

INTRODUZIONE

L. Decanini, F. Mollaioli, G.F. Panza, F. Romanelli, F. Vaccari

Secondo le stime più recenti riportate in diversi studi, il rapporto benefici/costi delle misure di mitigazione del rischio e programmazione dell'emergenza, rese possibili dalla sola definizione di scenari dettagliati di danno, può ritenersi mediamente compreso tra 2 e 8. Il valore di tale rapporto aumenta qualora vengano realizzati interventi di miglioramento e/o adeguamento antisismico degli edifici, protezione antisismica delle infrastrutture, ecc, fino a raggiungere valori molto più elevati. Questa consapevolezza costituisce la motivazione prevalente della formulazione del progetto Augusta, Siracusa, Noto.

Il progetto è stato ufficialmente avviato nel luglio 1998, predisponendo un certo numero di obiettivi, considerando gli studi e i dati disponibili al momento dell'inizio e le ridotte disponibilità finanziarie. Nonostante i limiti di tempo, di risorse economiche e di decisione relativamente all'avvio dei lavori, è stata svolta un'intensa attività che ha portato al conseguimento degli obiettivi prefissati. Si è quindi giunti a conclusioni di significativa utilità che costituiscono la base per la costruzione degli scenari di danno corrispondenti a tre diverse città di notevole interesse culturale, che presentano un elevato rischio sismico, come confermato dagli studi condotti nel presente progetto.

All'avvio delle attività era stato fissato come obiettivo essenziale la definizione dei terremoti di scenario necessari alla valutazione dei danni e le stime delle perdite. I risultati ottenuti hanno raggiunto pienamente questo obiettivo.

Nella misura del possibile è stata realizzata un'interazione tra le diverse Unità partecipanti e si è pertanto giunti ad una sintesi sufficientemente coerente dei singoli studi effettuati e dei risultati ottenuti.

Per la definizione spaziale del moto del suolo atteso in occasione di terremoti severi è possibile utilizzare approcci diversi. La situazione ipoteticamente ideale si avrebbe se con una fitta rete di monitoraggio fosse possibile rilevare gli scuotimenti in occasione di un dato evento sismico. Purtroppo, a causa della rarità degli eventi, non si può pensare di avere a disposizione, in breve tempo e per la totalità del territorio classificato "sismico", un database completo di registrazioni da utilizzare come base per la definizione dell'input sismico nella progettazione di nuove costruzioni o nel consolidamento dell'edificato esistente. Una seconda possibilità è costituita dalla generazione di segnali sintetici realistici ottenuti da modellazioni che integrino le osservazioni, quando disponibili, o che forniscano una base di dati completa in assenza di qualsiasi altro tipo di informazione, sia strumentale che macrosismica. Quindi risulta senz'altro praticabile la costruzione di un database sintetico sfruttando le conoscenze disponibili sulle potenziali sorgenti sismiche e sulle caratteristiche elastiche ed anelastiche del mezzo attraversato dalla perturbazione sismica. Naturalmente anche nel caso della modellazione i dati di partenza necessari non sono distribuiti in maniera

omogenea sul territorio, ed il grado di attendibilità delle elaborazioni è direttamente proporzionale alla qualità della conoscenza. Il problema della modellazione va quindi affrontato su scale diverse. Una zonazione dell'intero territorio nazionale che sia di qualità omogenea può essere affrontata solamente prendendo in considerazione modelli strutturali che abbiano valenza regionale. Non c'è la possibilità di porre l'accento sulle eterogeneità laterali a piccola scala che sappiamo influenzare notevolmente forme d'onda e contenuto spettrale dei sismogrammi, soprattutto alle alte frequenze. Una procedura deterministica per la zonazione sismica al prim'ordine dell'Italia è stata messa a punto nell'ambito delle attività del GNDT, svolte precedentemente al progetto "Sicilia Orientale" ed ha permesso la produzione di mappe di spostamento, velocità ed accelerazioni di progetto attese sul territorio nazionale. I valori ottenuti si sono dimostrati realistici sia in una ottica retrospettiva che predittiva. Risulta pertanto logico utilizzare tale tipo di risultato come punto di partenza per analisi più dettagliate della pericolosità sismica. Ad esempio si possono formulare diverse ipotesi di scenario che tengono conto dell'incertezza della conoscenza. Tale approccio, su scala regionale, è stato già impiegato in Sicilia, focalizzando l'attenzione sui terremoti storici più forti ed adottando, di volta in volta, le stime di magnitudo riportate nei cataloghi sismici disponibili. Ma laddove si conoscono con maggior precisione i parametri di struttura e di sorgente, si può ragionevolmente spingere la modellazione del moto del suolo a frequenze più elevate, tenendo conto di dettagli sempre più particolareggiati quali l'andamento della superficie topografica, la litologia e la stratigrafia dei suoli, ed il processo di rottura alla sorgente.

