

1. ANALISI STORICO-SISMOLOGICHE SUGLI EVENTI SISMICI PRINCIPALI CHE HANNO INTERESSATO LE CITTÀ DI AUGUSTA, NOTO E SIRACUSA

M.S. Barbano, R. Rigano, R. Azzaro

1.1 Introduzione

È stata eseguita l'analisi di dettaglio dei terremoti che hanno interessato le città di Noto, Siracusa e Augusta al fine di ricostruirne la storia sismica, definire la pericolosità al sito e fornire gli scenari di danno provocati da due terremoti storici da usare come riferimento, uno relativo ad uno scenario di primo livello (danno massimo atteso) ed uno di secondo (danneggiamento minore ma maggiore frequenza di occorrenza).

Per la ricostruzione delle storie sismiche sono stati utilizzati come dati di partenza studi disponibili in letteratura, quali il database del GNDT *DOM4.1* (Monachesi e Stucchi, 1997), il Catalogo dei Forti Terremoti Italiani (Boschi et al., 1995b, 1997). Questi sono stati integrati da ricerche *ad hoc* sui siti di interesse sia per l'approfondimento dei terremoti principali che per l'analisi di eventi "minori", che precedentemente erano stati scarsamente o per nulla studiati; un elenco delle fonti utilizzate è riportato in bibliografia. L'analisi e i dati raccolti hanno permesso di effettuare stime di intensità nei tre siti secondo la scala EM 98 (Grünthal, 1998).

1.2 Storie sismiche di Augusta, Noto e Siracusa

Gli epicentri dei terremoti che hanno danneggiato o distrutto Augusta, Noto e Siracusa (Tab. 1.1), località relativamente vicine tra loro, sono riportati in Fig. 1.1.

Tab. 1.1: Terremoti che hanno superato la soglia del danno (da Camassi e Stucchi, 1997) ad Augusta, Noto Antica, Noto e Siracusa e nuove stime di intensità.

An	Me	Gi	Area epicentrale	Lat	Lon	M _S	I _X	I _o	I _{loss} EMS Augusta	I _{loss} EMS Noto	I _{loss} EMS Siracusa
1125	06	07	Siracusa	37.070	15.300	5.8	8	8	-	-	8-9
1169	02	04	Sicilia Orientale	37.333	15.200	7.3	11	11	-	-	9-11
1542	12	10	Sortino	37.250	15.067	6.4	9-10	9-10	8	8	8-9
1693	01	09	Val Di Noto	37.170	15.070	5.9	8-9	8-9	9	8-9	7-8
1693	01	11	Sicilia Orientale	37.443	15.192	7.0	11	10-11	10-11	10-11	9
1727	01	07	Noto	36.913	15.045	5.1	7-8	7-8	3-4	7-8	3-4
1818	02	20	Catanese	37.616	15.099	6.2	9-10	9	5-6	5	5
1846	04	22	Catania	37.500	15.083	4.2	5-6	5-6	-	-	5-6
1848	01	11	Augusta	37.217	15.233	5.5	8-9	8	9	7	7
1903	02	10	Noto	36.903	15.014	4.3	6	6	-	6	3-4
1908	12	28	Calabro Messinese	38.133	15.667	7.3	11	11	7	6	6
1990	12	13	Sicilia Sud-Orient.	37.270	15.070	5.3	7-8	7-8	7	6	6-7

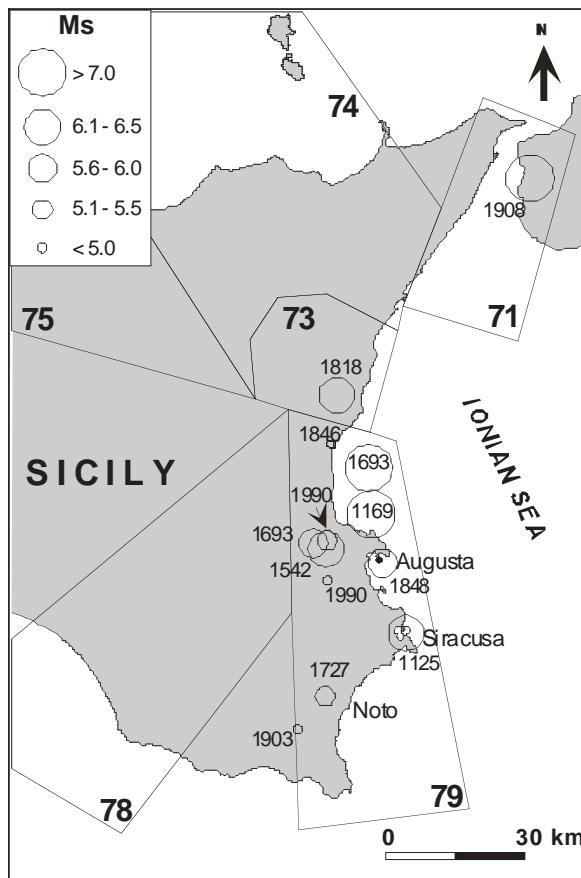


Fig. 1.1 - Terremoti che hanno danneggiato Augusta, Noto e Siracusa e Zone Sismogenetiche della Sicilia Orientale.

Gli eventi che hanno avuto gli effetti maggiori sono quelli del 1169 (Lombardo, 1985; Boschi et al., 1995), del 10 dicembre 1542 (Barbano, 1985; Li Gresti, 1992; Boschi et al. 1995a, b), del 9 e 11 gennaio 1693 (Barbano, 1985; Li Gresti, 1992; Boschi et al., 1995a, b), dell'11 gennaio 1848 (Barbano et al., 1996) e del 13 dicembre 1990 (Boschi et al., 1997).

Anche gli eventi con danno minore hanno una bassa frequenza di accadimento, come si osserva nei grafici che illustrano le storie sismiche di Augusta (Fig. 1.2a), Noto (Fig. 1.2b) e Siracusa (Fig. 1.2c), nell'intervallo temporale (1693-1998) per cui il catalogo risulta meglio definito. La maggior parte delle osservazioni macrosismiche di bassa intensità che compaiono nelle storie sismiche sono comuni alle tre località e si riferiscono ad alcuni terremoti al di sopra della soglia di danno con epicentro in Sicilia orientale ed in Calabria meridionale.

Nella ricostruzione delle storie sismiche sono emerse alcune incongruenze, connesse alla carenza del dato storico. Esemplificativo è il caso del terremoto del 4 febbraio 1169: le fonti storiche infatti riferiscono della distruzione della città di Siracusa, ma non riportano notizie per Augusta e Noto. Considerata l'estensione dell'area di massimo danneggiamento, che comprende le due località, è evidente una lacuna nell'informazione storica.

