CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

Studio del terremoto di Tuscania

(A study of the earthquake occurred in Tuscania. February 1971)

R. Console (*) – A. Sonaglia (**)

Ricevuto il 20 Aprile 1972

Riassunto. — Sono esposti i risultati di un tentativo di determinazione delle coordinate epicentrali e della profondità per il terremoto di Tuscania. Partendo dal valore della magnitudo ricavato strumentalmente si ottengono indirettamente quelli dell'energia e dell'accelerazione per le scosse più forti.

Dopo una breve analisi della storia sismica della regione si passano ad esaminare le caratteristiche geo-morfologiche del territorio interessato dal sisma e si riportano i risultati dello studio sugli effetti del terremoto in relazione a tali caratteristiche.

Summary. — The results of an attempt to determine the epicentral parameters and the focal depth of Tuscania earthquake are exposed. By the values of the instrumental magnitude, the energy and acceleration ones for the strongest shocks are indirectly obtained.

After a short analysis of the seismic history of the region, the geomorphological characteristics of the shocked area are examined and the results of a study on the earthquake effects in connection with such characteristics are reported.

Introduzione

Poiché la zona interessata dal fenomeno sismico ricade nella parte settentrionale della regione laziale, appena avuta la notizia dell'evento è stato concordato tra l'Istituto Nazionale di Geofisica e

(*) Istituto Nazionale di Geofisica, Roma.
(**) Centro Studi per la Geologia Tecnica C.N.R. – Istituto di Geologia Applicata all'Ingegneria, Roma.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

l'Istituto di Geologia Applicata all'Ingegneria dell'Università di Roma, un piano per l'acquisizione di informazioni di carattere scientifico e tecnico. In tal modo i tecnici dei due Istituti si sono occupati, a seconda delle loro competenze specifiche, del rilevamento e classificazione dei danni, del rilevamento geologico sia di dettaglio che su vasta scala, e della messa in funzione della necessaria strumentazione sismica (a Viterbo la Stazione sismica mobile, a Tuscania gli accelerometri) per poter seguire in sito l'evoluzione dell'intero fenomeno (*).

1. – L'evento sismico del febbraio 1971

1.1 *Generalità*

L'evento sismico che ha colpito il centro di Tuscania ed alcune località poste fra detto abitato e le pendici sud-occidentali dell'apparato vulcanico Vulsino, provocando ingenti danni materiali e la morte di ventidue persone, ha avuto inizio con la scossa del 6 Febbraio 1971 e si è protratto per alcuni giorni con lievi e sporadiche scosse registrate strumentalmente, o avvertite da una parte della popolazione. La scossa principale sarebbe stata però preceduta, secondo testimonianze raccolte presso la popolazione, da lievi scosse verificatesi due o tre ore prima.

Le caratteristiche generali del fenomeno sismico sono del tutto analoghe a quelle degli altri eventi verificatisi in passato nella regione vulcanica dell'Italia Centrale, mentre non sono in alcun modo assimilabili né paragonabili agli eventi sismici di origine tettonica che si sono avuti con una certa frequenza in vaste zone dell'Appennino Centrale.

Le registrazioni strumentali dell'evento sono piuttosto limitate. Infatti l'Osservatorio di Monte Porzio (situato ad una distanza di circa 100 km dall'epicentro) ha registrato soltanto tre scosse di ampiezza sufficiente per il calcolo della magnitudo. Anche l'installazione di una stazione mobile a Viterbo, sin dalla mattina seguente alla scos-

(*) Hanno collaborato ai lavori per la parte sismologica i Sigg. L. Giovani e F. Galoni dell'Osservatorio Sismico Centrale dell'I.N.G., per il rilevamento geologico e dei danni i dottori T. Bertini, G. De Casa, S. Mainello e M. Rossi Daria sotto la guida del Dott. B. Camponeschi e dell'Ing. G. Bortolucci.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

sa principale, ha consentito di ottenere la registrazione di due sole repliche nonostante l'elevata sensibilità degli strumenti. Si riportano in Tabella 1 l'elenco delle scosse registrate strumentalmente ed in Tabella 2 quello delle scosse avvertite dalla popolazione secondo le informazioni forniteci dai Carabinieri e dalle Autorità Comunali di Tuscania.

Tabella 1
ELENCO DELLE SCOSSE REGISTRATE

Stazione	Data	Ora (T.M.E.C.) h	m	s	M	I_0 Strumentale
Roma M. Porzio	6.2.1971	19	09	24,8	4,46	7,8
Roma M. Porzio	6.2.1971	22	20	33	3,56	5,9
Viterbo (St. Mobile)	7.2.1971	17	41	09	2,0	2,7
Roma M. Porzio	7.2.1971	17	41	25		
Viterbo (St. Mobile)	8.2.1971	00	22	42	$<2,0$	$<2,7$

Tabella 2
ELENCO DELLE SCOSSE AVVERTITE DALLA POPOLAZIONE

N.	Data	Ora (T.M.E.C.) h	m	Intensità macrosismica I_{MS}
1	6.2.1971	14 ÷ 15		Scosse premonitrici avvertite solo da una parte della popolazione
2	6.2.1971	19	09	VIII
3	6.2.1971	22	20	VI
4	7.2.1971	17	41	II-III
5	8.2.1971	00	22	II-III
6	10.2.1971	17	15	II-III
7	11.2.1971	21	15	II-III
8	14.2.1971	23	58	II-III

Le stazioni sismiche componenti la rete nazionale, interpellate, hanno prontamente inviato dati e sismogrammi. Purtroppo solo un numero limitato di tali stazioni hanno potuto fornire copie di sismogrammi sufficientemente chiari per lo studio dell'evento.

I dati così ottenuti hanno consentito di tentare una determinazione analitica delle coordinate epicentrali, ma non uno studio delle caratteristiche fisiche del fenomeno che ha dato luogo alla scossa al-

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

l'ipocentro, per il quale occorrerebbero i versi degli impulsi iniziali registrati in molte stazioni.

1.2 *Determinazione dell'epicentro della scossa del 6 Febbraio.*

Con i dati forniti dalla registrazione della scossa, effettuata all'Osservatorio Sismico Centrale dell'I.N.G. in Monte Porzio Catone alle $19^h\ 09^m\ 24{,}8^s$ (T.M.E.C.), la distanza dell'epicentro da questo Osservatorio fu provvisoriamente valutata sui 98 km con azimuth pari a circa 63° Ovest.

Successivamente le coordinate epicentrali sono state determinate impiegando uno dei metodi Caloi ([5]), forniti dalle stazioni di Roma M.P., Roma C.U., Siena, Firenze Ximeniano e L'Aquila. Registrazioni di altre stazioni, come quelle di Trieste e Vajont, anche se molto chiare, non poterono essere utilizzate data la loro notevole distanza dalla zona epicentrale. Come è noto, infatti, il metodo usato ([5]) si basa sulla differenza dei tempi di arrivo delle onde *Sg* e *Pg*, che non sono facilmente rilevabili su sismogrammi ottenuti a distanze superiori ai 150-200 km.

