

i terremoti prima in Italia e nell'

del Mille area mediterranea

a cura di Emanuela Guidoboni

ING



ed. SGA Storia - Geofisica - Ambiente Bologna 1989

STORIA
ARCHEOLOGIA
SISMOLOGIA

bibliografia

- Ambraseys N.N., et al. 1983, «Notes on Historical Seismicity», *Bulletin of the Seismological Society of America* 73, pp. 1917-20.
- Ananin I.V., Bune V.I., Vyvdenakaja N.A., et al. 1969, *Metodologia della zonazione sismica: il Caucaso come esempio*, Mosca (in russo).
- Baschkirov A.S. 1984, «Caratteristiche antisismiche dell'architettura antica», *Atti dell'Istituto Pedagogico di Kalinin* 14 (in russo).
- Gorshkov G.P. 1984, *Sismotettonica regionale della parte meridionale del territorio dell'URSS*, Mosca (in russo).
- Karcz I. e Kafri U. 1978, «Evaluation of Supposed Archaeoseismic Damage in Israel», *Journal of Archaeological Science* 5, pp. 237-53.
- New Catalog of Strong Earthquakes in the USSR from Ancient Times Through 1977, *World Data Center-A for Solid Earth Geophysics, Report SE-3*, a cura di N.V. Kondorskaya e N.V. Shebalin, Boulder 1982.

ruolo storico e identificazione di antichi terremoti nei siti della Grecia

Stathis C. Stiros e Phanouria Dakoronia

studi di sismicità storica e approccio archeologico

Gli studi di sismicità storica si sono dimostrati utili non solo per la prevenzione antisismica, ma anche per conoscere meglio la storia di alcuni siti e periodi e per capire il ruolo svolto dai fenomeni sismici nell'evoluzione delle civiltà antiche. Questo ruolo è stato descritto solo marginalmente: ad esempio, N. Ambraseys (1971) osserva che subito dopo un grande terremoto, gli interessi sociali consolidati spingono la gente ad agire di nuovo senza curarsi dell'eventualità di altre simili sciagure. Suggestivamente, inoltre, che i terremoti hanno spesso contribuito al declino prematuro di un'economia locale o a una crisi degli scambi, ma non hanno mai causato la rovina di un paese culturalmente progredito, e tanto meno la fine di una civiltà.

Queste considerazioni coincidono con le esperienze moderne dell'Iran, dove per secoli, o addirittura per millenni, dopo terremoti disastrosi sono state ricostruite case di adobe, in tutto simili a quelle distrutte ed esattamente negli stessi posti, con lo stesso materiale e con la stessa pianta, senza che avesse luogo alcun mutamento nello stile di vita. Anche la storia della ricolonizzazione di antiche città greche e mediterranee, laddove erano in gioco importanti interessi politici ed economici, riflette questa situazione: secondo Ambraseys, questi siti furono ricostruiti, ampliati e abbelliti, nello stesso posto anche quando era noto che il luogo era inadatto. Questo fatto ha ovviamente contribuito alla gravità del successivo disastro sismico.

Le conclusioni di Ambraseys sono tuttavia in disaccordo con i dati ricavati da svariati scavi archeologici, da cui si rileva che la rovina di edifici o la fine di fasi culturali in numerosi siti greci e non, fu seguita da vuoti nell'occupazione e successivi mutamenti culturali. Molti di questi strati di distruzione sono caratterizzati da muri

- Nikonov A.A. 1983, «A Very Powerful Earthquake in the Greater Caucasus Mountains, January 14, 1668», *Physics of the Solid Earth* 18, pp. 713-25.
- Nikonov A.A. 1983, «On the 1668 Earthquake in the Eastern Caucasus (in Answer to B.A. Borisov)», *Physics of the Solid Earth* 18, pp. 738-40.
- Nikonov A.A. 1985, «Nuovi dati sul terremoto del Caucaso orientale, 1668», in *Indagini macrosismiche e strumentali di forti terremoti. Problemi di ingegneria sismica*, n. 26, pp. 73-86, (in russo).
- Nikonov A.A. 1987, «The Strongest Historical Earthquakes of the Caucasus», *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* 29, pp. 333-39.
- Nikonov A.A. e Nikonova C.I. 1986, «I maggiori terremoti del Transcaucaso, 30 settembre 1139 (ricostruzione sulla base di dati storici, storico-architettonici e archeologici)», *Indagini dettagliate di ingegneria sismica. Problemi di ingegneria sismica*, n. 27, pp. 152-83, (in russo).
- Paleosismologia del Grande Caucaso, a cura di V.P. Solonenko, Mosca 1979 (in russo).
- Shebalin N.V. 1971, «On Earthquake Magnitude and Grades Limits», *Physics of the Solid Earth* 6, pp. 12-21.
- Tremblements de terre histoire et archéologie IV^{èmes} Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes (2-4 novembre 1983), a cura di B. Helly e A. Pollino, Valbonne 1984.
- Zonazione sismica dell'URSS, a cura di V.I. Bune e G.P. Gorshkov, Mosca 1968 (in russo).

caduti o disassati, identificati come effetti sismici (Rapp 1986; Stiros 1988a e 1988b). In alcuni casi, «grappoli» di distruzioni simili hanno spinto alcuni studiosi all'ipotesi che i terremoti potrebbero essere stati responsabili della devastazione di civiltà preistoriche, nel Mediterraneo orientale e altrove (Rapp 1986).

Benché già diversi archeologi avessero segnalato in edifici antichi danni dovuti probabilmente ai terremoti (per es. C. Blegen a Kyparissi nel 1911, si veda fig. 191), A. Evans (1928) impressionato da un terremoto che colpì Cnosso nel 1926, durante i suoi stessi scavi, fu probabilmente il primo ad attribuire uno strato di distruzione agli effetti di una scossa sismica. L'autorevolezza di Evans e la semplicità della sua spiegazione, fondarono una tradizione, che è stata poi seguita da quasi tutti gli archeologi, tanto che ora è difficile trovare un antico sito greco in cui strati di distruzione non siano stati attribuiti a un evento sismico: Creta orientale (Page 1970), Akrotiri, Kea, Melo, Kythera, Rodi (Doumas 1983, p. 137), Troia (Blegen 1963) sono tra gli esempi più famosi. Il terremoto è così diventato una risposta semplice e comune agli interrogativi posti dalla distruzione o dall'abbandono di siti antichi, quando non sono state trovate altre ragioni plausibili: per esempio distruzioni intenzionali dovute a una guerra che, di solito, sono seguite da incendi di vaste proporzioni.

Questi nuovi dati hanno riportato in vita vecchie ipotesi e hanno riaperto il dibattito sulla possibile connessione tra gli antichi miti e i terremoti del passato: se i blocchi di pietra crollati violentemente nella Troia VI (si vedano le figg. 52, 59 e 60 in Blegen 1963), sono effetti di un terremoto, come C. Blegen suggerì per primo e come recentemente ha confermato G. Rapp (1982), e se Troia VI è la città omerica, allora il cavallo di legno potrebbe in realtà rappresentare la memoria «codificata» di una scos-

quando i terremoti sono una risposta troppo facile

l'inerzia delle scelte nelle ricostruzioni

sa sismica che distrusse le mura di Troia e permise ai Micenei di impossessarsi della città. Se questo è vero, allora il cavallo, animale sacro a Posidone, dio del mare così come del terremoto, e il culto dello stesso dio nei territori montuosi lontano dal mare, potrebbe essere un riflesso del ricordo di terremoti catastrofici della preistoria (Schachermeyr 1950; Easton 1985).

