

Rilevamento geomorfologico quantitativo della falesia tra Roca e Torre dell'Orso (Provincia di Lecce) mediante tecniche G.I.S.

Andrea Vitale (*), Paolo Sansò (**), Emanuele Giaccari (***)

(*) Collaboratore esterno presso l'Osservatorio di Chimica, Fisica e Geologia ambientali, Dipartimento di Scienza dei Materiali, Via per Arnesano, Università degli Studi di Lecce, e-mail: vitaleandrea@inwind.it

(**) Osservatorio di Chimica, Fisica e Geologia ambientali, Dipartimento di Scienza dei Materiali, Via per Arnesano, Università degli Studi di Lecce, e-mail: paolo.sanso@unile.it

(***) Università degli Studi della Basilicata, e-mail: giaccari@unibas.it

Riassunto

Il rilevamento geomorfologico quantitativo della falesia tra Roca e Torre dell'Orso (Provincia di Lecce) è stato affrontato utilizzando delle riprese fotografiche a colori e all'infrarosso di tratti elementari di costa, eseguite da mare e inquadrando due apposite aste di taratura. L'utilizzo di un sistema GIS ha permesso di determinare da ogni ripresa eseguita una serie di grandezze morfometriche (altezza della falesia, spessore degli strati, stato di fratturazione, presenza di corpi di frana, etc.). La distribuzione spaziale di ognuna delle grandezze determinate è stata poi restituita su apposite carte tematiche dopo opportuna analisi e classificazione.

Tale metodo di rilevamento ed analisi ha permesso di ottenere una efficace base conoscitiva per la determinazione della pericolosità geomorfologica del tratto costiero considerato.

Abstract

The quantitative geomorphological survey of the cliff stretching from Roca to Torre dell'Orso (Provincia di Lecce) has been carried out by means of colour and infrared photos which have been taken from the sea with a particular procedure. The use of a GIS allowed the determination of a number of morphometric features (such as cliff height, strata thickness, joint density, landslides, and so on). The spatial distribution of each characteristic has been reported on thematic maps after the necessary analysis and classification.

This method of survey and analysis supplied a valuable data set useful for the determination of the geomorphological hazard along the studied coastal tract.

Introduzione

Il tratto di costa adriatica compreso tra Roca e Torre dell'Orso (Provincia di Lecce) è in gran parte costituito da falesie intagliate in calcareniti debolmente cementate riferibili al Pliocene medio-superiore (Bossio et al., 1987). La linea di riva si presenta regolare e composta da una successione di lunghi tratti rettilinei a direzione costante (all'incirca NNW-SSE) interrotta in corrispondenza dell'area archeologica di Roca dalla presenza di brevi e strette insenature.

L'evoluzione del litorale è dominata dall'arretramento delle falesie, che può essere schematizzato come un processo ciclico, composto da lunga fase di preparazione, in cui si verifica l'erosione del corpo di frana e il modellamento del solco di battente, seguita da una fase "catastrofica" rappresentata dal distacco di una frana da crollo (Mastronuzzi et al., 1992). I tempi e le modalità con cui questo ciclo si compie dipendono da fattori meteomarinari (energia del moto ondoso, frequenza ed intensità delle mareggiate, morfologia del primo fondale, ecc.), dalle locali condizioni litostrutturali del corpo roccioso (caratteristiche fisico-meccaniche del corpo roccioso, gradi di fratturazione, giacitura degli strati e delle fratture, ecc.) nonché dalle caratteristiche morfologiche (altezza della falesia, profilo caratteristico, solchi e superfici strutturali, ecc.).

Il lavoro presenta i risultati del rilevamento geomorfologico elaborato con lo scopo di acquisire i parametri necessari a definire l'evoluzione della linea di riva nel tratto considerato (altezza, spessore degli strati, presenza di cavità, stato di fratturazione, individuazione dei corpi di frana, etc.) Dal rilevamento è stato escluso il tratto costiero dell'area archeologica di Roca, profondamente alterato dall'attività antropica e quindi di scarso interesse per la valutazione dell'evoluzione morfologica naturale del litorale.

