

Analisi geomorfico-quantitativa dell'Isola d'Ischia

Rosa Nappi (*), Eliana Bellucci Sessa (*), Giuseppe Vilardo (*)

(*) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Osservatorio Vesuviano, Via Diocleziano, 328 – Napoli, tel. 0816108321, fax 0816108351, e-mail nappi@ov.ingv.it

Riassunto

In questa nota vengono presentati i risultati preliminari ottenuti da un'analisi geomorfica quantitativa mirata all'identificazione degli eventi tettonici e quindi della deformazione a cui è soggetta l'isola d'Ischia, vulcano attivo da almeno 150.000 anni, ubicato nella parte nord-occidentale del golfo di Napoli.

La procedura applicata ha previsto la generazione di un DTM ad altissima risoluzione (pixel 2x2 m) da cui sono stati estratti alcuni parametri morfometrici (*terrain aspect slope gradient, tangential curvature, shaded relief, topographic residual surface*) utilizzati nella successiva analisi morfotettonica.

L'obiettivo del lavoro è stato quello di voler effettuare una comparazione fra i dati geomorfologici numerici estratti dal DTM ed i dati geologici e geomorfologici di letteratura o rilevati in campagna, al fine di contribuire all'interpretazione della dinamica tettonica e deformativa dell'area di studio.

Particolare importanza è stata data all'analisi della *topographic residual surface* poiché tale parametro consente di evidenziare le aree che hanno subito sollevamento e quindi deformazione in tempi recenti.

Sebbene preliminari, i risultati ottenuti dall'analisi della *topographic residual surface* interpretati congiuntamente ad i risultati complessivi ottenuti dall'analisi delle carte tematiche derivate dal DTM, mostrano alcune evidenti correlazioni con dati di letteratura e di campagna.

Abstract

In this paper we present preliminary results of a geomorphic quantitative analysis in order to identify the tectonic processes and the recent deformation affecting the Ischia island.

Ischia Island is volcano, active from at least 150.000 ka located on the Western sector of the Gulf of Naples (Southern Italy). It is characterized by extensional episodes localized on E-W to ESE-WNW trending structures, especially along the (Northern) Mt. Epomeo border affected by the major dip-slip displacement. Deformation attenuates toward the east where younger volcanic edifices are located.

To well constrain the island tectonic deformation we have applied a method concerning the extraction of several geomorphologic parameters from a high resolution DTM (2x2 pixel) in order to identify morphotectonic features such as linear continuity. Successively, the joint interpretation of the results obtained by geomorphic analysis shows strong correlation with the geological, geomorphological and structural data, especially in the northern sector of the island.

Introduzione

L'isola d'Ischia è ubicata a NO del Golfo di Napoli e rappresenta la zona più occidentale del complesso vulcanico dei Campi Flegrei (fig. 1).

Gli eventi più significativi che hanno caratterizzato l'attività vulcano-tettonica storica e recente dell'isola sono la sismicità, le manifestazioni idrotermali e le deformazioni geodetiche.

L'assetto strutturale è caratterizzato da una caldera che borda l'isola e dall'alto strutturale e morfologico del M. Epomeo (età del sollevamento < 33000 ka), esteso circa 20 km², interpretato

come un horst vulcano-tettonico (Rittman, 1930; Fusi, et al., 1990; Gillot, 1985; Vezzoli, 1988) e come il risultato di una risorgenza calderica (Orsi et al., 1991).