Il mito della gara tra Atena e Posidone per il possesso della città di Atene, rappresenterebbe in questo caso il ricordo di terremoti che scossero l'Attica e di un successivo periodo di quiete sismica; quest'ultimo probabilmente non fu abbastanza lungo da distogliere gli Ateniesi dall'uso di grappe metalliche di connessione fra i blocchi del Partenone e di altri edifici dell'età classica, per rinforzarli contro gli effetti sismici (Boetticher 1888; Georgiadis 1904; Kiskyras 1986).

La correlazione tra i periodi di declino delle civiltà antiche e gli eventi naturali distruttivi, come terremoti, eruzioni vulcaniche, inondazioni marine e forti mutamenti climatici, hanno prodotto nel passato teorie catastrofiste sulla storia del mondo antico. L'esempio più noto è l'ipotesi di S. Marinatos (1939), secondo cui l'eruzione del vulcano Santorino a Thera e il terremoto di Creta sono in relazione con la fine del mondo minoico in un rapporto di causa ed effetto (si veda, in questo volume, l'intervento di Momigliano e Tinti). Per decenni questa fantasiosa teoria ha nutrito dibattiti tra scienziati e archeologi (per una succinta discussione e bibliografia, si veda Sparks 1986).

Si potrebbe, a questo punto, concludere che l'archeologia e la sismologia storica hanno prodotto risultati contraddittori per quel che riguarda il ruolo giocato dal terremoto nella storia del mondo antico: la prima lo ha enfatizzato, la seconda rifiutato. Fortunatamente, nuove testimonianze ci dimostrano che queste posizioni sono entrambe ingiustificate e che non è necessario affrontare il dilemma di scegliere tra i resti ambigui portati alla luce dagli scavi archeologici e le frammentarie memorie storiche. Infatti, se ci sono pochi dubbi che l'ipotesi di Marinatos sia soltanto una congettura, tuttavia, in altri casi una correlazione tra terremoti e mutamenti traumatici nella occupazione o nella storia della civiltà di certi siti o regioni esiste. È necessario uno studio approfondito per dimostrare se questa correlazione è una mera coincidenza o, al contrario, se si deve riconoscere al terremoto un certo peso storico. Affronteremo questo problema nel caso di Kea e della fine del mondo miceneo.

la fine dello stanziamento cicladico di Kea

Lo stanziamento di Aghia Irini a Kea è uno dei siti tardocicladici più approfonditamente studiati. I ritrovamenti archeologici lasciano supporre che gli edifici del sito abbiano subito una serie di distruzioni, probabilmente dovute a terremoti, e quindi siano stati abbandonati. Durante la fase di occupazione seguente avvennero modifiche nello stile della ceramica: da quello tipicamente cicladico a uno affine a quello miceneo (Wilson Cummer e Schofield 1984). Se davvero la distruzione fu dovuta a un terremoto, come viene discusso più oltre, allora è ragionevole pensare che i Micenei si siano stabiliti in un sito già abbandonato; se, al contrario, si ritiene improbabile un terremoto, o un'altra calamità naturale, la distruzione deve essere attribuita ad una guerra che terminò con l'occupazione micenea di Kea.

i terremoti e la fine del mondo miceneo

La decadenza del mondo miceneo rappresenta un intricato problema di archeologia preistorica. Nel passato, questo declino, il cui primo atto è caratterizzato dalla distruzione di palazzi, dal crollo delle imponenti mura di fortificazione e da incendi di



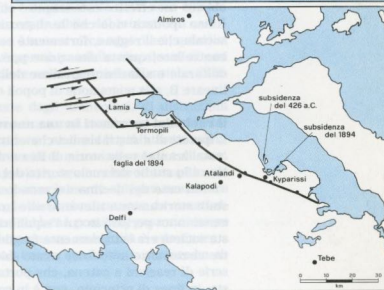
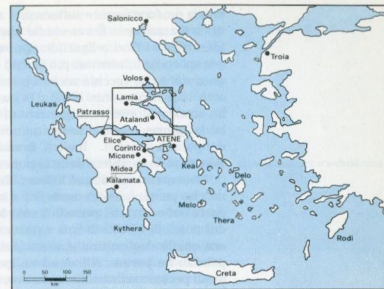
fig. 191 Kyparissi. In questa foto inedita dello scavo di C. Blegen del 1911 si nota un esempio di deformazione attribuita a un terremoto in un edificio vicino alla faglia del 1894 (si veda la figura seguente). La deformazione del muro sembra verosimilmente il risultato di un fenomeno locale di instabilità del suolo forse, ma non necessariamente correlato a un terremoto: deformazioni simili sono molto comuni negli edifici antichi ma non sempre sono la testimonianza di scosse sismiche (foto American School of Classical Studies, Atene).

fig. 192 Siti antichi e moderni menzionati nel testo. Nel riquadro l'area di Atalandi-Lamia: sono visibili le faglie mesozoiche, ancora attive nel Quaternario, del Graben di Lamia e la frattura superficiale del 1894.

vaste proporzioni, è stato attribuito ai Dori invasori, a volte identificati con gli Eracleidi, i discendenti scacciati di Ercole che, dopo anni di peregrinazioni e molti sforzi, sarebbero riusciti nel tentativo di tornare alle loro terre primitive provocando la fine del mondo miceneo (Kiechle 1979).

L'invasione dei Dori come spiegazione della devastazione del mondo miceneo è stata abbandonata da molto tempo. L'inizio di qualsiasi stanziamento dorico a metà del XII secolo a.C. sposterebbe, infatti, in avanti la data della distruzione dei siti micenei a circa il 1200 a.C. (Desborough 1967; Mylonas 1966; Chadwick 1976). Spiegazioni alternative per la rovina di quegli edifici, alcuni dei quali distrutti dal fuoco, per esempio l'invasione da parte del «popolo del mare» dall'est (ispirata alle tavolette in scrittura lineare B) o di guerrieri invasori venuti dal nord, nord ovest o nord est, non sono suffragate dai dati archeologici, i quali non mostrano segno dell'esistenza di queste culture (Snodgrass 1974; Kilian 1984 e 1985; Dakoronia 1987).

Prove archeologiche confermano invece l'esistenza di tribù nomadi di pastori che vivevano ai margini del mondo miceneo, ne condividevano le origini, o almeno ne



erano profondamente influenzati, ma che di certo possedevano un livello inferiore di civilizzazione. È verosimile che tali tribù nomadi, tra le quali potrebbero essere identificati i Dori o Eracidi, approfittarono del declino dei maggiori centri micenei per spostarsi in territori più fertili; tuttavia la migrazione durò a lungo e la loro integrazione nella vecchia società micenea accelerò soltanto il declino della stessa (Kirsten 1983; Dakoronia 1987). In conclusione, non sono documentate invasioni di tribù straniere, mentre migrazioni di tribù nomadi confinanti sposterebbero in avanti la datazione, e non possono quindi essere considerate come cause della distruzione dei palazzi micenei. Inoltre, invasioni e rivolte potrebbero spiegare gli incendi, ma non il crollo completo delle imponenti mura di fortificazione e degli edifici.