Il calcolo è stato eseguito dall'elaboratore UNIVAC 1108 del Centro di Calcolo dell'Università di Roma, mediante un programma FORTRAN adattabile ad un numero qualsiasi di stazioni. Questo programma, che fa parte di una serie che diverrà di uso corrente per la determinazione rapida degli epicentri, necessita solamente delle coordinate geografiche delle stazioni e dei relativi tempi $Sg - Pg$ come dati di ingresso.

Assunta come origine provvisoria degli assi il punto di coordinate 42°5 N e 12° E, per le coordinate ortogonali e le differenze dei tempi $Sg - Pg$ si sono ottenuti rispettivamente i valori riportati in Tabella 3.

Tabella 3

	X(km)	Y(km)	Δt(sec)
1) Roma C.U.	41,5	—66,6	9,5
2) Siena	—55,6	91,4	12,9
3) Roma M.P.	58,6	—76,3	13,8
4) L'Aquila	115,2	—15,3	16,5
5) Firenze	—59,6	142,3	20,5

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

La soluzione più probabile è

$$X_0 = (-13{,}14 \pm 15{,}58)\ \text{km}, \qquad Y_0 = (-5{,}65 \pm 12{,}82)\ \text{km},$$
$$K_0 = (7{,}77 \pm 0{,}50)\ \text{km/sec}$$

dove K_0 è il rapporto $(V_{Pg} \cdot V_{Sg}) / (V_{Pg} - V_{Sg})$.

Passando poi alle coordinate geografiche si sono ottenuti i valori:

$$\varphi_0 = 42°27' \qquad \lambda_0 = 11°50'$$

L'epicentro della scossa del 6 Febbraio va quindi localizzato nella zona compresa tra Tuscania e Arlena di Castro.

Per gli epicentri relativi alle scosse successive non è stato possibile stabilire nulla di preciso oltre le distanze dalle stazioni registratrici. Queste sono:

Tabella 4

Stazioni di registrazione	Data repliche	Tempi di arrivo della P_g h	m	s	Distanze km
Monte Porzio Catone (Roma)	6 Febbraio 1971	21	20	33,2	100
Viterbo	7 Febbraio 1971	17	41	09	20,3
Viterbo	8 Febbraio 1971	00	22	42	23,8

Data l'area di percezione macrosismica delle scosse ristretta al territorio comunale di Tuscania e ad alcuni centri abitati limitrofi, si può affermare che gli epicentri delle repliche non dovrebbero scostarsi sensibilmente da quello della scossa principale.

1.3 *Profondità ipocentrale*

Per determinare la profondità ipocentrale si è ricorso ai numerosi dati macrosismici rilevati direttamente in zona nei giorni successivi l'evento. Non sarebbe possibile eseguire un calcolo analitico della profondità ipocentrale per la mancanza di registrazioni adeguate; infatti, data la scarsa profondità focale sarebbero necessari dati di stazioni molto prossime alla zona epicentrale per poter valutare adeguatamente la differenza dei tempi con cui le onde percorrono la distanza epicentro-stazione e quella ipocentro-stazione.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED
CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

Con i dati macrosismici si è potuto ricostruire con buona approssimazione l'andamento delle isosiste (Fig. 1) relative alla scossa del 6 Febbraio, e quindi si è potuto calcolare il valore della profondità applicando la formula:

$$h = \frac{r_n}{\sqrt{10^{\frac{I_0 - I_n}{3}} - 1}} \qquad [1]$$

dove r_n rappresenta il raggio medio relativo alla isosisma di intensità I_n.

Per la profondità ipocentrale assumeremo pertanto la media dei valori ottenuti e cioè $h = 4{,}1 \pm 0{,}7$ km.

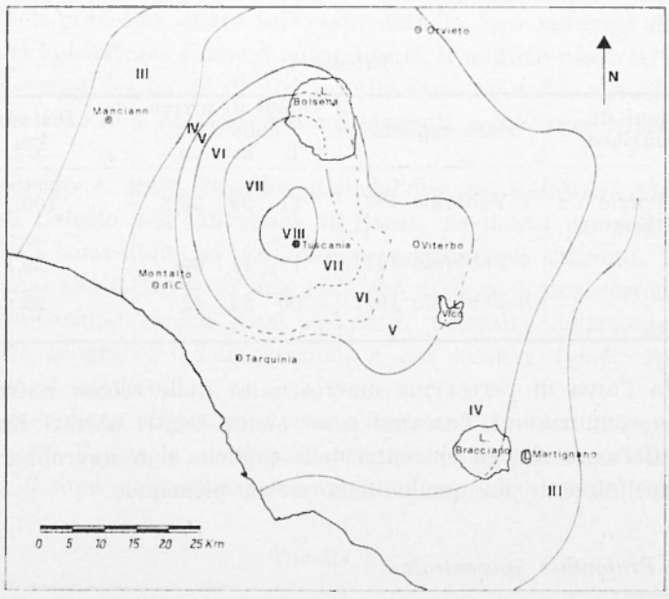

Fig. 1 – Isosiste del terremoto di Tuscania del 6-II-1971.

Il valore così ottenuto, sebbene determinato con metodo non molto preciso, può essere considerato piuttosto attendibile: esso ben si accorda con quanto è noto dalla storia sismica della regione secondo la quale la profondità dell'ipocentro delle scosse che si sono verificate nell'ultimo secolo, non ha mai superato i 10 km.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

1.4 *Magnitudo, energia e accelerazione*

Dato che delle più importanti grandezze che caratterizzano un terremoto solo alcune sono state direttamente determinate, si è ritenuto di poter applicare le correlazioni ottenute recentemente in occasione dello studio del terremoto di Mignano Montelungo del Settembre 1970.

L'accettazione suddetta è ampiamente giustificata dalla considerazione che i punti focali dei due terremoti (Tuscania e Mignano Montelungo) appartengono entrambi ad una zona di retropaese appenninico e dalla constatazione che esistono marcate analogie sia per l'intensità epicentrale, sia per l'estensione dell'area macrosismica.

Naturalmente i valori ai quali si perviene con queste relazioni, come d'altronde per qualsiasi altra relazione analoga applicata a sismi verificatisi in altre regioni tettoniche, hanno un valore puramente indicativo in quanto sono influenzati da numerosi fattori, non sempre perfettamente noti, legati alle caratteristiche fisiche del terremoto o a quelle geologico-tettoniche della regione interessata.

a) Magnitudo – Intensità

Il calcolo delle intensità è stato impostato applicando la formula

$$I_o = 2{,}14\ M - 1{,}71 \qquad [2]$$

valida per profondità dell'ordine di 5 km e per I_o non superiore al VII-VIII.