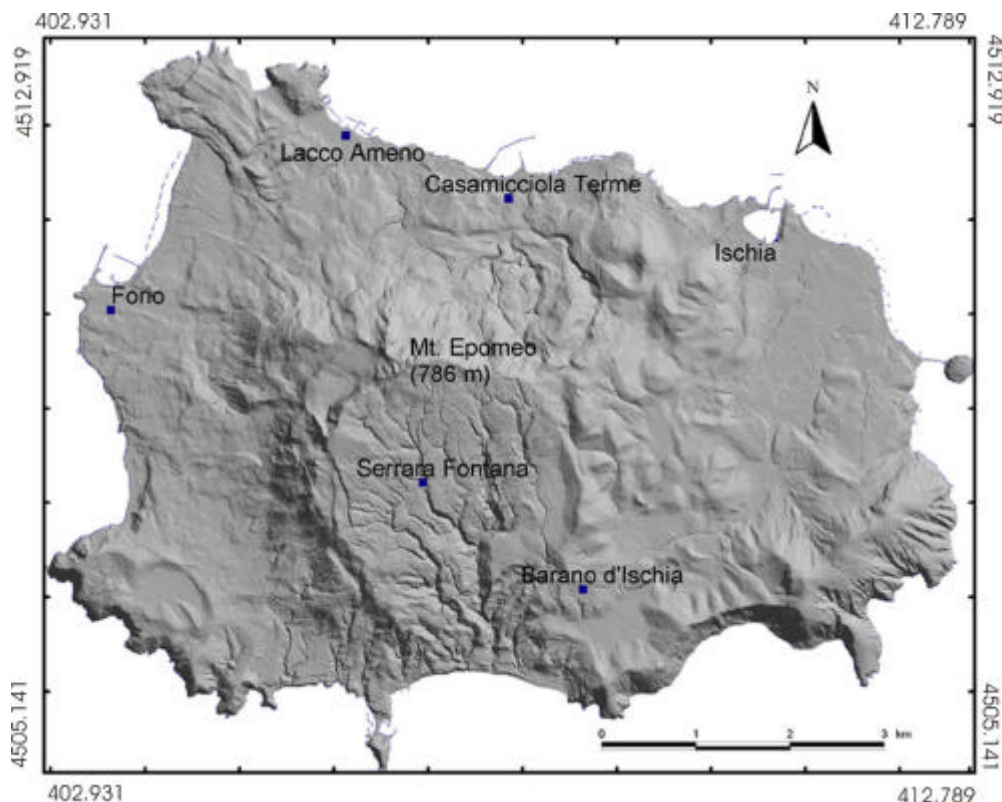


Fig.1 - DTM dell'Isola d'Ischia (scala 1:2000 Consorzio CISI, ripresa aerea 1998).

Quattro sistemi di faglie principali interessano l'isola: faglie ad orientazione E-O e ONO-ESE che bordano il settore nord del M. Epomeo, il sistema di faglie NE-SO che taglia i depositi del settore orientale, faglie ad orientazione NO-SE relative all'angolo SO dell'isola e le faglie NNO-SSE e N-S che bordano il settore orientale e occidentale del M. Epomeo. Attualmente il fianco meridionale del blocco strutturale del M. Epomeo e l'angolo NO dell'isola sono caratterizzati da frane dovute sia all'instabilità gravitativa per le forti pendenze dei versanti, sia allo scuotimento relativo ai forti terremoti che hanno colpito l'isola in tempi storici (Vezzoli, 1988; Alessio et al., 1996).

I forti terremoti storici, Casamicciola del 1881 e 1883 (CPTI, 1999, Cubellis, 1985), sono correlati alle faglie E-O e ONO-ESE che bordano il settore più settentrionale dell'Isola e dunque la deformazione recente è localizzata nella fascia settentrionale che va dalla Marina di Casamicciola alle propaggini settentrionali del M. Epomeo (Alessio et al., 1996). Secondo gli stessi autori (Alessio et al., 1996), l'orientazione del sistema estensionale del settore settentrionale di Ischia, consistente con il campo di deformazione regionale recente ed attuale (Cello et al., 1982; Fusi et al., 1990), suggerisce una possibile relazione tra il campo di deformazione regionale e la dinamica recente dell'isola. Lo stato deformativo dell'isola risulta governato sia dal campo di stress regionale sia dai fattori che determinano la risorgenza calderica. Tuttavia, ancora fortemente dibattuta è la ricostruzione del quadro cinematico e dinamico dell'area, poiché non è semplice separare le deformazioni dovute a tettonica da quelle vulcaniche e gravitative.

In tale contesto, l'analisi geomorfica e topografica di dettaglio può rivelarsi un supporto di notevole utilità per meglio comprendere le problematiche sopra esposte.

In questo lavoro è stata intrapresa un'analisi morfotettonica di dettaglio al fine di evidenziare le principali deformazioni geomorfologiche del paesaggio. L'analisi ha previsto (a) la generazione di un DTM dell'isola utilizzato per l'estrazione dei parametri geomorfici e (b) lo studio spaziale e statistico delle discontinuità strutturali ricavate dai parametri stessi (Jordan et al., 2003, 2005).

I risultati ottenuti sono stati confrontati con alcuni dati geologico-strutturali e geomorfologici di letteratura e di campagna.