Recentemente, Klaus Kilian (1984 e 1985) ha osservato che gli strati di distruzione che possono essere associati a catastrofi sismiche, segnano la fine della maggior parte dei centri del periodo Tardo Miceneo III. Questa osservazione che tiene conto dei possibili effetti di una catastrofe su un regime fortemente centralizzato, come era quello degli ultimi *Anaxas* (Principi) nella fase precedente alla distruzione dei palazzi, ha portato Kilian ad un'ipotesi alternativa sul declino del mondo miceneo: in un periodo relativamente breve, i terremoti colpirono i maggiori centri micenei ed ebbero un effetto 'catalizzante' su un mondo già vecchio, che non si riprese più. Kilian ipotizza cioè che le distruzioni sismiche causarono un'agitazione politica e sociale che il regime, fortemente centralizzato e socialmente indebolito, non riuscì a controllare; questa situazione portò all'accelerazione della decadenza economico-culturale e alla disintegrazione della società micenea, alla scomparsa della scrittura lineare B, alla migrazione di popoli confinanti e, infine, al Medioevo ellenico.

il ruolo dei terremoti in una nuova prospettiva

L'ipotesi di disastri sismici che entrano in gioco indirettamente, ma hanno un ruolo 'catalizzante' nella storia di Kea e dei centri tardo micenei, apre una nuova prospettiva allo studio del ruolo storico dei fenomeni sismici.

Nel caso del declino del mondo miceneo, il ruolo della sismicità potrebbe essere stato storicamente rilevante solo in quanto i terremoti avrebbero colpito i centri micenei in un periodo in cui l'equilibrio sociale, politico, economico e culturale di questa società era estremamente fragile. In una situazione del genere, eventi che in altre circostanze avrebbero avuto solo effetti marginali, prepararono il terreno a una serie di reazioni a catena, che portarono al Medioevo ellenico. Questo punto di vista, in linea di principio, non è in contraddizione con le idee di Ambraseys (1971) discusse precedentemente, secondo cui i fenomeni sismici non possono essere direttamente correlati alla decadenza di una civiltà, ed è possibile che un ruolo simile dei terremoti, o di altri disastri naturali, sia riconosciuto anche in altre aree e per altri periodi.

In realtà, finora, il punto debole di tutte le ipotesi di distruzioni dovute a terremoti è la mancata documentazione della portata reale delle scosse sismiche. Il limite più ricorrente consiste nel fatto che molto raramente gli antichi edifici danneggiati o crollati vengono esaminati da sismologi e geofisici. Nonostante ciò, gli archeologi, in mancanza di altre ovvie ragioni, vedono i terremoti come la spiegazione più semplice per una distruzione e le uniche argomentazioni a sostegno delle loro ipotesi sono le moderne statistiche sismologiche.

Questo ha portato spesso a conclusioni ingiustificate: per esempio, le distruzioni di Troia e di Ugarit in Siria, nel 1365 a.C. circa, sono state attribuite allo stesso terremoto (Schaeffer 1948). G. Rapp (1986) spiega invece che, in mancanza di dati sull'intensità sismica, l'idea di C. Schaeffer che Ugarit e Troia, due città a circa mille

chilometri di distanza, siano state distrutte da un unico evento sismico non è giustificabile. Schaeffer era consapevole delle difficoltà che la sua teoria presentava, così suppose che questo terremoto si fosse propagato lungo faglie molto estese. Ma questa spiegazione non può essere accettata: le faglie (o i sistemi di faglie) lunghe migliaia di chilometri attraversano, in aree precise, gli oceani e i continenti e sono associate a terremoti che possono avere effetti anche in aree lontane dall'epicentro (si veda Rapp 1986 per un esempio riguardante il terremoto del 1906 della faglia di S. Andreas in California), come suppone Schaeffer, tuttavia non esistono faglie del genere che colleghino la regione di Ugarit con quella di Troia.

Un altro esempio della difficoltà di accettare le spiegazioni fornite dagli archeologi, non solo riguardo alle distruzioni, ma anche per quello che concerne i mutamenti nella paleogeografia di siti antichi è stato dato da S.C. Stiros (1988a): la storia dell'abbassamento di 2,5 m a Kenchereai, porto orientale di Corinto, è stata eccellentemente descritta dal lavoro pionieristico di R. Scranton e J. Shaw (1978). La subsidenza ipotizzata di 0,5 m del V secolo d.C., era stata spiegata come un effetto macro-sismico provocato da terremoti dell'Asia Minore, con epicentri a centinaia di chilometri da Kenchereai. Dal momento che l'abbassamento e l'innalzamento tettonico e cosismico sono limitati alle zone vicine a faglie e in prossimità delle aree epicentrali, è improbabile che un terremoto lontano sia responsabile dei mutamenti osservati nel livello del mare a Kenchereai. Quest'area è scossa circa ogni dieci, quindici anni da terremoti di magnitudo superiore a 5,5, è perciò possibile che alcuni di essi siano stati responsabili delle deformazioni osservate nelle costruzioni antiche (Williams e Zervos 1986).

Se nei due casi precedenti le ipotesi, avanzate dagli archeologi, di distruzioni causate da terremoti non sono condivisibili, ci sono numerosi casi in cui una conclusione del genere può essere accettata senza esitazione, anche dai più attenti scienziati della Terra: per esempio, crolli diffusi e improvvisi di mura imponenti e di case, che hanno ucciso e sepolto persone rimaste intrappolate, ovviamente in tempi in cui gli esplosivi non erano stati ancora inventati, non possono essere spiegati senza fare riferimento a forti scosse di terremoto. Pertanto, le distruzioni causate da eventi sismici di cui si parla nella letteratura archeologica, sebbene possibili, possono essere molto incerte e ambigue; il solo modo per sciogliere queste ambiguità è esaminare a quali condizioni un certo strato di distruzione può essere attribuito a una scossa sismica.

meccanismi di danneggiamento sismico

I danni causati da un terremoto sono dovuti a fattori diversi qui elencati.

Scuotimento del suolo: è causato da onde che si muovono dall'ipocentro del terremoto, cioè dall'area di indebolimento e frattura delle rocce in profondità. Le onde sismiche sono di diversi tipi e possono anche colpire selettivamente solo determinati tipi di edifici: per esempio, una scossa forte e lontana può colpire solo le costruzioni alte e non quelle basse. Gli effetti di una scossa sismica sugli edifici dipendono dalla stabilità delle fondazioni, perciò edifici che hanno le fondamenta nella roccia sono chiaramente più resistenti di quelli fondati su terreni molli o su materiali non consolidati. A volte, tuttavia, si osserva proprio il contrario: per esempio, il terremoto distruttivo di Kalamata (Grecia meridionale) del 1986 ha spianato completamente il paese di Elaiochori, fondato su rocce mesozoiche, mentre le case dei sobborghi di Kalamata, a pochi chilometri di distanza, fondati su terreni alluvionali recenti, hanno subito danni minori; poco più in là, altri edifici con fondazioni simili sono crollati.

attività sismica e subsidenza

necessità di dati probanti

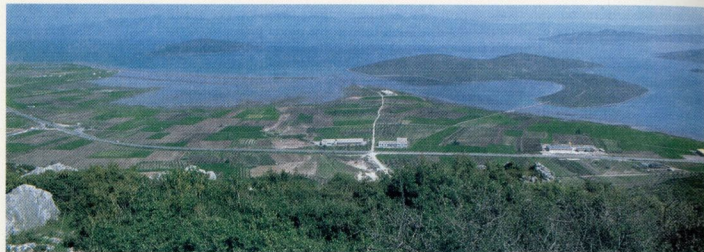


fig.193 Golfo di Atalandi. L'isola a sinistra e quella a destra nella foto erano penisole prima dei terremoti rispettivamente del 426 a.C. e del 1894. La zona paludosa al centro delle due isole è dovuta

alla subsidenza attivata da quest'ultimo evento sismico. Numerosi antichi siti costieri, da quelli preistorici fino a quelli del primo periodo cristiano, sono ora parzialmente sommersi (foto S.C. Stiros).