Una ulteriore procedura per la definizione delle caratteristiche del moto del suolo atteso è basata su un approccio di tipo ingegneristico che considera il percorso della radiazione sismica dalla sorgente, la sua propagazione (trasferimento), ed i possibili effetti in un dato sito. Questo approccio è sostanzialmente basato sullo studio di segnali registrati e sui risentimenti locali dell'intensità macrosismica, e consente la valutazione dei diversi parametri sintetici caratterizzanti il potenziale distruttivo del moto del suolo, considerando l'influenza delle diverse sorgenti sismiche, della geologia superficiale e della morfologia del territorio. In questo ambito risulta necessario utilizzare sia parametri convenzionali che parametri basati su criteri innovativi di tipo energetico. I risultati di questo approccio ingegneristico forniscono un'indicazione delle caratteristiche del moto del suolo valide sia per la definizione degli scuotimenti di scenario che per la calibrazione e il controllo dei segnali sintetici derivati dalla modellazione deterministica.

Nell'ambito del progetto "Sicilia Orientale (Augusta, Siracusa, Noto)" sono state applicate le due procedure, sismologica deterministica ed ingegneristica, integrando di volta in volta i risultati ottenuti. Inoltre, l'integrazione di questi due approcci è stata realizzata sia per la valutazione della pericolosità sismica regionale che per la definizione dei terremoti di scenario. Si intende comunque sottolineare che la parte

prevalentemente sviluppata del presente progetto ha riguardato la definizione della pericolosità sismica e degli scuotimenti di scenario per le tre diverse città, che costituiscono un aspetto fondamentale per la successiva valutazione del danno atteso.

Sulla base dell'insieme di studi realizzati, integrando i diversi approcci (ingegneristici, sismologici, ecc.), si è pervenuti alla determinazione delle caratteristiche del moto del suolo corrispondenti agli scenari: *Terremoto disastroso* (evento eccezionale che può ritenersi limite superiore, tipo terremoti del 1169 e 1693); *Terremoto forte* (evento occasionale, periodo medio di ritorno di circa 130 anni, tipo terremoti del 1542, 1624, 1727 e 1818).

Si riportano alcuni dei principali risultati ottenuti al fine di evidenziare sin dall'introduzione della presente monografia l'entità delle azioni sismiche corrispondenti ai diversi scenari (Tab. 0.1 e Tab. 0.2). I parametri indicati sono: EPA (accelerazione efficace), EPV (velocità efficace), PGD (spostamento massimo del moto del suolo), t_D (durata effettiva), I_H (Intensità Spettrale Housner). I valori indicati sono stati distinti in funzione dei tre diversi tipi di suolo: S1 (roccia o suolo rigido), S2 (suolo intermedio), S3 (suolo soffice).

I risultati indicati nelle Tab. 0.1 e 0.2, determinati mediante l'approccio ingegneristico, confermano sostanzialmente i valori derivati dai sismogrammi sintetici ottenuti mediante la modellazione realistica dell'input sismico con sorgente estesa, considerando diversi modelli di rottura.

Tab. 0.1: Parametri sintetici convenzionali del moto del suolo ad Augusta e Siracusa.

	EPA (g)	EPV (cm/s)			PGD (cm)		
Terremoto disastroso		S1	S2	S3	S1	S2	S3
M=7.4 – $D_f=12$ km	0.35	25	35	60	11	19	33
Terremoto forte		S1	S2	S3	S1	S2	S3
M=6.4 – $D_f=12$ km	0.18	13	18	31	6	10	18
	EPA (g)	t_D (s)			I_H (cm/s)		
Terremoto disastroso		S1	S2	S3	S1	S2	S3
M=7.4 – $D_f=12$ km	0.35	28	37	49	80-95	120-145	180-230
Terremoto forte		S1	S2	S3	S1	S2	S3
M=6.4 – $D_f=12$ km	0.18	17	22	29	40-50	60-75	95-120

Tab. 0.2: Parametri sintetici convenzionali del moto del suolo a Noto.