Analisi da DTM

La metodologia applicata ha previsto dapprima la produzione di un DTM ad alta risoluzione (pixel 2x2m) dal quale sono stati estratti i vari parametri morfologici e le rispettive carte tematiche sulla base delle quali è stata fatta l'analisi di confronto con i dati di letteratura e di campagna (Jordan et al., 2003, 2005).

Il DTM dell'isola di Ischia è stato creato sulla base di dati altimetrici vettoriali in scala 1:2.000 (Consorzio CISI, Volo 1998). Dai dati digitali originali sono stati estratti i soli strati di interesse (curve di livello e dei punti quotati). La fase di controllo e di correzione dei dati originali ha portato a selezionare circa 6.4 ML di punti di elevazione del suolo sulla base dei quali è stato generato un DTM con risoluzione 2m tramite l'interpolatore Kriging. Per acquisire, nelle aree scoperte, la linea di costa e correggerla in aree di vistosa modifica antropica o naturale, sono state utilizzate le ortofoto e l'immagine da satellite IKONOS (RGB, pixel 1m, acquisizione 09 agosto 2000).

Attraverso l'elaborazione del DTM, è stata condotta un'analisi morfotettonica dell'area in esame che ha previsto lo studio spaziale e statistico delle discontinuità strutturali ricavate dai parametri morfometrici di base.

I risultati dell'analisi sono mostrati nelle figure da 2 a 4 e si riferiscono all'elaborazione ed interpretazione delle seguenti carte tematiche:

- *Terrain Aspect* : si evidenziano due direzioni principali di orientazione dei versanti, SSO e ENE ed una continuità delle linee di cresta a direzioni prevalenti NNE-SSO e ONO-ESE.
- *Slope Gradient e Tangential Curvature* : si evidenziano i cambi di pendenza e quindi la presenza di scarpate e/o rotture del versante. Nell'area in esame dallo *slope gradient* (fig. 2) sono stati estratti le scarpate di frana, gli orli dei crateri e i lineamenti; è stata analizzata la distribuzione azimutale dei lineamenti (in frequenza) che mostra due direzioni ortogonali NE-SO e NW-SE.

