

STUDIO DEGLI AFFIORAMENTI ROCCIOSI DELL'ALTO ADRIATICO TRAMITE ANALISI 3D DI ELABORAZIONI GIS

Marco ZANETTO (*), Elisa ANDREOLI (*), Matteo OMBRELLI (*), Emiliano MOLIN (*),
Marina VAZZOLER (**), Silvia RIZZARDI (**), Francesca BOSCOLO (**)

(*), Thetis SpA, Castello 2737/f, 30122 Venezia, tel. +39 041 2406101, fax +39 041 5210292, e-mail
marco.zanetto@thetis.it

(**) Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, Piazzale Stazione 1, 35131 Padova,
tel. +39 049 8767610/633, fax +39 049 8767670, e-mail oaa@arpa.veneto.it

Riassunto

Nel presente lavoro si illustra una metodologia messa a punto per individuare e studiare aree di elevato pregio ambientale situate nei fondali marini dell'Alto Adriatico. Il lavoro è stato sviluppato nell'ambito del progetto “*Le Tegnùe dell'Alto Adriatico - valorizzazione della risorsa marina attraverso lo studio di aree di pregio ambientale*” coordinato da ARPA Veneto e rientrante nell'ambito dei progetti “INTERREG III” e “Tegnùe Sesto Piano Nazionale Triennale per la pesca e l'acquacoltura”.

Il metodo presentato permette di tracciare con precisione il contorno degli affioramenti rocciosi presenti nelle aree indagate, offrendo anche interessanti spunti per l'interpretazione della loro formazione e dell'influsso che esercitano nelle aree circostanti.

Abstract

The paper presents a new GIS methodology implemented for the characterization of the beach rocks, locally called Tegnùe, of the Northern Adriatic sea. These natural sub-marine rocks are particularly important for their ecological role and biodiversity; some of them have in recent years become “areas of biologic protection”. The methodology, developed within the project “*Northern Adriatic sea's tegnùe – exploitation of marine resources studying the areas of high environmental value*” coordinated by Veneto Region Environmental Protection Agency - ARPAV, allows to contour with high accuracy the beach rocks investigated by means of Side Scan Sonar and singlebeam/multibeam survey data and offers a new tool for the interpretation of their formation and of their influence upon the surrounding areas.

Introduzione

La presenza di affioramenti rocciosi dai fondali sabbiosi al largo delle coste nord adriatiche italiane è conosciuta da tempo. Tali affioramenti, chiamati “tegnùe” per la loro capacità di trattenere e rompere le reti dei pescatori, sono elementi di grande interesse scientifico a causa della straordinaria biodiversità degli habitat che li caratterizzano. Il recente riconoscimento di tali zone come risorse ambientali da tutelare pone al centro dell'attenzione la necessità di un efficace metodo di studio e monitoraggio.

Le indagini *Side Scan Sonar* (SSS) sono utilizzate proficuamente da decenni come strumento per l'individuazione di massima delle aree di interesse. L'integrazione di tali dati con rilievi batimetrici di dettaglio, sempre più diffusi al giorno d'oggi, permette di delimitare con precisione gli affioramenti rocciosi, e apre nuove prospettive sullo studio ed il monitoraggio delle aree di tegnùe.

Materiali e metodi

L'obiettivo principale di questo lavoro è stato quello di individuare con precisione gli affioramenti rocciosi delle tegnù attraverso il tracciamento del loro contorno.

Tecnicamente questo compito è stato svolto tramite una successione di operazioni che, partendo dai dati di origine, ha prodotto nuovi strati informativi, a loro volta rielaborati in un processo *step-by-step* che si conclude con la creazione del *layer* rappresentante il risultato finale desiderato.

