.¹³, Minshull T.¹⁴, Andreani M.¹⁵, Malinverno A.¹⁶ & Lugli S.¹⁷

¹ ISMAR– CNR, via P. Gobetti, 101, Bologna, Italy.

² ICREA at CSIC, Barcelona, Spain.

³ IACT-CSIC, Granada, Spain.

⁴ Univ. of Modena and Reggio Emilia, Italy.

⁵ ICM-CSIC Barcelona, Spain.

⁶ GEOMAR Kiel, Germany.

⁷ Univ. Chieti-Pescara, Italy.

⁸ OGS Trieste, Italy.

⁹ Institut de Physique du Globe de Paris, France.

¹⁰ MARUM, Bremen, Germany.

¹¹ BGR, Hannover, Germany.

¹² Univ. Of Kanazawa, Japan.

¹³ Univ. Of Cardiff, United Kingdom.

¹⁴ NOCS, Univ. Of Southampton, United Kingdom.

¹⁵ Laboratoire de Géologie de Lyon, France.

¹⁶ Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, New York; USA.

¹⁷ Univ. of Modena, Italy.

Corresponding author email: filomena.loreto@bo.ismar.cnr.it

Keywords: IODP, Peridotite, exhumed mantle, Tyrrhenian Sea

The proposal resulted from the outcome of the MagellanPlus Workshop “Tyrrhenian Magmatism & Mantle Exhumation” (TIME; June 5-7, 2017) sponsored by IODP and ECORD. The final proposal (927-Add3) has been approved on July 2021 and scheduled on August 2022 as Expedition 402 to be held on 9 February – 8 April 2024.

IODP proposal 927 aims at studying the time and space evolution of a continent-ocean transition (COT), from breakup to robust magmatism and subsequent mantle exhumation with closely time-related magmatism. The Tyrrhenian basin is the youngest basin of the Western Mediterranean, with formation initiating in the late Miocene. Recent geophysical and seismic data support the presence of magmatic rocks formed during the early COT phase, and of presumably subsequently exhumed mantle (Prada et al., 2014; 2015; 2016). The youth of the basin results in a modest sediment cover, facilitating sampling, with unprecedented spatial resolution, the peridotitic and magmatic basement across the conjugated COT of the basin. Six sites are selected to core into the basement of the basin, followed by downhole logging.

The drilling program of Expedition 402 is designed to target six sites along a west-east and north-south transect. Drill cores will recover peridotitic basement at each site, followed by downhole logging. The recovered material and data will address the five primary scientific objectives:

(1) Determine the kinematics and geometry in space and time of the extensional deformation in the basin. (2) Establish the timing and origin of the associated magmatism. (3) Establish the rheology, deformation patterns and timing of mantle exhumation. (4) Determine the compositional evolution and heterogeneity of the mantle source. (5) Test current models of continental lithosphere rifting and Continent – Ocean Transition formation.

Prada M., Sallarès V., Ranero C. R., Vendrell M. G., Grevemeyer I., Zitellini N. & de Franco R. (2015) - The complex 3-D transition from continental crust to backarc magmatism and exhumed mantle in the Central Tyrrhenian basin. *Geophysical Journal International*, 203(1), 63-78.

Prada M., Ranero C.R., Sallarès V., Zitellini N. & Grevemeyer I. (2016) - Mantle exhumation and sequence of magmatic events in the Magnaghi–Vavilov Basin (Central Tyrrhenian, Italy): New constraints from geological and geophysical observations. *Tectonophysics*, 689, 133-142.

Prada M., Sallarès V., Ranero C.R., Vendrell M.G., Grevemeyer I., Zitellini N. & de Franco R. (2014) - Seismic structure of the Central Tyrrhenian basin: Geophysical constraints on the nature of the main crustal domains. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119(1), 52-70.

Fluid seepage evidence in the Adventure Plateau (NW Sicily Channel)

Maiorana M., Parente F., Sulli A., Todaro S., Caldareri F. & Agate M.

Department of Earth and Marine Sciences, University of Palermo, Italy.

Corresponding author email: mariagiada.maiorana@unipa.it

Keywords: fluid seepage, seismo-stratigraphy, Adventure Plateau.

The northwestern region of the Sicilian Channel hosts a great number of morphological highs, the widest of which is the Adventure Plateau which is part of the Sicilian-Maghrebian Fold and Thrust Belt system, formed mainly during the Neogene. The complex morphology of the Adventure Plateau was shaped in the Lower Pliocene also by an extensional phase that produced high-angle normal faults mostly NW-SE to N-S oriented. Through these preferential pathways, magmatic fluids ascended and produced widespread volcanic manifestations. The interpretation of MBES (Multibeam Echosounder), seismic (sparker, airgun), well logs, and ROV (Remote Operative Vehicle) data identified several features related to the presence of fluids in the study area. The morpho-structural analysis showed an NW-SE-oriented fault system and a string of depressions that follows the same trend. The seismic-stratigraphic analysis highlighted various seismic signals located below the depressions, such as bright spots, enhanced reflection zones, and chimneys, which also suggest the presence of fluids that would rise to a few meters' depth. Since all these fluids' seepage evidences occur along the fault system, we consider this as the main pathway for vertical fluids migration. Further, to understand the fluids origin, a detailed well-log analysis has been performed; this showed the presence of oil traces, at a depth of 250 m, and gas (CO₂) at a depth of 500 m. So, also considering the magmatic fluids evidence found by literature data, a possible mixed origin of the fluids, both biogenic and magmatic, should be assumed. Therefore, this work allowed us not only to identify new fluid seepage evidence in the Adventure Plateau but also to provide new insights into the identification of fluid leakage pathways.

Seabed sediment and geomorphological mapping in a tidal coastal area: case studies from the Wadden Sea (Germany)

Mascioli F.¹, Piattelli V.², Cerrone F.², Cinosi J.², Kunde T.¹ & Miccadei E.²

¹NLWKN, Coastal Research Station, Lower Saxony Water Management, Coastal Defence and Nature Conservation Agency, Norden, Germany.

²Department of Engineering and Geology, University “G. d’Annunzio”, Chieti–Pescara, Italy.

Corresponding author email: francesco.mascioli@nlwkn.niedersachsen.de

Keywords: seabed mapping, mapping methods, hydroacoustic data, sediment samples, Wadden Sea.

The Wadden Sea, in the Southern North Sea, is among the largest tidal systems in the world, stretching along the coasts of the Netherlands, Germany, and Denmark. The Lower Saxony Wadden Sea is the focus of a governmental long-term seabed habitat mapping program, carried out by the NLWKN–Coastal Research Station in Norden and aimed at implementing the Habitat and European Marine Strategy Framework Directives.

Most of mapping efforts aim at identifying seabed areas featuring hard-substrates and very coarse sediments, representing critical habitats in the generally sandy North Sea. At the same time, an intense scientific activity within the scope of the program aims to implement objective and repeatable methods for mapping sediments and bedforms. An approach based on geomorphometrical and unsupervised Object-Based Image Analyses (OBIA) was tested in subtidal areas of Harle (Mascioli et al., 2022), Otzumer Balje (Mascioli et al., 2021), and Borkum Riffgrund. Multibeam echosounders were used to collect bathymetrical and backscatter data for producing full-coverage Digital Elevation Models and normalized backscatter mosaics with 1 m cell size. A parametric sub-bottom profiler was employed to detect stratigraphical structures up to 6 m below seabed. Ground-truthing occurred by Van Veen sediment samples and grain-size analyses, as well as available marine cores databanks. Morphometrical parameters of slope, roughness, profile curvature and Benthic Position Index were extracted using GIS tools and used to map bedforms. The OBIA was performed on a multiband raster including slope, roughness and backscatter, carrying out data segmentation, ISO-cluster classification, clusters characterization, and validation.

Several hard-substrate outcrops and boulders, referred to moraine deposits of the Saale glacial and periglacial environment, have been detected in Borkum Riffgrund, along with NNW–SSE paleochannels filled by Weichselian glaciofluvial/fluvial deposits (Schwarzer et al., 2008). Holocene peat outcrops on steep erosive slopes of Otzumer Balje and Harle tidal channels. Recent deposits are made of sandy sediments, with an increasing muddy fraction towards the shallow areas, and generally shaped by large-to-small sand waves.

The research provided new data on hard-substrate outcrops and stratigraphical setting. The methodological approach shows a successful application, despite some aspects still to be improved.

Mascioli F., Piattelli V., Cerrone F., Cinosi J., Kunde T. & Miccadei E. (2022) - Sediments and bedforms of the Harle tidal inlet (Wadden Sea, Germany). *J. Maps*, 1-8.

Mascioli F., Piattelli V., Cerrone F., Gasprino D., Kunde T. & Miccadei E. (2021) - Feasibility of Objective Seabed Mapping Techniques in a Coastal Tidal Environment (Wadden Sea, Germany). *Geosci. J.*, 11, 49.

Schwarzer K., Ricklefs K., Bartholomä A. & Zeiler M. (2008) - Geological development of the North Sea and the Baltic Sea. *Die Küste*, 74 ICCE, (74), 1-17.

Tephrochronology of marine sequences in a cold seep area of the SE Tyrrhenian Sea (Paola Basin) as a tool to reconstruct main episodes of methane release

Meschiari S.¹, Rovere M.¹, Insinga D.D.², Capotondi L.¹, Albert P.G.³ & Smith V.C.⁴

¹ Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna.

² Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Napoli.

³ Department of Geography, Swansea University, Abertawe, UK.

⁴ School of Archaeology, University of Oxford, UK.

Corresponding author email: sara.meschiari@bo.ismar.cnr.it

Keywords: tephrostratigraphy, methane release, Tyrrhenian sea.

Here we present preliminary correlations of tephra deposits recognized in several sediment cores to constrain the chronology of methane release. These cores were collected during two oceanographic campaigns (MVP11 and MB14) at depths between 520 and 750 m in a cold seep area of the southeastern Tyrrhenian margin (Paola Basin), which is characterized by mounded structures aligned along an anticline (Paola Ridge) and covered by pockmarks (Rovere et al., 2014; Rovere et al., 2022).