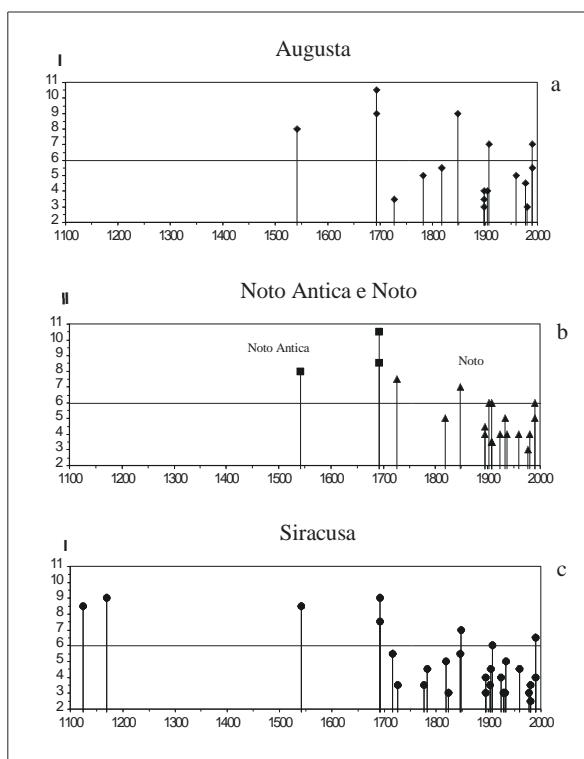


Fig. 1.2 – Storie sismiche di Augusta, Noto e Siracusa.

1.2.1 Augusta

Dei tre siti Augusta è quella che ha subìto maggiormente gli effetti dei terremoti nel passato. La sua distruzione è dovuta alle due scosse del 9 e 11 gennaio 1693. Diverse testimonianze coeve (AGdS, 1693a; BCdA, 1693; Relaciòn, 1693) riportano notizie distinte per le due scosse. Boccone (1697) per la scossa dell'11 sottolinea i danni ulteriori provocati dall'esplosione avvenuta nel castello *“e questo incendio cagionò poi un altro disordine non minore all'effetto del terremoto”*. La cronaca scritta da una monaca del monastero di Santa Caterina di Augusta (BCdA, 1693), dà una descrizione dettagliata dei danni provocati dalla scossa del 9 e sottolinea come il terremoto dell'11

“totalmente spiantò tutti i Conventi, tutte le Chiese, tutti i Palagi e tutte le case, senza lasciare nella Città né segni di edifici, né vestigia di abitazioni, né forma di strade”. La scossa del 9 causò 200 morti e sembra che metà della città sia stata distrutta o comunque abbia subito danni gravi e numerosi crolli. Per la seconda scossa morirono da 1840 a 2300 persone su 6300 abitanti. Non disponendo di percentuali precise sul numero degli edifici danneggiati o distrutti e sulle tipologie edilizie allora presenti, si assegna alle due scosse I = 9 e I = 10-11 EMS, rispettivamente.

La città di Augusta fu inoltre parzialmente distrutta nel 1848 (Barbano et al., 1996): due terzi delle case crollarono e molte chiese e conventi subirono danni rilevanti (Ferruggia Russo, 1852). Per questo evento stimiamo una I = 9 EMS. Gravi danni furono inoltre provocati dagli eventi del 1542 (I = 8 EMS) e 1990 (I = 7 EMS) (Fig. 1.2a).

1.2.2 Noto Antica e Noto

Noto Antica fu gravemente danneggiata nel 1542 (I=8 EMS) e completamente distrutta dalle scosse del 9 e 11 gennaio 1693. Per queste scosse viene assegnato un valore di intensità di I=8-9 e I=10-11 EMS, rispettivamente. Il vecchio sito fu abbandonato definitivamente nel 1702 ed il nuovo insediamento, che costituisce l'attuale centro abitato, fu ricostruito più a valle. L'analisi della storia sismica di Noto evidenzia che la città attuale risente anche dei terremoti localizzati nella parte più meridionale della ZS 79, come quello del 7 gennaio 1727. Per questo evento Barbano et al. (1996) attribuiscono i danni maggiori (I=7-8 MCS) a Noto Antica per un'errata interpretazione delle fonti. Infatti una fonte coeva (Relazione, 1727) riporta notizie di danni alla “città vecchia”, che in realtà non riguardano il vecchio sito di Noto Antica ma quella parte del nuovo sito (Canale, 1976) costruita sul pendio del Meti già a partire dal 1694 (Tobriner, 1982). Per cui l'intensità massima viene attribuita a Noto (I=7-8 EMS). Noto fu danneggiata anche dai terremoti del 1848 e del 1990 (Fig. 1.2b) per i quali si stima I=7 e 6 EMS, rispettivamente.

1.2.3 Siracusa

La città di Siracusa sembra che non sia mai stata distrutta totalmente. Per il terremoto del 1169 (Lombardo, 1985; Boschi et al., 1995a,b) le descrizioni sono scarse e generiche e non permettono una stima dell'intensità (9-11 EMS). La maggior parte dei dati sui danni provocati dai terremoti del 1693 riguardano il centro storico della città, l'isola di Ortigia. Secondo quanto emerge dalle descrizioni riportate dalle fonti storiche, il danneggiamento subito dalla città di Siracusa fu in generale minore rispetto a quello di Augusta e Noto. Per la scossa del 9 *“caddero alcune case, la campana e parte della torre della Chiesa della Vergine della porta, restando morte quattro persone, si piegò parte della torre di Casanova, si maltrattarono tutte le case del quartiere di Genaro,*

cadde il Campanile e la campana del baluardo della polveriera, e quello di San Michele sta minacciando rovina, lasciando le Case, e molte Chiese e Monasteri senza che si possano abitare né ripararsi” (AGdS, 1693a), il grado di danneggiamento è compatibile con una $I = 7-8$ EMS. Le notizie per la scossa dell’11 sono molto dettagliate ed inoltre è disponibile pure la ricostruzione dei danni di Trigilia (1985). Il quadro di danneggiamento è coerente con una $I = 9$ EMS almeno per Ortigia. Tuttavia una fonte coeva al terremoto del 1693 (AGdS, 1693a) sottolinea la gravità del danneggiamento nei dintorni della città: “*Nelle case di campagna è stato molto di più il danno con morte di molte persone*” per cui non è da escludere anche un grado superiore.