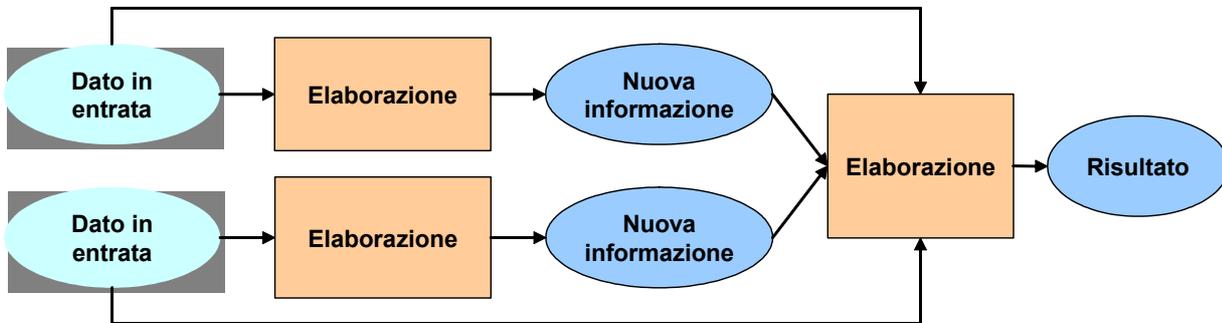


Figura 1 - Schema di processo step-by-step

Le operazioni intermedie di tale processo sfruttano a pieno le potenzialità del GIS e dei tool disponibili con le estensioni adoperate (in particolare la suite ESRI ArcGIS versione 9.1, composta da ArcCatalog e ArcMap, provvista delle estensioni Spatial Analyst e 3D Analyst), supportati in questo lavoro da un sistema hardware multiprocessore.

I dati di input utilizzati, relativi ad una decina di specifiche aree di indagine di superficie molto variabile (da un minimo di pochi ettari fino a più di un Km²), si possono classificare in:

- coordinate dei vertici delle aree indagate, in formato WGS84 o Gauss-Boaga fuso ovest;
- batimetrie di tipo *single beam*, in formato tabellare *.csv;
- batimetrie di tipo *multi beam*, in formato tabellare *.csv;
- rilievi *side scan sonar*, in formato *raster* *.tif.

Il primo passo della metodologia adottata consiste nell'interpolazione 3D dei punti batimetrici, tramite la quale si ottiene un modello della superficie in esame. Tale modello, strutturalmente composto da una rete irregolare di triangoli (*Triangulated Irregular Network*, TIN), viene generalmente definito modello digitale del terreno (*Digital Terrain Model*, DTM), ed usato in diversi tipi di analisi morfologiche. Il DTM viene inizialmente visualizzato come tematismo GIS a due dimensioni attraverso la tecnica dello *shaded relief*, attraverso la quale è possibile ottenere una rappresentazione del DTM facilmente interpretabile.

Nel caso in cui la densità o la distribuzione dei punti batimetrici sia considerata insufficiente a tale scopo, l'elaborazione del DTM viene preceduta da un'interpolazione 2D di tipo *kriging*, in modo da ridurre le distorsioni generate dalla copertura spaziale irregolare del dato. Questo passaggio si è rivelato particolarmente utile nel trattamento di batimetrie di tipo *Single Beam*, la Figura 2 ne fornisce un esempio.

Il DTM viene a sua volta processato attraverso una serie di tool specifici, ottenendo gli strati informativi delle isobate (ad intervalli di 10 cm., in formato SHP) e delle pendenze (con risoluzione 20 cm., in formato GRID), perfettamente sovrapponibili al *raster layer* rappresentante il rilievo *Side Scan Sonar* (anch'esso *raster*, generalmente con risoluzione 20 cm.). Il confronto delle nuove informazioni così ottenute permette di dare una prima interpretazione della morfologia degli affioramenti.

