

CORRELAZIONE TRA SISMICITA' ED ELEMENTI STRUTTURALI NELL'ISOLA D'ISCHIA

G. Alessio⁽¹⁾ - E. Esposito⁽²⁾ - L. Ferranti⁽³⁾ - G. Mastrolorenzo⁽¹⁾ - S. Porfido⁽²⁾

⁽¹⁾Osservatorio Vesuviano, Napoli

⁽²⁾Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti - CNR, Roma

⁽³⁾Geomare Sud - CNR, Napoli

ABSTRACT - Relationships between seismicity and tectonic structures in the island of Ischia (Gulf of Naples, Southern Italy) - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 9(1), 1996, 303-308 - An integrated study on historical seismicity and tectonic structures has made it possible to recognize the relationships between macroseismic data and strain field in the northern part of the island of Ischia (Gulf of Naples, Southern Italy). Macroscopic maps based on new data and information from the literature suggest that the epicentral area was probably located in a restricted area that coincides with the northern border of Mt. Epomeo "horst"; this is the most conspicuous morphostructural feature of the island and is thought to control both seismic and tectonic activity in the island. Isoseismal lines have a clear E-W trend; the maximum gradient is oriented N-S and coincides with the least damaged areas. Kinematic analyses of the faults in the volcanic deposits of Casamicciola (a village on the north of Mt. Epomeo), indicate a principal extension along the N to NNE direction in the oldest (>35 ka) tuffs; a secondary extension and transtension occur along a NNW direction and seem to affect also younger (10±2 ka) pumiceous formations. Both extensional episodes are localized on E-W to WNW-ESE trending structures. Major dip-slip displacements present along the Mt. Epomeo border faults are markedly attenuated to the east, where younger volcanic edifices (<10 ka) seem to seal most of the deformation structures. This situation conforms to the geometry of isoseismal lines and suggests a possible genetical link between macroseismic and local strain fields, in turn controlled by the regional strain field of Southern Italy.

Parole chiave: Sismicità storica, analisi strutturale, Isola d'Ischia, Italia centro-meridionale

Key words: Historical seismicity, structural analysis, Ischia Island, south-central Italy

1. INTRODUZIONE

L'Isola d'Ischia è tra le aree vulcaniche attive di maggior interesse, in quanto è stata sede in epoca storica di eruzioni, frane, inondazioni e terremoti talvolta catastrofici. La presenza di forti dislivelli, di terreni eterogenei e spesso a scadenti caratteristiche geotecniche, associata all'attività vulcano-tettonica e sismica nonché alla notevole antropizzazione, rendono l'isola un'area ad alto rischio.

Gli elementi strutturali principali sono costituiti da una caldera (datata tra 150 ka e 75 ka) che borda l'isola, e dall'alto strutturale e morfologico del Monte Epomeo (età del sollevamento <33 ka), dell'estensione di circa 20 km², interpretato come un *horst* vulcano-tettonico (Rittman, 1930; Gillot, 1985; Vezzoli, 1988) e come il risultato di una risorgenza calderica associata ad un meccanismo di deformazione per taglio semplice, dovuto all'aumento di pressione in una camera magmatica superficiale (Orsi *et al.*, 1991). Fusi *et al.* (1990) associano l'evoluzione cinematica dell'isola alla combinazione di eventi vulcano-tettonici ed al campo regionale di deformazione. Zuppetta *et al.* (1993) associano il sollevamento dell'Epomeo a meccanismi di tipo *push up* riconducibili a lineamenti trascorrenti su scala regionale.

I centri eruttivi dell'attività successiva al sollevamento del M. Epomeo sono localizzati in corrispondenza dei sistemi di faglie che bordano l'alto strutturale. Nell'intervallo 28 ka±18 ka le eruzioni si sono concentrate prevalentemente a SO dell'Epomeo (lave di S. Anna, centri di Monte Cotto, Monte Vezzi e Grotta di Terra) mentre l'attività più recente (<10 Ka) è concentrata nel settore nord-orientale (Monte Rotaro, Montagnone).