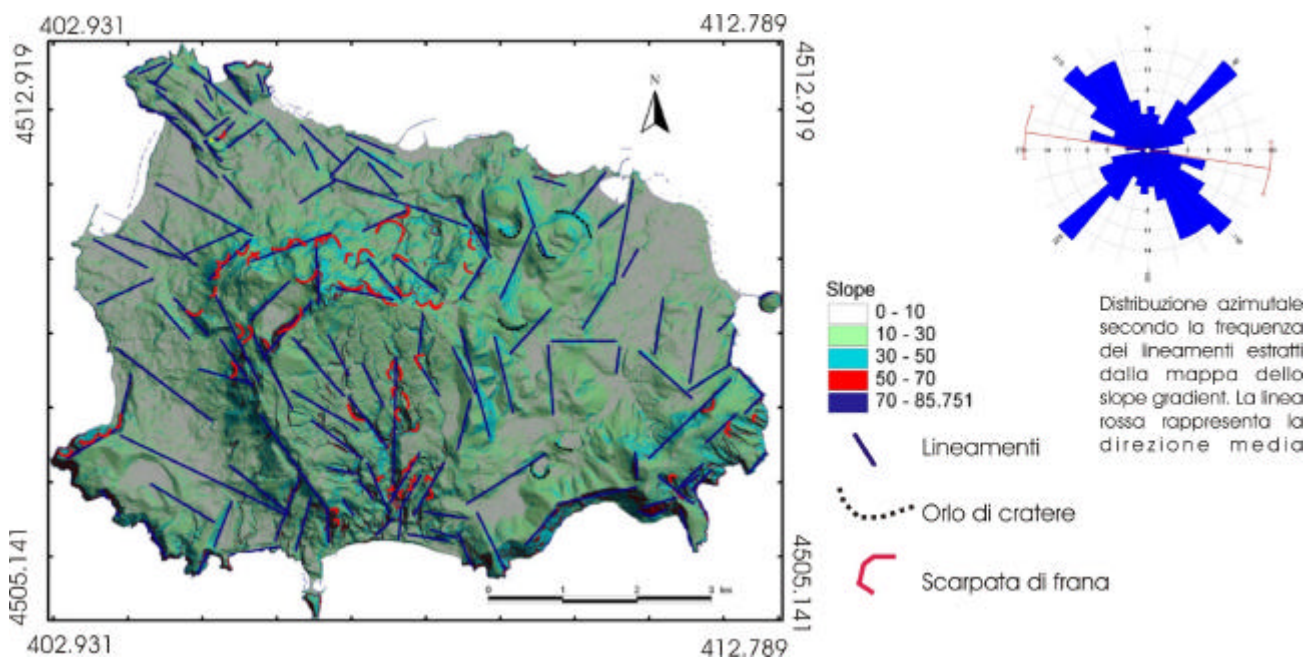


Fig.2 - Carta dello slope gradient dove sono riportati i lineamenti gli orli dei crateri e le scarpate di frana.

- *Shaded Relief* : sono stati estratti dal rilievo ombreggiato, e sulla base dell'ortofoto digitale a colori dell'isola, gli elementi lineari utilizzando illuminazioni differenti (fig. 3). E' stata

analizzata la loro distribuzione azimutale (in frequenza) che mostra una distribuzione con picchi meno evidenti e una direzione media ONO-ESE.

- *Topographic Residual Surface* è un parametro morfometrico che identifica la misura del rilievo all'interno di un bacino di drenaggio; alti valori di *residual* sono correlati con aree in rapido sollevamento. Questa superficie si ottiene calcolando la differenza fra due superfici derivate dal DTM: (a) l'*envelope surface* e (b) la *subenvelope surface* (Hilley and Arrowsmith, 2000). L'*envelope surface* rappresenta la superficie ottenuta dall'involuppo di tutte le creste della topografia, la *subenvelope* rappresenta la superficie ottenuta dall'involuppo di tutte le valli. L'algoritmo usato per questa analisi è quello di Hilley and Arrowsmith (2000) modificato (fig. 4). Dalle aree con alto valore di *Residual* sono stati estratti i lineamenti laddove c'era continuità lineare. E' stata analizzata la distribuzione azimutale (in frequenza) dei lineamenti che mostra una direzione prevalente ONO-ESE.