	EPA (g)	EPV (cm/s)			PGD (cm)		
Terremoto disastroso		S1	S2	S3	S1	S2	S3
$M=6.4, D_f=9 \text{ km}$	0.25	18	25	43	8.5	14.5	24.5
$M=7.4 - D_f=21 \text{ km}$	0.25	18	25	43	7.0	13.0	20.0
Terremoto forte		S1	S2	S3	S1	S2	S3
$M=6.4 - D_f=21 \text{ km}$	0.15	11	15	26	5.0	8.5	15.0
$M=5.6 - D_f=9 \text{ km}$	0.15	11	15	26	3.0	5.5	9.0
	EPA (g)	t_D (s)			I_H (cm/s)		
Terremoto disastroso		S1	S2	S3	S1	S2	S3
$M=6.4, D_f=9 \text{ km}$	0.25	17	22	29	60-70	80-105	130-170
$M=7.4 - D_f=21 \text{ km}$	0.25	32	41	53	60-70	80-105	130-170
Terremoto forte		S1	S2	S3	S1	S2	S3
$M=6.4 - D_f=21 \text{ km}$	0.15	20	25	32	35-45	50-65	80-100
$M=5.6 - D_f=9 \text{ km}$	0.15	9	11	15	35-45	50-65	80-100

Per la modellazione dei sismogrammi sintetici con faglie estese viene utilizzata una sorgente a due faglie con meccanismo normale che riproduce la situazione della scarpata Ibleo-Maltese, che ha probabilmente originato il terremoto del 1693 (MS=7). Gli accelerogrammi sono stati calcolati con la somma multimodale per diversi scenari di rottura (unilaterale, bilaterale) al fine di valutare gli effetti di direttività in una serie di siti nelle città di Catania, Augusta, Siracusa e dintorni. Dai tests effettuati risulta chiara l'importanza fondamentale della direttività della sorgente nella stima della pericolosità di un sito. Utilizzando le informazioni geotecniche disponibili, in parte acquisite nel corso del progetto, si è inoltre effettuata una analisi di microzonazione per la città di Augusta, applicando la metodologia ibrida basata sulla somma modale e sulle differenze finite. Sono state calcolate le risposte del terreno lungo sezioni anelastiche lateralmente eterogenee. Le amplificazioni più rilevanti, fino ad un fattore 10, si manifestano per frequenze superiori ai 2 Hz, in corrispondenza di sedimenti superficiali più soffici. Il potenziale distruttivo derivato da tali sismogrammi sintetici è risultato confrontabile con quello ottenuto da dati sperimentali, registrati in simili condizioni di distanza dalla sorgente, sua magnitudo e condizioni locali del Terreno.

I risultati ottenuti nel presente studio sono stati confrontati con i valori indicati per Augusta, Siracusa e Noto nelle Carte di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale (Quaderni di Geofisica n.12, Istituto Nazionale di Geofisica ISSN 1590-2595, Dicembre 2000, a cura di D. Albarello, V. Bosi, F. Bramerini, A. Lucantoni, G. Naso, L. Peruzza, A. Rebez, F. Sabetta, D. Slejko). In questo rapporto vengono forniti i valori del PGA e

dell'Intensità Macrosismica corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno 475 anni). Nel presente studio lo scenario relativo al Terremoto Disastroso è stato stimato per un periodo di ritorno dello stesso ordine di grandezza (circa 475 anni.). In Tab. 0.3 si confrontano i valori derivati nel presente studio e quelli delle suddette Carte di Pericolosità Sismica.

Dal confronto emergono valori assai diversi per l'accelerazione del suolo, mentre le intensità possono ritenersi paragonabili per Siracusa e Noto ma con una differenza di un grado nel caso di Augusta. E' probabile che le notevoli differenze siano imputabili non tanto alla procedura numerica adottata, quanto piuttosto alle ipotesi di base su cui si fonda la metodologia utilizzata.

È inoltre interessante segnalare che i valori del PGA indicati nelle Carte di Pericolosità Sismica risultano non compatibili con le corrispondenti intensità macrosismiche.

Tab. 0.3: Confronto fra i valori derivati nel presente studio ed ottenuti da carte di Pericolosità Sismica.

Augusta	Accelerazione (g)	Intensità MCS
Presente Studio - EPA	0.35	10.0
Carte di Pericolosità Sismica - PGA	0.187	9.0
Siracusa	Accelerazione (g)	Intensità MCS
Presente Studio - EPA	0.35	9.5
Carte di Pericolosità Sismica - PGA	0.191	9.5
Noto	Accelerazione (g)	Intensità MCS
Presente Studio - EPA	0.25	9.5
Carte di Pericolosità Sismica - PGA	0.184	9.0

Studi realizzati

Per la definizione dei terremoti di scenario sono stati realizzati diversi studi riguardanti i vari aspetti che concorrono alla caratterizzazione dello scuotimento sismico. Tali studi sono sinteticamente descritti nel seguito.