Sediment cores contain methane-derived authigenic carbonates that precipitated due to Anaerobic Oxidation of Methane in the Sulfate Reduction Zone with associated chemoautotrophic symbiotic shelly mega fauna (Rovere et al., 2015; Franchi et al., 2017). The down-core trend of abundance and isotopic characteristics of clam beds, benthic and planktonic foraminifera show that these seep sites have remained geochemically optimal habitats over a period of more than 40,000 years. Episodes of enhanced methane flux are also recorded and these have been dated using radiocarbon method on macro fauna shells and foraminifera.

Tephra in the investigated sequences occur as both primary and secondary deposits and they have been recognized and correlated between the cores through visual characteristics, magnetic susceptibility, and X-Ray Fluorescence log profiles using diagnostic elements and element ratios. Electron Microprobe and LA-ICP-MS analyses have been carried out on single glasses from selected samples of selected primary tephra in order to characterize their composition in terms of both major- and trace- element content. In this contribution the geochemical analysis allowed to find the Y-6 marine tephra layer related to the Pantelleria Green Tuff eruption, associated with a Zr peak in XRF profiles. Both major and trace analysis allow to fingerprint the Y-5 tephra showing the occurrence of Plinian and coignimbritic products of the Campanian Ignimbrite eruption. The presence of Aeolian products was also highlighted, with compositions typical of Vulcano and eastern sector of the archipelago. These results allow to relate the studied deposits to eruptions from southern Italy volcanoes and to establish proximal-distal and distal-distal correlations, thus implementing previous tephra studies of the region.

This multi-proxy stratigraphic approach to the studied marine sequences provides a first chronostratigraphic framework for a complex area and constrains the timing of the main episodes of enhanced methane release.

Franchi F., Rovere M., Gamberi F., Rashed H., Vaselli O. & Tassi F. (2017) - Authigenic minerals from the Paola Ridge (southern Tyrrhenian Sea): Evidences of episodic methane seepage. *J. Mar. Pet. Geo.*, 86.

Rovere M., Gamberi F., Mercorella A., Rashed H., Gallerani A., Leidi E., Marani M., Funari V. & Pini G.A. (2014) - Venting and seepage systems associated with mud volcanoes and mud diapirs in the southern Tyrrhenian Sea. *Mar. Geol.*, 347.

Rovere M., Rashed H., Pecchioni E., Mercorella A., Ceregato A., Leidi E., Gamberi F. & Vaselli O. (2015) - Habitat mapping of cold seeps associated with authigenic mineralization (Paola Ridge, southern Tyrrhenian Sea): combining seafloor backscatter with biogeochemistry signals. *Ital. J. Geosci.*, 134.

Rovere M., Mercorella A., Gamberi F. & Zgur F. (2022) - Hydrothermal vent complexes control seepage and hydrocarbon release on the overriding plate of the Tyrrhenian-Ionian subduction system (Paola Basin). *Front. Earth Sci.*, 10:852786.

Mappa bati-archeologica dei Geo-Archeo-Siti di Punta della Vipera e Castrum Novum (Costa Tirrenica, Italia)

Napoli S.¹, Petronelli D.¹, Bianchini M.¹, Barbaro B.⁵, Casalbore D.^{1,2}, Mazza D.³, Enei F.⁴,
Guadagno F.M.³, Cifaldi D.³, Meo A.³, Senatore M.R.³, Spatola D.¹, Zaccagnini R.⁵ & Chiocci F.L.^{1,2}

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università La Sapienza, Roma, Italia.

²Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Italia.

³DST, Università degli Studi del Sannio, Benevento, Italia.

⁴Museo del Mare e della Navigazione Antica, Castello di Santa Severa, S. Severa, Roma, Italia.

⁵Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la Provincia di Viterbo e per l'Etruria Meridionale, Roma, Italia.

Corresponding author email: napoli.1754236@studenti.uniroma1.it

Keywords: mappa Bati-archeologica, Peschiera, drone, Periodo Romano, fotogrammetria.

Vengono presentati i risultati preliminari di una ricostruzione bati-archeologica ad alta risoluzione di due Geo-Archeo-Siti (G.A.S.) della costa tirrenica a nord di Roma, rilevati nell'ambito del progetto Geo-Archeo. Sono stati prodotti modelli digitali di elevazione con una risoluzione di ~ 0.02 m, ottenuti utilizzando areo-fotogrammetria da drone Phantom 4 RTK. Indagini subacquee con videocamera Go-Pro hanno permesso la verifica al suolo dei dati telerilevati. Gli obiettivi principali dell'indagine, ottenuti attraverso l'interpretazione della morfobatimetria in acqua bassa, sono stati la definizione dei lineamenti deposizionali, strutturali, biogenici e antropici del fondale marino. Le due aree di studio si trovano a pochi km a sud di Civitavecchia (Lazio, Italia) e comprendono due antiche e ben conservate peschiere romane (piscinae) utilizzate per l'allevamento di pesci e molluschi ma anche come simbolo di ricchezza.

La "Peschiera di Punta della Vipera" è databile tra il I secolo a.C. e il I secolo d.C. e rappresenta una delle peschiere romane più complete e interessanti. La struttura è costituita da una grande vasca rettangolare (48 x 30m) dotata al suo interno di diverse sub unità ed è realizzata in conglomerato con rivestimento in *opus reticulatum*. La struttura poggia su una piattaforma rocciosa costituita da flysh oligocenici appartenenti alla formazione della Pietraforte (Marzano & Brizzi, 2009). La seconda area, poco più a sud, identifica l'area portuale di "Castrum Novum" ed è costituita da un vasto complesso di vasche quadrangolari, quasi tutte originariamente rivestite in cocciopesto; la struttura risulta essere tra le più grandi del Mediterraneo (Enei et al., 2020).

Le carte "bati-archeologiche" ad alta risoluzione, integrate dai rilievi diretti, hanno consentito (I) la comprensione del contesto geologico in cui si trovano le vasche, (II) l'individuazione di nuove strutture antropiche sommerse e (III) del rapporto tra le strutture geologiche locali e la realizzazione delle peschiere. In particolare, è riconoscibile come le testate aggettanti di quarzareniti della formazione "Pietraforte" siano state probabilmente utilizzate dai romani sia come strutture di fondazione sia per protezione naturale dall'azione delle mareggiate. Considerato l'elevato numero di peschiere presenti lungo le coste del Lazio, della Campania e della Calabria, la scarsa valorizzazione turistica dei siti, la loro rilevanza archeologica e la pericolosità legata all'azione di smantellamento da parte del moto ondoso, lo studio delle interazioni tra substrato geologico e strutture archeologiche ben si inquadra in un progetto che ha per scopo la valorizzazione, la salvaguardia e l'utilizzo a fini turistico-didattici dei siti archeologici.

Marzano A. & Brizzi G. (2009) - Costly display or economic investment? A quantitative approach to the study of marine aquaculture. *Journal of Roman Archaeology*, 22, 215-230.

Enei F., Preusz M. & Preusz K. (2020) - Castrum Novum, Storia e archeologia di una colonia romana nel territorio di Santa Marinella, *Quaderno 4, Acquapendente*, 233 pp.

Bridging the gap between submerged and continental infill at Campi Flegrei caldera: insights on the caldera structure and its evolution in the last 40 kyr

Natale J.¹, Vitale S.^{1,2}, Isaia R.², Ferranti L.¹, Steinmann L.³, Spiess W.³ & Sacchi M.⁴

¹Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse – Università di Napoli Federico II.

²Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Osservatorio Vesuviano.

³Faculty of Geosciences, University of Bremen.

⁴Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Sezione di Napoli.

Corresponding author email: jacopo.natale@unina.it

Keywords: Caldera evolution, Campi Flegrei, offshore stratigraphy, reflection seismic, fault systems.

Silicic calderas are among the most unpredictable volcanoes in terms of precursory signals prior to an eruption; hence understanding the past behaviour and defining an adequate structural framework becomes of utmost importance. This is the case of the Campi Flegrei caldera (southern Italy), which last erupted in 1538 AD and is nowadays one of the most densely urbanized active volcanic areas in the world. Since over one-third of the volcano is below sea level, using high-resolution seismic reflection data has been possible to tackle the limitations of structural and stratigraphic studies due to scarce and poorly continuous outcrops in the continental part. Campi Flegrei caldera records in its history at least two major caldera-forming eruptions, namely the Campanian Ignimbrite (CI) and the Neapolitan Yellow Tuff (NYT), at 40 and 15 ka, respectively. In this study, we reconstructed the offshore succession and the fault systems through analysis of high-resolution single and multichannel reflection seismic profiles. We correlated the resulting seismic stratigraphic framework with the on-land stratigraphy and depicted the general volcano-tectonic architecture. As a result, we detailed the causative relations between the intra-caldera marine and volcanoclastic sedimentation and the alternating phases of marine transgressions and regressions originated by the interplay between ground deformation and sea-level rise. The major caldera floor movements are connected to the large Plinian eruptions of Pomice Principali (12 ka) and Agnano Monte Spina (4.55 ka), with the onset of the first post-caldera doming at ca. 10.5 ka coupled with volcanic activity. The deformation field in the last 15 ka shows a self-similar pattern, regardless of its scale.

Concerning the offshore structures, we mapped two main fault systems, including those associated with the formation of the caldera and those affecting the resurgent dome. The ring fault system comprises three broadly concentric fault zones (inner, medial and outer ring fault zones) depicting a nested caldera geometry. Results indicate that the caldera faults formed during the CI eruption and subsequently reactivated during the NYT eruption when the inner and medial fault zones accommodated most of the collapse and were also episodically reactivated during the younger volcano-tectonic activity. The dome fault system is composed of high-angle normal faults that lowered the central part of the resurgent dome and are mainly related to the volcano-tectonic collapse that followed the Agnano-Monte Spina Plinian eruption (4.55 ka). Furthermore, the ring faults convey a significant amount of fluids toward the seafloor and have confined the distribution of post-CI volcanic vents and the post-15 ka intracaldera deformation field. The outcome of this work is the reconstruction of a volcano-tectonic evolutionary model of the last 40 kyr, demonstrating that the development of marine geology studies can be particularly precious for the comprehensive assessment of volcanic hazard and definition of future unrest scenarios at active volcanoes.