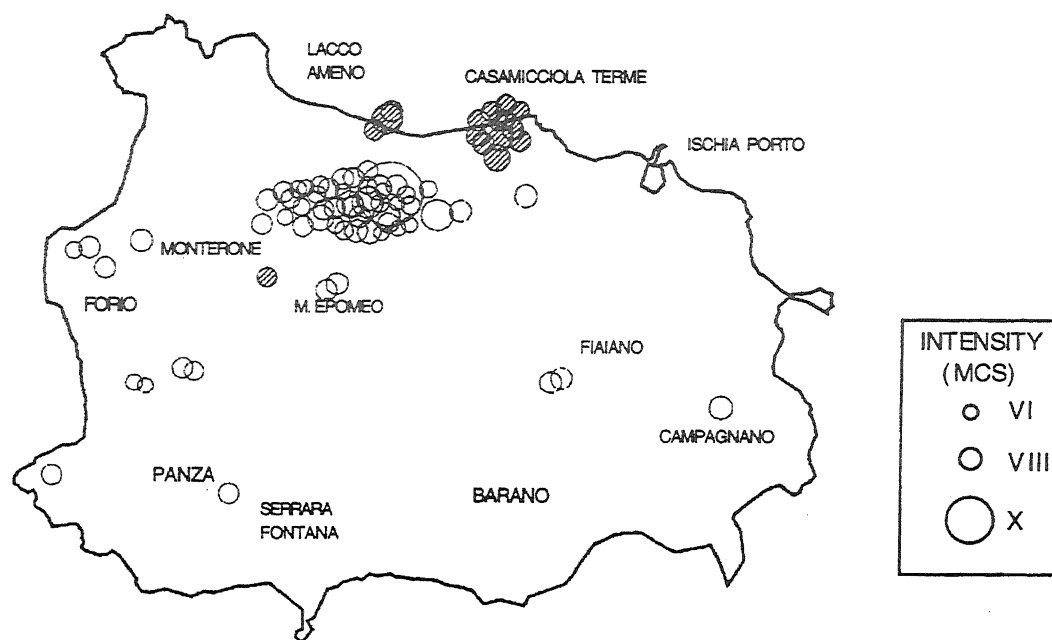
L'instabilità gravitativa associata al sollevamento dell'Epomeo ha dato luogo a notevoli spessori di frana e colate di fango. Movimenti franosi di notevole entità sono anche associati ai maggiori terremoti storici (Guadagno & Mele, 1992).

La difficoltà di distinguere tra deformazioni tettoniche, di gravità e vulcaniche ha reso problematica la ricostruzione del quadro cinematico recente dell'isola (Fusi *et al.*, 1990). Strettamente connesso con tale tematica è lo studio della sismicità storica e dei principali elementi strutturali ad essa associati. In quest'ottica, assumendo una corrispondenza diretta tra posizione e geometria della sorgente e campo macrosismico (Shebalin, 1972) è stato avviato uno studio dettagliato dei terremoti di età moderna (XVI sec.-attuale). Per la verifica di tale modello, attraverso l'individuazione dei caratteri cinematici di lineamenti strutturali localizzati nell'area sismicamente attiva, è stata sviluppata un'analisi meso e macro-strutturale del settore settentrionale dell'isola dove sono raggruppati gli epicentri dei maggiori terremoti di età moderna.

2. SISMICITÀ DELL'ISOLA D'ISCHIA

La ricerca e l'analisi dei dati di sismicità storica è stata svolta secondo tre linee principali: 1) verifica della bibliografia esistente; 2) ricerca di nuove fonti originali; 3) ricostruzione macrosismica degli eventi maggiori.

Nella prima fase è stata effettuata l'analisi critica ed una integrazione della bibliografia riportata dai maggiori Cataloghi sismici nazionali ed europei attraverso la verifica delle fonti originali. Errori di trascrizione dei testi possono essere infatti fonti di errate valutazioni dell'intensità



open circles are epicentral locations obtained from the literature or from unpublished sources.

Fig. 1 - Mappa degli epicentri dei terremoti storici nell'isola d'Ischia. I cerchi riempiti con tratteggio indicano gli epicentri riportati nel Catalogo P.F.G., mentre tutti gli altri corrispondono a quelli ricavati dalla revisione delle fonti note e dall'analisi di fonti inedite.