Contesto sismotettonico

È stato definito il contesto sismotettonico della Sicilia Sud Orientale e sono state identificate le potenziali sorgenti sismogenetiche dei terremoti di scenario. Per l'evento limite superiore (terremoto disastroso) le probabili sorgenti sono state associate alle strutture distensive della Scarpata Ibleo-Maltese, sulla base di tutti i dati disponibili, tra i quali vanno ricordati il quadro degli effetti macrosismici dei terremoti storici (1169, 1693), l'inquadramento sismotettonico e geofisico, e le simulazioni mediante sismosintesi. Per lo scenario Terremoto disastroso a Noto, e per distanze brevi, la sorgente considerata è stata associata alla Faglia di Ispica.

Per la definizione del terremoto forte, corrispondente allo scenario meno severo, sono state considerate come possibili sorgenti responsabili la stessa Scarpata Ibleo-Maltese, la Faglia di Ispica, il graben di Scordia-Lentini, il sistema di fagliazione prossimo a Mineo, ecc., distinguendo i diversi casi relativi ad Augusta e Siracusa da una parte e Noto dall'altra.

Nell'applicazione dell'approccio ingegneristico per la definizione delle dimensioni (magnitudo e momento sismico) dei Terremoti di Scenario sono stati considerati sia il contesto sismotettonico dell'area che la sismicità storica. Inoltre, è stato applicato un approccio innovativo, basato sulla stima del rilascio di momento sismico corrispondente ai settori sismogenetici che si possono individuare nell'Area Sismica Iblea. In questo modo sono stati definiti gli eventi di scenario e le relative probabili sorgenti indicate in Tab. 0.4 (D_f è la distanza dalla proiezione superficiale della sorgente estesa; T_m è il periodo medio di ritorno dell'evento).

Tab. 0.4: Eventi di scenario e probabili sorgenti.

Augusta • Siracusa				
Terremoto	M	T_m (anni)	D_f (km)	Probabili sorgenti determinanti
Disastroso	7.4	□500	12	Scarpata Ibleo Maltese
Forte	6.4	□120-150	12	Scarpata Ibleo Maltese
Noto				
Terremoto	M	T_m (anni)	D_f (km)	Probabili sorgenti determinanti
Disastroso	7.4	□500	21	Scarpata Ibleo Maltese
Disastroso	6.4	-	9	Faglia di Ispica
Forte	6.4	□120-150	21	Scarpata Ibleo Maltese
Forte	5.6	-	9	Faglia di Ispica

Utilizzando una sorgente bidimensionale, sono stati calcolati gli accelerogrammi a 3 componenti, nell'intervallo 0-1 Hz, per ricevitori posti a Catania, Augusta, Siracusa, Noto, Giarre, Sortino, Piana-CT e Scordia (Fig. 0.1). La sorgente è stata modellata con due sottofaglie rettangolari per rappresentare la scarpata Ibleo-Maltese che ha probabilmente originato il terremoto del 1693 ($M_s=7$). I dati sono stati ottenuti da informazioni raccolte in ambito GNDT. Due diversi meccanismi di sorgente sono stati usati sulle due sottofaglie; la sottofaglia A ha strike=352°, dip= 80° rake=270°, la sottofaglia B ha strike=346°, dip= 80° rake=270°. La nucleazione principale è a 15 km di profondità. Gli accelerogrammi sono stati calcolati per un momento sismico scalare totale pari a 4×10^{19} Nm distribuito uniformemente sulla faglia e per tre diversi modelli di propagazione della rottura al fine di valutare gli effetti di direttività sulle serie temporali calcolate. La rottura si propaga da Sud a Nord nel modello 1, dal centro della faglia bilateralmente verso le due estremità nel modello 2 e da Nord a Sud nel modello 3 (Fig. 0.1)

In Tab. 0.5 sono riportati (in cm/s^2) i valori di massima accelerazione per ciascuna delle otto stazioni considerate (componenti verticale = Z, trasversale = T, radiale = R Est-Ovest = EW e Nord Sud = NS) in corrispondenza dei 3 diversi modelli di rottura (M).

Tab. 0.5: Valori di massima accelerazione (in cm/s^2) per ciascuna delle otto stazioni considerate (componenti verticale = Z, trasversale = T, radiale = R Est-Ovest = EW e Nord Sud = NS) in corrispondenza dei 3 modelli di rottura (M).

