

CARATTERISTICHE DELLA SISMICITÀ DELLA ZONA DEL FUCINO (ITALIA CENTRALE): IMPLICAZIONI SISMOTETTONICHE

F. Galadini⁽¹⁾ - P. Galli⁽²⁾ - D. Molin⁽²⁾

⁽¹⁾CNR-IRTR, Istituto di Ricerca sulla Tettonica Recente, Area di Ricerca di Roma Tor Vergata,
via del Fosso del Cavaliere, 00133 - Roma (e-mail:galad@irtr.rm.cnr.it),

⁽²⁾SSN, Servizio Sismico Nazionale, via Curtatone 3, 00185, Roma
(e-mail:galli@ssn.dstn.pcm.it, diego.molin@ssn.dstn.pcm.it)

RIASSUNTO - Sono state condotte indagini di sismologia storica finalizzate al miglioramento delle conoscenze sulla sismicità dell'area maggiormente interessata dal catastrofico terremoto del Fucino (Italia centrale) del 13 gennaio 1915 ($l_0=11$ MCS; $M_s=7$). Le indagini hanno consentito di ampliare fino al XVII secolo il catalogo dei terremoti con origine nella zona del Fucino, precedentemente limitato al 1885. In generale, risulta molto evidente la grande rilevanza del terremoto del 1915 e del periodo sismico collegato, in assenza dei quali la sismicità stessa sarebbe rappresentata da un limitato numero di eventi con magnitudo massime attorno a 5. È stata evidenziata una differente distribuzione nel tempo dei terremoti con origine nei settori occidentale ed orientale del bacino del Fucino: nel primo si osserva l'occorrenza di eventi sismici sia prima che dopo il 1915; nel secondo l'attività interessa quasi esclusivamente il 1915 ed i venti anni successivi. In generale, le caratteristiche della sismicità sembrano accordarsi al quadro della tettonica attiva dell'area in studio. Le faglie principali, situate al bordo orientale del bacino, sembrano dar origine essenzialmente a terremoti di elevata magnitudo con lunghi tempi di ritorno. Ai terremoti di elevata magnitudo sono associati fenomeni di fagliazione superficiale, sia lungo le faglie principali, che quelle secondarie; quest'ultime sono caratterizzate a loro volta da una sismicità rappresentata da eventi di bassa magnitudo.

ABSTRACT - Some studies have been performed aimed at improving the knowledge of the long-term seismicity of the Fucino Plain, which was struck by the Jan. 13th 1915 earthquake ($M_s=7$, according to Margottini et al., 1993). The available seismic catalogues report a very short seismic history not older than 1885. 33 events (probably originated in the investigated area) prior to this date have been discovered; they are mainly related to the 18th century, the older having occurred in 1633. Scarce information is available on the epicentral parameters of these events and therefore only some of them have been reported in the catalogue. As for the characteristics of the seismicity, it is quite clear that without the 1915 event the seismicity would be characterised by earthquakes with $M_{max}=5$, the only exception being the 1904 earthquake ($M_s=5.5$, according to Margottini et al., 1993). A different distribution during time of the earthquakes which affected the western and eastern sectors of the plain may also be observed. In fact seismic events before and after 1915 affected the former sector, while seismic activity affected the latter sector only in the twenty years after 1915. These seismic characteristics appear to be consistent with the active faulting framework of the Fucino basin, basically a half-graben with a NW-SE axis, whose evolution is driven by the two main active normal faults of the eastern basin border. These primary faults are only responsible for large magnitude earthquakes and related surface faulting, with large recurrence intervals. These large recurrence intervals between surface faulting events are based on the paleoseismological analysis performed by Galadini et al. (1997). Minor faults located in the inner and western portion of the basin are responsible for superficial displacement only when large magnitude events are triggered by the main faults of the eastern basin boundary. The "normal" behaviour of these secondary faults is characterised by a low and distributed in time seismicity.

Parole chiave: Sismologia storica, sismicità, sismotettonica, Italia centrale
Key words: Historical seismology, seismicity, seismotectonics, central Italy.

INTRODUZIONE

Il bacino del Fucino e le aree limitrofe erano considerati, prima del grande terremoto del 13 gennaio 1915, come un settore di Appennino centrale caratterizzato da sismicità poco significativa (Baratta, 1901 e 1915); tale opinione era dovuta al fatto che le informazioni storiche non indicavano l'occorrenza di terremoti di rilievo di origine locale. Tuttavia, alcuni lavori precedenti il 1915 (Mallet, 1862; Omori, 1909) segnalavano in corrispon-

denza del Fucino la presenza di quello che oggi verrebbe definito un "gap sismico", evidenziando pertanto la pericolosità dell'area. Tale intuizione si basava, nel caso di Omori (1909), sulla identificazione di una "linea o zona sismica" situata lungo la catena appenninica centro-meridionale e definita sulla base dell'allineamento delle aree mesosismiche dei più forti terremoti; la "linea o zona sismica" risultava interrotta in alcuni tratti, uno dei quali coincideva con l'area del Fucino. Anche Mallet (1862), considerando i principali terremoti storici, identi-

ficava un'estesa area di "gap sismico" che, comprendendo il Fucino, interessava trasversalmente la penisola italiana dalla Piana Pontina a Giulianova ed Atri sull'Adriatico.

Attualmente, se si analizza quanto contenuto nel Catalogo Sismico Nazionale del CNR-PFG (1985; D. Postpischl Ed.), la storia sismica del Fucino appare caratterizzata da:

- 1) L'occorrenza del terremoto del 13 gennaio 1915, evento di grandissimo rilievo rispetto agli altri eventi con origine nella stessa zona; fu disastroso in tutta la regione marsicana (in cui la Piana del Fucino è compresa), raggiunse un'intensità epicentrale $I_0=11$ MCS, una magnitudo intorno a 7 e fu seguito da migliaia di repliche, concentrate specialmente nei primi mesi del 1915 e protrattesi probabilmente per qualche anno (Cavasino, 1915 e 1935; Martinelli, 1915). In particolare, nel catalogo figurano con le stesse coordinate epicentrali della scossa principale varie centinaia di repliche derivanti dalle registrazioni strumentali dell'Osservatorio di Rocca di Papa (Cavasino, 1915), repliche in gran parte avvenute nei primi sei mesi del 1915 e quasi mai definite da un punto di vista macrosismico a causa di assenza o insufficienza di informazioni.
- 2) Una rimanente storia sismica decisamente modesta, costituita da un centinaio di scosse, generalmente di intensità epicentrali medio-basse ($I_0 \leq 7$ MCS) e di epoca molto recente: l'evento più antico risale solo al 1885. Supera $I=7$ MCS solo il terremoto di Magliano dei Marsi del 24 febbraio 1904 ($I_0 = 8-9$ MCS), che in un'area molto ristretta ha raggiunto un valore d'intensità pari a 9 MCS, cumulando però gli effetti della scossa principale con quelli di alcune repliche apportatrici di danni più o meno gravi (ING-SGA, 1995; a cura di Boschi et al.).

Con lo scopo di aumentare e migliorare le conoscenze sulla sismicità della zona del Fucino sono state condotte indagini di sismologia storica, recuperando dapprima la bibliografia a carattere tecnico-scientifico e quindi ricercando documentazione inedita presso archivi e biblioteche della regione abruzzese e di Roma.

Nella presente nota vengono proposti un catalogo macrosismico ampliato ed aggiornato rispetto a quello del CNR-PFG (1985) e la descrizione delle caratteristiche salienti della sismicità riscontrata nei vari settori della zona del Fucino. Uno specifico paragrafo è inoltre dedicato alla valutazione delle implicazioni sismotettoniche sulla base del confronto tra i dati sismologici e quelli inerenti il quadro geologico-strutturale dell'area.

CATALOGO MACROSISMICO

Le indagini macrosismiche effettuate sono state essenzialmente rivolte alla costituzione di un catalogo il più possibile completo dei terremoti con origine nella conca del Fucino e nelle aree limitrofe; nel complesso, la zona considerata comprende le seguenti aree:

- la conca del Fucino con il relativo bacino idrografico;
- il bacino del fiume Imele (affluente del fiume Salto), che comprende i piani Palentini e le aree di Tagliacozzo e Magliano dei Marsi;
- la Val Roveto;
- il bacino del fiume Sagittario a monte di Anversa degli

Abruzzi.