Epicentral map of historical earthquakes in the island of Ischia. Dashed circles indicate epicentres quoted in the PFG Catalogue; open circles are epicentral locations obtained from the literature or from unpublished sources.

e della localizzazione dei siti danneggiati dagli eventi sismici (Stucchi, 1993). In particolare nel caso del terremoto del 23 luglio 1762, Perrey (1848) e successivamente Mercalli (1883) ascrissero erroneamente ad Ischia una sequenza sismica di 62 scosse avvenute in realtà nel Mugello. Fonti originali, coeve agli eventi sismici, non citate dai Cataloghi, sono state reperite presso l'Archivio e la Biblioteca Nazionale di Napoli, presso la Biblioteca Antoniana di Ischia Ponte, e presso la redazione del quotidiano "Il Golfo" di Fiaiano, Ischia.

Il reperimento di nuove fonti inedite ha permesso una migliore determinazione dei parametri sismici degli eventi già noti in letteratura e l'identificazione di oltre 60 eventi di bassa intensità, con epicentro nell'isola non noti in precedenza nel Catalogo del P.F.G. (Postpischl, 1985) (Fig.1).

I risultati preliminari della ricostruzione della storia sismica dell'isola, a partire dal XVI secolo, mostrano che i terremoti ad elevata intensità ($VIII < I < X$ MCS), sono accaduti tra il XVIII ed il XIX secolo. L'evento più distruttivo ($I = X$ MCS) e più noto in letteratura si verificò il 28 luglio 1883 nell'area compresa tra Fango e Casamicciola di Sopra (Mercalli, 1885; Johnston-Lavis, 1885; Cubellis, 1985; Luongo *et al.*, 1987; Boschi *et al.*, 1995).

Studi di dettaglio sono stati svolti per i terremoti del 1762, 1796, 1828 e 1881 (Esposito & Porfido, in prep.). Tali eventi, con $VII < I < IX$ MCS, hanno la stessa area epicentrale localizzata nella parte alta di Casamicciola e tra questa e Fango (frazione di Lacco Ameno). Per ciascun terremoto sono stati ridefiniti data e parametri relativi alla località epicentrale ed al valore dell'intensità. In particolare per gli eventi del 1762 e 1796 l'analisi delle fonti storiche limitatamente a Casamicciola ha consentito di valutare il danneggiamento rispettivamente VII-VIII MCS e VIII MCS, mentre valutazioni precedenti fornivano valori di intensità rispettivamente di VIII e IX MCS (Postpischl, 1985). Gli effetti sono risultati estremamente concentrati nella parte collinare, non producendo alcun danno nei comuni limitrofi.

La zona epicentrale del terremoto del 2 febbraio 1828 racchiude la stessa area, estremamente ristretta, limitata alla parte alta di Casamicciola e a Fango, con intensità pari al VIII-IX grado MCS. L'area di VII grado si estende a Lacco Ameno, mentre l'area di VI grado coinvolge la parte occidentale dell'isola da Forio a Serrara Fontana (Fig. 2). Il terremoto causò la morte di 28 persone ed il ferimento di altre 50. Non fu avvertito nelle altre località dell'isola, tanto meno nella vicina Procida e a Napoli. L'evento fu seguito da alcune repliche, di cui la più importante, ($I = VII$ MCS), del 14 febbraio, provocò nuovi crolli nel comune di Casamicciola.

La zona epicentrale del terremoto del 4 marzo 1881, alla quale in precedenza era stato attribuito un valore di $I = VIII$ MCS, ricade ancora una volta nella zona circoscritta tra la parte alta di Casamicciola e Fango ed in base alle nuove analisi dei testi storici è valutabile al IX grado MCS. La zona di VIII si estende fino a Lacco Ameno, mentre gli effetti minori del settimo grado sono racchiusi tra le località di Forio ad ovest, Serrara Fontana e Barano d'Ischia a sud (Fig.3). Nei settori settentrionali ed orientali dell'isola il terremoto fu avvertito, ma con un rapidissimo decadimento degli effetti; fu risentito, inoltre nell'isola di Vivara (Procida) nei Campi Flegrei e a Ventotene, ma non fu avvertito a Napoli. All'evento principale fecero seguito numerose repliche, che si protrassero fino al mese di luglio dello stesso anno; solo alcune di esse provocarono danni, con un'intensità, comunque, mai superiore al VII grado MCS. In particolare, l'elevata intensità dell'epicentro è stata imputata alla superficialità ipocentrale (Luongo *et al.*, 1987) ed alla pessima qualità costruttiva delle abitazioni dell'isola, così come documentato da fonti storiche autorevoli (Mercalli, 1885; Johnston-Lavis, 1885; e altri).