Riguardo al terremoto del 1125 (Boschi et al., 1997), considerato dubbio da Barbano et al. (1996), fonti non coeve riportano notizie di gravi danneggiamenti ($I = 8-9$ MCS), ma riferite soprattutto alla cattedrale che, cadendo, avrebbe provocato la morte di tutti coloro che vi si trovavano dentro. Fra gli eventi che danneggiarono più o meno gravemente Siracusa vi sono quelli del 1542, del 1848 e del 1990, per i quali si stima $I = 8-9$, $I = 7$ e 6-7 EMS, rispettivamente (Fig. 1.2c). Essendo il terremoto del 1542 meglio descritto e avendo provocato danni gravi, viene proposto come evento per uno scenario di secondo livello: “*Quasi tutta fu distrutta, il Vescovato rovinò, il Campanile del Duomo, che volta verso Lentini più alto degli altri, E fu rifatto dalle città come nella sua iscrizione, in alter parti della città massime a Maniace, e Borgo dei Malfitani. La Fortezza di Marietto. La Rocca di Casa nova tutta restò sconquassata: La fonte di Aretusa e li pozzi della città ebbero per molti giorni le acque salate*” (Fazello, 1560).

1.3 Calcolo dell’hazard al sito

I cataloghi di sito sono stati adoperati per calcolare l’hazard mediante il metodo di Magri et al. (1994). L’approccio è basato sull’uso di una funzione di distribuzione discreta che, per ciascun terremoto, descrive la probabilità che gli effetti macrosismici siano più grandi o uguali a ciascun valore d’intensità della scala adottata. La probabilità è calcolata utilizzando i valori osservati al sito e per ogni classe di intensità, trattata indipendentemente dalle altre, è stata calcolata la completezza temporale (Tab. 1.2).

Tab. 1.2. Anno da cui il catalogo risulta completo per le differenti classi di intensità considerate.

Intensità	Augusta	Noto	Siracusa
4	1898	1898	1894
5	1898	1898	1717
6	1818	1818	1693
7	1693	1693	1542
8	1542	1542	1125
9	1000	1000	1000
10	1000	1000	1000

Il metodo utilizzato, che tiene conto delle osservazioni al sito e non utilizza nessun modello a priori di distribuzione dei terremoti, ha dato stime di periodi di ritorno medi (Fig. 1.3) generalmente più elevate rispetto a quelle ottenute con metodi classici per la Sicilia orientale (p.e. Slejko et al., 1998).

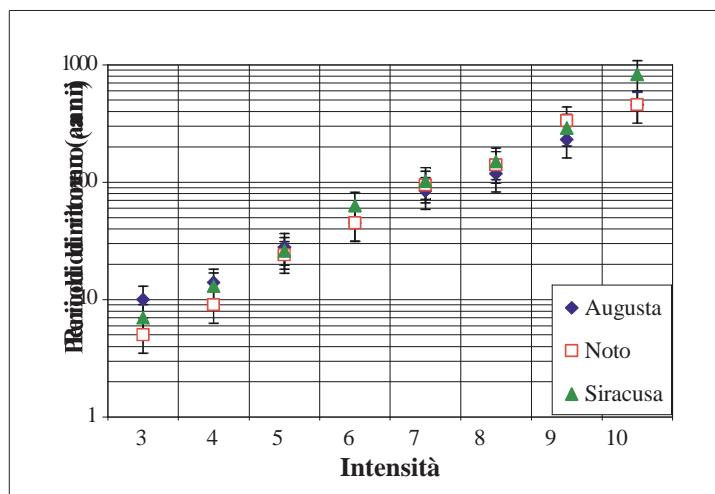


Fig. 1.3 – Periodi di ritorno medi, con errore associato, per i siti analizzati

1.4 Cenni sull’evoluzione delle città di Augusta, Noto e Siracusa: mappe storiche e scenari di danno.

Al fine di ricostruire in modo attendibile il quadro di danno relativo agli eventi di scenario è stata effettuata una ricerca storico-cartografica. Le mappe storiche, tratte dai lavori di Tobriner (1982), Dufour (1989, 1992) e Trigilia (1985 e 1994a), sono infatti risultate essenziali per la ricostruzione degli scenari in quanto corredate da legende che permettono l’individuazione dei principali edifici religiosi (chiese, monasteri, conventi) e monumentali delle città. Come eventi per uno scenario di primo e di secondo livello per Augusta sono stati selezionati rispettivamente i terremoti del 1693 e del 1848, per Siracusa gli eventi del 1693 e del 1542; per Noto è stato utilizzato il terremoto del 1727 per uno scenario di secondo livello e quello del 1848 come altro evento con danni. Per questa località non è stato infatti possibile utilizzare i terremoti del 1693 come per le altre località in quanto questi hanno interessato il sito di Noto Antica, oggi non più abitato.

Viene data una breve descrizione dell’evoluzione urbanistica delle tre città e si descrive la procedura adottata per la mappatura del danneggiamento.



Fig. 1.4a - G. B. Sesti, mappa storica di Augusta nel 1682 (da Dufour, 1992). Localizzazione degli edifici danneggiati dal terremoto del 9 gennaio 1693.

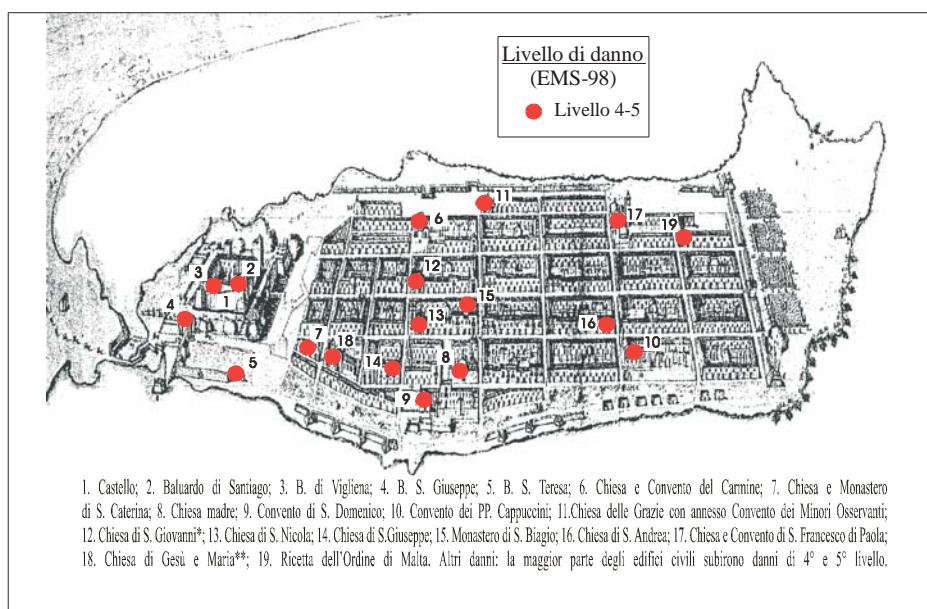


Fig. 1.4b - H. Inghels, mappa storica di Augusta nel 1675 (da Dufour, 1989). Localizzazione degli edifici danneggiati dai terremoti del 9 e 11 gennaio 1693 (effetti cumulati).