Coastal geomorphs supporting marine habitat diversity: examples from Capraia Island (Tremi Archipelago, southern Adriatic Sea, Italy)

Paglia G.¹, Piattelli V.¹, Bergamin L.², Chiocci F.L.³, Miccadei E.¹, Pierfranceschi G.² & Romano E.²

¹Engineering and Geology Department, University “G. d’Annunzio”, Chieti-Pescara.

²ISPRA – Italian Institute for Environmental Protection and Research, Rome.

³Earth Science Department, Sapienza, University of Rome.

Corresponding author email: elena.romano@isprambiente.it

Keywords: coastal geomorphology, karst phenomena, marine caves, marine sediments, environmental indicators.

Marine caves of the Mediterranean Sea are produced by karst phenomena that affected limestone formations extensively outcropping along the coast. Due to their extraordinary environmental variability, they are of great interest from a geomorphological and ecological point of view.

In the Tremi Archipelago (southern Adriatic Sea), the formation of several marine caves has been interpreted as due to karst activity in combination with tectonics and long-term coastal geomorphological evolution. Two caves (located in Cala Caffè and Cala Sorrentino, Capraia Island) were studied to reconstruct their geomorphological, sedimentological, and ecological characterization.

A geomorphological survey characterized the subaerial part of the rocky limestone slopes on which the two caves are located, between -19 and -25 m b.s.l. The morphology of these submerged caves points out as they are linked to the karst-tectonic geomorphological setting. Both features are some 30 m long with an E-W direction; at the inner end of Cala Sorrentino cave, a sharp change in direction (from E-W to N-S) occurs.

Seafloor sediment within the cave was analyzed to study texture, organic geochemistry, bio-, and thanato-coenoses of foraminifera and brachiopods. The sediment distribution shows a similar trend in the two caves, with a finer texture and a higher organic content in the inner stations. Two distinct foraminiferal assemblages, corresponding to two ecozones, were recognized despite the small size of the caves: an outer one referable to an environment with some connection with the open sea and an inner one, more isolated. On the contrary, no clear trend in the distribution of brachiopods was found; between the two caves, some difference in abundance was noticed, probably due to the difference in dimensions of the entrance and the morphology of the conduits, both influencing light penetration, an important factor for the distribution of the different species of brachiopods.

The integrated approach applied in this work demonstrated a close relationship between sea cave ecozones and submerged geomorphs. As for the latter, it has been demonstrated that karst and tectonic processes create small-scale well-differentiated habitats, significantly increasing marine biodiversity (Romano et al., 2023).

Romano E., Bergamin L., Berto D., Chiocci F.L., Miccadei E., Paglia G., Piattelli V., Pierfranceschi G., Rampazzo F., Sorci A. & Taddei Ruggiero E. (2023) - Geomorphological, sedimentological, and ecological characterization of marine caves from Capraia Island (Tremi Archipelago, southern Adriatic Sea, Italy): An integrated approach. *Mar. Geol.*, 455, 106952. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2022.106952>.

New insights on the fossil arc of the Tyrrhenian Back-Arc Basin (Mediterranean Sea)

Palmiotto C.¹, Braga R.², Corda L.³, Di Bella L.³, Ferrante V.¹, Loreto M.F.¹ & Muccini F.^{4,5}

¹ Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna.

² Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna.

³ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Roma “La Sapienza”.

⁴ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ROMA2, Roma.

⁵ Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.

Corresponding author email: camilla.palmiotto@bo.ismar.cnr.it

Keywords: back-Arc Basins, Tyrrhenian Sea, volcanic arcs, geodynamics, Transfer Zones.

Back-Arc Basins (BABs) and volcanic arcs are two main features characterizing the upper plates along convergent plate boundaries (Uyeda & Kanamori, 1979). The relative kinematics, composition and thermal state of the upper and lower plates, together with the age of the subducting lithosphere and the morpho- tectonic inheritance of the upper plate, rule the extensional tectonics along the BABs and their progressive evolution from a younger rifting stage to a mature spreading stage (e.g., Parson & Wright, 1996). We focused our research on the Tyrrhenian (Mediterranean Sea), a peculiar case of BAB associated to compressional tectonics where the lower oceanic plate is subducting under continental lithosphere. In particular, we studied the geology, geophysics and geodynamics of the area located South of the Vavilov Volcano in order to investigate the possible migration of the volcanic arc during the Ionian subduction of the past few Ma.

We analyzed middle resolution bathymetric data, downloaded from the EMODnet online database, and unpublished single-channel reflection seismic and magnetic data. Seismic profiles used are part of a large dataset collected during several cruises carried out by CNR-ISMAR of Bologna between the 1970s and the 1980s (Fabbri et al., 1981). Magnetic data were collected by the CNR-ISMAR during the TIR-96 cruise onboard the *R/V Gelendzhik* in the 1996 and the TIR-99 cruise onboard the *R/V A.N. Strakhov* in the 1999 (Bortoluzzi et al., 1999). Magnetic anomalies were calculated by subtracting the International Geomagnetic Reference field model and then reducing the data to the North Pole by phase shifting them using the regional inclination and declination values of the IGRF. Furthermore, we studied the petrology of igneous rocks as well as facies and microfaunas of carbonates dredged from two seamounts: Aurelia and Augusto.

The Augusto Seamount is characterized by an arc-shaped morphology, with several peaks located between 1950 and 2400 m below sea level. This curved morphology resembles the fossil Aeolian volcanic arc, South of the Marsili, formed by the fossil volcanic seamounts Sisifo and Tiro. The Aurelia Seamount shows an asymmetric perpendicular profile due sub-vertical faults affecting its northern side, visible both from bathymetry and from the sparker profiles. The distribution of the reduced to the pole magnetic anomalies shows positive values on the Augusto, and low negative values on the Aurelia. Samples of rocks dredges from the Aurelia and the Augusto show a magmatic nature of their basement (basalts with a calc-alkaline affinity). Carbonate samples consist of thin crusts cemented early made of Mg-calcite biomicrite rich in planktonic foraminifera, dated not older than Early Pleistocene. Based on our results, we interpreted the Augusto and Aurelia as part of the volcanic arc of the Tyrrhenian BAB during the Late Pliocene–Early Pleistocene time.

Bortoluzzi G., Fabretti P., Gamberi F., Marani M., Penitenti D., Stanghellini G., Tonani M., Zitellini N., Bonazzi C., Lippolis, S., Musacchio M., Daviddi A., Diroma G., Ferrarini A., Leotta, A., Gilod D., Nikaronenkov B., Efimov V. & Erofeev S. (1999) - Swath bathymetry and geophysical survey of the tyrrhenian sea report on bathymetric, magnetic and gravimetric investigations during cruises tir96 and tir99. In: IGM TECHNICAL REPORT N. 52, Bologna. http://ricerca.ismar.cnr.it/CRUISE_REPORTS/1990-1999/GELENDZHUK_TIR96_99_REP.

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*. C.R.N., Italian Project of Oceanography, Tecnoprint, Bologna, 101 -126.

Parson L.M. & Wright I.C. (1996) - The Lau-Havre-Taupo back-arc basin: a southward- propagating, multi-stage evolution from rifting to spreading. *Tectonophysics*, 263,1-22.

Uyeda S. & Kanamori H. (1979) - Back-arc opening and the mode of subduction. *J. Geophys. Res.*, 84, 1049-1061.

Caratterizzazione geomorfologica multiscala del Canyon di Punta Alice (Margine Calabria Ionica, Italia)

Petronelli D.¹, Casalbore D.^{1,2}, Pierdomenico M.³ & Ridente D.²

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

² Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Centro Nazionale Ricerche, UO Sapienza.

³ Istituto per lo studio degli impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino, Consiglio Nazionale delle Ricerche (IAS-CNR).

Corresponding author email: denise.petronelli@uniroma1.it

Keywords: canyon sottomarini, Multibeam bathymetry, Remotely Operated Vehicles (ROV), processi gravitative.

I canyon sottomarini sono importanti lineamenti morfologici dei margini continentali, agendo come principali via di trasporto di masse d'acqua, sedimenti, materia organica dalla piattaforma continentale ai fondali profondi (e.g., Amblas et al., 2018). Sistemi di canyon sottomarini sono stati individuati lungo l'intero margine compressivo calabro ionico, spesso arrivando in prossimità della costa in relazione alla presenza di una piattaforma continentale molto stretta o del tutto assente (e.g., Rebesco et al., 2009). In questo studio, tramite un'analisi integrata di dati morfobatimetrici e video ROV (Remotely Operated Vehicles), verrà svolta una caratterizzazione del corso superiore del Canyon di Punta Alice, tra i 10 e i 400 m di profondità. Dall'analisi dei dati batimetrici sono state identificate quattro zone morfologiche: piattaforma continentale interna, testata, fianchi e asse del canyon. La piattaforma è caratterizzata da campi di forme di fondo di diverse dimensioni che confluiscono nel Canyon di Punta Alice. Le indagini ROV sulle forme di fondo di maggiori dimensioni hanno evidenziato una zonazione del sedimento sabbioso con accumuli di foglie di *Posidonia oceanica* e detrito bioclastico, che fa ipotizzare l'azione di intense correnti di fondo in grado di trasportare sedimento e materiale organico nel canyon. La testata e i fianchi del canyon presentano una morfologia molto articolata con lineamenti erosivi quali nicchie di distacco e gullies. Le immagini ROV mostrano evidenze di erosione attiva lungo i fianchi con nicchie di frana di dimensioni submetriche che si impostano su una argilla semilitificata e depositi alla base, e piccoli rills con detrito grossolano e bioclastico. L'asse del canyon è interessato da recenti dinamiche sedimentarie di trasporto, come testimoniato da abbondanti depositi di foglie di *P. oceanica*, rifiuti di origine antropica e depositi di materiale vegetale di origine terrestre osservati dal ROV. Inoltre, dal dato morfologico si osservano forme di fondo arcuate legate a flussi gravitativi in regime supercritico e un knickpoint localizzato a circa 100 m di profondità. Tuttavia, mentre le prime sono caratterizzate da una facies pelitica omogenea con alto grado di bioturbazione, la scarpata del knickpoint mostra sottoescavazione e depositi di argilla semilitificata alla base, suggerendo attività recente da parte dei flussi gravitativi. Questi risultati dimostrano come l'analisi integrata di dati morfobatimetrici e video ROV sia efficace per caratterizzare i principali processi erosivi deposizionali che controllano l'evoluzione del Canyon di Punta Alice a differenti scale spaziali e temporali. Inoltre, considerando l'evoluzione retrogressiva delle testate dei canyon e il possibile sviluppo di frane costiere, come quella che ha interessato il Canyon di Punta Alice nel 2005 (Casalbore et al., 2012) questi risultati possono avere importanti implicazioni nella valutazione dei georischi associati a tali lineamenti.

