

Cartografia del distretto vulcanico sommerso della piattaforma continentale di San Pietro (Sardegna sud occidentale)

Alessandro Cau^(b), Giacomo Deiana^(a), Antonietta Meleddu^(a), Enrico M. Paliaga^(a), Paolo E. Orrù^(a),

^(a) Dipartimento Scienze Chimiche e Geologiche - Università di Cagliari.

^(b) Dipartimento della Vita e dell'Ambiente – Università di Cagliari

Riassunto

L'area di studio comprende la piattaforma continentale della Sardegna sud-occidentale, a diverse miglia al largo di San Pietro. Il DTM ottenuto dal dataset di dati ecografici multifascio (Reson SeaBat 8160 - 50kHz) e sismici (Sub Bottom Profiler Geochirp 2 – 10 khz e Sparker 1/0,1 KJ) è stato acquisito nel corso delle crociere, R/V Universitatis 2009/2010 – Progetto MAGIC).

Dopo il trattamento di post processing è stato costruito il DTM ad alta risoluzione (cella 5 m) dal quale sono state elaborate mappe derivate, mappe in rilievo ombreggiate, pendenza del substrato, mappe del fondale relative a correnti di fondo, profilo di curvatura, rugosità, e mappe di retrodiffusione acustica (acoustic backscatter) utili per rilevare la tessitura granulometrica dei sedimenti di fondo, la natura litologica del substrato e l'eventuale presenza di una bio-copertura.

La piattaforma continentale è caratterizzata da una morfologia irregolare con ampi affioramenti della successione vulcanico-sedimentaria terziaria, il limite tra piattaforma interna ed esterna è rappresentata da una serie di scogliere incise nel substrato vulcanico. La zona prossimale è caratterizzata dalle grandi morfologie strutturali sommerse del distretto vulcanico Oligo-miocenico, centri di emissione e colate, rilievi tabulari a mesas e cuestas, caldere a orlo complesso, necks e mega-dicchi, separati da profonde incisioni, spesso occupate da grossi sedimenti di origine sia bioclastica che terrigena. La piattaforma prossimale leggermente inclinata (0,6° - 0,8° gradi), viene colmata dalla serie sedimentaria del Miocene superiore e, nel settore distale dalla successione progradante del Plio Pleistocene.

L'analisi geomorfologica di questi elementi, eseguita in ambiente GIS, ha fornito una linea guida per pianificare ulteriori indagini ROV nell'ambito delle attività di ricerca MARINE STRATEGY (R.A.Sardegna), finalizzate alla taratura delle ipotesi geologiche e alla acquisizione dei dati biologici sulle scogliere ad alghe rosse (Coralligeno) e sugli insediamenti a celenterati (*Corallium rubrum* e *Leiopathes glaberrima*) svolta nel corso della crociera R/V Astrea - APAT 2011/2013 (ROV "Polluce").

Abstract

The study area includes the continental shelf of the south-western Sardinia, several miles off the coast of San Pietro. The DTM obtained from the dataset of ultrasound multibeam data (Reson SeaBat 8160 - 50kHz) and seismic (Sub Bottom Profiler Geochirp 2 – 10 khz e Sparker 1/0,1 KJ) was acquired during the cruise, R/V Universitatis 2009/2010 – Progetto MAGIC.

After the post-processing treatment was built the high-resolution DTM (cella 5 m) from which were drawn derived maps, shaded relief maps, slope of the substrate, seabed maps relative to bottom currents, curvature profile, roughness and acoustic backscatter maps, useful to detect the grain size of bottom sediments, the lithological nature of the substrate and the possible presence of a bio-coverage.

The continental shelf is characterized by an irregular morphology with large outcrops of the Tertiary volcanic-sedimentary succession, the boundary between internal and external shelf is represented by a series of cliffs carved in the volcanic substrate.

The proximal area is characterized by large submerged structural morphologies of the Oligo-Miocene volcanic district, emission centers and flows, tabular reliefs mesas and cuestas, calderas a complex rim, necks and mega-dikes, separated by deep cuts, often occupied by coarse sediments of clastic and terrigenous origin.

The proximal shelf, lightly inclined ($0.6^\circ - 0.8^\circ$ degrees), is filled by sedimentary series of the upper Miocene and in the distal sector by Plio Pleistocene succession prograding .