* diventata Chiesa di Gesù e Maria, oggi non più esistente in seguito ai bombardamenti del '43;
** attuale Chiesa di S. Antonio Abate.

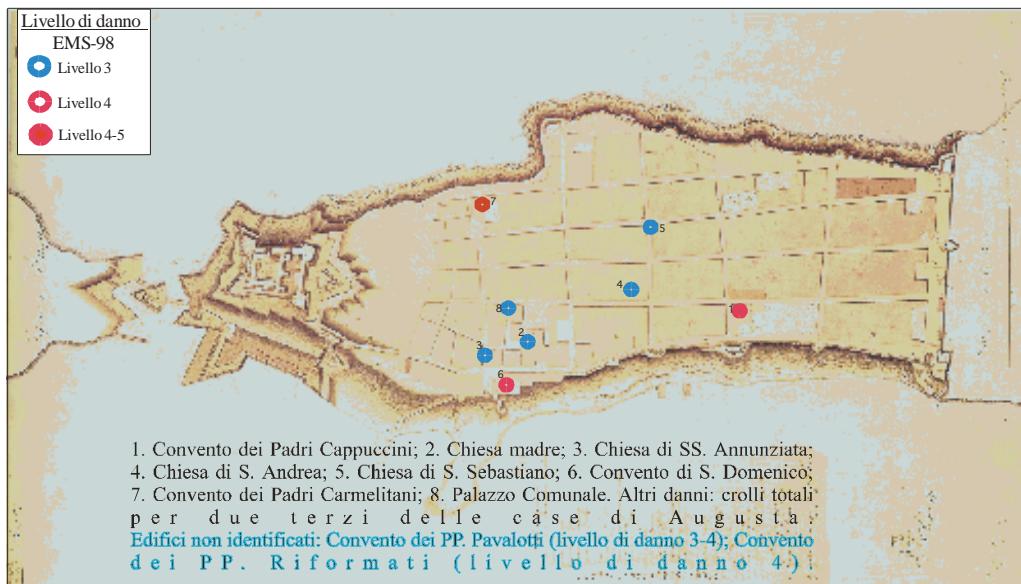


Fig. 1.5 - L. Mamulla, mappa storica di Augusta nel 1823 (da Dufour, 1992). Localizzazione degli edifici danneggiati dal terremoto dell'11 gennaio 1848.



Fig. 1.6 - Veduta di Noto (P. Labisi, 1750-60 circa). Localizzazione degli edifici danneggiati dai terremoti del 1727 e 1848. Altri danni non identificati: 1727 - Alcune case private riportarono molte lesioni; 1848 - Danni diffusi negli edifici privati e pubblici.

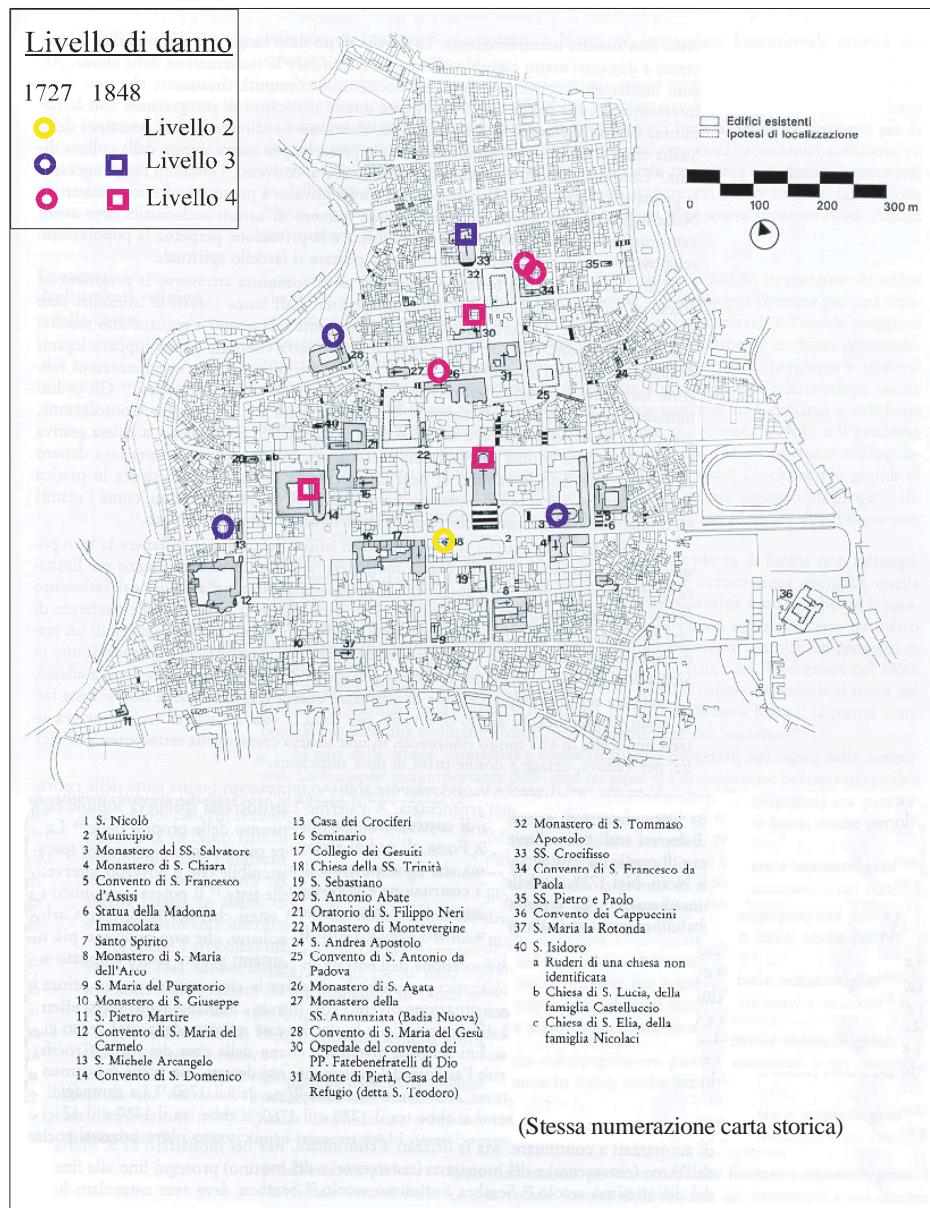


Fig. 1.7 - Noto. Chiese e istituti religiosi (da Tobriner, 1982). Localizzazione degli edifici danneggiati dai terremoti del 1727 (cerchi) e del 1848 (quadrati). Altri danni: 1727 - Alcune case private riportarono molte lesioni. 1848 - Lesioni più o meno gravi in molti edifici privati e pubblici.