Giarre				Sortino		
M	Z	WE	NS	Z	WE	NS
1	20.94	158.56	52.53	100.51	185.52	305.98
2	19.69	101.21	28.78	68.22	40.03	32.18
3	5.68	17.28	3.90	160.84	377.39	233.83

Catania						
M	Z	WE	NS	Z	WE	NS
1	232.99	270.95	235.63	79.19	56.99	36.69
2	182.29	360.79	315.15	99.38	185.08	151.82
3	47.39	38.52	21.18	60.54	145.67	58.45

Piana				Augusta		
M	Z	WE	NS	Z	WE	NS
1	158.37	205.24	209.13	193.91	280.96	260.94
2	53.81	62.79	179.48	84.67	72.43	37.61
3	64.69	46.51	14.07	112.00	348.84	146.18

Scordia				Siracusa		
M	Z	WE	NS	Z	WE	NS
1	110.43	189.99	243.57	174.58	341.89	357.58
2	103.98	60.45	52.32	160.00	407.25	263.85
3	105.48	84.40	62.25	162.30	214.11	113.28

U.R. Roma (Decanini, Mollaioli), U.R. Trieste (Saraò, Suhadolc, Panza, Romanelli, Vaccari), U.R. Catania (Tortorici).

Modellazione di Tsunami

Lo studio è stato focalizzato sul terremoto del 1693 con l'obiettivo principale di ricavare informazioni sulla struttura responsabile. Sono state esaminate diverse ipotesi di faglia proposte da diversi autori simulando numericamente l'evento e confrontando i risultati ottenuti con le osservazioni storiche. La conclusione principale è che le faglie poste in corrispondenza del graben di Scordia-Lentini sono quelle meglio rispondenti ai criteri dedotti dalle informazioni storiche. Tuttavia nessuna delle faglie esaminate soddisfa completamente i criteri individuati, per cui il problema dell'identificazione della sorgente dell'evento del 1693 rimane ancora aperto e non esclude affatto la scelta effettuata per i terremoti di scenario.

U.R. Bologna (Tinti, Armigliato, Bortolucci).

Caratterizzazione Geotecnica

La Caratterizzazione Geotecnica di massima delle unità geologiche e la preparazione delle relative sezioni ha comportato:

- la definizione degli andamenti degli orizzonti più superficiali delle aree di Augusta, Siracusa e Noto e la produzione delle relative carte litostratigrafiche corredate dei profili geologici nel caso di Augusta e con l'avvio della preparazione di tali elementi per Siracusa e Noto. U.R. Catania (Tortorici).

- le misure sismiche in situ, che hanno condotto alla predisposizione di dettagliati profili di velocità V_S a Noto, Siracusa ed Augusta. Le velocità V_S sono state determinate dall'inversione non-lineare (hedgehog) delle velocità di gruppo delle onde di Rayleigh, determinate col metodo FTAN.

- le proprietà dinamiche dei Terreni di Augusta e Noto è stata realizzata mediante prove in situ e prove di laboratorio che hanno permesso l'identificazione dei parametri geotecnici utili per l'analisi degli effetti di sito e per la modellazione degli strati più superficiali del suolo.

U.R. Napoli (Nunziata, Centamore, Natale, Spagnuolo) in collaborazione con U.R. Trieste (Panza, Costa). U.R. Catania (Maugeri, Cavallaro).

Analisi storico-sismologica

Per quanto riguarda l'Analisi Storico-Sismologica, sono state realizzate le seguenti ricerche:

- Studi e rivalutazioni degli eventi sismici principali (1025, 1169, 1542, 1624, 1693, 1727, 1818a, 1818b, 1848, 1908, ecc.) che hanno interessato Siracusa, Augusta e Noto, includendo la stima dei parametri di sorgente mediante correlazioni derivate appositamente per l'area;

- Aggiornamento e revisione del data-set regionale degli eventi sismici della Sicilia Sud Orientale.

- Ricostruzione della storia sismica delle tre città (intensità macrosismiche rilevate, cataloghi di sito) e determinazione della relativa pericolosità mediante l'applicazione di diverse metodologie che considerano i risentimenti locali e che forniscono le probabilità di occorrenza sia in termini di intensità che dei parametri del moto del suolo (dedotti mediante specifiche correlazioni). I risultati ottenuti sono stati di grande utilità per il riscontro dei valori ricavati, per la definizione dei terremoti di scenario, con altri approcci di tipo ingegneristico e sismologico. Inoltre sono stati catalogati i fenomeni sismo-geologici di interesse per il rischio del territorio.