The geomorphological analysis of these elements, developed in GIS environment, provided a guideline to plan more ROV surveys in the context of the research activity MARINE STRATEGY(R.A.Sardinia), aimed at calibration of the geological hypotheses and acquisition of biological data on the cliffs to red algae (*Coralligenous*) and on coelenterates settlements (*Corallium rubrum* e *Leiopathes glaberrima*) performed during the cruise R/V Astrea - APAT 2011/2013 (ROV "Polluce").

Introduzione e metodi

I dati elaborati sono stati acquisiti nell'ambito della campagna "Canale di Sardegna 2009" durante la quale sono stati eseguiti rilievi batimorfologici con ecoscandaglio multifascio e raccolti profili sismici monocanali.

I rilievi sismici sono stati effettuati utilizzando una sorgente Geochirp II - CP931 Geoacoustics (analogico).

I rilievi batimorfologici sono stati realizzati con un sistema multibeam (mod. SeaBat 8160 Reson) da alta profondità (frequenza di 50kHz), calibrati con linee ad hoc acquisite durante il trasferimento e corretti in velocità mediante sonda in continuo (SVPC) e profilo verticale della velocità del suono (SVP).

Sono stati inoltre realizzati nel settore settentrionale della piattaforma continentale prossimale rilievi sismici ad alta risoluzione Sparker 100/1000 J (Applied Acoustic CSP 20200).

Inoltre sono state effettuate le campagne "SULCIS SUB 2006" e "SULCIS SUB 2010", finalizzate al rilevamento ed alla validazione delle ipotesi interpretative, sulla base dei dati Side Scan Sonar, mediante rilievi diretti in immersione.

Per le fasce batimetriche più profonde è stata infine realizzata la campagna di dragaggi SULCIS 2011, realizzata a bordo del M/P Gisella.

La piattaforma continentale della Sardegna sud-occidentale, a diverse miglia al largo di San Pietro, è caratterizzata da una morfologia irregolare dominata dagli affioramenti del substrato vulcanico roccioso affiorante e subaffiorante riconducibili alla serie vulcano sedimentaria oligo-miocenica, il suo limite sud-occidentale è definito dal ciglio posto alla profondità di -180 metri.

Gli elementi morfologici che la caratterizzano sono rappresentati dall'insieme degli edifici vulcanici e dai loro prodotti, in piattaforma si rileva la presenza di diversi centri.

Si tratta di strutture con morfologia positiva e con altezze e diametri variabili, talvolta a "testa piatta", formatesi molto probabilmente lungo bocche minori rispetto ad un edificio principale.

Attraverso l'analisi dei dati EMF (Ecoscandaglio Multi Fascio) si possono riscontrare, solchi erosivi più o meno profondi e a scala maggiore, canali di incisione a fondo concavo.

In alcune aree sono presenti morfologie a scarpate di erosione generica e a spigolo vivo (altezze ≥ 10 m) con blocchi di frana al piede(Fig.1)(Fig.2).