Fagliazioni sismiche superficiali: si producono quando faglie sismiche profonde (dai dieci ai quindici chilometri) raggiungono la superficie. In questo caso si osservano effetti verticali, orizzontali e obliqui sul suolo e negli edifici posti lungo le linee di frattura superficiali, la cui ampiezza va da pochi centimetri a diversi metri. In realtà, solo una minima percentuale di distruzioni è dovuta a fagliazioni: nel corso dell'ultimo secolo, la Grecia è stata colpita da alcune centinaia di terremoti molto forti, dei quali solo una ventina erano associati a fagliazioni di vario tipo e anche meno hanno colpito costruzioni umane. Alcuni dei casi più noti di edifici distrutti da faglie sismiche riguardano le costruzioni romane di Tunisi (Kamoun 1984; Stiros 1988a), i muri del Sinai (Zhang Buchun *et al.* 1986) e altre costruzioni in Asia (Trifonov 1978). Alcuni esempi che si rintracciano in Grecia verranno discussi più avanti. **Fenomeni di instabilità del suolo:** scivolamenti del terreno, compattazione o liquefazione di materiale non consolidato e slittamenti attivati dal terremoto colpiscono gli strati superficiali, sia quelli costituiti da materiale recente sia, a certe condizioni, quelli formati da rocce dure. Sono soggetti a questo tipo di distruzione gli edifici antichi costruiti sulla cima di rilievi con ripidi pendii ovvero su colline basse formatesi per accumulo di macerie di successive fasi abitative preistoriche, e le costruzioni su terrazzamenti artificiali. Effetti simili possono prodursi anche in assenza di scosse sismiche, perciò una frana può anche non essere segno di terremoto. La più famosa distruzione di antichi siti greci dovuta a una imponente frana, attivata da un terremoto, è quella di Elice e Bura, nel golfo di Corinto, avvenuta nel 373 a.C. (si veda *cat.Med.*): nonostante gli sforzi degli archeologi e degli studiosi, non rimane traccia della loro esistenza e della loro esatta ubicazione (Schwartz e Tziavos 1979).

Va precisato che fenomeni di instabilità del suolo possono essere associati a terremoti lontani così come a terremoti locali (il grande terremoto dell'Alaska del 1964 causò frane, con un fronte di circa due chilometri, a centocinquanta chilometri di distanza dal suo epicentro), mentre fagliazioni sismiche si possono formare solo nelle vicinanze dell'epicentro.

Una combinazione di alcune delle cause citate: questo è il caso più frequente. Un esempio caratteristico viene dall'area di Atalandi (fig.192), dove il terremoto del

1894, così come eventi precedenti, fu associato a fagliazioni che causarono subsidenze tettoniche e, localmente, compattazione di terreni alluvionali non consolidati che, accentuando la subsidenza, trasformarono una penisola in un'isola (fig.193). Frane, caduta di massi, spaccature nel suolo, interruzione nel flusso di sorgenti e altri fenomeni minori accompagnarono questo terremoto (Skuphos 1894).

È evidente che la relazione tra causa (il terremoto) ed effetto (la distruzione) non è lineare; in realtà non è cosa facile identificare con certezza un terremoto dallo scavo di uno strato di distruzione. Naturalmente, nel caso di fagliazioni che hanno causato una dislocazione considerevole, le cose sono più chiare, ma anche in questo caso non senza problemi. All'effetto di un sisma, per esempio, si può sovrapporre quello di un altro terremoto o di spostamenti del suolo di origine non sismica, e viceversa. In questi casi si può osservare solo l'effetto cumulativo del terremoto — o dei terremoti — e degli altri fenomeni naturali, senza la possibilità di discriminare tra l'uno e gli altri.

Un sito abbandonato per una determinata ragione (epidemia, guerra, esaurimento delle sorgenti ecc.) può anche essere stato colpito successivamente da un terremoto con gravi danni agli edifici già abbandonati. Se non si effettua un buon controllo stratigrafico, è impossibile capire quando l'abbandono e i danni sismici non sono coevi e non si possono trarre conclusioni storiche convincenti. Ancora, ci sono casi in cui lo strato di distruzione di un certo terremoto è il substrato di una successiva fase di edificazione: questo permette di datare e stimare la dislocazione. Infine, ci sono casi in cui le condizioni locali rendono inversissimi effetti di instabilità del suolo di origine non sismica e le deformazioni del terreno osservate sono invece coerenti con i movimenti delle zolle tettoniche che ci si aspetta in quella particolare area.

l'identificazione di un terremoto in un sito archeologico

La possibilità di incontrare condizioni così favorevoli da permettere di giungere alla sicura conclusione del verificarsi di un terremoto, esiste quando si può dare una risposta affermativa alle seguenti domande:

1. da un punto di vista geologico-geofisico, è possibile un terremoto, sottoforma di scossa o di effetto macrosismico, per esempio una subsidenza?
2. possono essere escluse come cause della distruzione osservata vicende umane o altri fenomeni naturali come una frana?
3. è stato eseguito un buon controllo stratigrafico (*terminus ante quem* e *post quem*) tanto da essere sicuri che le deformazioni osservate non siano dovute a eventi sismici successivi?
4. l'ipotesi di un terremoto è congruente con le conoscenze archeologiche e storiche?
5. la distruzione è diffusa e può essere correlata con altre analoghe in un'area più ampia? Di solito è abbastanza improbabile trovare risposta a tutte queste domande e di conseguenza l'approccio al problema può essere solo probabilistico. Ma anche in questo caso è possibile arrivare alla prova conclusiva di un terremoto come viene discusso negli esempi che seguono.

il terremoto di Troia VI

Le ricerche di Blegen rivelano che Troia VI incontrò la sua fine in una tremenda catastrofe, tanto che le mura risultano scagliate lontano dalla loro posizione originaria (si vedano le figg.52, 59 e 60 in Blegen 1963). Secondo Blegen, ciò indica una forza al di là dei limiti umani in un'epoca in cui non esistevano esplosivi e suggerisce il

sovrapposizioni di effetti

le domande

terremoto come causa della distruzione. Questa è un'affermazione molto ragionevole, visto che quell'area è spesso scossa da forti terremoti.

I blocchi di Troia VI si trovano nel substrato di Troia VII, costruita subito dopo la distruzione, che mostra la stessa cultura della fase precedente. Questo fornisce un'eccellente definizione cronologica per il terremoto, convenzionalmente datato al 1250 a.C. È anche possibile che alcune delle deformazioni e dei dislivelli nelle mura e negli edifici di Troia VI siano stati causati da un'altra scossa nella fase di costruzione VII (Easton 1985). Se la città omerica sia Troia VI o Troia VII non è tuttora chiaro e non verrà comunque discusso in questa sede.

il terremoto di Kea

I moderni dati sismologici dimostrano che le isole Cicladi si comportano come un blocco piuttosto asismico, perciò il primo punto è dimostrare che un terremoto è possibile e che l'assenza di sismicità indica che i grandi terremoti hanno, in quest'area, lunghi periodi di ritorno. In effetti, si sa che l'isola di Delo fu colpita da terremoti in tempi remoti (Bousquet e Péchoux 1977); d'altra parte le osservazioni di Plinio su una subsidenza innescata da un terremoto nell'area tra l'Eubea e Kea (Plin. n.h. 2.206) può essere in realtà l'esagerazione di un antico effetto cosismico, forse proprio lo stesso relativo alle distruzioni osservate a Aghya Irini.