Gli eventi di maggiore intensità, 1828, 1881 e 1883, provocarono inoltre numerosi effetti sull'ambiente: frane di notevoli dimensioni si osservarono sui fianchi nord-occi-

dentali del monte Epomeo, fenomeni molto comuni furono le fratture nel terreno e sulle strade e variazioni di portata, di temperatura e di chimismo nelle sorgenti termo-minerali dell'Isola.

3. ANALISI STRUTTURALE

L'area esaminata è racchiusa tra l'imponente versante settentrionale del M. Epomeo a meridione, tra l'alto di Fango ad occidente e un'allineamento di vulcani recenti (<10 ka) ad oriente (Rotaro e Montagnone-Maschiatta). L'abitato di Casamicciola è ubicato in gran parte nel settore settentrionale, più depresso e prossimo alla linea di riva, dove affiorano depositi di spiaggia recente ed attuale. Le propaggini meridionali



Fig. 2 - Campo macrosismico del terremoto del 2 febbraio 1828 che mostra una ristretta area epicentrale di VIII-IX MCS. In direzione Nord in corrispondenza di Marina di Casamicciola è registrato un crollo dell'intensità di almeno due gradi, in meno di un chilometro; una forte attenuazione degli effetti si registra, inoltre, nella parte orientale dell'isola.

Macroseismic field map of the February 2, 1828 Casamicciola earthquake showing a narrow epicentral area of VIII-IX MCS. To the North, towards the village of "Marina di Casamicciola", a marked decrease (2 degrees, at least) of intensity over less than 1 km is observed. A strongly attenuated intensity is also observed to the East.

dell'abitato si estendono lungo un paesaggio collinare, dove affiorano unità vulcaniche e prodotti del loro riman-

eggiamento più antichi di 35 ka, che fanno da transizione tra la montagna dell'Epomeo e la costa (Fig. 4).

Le faglie presenti nell'area urbana di Casamicciola sono rilevabili essenzialmente per le loro caratteristiche morfologiche, in quanto formano dorsali strette ed allungate con costante andamen-

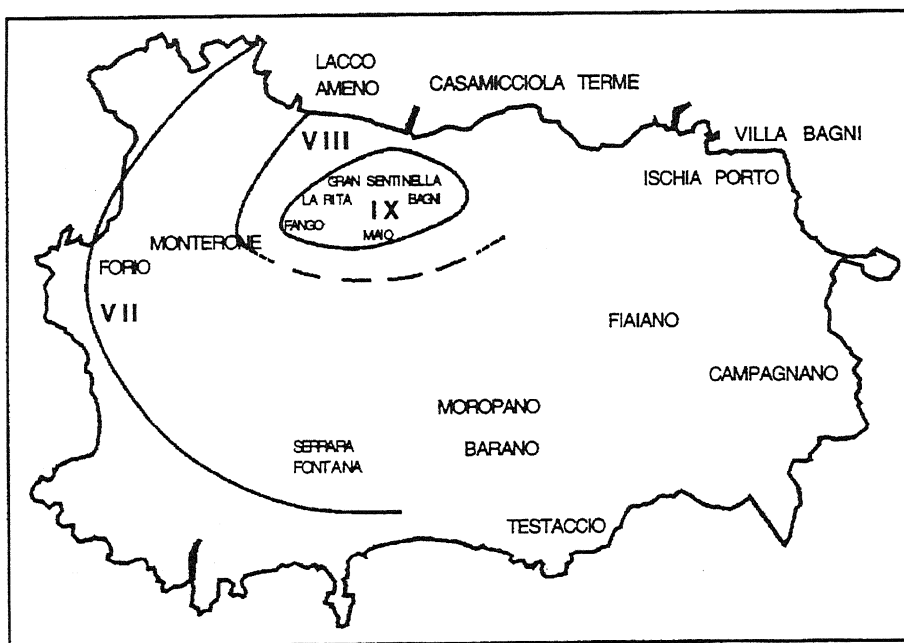


Fig. 3 - Campo macrosismico del terremoto del 4 marzo 1881 che mostra lo stesso andamento di quello del 1828, ma intensità maggiore all'epicentro ($I = IX$ MCS). Risultano confermate le attenuazioni dei valori di intensità sia verso Marina di Casamicciola sia verso Ischia.