I valori delle intensità per le scosse registrate sono riportati nell'ultima colonna della Tabella 1. Essi si accordano piuttosto bene con le intensità macrosismiche, specie per le due scosse più importanti.

b) Magnitudo – Energia

Per la determinazione dell'energia partendo dal valore della magnitudo si è ricorsi alla relazione

$$\log E = 8{,}37 + 2{,}14\ M \qquad [3]$$

dalla quale risulta per l'energia liberata dalla prima scossa

$$E = 1 \cdot 10^{18}\ \text{erg}$$

mentre l'energia totale liberata dalle scosse successive delle quali è stato possibile analizzare la registrazione è

$$E = 8 \cdot 10^{15}\ \text{erg}.$$

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

Tali risultati dimostrano che l'energia liberata all'ipocentro dall'evento risulta per la massima parte attribuibile alla scossa princii pale. Non si hanno al riguardo informazioni relative alla energia delle scosse premonitrici appena percepite da parte degli abitanti di Tuscania. Tuttavia la stessa debolezza delle scosse induce a ritenere che l'energia da esse liberata sia stata molto bassa e comunque inferiore, o al massimo uguale a quella relativa alle scosse successive a quella principale.

c) Magnitudo – Accelerazione

Per la determinazione dell'accelerazione si è fatto ricorso alla espressione

$$\log a = -2{,}345 + 1{,}07\ M. \qquad [4]$$

I valori massimi dell'accelerazione sono risultati:

6 Febbraio 1971 (scossa principale)	$19^h09^m24.8^s$	267 cm/sec²
6 Febbraio 1971 (replica)	$21^h20^m33.0^s$	29 cm/sec²

Tali valori sono confrontati in Tabella 5 con quelli notevolmente diversi ottenuti applicando le formule di Cancani-Sieberg e di Gutenberg-Richter [11] o utilizzando i grafici di Housner e di Hershberger [12,13].

Come si vede i valori dell'accelerazione ottenuti con la [4] sono più elevati rispetto a quelli ottenuti con altre formule.

Per tentare di controllare sia pure in modo indiretto il grado di attendibilità della [4] si sono utilizzati i dati ottenuti con la registrazione effettuata a Viterbo della scossa del 7 Febbraio alle $17^h\ 41^m\ 09^s$ con distanza ipocentrale $\Delta = 20{,}3$ km.

È stato possibile analizzare le ampiezze delle onde registrate sulla componente N-S per quattro diversi gruppi, nell'arco di tempo di circa 20 secondi a partire dall'inizio della fase *Sg*.

Dal calcolo, il massimo valore dell'accelerazione a Viterbo si è avuto all'inizio della fase *Sg* ($T_{Sg} = 0{,}5^s$), ed è stato di 0,117 mm/sec².

Per trasferire il valore ottenuto alla zona epicentrale si è fatto uso della formula

$$A_1 = A_j \sqrt{\frac{\Delta_j}{\Delta_1}}\, e^{0{,}007\,(\Delta_j - \Delta_1)} \qquad [5]$$

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

Tabella 5

VALORI DELLE ACCELERAZIONI OTTENUTI CON I DIVERSI METODI

Autore	Regione per la quale la formula è valida	Formule e diagrammi	Scosse	a (cm/sec²)
Peronaci	Mignano Montelungo	$\log a = -2{,}345 + 1{,}071\, M$	1ª	265
Peronaci	Mignano Montelungo	$\log a = -2{,}345 + 1{,}071\, M$	2ª	29
Cancani-Sieberg	Europa	$\log a = \frac{I_{MS}}{3} - 1$	1ª	46
Cancani-Sieberg	Europa	$\log a = \frac{I_{MS}}{3} - 1$	2ª	10
Gutenberg-Richter(11)	California	$\log a = \frac{I_{MM}}{3} - 0{,}5$	1ª	56
Gutenberg-Richter(11)	California	$\log a = \frac{I_{MM}}{3} - 0{,}5$	2ª	15
Housner (13)	California	In funzione della magnitudo *	1ª	115
Housner (13)	California		2ª	—
Hershberger (12)	California	In funzione della intensità **	1ª	90
Hershberger (12)	California		2ª	20

1ª) Scossa del 6.2.1971 alle 19h 09m 24,8s: 2ª) Scossa del 6.2.71 alle 21h 20m 33s
* Il diagramma di Housner è valido per $M \geqslant 4$.
** Intensità in scala MM; tenendo presente la formula di correlazione tra I_{MS} e I_{MM} ($I_{MM} = -0{,}013\, I^2_{MS} + 1{,}068\, I_{MS} - 0{,}902$) ricavata da Peronaci (comunicazione verbale) per le intensità delle due scosse si sono assunti i valori VII e V.

dove A_j è l'ampiezza osservata alla distanza Δ_j mentre A_1 e Δ_1 sono i corrispondenti valori nella zona epicentrale (con $\Delta_1 \neq 0$).

Il calcolo ha fornito come risultato $A_1 = 1{,}63 \cdot 10^{-3}$ mm. Assumendo per la zona epicentrale un valore del periodo pari a 0,1 sec (ordine di grandezza osservato sugli accelerogrammi registrati all'epicentro di terremoti caratterizzati da piccola profondità) si ottiene

$$a_1 = 0{,}66 \text{ cm/sec}^2,$$

valore praticamente coincidente con quello che si ricava dalla formula per Mignano Montelungo, la cui applicazione fornisce

$$a = 0{,}63 \text{ cm/sec}^2.$$

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED
CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

2. – Caratteristiche sismiche della regione

In una recente pubblicazione del C.N.E.N. [11] che riporta per la sismicità italiana dal 1893 al 1965 le zone di massima intensità, Tuscania e paesi limitrofi rientrano in una regione a sismicità classificabile uguale o minore del V *MS* (vedi Fig. 2a). In base alle notizie macrosismiche reperite nell'ultimo evento del Febbraio 1971, la distribuzione delle massime intensità risulta cambiata come in Fig. 2b.

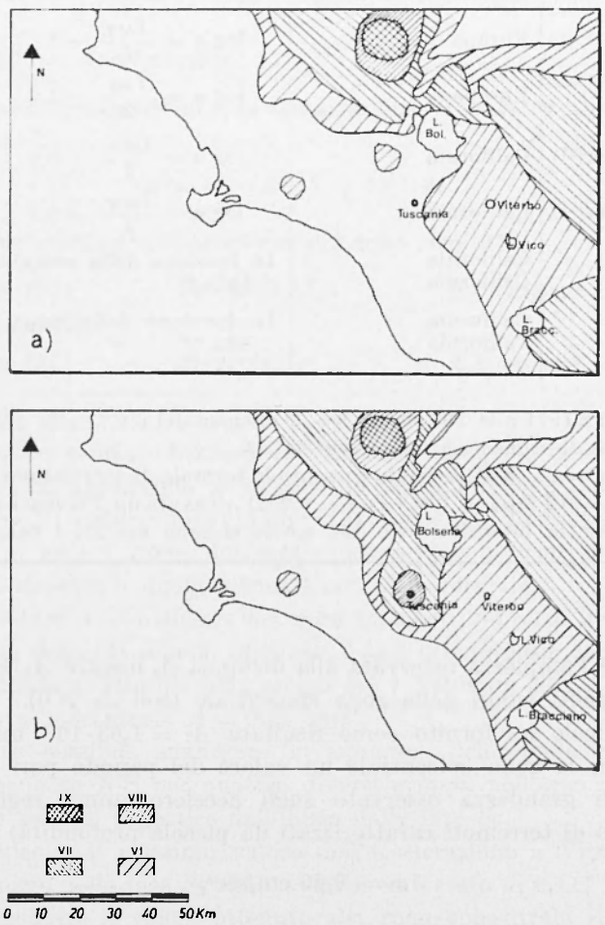

Fig. 2 – Massime intensità sismiche nel Lazio Settentrionale e Toscana meridionale:
a) dal 1893 al 1965
b) dal 1893 all'evento del 6-II-1971.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

Comunque il valore che ora assume questa zona vulcanica dell'Italia Centrale, risulta nettamente superiore al grado massimo d'intensità riflessa dei grandi terremoti verificatisi altrove in passato, che non supera il VI *MS*.