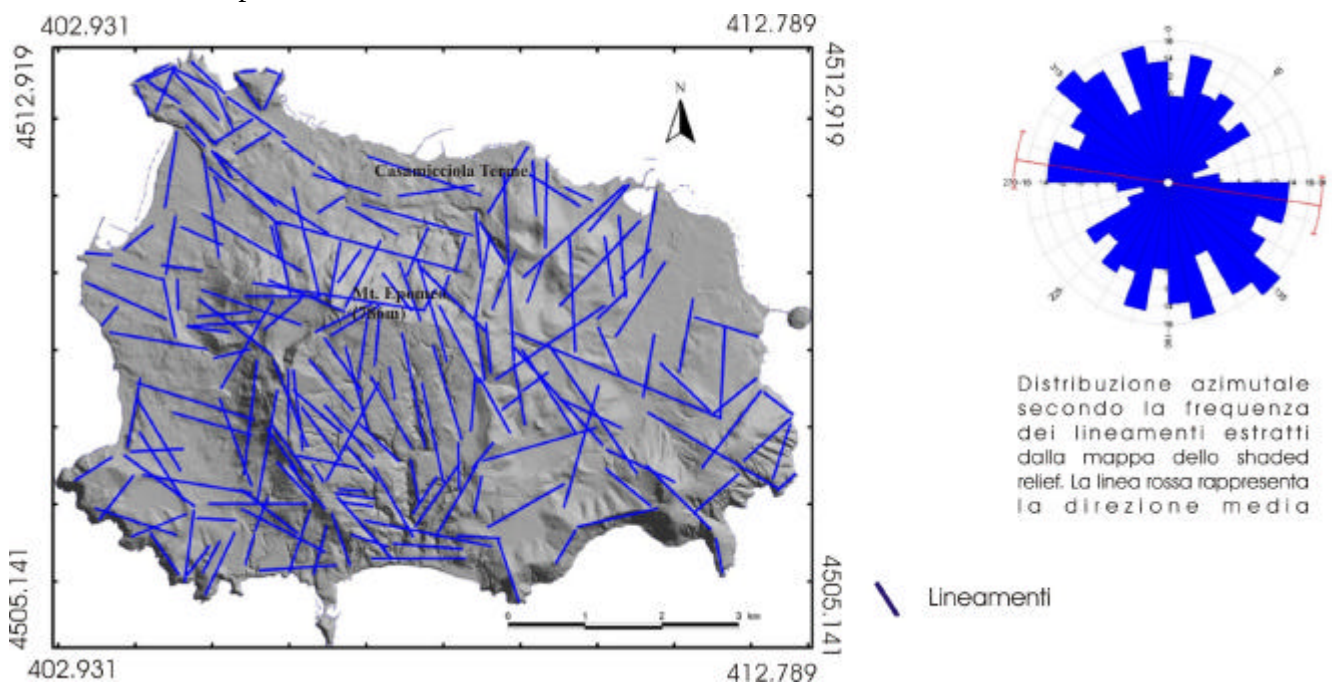


Fig.3 - Rilievo ombreggiato e lineamenti estratti.

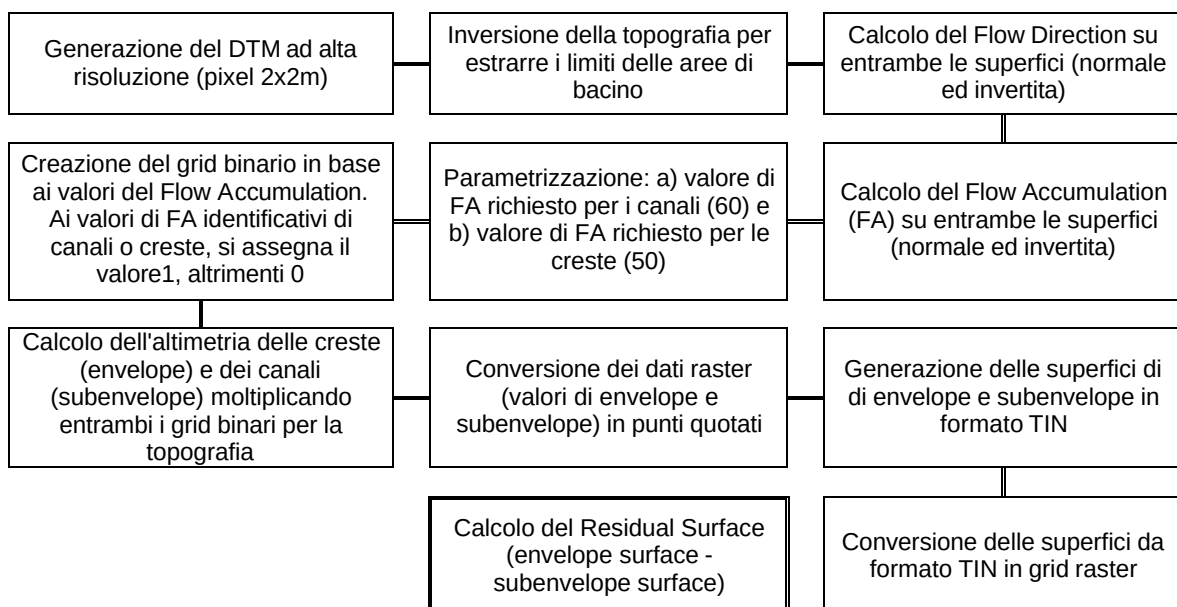


Fig. 4 - Diagramma di flusso per il calcolo del topographic residual surface

L'analisi preliminare di questi parametri morfometrici ha evidenziato la presenza di allineamenti morfostrutturali con: (a) direzione prevalente ONO-ESE (Fig. 5) compatibili con l'estensione NNE-SSO che caratterizza l'attività tettonica più recente dell'isola (Alessio et al., 1998; Fusi et al., 1990) e (b) direzioni ortogonali NE-SO e NO-SE (Fig. 2) compatibili con il campo di stress agente a scala regionale con direzione di estensione NNE-SSO (Bianco et al. 1998).