In generale, si è proceduto aggiornando e incrementando i dati contenuti nel catalogo del CNR-PFG (1985), utilizzato come riferimento. Per quanto riguarda le fonti informative, inizialmente è stato effettuato il recupero e l'esame delle opere citate in CNR-PFG (1985) e di quelle, generalmente a carattere sismologico, pubblicate successivamente. Tra queste sono ovviamente compresi i recenti cataloghi sismici di ING-SGA (1995 e 1997; a cura di Boschi et al.) e del GNDT (1997; a cura di Camassi & Stucchi); questi cataloghi, tuttavia, date le loro caratteristiche, considerano solo eventi al di sopra di determinate soglie di intensità e magnitudo. Successivamente, sono stati effettuati approfondimenti riguardanti vari importanti terremoti ed indagini per l'individuazione di eventi sconosciuti. Tali approfondimenti ed indagini sono stati essenzialmente condotti attraverso la consultazione di giornali, per il recupero di notizie di cronaca, e specialmente attraverso la ricerca di documentazione inedita, soprattutto per verificare l'esistenza di terremoti precedenti il 1885, anno in cui, secondo il catalogo del CNR-PFG (1985), si è verificato l'evento più antico con origine nella zona del Fucino.

Nel complesso, con data antecedente al 1885 sono state individuate 35 segnalazioni di terremoti risentiti nella zona considerata (tab. 1): in grande maggioranza risultano relative al XVIII secolo, mentre la più antica risale al 1349. Frequentemente si tratta di risentimenti (tab. 1) quasi sempre con $I \leq 5$ MCS, osservati a Celano o ad Avezzano e spesso ricordati in atti notarili. Alcuni sono risultati collegati ad importanti terremoti dell'Appennino centrale esterni all'area fucense.

In totale, antecedentemente al 1885, sono stati inseriti nel catalogo aggiornato solo dieci eventi, il più antico dei quali risale al 1633; le scarse informazioni a disposizione raramente hanno infatti permesso di valutare, seppure approssimativamente, i parametri epicentrali dei vari altri eventi individuati.

Per quanto riguarda le scosse del periodo sismico collegato al terremoto del 1915, il tentativo di definirne le caratteristiche macrosismiche non ha portato risultati significativi, in quanto le informazioni raccolte sono risultate molto scarse ed insufficienti allo scopo.

Da ricordare, infine, la presenza di alcune scosse con origine nel Fucino che, essendosi verificate durante il 1914, potrebbero essere considerate "premonitrici" della grande scossa del 13 gennaio 1915. La più importante è quella del 14 aprile, che raggiunse $I=5$ o 4-5 MCS ad Avezzano, Celano, Pescara, Trasacco e Gioia dei Marsi; fu risentita in un'area piuttosto vasta, avendo interessato anche località delle provincie di Frosinone, Roma, Chieti e Pescara. Di entità minore, ma temporalmente molto più vicina al terremoto del 13 gennaio, fu la scossa avvertita ad Avezzano e Magliano dei Marsi il 2 ottobre 1914 (UCMG, 1914); non si posseggono dati sufficienti a valutarne l'intensità, che tuttavia dovrebbe essere stata modesta.

Informazioni sul periodo sismico, in particolare relative alla magnitudo di numerose scosse, sono contenute nel lavoro di Margottini & Screpanti (1987), riguardante l'evoluzione temporale della crisi sismica nei primi sei mesi circa di attività. Da tale lavoro, basato sull'analisi delle registrazioni di strumenti operanti nel 1915 e dallo spoglio dei bollettini sismici delle stazioni mondiali, risulta evidente che, dopo la scossa principale ($M_s =$

Tab. 1 - Segnalazioni di terremoti avvenuti precedentemente al 1885.

Historical reports on earthquakes occurred before 1885.

Data e ora (GMT)	Località di segnalazione	Int. (MCS)	Note
1349 9 9 - -	Avezzano	D	Risentimento dovuto al grande terremoto dell'Appennino centro-meridionale (Io = 10 MCS) (Muzio Febonio, 1678)
1633 11 1 12 23	Cerchio	5	(Amiconi, 1987)
1648 1 19 6 30	Cerchio	4-5	(Amiconi, 1987)
1654 7 24 - -	Pescina	D	Risentimento dovuto al terremoto di Sora (Io = 9-10 MCS) (Corsignani, 1738)
1703 1 14 18 -	Cerchio	7	Risentimento dovuto al terremoto della Val Nerina (Io = 10 MCS) (Amiconi, 1987)
1703 2 2 - -	Celano	F	Risentimento dovuto al terremoto dell'Aquilano (Io = 10 MCS) (Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1706 11 3 13 30	Celano	4-5	Risentimento dovuto al terremoto della Maiella (Io = 10 MCS) (Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1706 11 23 0 15	Celano	4-5	(Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1709 7 14 - -	Celano	F	(Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1712 2 22 4 15	Celano	4-5	(Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1715 9 6 20 45	Celano	4-5	(Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1721 11 20 - -	Celano	F	Nel giorno si avvertirono tre scosse (Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1722 5 12 11 0	Celano	4-5	(Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1730 5 3 - -	Celano	F	(Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1730 5 12 4 30	Celano	F	Risentimento dovuto al terremoto della Valnerina (Io = 10 MCS) (Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1742 - - - -	Celano	F	Numerose scosse in aprile e maggio (ADM, 1750); grandi scosse per tutto l'anno (Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1743 - - - -	Celano	F	Grandi scosse per tutto l'anno (Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1744 1 9 - -	Celano	F	(Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924)
1746 1 7 22 5	Celano	F	(Rosati Semplicio, 1701-1754)
1746 2 15 0 15	Celano	F	(Rosati Semplicio, 1701-1754)
1747 9 4 22 30	Celano	4-5	(Rosati Semplicio, 1701-1754)
1749 4 26 12 -	Celano	F	(Rosati Semplicio, 1701-1754)
1749 7 29 10 -	Celano	F	(Rosati Semplicio, 1701-1754)
1750 2 1 3 -	Celano	F	Risentimento dovuto al terremoto dell'Aquilano (Io = 6-7 MCS) (Rosati Semplicio, 1701-1754)
1750 2 19 19 30	Celano	F	(Rosati Semplicio, 1701-1754)
1751 9 24 3 -	Celano	F	(Rosati Semplicio, 1701-1754)
1751 9 24 3 15	Celano	F	(Rosati Semplicio, 1701-1754)
1751 12 1 - -	Celano	4-5	(Rosati Semplicio, 1701-1754)
1778 1 24 8 45	Avezzano	6-7	(Sorgi Giovanni, 1764-1806)
1778 1 24 9 -	Avezzano	F	(Sorgi Giovanni, 1764-1806)
1778 1 24 13 30	Avezzano	F	(Sorgi Giovanni, 1764-1806)
1850 12 30 - -	Cerchio Avezzano	6-7 6-7	(Amiconi, 1987; ASCA, 1915)
1858 1 31 0 30	Avezzano	2-3	(Baratta, 1897)
1858 12 1 13 15	Avezzano	F	(Del Giudice, 1859)
1884 4 1 7 15	Magliano dei M.	3-4	(N.M., 1884)

Molti documenti del notaio Rosati Semplicio attualmente non più esistenti erano stati ripresi in modo integrale da Ragusa (1924), da cui il richiamo bibliografico "Rosati Semplicio, 1701-1754, in Ragusa, 1924".

7.0, mb = 6.8) del 13 gennaio, le repliche non raggiunsero mai valori uguali o superiori a 5, mentre piuttosto numerose furono quelle con valori compresi tra 4 e 5.

Il catalogo attualmente a disposizione, sintetizzato in tabella 2, contiene 161 scosse per le quali si sono potuti valutare, su base macrosismica, i parametri epicentrali; i dati contenuti nella tabella sono stati ripresi da un lavoro in corso di preparazione presso il Servizio Sismico Nazionale (Molin, Mucci, Rossi, in prep.).