1.4.1 *Augusta*

La città è posta su un'isoletta di 2,2 Km di lunghezza, protesa sullo Ionio fra il porto Xifonio a oriente e quello megarese a occidente. La vecchia città, “Megara Hyblea”, fu rasa al suolo nel 212 a.C. mentre l'attuale insediamento risale a Federico II di Svevia (XIII° secolo circa), che ne fece un porto di importanza strategica provvedendola di inespugnabili capisaldi difensivi, quali il castello Svevo e i tre forti Garzia, Vittoria e Avolos. Sull'impianto federiciano intervennero in seguito prima gli aragonesi e poi gli spagnoli, sempre più caratterizzando l'insediamento come “porto-fortezza”. La città fu colpita da diverse sciagure: le incursioni dei turchi nel XVI secolo, il terremoto del 1693 che la rase al suolo, il saccheggio francese del 1676, il terremoto del 1848 ed i bombardamenti dell'ultima guerra (Tringali e La Rosa, 1993).

Per la localizzazione degli edifici danneggiati dai terremoti del 9 e 11 gennaio 1693 (Fig. 1.4a e Fig. 1.4b) e del 1848 (Fig. 1.5) sono state utilizzate tre mappe (da Dufour, 1989, 1992) che rappresentano la città nel 1675, nel 1682 e del 1823. Per la scossa dell'11 gennaio 1693 sono stati utilizzati pure i dati riportati da Trigilia (1994b). E' stato possibile localizzare gli edifici menzionati dalle fonti distinguendo schematicamente, secondo la scala EM 98 (Grünthal, 1998), edifici con livello di danneggiamento differente. Non è stato possibile invece distinguere per gli edifici le differenti classi di vulnerabilità. E' evidente che il grado di danneggiamento non è completo in quanto solo gli edifici monumentali sono descritti dalle fonti mentre per gli altri edifici la descrizione è generica.

1.4.2 *Noto*

Il sito odierno nasce dallo spostamento e rifondazione della città in seguito agli eventi del 1693. La struttura medievale di Noto Antica e la sua posizione in montagna (città fortificata sul monte Alveria) avrebbe determinato la ricostruzione in un nuovo sito: a partire dal 1694 vengono edificati i primi edifici religiosi sul pendio del Meti, che segneranno le successive tappe della rifondazione sull'altopiano del Meti (Trigilia, 1994a), in un sito più accessibile e privo di fortificazioni. Solo nel 1702, dopo varie controversie sulla scelta del nuovo insediamento, il vecchio sito venne definitivamente abbandonato. Nel secondo e nel terzo decennio del Settecento, gli edifici monumentali divennero imponenti, le volte delle chiese vennero completate e le facciate furono elevate di parecchi piani (Tobriner, 1982). Ma proprio in questo periodo, la nuova Noto fu scossa dal violento terremoto del 1727 (Gallo, 1964).

La città barocca è strutturata su due livelli: il piano basso, in pendenza, su cui si aprono tre piazze (Piano di S. Francesco, Area Majoris Ecclesiae, Piazza S. Domenico) e si insediano gli edifici nobiliari e religiosi; il piano alto, detto “*pianazzo*”, è definito come “città del popolo”. Il centro abitato presenta una maglia viaria ortogonale con

strade longitudinali che si mantengono in quota e trasversali in ripida pendenza; l'asse viario principale, detto “cassaro”, attraversa dalla Porta Reale tutta la città (Tobriner, 1982).

La localizzazione dei danni provocati dal terremoto del 1727 è riportata su due mappe: una storica risalente al 1750-60 circa (Fig. 1.6), che rappresenta la veduta della città di Noto disegnata da Paolo Labisi, architetto netino, ed una planimetria (Fig. 1.7) in cui sono numerate tutte le Chiese e gli istituti religiosi di Noto (da Tobriner, 1982). Le numerazioni sono entrambe coincidenti. Sulle stesse mappe sono stati indicati (con quadrati) anche gli edifici danneggiati dal terremoto del 1848.

1.4.3 Siracusa

Siracusa fu fondata nel 734-733 a.C. da coloni corinzi che si insediarono nell'isola di Ortigia, dove già esisteva uno stanziamento Siculo-Fenicio. La città odierna venne formandosi nel medioevo: nel periodo Bizantino ebbe un periodo di rifioritura ed espansione, ma si restrinse quasi solamente ad Ortigia sotto il dominio arabo. Nel 1085 passò ai Normanni; nel 1209 Federico II la trasformò in una roccaforte imprendibile, costruendovi il castello Maniace. Carlo V fece costruire altre opere difensive: mura di cinta a strapiombo la difendevano sul mare mentre il raccordo alla terraferma avveniva con un complesso sistema di fortezze e canali (Tringali e La Rosa, 1993).



Fig. 1.8 - A. Rocca, 1584 ca.: Raffigurazione di Siracusa prima del 1693 (da Trigilia, 1994).

Siracusa conserva ancora tracce dell'antico tessuto urbano medievale (Fig. 1.8), con numerosi edifici che hanno resistito ai vari terremoti. Dopo i terremoti del 1693 il centro di Ortigia, nonostante i gravi danni subiti ed i numerosi crolli, non risulta distrutto