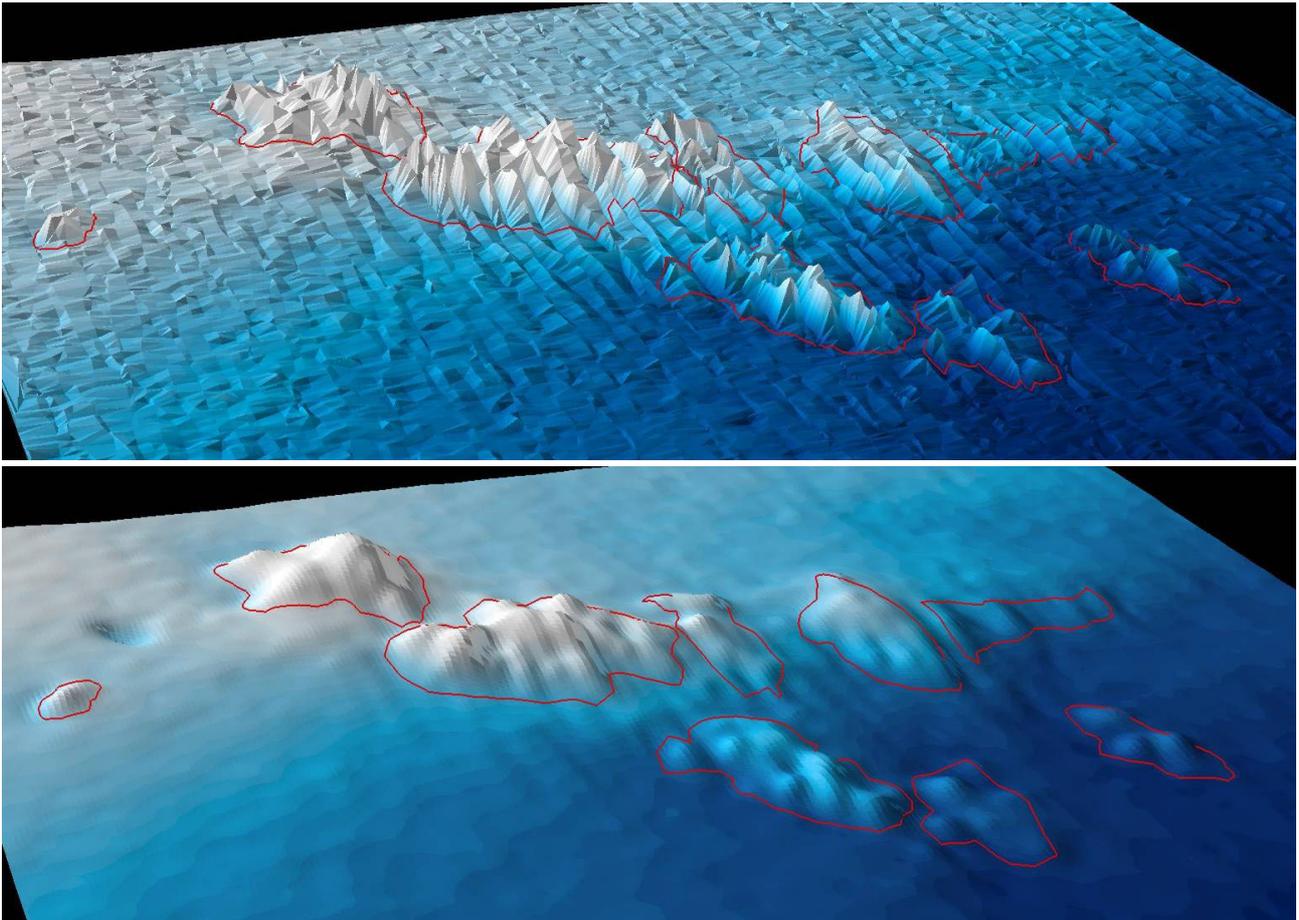


Figura 2 - DTM ricavato dall'elaborazione di batimetrie Single Beam e, in basso, il miglioramento introdotto dal kriging. Nota: entrambi i modelli presentano un'esagerazione delle altezze

Il DTM viene quindi rappresentato in 3D, e su di esso vengono modellati i *layer* descritti in precedenza, ottenendo le rappresentazioni esemplificate in Figura 3. Il modulo di rappresentazione tridimensionale offerto dal 3DAnalyst (ArcScene) dispone di una serie di funzionalità che permettono di visualizzare e confrontare i diversi strati informativi da diverse angolazioni, con la possibilità di introdurre una variabile di esagerazione verticale che, basandosi sul DTM, ne evidenzia i rilievi.

Il tracciamento del contorno viene eseguito in ambiente GIS 2D, usando come riferimento i *layer* a disposizione ed il continuo raffronto con la modellazione degli stessi sul modello 3D. In alcuni casi risulta possibile applicare delle procedure semi-automatiche che derivino il profilo degli affioramenti direttamente dai *layer* elaborati in precedenza, benché tale operazione sia stata usata raramente in questo lavoro e necessiti di perfezionamenti che la rendano applicabile alle diverse morfologie delle aree di indagine.