Il metodo di rilevamento

Il rilevamento geomorfologico del litorale tra Roca e Torre dell'Orso è stato eseguito utilizzando riprese fotografiche con pellicola a colori e sensibile all'infrarosso. Le riprese fotografiche di tratti elementari del litorale sono state eseguite da mare, con operatori a terra forniti di apposite aste di taratura e posti sul ciglio della falesia a distanza di 50 m oppure meno, con punto di ripresa a mare sulla linea mediana di ogni singolo tratto.

L'esame delle foto IrB/N evidenzia con tonalità chiare la fascia del rim algale compresa dal livello del mare al momento della ripresa sino al livello di alta marea. Risultano inoltre ben evidenti le superfici di strato e la trama delle fratture, questo probabilmente a causa di variazioni di umidità in corrispondenza delle principali discontinuità. Per quest'ultima caratteristica tali riprese sono state particolarmente utili per la determinazione dei parametri relativi allo spessore degli strati e allo stato di fratturazione.

Implementazione delle immagini in un sistema GIS, elaborazione dell'immagine e calcolo dei parametri per ogni tratto elementare.

Le informazioni quantitative, deducibili dalla interpretazione delle riprese fotografiche, sono state ottenute utilizzando un Sistema Informativo Geografico (GIS). Le caratteristiche lineari della falesia (altezza della falesia, giunti di stratificazione, fratture) sono rappresentate da un tema di polilinee, mentre quelle areali (area del tratto elementare, area occupata da cavità, area occupata da corpi di frana, area interessata da difese costiere), da un tema di poligoni (Fig. 1).

Ad ogni singolo elemento è stato possibile associare la tipologia e le caratteristiche geometriche in unità macchina (lunghezza e area, rispettivamente), mediante la lettura delle misure sulle aste di taratura ha permesso la conversione delle unità macchina in metri.

In particolare, per ogni tratto elementare (*record*) sono stati definiti, oltre ad un codice identificativo, i seguenti campi informativi (*fields*):

a) Elementi lineari

- Tipo di profilo: semplice: costituito da una parete subverticale a profilo regolare; complesso: la falesia mostra al piede una piattaforma suborizzontale di ampiezza variabile, posta poco al di sopra del livello del mare; antropico: la falesia risulta rimodellata dall'attività antropica (presenza di cave o terrapieni).
- Distanza in unità macchina tra le due aste di taratura.
- Altezza in unità macchina della falesia alle due estremità del tratto elementare.
- Numero delle superfici di strato.
- Numero e lunghezza delle fratture.

b) Elementi areali

- Area occupata da cavità.
- Area occupata da corpi di frana.
- Area occupata da opere di difesa.
- Area totale del tratto elementare.

Per una valutazione critica dei risultati è stato introdotto un campo in cui viene riportata la valutazione della qualità delle foto interpretate.

A partire da questi dati sono state determinate in maniera quantitativa le seguenti caratteristiche:

- Altezza media: media delle altezze estreme del tratto elementare (m).
- Potenza degli strati: rapporto tra l'altezza media e il numero degli strati (m/n).

- Densità delle fratture: rapporto tra lunghezza complessiva delle fratture e l'area totale (m/m^2).
 - Area percentuale del corpo di frana: rapporto tra l'area dei blocchi di frana e quella totale (%).
 - Area delle cavità: rapporto tra l'area delle cavità e quella totale (m^2/m^2).
 - Area delle opere di difesa: rapporto tra l'area delle opere di difesa e quella totale (m^2/m^2).
- E' stato inoltre aggiunto un ulteriore campo con la distanza delle opere urbane e/o edifici dal ciglio della falesia.