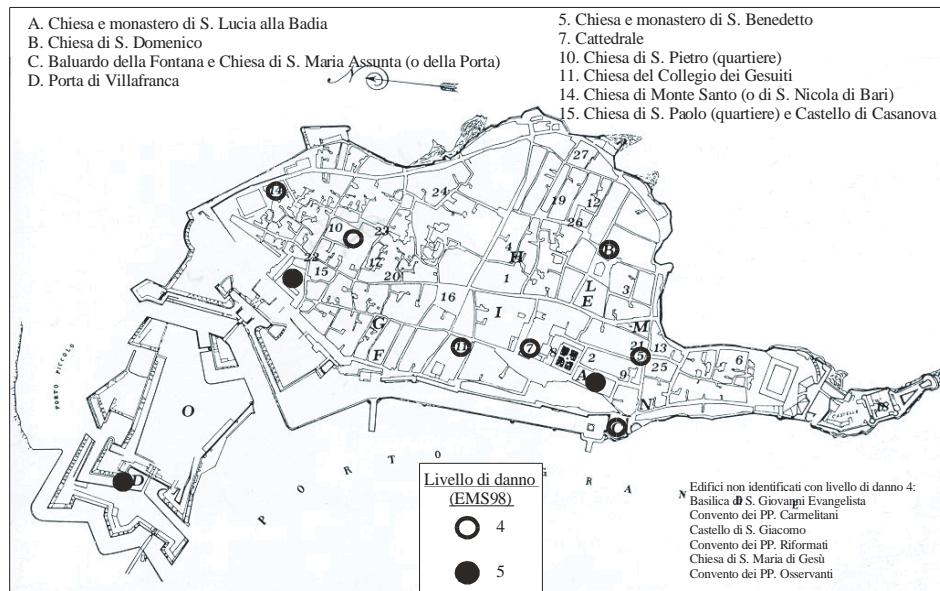


Fig. 1.9a - Pianta di Siracusa del 1888. Localizzazione degli edifici danneggiati dai terremoti del 1693: 1-27: edifici parzialmente danneggiati e ricostruiti; A-O: edifici totalmente danneggiati e ricostruiti dal 1693-94 ca. (da Trigilia, 1985). I cerchi neri indicano il livello di danno secondo la scala EMS98. I quartieri di Genaro e Tramaniaggi, non identificati, subirono gravi danni e crolli.



Fig. 1.9b - Pianta di Siracusa del 1888 (da Trigilia, 1985). Localizzazione degli edifici danneggiati dal terremoto del 1542.

in modo irreparabile. E' per questo motivo che dal punto di vista dell'evoluzione urbanistica si parla di "ristrutturazione barocca" piuttosto che di "ricostruzione" (Trigilia, 1985). In una pianta di Siracusa del 1888 (Trigilia, 1985) sono indicati gli edifici religiosi (Fig. 1.9a), civili e militari danneggiati dai terremoti del 1693 e successivamente ricostruiti. Il confronto con la raffigurazione della città antecedente al 1693 (Fig. 1.8) mostra che la morfologia urbana si è mantenuta pressoché intatta. In questo caso sono stati riportati gli edifici danneggiati dai terremoti del 1693 identificati dalle fonti storiche da noi reperite, sulla pianta di Trigilia (1985), distinguendo il livello di danno secondo la scala EM 98. Sempre sulla stessa mappa del 1888 sono stati indicati gli edifici danneggiati dal terremoto del 1542 (Fig. 1.9b), che può rappresentare l'evento di riferimento per uno scenario di secondo livello.

1.5 Effetti di tsunami

Gli effetti di maremoto assumono particolare importanza nella ricostruzione degli scenari sismici considerato che un ampio tratto di costa tra Augusta e Siracusa, a pochi metri sopra il livello del mare, è fortemente industrializzato e ricco di sistemi infrastrutturali.

Effetti di tsunami nelle città di Augusta, Noto (Marina) e Siracusa osservati in occasione dei terremoti del 1542, 1693 e 1908 (Fig. 1.10).

Per il terremoto del 1542 abbiamo una testimonianza di Laczio (1543): *Augusta fu quasi sommersa dal mare*. Effetti di maremoto ad Augusta in concomitanza della scossa del 9 gennaio 1693 è stata segnalata da Campis (1694).

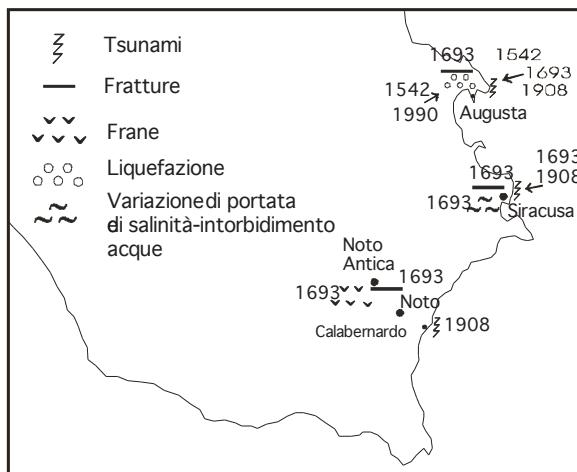


Fig. 1.10 - Tsunami e fenomeni sismologici.

In seguito alla scossa dell'11, l'onda di maremoto danneggiò le galere dei Cavalieri di Malta alla fonda del porto e inondò i quartieri della città prospicienti il mare (AGdS, 1693c; ASV, 1693; Burgos, 1693; Boccone, 1697). Effetti di tsunami furono osservati nel porto di Augusta anche in occasione del terremoto di Messina del 28 dicembre 1908, come riportato da Baratta (1910).

Anche la spiaggia di Noto (Calabernardo) subì gli effetti del maremoto provocati dal terremoto messinese del 1908 (Baratta, 1910).

A Siracusa fu notato un insolito movimento del mare dopo il terremoto dell'11 gennaio 1693, ma gli effetti del maremoto furono più lievi rispetto ad Augusta (Boccone, 1697). Gli effetti di tsunami per l'evento del 1908 furono osservati anche a Siracusa (Baratta, 1910).

1.6 Fenomeni sismogeologici

Sono stati esaminati anche i fenomeni idrogeologici e geomorfologici, transitori o permanenti, che si sono verificati in occasione degli eventi sismici più significativi. Gli effetti sismogeologici relativi al terremoto dell'11 gennaio 1693 furono, per entità e diffusione, i più rimarchevoli. La fonte che meglio documenta tali fenomeni è Boccone (1697).

In occasione del terremoto del 1542 un'annotazione manoscritta dello storico ebreo coeve Ha-Kohen (BTJN, sec.XVI), fa riferimento a fenomeni di liquefazione nella città di Augusta. Effetti rilevanti si ebbero durante il terremoto del 1693, essendosi osservata l'apertura di fenditure dalle quali spesso esalavano gas o fuoriuscivano zolfo e materiali bituminosi (Bottone, 1718). Più recentemente ad Augusta, in seguito al terremoto del 1990 furono osservate fessure nell'asfalto di piazzale Fontana secondo una prevalente direzione N-S; nello stesso luogo fu osservata la risalita di fluidi probabilmente dovuta a processi di liquefazione dei materiali utilizzati per la bonifica delle antiche saline. All'interno dello stadio, infine, si verificò l'affioramento di larghe chiazze di pirite attraverso la formazione di minuscoli vulcanetti (Boschi et al., 1997).

A Noto in seguito al terremoto del 1693 furono segnalati fenomeni franosi e smottamenti nonché fratture nel terreno (Boccone, 1697; Bottone, 1718). Un recente studio di Adorni et al. (1996) riporta i risultati di un'analisi geomorfologica di dettaglio sui fenomeni franosi e sui dissesti gravitativi indotti da terremoti nell'area netina.