L'analisi comparata in ambiente 3D del SSS e delle elaborazioni sui dati batimetrici permette inoltre di individuare speditamente le zone in cui l'alta riflettività sonar non corrisponde a discontinuità morfologiche di rilievo, per le quali può essere utile integrare nuove elaborazioni e/o fonti informative.

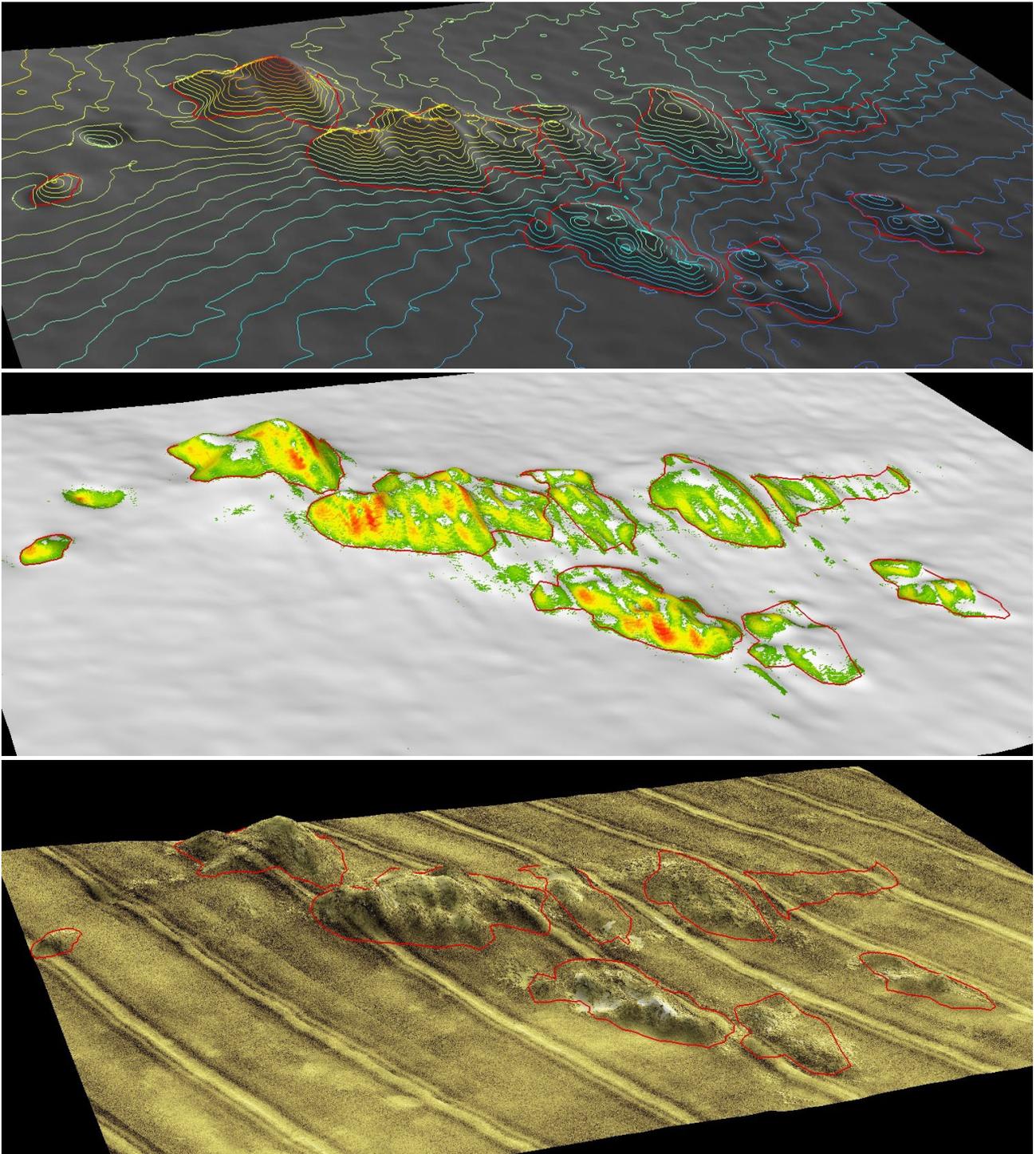


Figura 3 - modellazione sul DTM dei layer raffiguranti isobate, pendenza, rilievo SSS. In evidenza il perimetro degli affioramenti

Risultati

Il metodo di lavoro adottato si è dimostrato capace di identificare con buona precisione il perimetro degli affioramenti rocciosi esaminati.