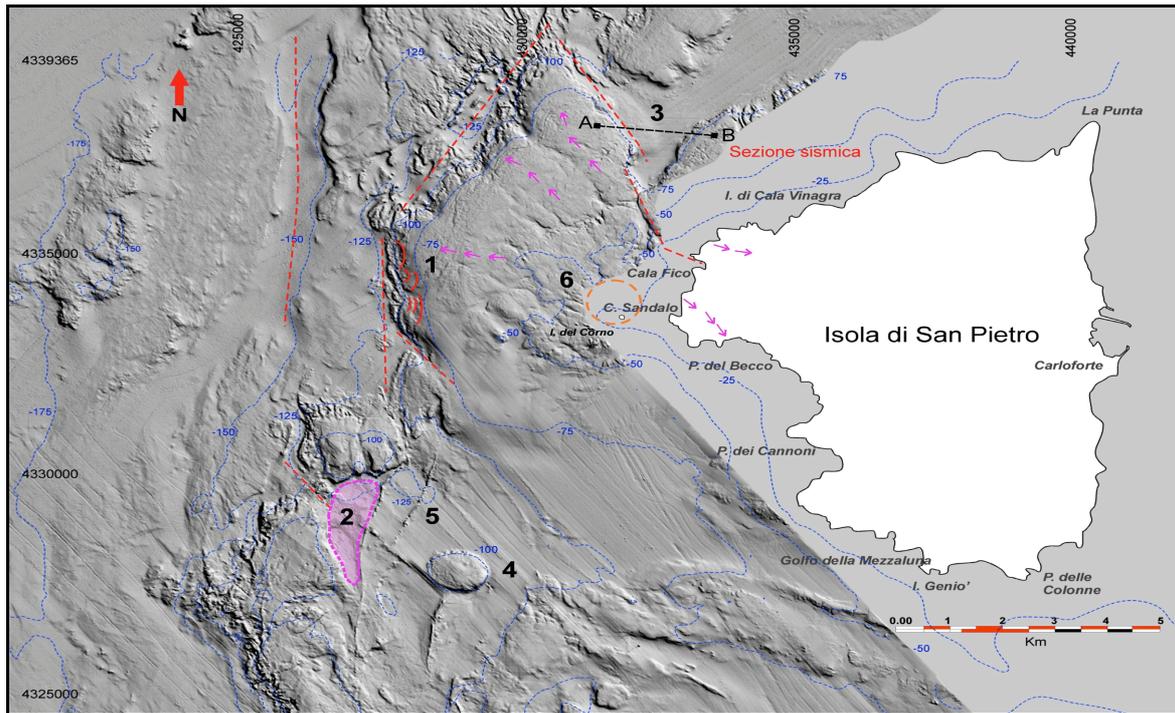


Figura 1 -Foglio 63 "S.Antioco"- 1) Paleofalesie a controllo strutturale con nicchie di frana rotazionale; 2) Paleolaguna impostata su depressione vulcanico-strutturale, dalla quale è stata dragata a -125 m una tanatocenosi relativa allo stazionamento basso dell'ultimo periodo pleniglaciale (LGM - MIS 2); 3) paleovalle di impostazione messiniana, riincisa nel corso del MIS 2; 4) centro di emissione principale con morfologia a neck sub circolare dal diametro di circa 1 km; 5) corteo di dicchi subparalleli ad andamento N-S e N 10°E, interrotti da successivi dicchi ad andamento NO-SE; 6) grande colata di lave delle quali si riconoscono le direzioni di scorrimento, posizionamento ipotetico del centro di emissione.