Macroseismic field map of the March 4, 1881 Casamicciola earthquake. The geometry of the 1881 macro-

seismic field is comparable to that of the 1828 one (Fig. 2) but for a higher epicentral intensity ($I = IX$ MCS). Also in this case a pronounced attenuation of the effects northwards (towards the "Marina di Casamicciola" village) and eastwards (towards the Ischia harbour) is present.

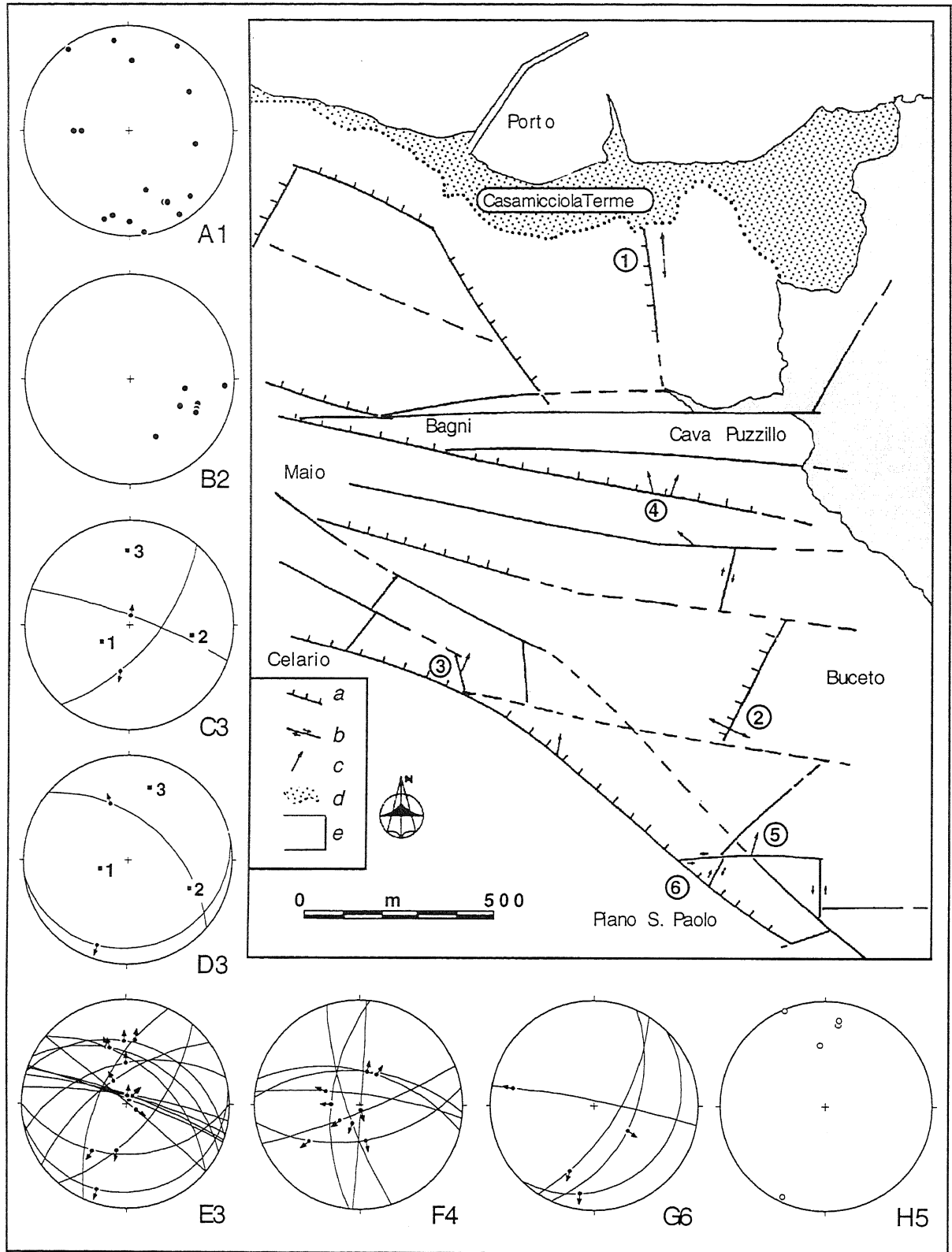


Fig. 4 - Carta strutturale del settore di Casamicciola. Legenda: a) faglia diretta o a moderata componente transtensiva, tratteggiata se incerta. I trattini indicano l'immersione; b) faglia trascorrente o a forte componente transtensiva, tratteggiata se incerta; c) direzione dell'asse principale di estensione o senso medio di trasporto tettonico lungo le faglie estensionali maestre; d) limite dei depositi detritici e di spiaggia recenti ed attuali nell'area urbana di Casamicciola Terme; e) depositi vulcanici con età minore di 10 ka. Proiezioni stereografiche (i numeri indicano l'ubicazione della stazione di misura riportata sulla carta): A e B = *joints*; C e D = orientazione degli assi principali di deformazione (1 = massimo, 2 = intermedio, 3 = minimo) calcolati su coppie di faglie coniugate (le frecce indicano il senso di trasporto tettonico del blocco a tetto); E, F e G = faglie (le frecce indicano il senso di trasporto tettonico del blocco a tetto); H = assi principali minimi di deformazione calcolati su coppie coniugate di *shear fractures*.

(cont. p.307)

to E-O. I lineamenti E-O risultano ben evidenti sugli aereofotogrammi e mostrano una limitata continuità laterale, in particolare verso oriente dove sembrano interrompersi in corrispondenza degli edifici vulcanici recenti. In assenza di sufficienti informazioni strutturali nel settore costiero urbano, l'analisi è stata estesa ai lineamenti maggiori ubicati più a monte. Le faglie principali, che bordano a settentrione l'alto dell'Epomeo formando un classico profilo a gradinata hanno andamento ONO-ESE (Fig 4) costante per diversi chilometri e ben evidente sugli aereofotogrammi. La presenza di zone cataclastiche spesse fino a qualche decina di metri associate alle faglie principali suggerisce che la deformazione è localizzata in massima parte in questo settore. La maggioranza delle faglie rilevate è caratterizzata da movimento *dip-slip* di tipo diretto (stereogrammi "c", "d", "e", "f", "g" in Fig. 4), o localmente obliquo ma sempre a carattere transtensivo.