Variazioni di salinità e di portata interessarono la fonte Aretusa di Siracusa in occasione del terremoto del 1169 (Falcando, sec.XII). Spaccature e sprofondamenti del suolo, variazioni di portata e salinità delle acque sorgive si verificarono nella città di Siracusa durante l'evento del 1693 (Boccone, 1697).

BIBLIOGRAFIA

- Adorni, G., Nicoletti, P.G., Parise, M., Scalzo, A. (1996): Frane sismo-indotte e sbarramenti fluviali in Sicilia sud-orientale: primi dati. Atti Conv. Int. "La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica", Luino F. (Ed.), 163-172.
- Agamennone, G. (1904-1905): Notizie sui terremoti osservati in Italia durante l'anno 1903. *Boll. Soc. Sism. It.*, p. 98.
- AGdS (1693a): Archivio General de Simancas, Secretaría de Estado, Negociación de Sicilia, legajo 3507 (1693-1694). Consultas decretos y notas, n. 9, Ristretto dei messaggi inviati al vicerè di Sicilia dalle località del Regno colpiti dai terremoti del 9 e 11 gennaio, Palermo.
- AGdS (1693b): Archivio General de Simancas, Secretarías Provinciales, Sicilia, legajo 1222 (1693), Correspondencia de virreyes y ministros con S. M., Relazione delle città e luoghi devastati in Sicilia, a causa dei terremoti (del 9 e 11 gennaio); numero antico dei vivi, numero dei morti nelle rovine e rendite che pagavano ogni anno, Palermo.
- AGdS (1693c): Archivio General de Simancas, Secretaría de Estado, Negociación de Sicilia, legajo 3507 (1693-1694). Consultas decretos y notas, n. 11, Relazione dei luoghi che hanno sofferto in Sicilia nei Terremoti dal nove di gennaio fino al cinque di febbraio del 1693 che si sono sentite ventuno scosse, le prime tre grandi e le altre più lievi, Palermo.
- Amato, A., R. Azzara, A. Basili, C. Chiarabba, M. Cocco, M. Di Bona, G. Selvaggi (1995): Main shock and aftershocks of the December 13, 1990, Eastern Sicily earthquake, *Annali di Geofisica*, 38, 2 (May), 255-266.
- Anonimo (1698): Memoriale sui terremoti del 9 e 11 gennaio 1693 scritto da un anonimo ecclesiastico di Siracusa (ms.), in S. Aiello, Una cronachetta inedita del secolo XVII. Il gran terremoto del 1693 in Siracusa, "Aretusa", a. 2, n. 24 (13 novembre 1910).
- ASPA (1818): Archivio di Stato di Palermo, Real Segreteria, Incartamenti, b. 5705 (1818-19), Lettera del Capitano Giustiziere di Augusta alla Real Segreteria dell'Interno, e Ministero di Stato, Augusta 26 febbraio 1818.
- ASV (1693): Archivio Segreto Vaticano, Segreteria di Stato, Inquisizione Malta, vol. 44, cc. 11-16, Relazione dell'Inquisitore di Malta F. d'Acquaviva al Segretario di Stato Cardinale Spada sui danni causati a Malta e in Sicilia dal terremoto dell'11 gennaio 1693, Malta 18 gennaio 1693.
- Baratta, M. (1910): La catastrofe sismica calabro-messinese (28 dicembre 1908), 2 voll., Roma.
- Barbano, M.S. (1985a): The Val di Noto earthquake of December 10, 1542, in Postpischl D. (ed.), *Atlas of isoseismal maps of italian earthquake*, PFG-CNR, Quad. Ric. Scie. 2A, Bologna, pp. 28-29.
- Barbano, M.S. (1985b): The Val di Noto earthquake of January 11, 1693, in Postpischl D. (ed.), *Atlas of isoseismal maps of italian earthquake*, PFG-CNR, Quad. Ric. Scie. 2A, Bologna, pp. 48-49.
- Barbano, M.S., Azzaro, R., Birritta, P., Castelli, V., Lo Giudice, E., Moroni, A. (1996): Stato delle conoscenze sui terremoti dall'anno 1000 al 1880: schede sintetiche, GNDT-CNR open file report, Catania: 287 pp.
- Bardi, G. (1581): Sommario overo età del mondo Chronologiche (da Adamo fino al 1581), 4 voll., Venezia.
- BAV (sec. XVII): Biblioteca Apostolica Vaticana, Barberini Latini 2490, Historia et Annales Pisanorum (471-1175), copia.

- BCdA (1693): Biblioteca Comunale di Augusta, Manoscritti, Raccolta Blasco, vol. 638, Cronaca dei terremoti del 9 e 11 gennaio 1693 scritta da una monaca del Monastero di S. Caterina di Augusta, ms. sec. XVII.
- Bernardo Maragone (1866): Annales Pisani, ed. K. Pertz, in "Monumenta Germaniae Historica", SS., tomo 19, pp. 236-266, Hannover.
- Boccone, P., 1697, Intorno il terremoto della Sicilia seguito l'anno 1693. Museo di Fisica, Venezia.
- Boschi, E., Guidoboni, E., Mariotti, D. (1995a): Seismic effects of the strongest historical earthquakes in the Syracuse area, Annali di Geofisica, 38, 2 (May), 223-253.
- Boschi, E., Ferrari, G., Gasperini, P., Guidoboni, E., Smriglio, G., Valensise, G. (1995b): Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980, ING-SGA, Ozzano Emilia, 973 pp.
- Boschi, E., Guidoboni, E., Ferrari, G., Valensise, G., Gasperini, P. (1997): Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990, ING-SGA, Ozzano Emilia, 644 pp.
- Bottone, D. (1718): De immensi Trinacriae terraemotu. Idea historico-physica, in qua non solum telluris concussions transactae recensentur, sed novissimae anni 1717, Messina.
- Breviarum Pisanae historiae (1725): in "Rerum Italicarum Scriptores", ed. L. A. Muratori, tomo 6, coll. 163-198, Milano.
- BTJN (sec. XVI): Biblioteca The Jewish National and University Library, Raccolta Epistolare KM 55, Lettera di Yosef ha-Kohen a Yishaq ha-Kohen, (ms).
- Burgos, A. (1693): Distinta relazione avuta per lettera del P. Alessandro Burgos scritta ad un suo amico, che contiene le notizie fin'ora avute de' danni cagionati in Sicilia da terremoti a 9 e 11 gennaio 1693, Palermo-Roma.
- Camassi, R., Stucchi, M. (Editors) (1997): NT4.1 - a parametric catalogue of damaging earthquakes in the Italian area (release NT4.1.1), GNDT-CNR open file report, Milano, 93 pp. (<http://www.emidius.itim.mi.cnr.it/NT/CONSNT.html>).
- Campis, P. (1694): Disegno historico o siano l'abbozzate historiae della nobile e fidelissima città di Lipari (ms.), a cura di G. Iacolino, Lipari 1991.
- Canale, C.G. (1976): Noto – La struttura continua della città tardo-barocca, Palermo.
- Chronaca pisana (1722): ed. F. Ughelli, in "Italia Sacra", tomo 10, Venezia.
- Collection Accademique (1761): T. VI, 601
- De Silvestro, G. (1543): Cronaca del terremoto del 10 dicembre 1542, redatta dal tesoriere Gaspare de Silvestro, Caltagirone, 10 gennaio 1543, in Liber privilegiorum capitulorum gratiarum immunitatum et consuetudinum civitatis gratissimae Calathaeironis, Biblioteca Comunale di Caltagirone, cc. 509-511.
- Dufour, L. (1899): Augusta da città imperiale a città militare, Palermo.
- Dufour, L. (1992): Atlante storico della Sicilia. Le città costiere nella cartografia manoscritta (1500-1823), Arnaldo Lombardi (ed.), pp.
- Falcando, U. (sec. XII): La historia o liber de Regno Sicilie, ed. G.B. Siragusa, in "Fonti per la storia d'Italia", vol.22, Roma 1897.
- Fazello, T. (1560): De rebus Siculis decades duae, Palermo.
- Ferruggia-Russo (1852): Memoria sul tremuoto dell' gennaio 1848, Siracusa.
- Gallo, C. (1964): Arte e monumenti dell'Antica Noto. Archivio Storico Siciliano, V, 1952-53, 7-34.
- Gemmellaro, C. (1849): Saggio di storia fisica di Catania. Atti Acc. Gioenia Sci. Nat., serie 1, XIX, 227-248, Catania.
- Giornale di Sicilia (1903): Febbraio 12.