Il confronto 3D dei *layer* elaborati con il GIS ha evidenziato come le diverse fonti informative mettano in luce aspetti differenti delle strutture in oggetto, suggerendo nuovi possibili approcci per il tracciamento dei contorni.

Gli affioramenti di forma compatta che si stagliano nettamente dal fondale marino risultano essere, anche se di piccole dimensioni, facilmente individuabili tramite l'applicazione di una serie di

elaborazioni GIS sul dato batimetrico. In questo caso si è rivelata molto efficace l'implementazione di procedure automatiche basate su tecniche di *contouring* applicate alla carta delle pendenze. Per le rocce a forma di lastra, semisommerse nel fondale sabbioso o per i depositi clastici e bioclastici è invece di maggiore aiuto l'analisi dell'informazione fornita dalle indagini sonar. In questo lavoro sono state utilizzate entrambe le tecniche per ogni area indagata, perfezionando un metodo di lavoro standard applicabile ad ogni tipo di Tegnù, indipendentemente dalla geometria degli affioramenti. Il percorso logico dei passi che compongono la metodologia presentata è schematizzabile come in Figura 4.

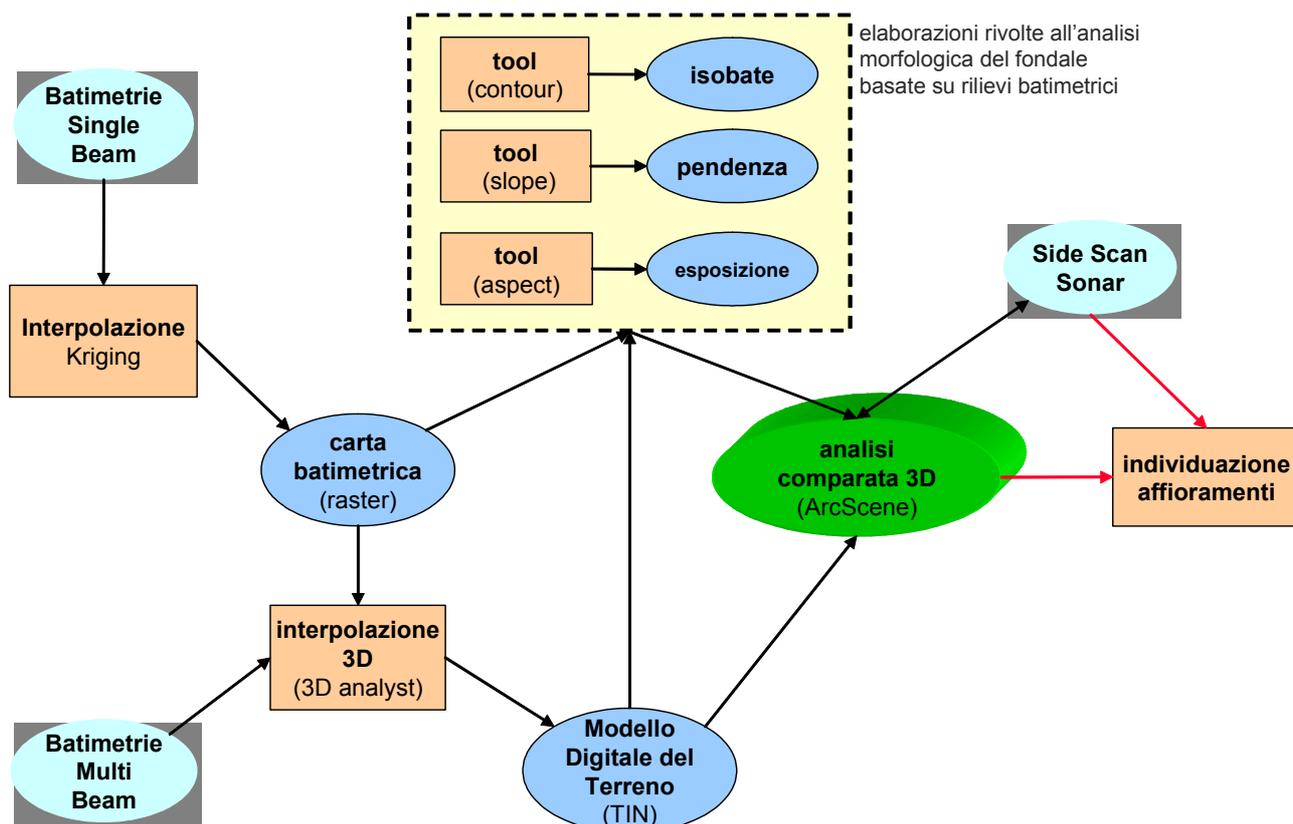


Figura 4 - Percorso logico di elaborazione dei dati

Conclusioni

La metodologia utilizzata permette non solo di tracciare con precisione il contorno degli affioramenti, ma offre anche interessanti spunti per l'interpretazione della loro formazione e dell'influsso che esercitano nelle aree circostanti. Il raffronto delle caratteristiche morfologiche distintive degli affioramenti e della tessitura del substrato che si evince dal *backscatter* dell'indagine sonar, infatti, rende possibili nuovi approcci allo studio dei materiali e degli organismi presenti nelle aree indagate.