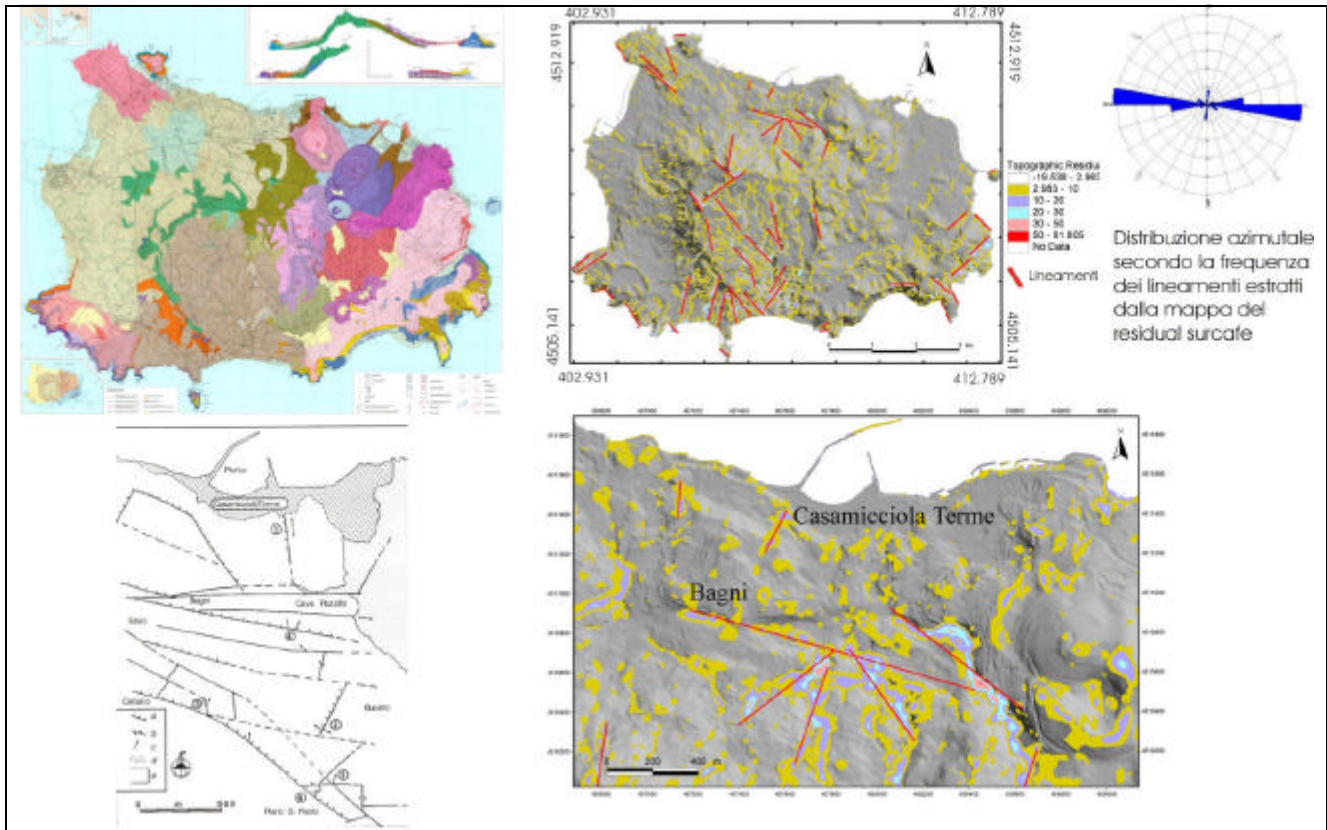


Fig. 5 - In alto a destra: carta del topographic residual surface con i lineamenti estratti a prevalente orientazione ONO-ESE; in alto a sinistra: carta geologica (Vezzoli, 1988); in basso a destra: zoom della zona compresa tra Casamicciola e le propaggini settentrionali del M. Epomeo; in basso a sinistra, faglie della mappa strutturale (Alessio et al., 1998).

Inoltre, l'analisi dei lineamenti estratti dal *topographic residual surface* ed il confronto con i dati e le informazioni disponibili in letteratura (p. es. 1998; Vezzoli, 1988), sembra evidenziare una forte correlazione tra i lineamenti estratti nella zona a nord del M. Epomeo e quelli rilevati da Alessio et al. (1998), confermando così che la deformazione recente è localizzata nella fascia settentrionale che va dalla Marina di Casamicciola alle propaggini settentrionali del M. Epomeo (fig.5).

Conclusioni

In questo lavoro è stata realizzata un'analisi morfotettonica preliminare dell'Isola d'Ischia utilizzando un approccio metodologico basato sullo studio quantitativo di alcuni parametri morfometrici indicativi del sollevamento dovuto a deformazione tettonica.

Lo studio spaziale e statistico delle discontinuità strutturali ricavate dai parametri morfometrici di base si è rivelato di grande interesse, grazie anche all'utilizzo del DTM ad alta risoluzione che ha reso l'interpretazione più rigorosa.