Amblas D., Ceramicola S., Gerber T. P., Canals M., Chiocci F.L., Dowdeswell J.A., Harris P.T., Huvenne V.A.I., Lai S.Y.J., Lastras G., Lo Iacono C., Micallef A., Mountjoy J.J., Paull C.K., Puig P. & Sanchez-Vidal A. (2018) - Submarine canyons and gullies. In *Submarine geomorphology* (pp. 251-272). Springer, Cham.

Casalbore D., Bosman A. & Chiocci F.L. (2012) - Study of recent small-scale landslides in geologically active marine areas through repeated multibeam surveys: examples from the southern Italy. In *Submarine mass movements and their consequences* (pp. 573-582). Springer, Dordrecht

Rebesco M., Neagu R. C., Cuppari A., Muto F., Accettella D., Dominici R., Cova A., Romano C. & Caburlotto A. (2009) - Morphobathymetric analysis and evidence of submarine mass movements in the western Gulf of Taranto (Calabria margin, Ionian Sea). *International Journal of Earth Sciences*, 98(4), 791-805.

Tephrochronology of the Pozzuoli Bay sequences: a tool for the timing and understanding of event beds in the Campi Flegrei caldera

Petrosino P.¹, Insinga D.D.², Lubritto C.³, Molisso F.² & Sacchi M.²

¹Dipartimento di Scienze della Terra, dell’Ambiente e delle Risorse – Univ. degli Studi di Napoli Federico II.

²Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Napoli.

³Dipartimento di Scienze Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche, Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli.

Corresponding author email: donatelladomenica.insinga@cnr.it

Keywords: Tephra, volcanoclastic deposits, Campi Flegrei caldera, Pozzuoli Bay, high-resolution seismic.

The present research deals with tephra deposits embedded in marine sediments of the Pozzuoli Bay and the western part of the Naples Bay. The main purpose is to build an event stratigraphy in a complex epiclastic/volcanoclastic stratigraphic domain characterized by the arrival of pyroclastic (currents and fallout) and reworked continental and marine deposits evolved from landslides, lahars and gravity flows. A tephrostratigraphic investigation integrated by radiocarbon dating was carried out on a set of marine gravity cores, which penetrated both the Late Holocene caldera infill and the extra-caldera successions. Sedimentary structures, textures of cored deposits and facies analysis were carefully examined in order to define the primary or reworked nature of the volcanoclastic horizons, including the type of the base of individual layers (sharp or erosive), the grain-size and textural characteristics of the deposit (selected, poorly selected or chaotic) and the origin of the main constituents (mainly juvenile or lithic). The chemical composition of the juvenile fractions from primary deposits was analysed through SEM-EDS technique. Results were compared to the available datasets from proximal deposits to identify their parental explosive events. Among the studied tephra, sourced by Campi Flegrei, Somma-Vesuvius and Ischia Island, some main markers were correlated to the Averno 2 eruption (ca. 4.2 cal ka), which represents the oldest event in the intra-caldera successions, the slightly younger Capo Miseno eruption, the Astroni 1-5 and Astroni 6 and the bimodal 79 AD – Cretaio (Ischia) tephra. The upper part of the NYT unit marks the bottom of the extra-caldera successions located close to the Ammontatura basin in the western part of the Naples Bay. Some of these well-dated markers were used successfully for chronostratigraphic calibration of very high-resolution seismic profiles that support kinematic reconstruction of vertical movements (uplift/subsidence) following the NYT eruption in the Pozzuoli Bay (Sacchi et al., 2014). The results of this tephrostratigraphic analysis also provides new data to support the reconstruction of the dispersal of the products of eruptions characterized by limited outcrops on land (e.g. Capo Miseno). These issues are of utmost importance for volcanic hazard assessments, since the precise reconstruction of invaded areas and erupted volumes, together with the accurate timing of the ground deformation phases, are of crucial importance for the evaluation of possible effects of a future eruption. Some of the tephra markers identified can be used for stratigraphic reconstruction both at a local and regional scale, as they are widely spread also outside the area of the Pozzuoli Bay. Among these, the Capo Miseno tephra has been already identified in the Gaeta Bay and the tephra couplet 79 AD - Ischia Cretaio tephra is likely a marker at 2 ka for the Tyrrhenian Sea.

Sacchi M., Pepe F., Corradino M., Insinga D.D., Molisso F. & Lubritto C. (2014) - The Neapolitan Yellow Tuff caldera offshore the Campi Flegrei: Stratal architecture and kinematic reconstruction during the last 15 ky. *Mar. Geol.*, 354, 15-33.

Methodology and GIS approaches for Benthic habitat mapping in the Southwestern Adriatic Sea and Southeastern Tyrrhenian Sea (Campania region) offshore

Prampolini M.¹, Angeletti L.², Castellan G.¹, Grande V.¹, Innangi S.¹, Di Martino G.¹, Tonielli R.¹,
Taviani M.¹ & Foglini F.¹

¹Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche.

²Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Corresponding author email: mariacristina.prampolini@bo.ismar.cnr.it

Keywords: benthic habitat mapping, GIS, Maritime spatial planning, Adriatic & Tyrrhenian Sea.

The knowledge of habitat distribution and extent is critical for the conservation and the management of the marine system also responding to European directives such as the Habitats Directive (92/43/EEC) and the Marine Strategy Framework Directive (2008/56/CE). Furthermore, it is of primary relevance to address the new targets of the Convention on Biological Diversity and the EU Biodiversity Strategy for 2030. Mapping marine life is also crucial to provide inventory of vulnerable ecosystems and species, identifying biodiversity hotspots and quantifying ecosystem services. For these reasons, habitat mapping and a habitat classification scheme are indispensable to support conservation measures, representing also a background for maritime legislation and management.

In this context, the habitat-mapping group of the CNR-ISMAR worked to establish a unified approach on the definition of a habitat classification scheme for GIS applications (CoDeMap), combining multiscale geological (geomorphology and substrate) and biological data, to identify, describe and map habitat distribution from deep sea to shallow water in a consistent way. This scheme is a tool for data description, integration management and mapping in a GIS environment.

Here we present two examples of benthic habitat mapping applying the CoDeMap classification scheme, one in the southern Adriatic Sea and one from the Tyrrhenian Sea.

The dataset of the southern Adriatic Sea comprehends a huge amount of seabed acoustic reflectivity data acquired by CNR-ISMAR in the last 20 years. We performed a semi-automated classification of acoustic reflectivity, bathymetry and bathymetric derivatives images through the ArcGIS tool RSOBIA (Remote Sensing OBIA). This unsupervised image segmentation was classified and validated through bottom samples, images, and prior knowledge of the study areas. Finally, we produced a benthic habitat map of the southern Adriatic Sea following the CoDeMap classification scheme.

The seafloor of the Campania region (Tyrrhenian Sea) was analyzed recovering geophysical raw data collected from previous projects (e.g. CARG project) and reprocessing them with new technologies. After a gap analysis, we acquired, processed and interpreted new multibeam data where seafloor acoustic reflectivity data were fragmented or absent. Spatial information on benthic habitats and species occurrences were collected from scientific papers, reports, bottom samples and images. We integrate and interpret these data to produce geomorphological map, substrate map, and biological map at regional scale. The final benthic habitat map has been generated from the combination of these three factors, applying the CoDeMap classification scheme.

These works represented an excellent opportunity to capitalize on already existing information, collecting new data only in presence of critical gaps. In the era of Maritime Spatial Planning, Marine Strategy Framework Directive and open science as well as citizen science, this effort should be exported across Italian regions to allow a sustainable use of marine resources.

Detecting submerged palaeo-shoreline landforms in the Ligurian-Provençal continental shelf facing an outstanding Palaeolithic archaeological site through multibeam and high-resolution seismic data

Raffa G.¹, Morelli D.², Pepe F.³, Corradi N.², Perego A.⁴, Starnini E.¹, Vacchi M.¹, Ryan D.D.¹, Zerboni A.⁴, Notter O.⁵, Rossoni-Notter E.⁵, Moussous A.⁵ & Pappalardo M.¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa.

² Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università degli Studi di Genova.

³ Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo.

⁴ Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio" Università degli Studi di Milano.

⁵ Musée d'Anthropologie Préhistorique, Monaco.

Corresponding author email: gabriella.raffa13@gmail.com

Keywords: Pleistocene sea-level change, Ligurian-Provençal continental shelf, Balzi Rossi archaeological area, high-resolution seismic data, digital topo-bathymetric model.

A large part of the lowlands exploited and settled by humans during Prehistory is currently submerged. On the continental shelf traces of landforms developed in a subaerial environment are preserved in the form of topographic as well as of sediment architecture features. Detecting them is extremely informative in order to reconstruct the palaeogeography of the territory where palaeolithic cultures thrived. The SP-Heritage Project proposes a new interdisciplinary approach to investigate evidence of Palaeolithic human occupation and cultural heritage in the NW Mediterranean area in conjunction with Pleistocene sea-level change studies. Part of the Project activities have been devoted to interpreting the continental shelf palaeolandscape in front of the Balzi Rossi archaeological area (NW Mediterranean), through the high-resolution seismic reflection techniques, multibeam and sediment corings data. In the study area, a unique assemblage of archaeological sites dating to the Palaeolithic were found in a rocky coast geomorphological setting where sea-level indicators of the last 3 or 4 interglacials are present.

The outstanding heritage represented by this site includes evidence of multiple settlement of different human species. The sediments within which human bones and artifacts belonging to Acheulean, Musterian, Proto-Aurignatian, Gravettian and Epigravettian cultures were found, yield witness of the environment where these populations lived. The deposits were preserved along a steep cliff and in caves and rock shelters opened in it.