Si è infine utilizzata una procedura ad hoc per la caratterizzazione dei risentimenti macrosismici che ha permesso una prima stima dei periodi medi di ritorno T_m per le diverse Intensità Macrosismiche riferite ad Augusta, Siracusa e Noto (Tab. 0.6).

Tab. 0.6: Intensità macrosismiche riferite ad Augusta, Siracusa e Noto.

Intensità I_{MCS}	AUGUSTA	SIRACUSA	NOTO
IV	5	6	7
V	11	12	15
VI	23	27	34
VII	49	58	76
VIII	105	126	172
IX	225	272	387
X	484	587	873
X-XI	710	864	1311

U.R. Roma (Decanini, Mollaioli), U.R. Catania Univ. IIV (Barbano, Rigano, Azzaro), U.R. Catania (Oliveto).

Valutazione della Sismicità Regionale

Per quanto concerne la Valutazione della Sismicità Regionale è stata analizzata la sua distribuzione spaziale e temporale considerando inoltre gli aspetti energetici alle sorgenti e sono quindi state dedotte le relazioni Frequenza-Magnitudo e Frequenza-Intensità per l'area sismica della Sicilia Sud Orientale, utilizzando diversi metodi di fitting. I risultati ottenuti hanno suffragato la scelta dei parametri essenziali dei Terremoti di Scenario.

Considerando complessivamente l'intera Sicilia Sud Orientale (Area Sismica Iblea) le relazioni Frequenza-Magnitudo, appositamente desunte, forniscono i periodi medi di ritorno in funzione delle diverse magnitudo indicati in Tab. 0.7.

Tab. 0.7: Valori di magnitudo e periodi medi di ritorno.

Magnitudo M_L o M_S	Periodo Medio di Ritorno (Anni)
5.0	16-18
5.5	33-35
6.0	69-72
6.5	142-150
7.0	285-312
7.5	570-647

Dall'analisi integrata di tutte le informazioni disponibili, che è il risultato di una approfondita e dettagliata ricerca, comprendenti studi geofisici della crosta e della litosfera, studi dell'assetto geologico e tettonico (inquadramento sismotettonico), dati storici e strumentali sugli eventi sismici avvenuti, studi del flusso energetico (rilascio di *strain*, rilascio di momento sismico), valutazioni della sismicità regionale, caratteristiche geotecniche dei terreni, ecc., è emerso un preoccupante quadro di pericolosità sismica in Augusta, Siracusa e Noto.

Dal punto di vista sismotettonico l'andamento nel tempo del rilascio di momento sismico e la distribuzione spaziale degli effetti dei due eventi maggiori (1169 e 1693) suggerisce l'esistenza di una struttura o di un sistema sismogenetico in grado di accumulare elevate deformazioni regionali e perciò capace di liberare notevoli quantità di energia in modo concentrato nel tempo. La durata del ciclo sismico, assimilato all'intervallo di ricorrenza degli eventi maggiori, può stimarsi, in base ai dati disponibili, tra i 500 e gli 800 anni e corrisponde a quello di una zona continentale a rapida deformazione crostale.

I diagrammi di rilascio di momento sismico contengono due singolarità parossistiche corrispondenti agli eventi 1169 e 1693 e lunghi intervalli di quiescenza o di ridotta attività sismica. Questo stile sismico risulta estremamente pericoloso, dato che l'ultimo evento catastrofico è assai lontano nel tempo (1693). Ciò può condurre ad una sottovalutazione della reale pericolosità sismica della regione.

U.R. Roma (Decanini, Mollaioli), U.R. Catania (Oliveto).

Funzioni di Trasferimento Sorgente-Sito

Per la necessità di una loro applicazione in alcune delle metodologie impiegate nella valutazione della pericolosità sismica, sono state calibrate diverse relazioni della variazione spaziale dei parametri caratterizzanti il potenziale distruttivo del moto del suolo: Intensità Macrosismica, EPA, PGD, Input Sismico Energetico, ecc. considerando specificatamente le caratteristiche della zona (Area Sismica Iblea). Inoltre, è stato realizzato uno studio statistico su un data set di registrazioni strong ground motion, appositamente predisposto, considerando diversi intervalli di magnitudo, distanza dalla

sorgente sismica e tipo di suolo. Tale studio costituisce un ulteriore supporto per l'analisi delle funzioni di trasferimento sorgente-sito e per la valutazione degli scuotimenti di scenario.

U.R. (Decanini, Mollaioli).