E' stata dedotta la geometria del campo di deformazione su coppie coniugate di fratture da taglio minori all'interno della zona di deformazione principale (stereogrammi "c" e "d"); questi risultati, in maniera consistente con l'analisi cinematica delle faglie maggiori (stereogrammi "e", "f", "g"), indicano che il senso di trasporto tettonico prevalente su tutta l'area è verso N e NNE.

In alcune località è stata evidenziata la presenza di vettori di deformazione estensionale (medie delle *slip lineations* negli stereogrammi "e", "f", "g"; assi tensili dedotti da coppie coniugate di *joints* negli stereogrammi "a" e "b") cinematicamente non compatibili; ciò suggerisce la successione di campi deformativi a differente orientazione che attivano i medesimi lineamenti. In particolare alla distensione prevalente N e NNE si affianca una distensione ad asse variabile tra NO-SE e ONO-ESE. I rapporti cronologici tra i due (o più) episodi deformativi non sono stati stabiliti per ora con sufficiente attendibilità.

Tutti i sistemi deformativi rilevati interessano le unità stratigrafiche più antiche (>35 ka) affioranti nell'area (Tufo Verde e Tufiti dell'Epomeo, Formazione di Colle Jetto, e cumuli di frana impostati in esse); evidenze di dislocazione sono state rinvenute anche in pomici stratificati, attribuibili a formazioni più recenti (Selva del Napolitano, circa 10 ka, e Trippodi, II sec. d.C.). In un affioramento ben esposto in località Piani di S. Paolo, fasci di faglie e fratture troncano senza soluzione di continuità le siltiti della formazione di Colle Jetto e le pomici stratificate recenti poggianti sulle siltiti; si osserva una variazione di stile strutturale passando dal litotipo a granulometria più fine (siltiti), interessato da fratture nette e chiuse, a quello incoerente e a granulometria più grossolana (pomici), dove le fratture divengono aperte ed irregolari. La deformazione che interessa il lapillo pomiceo è causata da distensione compresa tra NNE-SSO e NNO-

SSE; ciò porrebbe un più ristretto limite cronologico inferiore alla geometria del campo attuale di deformazione. Un indizio di fratturazione recente è fornito anche da lineazioni di piano di faglia (che indicano distensione NNO-SSE) morfologicamente "fresche" nelle argille e siltiti di Colle Jetto, poco litificate e caratterizzate da un basso potenziale di preservazione, rinvenute lungo la faglia Bagni-Cava Puzzillo.