A dense grid of seismic reflection data associated to a high-resolution digital topo-bathymetric model of the study area revealed landforms associated to palaeoshorelines associated to sea-level lowstands. Particularly, a submerged cliff that replicates the features of the present day coastal cliff. Sediment corings were performed in selected locations along the continental shelf in order to retrieve sediments associated to palaeoshorelines, where future activities should be directed to verify the presence of submerged archaeological sites.

Metodologia per la redazione di un Piano Depositi Relitti Sommersi della Regione Siciliana: work in progress

Randazzo G.^{1,2}, Gregorio F.¹, Paltrinieri D.³ & Lanza S.^{1,2}

¹ Dipartimento di Scienze Matematiche e Informatiche, Scienze Fisiche e Scienze della Terra (MIFT), Università degli Studi di Messina.

² GEologis s.r.l. Spin Off UNIME.

³ COREMA Spiagge s.r.l.

Corresponding author email: grandazzo@unime.it

Keywords: sabbie relitte, piattaforma continentale, compatibilità tessiturale, VIA-VAS.

La Sicilia ha uno sviluppo costiero di 1642 km, isole minori incluse, suddiviso tra 122 comuni che generalmente soffrono tutti di problemi direttamente o indirettamente connessi con l'arretramento della linea di riva.

Il processo erosivo inizia con il boom economico che, con il miraggio della seconda casa a mare, trasforma la fascia costiera in un *unicum* costruito e connesso da infrastrutture viarie e lungomare che hanno occupato dune, retro dune e talvolta le spiagge stesse, irrigidendo il litorale, esponendolo così all'azione demolitrice del mare. Le prime risposte difensive furono rigide, innescando così ulteriori processi erosivi nelle aree di sottoflutto. Più di cinquant'anni dopo, la risposta all'erosione è ancora rigida: nel migliore dei casi si progettano interventi ibridi con barriere frangiflutti, pennelli, massicciate e qualche spruzzata di effimero ripascimento, i cui sedimenti provengono spesso da cave subaeree, con un importante danno al paesaggio e senza considerare alcuna aliquota di materiale per le future azioni di mantenimento.

La limitata quantità e/o la scadente qualità del materiale utilizzato hanno portato allo scarso successo complessivo dei pochi ripascimenti; è evidente che manca una programmazione regionale mirata all'individuazione di fonti di approvvigionamento certe di sedimenti, compatibili con quelli presenti lungo i litorali erosi, garantendo così la loro disponibilità per gli interventi stessi e per le fisiologiche ricariche.

Occorre declinare nel contesto siciliano le pluridecennali esperienze nella gestione degli inerti marini dei paesi del nord Europa, all'interno della Pianificazione dello Spazio Marittimo Italiano in corso di approvazione definitiva. Inoltre, con l'entrata in vigore del DM 173/2016 vi sono le condizioni teoriche per una semplificazione nelle procedure di dragaggio dei depositi marini relitti.

Iniziative private sono state frustrate da procedure di valutazione ambientale negative, spesso basate sull'eccessiva soggettività nella valutazione costi/benefici di tale tipologia di intervento.

In quest'ottica l'Autorità di Bacino istituita, in Sicilia, con la Legge Regionale n. 8 del 8.05.2018, ha deciso di redigere un Piano dei Depositi Relitti Sommersi, partendo dalle conoscenze acquisite dalla ricerca scientifica in campo geologico marino e riducendo lo spazio ulteriormente esplorabile, con un sistema *ad escludendum*, che dovrebbe fornire ai potenziali interessati la possibilità di esercitare il diritto d'impresa con sufficiente garanzia per l'economia e per l'ambiente.

UNIME è consulente dell'AdB per questa attività, con lo scopo di individuare tutte le ragioni ambientali, produttive e concessorie che osterebbero all'attività di cava, lasciando lo spazio restante aperto all'esplorazione dei fondali.

An educational initiative to integrate all the geological, geomorphological, biological, and ecological knowledge of the coastal marine environment: the ISPRA summer school

Romano E.¹, Miccadei E.², Chiocci F.L.³ & core teaching group*

¹ISPRA – Italian Institute for Environmental Protection and Research, Rome.

²Engineering and Geology Department, University “G. d’Annunzio”, Chieti-Pescara.

³Earth Science Department, Sapienza, University of Rome.

Corresponding author email: elena.romano@isprambiente.it

Keywords: summer school, interdisciplinary approach, marine geology, coastal geomorphology, marine biology and ecology indicators.

The “Summer school on geomorphology, ecology, and biology in marine and insular environment” has been organized by ISPRA and the University of Chieti-Pescara “G. d’Annunzio” since 2019, with the patronage of the Italian Geological Society and Sapienza, University of Rome.

The school was held in Tremiti and Pontine archipelagos in the past and will be held in the Egadi archipelago in 2023; it is aimed at Master and PhD students, early career researchers, and technicians working in the marine environment. The school will train participants on different submarine survey techniques (from scuba diving to geophysics, from in-situ measurement to lab analysis) with a focus on the need for a multidisciplinary and complementary approach for the study of marine-coastal environments, which is of growing societal, economic, and environmental interest.

In fact, the land-sea boundary is inherently deeply affected by global changes and subject to many environmental risks (from geohazard to pollution) due to the increasing impact of human activities and to the ever-growing number of coastal settlements and infrastructures located along the coast and in shallow water. In this respect, small islands have been found to be an ideal setting for the school as the coastal/marine environment is the meantime very relevant for communities but pristine enough because of the lack of large infrastructures; moreover, out of the tourist season, the islands offer enough cheap accommodation and facilities for students and a charming landscape where to realize indoor and outdoor teaching activities.

Over the past editions, various subjects have been taught, ranging from marine geology to coastal geomorphology and sedimentology, oceanography, marine biology, and ecology, always keeping the multidisciplinary approach for the study and aiming at stimulating interest on new topics for the environmental challenges that researchers, technicians, and professionals will be asked to face in the coming decades.

* core teaching group: Bergamin L., Budillon F., Di Bella L., Furlani S., La Valle P., Orrù P., Salvati E., Spagnoli F.

Geochemical characterization of the metalliferous layer of ODP Site 651, Vavilov Basin, Tyrrhenian Sea

Romano J.¹⁻²⁻³, Funari V.²⁻⁴, Vigliotti L.² & Rovere M.²

¹ Dipartimento BiGeA- Scienze biologiche, geologiche e Ambientali, Università di Bologna.

² Istituto di Scienze Marine- Consiglio nazionale delle ricerche.

³ Fano Marine Center- Laboratorio di Biologia Marina di Fano.

⁴ Stazione zoologica Anton Dohrn Napoli.

Corresponding author email: Jennifer.romano@bo.ismar.cnr.it

Keywords: metalliferous sediments, assessment of metal enrichment, X-Ray fluorescence, magnetic susceptibility.

The seafloor of the Tyrrhenian Sea is believed to host metals of economic interest (Fe, Mn, Cu, Zn) and critical elements (e.g., Co, Cr, Ga, Nb, Sb, REEs) in various geological settings. This work aims to provide the geochemical characterization of samples collected during the Ocean Drilling Program (ODP), expedition 107 site 651 in the Vavilov Basin. Previous studies established the presence of a basement complex consisting predominantly of basalts overlying serpentinized peridotite. The sedimentary cover overlying basalt is of Pliocene to Pleistocene age and includes in the lower section 40-m-thick dolostones, from which at least 20-m-thick was described as metalliferous (McKenzie et al., 1990). The first scientific target of Site 651 was to penetrate sufficiently deep into basalts and recover relatively unaltered samples for determination of ages and geochemical signatures, however a secondary, not less important objective, was to recover the so-called “basal” metalliferous sediments that at the time were hypothesized to occur just above the basalts after first findings at Deep Sea Drilling Project (DSDP) sites on oceanic crust formed at mid-ocean ridges (Dymond et al., 1973; Jarvis, 1985; Barrett et al., 2021). At the eve of a new International Ocean Discovery Program that will return to the Tyrrhenian Sea in the same location (Expedition 402, foreseen 9 February–8 April 2024, JOIDES Resolution Science Operator 2023), for investigating the Continent-Ocean Transition, this work provides a more detailed geochemical characterization of the metallic-rich layer by wavelength-dispersive X-Ray Fluorescence (XRF), inductively coupled plasma mass spectroscopy (ICP-MS) (performed on fourteen, selected, samples), complemented by magnetic susceptibility analysis measured in low and high frequency. We performed the analysis on 42 samples of site 651, while sites 650 and 655 located respectively in the Marsili Basin (2 samples) and on the top of the Gortani Ridge (3 samples), lying in between basalts and the dolostone, were used as a reference. The degree of metal enrichment is evaluated by comparing crustal averages. Major, minor, and trace elements analysis of the metalliferous layer of ODP Leg 107 site 651 seems to suggest a hydrothermal genesis of this metal enrichment.

Barrett T.J., Jarvis I., Hannington M.D. & Thirlwall M.F. (2021) - Chemical characteristics of modern deep-sea metalliferous sediments in closed versus open basins, with emphasis on rare-earth elements and Nd isotopes, *Earth-Science Reviews*, 222.

Dymond J., Corliss J.B., Heath G.R., Field C.W., Dasch E.J. & Veeh H.H. (1973) - Origin of Metalliferous Sediments from the Pacific Ocean. *Geological Society of America Bulletin*, 84, 3355-3372.

Jarvis I. (1985) - Geochemistry and Origin of Eocene-Oligocene Metalliferous Sediments from the Central Equatorial Pacific: Deep Sea Drilling Project Sites 573 and 574. Initial reports DSDP, Leg 85, Los Angeles to Honolulu. 85. 781-804.

JOIDES Resolution Science Operator (2023) - https://iodp.tamu.edu/scienceops/expeditions/tyrrhenian_continent_ocean_transition.html.

McKenzie J.A., Isern A., Karpoff A.M. & Swart P.K. (1990) - Basal dolomitic sediments, Tyrrhenian Sea, Ocean Drilling Program Leg 107. In Kastens K.A., Mascle J., et al., *Proc. ODP, Sci. Results, 107: College Station, TX (Ocean Drilling Program)*, 141-152.