- Grünthal, G. (ed.) (1998): European Macroseismic Scale 1998. Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodinamique et de Séismologie, 15, Luxembourg, 99 pp.
- Gutierrez (sec. XIX): Storia dei casi meravigliosi, in Annali di Siracusa. Biblioteca Arcivescovile "Alagoniana" di Siracusa, Giuseppe Maria Capodieci.
- Lacisio, P. (1543): Lettera di Paolo Lacisio ad Amerbach, Strasburgo 7 marzo 1543, in "Die Amerbachkorrespondens", a cura di A. Hartmann, tomo 5, p. 414, Basel 1858.
- Lancellotti, S. (1673): Lo hoggidì ovvero il mondo non peggiore né più calamitoso del passato, Venezia.
- Li Gresti, D. (1992): Terremoto e società in Sicilia (1501-1800), Maimone ed., Catania, 101 pp.
- Licostene, C. (1557): Prodigiorum ac ostentorum chronicon, quae praeter naturae ordinem, motum, et operationem, et in superioribus & his inferioribus mundi regionibus, ab exordio mundi usque ad haec nostra tempora, acciderunt, Basel.
- Lombardo, G. (1985): The Catania earthquake of February 4, 1169, in Postpischl D. (ed.), Atlas of isoseismal maps of Italian earthquake, PFG-CNR, Bologna, pp. 12-13.
- Magri L., Mucciarelli M., Albarello D. (1994): Estimates of site seismicity rates using ill-defined macroseismic data, *Pageoph*, **143**, 4, 617-632.
- Mamulla, L. (1823): Festung Augusta, in Dufour L., 1992, Atlante storico della Sicilia. Le città costiere nella cartografia manoscritta (1500-1823), Arnaldo Lombardi (ed.), p. 287.
- Monachesi, G., Stucchi, M. (eds.) (1997): DOM4.1: an intensity database of damaging earthquakes in the Italian area, GNDT-CNR open file report, 2 vv., Milano, 1052 pp. Web site: <http://emidius.itim.mi.cnr.it/DOM/home.html>.
- Morigia, P. (1614) Sommario cronologico diviso in sette libri, Bergamo.
- Nauclerus, J. (1675): Chronica comprehendentia res memorabiles saeculorum omnium ac gentium ab initio Mundi usque ad annum 1400, Colonia.
- Platina, [Bartolomeo Sacchi] (sec. XV): Liber de vita Christi ac omnium pontificum [-1474], ed. G. Gaida, in "Rerum Italicarum Scriptores", 2a ed., tomo 3, parte 1, Città di Castello 1913-1932.
- Relaciòn de lo que refirò el Patron Marco Calapar que vino de Zaragoza, Augusta y Catania en Santa Cruz de Mesina en 15 del corriente mies de Enero del 1693. Archivio Vaticano, Roma (inedito).
- Relazione dell'orrendo e spaventoso tremuoto che scosse ben nove volte la regale città di Noto nel gennaio di quest'anno 1727, Palermo.
- Relazione distinta del terremoto di Siracusa l'anno 1693, scritta dal vescovo Fortezza al Papa; Siracusa 22 febbraio 1693, Archivio Vaticano, in Trigilia L., Siracusa. Distruzioni e trasformazioni urbane dal 1693 al 1942, Roma 1985.
- Riccardo di Poitou (1882): Chronica [-1172] (sec. XII), ed. G. Waits, in "Monumenta Germaniae Historica", SS., tomo 26, pp. 74-84, Hannover.
- Romualdus Salernitanus (sec. XII): Chronicon (-1178), ed. C. A. Garufi, in "Rerum Italicarum Scriptores", 2a ed., tomo 7, parte 1, coll. 7-224, Città di Castello 1909-1935.
- Sabellico, M. A. (1504): Enneades [...] ab inclinatione Imperii ad annum salutis Millesimum qingentesimum quartum, Venezia.
- Slejko D., Peruzza L., Rebez A. (1998): Seismic hazard maps of Italy. *Annali di Geofisica* **41**, 2, 183-214.
- Tarchagnota, G. (1558): Dell'istorie del Mondo, Venezia.
- Tobriner, S. (1982): The Genesis of Noto. An Eighteenth-Century Sicilian City, London.
- Tortora, F. (1712): Breve notizia della città di Noto prima e dopo il terremoto del 1693, Noto.

- Trigilia, L. (1985): Siracusa. Distruzioni e trasformazioni urbane dal 1693 al 1942, Roma, Arnaldo Lombardi (ed.).
- Trigilia, L. (1994a): 1693 Iliade funesta, la ricostruzione delle città del Val di Noto, Arnaldo Lombardi (ed.), 101 pp.
- Trigilia, L. (1994b): La città forte e la città di Dio. In “La spada e l’altare” di G. Agnello e L. Trigilia. Arnaldo Lombardi Ed., 114-121
- Tringali, S., La Rosa, R. (1993): Siracusa e la sua provincia, Provincia Regionale di Siracusa, L.C.T. (ed.), 174 p.