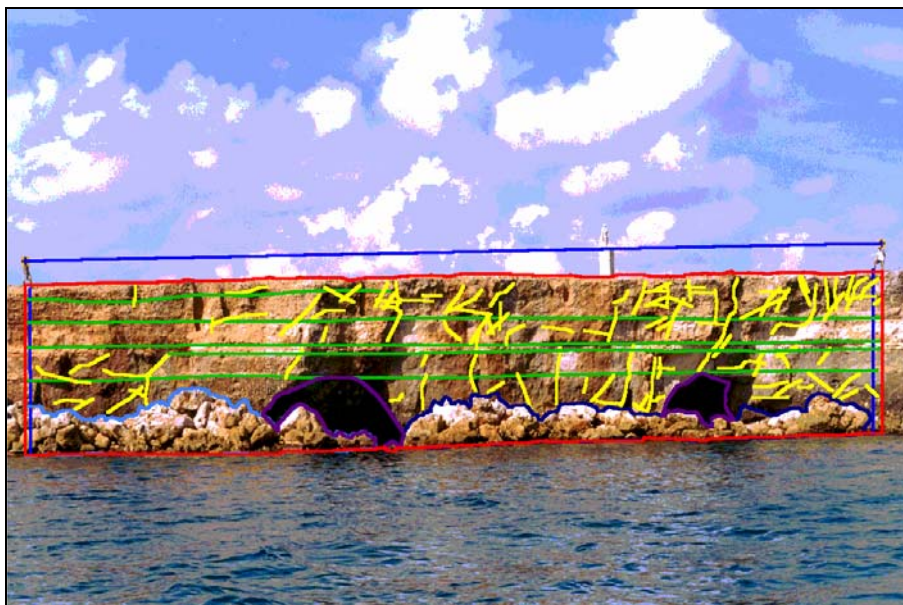


Fig.1-Esempio di fotointerpretazione su una delle riprese fotografiche.

Restituzione cartografica dei risultati del rilevamento morfometrico

La restituzione dei dati acquisiti è stata possibile individuando lungo la linea di riva i singoli tratti elementari oggetto delle riprese fotografiche ed utilizzando la funzione di *Joint* per legare, tramite un'identificativo comune, le caratteristiche determinate.

La realizzazione delle carte tematiche è stata ottenuta mediante l'opportuna classificazione dei valori calcolati per ogni parametro e utilizzando linee di differente colore per ogni classe. Le carte tematiche prodotte sono relative ai seguenti parametri:

1) Altezza media della falesia (m)

La falesia del tratto costiero in esame, mostra generalmente profilo semplice, rappresentato cioè da una superficie subverticale regolare (57% del litorale considerato); in alcuni tratti, comunque, essa mostra profilo complesso (30%), caratterizzato dalla presenza poco al di sopra del livello del mare di una piattaforma suborizzontale. Non trascurabili (13%), infine, sono i tratti la cui originaria morfologia è stata profondamente alterata dall'uomo con l'apertura di cave e l'esecuzione di terrapieni.

L'altezza della falesia varia da valori minimi di 1 m, nei tratti a profilo complesso, a valori massimi di circa 17 m; l'altezza media è di circa 9 m. Risultano molto estesi i tratti costieri con falesia alta da 5 a 6 metri e, seppur in misura minore, quelli con falesie alte circa 14 m.

L'analisi della distribuzione spaziale dell'altezza media della falesia evidenzia un graduale aumento di questo parametro procedendo lungo la linea di riva da NNW a SSE. I valori minimi si riscontrano nell'area di Roca Vecchia mentre quelli massimi si raggiungono poco a Nord dell'insenatura di Torre dell'Orso. Fanno eccezioni a questo trend generale i brevi tratti con profilo complesso.

2) Potenza degli strati (m)

La falesia del tratto di costa tra Roca e Torre dell'Orso si presenta intagliata in calcareniti a diagenesi variabile generalmente ben stratificate, con strati di spessore variabile debolmente immergenti verso mare.

L'analisi statistica dello spessore degli strati evidenzia un valore abbastanza costante tra 0.5 a 1.5 metri. I tratti in cui la roccia si presenta massiccia o caratterizzata da potenti bancate (spessore maggiore di 2.5 m) sono decisamente subordinati.

L'analisi della distribuzione spaziale di questo parametro evidenzia un generale, graduale aumento dello spessore degli strati procedendo da NNW a SSE anche se il trend è interrotto da qualche breve tratto in controtendenza, posto per lo più all'interno di piccole insenature.