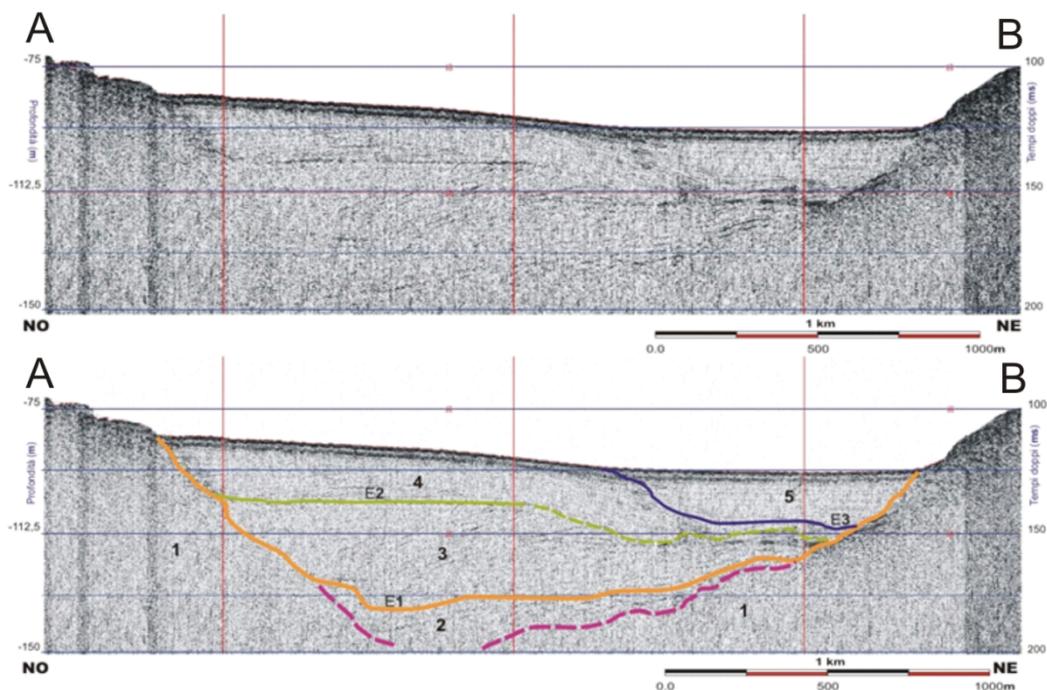


Figura 2- Sezione Sismica A-B- Registrazione Sparker 0,5/1 kJ: 1) substrato vulcanico a comenditi e ignimbriti; 2) sequenza sedimentaria inferiore a riflettori paralleli (premessiniano); E1) superficie d'erosione messiniana; 3) sequenza superiore la laminazione ondulata (Pliocene); E2) superficie di erosione (Pliocene sup.-Pleistocene inf.); 4) sequenza sedimentaria a laminazione inclinata (Pleistocene inf. - Pleistocene sup.); E3) superficie di erosione Last Glacial Maximum (MIS 2); 5) colmata a sedimenti fini con laminazioni pianoparallele (Olocene).

Morfologie vulcaniche

Tra le morfologie riconducibili a substrati vulcanici sono stati rilevati affioramenti rocciosi disposti a “cordone” identificati come allineamenti vulcanici o dicchi.

Si tratta di corpi rocciosi con orientazione prevalente N-S caratterizzati da larghezze di 5-10m e per i più significativi lunghezze chilometriche, legati all'intrusione di magma di diversa composizione chimica e quindi con una maggiore resistenza ai processi erosivi all'interno di fratture con giacitura subverticale.

Un sistema di mega-dicchi, posti in rilievo dall'erosione differenziale, interessa tutta la fascia dei centri di emissione seguendo un andamento tangenziale, che a volte supera i 5 km senza soluzione di continuità.

La messa in posto di questo imponente corteo di mega dicchi, nell'ambito della geodinamica di rifting terziaria, presenta analogie con episodi simili, almeno nei caratteri dimensionali, che si registrano attualmente nei Rift attivi.

Il settore settentrionale è sede di un esteso espansione di lave, ove le colate danno forma a quattro estesi lobi con estensione trasversale di circa 1,5 km e sviluppo longitudinale verso N NO per circa 4 – 5 km.

Sulla superficie sommitale delle lave possono essere riconosciute le ondulazioni che consentono di indicare le direzioni di scorrimento.

Si rilevano in erosione differenziale diversi centri a neck, edifici craterici e caldere.

Il centro di emissione doveva trovarsi in prossimità dell'Isola del Corno, che costituirebbe la porzione meridionale dell'edificio vulcanico, mentre la porzione settentrionale appare collassata. Allo stesso centro di emissione possono essere attribuite le colate che da Capo Sandalo e da Punta della Borrana mostrano direzioni di scorrimento da mare verso l'interno dell'Isola.

Il centro di emissione più importante dell'area è stato rilevato 5 miglia a largo del Golfo di Mezzaluna, si presenta attraverso un imponente neck, una morfologia tabulare e subcircolare con diametro di circa 1 km, la base si trova a -100 m e la sommità a -82 m (Fig.3A)

6 miglia al largo di Punta Geniò è stato rilevato un edificio craterico del quale si è conservato solo il semi orlo orientale che si eleva dal fondale di -100 m a -84 m, la morfologia presenta analogie con le morfologie vulcaniche presenti nei fondali antistanti i Campi Flegrei (Di Vito *et al.*, 1999) tali da far pensare a litotipi cineritici. (Putignano & Orrù 2010)

Un chilometro più a Est è presente una depressione a perimetro sub circolare con diametro di 1200, che partendo dal fonale di -105 m raggiunge la profondità di -135 m, questa morfologia può essere classificata quale caldera in l.s. pur non consentendo una chiara interpretazione genetica.