Rispetto al catalogo del CNR-PFG (1985), i risultati conseguiti consistono essenzialmente in:

- generale miglioramento della qualità dei parametri che caratterizzano gli eventi;
- notevole incremento del numero degli eventi con origine nell'area dovuto alla individuazione di numerose nuove scosse, sia precedenti che posteriori al 1885.

In tabella 2 sono state inserite, con lo scopo di fornire indicazioni sul periodo sismico seguito alla grande scossa del 13 gennaio 1915, le repliche più importanti, sebbene generalmente prive di parametri epicentrali; sono state selezionate considerando quelle che secondo Cavasino (1935) hanno prodotto nuovi danni e quindi probabilmente caratterizzate da $Io \geq 6$ MCS e quelle con valori di magnitudo (M_s o M_d) ≥ 4 , secondo Margottini & Screpanti (1987).

ANALISI DELL'ATTIVITÀ SISMICA

Nelle figure 1 e 2 è rappresentata per la conca del Fucino ed aree adiacenti la distribuzione degli epicentri dei terremoti contenuti in tabella 2 ad esclusione, ovviamente, di quelli sprovvisti di parametri epicentrali completi; gli epicentri sono evidenziati per lo massima (fig. 1) e per numero di ricorrenze (fig. 2).

Dalle figure si può notare che gli epicentri sono:

- ubicati ai margini della conca, o nelle aree immediatamente circostanti; per i numerosi eventi con campo macrosismico molto limitato e suffragato da uno scarso numero di punti di osservazione ciò può essere dovuto al fatto che i centri abitati sono situati tutti ai margini o al di fuori della conca stessa; tale considerazione non è invece valida per gli eventi con campo macrosismico ampio e/o abbastanza ben definito;
- caratterizzati da intensità epicentrali generalmente medio-basse (≤ 7 MCS) e da ricorrenze piuttosto modeste; fanno eccezione solo gli epicentri dei terremoti del 13 gennaio 1915 (11 MCS) e del 24 febbraio 1904 (8-9 MCS).

In figura 3 è riportata la distribuzione delle scosse per classi d'intensità (Io); la figura mette in evidenza la notevole incompletezza del catalogo per le intensità più basse e la grande rilevanza del terremoto del 1915 ($Io=11$ MCS), che non rientra nell'andamento generale della distribuzione stessa. In figura 4 è invece riportata la distribuzione nel tempo (per decenni) del numero delle scosse, dalla quale si può notare che:

- la storia sismica è molto breve, in quanto praticamente riguarda solo i 100 anni compresi tra il 1880 ed il 1980;

- gran parte degli eventi sono concentrati nei primi due decenni dell'ultimo secolo in quanto collegati ai periodi sismici dei terremoti del 1904 e del 1915.

Di seguito vengono esposti in dettaglio dati ed osservazioni sui terremoti della zona del Fucino presi in esame sulla base di raggruppamenti di epicentri, che verranno via via indicati con il nome dell'area interessata; i raggruppamenti sono stati definiti soprattutto per comodità di descrizione e le aree vengono indicate con il nome della o delle località più rappresentative.

a) Area di Celano

Sul lato settentrionale della conca, grosso modo tra Celano e Cerchio, è presente un piccolo raggruppamento di 3 epicentri (figg. 1 e 2), a cui corrispondono 8 eventi caratterizzati da intensità piuttosto modeste (tab. 2); solo nel caso del terremoto del 30 dicembre 1850 si è raggiunto $I=7$ MCS. Relativamente ai quattro eventi verificatisi prima del 1885, le informazioni disponibili risultano attendibili, ma molto scarse.

Il terremoto del 12 novembre 1965, benché di intensità modesta ($I_0 = 4$ MCS), presenta una magnitudo ragguardevole, pari a 4.3 (Mb) secondo Margottini et al. (1993) e a 4.2 (ML) secondo il catalogo del CNR-PFG (1985); quest'ultimo indica anche una profondità ipocentrale di 10 km.

Circa 5 km a NW di Celano è ubicato un quarto epicentro che corrisponde al terremoto di Ovindoli del 5 ottobre 1907; l'evento è caratterizzato da modesta intensità epicentrale (4-5 MCS) ed è stato risentito in un'area molto limitata.

b) Area di Avezzano-Magliano dei Marsi

Tra Avezzano e Magliano dei Marsi è osservabile una notevole concentrazione di epicentri distribuiti grosso modo lungo un fascia orientata in senso appenninico e lunga circa 20 km (figg. 1 e 2). E' composta da 13 epicentri, di cui due caratterizzati da notevoli ricorrenze e un altro da intensità piut-

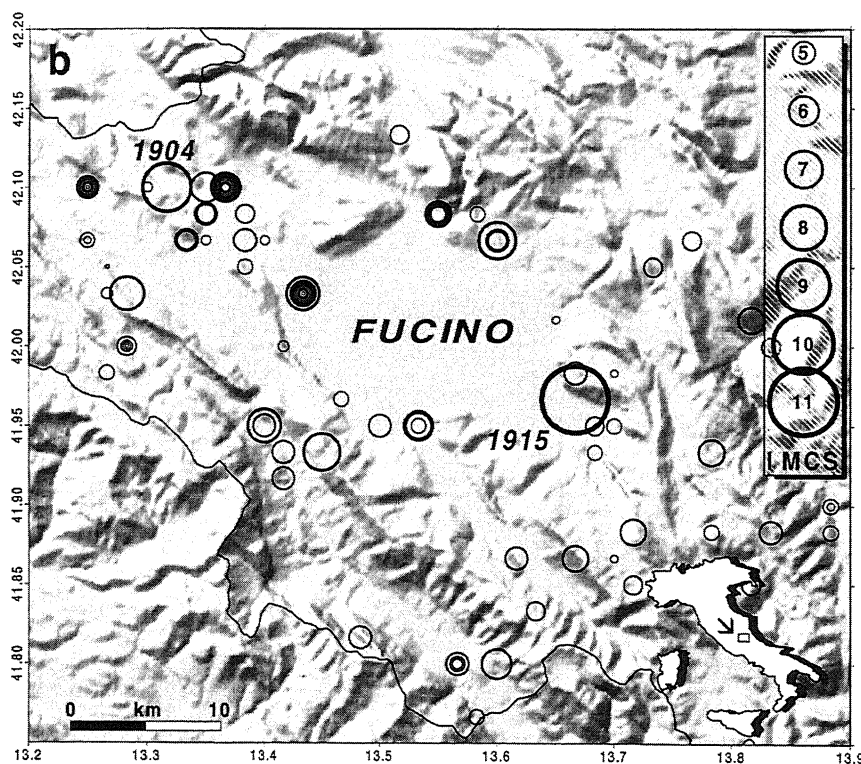
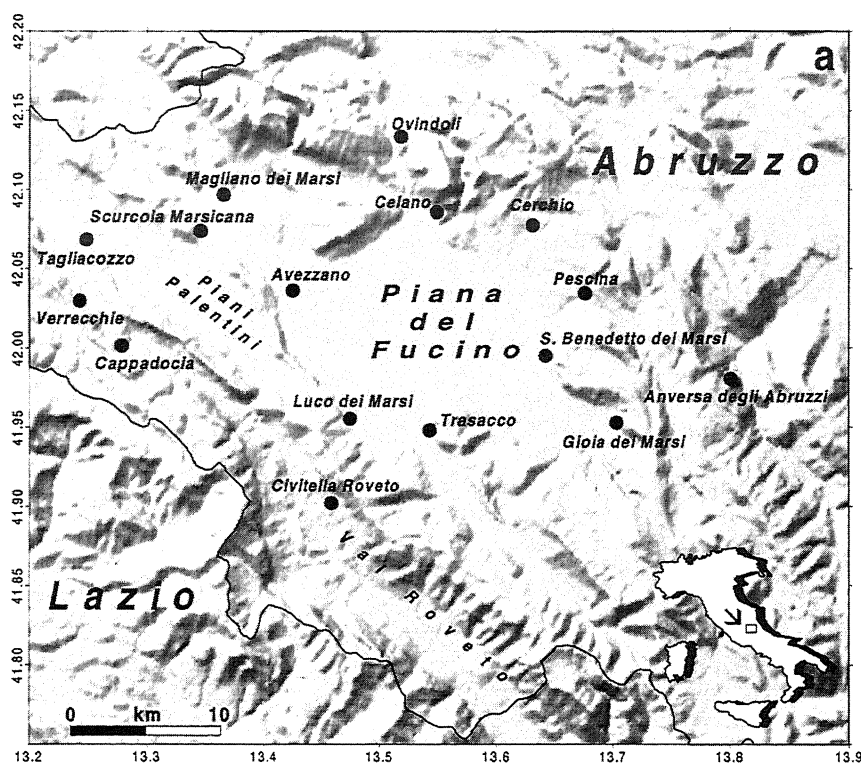