Modellazione del Moto del Suolo atteso per diversi scenari sismici. Produzione di Segnali Sintetici

È stata messa a punto una metodologia per la generazione di accelerogrammi artificiali in cui la propagazione delle onde sismiche è modellata mediante un approccio sintetico basato sulle tecniche di somma modale e differenze finite. Per verificare l'affidabilità e l'applicabilità della metodologia all'area della Sicilia Sud Orientale sono state effettuate alcune simulazioni con produzione dei relativi segnali sintetici, ipotizzando l'enucleazione della rottura nel segmento settentrionale della Scarpata Ibleo-Maltese (Fig. 0.1). I risultati ottenuti sono stati successivamente analizzati applicando criteri energetici ed infine sono stati confrontati con i valori dei parametri del moto del suolo ottenuti con approcci di tipo ingegneristico.

L'analisi dei risultati conferma la validità della metodologia sismologica e la possibilità di produrre segnali sintetici corrispondenti ai due scenari proposti per Siracusa, Augusta e Noto, coerenti ed adeguati alla valutazione del danno, tenendo conto delle tipologie costruttive presenti.

U.R. Trieste (Suhadolc, Panza, Romanelli, Vaccari), U.R. Roma (Decanini, Mollaioli).

Terremoti di Scenario per Augusta, Siracusa e Noto

Sulla base degli studi condotti, integrando le diverse procedure adottate, sono stati determinati i parametri caratteristici del potenziale distruttivo del moto del suolo (convenzionali ed energetici) per i due terremoti di scenario previsti. Inoltre, sono stati elaborati, mediante modellazione, i segnali sintetici corrispondenti ai diversi terremoti per Augusta, Siracusa e Noto.

Le metodologie utilizzate sono innovative e diverse dagli usuali approcci derivati dal classico Metodo di Cornell. I risultati ottenuti offrono, inoltre, lo spunto per nuove applicazioni di queste metodologie innovative ad altre situazioni. Gli effetti di sito, in prima istanza, vengono tenuti in conto mediante la caratterizzazione del tipo di suolo. Ulteriori raffinamenti potranno essere realizzati mediante apposite modellazioni locali, ma comunque i valori forniti costituiscono un utile riferimento.

U.R. Roma (Decanini, Mollaioli), U.R. Trieste (Suhadolc, Panza, Romanelli, Vaccari).