(Fig.3B)

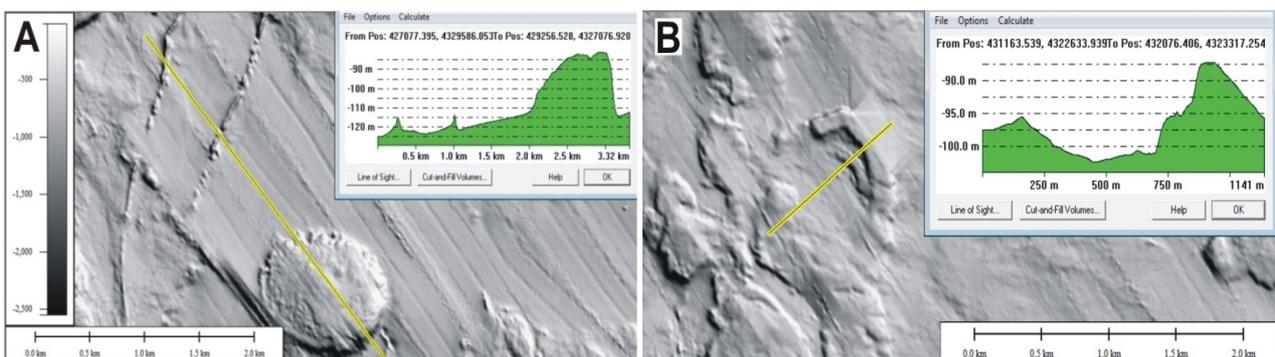


Figura 3- A) Sezione morfometrica del neck principale, 5 miglia a largo del Golfo di Mezzaluna, con diametro di circa 1 km; alla base due mega-dicchi periferici. B) Sezione morfometrica del cratere con orlo 6 miglia al largo di Punta Geniò, si distinguono due fasi eruttive, la morfologia presenta analogie con morfotipi vulcanici cineritici.

Paleofalesia e tanatocenosi

Il limite verso il largo degli affioramenti vulcanici è rappresentato da una linea di paleofalesia con il piede alla profondità media di 140 metri i, si distinguono sia le nicchie di distacco che i corpi di frana rotazionale e alla base mega- blocchi di crollo.

L'ipotesi che le morfologie erosive e gravitative osservate possano essere correlate con l'ultima fase di stazionamento basso del livello marino Last Glacial Maximum (MIS 2) è stata confermata dal recente campionamento di una tanatocenosi litorale.

Al piede della linea di paleofalesie è stata campionato un limo sabbioso di colore grigio nerastro contenente una ricca tanatocenosi a molluschi di ambiente mesolitorale lagunare, infralitorale e alcune specie di open shelf.

Alcuni fossili sono stati sottoposti ad analisi isotopiche ^{14}C presso Beta Analytic, Miami USA, i risultati consentono di associare alcune specie della tanatocenosi ad una linea di riva del LGM in ambiente lagunare, *Mytilus galloprovincialis* 15360±280 BP cal e *Acmaea virginea* 19100±270 BP cal. (Fig4)