Poiché in questo caso è difficile attribuire la distruzione degli edifici a un atto umano intenzionale, potrebbe essersi trattato sia di un terremoto che di un fenomeno locale di instabilità del suolo oppure anche della distruzione di un sito già abbandonato. La seconda eventualità deve tuttavia essere esclusa, poiché il sito è posto in un basso promontorio con un dolce declivio di scisti mesozoici. In un ambiente simile la caduta di massi rocciosi non è del tutto esclusa, tuttavia lascerebbe segni evidenti nel paesaggio e sarebbe anche accompagnata da effetti traumatici di cui non si trova traccia. Le deformazioni dei muri delle case sono, inoltre, tali da rendere poco plausibile l'ipotesi di una lenta distruzione di edifici abbandonati da secoli e avvalorano, viceversa, quella di una scossa violenta in accordo con i ritrovamenti archeologici. In questo caso l'evidenza delle prove conferma l'ipotesi degli archeologi che il sito fu colpito da una scossa sismica.

terremoti nei centri micenei

Il primo punto da chiarire riguarda la possibilità che, in un periodo relativamente breve, diversi terremoti abbiano colpito i centri micenei più importanti. Una situazione simile è stata osservata di recente: limitandoci solo agli ultimi dieci anni, va ricordato che terremoti violenti ($M_s > 6.0$) hanno colpito le maggiori città greche: Salonicco nel 1978, Volos e Almiros nel 1980, Atene e Corinto nel 1981, Kalamata nel 1986. In particolare nel caso di Kalamata, nonostante l'intervento veloce e deciso del moderno stato greco, altamente centralizzato, il fenomeno sismico ha causato una enorme scollatura del tessuto sociale ed economico e il conseguente abbandono di parte della città. Se una serie di terremoti simile è avvenuta anche nei tempi antichi, e soprattutto se fu seguita da un lungo periodo di repliche, il cui impatto sulle strutture della società può risultare più distruttivo della scossa principale, allora è possibile che questa sequenza di fenomeni sismici possa avere causato effetti più catastrofici di quanto supponga Kilian (1984 e 1985).

In secondo luogo bisogna dimostrare la verosimiglianza dell'ipotesi che le distruzioni osservate siano state effettivamente causate da un terremoto. Un incendio di vaste proporzioni, esteso a quasi tutta la città, quale si osserva nei maggiori centri micenei, può spiegare la distruzione di alcuni degli edifici, ma non il collasso di gros-

se mura di fortificazione e delle parti più basse delle costruzioni. Anche l'ipotesi della distruzione intenzionale è fuori luogo, dal momento che, per esempio, le mura di fortificazione di Midea, costruite sull'orlo di un dirupo scosceso, sono cadute verso la parte interna dell'acropoli (Åström *et al.* 1988) e non verso l'esterno, giù dalla collina. Un terremoto è dunque l'unica causa plausibile della distruzione.

Il terzo punto critico, infine, è la datazione delle distruzioni sismiche osservate. Le testimonianze sono estremamente frammentarie e indirette, perché non è mai stato effettuato un controllo stratigrafico preciso per la datazione del cedimento delle mura, alcuni tratti delle quali potrebbero essere crollati in un periodo successivo, dopo il definitivo abbandono dei siti micenei. Tuttavia, come vedremo nel paragrafo seguente relativo al ritrovamento di persone uccise dal crollo di edifici sicuramente causato da terremoti, si può supporre che gli eventi sismici di cui parliamo ebbero luogo al più tardi durante il periodo critico stilisticamente datato Tardo Elladico III. Per tutte queste ragioni, l'ipotesi di una serie di scosse di terremoto deve essere considerata accettabile e documentata.

le vittime dei terremoti

Chiare testimonianze di effetti sismici possono venire da casi di edifici che crollando uccidono e seppelliscono i loro stessi abitanti. Un esempio caratteristico ci viene da Micene, dove G. Mylonas (1977) scavò le rovine di una casa demolita, e portò alla luce un gran numero di scheletri di persone con i teschi e le ossa fraccassate, morte in posizioni del tutto innaturali e seppellite dai muri caduti (fig.194). Il fatto che la casa e le vittime fossero state abbandonate in quella situazione, in un tempo in cui i morti erano trattati con estrema attenzione, suggerisce che la rovina della casa scata non fu un evento isolato, bensì parte di una catastrofe, estesa a tutto il sito, che colpì anche le strutture culturali della società. Di più, dal momento che non vi è testimonianza di distruzioni dovute a frane (per esempio non ci sono muri inclinati o tracce di smottamenti nell'area), è abbastanza plausibile l'ipotesi che la casa fu distrutta da uno dei terremoti che giocarono un ruolo 'catalizzante' nel declino del mondo miceneo.

Una situazione simile si ritrova anche a Tebe, dove A. Sampson (1985), durante i suoi scavi, scoprì lo scheletro di una donna uccisa e seppellita sotto una casa crollata durante il periodo Tardo Elladico IIB. Ricerche inedite di un altro archeologo, N. Papadopoulos (com.pers.) hanno portato alla luce lo scheletro di un'altra persona uccisa sotto il crollo di un muro, i cui blocchi mantengono il loro preciso ordine spaziale. Quest'ultimo evento, comunque, risalirebbe al periodo Elladico Antico.

la *stod* di Kyparissi

I resti di una *stod* del VI-V secolo a.C., rinvenuti nelle vicinanze di Kyparissi, aiutano a fare luce sulla storia sismica dell'area di Atalandi, che ha subito distruzioni diffuse con numerose vittime umane, fagliezioni superficiali e subsidenze di zone costiere a causa dei terremoti del 426 a.C., 105 d.C., 551 d.C. (si veda *cat.Med.*), e del 1894 (fig.192 e 193).

La *stod*, di costruzione molto raffinata e lussuosamente decorata, sembra essere appartenuta a un santuario, probabilmente del sito omerico di Opunte. Fu costruita nel VI secolo a.C. e, dopo piccoli restauri nel 480, fu utilizzata fino a non oltre il 450 a.C. come confermano i ritrovamenti che mostrano elementi stilistici inegnevocabili. Lo scavo archeologico ha portato alla luce solo la parte occidentale gravemente deformata della *stod* (fig.195a). L'estremità orientale della parte conservata sembra essere stata piegata e trascinata nel blocco sprofondato di una faglia normale

particolare caduta delle mura

Micene

Tebe

plausibilità e congruenza

abbandono
di edifici importanti

(fig.195b). Questa sembra essere la spiegazione più credibile, dal momento che la *stod* è situata sopra o comunque vicino alle tracce dellaaglia di Atalandi del 1894, associata a circa 50 chilometri di fagliazione normale. Infatti, sebbene sia fondata sulla copertura erosa di ophioli, un materiale facilmente franabile, la possibilità di uno smottamento è esigua, poiché la *stod* affonda pressoché parallela alle isolinee topografiche, non si notano deformazioni interne rilevanti o inclinazioni (eccezzuata la curvatura dei blocchi nella parte est), né sono visibili altri segni di una grande frana. È abbastanza evidente inoltre che la distruzione della *stod* fu anche la ragione del suo abbandono. Il sito di Kyparissi rimase infatti occupato quanto meno fino al periodo romano e oltre, perciò è inverosimile che un edificio pubblico così lussuoso e costruito con tanta cura venisse abbandonato, a meno che le sue condizioni non fossero talmente compromesse da non consentire restauri (si veda fig.196). Possiamo concludere, quindi, che la *stod* fu probabilmente distrutta da una fagliazione sismica attorno al 450 a.C., solo 25 anni prima del terremoto del 426 a.C.

Questo risultato, che contraddice le precedenti stime, basate sui fonti scritte, dei lunghi periodi di ritorno dei terremoti distruttivi in quest'area (alcuni secoli come minimo), è confermato da altri dati archeologici. Per esempio, a Kalapodi, grande centro di culto di Artemide a circa 15 km da Kyparissi, si notano chiare testimonianze di una distruzione dovuta all'evento sismico del 426 a.C., nettamente distinta da un'altra rovina, probabilmente covea a quella della *stod*.