Fig. 1 – a) Ubicazione dei siti citati nel testo; b) Distribuzione degli epicentri, evidenziati per lo massima, dei terremoti storici della zona del Fucino. I mezzi gradi sono rappresentati da cerchi di diametro intermedio tra le classi d'intensità immediatamente inferiore e superiore.

a) Location of the sites cited in the text; b) Epicentre distribution of the historical earthquakes in the Fucino area. For each earthquake the I_0 is reported. Circles with diameters intermediate between those reported in the column are related to intermediate intensity values (e.g. 8-9, 9-10, etc...).

tosto elevata. Dato il numero di scosse relativamente elevato (62; tab. 2), rappresenta l'addensamento di epicentri più importante della zona. Notevole anche la massima intensità epicentrale (8-9 MCS) raggiunta in occasione del terremoto del 24 febbraio 1904. I principali caratteri di questo evento possono essere così riassunti:

- intensità epicentrale pari a 8-9 MCS;
- intensità massima $I=9$ MCS ed osservata nel solo paese di Rosciolo (ING-SGA, 1995); questa appare dovuta al cumulo degli effetti prodotti dalla scossa principale e da alcune repliche apportatrici di ulteriori danni verificatesi tra febbraio ed aprile (ING-SGA, 1995);
- magnitudo (M_s) pari a 5.5 secondo Margottini et al. (1993);
- periodo sismico costituito da varie decine di scosse protrattesi almeno fino al luglio 1904;
- profondità ipocentrale della scossa principale, secondo Spadea et al. (1985a), di 6 km circa, abbastanza in accordo con le stime macrosismiche che indicano 5-10 km; il catalogo del CNR-PFG (1985) riporta le profondità di varie altre scosse del periodo sismico probabilmente collegato, profondità che risultano comprese tra 4 e 15 km.

Nell'area Avezzano-Magliano dei Marsi, oltre al terremoto del 1904, non risultano in catalogo altri eventi di rilievo. Sono tuttavia da ricordare (tab. 2) i terremoti del

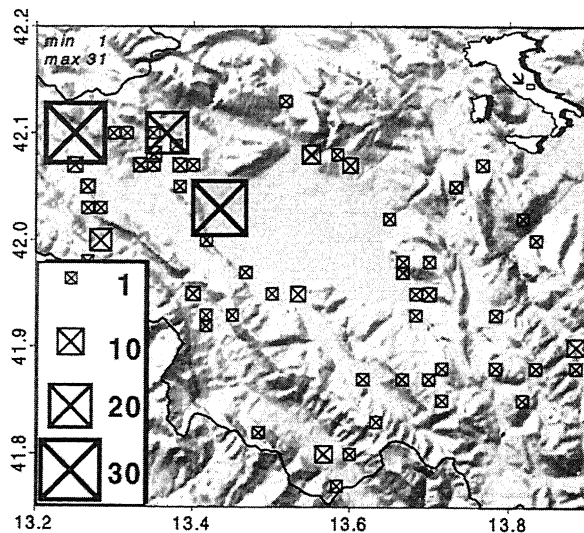


Fig. 2 - Distribuzione degli epicentri, evidenziati per numero di ricorrenze, dei terremoti storici della zona del Fucino.

Epicentre distribution of the historical earthquakes in the Fucino area. The size of the squares is proportional to the number of events.

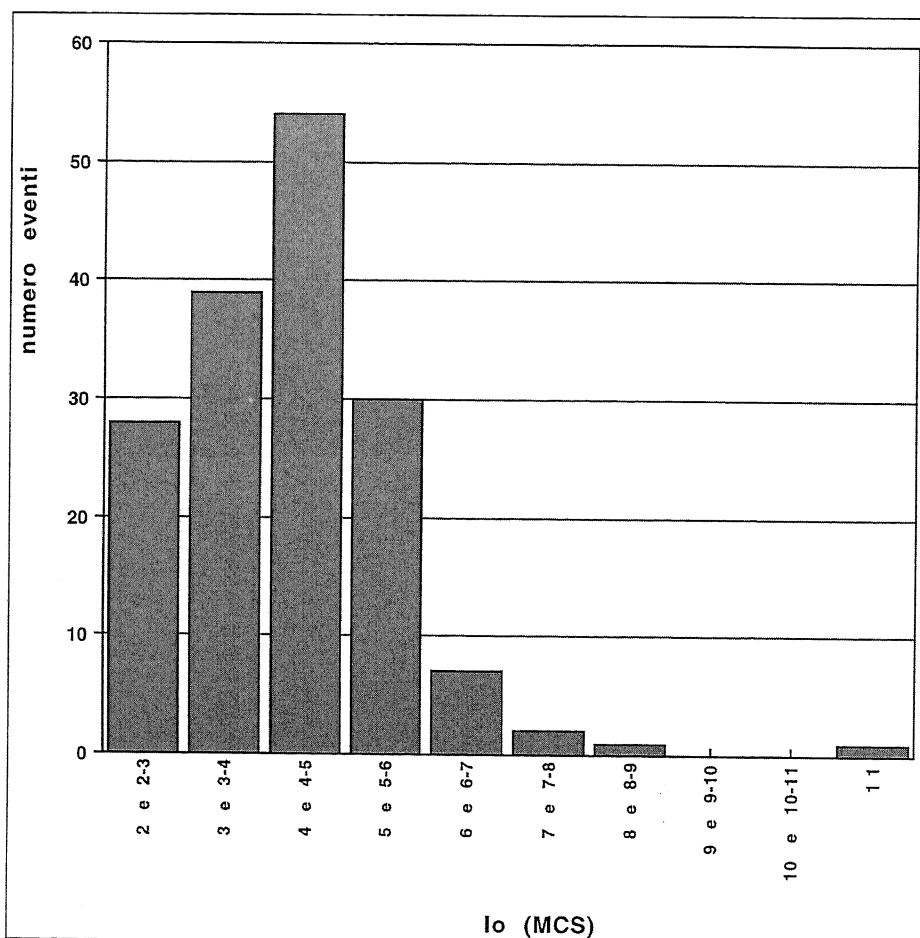


Fig. 3 - Distribuzione del numero degli eventi per classi d'intensità (I_0).

Number of events vs. intensity classes (I_0).

24 gennaio 1778 e del 10 aprile 1885, eventi relativamente antichi e dai parametri epicentrali piuttosto incerti; entrambi hanno prodotto danni leggeri in Avezzano.

c) Area di Tagliacozzo

Nei pressi di Tagliacozzo sono allineati con orientamento circa N-S sette epicentri (figg. 1 e 2) i cui terremoti, 46 in totale (tab. 2), sono generalmente caratterizzati da modesta intensità epicentrale ($I_0 \leq 5$ MCS). Solo in occasione del terremoto del 14 marzo 1960 è stato raggiunto $I=6-7$ MCS; l'evento ha interessato con tale intensità i centri abitati di Tagliacozzo, Scurcola Marsicana, Verrecchie e Cappadocia e con intensità minori varie località di Lazio ed Abruzzo.

La maggior parte degli eventi (40 su 46) risulta collegata, almeno temporalmente, al periodo sismico del terremoto di Magliano dei Marsi del 24 febbraio 1904, il cui epicentro ricade alcuni km verso est, nell'area di Avezzano-Magliano dei Marsi.