Rilevamento geologico dell'area marina costiera del Golfo di Gaeta, Mar Tirreno, per la realizzazione dei Fogli n° 429 “Mondragone” e n° 416 “Sessa Aurunca” alla scala 1:50.000 (progetto CARG): acquisizione dati e risultati preliminari

Sacchi M.¹, Innangi S.¹, Di Martino G.¹, Contiero M.¹, Molisso F.¹, Insinga D.D.¹, Di Donato V.², Monti L.³, Fiorentino A.⁴, Papasodaro F.⁴ & Tonielli R.¹

¹ Istituto di Scienze Marine, CNR-ISMAR, Napoli.

² Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse (DiSTAR), Università di Napoli Federico II, Italia

³ Regione Campania, Napoli.

⁴ Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Roma.

Corresponding author email: marco.sacchi@cnr.it

Keywords: rilevamento geologico, multibeam, sidescan sonar, coralligeno, cartografia.

Il presente lavoro illustra i risultati preliminari del rilevamento geologico dell'area marina costiera del Golfo di Gaeta, Mar Tirreno, per la realizzazione dei Fogli n° 429 “Mondragone” e n° 416 “Sessa Aurunca” alla scala 1:50.000 (progetto CARG). L'area marina inclusa nei Fogli geologici Mondragone e Sessa Aurunca è ubicata in corrispondenza della piattaforma continentale del Golfo di Gaeta (Litorale Domizio), lungo la zona costiera del Tirreno orientale compresa tra le foci dei fiumi Volturno e Garigliano. Quest'area si estende per circa 50 km dalla Piana del Garigliano a Nord fino a Monte di Procida a Sud, ed è caratterizzata da una costa bassa sabbiosa, con profilo morfologico per lo più dominato dalle correnti lungo costa e dalla dinamica fluviale.

Nel maggio 2021 è stata condotta una campagna oceanografica per l'acquisizione di dati batimetrici con Multibeam Kongsberg 2040 dal CNR-ISMAR a bordo del battello oceanografico “Lighea” dell'ISPRA. L'indagine è stata realizzata per ottenere un rilievo a più alta risoluzione nel settore di Sinuessa, al largo del Monte Massico. Tale rilievo ha evidenziato una morfologia del fondale articolata in un intervallo batimetrico compreso tra i 10 e i 20 m di profondità che si differenzia sostanzialmente dai fondali pianeggianti dell'area circostante. È stata poi effettuata l'acquisizione di un set di dati di riflettività acustica mediante un sistema Sidescan Klein 2000. Il rilievo ha coperto l'intera area marina inclusa nei Fogli geologici n. 429, e n. 416, dalla linea di costa fino all'isobata dei 30 m.

Nel febbraio 2022 è stata effettuata, a bordo della N/O “Lighea”, una campagna di campionature del fondo mare (campagna oceanografica Carg0222), per la calibrazione dei dati di riflettività acustica dei fondali. Il piano di indagini è consistito nel prelievo di campioni mediante una benna Van Veen lungo transetti perpendicolari alla costa. I punti di campionamento sono stati posizionati sulla base delle facies acustiche riconosciute sui mosaici acustici e in totale sono stati raccolti 44 campioni, 30 dei quali nel settore di Sinuessa, caratterizzato da un'elevata variabilità morfologica e biodiversità ambientale. In quest'area sono state inoltre acquisite immagini video mediante ROV Seamor steelhead. I transetti navigati sono stati selezionati sulla base dell'interpretazione dei dati geofisici e geologici acquisiti. Le immagini ottenute mediante le osservazioni subacquee con il ROV hanno rivelato un'area intensamente colonizzata da biocenosi di organismi bentonici calcarei (incrostanti di tipo “coralligeno”).

I risultati di questo studio includono immagini di alta risoluzione dei dati batimetrici e sidescan sonar acquisiti nel 2021, il riconoscimento delle associazioni di litofacies campionate a fondo mare, ed una carta geologica preliminare del fondale marino con indicazione dei principali elementi deposizionali del sistema di piattaforma continentale dell'area rilevata.

Coupling optical and acoustic remote sensing techniques for geomorphological studies, sustainable planning and management in coral reef environments (Magoodhoo Reef – Maldivian Archipelago)

Savini A.^{1-2*}, Fallati L.¹⁻², Varzi A.G.¹, Krastel S.³, Micallef A.⁴, Marchese F.⁵, Saponari L.² & Galli P.¹⁻²

¹DISAT, Department of Earth and Environmental Sciences, University of Milano – Bicocca, Italy.

²MARHE Center, Magoodhoo, Faafu atoll, Republic of Maldives.

³Institute of Geosciences Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Germany.

⁴Marine Geology & Seafloor Surveying, Department of Geosciences, Faculty of Science, University of Malta.

⁵Red Sea Research Center, King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia.

Corresponding author email: alessandra.savini@unimib.it

Keywords: Coral reef, nearshore, geomorphological mapping, remote sensing, multisource geospatial dataset.

Combining optical imagery and acoustic seafloor mapping data have greatly improved geomorphological mapping techniques in tropical coral reef environments (Leon et al., 2013). Our work made use of multisource elevation data (i.e.: satellite derived bathymetry; 3D optical models generated by applying photogrammetric techniques to UAV imagery; multibeam bathymetry) collected over the entire Magoodhoo reef, which marks the discontinuous southwestern marginal rim of Faafu Atoll, in the Maldivian archipelago. Remote data were ground-truthed using an observational ROV on the forereef and within the lagoon, and by collecting photo-transects over the reef flat. A geomorphological map of the Magoodhoo Reef was then generated, covering the entire Magoodhoo Island, the reef flat, the backreef zone, and seabed of the deepest sectors of the outer and inner reef, down to depths of 120 and 60 m respectively. The map has led to a more detailed understanding of the processes driving the morphological changes of the entire Magoodhoo reef. The ocean ward margin shows steep terraced slopes that reveal a complex history of late Pleistocene/Holocene sea-level fluctuations, while the backreef slopes are generally gentler, although in places they may show abrupt escarpments and overhangs. We also mapped a variety of reef associated sedimentary landforms in the lagoon. Patch reefs of variable shapes (from circular to sub-elongated) and dimensions (from few meters to 30m high) are particularly abundant toward the western sector of the lagoon, approaching the pass that bounds and encloses the reef to the west. Towards the deeper eastern sector of the surveyed area, patch reefs are instead totally absent, and fine sediment cover the lagoon floor, which is marked by E-W oriented escarpments and intriguing small-scale circular depressions with still and unknown origin.

The geomorphological map we have produced, which covers both the on-shore and the offshore sector of the Magoodhoo reef, is crucial for planning the collection of key sediment samples and further field observations that can accurately delineate the mechanisms and timing of reef formation and the processes governing the morphodynamic evolution of the coral island. This study aims to document how the seamless integration of a wide variety of multisource and multiscale onshore, nearshore and offshore geospatial dataset is one of the main areas for improvement in the implementation of efficient management practices in sensitive coastal regions, where climate change and rising sea level are considerable environmental issues (Prampolini et al., 2020; Weymer et al., 2022).

Leon J.X., Phinn S.R., Hamylton S. & Saunders M.I. (2013) - Filling the ‘white ribbon’—a multisource seamless digital elevation model for Lizard Island, northern Great Barrier Reef. *Int. J. Remote Sensing*, 34, 6337-6354.

Prampolini M., Savini A., Foglini F. & Soldati M. (2020) - Seven good reasons for integrating terrestrial and marine spatial datasets in changing environments. *Water*, 12, 2221.

Weymer B.A., Everett M.E., Haroon A., Jegen-Kulcsar M.J., Micallef A., Berndt C., Michael H.A., Evans R.B. & Post V. (2022) - The coastal transition zone is an underexplored frontier in hydrology and geoscience. *Commun Earth Environ.*, 3, 323. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00655-8>

Approccio multidisciplinare nello studio dell'evoluzione geomorfologica della Penisola di Miseno (Campi Flegrei, Campania)

Somma R.^{1,2,3}, Trocciola A.⁴, Benini A.⁵, Fedele A.¹, De Natale G.¹, Troise C.¹, Matano F.², Molisso F.² & Sacchi M.²

¹INGV via Diocleziano, 328 Napoli.

²CNR ISMAR Istituto di Scienze Marine Napoli.

³CNR IRISS Istituto di Ricerca su Innovazione e Servizi per lo Sviluppo Napoli.

⁴ENEA Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, Portici (Na).

⁵M.EDU.S.A s.r.l.u. Magistero di Educazione Storica Ambientale Roma.

Corresponding author email: renato.somma@ingv.it

Keywords: Campi Flegrei, bradisismo, Punta Pennata, evoluzione geomorfologica, dissesto idrogeologico.

La penisola di Miseno, all'interno della vasta caldera dei Campi Flegrei (Somma et *alii*, 2022 in press), in epoca storica ha subito profonde trasformazioni del paesaggio costiero a causa di eventi vulcano-tettonici che, insieme agli intensi processi erosivi lungo le coste alte in materiali tufacei e piroclastici, hanno determinato rapide evoluzioni morfologiche.

In particolare, la baia della Penisola di Miseno (Porto Miseno) costituiva il margine morfologico di un cratere vulcanico di Tufo (*Porto Miseno tuffring*, ca. 6 ka), dove i Romani scelsero di realizzare la più poderosa infrastruttura portuale militare in età augustea. La rada di Miseno, in quanto formata da una serie di insenature bordate da piccoli promontori, era idonea ad accogliere l'imponente flotta navale romana (*Classis Misenensis*) di stanza nel Tirreno centrale. Il porto militare di *Misenum*, che fu attivo per quasi cinque secoli, sorgeva nell'attuale comune di Bacoli, tra Capo Miseno e Punta Pennata, ed era delimitato a nord da Punta Pennata e a sud da Punta Terone, con un ingresso chiuso tra due moli formati da arcate su *pilae*. Tuttavia, i fenomeni bradisismici portarono ad una lenta fase di declino di *Misenum*, per le modifiche della linea di costa. Così, agli inizi del VI sec. d.C. la flotta fu trasferita a Ravenna. L'evoluzione geomorfologica della rada di Miseno è proseguita fino ai giorni odierni separando la penisola di Punta Pennata (divenuta un'isola) dalla terraferma a seguito di un lento processo erosivo di origine meteo-marina.