A Kyparissi, una quantità di scavi hanno portato alla luce successive fasi di distruzione in edifici classici, ellenistici e romani, i dati raccolti sono però troppo scarsi per permettere conclusioni certe. In alcuni casi, come quello degli edifici riportati alla luce da Blegen (si veda fig.191), la deformazione dei muri è, infatti, chiaramente causata da una instabilità locale del suolo che non è necessariamente dovuta a un effetto sismico.

scosse sismiche a Santorino

A differenza dei casi trattati sopra, per i quali esisteva la prova geofisica di terremoti antichi, ci sono altre situazioni in cui un terremoto è dedotto unicamente dai dati archeologici e da alcune argomentazioni logiche. I ritrovamenti rivelano che prima di essere definitivamente distrutta e seppellita nella pomiche, la città tardo cicladica di Akrotiri fu colpita da scosse sismiche che causarono distruzioni seguite da restauri e innovazioni (si veda, in questo volume, l'intervento di Momigliano e Tinti). Quello che è più interessante dal nostro punto di vista è il ritrovamento, sopra le macerie spianate degli edifici crollati, di pesanti rulli di pietra che probabilmente vennero usati per la demolizione e lo sgombero dei muri rovinati. Sono di particolare importanza soprattutto alcuni pesanti martelli di pietra che, secondo C.Doumas (1983), furono usati come arieti: questa tecnica è ancora largamente impiegata ai nostri giorni, specialmente dopo terremoti distruttivi. Così, nel caso di Akrotiri, i dati geofisici possono solo suggerire la possibilità di una scossa sismica che è infatti documentata dalle testimonianze archeologiche.

testimonianze di terremoti dalla deformazione delle tombe

La letteratura archeologica è ricca di esempi di piccole costruzioni, come le tombe, gravemente deformate. Sebbene le condizioni locali di instabilità del suolo e le moderne attività umane (per esempio i lavori con i bulldozer o altre macchine pesanti) siano le cause più comuni di queste deformazioni, ci sono casi in cui esse sono il segno di fenomeni tettonici profondi, spesso associati a terremoti. A prima vista sembra poco giustificato decidere l'eventualità di effetti sismici e tettonici, dalla defor-

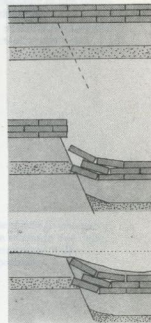
fig.194 Micene. Lo scheletro di un uomo rimasto vittima di un terremoto che probabilmente colpì la città: chiare testimonianze di effetti sismici possono venire da casi di edifici che crollando hanno ucciso e seppellito i loro stessi abitanti (da Mylonas 1975).



fig.195a Kyparissi. Resti della *stod* del VI-V secolo a.C. rinvenuti nelle vicinanze della città e che sembrano essere appartenuti a un santuario del sito omerico di Opunte (foto S.C.Stiros).

fig.195b Interpretazione della dislocazione della figura precedente: lo spostamento verso il basso può essere l'effetto cumulativo di diversi eventi sismici.

fig.196 Kyparissi. Alcune tegole del tetto della *stod* della figura 195a. È poco verosimile che un edificio così riccamente decorato sia stato abbandonato, tranne che nel caso di un danneggiamento molto grave. Una di queste tegole fu importata da una bottega della Beozia poco dopo il 450 a.C. e poiché il ritrovamento più recente viene datato con sicurezza a non oltre il 450 a.C., si ipotizza un terremoto compreso in questo arco di tempo, cioè dai 55 ai 25 anni prima di quello famoso del 426 a.C. (foto S.C.Stiros).



mazione di costruzioni così piccole. Tuttavia ci sono diverse ragioni che rendono le tombe una fonte importante di informazioni:

1. Le tombe sono raramente isolate, di solito si trovano raggruppate in necropoli; in molti casi sono di buona costruzione, forma geometrica e orientamento ben determinato, elementi che permettono di ricostruirne la disposizione e l'aspetto prima della deformazione. Questo è vero soprattutto nel caso delle tombe a cista e dei sarcofagi.

2. Le tombe contengono spesso preziose offerte funerarie e questo ne favorisce lo studio completo, attento e dettagliato; spesso vengono completamente documentate da rilievi e fotografie. Così, mentre le aree coperte da necropoli permettono di giungere a risultati rilevanti, altri edifici antichi non vengono completamente dissotterrati, né studiati nel dettaglio utile alle ricerche sismotettoniche.

3. In tutta l'antichità le tombe sono state considerate luoghi sacri, perciò sono state distrutte o rimaneggiate intenzionalmente in misura molto minore di altri edifici. Ciò consente di giungere a risultati relativamente meno ambigui in confronto a quelli derivanti da altri tipi di costruzioni antiche.

4. Il numero di necropoli portate alla luce è maggiore di quello di altre costruzioni scavate completamente.

5. Le necropoli si trovano di solito ai margini di colline dai fianchi scoscesi, coronate dall'acropoli e le faglie sismiche sono molto più frequenti lungo i fianchi di queste colline che sulla cima. I casi delle tombe deformate di Leukas e Lamia, che discuteremo più avanti, forniscono una testimonianza di faglie di tipo trascorrente (*strike slip*).

In passato, alcuni archeologi consapevoli del fatto che deformazioni gravi del tipo di quelle di fig. 197 non sono attribuibili a normali processi naturali, non avendo alcuna idea delle peculiarità dei processi di fagliazione sismica, specialmente di quelli associati alle faglie trascorrenti, ipotizzarono che tali forme triangolari risalissero a una originale tipologia costruttiva e a particolari usi funebri. Un'altra osservazione interessante riguarda il fatto che gli antichi, in qualche caso, erano consci della possibilità che le loro tombe si deformassero: infatti in talune zone, ad esempio a Patrasso, i blocchi che componevano le tombe a cista venivano tenute insieme da cinghie di metallo.

le tombe di Leukas

Negli ultimi anni numerose tombe a cista (di forma rettangolare, composte di 4-6 blocchi quadrati e coperte da una o due lastre di pietra tagliata) sono state scavate da vari archeologi (Agalopoulou 1973; Touloupa 1973-74) a Kariotes, nell'isola di Leukas. Alcune di queste tombe, originariamente rettangolari, quando sono state dissotterrate avevano la particolare forma visibile in fig. 197. Se è facile spiegare la deformazione di una singola tomba, pensando per esempio al risultato di una compressione associata a un movimento di strati superficiali, la deformazione di più tombe, o di tutte, rende necessario il riferimento a uno scenario più complesso, che presuma l'abbinamento della distruzione con una spaccatura almeno superficiale associata a una notevole dislocazione di tipo trascorrente.

Chiaramente tali dislocazioni possono essere prodotte da un suolo instabile, da frane ecc., ma nel caso di Leukas, al contrario, ci sono diversi argomenti che fanno pensare ad un'origine tettonica. Innanzitutto, le deformazioni sono diffuse e sebbene non siano per ora disponibili mappe dettagliate delle aree di scavo, sembra che seguano un modello sistematico. Inoltre, il pendio è dolce e la gravità, che può essere una delle cause maggiori di smottamenti rilevanti del terreno, deve essere

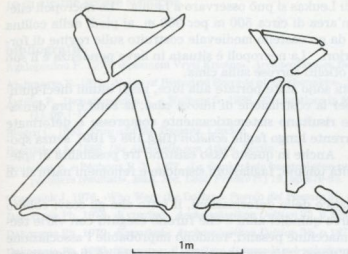


fig. 197 Rappresentazione schematica di due tombe originariamente di forma rettangolare, riportate alla luce nella necropoli di Kariotes sull'isola di Leukas.

fig. 198 Modello di deformazione di una tomba della necropoli ellenistica di Lamia.