Non sono disponibili dati sulle magnitudo, mentre riguardo alle profondità ipocentrali il

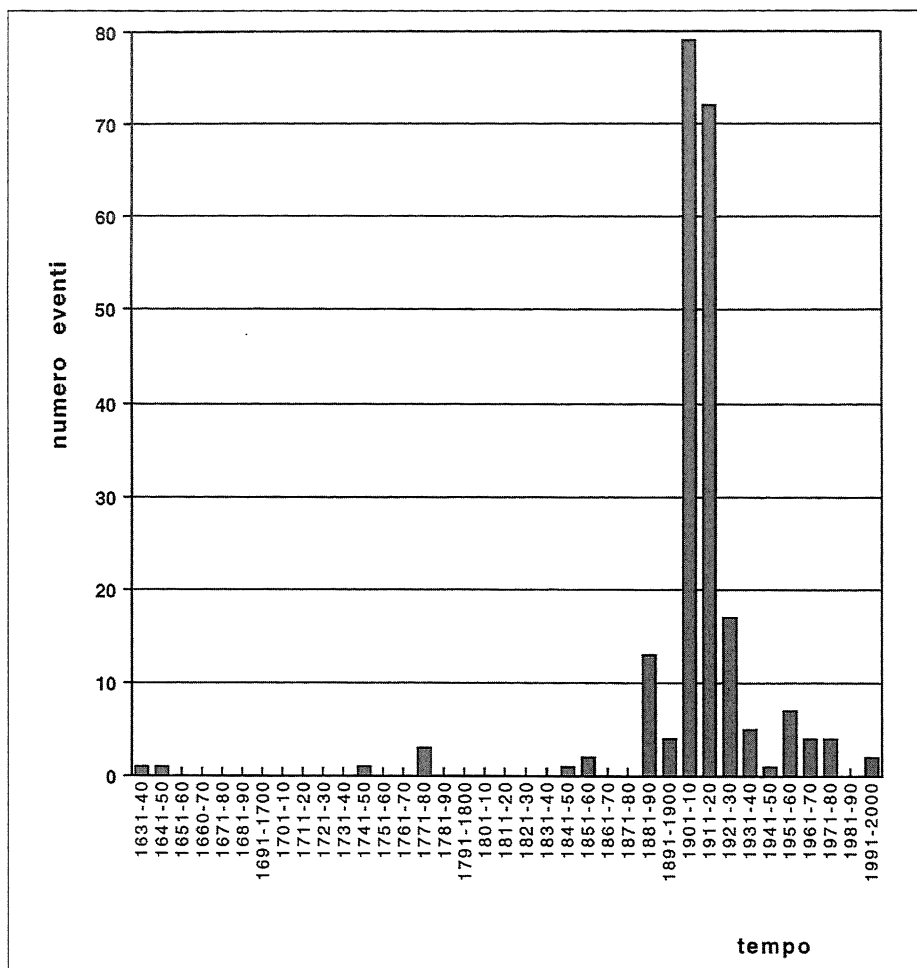


Fig. 4 - Distribuzione del numero degli eventi nel tempo.

Number of events vs. time.

catalogo del CNR-PFG (1985) indica, per alcuni eventi temporalmente collegati alla crisi sismica del 1904, profondità fino ad 11 km; per il terremoto del 1960 stime macrosismiche indicano profondità dell'ordine di 5 km.

d) Area di Trasacco-Media Val Roveto

Al margine SW della conca del Fucino sono presenti 7 epicentri (figg. 1 e 2), a cui corrispondono 10 scosse verificatesi tra il 1887 ed il 1994 con l_0 compresa tra 5 e 7 MCS (tab. 2); 3 epicentri ricadono al bordo della conca tra Luco dei Marsi e Trasacco e 4 nei pressi di Civitella Roveto.

I due eventi più importanti sono rappresentati da:

- terremoto del 18 dicembre 1926 ($l_0 = 6$ MCS), che danneggiò lievemente Trasacco;
- terremoto dell'11 ottobre 1927 ($l_0 = 7$ MCS), che interessò maggiormente Civitella Roveto e Luco dei Marsi; la magnitudo (M_s) raggiunse un valore di 5.0 (Margottini et al., 1993).

Recentemente, in occasione di alcune scosse verificatesi nella prima decade di agosto 1994 si è raggiunta una magnitudo (M_L) massima pari a 4.0 (ING, 1983-97).

e) Area di Gioia dei Marsi

Nella parte sud-orientale della conca del Fucino è

presente un addensamento di 7 epicentri (figg. 1 e 2), a cui corrispondono 8 eventi (tab. 2): di questi, sette risultano di intensità modesta ($l_0 \leq 5$ MCS) ed uno, relativo al grande terremoto del 13 gennaio 1915, di intensità molto elevata ($l_0 = 11$ MCS). Quest'ultimo risulta inoltre caratterizzato da:

- campo macrosismico molto esteso, avendo interessato quasi tutta l'Italia e parte della ex-Jugoslavia, con distribuzione delle intensità in generale piuttosto irregolare (Molin, Mucci, Rossi, in prep.); in particolare, nella parte epicentrale presenta due aree di maggior risentimento (≥ 10 MCS) di cui una più estesa situata al margine sud-orientale della conca, dove molto probabilmente ha avuto origine il terremoto, ed un'altra situata al margine nord-occidentale, nella zona di Avezzano-Magliano dei Marsi;

- $M_s = 7.0$ (Margottini et al., 1993) ed $M_L = 6.8$ (Spadea et al., 1985b);

- profondità ipocentrale di 8 km (Spadea et al., 1985b); stime macrosismiche indicano valori dell'ordine di 5 km, se si considera solo la principale area di maggior risentimento (intensità dal 9 a 11 MCS),

decisamente più elevati (10-20 km) e molto incerti se si considerano anche le estesissime aree di intensità ≥ 8 MCS.

Precedentemente al terremoto del 1915 non si ha notizia di altri eventi con origine nell'area, ad eccezione del piccolo ed incerto terremoto di Pescina del 15 novembre 1904 ($l_0 = 3$ MCS), corrispondente all'epicentro più settentrionale dell'area, e del terremoto di Gioia dei Marsi e Pescina del 14 aprile 1914, che sembra essere un premonitore della grande scossa del 1915. Quest'ultimo è caratterizzato da intensità epicentrale $l_0 = 5$ MCS e da un campo macrosismico relativamente esteso che interessa con le intensità più elevate (5 e 4-5 MCS) tutta la conca del Fucino.

I rimanenti eventi, verificatesi tra il 1916 ed il 1934, fanno parte della notevole attività sismica che caratterizza la zona del Fucino e aree limitrofe nel ventennio successivo al grande terremoto del 1915; mostrano tutti intensità epicentrali modeste (al massimo 4-5 MCS) e sono quasi sempre suffragati da informazioni piuttosto scarse e incomplete.

f) Marsica est, sud-est e bassa Val Roveto

Queste denominazioni (tab. 2) contrassegnano i terremoti che mostrano epicentro entro una fascia

distante tra 10 e 20 km circa dai bordi orientale, sud-orientale e meridionale della conca del Fucino (figg. 1 e 2). Tali terremoti sono stati inseriti in catalogo per il fatto che in grande maggioranza (22 su 26) fanno parte della notevole attività sismica che caratterizza la zona fucense e le aree limitrofe nel ventennio successivo al terremoto del 1915. Nel complesso mostrano intensità piuttosto modeste ($I_0 = 6$ MCS al massimo), campi macrosismici in vari casi piuttosto estesi e quindi magnitudo e profondità ipocentrali piuttosto ragguardevoli. Significativi a questo proposito i terremoti del 14 giugno 1980, caratterizzato secondo ING (1980-1993) da $I_0 = 5-6$ MCS, $M_L = 4.7$ e profondità ipocentrale pari a 10 km circa, e del 29 dicembre 1922, caratterizzato da $I_0 = 6$ MCS, $M_s = 5.5$ (Margottini et al., 1993).