Infatti la zona presa in esame, interessata dall'attività vulcanica degli apparati del Monte Amiata, dei Vulsini, dei Cimini, dei Vicani, della Tolfa e dei Sabatini, è stata in periodo storico sede di numerosi eventi sismici che in genere non hanno superato il VII *MS* (Tab. 4);

Tabella 6

EVENTI SISMICI VERIFICATISI NELLA REGIONE VULCANICA DELL'ITALIA CENTRALE DAL 1695 AL 1966

Data	Località	I_0	M
11.VI.1695	Bagnoregio	VIII-IX	4,78
Agosto 1738	Bagnoregio	VIII	4,56
18.XI.1755	Acquapendente-Grotte di Castro	VII	4,08
14.VI.1759	S. Michele in Teverina	V	3,14
1776-1778	Abbadia S. Salvatore-Radicofani	VI	3,60
7.XI.1783	Bolsena	V	3,14
26.V.1819	Pescia Romana-Dal Fiora e Civitavecchia	VIII	4,56
1853	Lago di Bolsena	VI	3,60
17.VI.1868	Amiata	V	3,14
23.XII.1877	Viterbo	VI	3,60
19.IX.1881	Viterbo	III	2,20
29.XI.1881	Viterbo	V	3,14
1881-1882	Viterbese (Celleno-Montefiascone-Tuscania)	VII	4,08
1888	Grotte di Castro	—	—
21.VII.1890	Latera-Ischia di Castro	V	3,14
2.VII.1890	Latera	III	2,20
8.VII.1890	S. Lorenzo Nuovo e Latera	III	2,20
24.V.1892	S. Lorenzo Nuovo	III	2,20
17.IV.1896	Orte	V	3,14
14.XI.1896	Latera	V	3,14
19.I.1901	Orvieto	VI	3,60
8.IX.1902	Canepina-Vallerano	V	3,14
17.XII.1902	Santa Fiora-Abbadia-Pitigliano-Radicofani-Latera-Grotte	VII	4,08
21.VI.1903	Bagnoregio (Viterbo)	VII	4,08
12.XI.1903	Grossetano	VII	4,08
19.IX.1905	Ischia di Castro	VI	3,60
14.X.1917	Montefiascone-Bagnoregio	VI-VII	3,84
10.IX.1919	Monte Amiata-Pian Castagnaio	VIII	4,56
10.V.1920	Acquapendente	V	3,14
27.III.1923	S. Lorenzo Nuovo (Grotte-Onano-Acquapendente)	VI	3,60

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED
CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

(segue Tabella 6)

Data	Località	I_0	M
2.VII.1923	Onano	V	3,14
10.XII.1923	Onano	V	3,14
9-10.IV.1924	Acquapendente	VII;VII; VI;VI	4,08 3,60
8.I.1926	Abbadia S. Salvatore	VII	4,08
8.I.1926	Onano	V	3,14
25.I.1928	Castel del Piano	VI	3,60
12.XII.1929	Viterbese-Onano	VI	3,60
22.XII.1930	Onano	V-VI	3,38
8.I.1931	Onano	V	3,14
13.V.1931	Celleno	VI	3,60
12-13.II.1935	Onano	IV	2,68
15.VI.1936	Onano	V-VI	3,38
19.VI.1940	Amiata	VI-VII	3,84
16.X.1940	Amiata	VIII	4,56
18-21.I.1948	S. Lorenzo Nuovo	VI	3,60
3.XI.1948	Santa Fiora	VII	4,08
15.XI.1948	Abbadia S. Salvatore	VI-VII	3,84
28.XI.1948	Abbadia S. Salvatore	V	3,14
29.XI.1948	Abbadia S. Salvatore	VII	4,08
11.I.1949	Vetralla	—	—
17.I.1949	Castel del Piano	VI	3,60
24.I.1949	Castel del Piano	VI	3,60
5.II.1949	Castel del Piano	VI	3,60
7.II.1949	Castel del Piano	VI	3,60
9.V.1954	Arcidosso (Grosseto)	V	3,14
6.XII.1957	Castel Giorgio con repliche	VI-VII;V;IV; VI-VII;IV;V; V;IV;IV-V; IV	
8.XII.1957	Castel Giorgio	VI-VII; VI-VII	3,84 3,84
30.V.1958	Radicofani	VI	3,60
18-20.VIII.1962	Castel Giorgio-Castel Viscardo	V;VI	
2.IX.1962	Canepina-Vallerano-Vignanello	VII	4,08
16-17.VIII.1966	Celleno	V	3,14
27.VIII.1966	Onano	V	3,14

da questa norma si distaccano soltanto gli eventi del M. Amiata nel 1919 e 1940 con $I_0 =$ VIII *MS* e quelli di Morlupo nel 1484 e di Bagnoregio nel 1695 con $I_0 =$ VIII-IX *MS*.

Tutti i dati raccolti per queste indicazioni sono elencati in Tabella 6; in essa sono riportati i sismi dal 1695 al 1966 esclusi i terremoti della Tolfa volutamente omessi, perché le caratteristiche geologiche e sismiche differenti e particolari della zona escludono qualsiasi rapporto diretto con l'area considerata.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

Da quanto è stato possibile ricavare dalla cronologia sismica, il recente evento di Tuscania e quelli storici che hanno interessato gli apparati vulcanici sopra indicati, presentano caratteristiche comuni quali la mancanza quasi assoluta, escluse una o due eccezioni, di lunghi periodi sismici, limitate estensioni degli effetti macrosismici legate a distribuzioni di modello corocentrico e profondità ipocentrali modeste ed in ogni caso comprese nel primo strato della crosta (15 km).

Ritenendo la zona interessata dal predetto vulcanismo (escluso quello della Tolfa) come una parte crostale caratterizzata da un unico complesso geolitologico, interessato da uno stesso stile tettonico ed in cui possono essere ritenute uniformemente deformanti le tensioni elastiche, con i dati della sismica cronologica si è tentato di tracciare un diagramma approssimato, adottato su scala regionale, dell'andamento di accumulo delle tensioni elastiche relativo agli ultimi due secoli (vedi Fig. 3) prendendo a modello il diagramma di Benioff.

Dalla cronologia sismica l'andamento del diagramma risulta, ovviamente, grossolanamente approssimativo fino ai primi del nostro secolo, più rigorosamente aderente alla realtà dal 1900 in poi, data la qualità e la quantità dei dati reperiti.

Da tale diagramma tuttavia, si può trarre la conclusione che l'accumulo di tensione elastica è ciclico con periodo di ricorrenza medio di 10-15 anni e che l'energia accumulabile nella regione, per periodi di tempo molto ristretti, risulta essere relativamente bassa e comunque non superiore a $1 \cdot 10^{18}$ erg (pari all'energia relativa alla scossa principale dell'evento in studio).

3. – Lineamenti geo-morfologici del territorio interessato dal sisma.