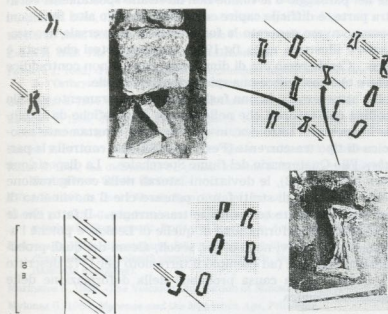


fig. 199 Disposizione delle tombe in una parte della necropoli di Lamia. In evidenza due delle tombe e il modello di deformazione di tipo trascorrente (*strike slip*) ipotizzato.

esclusa. Ancora, è improbabile che tutte le distruzioni osservate siano state causate da strade o altri lavori e cioè che siano dovute a movimenti del suolo prodotti da pesanti bulldozer, esplosivi ecc. Infine, i meccanismi focali dei terremoti e la fagliazione sismica superficiale lasciano supporre che nella zona, così come in tutta la Grecia centrale, faglie di tipo trascorrente (*strike slip*) siano ancora attive.

L'area di Kariotes è coperta da materiale alluvionale e quindi non è facile individuarvi le faglie senza studi molto dettagliati che purtroppo non sono mai stati effettuati; d'altra parte, è più che probabile che le faglie individuate nelle vicinanze continuino sotto i terreni alluvionali della necropoli. In conclusione, l'ipotesi di una fagliazione sismica è l'unica ragionevole spiegazione per le rovine osservate, ed è perfettamente concorde con i dati tettonici.

tombe e necropoli

deformazioni sismiche non riconosciute

le tombe di Lamia

Un caso molto simile a quello di Leukas si può osservare a Lamia. La necropoli ellenistica di questa città copre un'area di circa 500 m per 300 m, ai piedi della collina dell'acropoli, che è sovrastata da un castello medievale costruito sulle rovine di fortificazioni preistoriche e posteriori. La necropoli è situata in lieve pendenza e il suo substrato geologico consiste di ofioliti corrose sulla cima.

Un centinaio di tombe a cista sono state portate alla luce, negli ultimi dieci-quindici anni, durante vari scavi per la costruzione di nuove case; la zona è ora densamente urbanizzata. Le tombe risultano sistematicamente compresse e deformate come da un movimento trascorrente lungo fasce *echelon* (figg. 198 e 199), senza spostamenti verticali o curvature. Anche in questo caso esistono tre possibilità di spiegazione: effetti dovuti ad attività umane, fagliezioni sismiche e fenomeni naturali di altro genere.

Il grado e il modello sistematico delle deformazioni, il fatto che gli scavi ebbero luogo durante un periodo di circa quindici anni e che furono eseguiti con varie tecniche, ma solo raramente con macchine pesanti, rendono improbabile l'associazione delle distruzioni all'attività dell'uomo. Va anche esclusa la possibilità di spostamenti trasversali causati da una frana, la pendenza è, infatti, abbastanza leggera, non vi sono segni di grosse frane nel paesaggio e le tombe non mostrano spostamenti verticali né curvature. D'altra parte, è difficile capire come slittamenti o altri fenomeni di instabilità del suolo possano avere generato la forza elastica trasversale necessaria a causare la deformazione illustrata nella fig. 198. L'unica ipotesi che resta è quella di un effetto sismico. Cercheremo ora di dimostrare che ciò non contraddice le testimonianze geologiche e che costituisce una spiegazione plausibile.

La zona della necropoli è attraversata da una faglia recente, chiaramente visibile sia dalla scarpata della collina dell'acropoli che nelle riprese fotografiche da satellite. Questa faglia ha una lunga storia tettonica, in quanto viene strettamente associata a una faglia mesozoica di tipo trascorrente (Ferrière 1982) che controlla la parte settentrionale del Graben Plio-Quaternario del fiume Sperchaos. La disposizione a *echelon* di questo Graben (cfr. fig. 192), le deviazioni laterali nella configurazione geologica e gli scivolamenti obliqui degli strati fanno pensare che il movimento di questa faglia abbia ancora un'importante componente trascorrente. Il fatto che le tombe mostrano lo stesso modello di deformazione di quelle di Leukas e poiché l'area ha subito diversi terremoti distruttivi negli ultimi secoli, alcuni dei quali probabilmente associati a fagliezioni sismiche (ad esempio il terremoto del 1772 descritto dal viaggiatore inglese R. Pockocke), la causa probabile della deformazione delle tombe di Lamia è una fagliezione sismica.

conclusioni

Un attento approccio interdisciplinare consente di giungere a risultati di interesse storico e sismotettonico attraverso l'interpretazione dei resti muti e frammentari del mondo antico portati alla luce dagli scavi archeologici. Più esplicitamente, i casi esaminati dimostrano che i terremoti antichi possono essere dedotti con buona sicurezza dai ritrovamenti archeologici e si possono quindi ottenere stime più attendibili dei periodi di ritorno dei grandi eventi sismici e, nei casi di fagliezioni sismiche superficiali, anche informazioni tettoniche.

D'altra parte i dati in nostro possesso confermano che esiste un rapporto tra terremoti e livelli di distruzione nei siti antichi o anche tra terremoti e declino di antiche civiltà. Se da un lato questo significa che i terremoti giocarono probabilmente un qualche ruolo 'catalizzante' nell'evoluzione del mondo antico, sembra completa-

mente ingiustificato ritenere che la fine di certe culture fu semplicemente il prodotto di alcune scosse sismiche.