IMPLICAZIONI SISMOTETTONICHE

L'analisi sismotettonica ha riguardato specificatamente l'area del bacino del Fucino, interessata da faglie attive studiate in dettaglio negli anni passati. Per quanto riguarda la Val Roveto, la conoscenza delle caratteristiche della tettonica attiva è limitata e pertanto non verranno proposte interpretazioni sismotettoniche.

Le faglie ad attività quaternaria responsabili dell'evoluzione recente dell'area in studio interessano il settore orientale del bacino. Si tratta di due faglie (fig. 5) con componente di movimento normale prevalente, note come faglie della "Strada Statale Marsicana" (SMF) e di "San Benedetto dei Marsi-Gioia dei Marsi" (SBGF), entrambe con direzione NW-SE. Queste sono state responsabili, a partire dal Pliocene, della formazione e dell'evoluzione di un semi-graben ad asse NW-SE, come indicato da dati sia di superficie che di sottosuolo (Galadini & Messina, 1994). La loro attività recente è dimostrata dalla dislocazione di depositi di età olocenica osservata in numerosi studi paleosismologici (Giraudi, 1988; Galadini et al., 1995; Michetti et al., 1996; Galadini et al., 1997).

Attività olocenica è anche riferibile alle faglie di Trasacco (TF) e di Luco dei Marsi (LMF), ancora con direzione NW-SE (fig. 5), che tuttavia rappresentano strutture secondarie rispetto alle faglie del bordo orientale della conca (Galadini et al., 1997). La faglia di Luco dei Marsi, al contrario delle altre, ribassa il settore a NE ed ha la funzione di cerniera del semi-graben.

Ricerche paleosismologiche (Galadini et al. 1997) hanno consentito di stabilire che le faglie sopra menzionate hanno prodotto fagliazione di superficie in occasione del terremoto del 1915 e di altri sei terremoti olocenici. Le stesse ricerche hanno stabilito che l'intervallo temporale tra i terremoti olocenici varia tra 1400 e 2600 anni circa.

Nell'area sono inoltre presenti (fig. 5) la faglia della Magnola (MF; dir. N110), situata a NW della faglia della S.S. Marsicana e responsabile (direttamente o con faglie secondarie ad essa legate) della dislocazione di

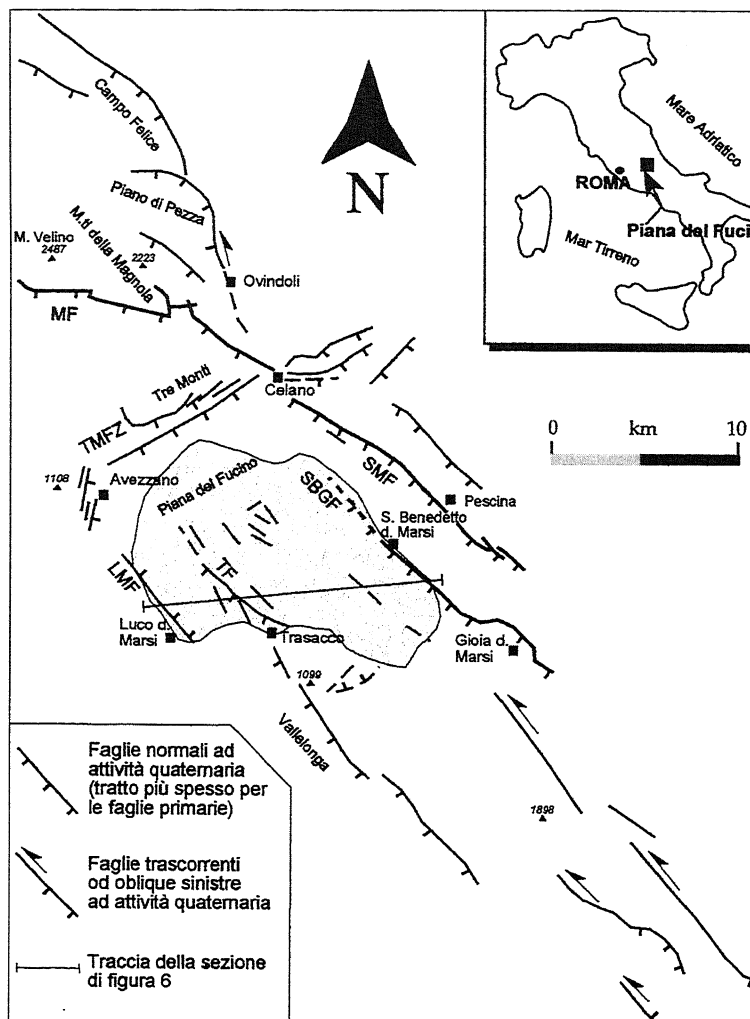


Fig. 5 - Schema strutturale della zona del Fucino.

Structural scheme of the Fucino area.

depositi glaciali e post-glaciali relativi all'ultimo massimo glaciale (Frezzotti & Giraudi, 1992), e la faglia dei Tre Monti (TMFZ; direzione NE-SW), che rappresenta una porzione attiva di una più lunga struttura responsabile della prima strutturazione del bacino del Fucino durante il Pliocene (Galadini & Messina, 1994). Il ruolo rivestito dalla faglia dei Tre Monti nel contesto delle strutture attive dell'area in studio è probabilmente quello di una "release fault" (sensu Destro, 1995), vale a dire di una faglia che compensa l'entità di estensione che si produce parallelamente alle faglie normali principali.

Per quanto concerne il rapporto tra le faglie descritte e la sismicità dell'area, si può osservare che all'attività delle faglie principali, poste sul bordo orientale del bacino e responsabili dell'evoluzione del semi-graben, sono essenzialmente riferibili terremoti di elevata magnitudo con lunghi tempi di ricorrenza (dell'ordine dei 1400-2600 anni). Al contrario, alle faglie secondarie sembrano collegabili soltanto alcuni eventi di media o bassa magnitudo (≤ 5.0), quali il terremoto di Trasacco del 1926 e di Luco dei Marsi-Civitella Roveto del 1927 (figg. 1 e 6).

Per quanto riguarda la faglia della Magnola, sebbene ad essa sia riferibile attività tardo pleistocenica (ulti-

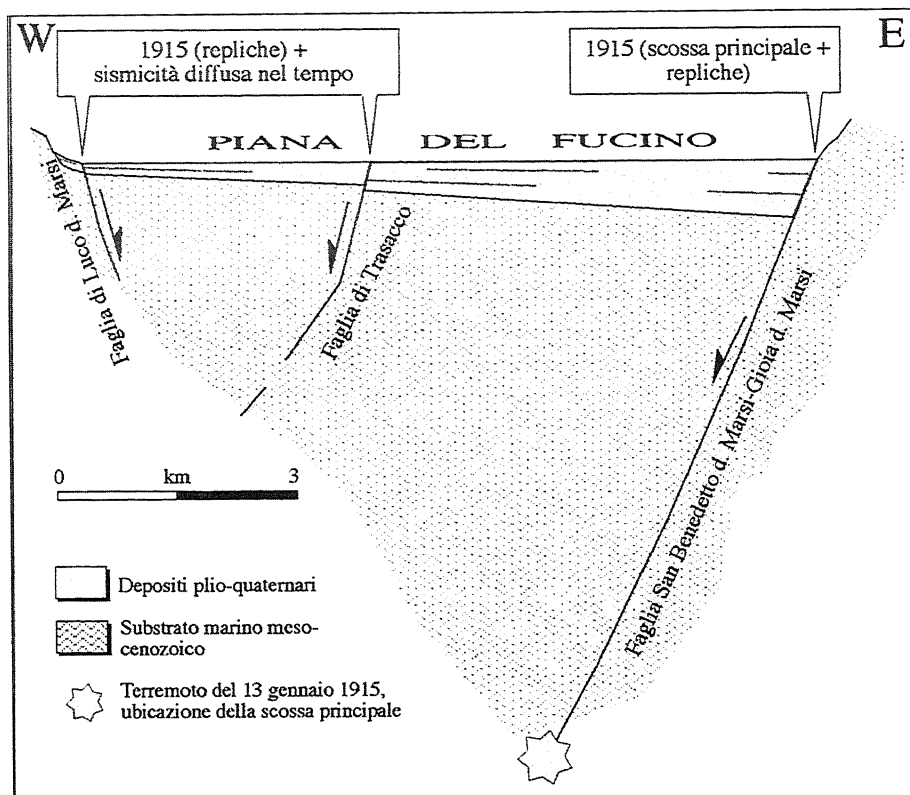


Fig. 6 - Sezione geologico-strutturale interpretativa della zona del Fucino.