Anche alcuni elementi morfologici suggeriscono l'esistenza di una attività recente localizzata sui principali lineamenti strutturali ad orientazione E-O e ONO-ESE. Difatti la testata delle aste torrentizie si inforra in prossimità dei lineamenti maggiori (es. faglia Celario-Piani S. Paolo) e, nel generale deflusso conseguente verso nord, tali aste compiono strette diversioni su segmenti ad orientazione E-O e ONO-ESE. Ciò indicherebbe una recente evoluzione idrografica favorita dalla presenza di scarpate di linea di faglia.

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati dell'analisi della sismicità storica e degli elementi strutturali consentono di formulare alcune considerazioni sulle relazioni tra campi macrosismici e campi di deformazione.

Gli epicentri dei terremoti storici dell'isola d'Ischia del XVIII e XIX secolo sono localizzati prevalentemente nel comune di Casamicciola, e meno frequentemente nei comuni di Forio e Lacco Ameno, in una stretta fascia orientata E-O, bordante il margine settentrionale del Monte Epomeo. I cinque terremoti maggiori avvenuti negli anni 1762, 1796, 1828, 1881 e 1883 (con intensità >VIII ed intensità massima X MCS) ed altri 80 eventi tra principali e repliche (I<VII MCS) hanno epicentri raggruppati in un'area di circa 2 km² compresa tra le località di Fango, Maio, Bagni, Gran Sentinella e La Rita. Pochi altri eventi di minore intensità (I<VI) hanno epicentri macrosismici localizzati negli altri settori costieri dell'Isola. I campi macrosismici dei vari terremoti presentano alcune caratteristiche ricorrenti: l'allungamento delle isoste è in direzione E-O con gradiente massimo in direzione N-S. Verso Nord e verso Est si osserva una brusca riduzione dell'intensità, anche superiore a 3 gradi MCS in meno di un chilometro. In particolare, il settore orientale subisce un minimo risentimento anche per i terremoti di maggiore intensità. Le evidenze di minore dinamica di questo settore sono in accordo con l'assenza di importanti movimenti verticali nel canale d'Ischia negli ultimi 40 ka, come risulta da recenti ricerche di geomorfologia sottomarina (Ferranti *et al.*, 1994; de Alteriis *et al.*, in stampa).

L'analisi cinematica condotta sugli elementi struttu-

(cont. da/from p.306) *Structural map of the Casamicciola area. Legend: a) normal or oblique transtensional fault (dashed line indicates uncertain faults). Indentation indicates the dip direction; b) strike-slip fault, mostly with a dilational component (dashed line indicates uncertain faults); c) orientation of the main extensional axis or mean slip vector along master extensional faults; d) limit of recent and present alluvial and beach deposits in the Casamicciola urban area; e) volcanic deposits younger than 10 ka. Stereographic projections (numbers refer to locations of structural analysis stations on the map): A and B = joints; C and D = orientation of main strain axes (1 = maximum; 2 = intermediate; 3 = minimum) calculated on conjugate fault pairs (arrows indicate the sense of the hanging-wall block tectonic transport); E, F and G = faults (arrows indicate the sense of the hanging-wall block tectonic transport); H = orientation of the minimum strain axes calculated on paired conjugate shear fractures.*

rali nel settore settentrionale indica l'esistenza di episodi distensivi ad asse variabile da meridiano a parallelo. Gli episodi più forti e ricorrenti sono legati ad estensioni comprese tra N-S e NNE-SSO che caratterizzano anche l'attività tettonica più recente. Questa estensione si realizza prevalentemente su strutture ad andamento E-O ed ESE-ONO, in maniera consistente con l'allungamento delle isosiste. La deformazione è localizzata lungo strutture discrete e sembra aumentare di intensità verso l'Epomeo in accordo con l'aumento dell'entità dei rigetti suggeriti dalla potenza dei corpi cataclastici. Ciò è consistente con la rapidità dell'attenuazione macrosismica verso la Marina di Casamicciola e con la concentrazione del massimo risentimento nella fascia collinare di Casamicciola. L'assenza di risentimento verso est potrebbe essere legata alla presenza di una struttura meridiana che rappresenterebbe una faglia di trasferimento delimitante un'area a forte estensione verso Ovest ed una a minore estensione verso Est. Quest'ultima è coincidente con quella del vulcanismo recente (Rotaro, Montagnone). 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.