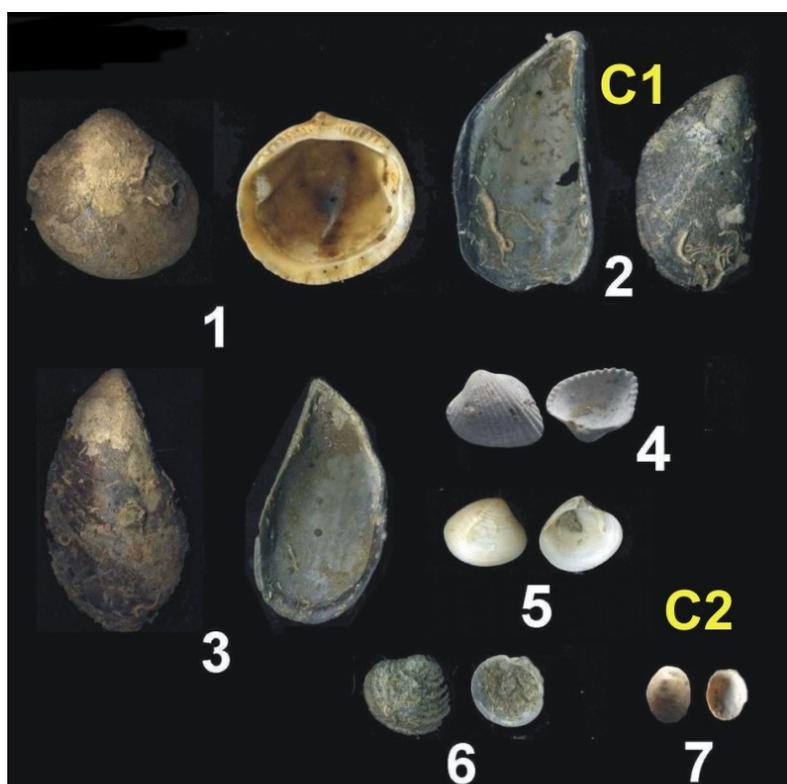


Figura 4- Tanatocenosi dragata tra -125/120 m in depressione al piede delle paleofalesie, analisi isotopiche ^{14}C Beta Analytic, Miami USA : 1) *Glycimeris* sp ; 2) *Mytilus galloprovincialis*, Camp.C1 15360±280 BP cal; 3) *Mytilus* cf *edulis*; 4) *Parvicardium exiguum*; 5) *Pitar* cf *rudis*; 6) *Venus* cf *casina*; 7) *Acmaea virginea*, Camp.C 219100±270 BP cal.

Indagini ROV

E' stato effettuato una indagine con telecamera filoguidata (R.O.V) sulla base dei risultati dell'analisi geomorfologica nell'estate 2011 allo scopo di ricostruire la distribuzione delle principali biocenosi bentoniche dei substrati duri (Cau et al., 2016), in particolare il Coralligeno (C) e i popolamenti delle grotte semioscure (GSO) che comprende le colonie a *Corallium rubrum* (L.1758) (Fig. 5a). Inoltre in piattaforma distale e in prossimtà del ciglio della piattaforma sono state rilevate le biocenosi dei Fanghi compatti batiali (Fig. 5c) e delle Rocce del Largo (Fig. 5d). Sono state realizzate 2500 foto ad alta risoluzione sono state georeferenziate rispetto ai dati morfobatimetrici ed esaminati usando un programma di analisi di immagine (Fig. 5b), CPCE

Software al fine di creare un database che contenesse i dati inerenti l'abbondanza e la morfometria delle colonie (Cau et al. 2013).

Le colonie sono stati divisi in 3 categorie: colonie ramificate, poco ramificate e non ramificate; mentre per il database morfometrico, il diametro basale e altezza massima della colonia è stata misurata insieme al numero e tipo di ramificazioni. La struttura della popolazione è stata calcolata anche per meglio descrivere lo stato dello stock. Questo approccio consente la mappatura di dettaglio dei banchi di *Corallium rubrum* e gli adattamenti morfologici delle colonie di corallo rosso agli stress ambientali o allo sforzo di prelievamento, consentendo la messa a punto di efficaci protocolli di monitoraggio.