Structural cross-section of the Fucino basin.

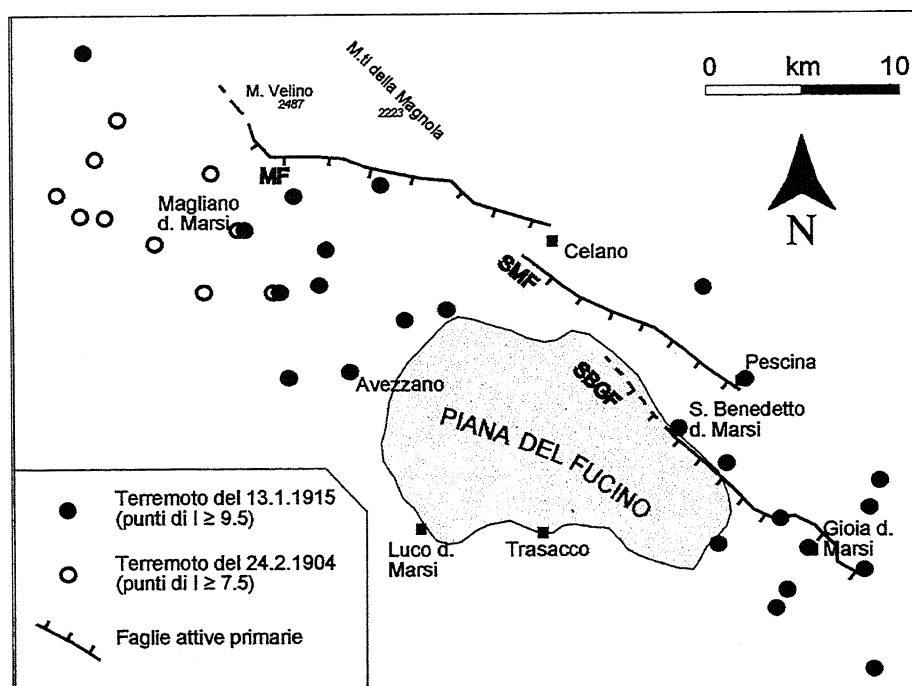


Fig. 7 - Distribuzione delle intensità dei terremoti del 1904 (da ING-SGA, 1995) e del 1915 (da Galadini et al., 1995) a confronto con le geometrie di superficie delle principali faglie attive dell'area del Fucino.

Intensity distribution of the 1904 and 1915 earthquakes (from ING-SGA, 1995 and Galadini et al., 1995, respectively) and main active faults of the Fucino basin.

mo massimo glaciale), le caratteristiche geologiche e geomorfologiche della zona di emergenza della faglia stessa non hanno consentito fino ad ora analisi paleosismologiche del tipo di quelle effettuate lungo le faglie bordiere della Piana del Fucino. Non è pertanto possibile accertare od escludere su basi geologiche il movimento cosismico di questa struttura in occasione del terremoto del 1915. Si può tuttavia osservare che la distribuzione delle intensità del terremoto del 1915 (fig. 7) mette in evidenza un primo e più importante gruppo di punti corrispondente alle più elevate intensità ($I \geq 9-10$ MCS) ubicato nelle aree interessate dalle faglie "San Benedetto dei Marsi-Gioia dei Marsi" e "S.S. Marsicana", dove molto probabilmente il terremoto ha avuto origine, ed un secondo gruppo di punti di intensità altrettanto elevate posto al margine NW della conca; quest'ultimo potrebbe rappresentare l'effetto della riattivazione della faglia della Magnola. Inoltre, i punti di più elevata intensità ($I \geq 7-8$ MCS) relativi al terremoto del 1904 si pongono in un'area contigua a quella del secondo gruppo di punti del terremoto del 1915 (fig. 7), lasciando ipotizzare l'attivazione di una porzione più settentrionale della faglia della Magnola già nel 1904.

In sostanza, i dati macrosismici farebbero ipotizzare la riattivazione dell'intero sistema di faglie principali del Fucino (Magnola, S.S. Marsicana, San Benedetto dei Marsi-Gioia dei Marsi) tra il 1904 e il 1915. L'evento del 1904 avrebbe coinvolto soltanto un tratto di una delle faglie del sistema (faglia della Magnola), l'evento del 1915 potrebbe essere il risultato della riattivazione simultanea delle tre faglie.

CONCLUSIONI

Le indagini macrosismiche effettuate hanno confermato i caratteri essenziali della sismicità della zona del

Fucino, costituiti da una modesta storia sismica fino al grande terremoto del 1915, evento di entità non confrontabile con quella degli altri terremoti storici della zona. Più in particolare, la sismicità della zona del Fucino può essere caratterizzata secondo i seguenti punti:

A) Frequenza di comparsa, se si esclude il terremoto del 1915 ed il relativo periodo sismico, non elevata; la storia sismica della zona, infatti, risulta molto breve, praticamente relativa solo agli ultimi cento anni o poco più, e costituita da un numero di scosse piuttosto modesto.

B) Intensità e magnitudo massime molto elevate ($I_0 = 11$ MCS; $M_s = 7.0$), osservate in occasione del terremoto del 1915. Relativamente agli altri eventi, in alcuni casi si sono raggiunti valori di magnitudo attorno a 5 ed intensità intorno a 7 MCS, in un solo caso (terremoto del 1904) l' I_0 raggiunge valori pari a 8-9 MCS.

C) Epicentri distribuiti ai margini della conca o nelle aree immediatamente circostanti. Come già osservato, per i terremoti con campo macrosismico poco esteso e suffragati da scarsa informazione tale distribuzione può anche dipendere dall'assenza di centri abitati nell'alveo dell'ex-lago Fucino. I due raggruppamenti di epicentri più importanti sono situati uno nell'area di Gioia dei Marsi al margine sud-orientale della conca, dove ha avuto origine il terremoto del 1915, e l'altro nell'area di Avezzano-Magliano dei Marsi al margine nord-occidentale, dove ha avuto origine il terremoto del 1904. Da ricordare che l'attività sismica dell'area di Gioia dei Marsi riguarda il 1915 ed i vent'anni successivi, mentre quella dell'area di Avezzano-Magliano dei Marsi è molto più distribuita nel tempo.

D) Profondità ipocentrali variabili da 5 ad oltre 15 km, con i valori più elevati che sembrano interessare più frequentemente la parte sud-orientale della zona. Da precisare, tuttavia, che in generale le valutazioni di profondità disponibili sono da considerarsi decisamente incerte, sia se derivanti da dati strumentali (gli eventi si sono verificati in grande maggioranza in epoche in cui gli strumenti non avevano ancora raggiunto un soddisfacente grado di funzionamento), sia se derivanti da valutazioni su base macrosismica, per i noti limiti insiti in questi metodi.

E) Modalità di rilascio dell'energia principalmente secondo normali periodi sismici (successione di scosse in cui è distinguibile una scossa principale seguita da una progressiva diminuzione nel tempo dell'attività sismica), come nel caso dei due terremoti più forti (1904 e 1915), oppure attraverso brevi sequenze a sciame di poche scosse, o ancora attraverso scosse apparentemente isolate.

F) Quadro generale della sismicità che sembra accordarsi con quello strutturale ed in particolare con quello dei sistemi di faglie attive noti. Le faglie principali che guidano l'evoluzione del semi-graben (faglie della S.S. Marsicana e S. Benedetto dei Marsi-Gioia dei Marsi) sono responsabili di forti terremoti con lunghi tempi di ricorrenza, di notevoli dislocazioni in superficie e non sembrano sede di sismicità minore; le faglie secondarie di Trasacco e di Luco dei Marsi, di cui quella più occidentale rappresenta la "cerniera" del semi-graben, sono responsabili di dislocazioni in superficie soltanto in occasione dei forti terremoti originati dalle faglie principali e sono sede di una sismicità piuttosto modesta, sia per frequenza che per magnitudo massime raggiunte.