L'evoluzione geomorfologica dell'area di Miseno si inquadra nel complesso meccanismo di sollevamento e abbassamento del suolo per azione del bradisismo: il lento innalzamento relativo del livello del mare è stato rilevato dalle strutture archeologiche sommerse del porto di Miseno. I resti dei manufatti dell'infrastruttura portuale di epoca romana conservati nella porzione più orientale di Punta Pennata e quelli della peschiera di Punta Terone hanno consentito di evidenziare una serie di indicatori sul livello medio del mare all'epoca della sua costruzione compresi tra circa 3 e 4 metri più del livello attuale.

L'approccio multidisciplinare utilizzato (rilievo con droni UAV e confronto con rilievi fotografici, cartografie storiche, ecc.) per lo studio dell'evoluzione geomorfologica della Penisola di Miseno (*Miseno tuff cone*, ca. 6 ka) negli ultimi duemila anni, convalidato dalle testimonianze archeologiche di epoca romana, ha consentito di valutare il rischio associato ad eventi marini estremi in quest'area. Inoltre, l'isolotto di Punta Pennata rappresenta una testimonianza di continua evoluzione morfologica della linea di costa: infatti, nel novembre 1966 si è assistito ad una sua definitiva separazione dalla terraferma con un evento meteo-marino contemporaneo alla tragica alluvione di Firenze e, in seguito, le numerose mareggiate invernali hanno provocato notevoli danni alle infrastrutture portuali circostanti (come ad esempio al ponte che collega il Castello Aragonese di Ischia). La ricostruzione dettagliata delle deformazioni verticali registrate dai manufatti di epoca romana e medievale, inoltre, consentirà di vincolare l'area interessata dalla subsidenza secolare, che sembra molto più ampia di quella interessata dai fenomeni bradisismici a corto periodo.

Somma R., Musto P., Benini A., Fedele A., De Natale G. & Trocciola A. (in stampa) - Evoluzione del paesaggio costiero delle Penisola di Miseno (Campi Flegrei, Campania) Mem. Descr. Carta Geol. D'It. XXX (2022), pp. xxx –xxx fig.x

The benthic chamber and early diagenesis: a useful tool for environmental studies and applications

Spagnoli F.^{1,2}, De Marco R.¹, Frapiccini E.¹, Giuliani S.³, Marcaccio M.⁴ & Ravaioli M.³

¹IRBIM-CNR, Ancona.

²School of Science and Technology, Geology division, University of Camerino.

³ISMAR-CNR, Bologna.

⁴ARPAEM, Bologna.

Corresponding author email: federico.spagnoli@cnr.it

Keywords: dissolved benthic fluxes, early diagenesis, CCS, metal pollution, nutrient cycles.

Benthic chambers are instruments to measure in situ the fluxes of dissolved substances at the sediment-water interface (Spagnoli et al., 2019) while early diagenesis studies are methods to study the processes generating the dissolved benthic fluxes by analyzing and modelling pore water compositions in first centimeters of the sediments (Hammond et al. 2004).

In Adriatic, Ionian and Tyrrhenian seas these studies and measurements have been used to detect dissolved inorganic carbon seeps in volcanic area such as on the sea bottom of Panarea, or the releases of pollutants such as metals, from sediments, to measure the background values of carbonate variables in area involved in CO₂ sub-sea-bottom storage, to contribute to the carbon budget in marine environment, and more generally, to study the biogeochemical cycles of some basic nutrient elements such as carbon, nitrogen, phosphate and siliceous (Spagnoli et al., 2010, Esposito et al., 2018, Rovere et al., 2020).

The researches carried out on the Panarea marine sub-bottom highlighted the CO₂ releases both as focalized and diffused seeps and the importance as well as the real contribution of the diffused releases to the marine carbon budgets in volcanic marine bottoms.

The DIC, alkalinity and pH benthic fluxes and pore water concentrations in areas, where carbon storage will be carried out in future such as in the Central Adriatic, allowed to know the background natural values of these parameters in order to detect possible releases of CO₂ from the sea-bottom after the injections of CO₂.

Also, the in-situ measurement and the pore water modeling allowed to estimate the contribution of bottom sediment carbon recycling, attributable to the mineralization of the organic matter, from Po River mouth to the deep Ionian Sea basin. This established, for the first time, the contribution of the sediments to the marine carbon budget of the Mediterranean Sea.

Finally, these studies allowed to quantify the contribution of the sea bottom sediments in the Adriatic Sea to metal pollution and eutrophication especially in front of the Emilia Romagna and Marche coasts and in polluted area like the proximal prodelta of the Po River.

Esposito V., Andaloro F., Canese S., Bortoluzzi G., Bo M., Di Bella M., Italiano F., Sabatino G., Battaglia P., Consoli P., Giordano P., Spagnoli F., La Cono V., Yakimov M. M., Scotti G. & Romeo T. (2018) - Exceptional discovery of a shallow-water hydrothermal site in the SW area of Basiluzzo islet (Aeolian archipelago, South Tyrrhenian Sea): An environment to preserve. *PLoS ONE*, 13(1), e0190710, 1-27.

Hammond D.E., Cummins K.M., McManus J., Berelson W.M., Smith G. & Spagnoli F. (2004) - A Comparison of Method for Benthic Flux Measurement Along the California Margin. *Limnol Oceanogr-Meth*, 2, 146-159.

Rovere M., Mercorella A., Frapiccini E., Funari V., Spagnoli F., Pellegrini C., Bonetti A.S., Veneruso T., Tasseti A.N., Dell'Orso M., Mastroianni M., Giuliani G., De Marco R., Fabi G., Ciccone F. & Antoncicchi I. (2020) - Geochemical and Geophysical Monitoring of Hydrocarbon Seepage in the Adriatic Sea. *Sensors*, 20, 1504, 1-25.

Spagnoli F., Dell'Anno A., De Marco A., Dinelli E., Fabiano M., Gadaleta M. V., Ianni C., Loiacono F., Manini E., Marini M., Mongelli G., Rampazzo G., Rivaro P. & Vezzulli L. (2010) - Biogeochemistry, grain size and mineralogy of the central and southern Adriatic Sea sediments: a review, *Chem. Ecol.*, 26(1), 19-44

Spagnoli F. Penna P., Giuliani G., Masini L. & Martinotti V. (2019) -The AMERIGO Lander and the Automatic Benthic Chamber (CBA): Two New Instruments to Measure Benthic Fluxes of Dissolved Chemical Species. *Sensors*, 19(11), 2632, 1-30.

Geologia Marina... ma non solo

Tonielli R.¹, Innangi S.¹, Di Martino G.¹, Gliozzi E.², Cosentino D.² & Giordano G.²

¹Istituto di Scienze Marine ISMAR sede di Napoli.

²Università degli Studi Roma3 Dipartimento di Scienze.

Corresponding author email: renato.tonielli@cnr.it

Keywords: batimetria lacustre, evoluzione vulcanica, sedimentologia.

Il rifinanziamento del progetto CARG ha permesso ai geologi di ricominciare a fornire il loro expertise per la Nazione arricchendo così la banca dati geologica del territorio italiano, sia a terra che a mare. L'ISPRA ha richiesto, per i nuovi fogli finanziati, lo studio su settori emersi con presenza di acque interne dando spazio a quelle indagini che sono tipiche della geologia Marina.

Uno degli esempi è il Foglio 364 Bracciano in cui è compreso l'omonimo lago. L'Università Roma TRE, che si occupa del rilevamento a Terra, ha affidato ad ISMAR Napoli il rilevamento dell'area sommersa. Grazie a questa collaborazione, lo studio dei fondali del lago di Bracciano potrà aiutare i vulcanologi nell'interpretazione dell'evoluzione di questa caldera. I rilievi, non ancora ultimati, hanno portato alla luce una morfologia tutt'altro che omogenea mostrando delle zone a pockmarks con la presenza di risalite di gas in alcuni settori.

Il rilievo del lago, fatto fino ad ora, è stato realizzato con un sistema di acquisizione composto da: multibeam Teledyne Reson SeaBat 7125 con sonda di velocità in continuo mini SVS Valeport, una piattaforma inerziale Applanix POS MV, collegamento internet e profilatore di velocità miniSVP Valeport.

La strumentazione è connessa in modo da formare un sistema sincronizzato, in cui la piattaforma inerziale elabora i dati GPS, corretti attraverso il dato NTRIP, e sincronizza sia i dati provenienti dal sensore di moto che quelli del multibeam. Questo permette di ottenere un perfetto allineamento fra movimenti della imbarcazione e dato batimetrico registrato, riducendo l'errore di posizionamento del singolo beam. La strumentazione è stata montata a palo su di un catamarano di 7 metri di lunghezza cabinato, che ha permesso di lavorare anche in condizioni meteorologiche non proprio ottimali.

I risultati mostrano un fondo lago non omogeneo, che si differenzia molto dalla carta batimetrica del 1969 (Barbanti L& Carollo, 1969). Infatti, il rilievo mostra la presenza di caldere sommerse di piccole dimensioni situate sulla sponda di Trevignano Romano e sulla parte ovest in corrispondenza della spiaggia di Vigna Grande. Allineamenti di pockmarks si possono osservare sia nella zona a sud che in quella a est.

Il punto più profondo fino ad ora misurato è di 182 metri all'interno di un pockmark della zona a sud.

Inoltre, durante l'acquisizione sono stati osservate, nel backscatter della colonna d'acqua, risalite di gas in corrispondenza dei pockmarks. I punti di tali emissioni sono stati segnalati con waypoint georeferenziati e la loro distribuzione potrà essere oggetto di ulteriori future indagini.

In alcuni settori del lago sono stati inoltre effettuati rilievi dalla Fugro per conto della Città Metropolitana nell'ambito di un progetto CNRC ([Argentieri A. et alii](#)) che saranno integrati nel rilievo effettuato da ISMAR.

Barbanti L. & Carollo A (1969) - Batimetria e geomorfologia dei laghi Sabatini (Bracciano, Marignano. Monterosi). Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 23, 161-196.

Argentieri A, Cristofalo G.C, Fabiani M., Marchetti M., Piacenza M., Rotella G. & Taliana D.M.R. - Risk evaluation and management in lacustrine environment: bathymetric and morphologic survey of Martignano and Bracciano lakes (metropolitan area of Rome, Italy) – Presentazione online.