3) Densità delle fratture (m/m^2)

Il corpo roccioso su cui è intagliata la falesia in studio è interessato non solo da discontinuità primarie (i giunti di stratificazione) ma anche da un sistema secondario di discontinuità prodotte dalla tettonica (fratture). Tali fratture mostrano generalmente andamento irregolare e si presentano spesso saldate da riempimento calcitico.

L'analisi ha evidenziato che la lunghezza delle fratture presenti in media su di un metro quadro di superficie di falesia varia da 0 a 0.50 metri. Il valore medio della densità di fratture si attesta su 0.39 m/mq (Fig.2).

L'analisi della distribuzione spaziale della densità di fratture evidenzia una sostanziale uniformità del grado di fratturazione interrotta dalla presenza di alcuni brevi tratti di litorale particolarmente fratturati (densità di fratture maggiore di 0.65 m/mq).

4) Area percentuale delle grotte (%)

L'arretramento della falesia è in numerosi tratti determinato dal modellamento di grotte costiere ad opera del moto ondoso che, ampliandosi gradualmente nel tempo sia in senso orizzontale che verticale, finiscono con l'intercettare la superficie topografica trasformandosi in *blow-holes*. Altre volte l'ampliamento di grotte costiere sui due lati di un promontorio finisce col determinarne la coalescenza e la formazione di un arco costiero. Il proseguire dell'azione erosiva del moto ondoso e degli agenti atmosferici determinano infine il crollo dell'arco e la formazione di un faraglione.

La presenza di una grotta costiera determina quindi una locale elevata instabilità della falesia per cui risulta fondamentale conoscerne la posizione e stimarne le dimensioni.

L'analisi delle riprese fotografiche evidenzia la presenza di un numero significativo di tratti caratterizzati da grotte costiere (area percentuale maggiore del 5%), alcune di grandi dimensioni (area percentuale maggiore del 20%). La distribuzione spaziale di questo parametro mostra una maggiore frequenza delle grotte costiere nel tratto di litorale compreso tra il complesso archeologico di Roca e l'insenatura di Torre dell'Orso.

Per una visione più realistica della situazione, è stata redatta una carta tematica con l'ubicazione delle principali grotte costiere. Queste risultano essere in numero poco elevato e concentrate per lo più lungo il tratto di litorale compreso tra la zona archeologica di Roca e l'insenatura di Torre dell'Orso.

5) Area blocchi (%)

L'arretramento della falesia di Roca - Torre dell'Orso avviene generalmente per frane da crollo indotte da una efficace azione di scalzamento al piede da parte del moto ondoso. Poiché il corpo di frana viene eroso in breve tempo, la presenza di blocchi al piede della falesia indica un'area di distacco recente. Questi tratti costieri risultano i più stabili sia perché la falesia ha da poco tempo raggiunto una nuova situazione di equilibrio, sia perché il corpo di frana esercita una azione di protezione nei riguardi del moto ondoso. Viceversa, saranno potenzialmente instabili le falesie prive di blocchi al piede, in quanto non protette dall'azione del moto ondoso e soggette da un relativamente lungo tempo all'azione di degradazione meteorica e del moto ondoso.

L'analisi eseguita evidenzia la presenza di pochi tratti di litorale caratterizzati da un corpo di frana relativamente esteso, essendo invece gran parte del litorale caratterizzato da valori di questo parametro minori del 2% (Fig. 3).

L'analisi della distribuzione spaziale dei corpi di frana evidenzia chiaramente la posizione dei tratti di falesia attualmente caratterizzati da un corpo di frana al piede. Spiccano le situazioni presenti all'estremità settentrionale dell'area e poco a nord di Torre dell'Orso.