Infine, nel caso in cui la faglia della Magnola fosse responsabile del terremoto del 1904 e la sua attività fosse legata anche al terremoto del 1915, nell'arco di pochi anni si sarebbe attivato l'intero sistema di faglie dell'area fucense (Magnola, Strada Statale Marsicana, S. Benedetto dei Marsi-Gioia dei Marsi). Questa attivazione sarebbe la causa di gran parte dell'attività sismica che allo stato attuale delle conoscenze è riferibile all'area del Fucino.

BIBLIOGRAFIA

- Amiconi F.M. (1987) - Appunti di archeologia cerchiese. Roma.
- ASCA (1915) - Delibere del Decurionato, ottobre 1846 - dicembre 1851. Mss. dell'Archivio Storico del Comune di Avezzano.
- Baratta M. (1897) - Materiali per un catalogo dei fenomeni sismici avvenuti in Italia (1800-1872). Mem. Soc. Geogr. It., **7**, 81-164.
- Baratta M. (1901) - I terremoti d'Italia. Saggio di storia geografia e bibliografia sismica italiana. Torino.
- Baratta M. (1915) - Difendiamoci dai terremoti - A proposito del recente disastro sismico della Marsica. In "Nuova Antologia", **50**, f. 1039, 142-150.
- Cavasino A. (1915) - La frequenza nelle repliche del grande terremoto nella Marsica-Valle del Liri del 13 gennaio 1915. Boll. Soc. Sism. It., **19**, 219-291.
- Cavasino A. (1935) - I terremoti d'Italia nel trentacinquennio 1899-1933. Mem. R. Uff. Centr. Meteor. e Geof., Appendice, **4**, s. III, pp. 266.
- CNR-PFG (Postpischl D. ed.) (1985) - Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980. C.N.R., Progetto Finalizzato Geodinamica, Quaderni de "La Ricerca Scientifica", n. 114 - 2B.
- Corsignani G.A. (1728) - Reggia marsicana ovvero memorie topografiche-storiche di varie Colonie, e Città antiche e moderne della Provincia dei Marsi e di Valeria. Napoli.
- Del Giudice F. (1859) - Ragguglio de' principali fenomeni naturali avvenuti nel Regno durante l'anno 1858. Ann. Civ. Regno delle Due Sicilie, **65**.
- Destro N. (1995) - Release fault: a variety of cross fault in linked extensional fault systems, in the Sergipe-Alagoas Basin, NE Brazil. J. Struct. Geol., **17**, 615-629.
- Frezzotti M. & Giraudi C. (1992) - Evoluzione geologica tardo-pleistocenica ed olocenica del conoide complesso di Valle Majelama (Massiccio del Velino, Abruzzo). Il Quaternario, **5** (1), 33-50.
- Galadini F. & Messina P. (1994) - Plio-Quaternary tectonics of the Fucino basin and surrounding areas (central Italy). Giorn. di Geol., **56** (2), 73-99.
- Galadini F., Galli P., Giraudi C. & Molin D. (1995) - Il terremoto del 1915 e la sismicità della Piana del Fucino (Italia Centrale). Boll. Soc. Geol. It., **114**, 635-663.
- Galadini F., Galli P. & Giraudi C. (1997) - Paleosismologia della Piana del Fucino (Italia centrale). Il Quaternario, **10** (1), 27-64.
- Giraudi C. (1988) - Evoluzione geologica della Piana del Fucino (Abruzzo) negli ultimi 30.000 anni. Il Quaternario, **1** (2), 131-159.

- GNDT (a cura di R. Camassi e M. Stucchi) (1997) - NT4.1 un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno. Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, versione NT4.1.1. Milano, luglio 1997.
- ING (1980-1993) - Bollettino macrosismico. Istituto Nazionale di Geofisica, anni 1980-1992, Roma.
- ING (1983-1997) - Seismic database. Istituto Nazionale di Geofisica. Roma.
- ING-SGA (a cura di E. Boschi, G. Ferrari, P. Gasperini, E. Guidoboni, G. Smriglio & L. Valensise) (1995) - Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980. Ist. Naz. Geofisica e SGA storia geofisica ambiente. Ozzano Emilia.
- ING-SGA (a cura di E. Boschi, E. Guidoboni, G. Ferrari, G. Valensise & P. Gasperini) (1997) - Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990. Ist. Naz. Geofisica e SGA storia geofisica ambiente. Ozzano Emilia.
- Mallet R. (1862) - Great Neapolitan earthquake of 1857. The first principles of observational seismology. London. Anastatic reprint, ING, E. Guidoboni and G. Ferrari eds., 1987.
- Margottini C. & Screpanti A. (1987) - Temporal evolution of the seismic crisis related to the 13th January 1915, Avezzano earthquakes. Proceeding of the Workshop on historical seismicity of central-eastern mediterranean region. Rome, 27-29 October 1987.
- Margottini C., Ambraseys N.N. & Screpanti A. (1993) - La magnitudo dei terremoti italiani del XX secolo. ENEA, Roma.
- Martinelli G. (1915) - La frequenza nelle repliche del terremoto italiano (13 gennaio 1915). Atti R. Acc. dei Lincei, Rendiconti, Cl. sc. fis., mat. e nat., s. V, **24**, 1218-1224.
- Michetti A.M., Brunamonte F., Serva L. & Vittori E. (1996) - Trench investigations of the 1915 fucino earthquake fault scarps (Abruzzo, Central Italy): geological evidence of large historical events. Journ. of Geoph. Res., **101**(B3), 5921-5936.
- Muzio Febonio (1678) - Storia dei Marsi. Libro secondo, testo latino e traduzione di Pietro Smarrelli, I.N.E.S.A. - Centro Studi Marsicani. Roma.
- N.M. (1884) - Terremoto dell'1 aprile. Boll. Mens. Oss. Centr. R. Collegio "Carlo Alberto" in Moncalieri, s. II, **4**, 70.
- Omori F. (1909) - Preliminary Report on the Messina-Reggio Earthquake of Dec. 28, 1908. Bull. Imp. Earthquake Inves. Comm., **3**(2), 37-46.
- Ragusa M. - (1924) Brevi cenni storici sulla Marsica. s.l.
- Rosati Simplicio (1701-1754) - Notar Simplicio Rosati di Celano. Mss. dell'Archivio di Stato dell'Aquila, fondi relativi ai notai di Celano ed Avezzano, bb. 75 e 79.
- Sorgi Giovanni (1764-1806) - Notar Giovanni Sorgi di Avezzano. Mss. dell'Archivio di Stato dell'Aquila, fondi relativi ai notai di Celano ed Avezzano, b.163, v. 3.
- Spadea M.C., Vecchi M., Gardellini P. & del Mese S. (1985a) - The Marsica earthquake of February 24, 1904. In CNR-PFG (Postpischl D. ed.): Atlas of Isoseismal Maps of Italian Earthquakes. C.N.R., Progetto Finalizzato Geodinamica, Quaderni de "La Ricerca Scientifica", n. 114 - 2A, 114-115.
- Spadea M.C., Vecchi M., Gardellini P. & del Mese S. (1985b) - The Avezzano earthquake of January 13, 1915. In CNR-PFG (Postpischl D. ed.): Atlas of Isoseismal Maps of Italian Earthquakes. C.N.R., Progetto Finalizzato Geodinamica, Quaderni de "La Ricerca Scientifica", n. 114 - 2A, 122-123.
- UCMG (1914) - "Cartoline sismiche" pervenute all'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica di Roma - Anno 1914. Mss. Bibl. Uff. Centr. Meteor. Ec. Agr. di Roma.

Ms: ricevuto il: 23 luglio 1998
Testo definitivo ricevuto il: 12 gennaio 1999

Ms received: July 23, 1998
Final text received: January 12, 1999