BIBLIOGRAFIA

- Boschi E., Ferrari G., Gasparini P., Guidoboni E., Smriglio G. & Valensise G., 1995 - *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980*. ING-SGA.
- Cello G., Guerra I., Tortorici L. & Turco E., 1982 - *Geometry of the neotectonic stress field in Southern Italy. Geological and seismological evidence*. 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.
- de Alteriis G., Donadio C. & Ferranti L. (in stampa) - *Morfologie e strutture di apparati vulcanici sommersi nel Canale d'Ischia (Mar Tirreno)*. Mem. Descr. Carta geologica d'Italia, **96** (in stampa).
- Esposito E. & Porfido S. (in prep.) - *Sismicità delle aree vulcaniche campane*. (in prep.).
- Ferranti L., Bravi S. & de Alteriis G., 1995 - *La secca delle Formiche di Vivara (Canale d'Ischia-Campania). Osservazioni geologico-strutturali e faunistiche*. Rend. Soc. Naz. Sc. Lett. e Arti Napoli, **61**, 51-65.
- Fusi N., Tibaldi A. & Vezzoli 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 Phlegraean Fields*. Abstracts, IAVCEI Scientific Assembly, Giardini di Naxos, 1985.
- Guadagno F. M. & Mele R., 1992 - *Earthquake-induced landslides in the island of Ischia (Southern Italy)*. Proc. 6th Int. Symp. on Landslides, Christchurch, N.Z., February 1992.
- Johnston-Lavis H. J., 1885 - *Monograph of the earthquakes of Ischia*. London-Naples, 122 pp.
- Luongo G., Cubellis E., Obrizzo F., 1987 - *Ischia*. Liguori ed., Napoli, 164 pp.
- Mercalli G., 1883 - *I vulcani d'Italia*. Forni ed., Bologna, 376 pp.
- Mercalli G., 1885 - *L'isola d'Ischia e il terremoto del 28 luglio 1883*. Mem. e Rend. Ist. Lombardo Scienze e Lettere, **XV**(2), Milano, 99-154.
- Orsi G., Gallo G. & Zanchi A., 1991 - *Simple-shearing block resurgence in caldera depressions. A model from Pantelleria and Ischia*. J. Volcan. Geotherm. Res., **47**, 1-11.
- Perrey A., 1848 - *Mémoire sur les tremblements de terre de la Péninsule Italique*. Mem. Acc. Roy. Belgique, Bruxelles, **XXII**, 144 pp.
- Postpischl D. (editor), 1985 - *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. CNR-PFG, Publ. 114 2B.
- Rittman A., 1930 - *Geologie der Insel Ischia*. Z. f. Vulkanol. Ergänzung Band, **6**, 268 pp., Berlin.
- Shebalin N. V., 1972 - *Macro seismic data as information on source parameters of large earthquakes*. Phys. Earth. Planet. Int., **6**, Amsterdam.
- Stucchi M., 1993 - *Historical seismology and seismic hazard*. Ann. Geof., **XXXIV**, n. 1, 177-189.
- Vezzoli L. (Editor), 1988 - *Island of Ischia*. CNR, Quad. de "La Ricerca Scientifica", **114**.
- Zuppetta A., Sava A. & Zuppetta C., 1993 - *Evoluzione vulcano-tettonica dell'isola d'Ischia: Un modello per gli ultimi 35 ka di attività*. Boll. Soc. Geol. It., **112**, 353-369.

Ms. ricevuto : 14 giugno 1996
 Inviato all'A. per la revisione: 26 giugno 1996
 Testo definitivo ricevuto : 12 luglio 1996

Ms received: June 14, 1996
 Sent to the A. for a revision: June 26, 1996
 Final text received: July 12, 1996