A Methodological Tool to Assess Erosion Susceptibility of High Coastal Sectors: Case Studies from Campania Region (Southern Italy)

Tursi M.F.¹, Anfuso G.², Matano F.³, Mattei G.¹ & Aucelli P.P.C.¹

¹ Dipartimento Scienze e Tecnologie, Università degli Studi di Napoli “Parthenope”.

² Facoltà di Scienze Marine e Ambientali, Università di Cadice, Spagna.

³ ISMAR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Napoli.

Corresponding author email: mariafrancesca.tursi001@studenti.uniparthenope.it

Keywords: rocky coasts, susceptibility, Procida, Cilento.

High coasts are considered the most widespread coastal environment and in the present accelerated sea-level scenario they are suffering huge impacts in terms of erosion and landslides. Therefore, reliable assessment tools to evaluate their potential susceptibility are required. The aim of this research is to test a speditive tool for determining high coast susceptibility as a first step to support suitable management actions for their protection.

The proposed method is based on the combination of two matrices. The physical elements matrix describes the grade of proneness to erosion according to specific morphological and geotechnical characteristics, while the forcing matrix describes the forcing agents affecting the coast. In a first step, several variables were considered to populate the two matrices according to existing studies mainly focused on high coast resilience or sea level rise-related hazards. In a second step, the two matrices were used to obtain the Cliff Susceptibility matrix (CSIx) that shows the potential of the considered sector to experience significant damages associated with the effect of forcing agents. Finally, the analysed coastal sector were categorise in five classes: “Null/Very Low”, ($0 < \text{CSIx} \leq 0.62$) “Low” ($0.62 < \text{CSIx} \leq 1.24$), “Medium” ($1.24 < \text{CSIx} \leq 1.86$) “High” ($1.86 < \text{CSIx} \leq 2.48$) and Very High ($2.48 < \text{CSIx} \leq 3.1$) susceptibility.

The approach, validated in a large number of test sites, has been applied to the study of the high coasts of Procida Island and Cilento promontory, both located in Campania Region (southern Italy). The analysis shows that the studied high coasts can be classified as follows: 21% belonging to the medium susceptibility class, 68% belonging to the high susceptibility class, and 11% belonging to the very high one.

Among them, the Ciraccio site and Chiaia site (western and eastern part of Procida Island) show a very high susceptibility value mainly due to their easily erodible lithology (tuff) and great exposition to wave events. Instead, 4 sites in the Cilento area belong to the medium susceptibility class due to their better morphological and geomechanical characteristics. However, the major part of the analysed cliff belong to the high-susceptibility class due to the combination of adverse morphological, geotechnical and forcing characteristics. All the analysed cliffs can be considered “hotspots” that require an increase in monitoring programs and protective actions.

Authors' Index

Authors are listed alphabetically: For each contribution, the page number is given.

Agate M.	7, 45	Chemello R.	7
Alberico I.	22	Chiocci F.L.	9, 14, 23, 48, 50, 57
Albert P.G.	47	Cicala M.	42
Alberti T.	8	Cifaldi D.	48
Alla A.	9	Cinosi J.	46
Alvisi F.	10	Cocchi L.	23
Andreani M.	44	Conforti A.	27
Anfuso G.	64	Contiero M.	59
Angeletti L.	54	Coppola D.	33
Antonioli F.	43	Corde L.	51
Anzidei M.	8, 11	Corradi N.	55
Aringoli D.	36	Corradino M.	18, 24
Aucelli P.P.C.	64	Cosentino D.	63
Baldassini N.	29	Crosetto M.	11
Baldrighi E.	10	Cuffaro M.	30, 32
Barbagallo V.	29	D'Andrea N.M.	29
Barbaro B.	48	D'Oriano F.	26
Barberi G.	24	Dalla Valle G.	25
Barckhausen U.	44	Dardanelli G.	19, 20
Barra A.	11	de Alteriis G.	26
Basso D.	12, 15	De Falco G.	27
Bellucci L.G.	35	De Giosa F.	42
Benini A.	61	de Luca A.	42
Bergamin L.	13, 50	De Luca M.	28
Bianchini M.	14, 48	De Marco R.	62
Bini M.	37	De Natale G.	61
Borzì L.	29	de Pascale D.	33
Borzì L.	41	Del Ben A.	21
Bracchi V.A.	12, 15	Di Bella L.	51
Braga R.	51	Di Febraro M.	38
Brambilla W.	27	Di Donato V.	59
Bronzo L.	16	Di Martino G.	32, 38, 39, 54, 59, 63
Brunelli D.	44	Di Stefano A.	29, 41
Budillon F.	14, 17, 32	Dinelli E.	33
Bufalini M.	36	Distefano S.	29, 41
Buttò S.	18	Doumaz F.	11
Cachão M.	40	Douss N.	37
Caldareri F.	19, 20, 45	Enei F.	48
Cannat M.	44	Falciano A.	11
Capotondi L.	47	Falese F.G.	14
Caradonna M.C.	21	Fallati L.	60
Carlucci M.	26	Faraci C.	18
Casaburi A.	22	Faranda D.	8
Casalbore D.	9, 23, 40, 48, 52	Favaro M.	8
Cascella A.	16	Fedele A.	61
Castellan G.	32, 54	Ferrante V.	34, 51
Ceramicola S.	24	Ferranti L.	49
Cerrone F.	46	Ferraro L.	39

Festa V.	42	Mantovani L.	33
Ficini E.	30	Marcaccio M.	62
Fiorentino A.	31, 59	Marchese F.	60
Firetto Carlino M.	17	Mascioli F.	46
Foglini F.	32, 54	Matano F.	22, 61, 64
Forgia V.	43	Materazzi M.	36
Frapiccini E.	62	Mattei G.	64
Funari V.	33, 58	Mazza D.	48
Galli P.	60	MecLeod C.	44
Gamberi F.	25, 34,	Meo A.	48
Gao Q.	11	Mercorella A.	32, 34
Garrido C.J.	44	Meschiari S.	47
Gazale V.	28	Micallef A.	60
Geletti R.	21	Miccadei E.	46, 50, 57
Georgiadis C.	11	Minshull T.	44
Giordano G.	63	Molinaroli E.	27
Giordano L.	39	Molisso F.	53, 59, 61
Giuliani S.	35, 62	Monaco C.	24
Gliozzi E.	63	Monserrat O.	11
Gois Smith F.S.	37	Montagna P.	32
Grande V.	32, 54	Monti L.	59
Greco M.	11	Morelli D.	24, 55
Gregorio F.	56	Moretti M.	42
Guadagno F.M.	48	Morigi C.	16, 37
Guido A.	12	Morishita T.	44
Ingo Grevemeyer I.	44	Moussous A.	55
Innangi M.	38, 39	Muccini F.	23, 30, 51
Innangi S.	17, 32, 38, 39, 54, 59, 63	Napoli S.	48
Innocentini S.	40	Natale J.	49
Insinga D.D.	47, 53, 59	Navarro J.	11
Isaia R.	49	Nestola Y.	33
Ivaldi R.	23	Nonnis Marzano C.	42
Kovács J.	41	Notter O.	55
Krastel S.	60	Orefice S.	31
Kunde T.	46	Orrù P.E.	7
Laksono F.A.T.	41	Paglia G.	50
Lanza S.	56	Palamà R.	11
Ligi M.	44	Pallotta F.	36
Lisco S.	42	Palmiotto C.	23, 30, 32, 51
Lo Iacono C.	7	Paltrinieri D.	56
Lo Presti V.	43	Pambianchi G.	36
Lombardo C.	7	Papa A.	8
Loreto F.	23	Papasodaro F.	59
Loreto M.F.	30, 32, 44, 51	Pappalardo M.	55
Lubritto C.	53	Parente F.	45
Lucchi R.G.	37	Parrino N.	19, 20
Lugli S.	44	Pascucci V.	23, 28
Madeira J.	40	Passaro S.	17
Madricardo F.	32	Patias P.	11
Maffione R.	26	Pellegrini C.	25, 32
Maiorana M.	45	Pensa A.	31
Malinverno A.	44	Pepe F.	18, 24, 55
Maltese A.	19, 20	Perego A.	55

Perez-Gussinyé M.	44	Savini A.	60
Petracchini L.	32	Savini A.	15
Petronelli D.	48, 52	Scarfi L.	24
Petrosino P.	53	Senatore M.R.	48
Piattelli V.	46	Serpelloni E.	11
Piattelli V.	50	Simeone S.	27
Pierantoni P.P.	36	Smith V.C.	47
Pierdomenico M.	52	Somma R.	61
Pierfranceschi G.	50	Spagnoli F.	62
Pini G.	21	Spatola D.	48
Polizzi S.	7	Spieß W.	49
Prada M.	44	Sprovieri M.	17
Prampolini M.	32, 54	Starnini E.	55
Puccini A.	28	Steinmann L.	49
Quartau R.	40	Stelletti M.	28
Quiñones Rizo G.S.	42	Sulli A.	7, 19, 20, 43, 45
Raffa G.	55	Tasetti A.N.	32
Raffi I.	44	Taviani M.	54
Randazzo G.	56	Tedesco P.	33
Ranero R.C.	44	Tinivella U.	44
Ravaioli M.	62	Todaro S.	19, 20
Remia A.	32	Todaro S.	45
Ridente D.	52	Toller S.	33
Riminucci F.	33	Tonielli R.	17, 32, 38, 39, 54, 59, 63
Rodrigues A.	40	Trincardi F.	17, 32
Romano E.	13, 50, 57	Trivigno M.L.	11
Romano J.	33, 58	Trocciola A.	61
Rosso A.	12, 15	Troise C.	61
Rossoni-Notter E.	55	Tursi M.F.	64
Rovere M.	25, 32, 33, 47, 58	Urso S.	29
Ryan D.D.	55	Vacchi M.	55
Sacchi M.	32, 38, 49, 53, 59, 61	Varzi A.G.	60
Saccorotti G.	23	Vecchio A.	8, 11
Sallares V.	44	Vigliotti L.	58
Sanchez Galvez D.	32	Vitale L.	33
Sanfilippo R.	12, 15	Vitale S.	49
Santonastaso A.	28	Zaccagnini R.	48
Santos R.	40	Zerboni A.	55
Saponari L.	60	Zitellini N.	44

SUPPORTED BY