3.1 *Caratteristiche morfologiche e geologiche*

Nella zona ove il sisma è stato avvertito con la massima intensità, il rilevamento geologico e morfologico effettuato dai tecnici dell'Istituto di Geologia Applicata all'Ingegneria (*) è stato eseguito in un'area che, partendo da ovest del fiume Marta, si estende tutto intorno al centro abitato di Tuscania per circa tre chilometri.

(*) I risultati del rilevamento geologico, dai quali è stato estratto il testo di questo capitolo, ci sono stati gentilmente forniti dal Dott. B. Camponeschi.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED
CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

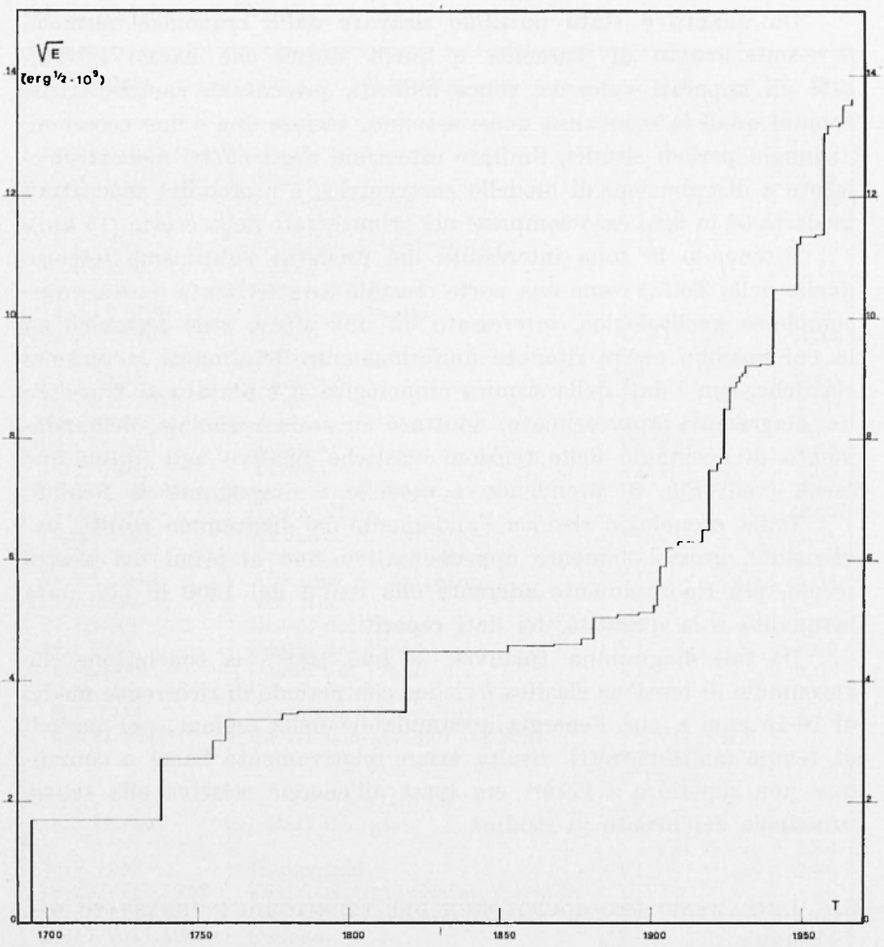

Fig. 3 – Ricostruzione della somma dei valori di $\sqrt{E}$ (E, energia espressa in erg) dei singoli terremoti verificatisi nell'Italia centrale dal 1695 al 1965.

In tale area è possibile distinguere due parti che si differenziano sia per la costituzione geologica che per l'assetto morfologico: una, — nella quale rientra l'abitato di Tuscania ed in cui più dettagliatamente è stato spinto il rilevamento — costituita da una potente serie di tufi con intercalate alcune colate di lava, ha un aspetto pianeggiante, dolcemente degradante da nord a sud, con profonde e ripide incisioni.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

L'altra, poco o affatto interessata dall'evento, è costituita da sedimenti arenacei ed argillosi posti alla base delle formazioni vulcaniche; questa parte, in contrasto con la zona vulcanica, risulta formata da rilievi dolcemente modellati.

Nella prima zona, con altimetria compresa tra i 175 ed i 220 m s.l.m., il carattere morfologico più tipico viene indicato dall'insieme delle strette valli che, con andamento meridiano, la solcano profondamente sino ad incidere localmente i sedimenti posti alla base del vulcanico.

L'azione erosiva dei corsi d'acqua si è esercitata prevalentemente sulle formazioni tufacee, le quali a seconda della componente litoide e della presenza delle colate laviche, hanno permesso la formazione di valli profonde, con pareti a pendenza variabile dai 60°-70° sino a divenire verticali; evidentemente nei frequenti casi in cui l'incisione ha interessato l'imbasamento argilloso la pendenza diminuisce bruscamente divenendo di 15° – 10°; in queste valli scorrono attualmente importanti corsi d'acqua come il fiume Marta ed i suoi affluenti Fosso Marchiolo e Fosso Copecchio.

A questo assetto morfologico del comprensorio di Tuscania concorrono i terreni qui di seguito riportati a partire dai più antichi.

a) Formazioni mesozoiche e cenozoiche.

Arenarie Pietraforte – Creta Superiore
Argille e Argille Sabbiose – Pliocene Medio e Inferiore
Conglomerati poligenici e Sabbie più o meno argillose – Pliocene Medio-Superiore.

b) Prodotti del Vulcanismo vulsino.

Nemfro
Tufi stratificati
Lava di Fosso Marchiolo
Tufi stratificati inferiori
Tufi litoidi
Tufi stratificati pomicei
Lava di Tuscania
Complesso di tufi stratificati superiori

c) Depositi recenti.

Alluvioni recenti e attuali; coperture detritiche.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

In generale le formazioni prese in esame sono ricoperte da coltri detritiche e da materiale di disfacimento, con caratteristiche tecniche scadenti che risultano simili a quelle delle alluvioni che ricoprono i fondo valle con spessori a volte notevoli. Per quanto sopra esposto vediamo di sintetizzare, per Tuscania ed i centri abitati maggiormente interessati dal sisma, i lineamenti geolitologici.

Tuscania. La città sorge su un vasto pianoro delimitato dalla valle del Fosso Copecchio ad Occidente e da quella del Fosso Marchiolo ad Oriente.

Il « quartiere medievale » racchiuso entro le mura risulta fondato in massima parte sulla formazione dei tufi stratificati superiori (banchi di rocce sciolte incoerenti), una modesta parte degli edifici di tale quartiere poggia sulla lava tefritica leucititica di Tuscania (roccia lapidea ad elevate caratteristiche tecniche).

La zona urbana più recente si sviluppa, verso occidente, sopra la roccia lavica, lapidea di elevate caratteristiche meccaniche; soltanto verso nord, in prossimità del cimitero, poggia sui tufi stratificati superiori (roccia sciolta coerente).

Arlena di Castro: L'antico abitato è costruito in massima parte su di un rilievo di « tufo giallo litoide » dovuto all'attività del cratere di Latera e per la restante parte su tufo litoide a grosse scorie nere. Lo sviluppo recente dell'abitato ha interessato anche i tufi sottilmente stratificati per lo più pomicei, che localmente coronano la serie vulcanica.