Dall'analisi dei lineamenti estratti dalle varie carte prodotte emerge che l'attuale assetto morfostrutturale dell'Isola d'Ischia è il risultato dell'azione del campo di stress regionale con

direzione di estensione NNE-SSO (faglie NE-SO e NO-SE) a cui si associa l'attuale campo di deformazione con direzione di estensione NNE-SSO (faglie ONO-ESE).

Il confronto fra (a) i lineamenti derivati dall'analisi della carta del *topographic residual surface*, (b) le faglie riportate nella carta geologica (Vezzoli, 1988) e (c) le faglie cinematicamente più significative riportate in Alessio et al. (1998) ha evidenziato una forte corrispondenza fra i dati strutturali derivati e quelli prodotti dai rilievi di campagna nella zona a nord dell'Epomeo.

Le informazioni estratte dalla carta del *topographic residual surface* sembrano confermare che quest'area, in cui ricadono gli epicentri dei più forti terremoti storici (1762, 1796, 1828, 1881, 1888) dell'isola d'Ischia, è quella maggiormente interessata dalla deformazione recente.

In conclusione, le informazioni ottenute dall'analisi del *residual* forniscono nuovi elementi per approfondire l'analisi sull'assetto tettonico dell'area investigata e dimostrano l'applicabilità del metodo, finora utilizzato esclusivamente per lo studio di faglie attive in aree tettoniche, anche in aree vulcaniche attive.

Bibliografia

- Alessio G., Esposito E., Ferranti L., Mastrolorenzo G., Porfido S. (1998), "Correlazione tra sismicità ed elementi strutturali nell'isola d'Ischia", *Il Quaternario* 9(1), 303-308.
- Bianco F., Castellano M., Milano G., Ventura G., Vilardo G. (1998), "The Somma-Vesuvius stress field induced by regional tectonics: evidences from seismological and mesostructural data", *J. Volcanol. Geoth. Res.*, 82 (1-4), 99-128.
- Cello G., Guerra I., Tortrici L., Turco E. (1982), "Geometry of the neotectonic stress field in Southern Italy", *Geol & Struc. Geology*, 4(4), 385-393.
- Cubellis E. (1985), "Il terremoto di Casamicciola del 28 luglio 1883: analisi degli effetti, modellizzazione della sorgente ed implicazioni sulla dinamica in atto", *Boll. Soc. Nat. In Napoli*, XCIV, 157-186.
- CPTI Working Group, 1999, *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, GNDT-ING-SGA-SSN (eds), Bologna, 92 pp.
- Fusi N., Ribaldi A., Vezzosi L. (1990), "Vulcanismo, risorgenza calderica e relazioni con la tettonica regionale nell'isola d'Ischia", *Boll. Soc. Geol. It.*, 45, 971-980.
- Gillot P.Y. (1985), "The recent volcanic activity in the gulf of Naples: compared evolution of Ischia and Phlegraen Fields", Abstracts, *IAVCEI Scientific Assembly*, Giardini Naxos, 1985.
- Hilley E. G., Arrowsmith R. (2000), "Thrust fault slip rates deduced from coupled geomorphic and tectonic models of active faults and folds in the San Francisco bay area": collaborative research with Arizona State University, and University of California, Davis 1434-H-97-GR-03113, *Final Thecnical Report Research NEHPR support*.
- Jordan G. (2003), "Morphometric analysis and tectonic interpretation of digital terrain data: a case study", *Earth Surface Processes and Landforms*, volume 28, 8, 807-822..
- Jordan G., Meijninger B.M.L., van Hinsbergen D.J.J., Meulenkamp J.E., van Dijk P.M. (2005), "Extraction of morphometric features from DEMs: Development and applications for study areas in Hungary and Greece", *Int. J. of Appl. Earth Observ. And Geoinf.*, 7, 163-182.
- Orsi G., Gallo G., Zanchi A. (1991), "Simple-shearing block resurgence in caldera depression. A model from Pantelleria and Ischia", *J. Volcan. Geotherm. Res.*, 47, 1-11.
- Rittman A. (1930), "Geologie der insel Ischia", *Z. f. Vulkanol. Ergantung Band*, 6, 268 pp., Berlin.
- Vezzoli L. (1988), "Island of Ischia", CNR, *Quad. de "La Ricerca Scientifica"*, 114.