bibliografia

- Agalopoulou P. 1973, «Spasmeni Vrysi Krioton», *Archaeologikon Deltion* 28, pp. 428-29.
 Ambraseys N. 1971, «Value of Historical Records of Earthquakes», *Nature* 232, pp. 375-79.
 Åström P., Demakopoulou K. e Walberg G. 1988, «Excavations in Midea 1985», *Opuscula Atheniensia* 17 (1), pp. 7-11.
 Blegen C. 1963, *Troy and the Trojans*, London.
 Boetticher A. 1888, *Die Akropolis von Athen*, Berlin.
 Bouquet B. e Péchoux P.-Y. 1977, «La sismicité du bassin égéen pendant l'Antiquité. Méthodologie et premiers résultats», *Bull. Soc. Géol. France* (7) 19, pp. 679-84.
 Chadwick J. 1976, «Who Were the Dorians? Parola del Passato 31, pp. 103-17.
 Dakoronia Ph. 1978, «Kyparissi», *Archaeologikon Deltion* 33, p. 139 (in greco).
 Dakoronia Ph. 1979, «Kyparissi», *Archaeologikon Deltion* 34, p. 187 (in greco).
 Dakoronia Ph. 1987, *Marmara: il cimitero di tumuli sub-miceneo*, Atene (in greco).
 Dakoronia Ph. 1988, «Archaic Roof-tiles from Eastern Lokris», *Hesperia*, in stampa.
 Desborough V. 1964, *The Last Mycenaean and Their Successors*, Oxford.
 Doumas Ch. 1983, *Thera, Pompeii of the Ancient Aegean*, London.
 Easton D. 1985, «Has the Trojan War Been Found?», *Antiquity* 59, pp. 188-96.
 Evans A. 1928, *The Palace of Minos*, vol. II, London.
 Ferrière J. 1982, «Paléogéographies et tectoniques superposées dans les Hellénides internes, les massifs de l'Orthrys et de Pelion (Grèce continentale)», *Soc. Géol. Nord*, publication n. 8.
 Georgiadis S. 1904, *On Earthquakes and Antiseismic Constructions*, Athens.
 Kamoun Y. 1984, «Neotectonics in Tunisia (N. Africa). An Attempt of Synthesis Through Examples Chosen Along the Sea-coast», *Bulletin of the INQUA Neotectonics Commission* 7, pp. 97-100.
 Kiehl F. 1979, s.v. «Herakleida», in *Der Kleine Pauly*, vol. 2, München, coll. 1037-39.
 Kilian K. 1984, «La distruzione dei palazzi micenei della Grecia continentale», in *Atti del Congresso su Orchomenos, Grecia* (in greco).
 Kilian K. 1985, in *Dori e Mondo Egeo*, Coll. Int. Roma, p. 73.
 Kirsten E. 1983, «Gebirgsirrtentum und Sesshaftigkeit: Die Bedeutung der Dark-Ages für die griechische Staatenwelt, Doris und Sparta», in *Actes des Symposia von St. (Z) Zett 1980*, Wien.
 Kiskyras D. 1986, «Il contributo della mitologia e dell'archeologia alla sismologia: una proposta per diminuire la pericolosità sismica dell'Acropoli», *Bull. Geol. Soc. Greece* 18, pp. 5-15 (in greco con riassunto in inglese).
 Marinatos S. 1939, «The Volcanic Destruction of Minoan Crete», *Antiquity* 13, pp. 425-39.
 Mylonas G. 1966, *Mycenaean and the Mycenaean Age*, Princeton.
 Mylonas G. 1977, «Scavi a Micene», *Praktika Archaeologikis Elaiiras* 1975, vol. A, pp. 153-61 (in greco).
 Page D. L. 1970, *The Santorini Volcano and the Destruction of Minoan Crete*, Society for the Promotion of Hellenic Studies, suppl. paper 12, London.
 Rapp G. Jr. 1982, «Earthquakes in the Troad», in *Troy. The Archaeological Geology*, a cura di G. Rapp Jr. e J. A. Gifford, Princeton, pp. 43-58.
 Rapp G. Jr. 1986, «Assessing Archaeological Evidence for Seismic Catastrophes», *Geoarchaeology* 1, pp. 365-79.
 Sampson A. 1985, «La destruction d'un atelier palatial Mycénien à Thebes», *Bulletin de Correspondance Hellénique* 109, pp. 21-29.
 Schachermeyr F. 1950, *Poseidon und die Entstehung des griechischen Götterglaubens*, Bern.
 Schaeffer C. 1948, *Stratigraphie comparée et chronologie de l'Asie Occidentale pour les III^e et IV^e millénaires*, London.

spiegazioni probabili

evitare generalizzazioni e semplicismi

Schwartz M. e Triavos C. 1979, «Geology in the Search for Ancient Helice», *Journal of Field Archaeology* 6, pp.243-52.

Scranton R. e Shaw J. 1978, «Changes in Relative Sea-level», in *Kencreai, Eastern Port of Corinth I*, a cura di R. Scranton, J. Shaw e L. Ibrahim, Leiden, pp.144-47.

Skuphos T. 1894, «Die zwei grossen Erdbeben im Lokris», *Zeitschrift für Erdkunde* 29, pp.409-74.

Snodgrass A. 1974, *The Dark Age of Greece*.

Sparks R. 1986, «Comment on "The Volcanic Eruption of Thera and its Effects on the Mycenaean and Minoan Civilizations"», di I.G. Nixon, *Journal of Archaeological Science* 13, pp.289-90.

Stiros S.C. 1988a, «Earthquake Effects on Ancient Constructions», in *New Aspects of Archaeological Science in Greece*, a cura di R. Jones e H. Catling, British School at Athens, occasional paper n.3 of the Fitch Laboratory, pp.1-6.

Stiros S.C. 1988b, «Archaeology, a Tool to Study Active Tectonics — The Aegean as a Case Study», *Eos, Transactions of the American Geophysical Union*, 13 December 1988, pp.1633 e 1639.

Stiros S.C. e Rondogianni T. 1985, «Vertical Crustal Movements Along the Atalandi Fault-zone (Central Greece)», *Pure and Applied Geophysics* 123, pp.837-48.

The Geological Results of Petroleum Exploration in Western Greece, Institute of Geology and Subsurface Research, Athens 1971.

Touloupa E. 1973-74, «Kariotes», *Archaeologikon Deltion* 29, p.591.

Trifonov V. 1978, «Late Quaternary Tectonic Movements of Western and Central Asia», *Geological Society of America Bulletin* 89, pp.1059-72.

Williams C. II e Zervos O. 1986, «Corinth 1985: East of the Theatre», *Hesperia* 55, pp.129-76.

Wilson Cummer W. e Schofield E. 1984, *Keos III, Agia Irini, House A*, Mainz.

Zhang Buchun, Liao Yuhua, Guo Shunmin, Wallace R., Bucknam R. e Hanks T. 1986, «Fault Scarps Related to the 1739 Earthquake and Seismicity of the Yinchuan Graben, Ningxia Huizu Zizhigu, China», *Bulletin of the Seismological Society of America* 76, pp.1253-88.

archeologia sismica a Kourion: un approccio multidisciplinare in azione per un terremoto del IV secolo d.C.

David Soren e John R. Leonard

Nel giugno del 1984 un gruppo multidisciplinare di specialisti e studenti, composto da diciassette americani, due inglesi e due portoghesi, iniziò lo studio della città romana di Kourion, distrutta da un terremoto. Kourion, le cui origini risalgono alla fine dell'Età del Bronzo quando fu fondata da Greci provenienti da Argo, era situata sulla costa meridionale dell'isola di Cipro, a poca distanza dall'odierna Episkopi, e fu una delle principali città portuali. Il molo, ora completamente sommerso, è ancora visibile dalla cima del ripido promontorio su cui sorgeva la città, la cui ubicazione fu forse scelta sia per la vista spettacolare della baia di Episkopi e della costa adiacente, che per motivi strategici di difesa.

Alcuni chilometri più a ovest sorge il tempio di Apollo Hylates che risale almeno al VII secolo a.C., quando Cipro era sotto il controllo degli Assiri. Verso la metà del VI secolo a.C., iniziò la dominazione dei Persiani che sarebbe continuata per più di un secolo. Nel corso dell'epoca classica Kourion si schierò sempre più a favore dei Greci, fino ad appoggiare apertamente Alessandro Magno nelle sue campagne orientali. Passò sotto il controllo degli Egiziani dopo la morte prematura di Alessandro; nel 58 a.C. Cipro, assieme all'attuale Turchia meridionale, divenne infine parte della provincia romana di Cilicia, tra i cui illustri governatori figurano personaggi come Catone e Cicerone. Sotto il governo romano Cipro prosperò, tuttavia molto poco si sapeva della vita quotidiana e dell'architettura delle case romano-cipriote anteriori al V secolo d.C.

Questa situazione cambiò quando, nel 1984, il gruppo di lavoro dell'Università dell'Arizona cominciò a portare alla luce a Kourion una casa di vaste dimensioni, all'interno della quale furono rinvenuti gli scheletri di sette abitanti e di un mulo ancora incatenato alla mangiatoia, lucerne di ceramica e di bronzo, monete e altre testimonianze sufficienti ad autorizzare la sensazione che la città, distrutta dal ter-

fig.200 Kourion. Veduta complessiva dello scavo del 1986. L'antica città di Kourion distrutta da un terremoto attorno alla metà del IV secolo d.C.,

sorgeva sulla costa meridionale di Cipro, vicino all'odierna Episkopi (foto N.Soren).