Ad oriente dell'abitato è posto il contatto fra le Arenarie di tipo « Pietraforte » e la copertura vulcanica.

Cellere: Il centro abitato si sviluppa sopra la formazione del tufo litoide a grosse scorie nere che è stratificamente sottostante ad una copertura più o meno potente di tufi stratificati pomicei e cineretici.

Piansano: L'abitato è costruito sui tufi stratificati superiori poggianti sul tufo litoide a pomici nere.

Tessennano: L'abitato sorge in parte sul « tufo giallo litoide di Latera » ed in parte sul tufo litoide a grosse pomici nere ad esso sottostante. Queste due formazioni sono stratigraficamente comprese fra due vasti espandimenti lavici originati dal cratere di Monte Cellere.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED
CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

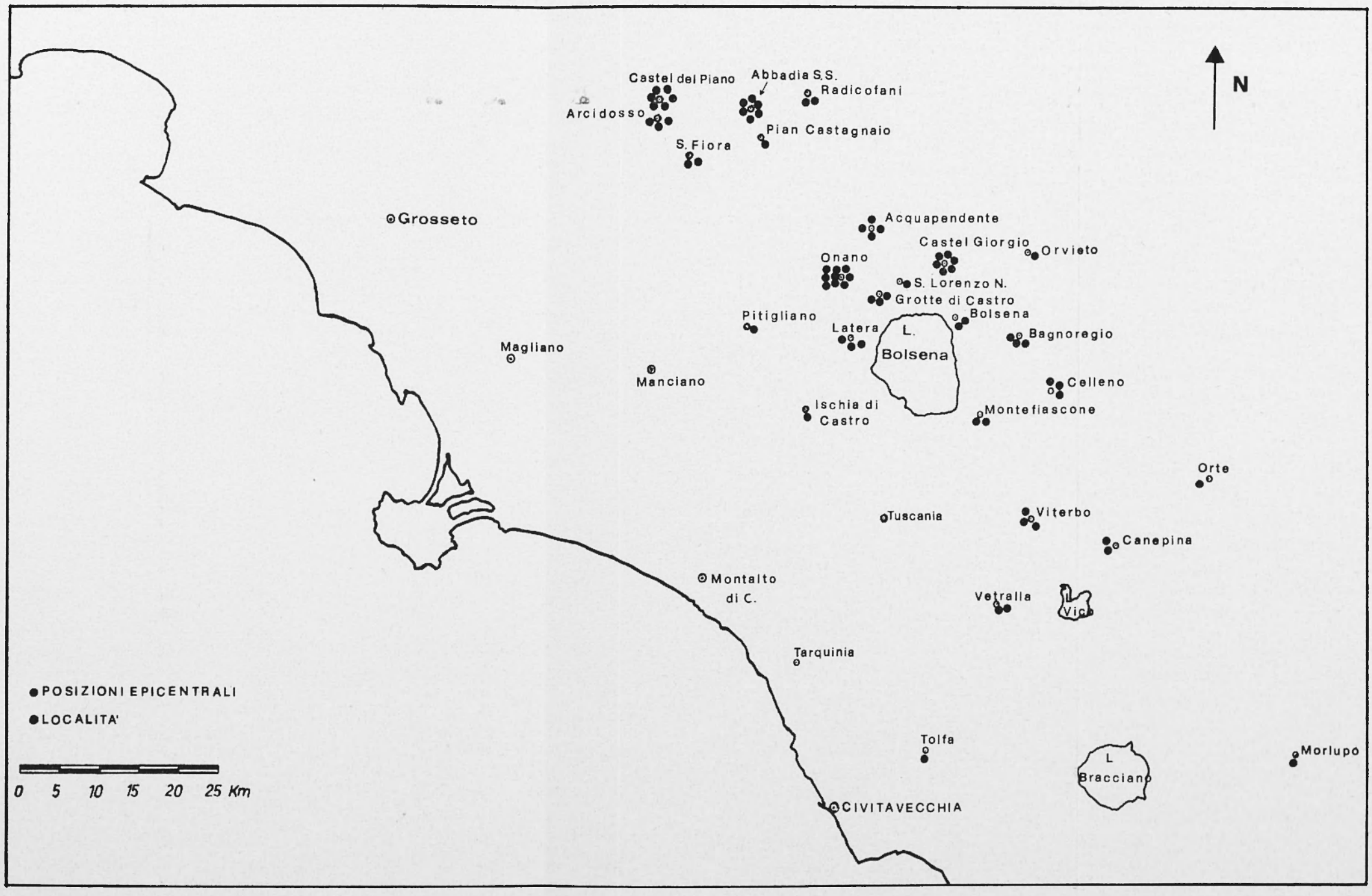

Fig. 4 – Carta degli epicentri dei sismi verificatisi nel Lazio Settentrionale e Toscana Meridionale dal 1500 al 1965 (vedi tondi neri pieni n.d.aa.).

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy. These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

Canino: L'abitato occupa una vasta zona pianeggiante costituita in superficie da tufi stratificati per lo più pomicei. Questi tufi poggiano sul tufo giallo litoide di Latera e sul tufo a scorie nere.

Valentano: Il paese poggia sopra un cono vulcanico costituito da scorie di vario colore, di dimensioni molto variabili; le scorie in genere sono sciolte e solo localmente parzialmente saldate.

3.2 *Considerazioni sui possibili rapporti fra geologia ed intensità del sisma.*

Le caratteristiche del terremoto in studio, come quelle degli altri eventi sismici avvenuti nella zona vulcanica dell'Italia Centrale, evidenziano una notevole differenza rispetto ai terremoti avvenuti nella regione appenninica ad oriente delle provincie vulcaniche considerate; infatti questi ultimi ricadono in aree sismiche legate a fasce di transizione fra regioni geologiche a facies diverse ed anche a bacini di subsidenza terziaria e quaternaria. Pertanto è possibile ammettere per essi un'origine tettonica collegata all'esistenza di zone di giunzione fra zolle crostali diverse, in corrispondenza delle quali, possono avvenire, o possono essere avvenute, particolari deformazioni capaci di dare origine all'attività sismica.

Nella regione vulcanica dell'Italia Centrale i disturbi provocati in superficie ed in profondità, fino al bacino magmatico, dall'attività vulcanica hanno provocato sollevamenti, sprofondamenti e fenomeni lenti di subsidenza che hanno dato luogo, in tutta la zona interessata dall'apparato vulcanico, alla formazione di fratture radiali e concentriche con conseguente creazione di una zona profondamente disturbata, nella quale possono aversi deformazioni o assestamenti capaci di dare origine ad attività sismica.

Osservando la cronologia sismica della zona in studio dal 1700 al 1965 (Tab. 6 e Fig. 4) si denota che la posizione epicentrale dell'evento di Tuscania appare un caso unico (*) ma perfettamente accettabile per il quadro strutturale sommariamente tracciato in precedenza della regione vulcanica centrale.