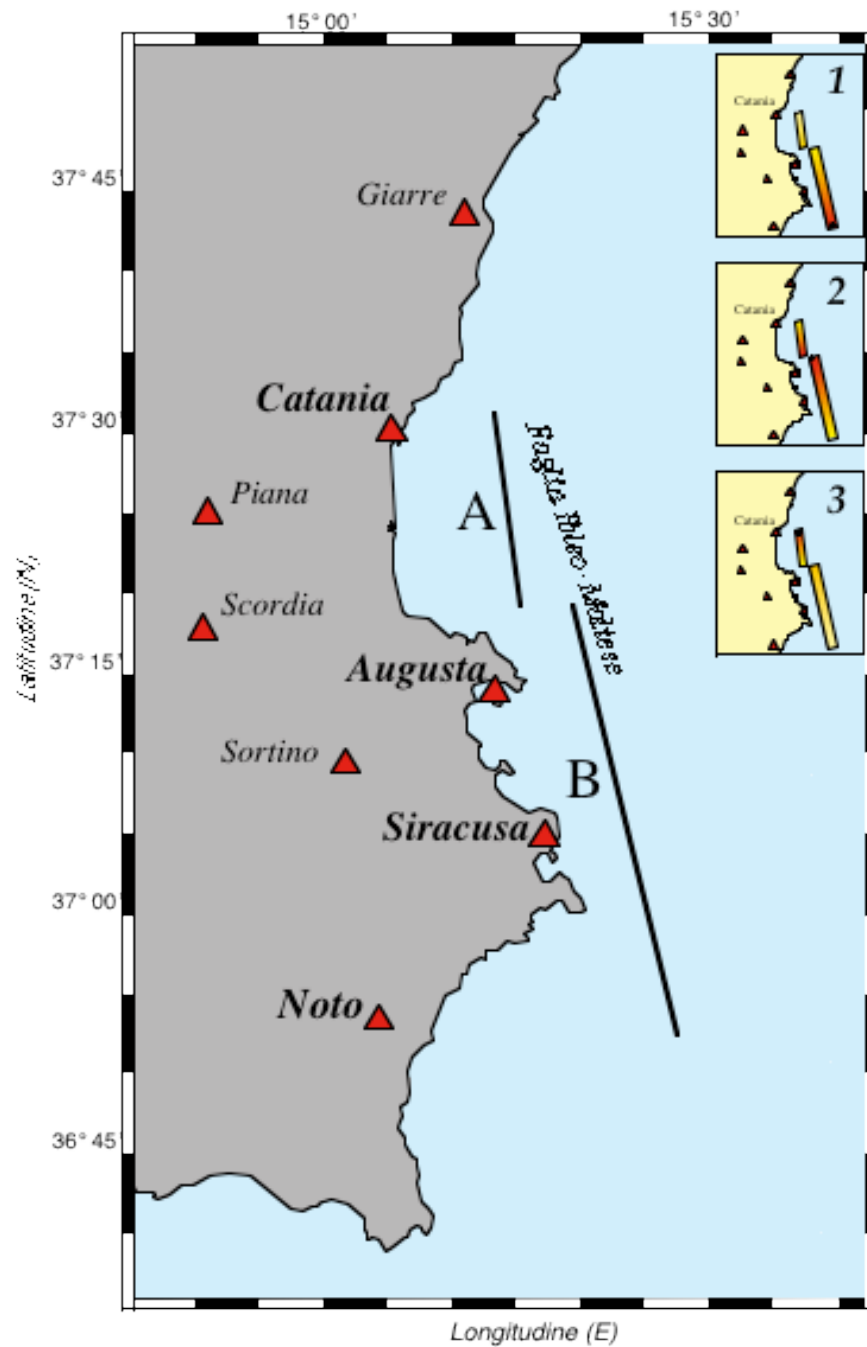


Fig. 0.1 - Mappa con le stazioni (triangoli) ove sono stati calcolati i sismogrammi. La faglia è stata modellata con le due sottofaglie A e B. Nei riquadri in alto a destra sono riportati i 3 diversi modelli di propagazione della rottura adottati nel calcolo. La nucleazione della rottura è evidenziata con una stella.

Stime di Danno

Per questa fase del progetto erano previsti soltanto studi iniziali finalizzati a stime del danno mediante approcci semplificati, mentre la costruzione degli scenari di danno era prevista in fasi successive, che esulano dai limiti di tempo previsti per questo progetto. Riguardo alla vulnerabilità, all'efficacia dei provvedimenti per l'adeguamento sismico, e la valutazione della risposta dinamica di edifici in cemento armato tipici dell'area, si sono ottenuti interessanti risultati di grande utilità per la futura valutazione dei danni nonché di eventuali interventi di prevenzione. Inoltre, sono state dettagliatamente analizzate le risposte di una decina di edifici in c.a. (pre-normativa) danneggiati durante il terremoto della Sicilia Sud Orientale del 1990. Dall'analisi emerge che danni abbastanza severi sono da attendersi anche per eventi moderati. È stata inoltre esaminata l'applicazione ai casi Augusta-Siracusa-Noto dei risultati già ottenuti negli studi di vulnerabilità degli edifici di Catania. Le analisi realizzate indicano che, per gli edifici in cemento armato pre-normativa le conclusioni desunte nello studio di Catania sono estensibili alla Sicilia Orientale.

Per quanto riguarda gli edifici in cemento armato pre-normativa, i risultati conseguiti e i comportamenti osservati in queste tipologie consentono di affermare che:

- le strutture prive di tamponature non permettono di ottenere un EPA di collasso superiore a 0.10g, mentre l'inizio dei danni apprezzabili si verifica per un EPA di circa 0.03g;
- con tamponature realizzate a regola d'arte, continue in elevazione, si può raggiungere un EPA di collasso pari a 0.20g, con inizio di danno a 0.05g;

Queste conclusioni risultano concordanti con i comportamenti ed i danneggiamenti osservati durante il Terremoto del 13 dicembre 1990 in Sicilia Sud Orientale.

U.R. Roma (Decanini, Mollaioli), U.R. Catania (Oliveto, Calì, Buda).

Potenziale Distruttivo dei Terremoti in Termini Energetici

E' stata esaminata la possibilità di applicare alla Sicilia Orientale criteri riguardanti la definizione delle azioni sismiche in termini energetici. Sulla base dei parametri energetici sono stati delineati i criteri per la scelta di accelerogrammi sintetici relativi ad uno scenario di terremoto forte. I risultati ottenuti indicano che gli aspetti energetici possono fornire criteri affidabili per la selezione degli accelerogrammi necessari per gli studi di rischio.

U.R. Roma (Decanini, Mollaioli), U.R. Trieste (Suhadolc, Panza, Romanelli, Vaccari).