6) Opere di difesa (%)

Lungo il litorale sono state realizzate delle opere di difesa generalmente lì dove il rapido arretramento della falesia ha comportato una situazione di rischio per gli edifici costruiti a poca distanza dal ciglio della falesia. Le opere di difesa sono generalmente rappresentate da accumuli di blocchi di calcare micritico di medie dimensioni, disposti a costituire una rampa a protezione del piede della falesia. Tali opere si concentrano lungo brevi tratti posti all'estremità nord dell'area e nella zona della Grotta della Poesia, dove le opere di difesa sono state realizzate con l'intento di proteggere il patrimonio archeologico presente all'interno della grotta.

7) Distanza opere antropiche dal ciglio della falesia (m)

La realizzazione di opere antropiche in aree caratterizzate da alta pericolosità geomorfologica, quali per esempio il ciglio di falesie in rapido arretramento, comporta una situazione di rischio tanto più elevato quanto maggiore è il valore, sia in termine economici che di vite umane, del tipo di opera. Per fornire un contributo utile alla definizione del rischio geomorfologico lungo il tratto costiero da Roca a Torre dell'Orso è stata determinata la distanza delle opere antropiche, senza differenziare la tipologia dell'opera (strada, casa unifamiliare, condominio a più piani, etc.), dal ciglio della falesia. L'analisi dei dati evidenzia una distanza media di circa 38 m. Nel dettaglio, si nota una limitata estensione di tratti costieri (circa 80 m) contraddistinti da opere urbane a ridosso del ciglio della falesia (distanza minore di 10 m), mentre molto più estesi (circa 2300 m, complessivamente) sono i tratti posti da 10 a 50 m. Decisamente più limitata (460 m) è l'estensione dei tratti posti oltre 50 m dal ciglio della falesia.

L'analisi della distribuzione spaziale di questo parametro evidenzia come la distanza tra il ciglio della falesia e la prima opera antropica (generalmente rappresentata dalla strada litoranea) sia particolarmente piccola in corrispondenza dei centri abitati di Roca e Torre dell'Orso.

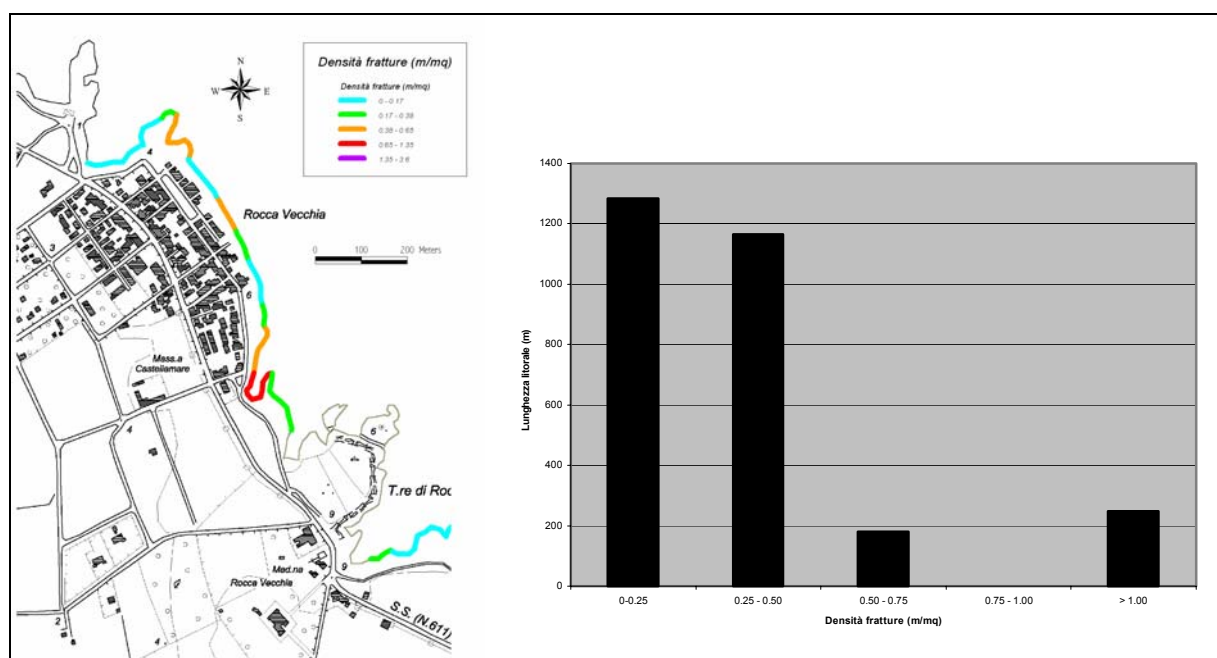


Fig.2-Distribuzione spaziale della densità delle fratture e relativo grafico.