Infatti nell'area macrosismica relativa all'evento di Tuscania, mentre l'esistenza di disturbi tettonici, in parte almeno riattivati o

(*) Potrebbe fare eccezione il periodo sismico che interessò il Viterbese per circa quattro mesi dal 1881 al 1882.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

dovuti all'attività del Vulcano Vulsino, viene messa in luce dall'assetto dei rilievi cretacici, dalle quote dei sedimenti pliocenici, dall'andamento e spessore dei prodotti vulcanici, nulla indica la presenza di elementi che provino una sismicità più elevata rispetto alle altre zone della regione vulcanica vulsina.

4. – Effetti del terremoto

Nei giorni immediatamente successivi il 6 Febbraio 1971, l'equipe dell'Istituto di Geologia Applicata della Facoltà d'Ingegneria (*), si è recata nella zona terremotata per eseguire un rilievo sistematico dei danni riportati dagli edifici.

Il censimento dei danni, iniziato nel centro abitato di Tuscania, ove è stato eseguito su 1271 edifici, è stato poi continuato nei rari casolari e case coloniche del circondario, insomma, fin dove, era stato risentito qualche effetto del sisma.

I concetti su cui sono state basate le valutazioni dei danni sono i seguenti:

A) Date le dimensioni ridotte della zona in cui si sono verificati i danni maggiori (centro abitato di Tuscania) si è considerata costante l'intensità della scossa; l'entità del danno pertanto, deve essere imputabile alle differenze dei terreni di fondazione, alle diversità dei tipi di costruzione ed alle modalità ed accuratezza della loro esecuzione. In conseguenza di quanto sopra esposto per ogni unità censita sono stati presi in esame: terreno di fondazione, tipo di costruzione, caratteristiche costruttive e danni riportati.

B) in base alle modalità costruttive gli edifici sono stati suddivisi nei tipi seguenti:

I – Edifici con telaio in cemento armato e tamponamenti in blocchi squadrati di tufo o mattoni pieni o forati.

II – Edifici con muri portanti in blocchi squadrati di tufo o in mattoni, con o senza cordoli in cemento armato tra i piani.

(*) I risultati del rilevamento macrosismico di Tuscania, dai quali è stato estratto il testo di questo capitolo, ci sono stati gentilmente forniti dall'Ing. G. Bartolucci.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

III – Edifici con muri portanti in muratura alla romana o ad opera incerta, con o senza cordolo in cemento armato tra i piani.

IV – Edifici con muri portanti in muratura a secco.

C) I danni sono stati classificati secondo le seguenti suddivisioni.

a) edifici indenni: al massimo con screpolature agli intonaci.

b) edifici poco danneggiati: lesioni ai tramezzi e solai, ma senza crolli; strutture portanti indenni.

c) edifici mediamente danneggiati: lesioni a muri portanti, ma senza crolli; crolli di tramezzi e solai (edifici recuperabili).

d) edifici gravemente danneggiati: crolli anche a muri portanti (edifici non recuperabili).

D) i terreni di fondazione, dopo ripetuti sopraluoghi, sono stati schematizzati nel modo seguente:

1) LAVE: rocce lapidee ad elevate caratteristiche di resistenza e rigidezza.

2) TUFI LITOIDI: rocce lapidee con caratteristiche meccaniche variabili da discrete a scadenti, specialmente in funzione del grado di alterazione.

3) TUFI INCOERENTI: terreni sciolti od incoerenti più o meno terrosi.

4) ARGILLE: terreni sciolti, ben addensati, con coerenza variabile da zona a zona.

I risultati del rilevamento eseguito possono essere sintetizzati nel seguente modo:

— L'entità del danneggiamento sul numero totale degli edifici censiti, espressa percentualmente, in relazione al tipo di costruzione è:

EDIFICI CENSITI	TIPO			
	I	II	III	IV
a) Indenni	86%	43%	8%	7%
b) Poco danneggiati.	14%	44%	35%	11%
c) Mediamente danneggiati .	0%	11%	33%	12%
d) Gravemente danneggiati .	0%	2%	24%	7%

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

— L'entità del danneggiamento sul numero totale degli edifici censiti, espressa percentualmente, in relazione al numero totale degli edifici censiti, espressa percentualmente, in relazione al numero dei piani delle costruzioni, è:

EDIFICI CENSITI	Entità dei danni in relazione al numero di piani			
	1 piano	2 piani	3 piani	4 piani
a) Indenni	37%	16%	14%	17%
b) Poco danneggiati.	33%	30%	17%	55%
c) Mediamente danneggiati .	13%	19%	10%	11%
d) Gravemente danneggiati .	17%	35%	59%	17%

— L'entità del danneggiamento sul numero totale degli edifici censiti, espressa percentualmente, in relazione al tipo di costruzione ed al tipo di terreno di fondazione, è:

1) LAVE

EDIFICI CENSITI	TIPO			
	I	II	III	IV
a) Indenni	93%	44%	12%	3%
b) Poco danneggiati.	7%	44%	38%	13%
c) Mediamente danneggiati .	0%	10%	30%	14%
d) Gravemente danneggiati .	0%	2%	20%	67%

2) TUFI

EDIFICI CENSITI	TIPO			
	I	II	III	IV
a) Indenni	75%	41%	4%	1%
b) Poco danneggiati.	25%	41%	32%	8%
c) Mediamente danneggiati .	0%	12%	34%	12%
d) Gravemente danneggiati .	0%	6%	30%	79%

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

— L'entità del danneggiamento sul numero totale degli edifici censiti, espressa percentualmente al numero dei piani ed al tipo di terreno di fondazione, è:

1) LAVE

EDIFICI CENSITI	Entità dei danni in relazione al n° di piani ed al tipo di terreno LAVA		
	1 Piano	2 Piani	3 Piani
a) Indenni	51%	23%	21%
b) Poco danneggiati.	32%	41%	22%
c) Mediamente danneggiati .	12%	17%	13%
d) Gravemente danneggiati .	5%	19%	44%

2) TUFI

EDIFICI CENSITI	Entità dei danni in relazione al n° di piani ed al tipo di terreno TUFO		
	1 Piano	2 Piani	3 Piani
a) Indenni	24%	57%	7%
b) Gravemente danneggiati .	30%	57%	72%

Dai dati ricavati dalle osservazioni eseguite durante il rilevamento macrosismico del centro abitato di Tuscania, in conclusione possono essere tratte le seguenti considerazioni:

E) *la resistenza* alle sollecitazioni dinamiche del sisma è risultata: *ottima* per strutture con telaio in cemento armato e con muri portanti costruiti con blocchi di tufo o in mattoni; *cattiva* per edifici con muri portanti costruiti alla romana, o opera incerta ed a secco.

F) *il grado di danneggiamento* risulta *più rilevante* per gli edifici costruiti fino a tre piani, risulta *inferiore* per gli edifici a quattro piani.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

G) *gli edifici* di qualsiasi tipo e numero di piani *fondati su lave hanno resistito meglio* alle sollecitazioni del sisma *di quelli fondati su tufi*; a questo riguardo va precisato che gli edifici più antichi quasi tutti molto danneggiati hanno, in gran numero, fondazioni che non raggiungono la formazione litologica indisturbata in sede, ma poggiano su terreno di riporto con spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro.