Lo studio di questi affioramenti ha evidenziato come sia frequente riscontrare nelle risposte del Sonar e del Multibeam differenze di segnale correlabili alle diverse caratteristiche morfologiche e di tessitura del substrato; queste evidenze introducono la possibilità di identificare separatamente gli affioramenti rocciosi veri e propri dalle "aree di tagnù", intendendo con questo termine la zona di fondale che sebbene non abbia veri e propri affioramenti presenta peculiarità tessiturali, biologiche ed ecologiche specifiche e diverse da quelle dei fondali sabbiosi dell'Alto Adriatico.

In tali aree l'elaborazione di altri strati informativi, e soprattutto di quelli concernenti il dato biologico, possono rappresentare un passo di grande importanza nello studio e monitoraggio delle Tegnù, trovando un ruolo importante nel processo di analisi *step-by-step* adottato in questo lavoro.

Bibliografia

Ponti M, Franceschini G, Giovanardi O, Mazzoldi C, Mescalchin P, Rasotto MB, Tagliapietra D, Zanon V, Abbiati M. (2005), “Tegnùe di Chioggia: un progetto per la valorizzazione e gestione della zona di tutela biologica”, *Riassunti del 36° Congresso nazionale della Società Italiana di Biologia Marina*, 198

Gordini E, Ramella R, Romeo R, Deponte M, Marocco R. (2004), “Indagini acustiche sugli affioramenti rocciosi del golfo di Trieste (Adriatico settentrionale)”, Gortania

ESRI (2004), *Using ArcGIS 3D Analyst*, ESRI, Redlands (CA)

Giovanardi O, Cristofalo G, Manzueto L, Franceschini G. (2003), “Le tegnue di Chioggia: nuovi dati e osservazioni sulla base di campionamenti acustici ad alta definizione”, *Chioggia - rivista di studi e ricerche*, 23: 103-116

Gordini E, Caressa S, Marocco R. (2003), “Nuova carta morfo-sedimentologica del Golfo di Trieste (da Punta Tagliamento alla foce dell'Isonzo)”, *Atti Museo Friulano di Storia Naturale*, 25: 5-29

Franceschini G, Raicevich S, Giovanardi O, Pranovi F, Manzueto L. (2003), “Le tegnue di Chioggia: valutazione dell’impatto della pesca a strascico con metodi acustici e sistemi informatici”, *Chioggia - rivista di studi e ricerche*, 23: 92-102

ESRI (2002), *Using ArcGIS Spatial Analyst*, ESRI, Redlands (CA)