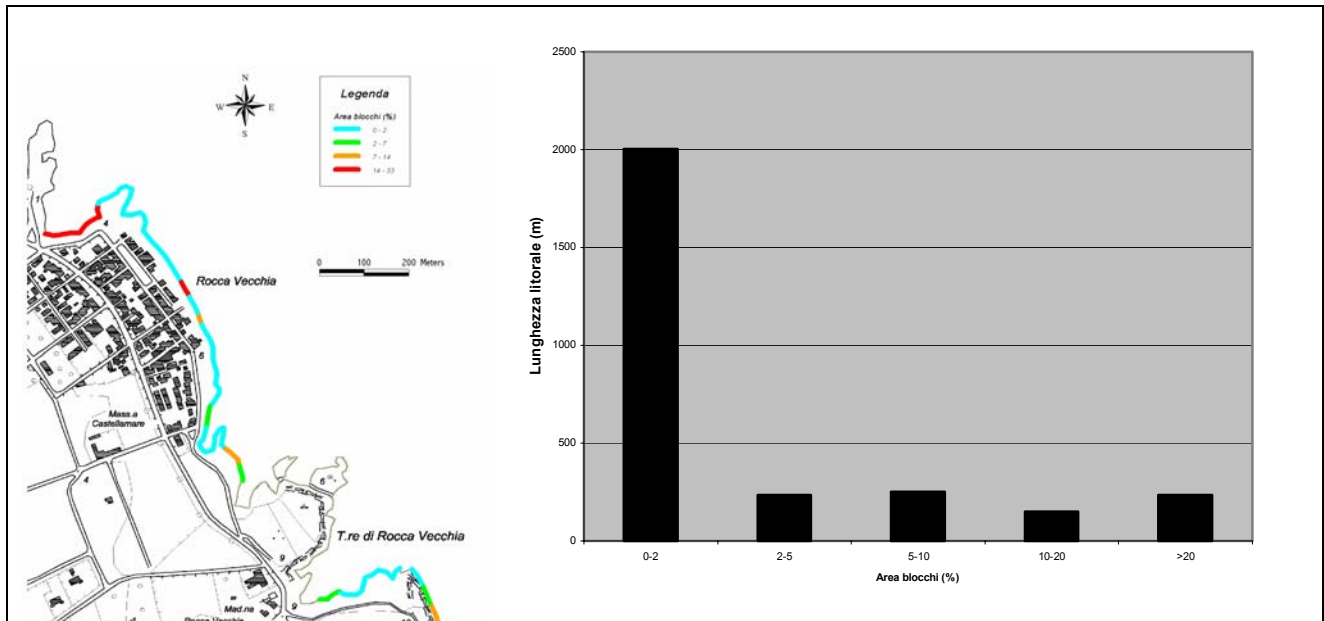


Fig.3-Distribuzione spaziale dell'area a blocchi e relativo grafico.

Considerazioni conclusive

Il metodo di rilevamento della falesia compresa tra Roca e Torre dell'Orso (Provincia di Lecce), la determinazione di una serie di caratteristiche morfometriche, la loro analisi e restituzione su cartografia tematica mediante sistema GIS hanno permesso una dettagliata caratterizzazione del tratto costiero in esame.

Tale caratterizzazione risulta di fondamentale importanza per la definizione delle modalità di evoluzione del litorale e del grado di pericolosità geomorfologica di ogni singolo tratto elementare di costa.

Bibliografia

MASTRONUZZI G., PALMENTOLA G. & SANSONO P. (1992)-Some theoretic aspects of rocky coast dynamics. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, 10, 109-115.