H) *la resistenza* delle coperture e solai *è risultata migliore per i tipi leggeri ed elastici* (con travi lignee, cemento armato o ferro), *rispetto a quelli a volta.*

4.1 *Effetti macrosismici nei centri abitati vicini a Tuscania.*

L'indagine macrosismica condotta inizialmente nell'area comunale di Tuscania è stata estesa successivamente, su una vasta area circostante, in due momenti successivi: nel primo inviando ai sindaci di un'ottantina di centri abitati, posti ad una distanza non superiore ai 50 chilometri da Tuscania, un questionario macrosismico: nel secondo, acquisiti gli elementi dalle risposte ai questionari, eseguendo un sopralluogo in tutti quei paesi in cui venivano indicati vari tipi di danneggiamento secondo stime effettuate dai tecnici comunali.

L'insieme dei dati ci ha permesso una ricostruzione sufficientemente esatta dell'andamento delle isosiste; infatti prendendo in considerazione soltanto il danneggiamento massimo riscontrato negli edifici, ed esprimendo questo in termini di intensità della scala Mercalli-Sieberg si ha: VIII *MS* per Arlena di Castro; VII *MS* per Cellere, Piansano, Tessennano, Marta, Canino, Valentano; VI *MS* per Capodimonte, Bagnara, Farnese, Isola di Castro; V *MS* per Trevignano e Blero; IV *MS* per Montalto di Castro.

Si è potuto constatare inoltre che gli edifici vistosamente lesionati, nella zona di massima intensità intorno Tuscania, sono tutti notevolmente vecchi ed in prevalenza costruiti ad un piano con muri a secco e comunque con malta poco abbondante e scadente, con conci squadrati a mano o informi, con tetto a spiovente su travi lignee e praticamente senza fondazioni; gli edifici poco lesionati sono risultati ad uno o due piani, con conci squadrati a macchina, con malta abbondante, con tetto a spiovente ed a solaio e con fondazioni mediocri ma non del tutto assenti.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

Gli edifici costruiti nell'ultimo trentennio hanno, in generale, riportato soltanto qualche lieve e modesta lesione, eccezione fatta per gli edifici in calcestruzzo armato completamente indenni, escluso un solo caso a Farnese di lievi danni alle tamponature.

RINGRAZIAMENTI

Gli AA. intendono ringraziare il Prof. U. Ventriglia direttore dell'Istituto di Geologia Applicata all'Ingegneria dell'Università di Roma, il Prof. F. Peronaci dirigente dell'Osservatorio Sismico Centrale dell'Istituto Nazionale di Geofisica, per i consigli e l'aiuto prestato nell'esecuzione del lavoro e nella compilazione di queste pagine; ed inoltre il Comune di Tuscania, il Capo dei VV. del Fuoco, il C. dei Carabinieri e della Pubblica Sicurezza per il modo e la comprensione con cui hanno facilitato il lavoro di ricerca.

BIBLIOGRAFIA

(1) ALBERTI A. et al., 1970. – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia*, Fogli 136 e 142. « Serv. Geol. d'It. », Napoli.

(2) BARATTA M., 1901. – *I terremoti d'Italia*. F.lli Bocca, Torino.

(3) BARTOLUCCI G., CAMPONESCHI B., SONAGLIA A., 1972. – *Il terremoto di Tuscania*. « Rassegna dei Lavori Pubblici », Maggio.

(4) BENIOFF H., 1955. – *Seismic evidence for crustal structure and tectonic activity*. « Geol. Soc. of America », S.P. 62.

(5) CALOI P., 1941. – *Determinazione delle coordinate ipocentrali di un terremoto ad origine vicina con i tempi delle onde longitudinali e trasversali dirette*. « Ricerca Scientifica », **XIX**, 4.

(6) CALOI P., 1942. – *Attività sismica in Italia nel decennio 1930-1939*. « Le Monnier », Firenze.

(7) CALOI P., ROMUALDI G., SPADEA M. C., 1970. – *Caratteristiche sismiche geodinamiche della Val Padana quali risultano dall'attività sismica ivi verificatisi dall'inizio dell'Era Volgare a tutto il 1969*. « Ann. di Geofisica », **XXIII**, 2-3.

(8) CONSOLE R., PERONACI F., SONAGLIA A., 1971. – *Fenomeni Sismici a Mignano Montelungo*. « Ann. di Geofisica », **XXIV**, 3.

(9) DE PANFILIS M., 1969. – *Un periodo sismico nella zona dei monti della Tolfa*. « Ann. di Geofisica », **XXII**, 3.

(10) GIANNOTTI F., 1969. – *Storia di Tuscania scritta nel* 1500. Archivio Capitolare di Tuscania, Ed. Tuscania.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.

CFTI MED
CATALOGO dei FORTI TERREMOTI in ITALIA 461 A.C. - 1997 e nell'AREA MEDITERRANEA 760 A.C. - 1500
Un Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica
Permission to use this file is granted subject to full acknowledgement of the source in the form available at this LINK

Console R. e Sonaglia A., *Studio del terremoto di Tuscania, in "Annali di Geofisica", vol.25, pp.367-390.* Roma 1972

(11) GUTENBERG B., RICHTER C. F., 1942. – *Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration.* « Bull. Seism. Soc. Am. », **32.**

(12) HERSHBERGER J., 1956. – *A comparison for earthquakes acceleration with intensity rating.* « Bull. Seism. Soc. Am. ».

(13) HOUSNER G. W., 1965. – *Intensity of earthquake ground shaking near the causative fault.* III World Conf. on Earthquake Engineering, New Zealand.

(14) JACCARINO E., 1968. – *Attività sismica in Italia dal 1893 al 1965.* « CNEN », Roma.

(15) MATTIAS P. P., 1966. – *Cave dell'Apparato Vicano.* « Period. Mineral. », **35,** Roma.

(16) MATTIAS P. P., 1969. – *La regione vulcanica Cimina e Vicana.* Sintesi geologica. XXVI Congr. Soc. Ital. di Min. e Petr., Roma.

(17) MATTIAS P. P. e VENTRIGLIA U., 1970. – *La regione vulcanica dei monti Sabatini e Cimini.* « Mem. Soc. Geol. It. », **9,** Pisa.

(18) NAPPI G., 1959. – *Stratigrafia e petrografia dei Vulsini sud-occidentali (caldera di Latera).* « Boll. Soc. Geol. It. », **88,** Roma.

(19) PORTE A. KINGSLEY, 1915-1917. – *Lombard Architecture.* New Haven, London, Oxford.

(20) RASPI SERRA J., 1971. – *Tuscania.* Ed. Banco di S. Spirito « ERI », Roma.

(21) SABATINI V., 1912. – *I vulcani Vulsini.* « Boll. Soc. Geol. It. », **73,** Roma.

(22) SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1969. – *Carta Geologica d'Italia.* F. 136 « Tuscania », 2ª ediz., Firenze.

(23) SIEBERG A., 1937. – *Beiträge zur erdbebenkundlichen und bodenmechanik.* « Veröffenlichagen der Rechsaustalt für Erdbenforshung in Iena », **29,** Berlino.

(24) SILVESTRELLI G., 1940. – *Città, castelli e terre della regione romana.* II ed., Roma.

Annali di Geofisica/Annals of Geophysics. Reproduced by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - Central Library in Rome, Italy.
These data are considered public domain and may be freely distributed or copied for non-profit purposes provided the project is properly quoted.