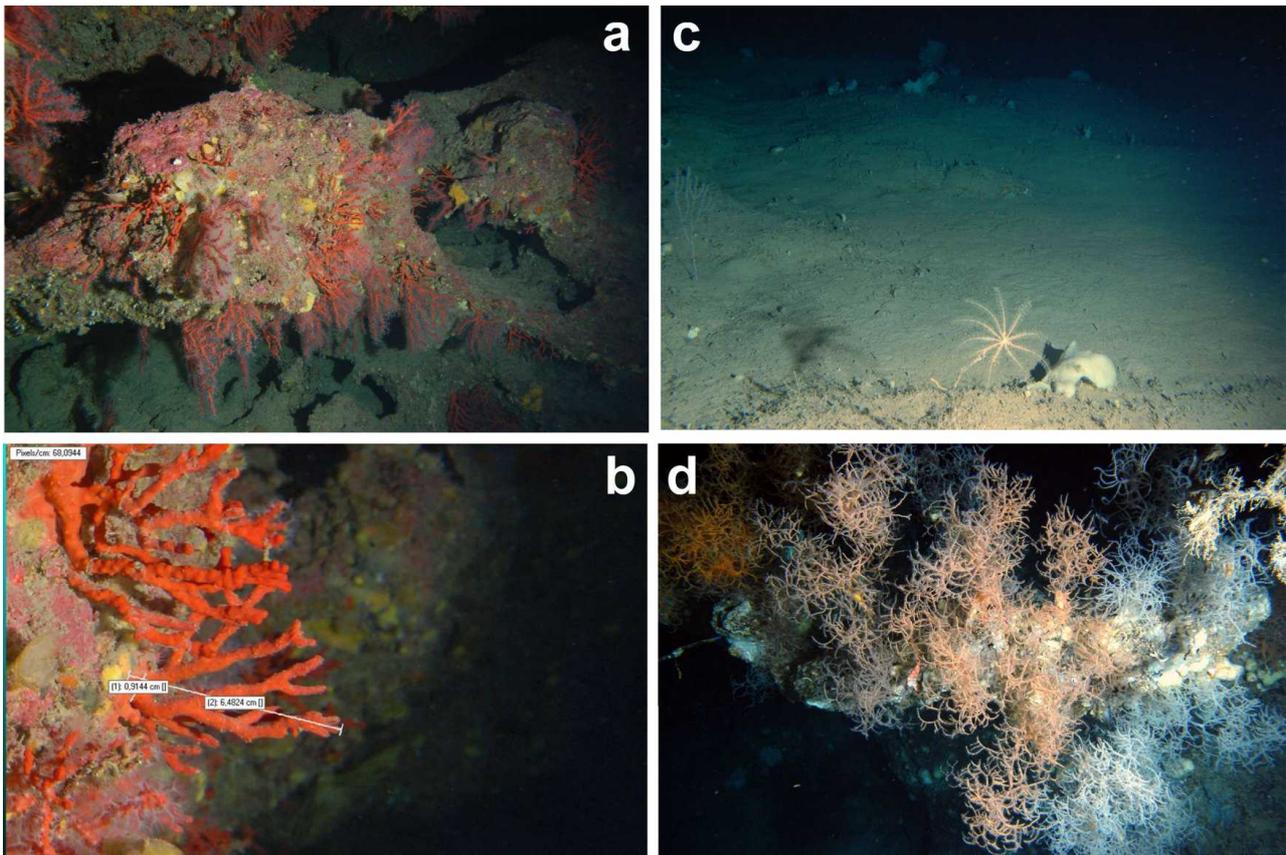


Figura 5 - **a**) colonia a *Corallium rubrum*; **b**) analisi morfometrica delle colonie (CPCe Software); **c**) Biocenosi dei Fanghi compatti batiali (DL) a crinoidi (*Leptometra phalangium*) e celenterati (*Isidella elongata*), **d**) Biocenosi delle Rocce del Largo (RL) a colonie di corallo nero (*Leiophytes glaberrima*).

Bibliografia:

Cau A, Follesa MC., Cannas R., Sacco F., Orrù P.E., Deiana G., Todde S., Cau A., Enrico Paliaga. (2013) "Preliminary data on habitat characterization relevance for red coral conservation and management" *Italian Journal of Geosciences* 134:60–68.

Cau A., Follesa M.C., Moccia D., Alvito A., Bo M., Angiolillo M., Canese S., Paliaga E., Orrù P.E., Sacco F., Cannas R. (2015) "Deepwater corals biodiversity along roche du large ecosystems with different habitat complexity along the south Sardinia continental margin (cw Mediterranean Sea)". *Mar Biol* 0227-015-2718-5

Di Vito M.A., Isaia R., Orsi G., Southon J., De Vita S., D'antonio M., Pappalardo L. & Piochi M. (1999) "Volcanism and deformation since 12000 years at the Campi Flegrei caldera (Italy)" *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 91, 221-246.

Lecca L. (2000) "La piattaforma continentale miocenico-quadernaria del margine occidentale sardo: blocco diagramma sezionato" *Rend. Sem. Fac. Sc. Università di Cagliari*, Fascicolo 1, 70.

Orrù P.E., Deiana G., Puliga G. (2016) "Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia 1:50.000, Foglio 563 Isola di San Pietro" *ISPRA*. Roma.

Putignano L. & Orrù P.E. (2010) "Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia 1:50.000. Foglio 465 – Isola di Procida. Area Marina" *ISPRA*. Roma.

Ulzega A, Lecca L., Leone F. (1980) "Nouvelles observations sur la morphologie et la structure de la plateforme continentale de la Sardaigne occidentale" *In XXVII Congrès-Assemblée plénière, Cagliari*, 9-18 oct. 1980.