

DIFENDERSI DAI TERREMOTI

1. PREMESSE

I dolorosi eventi della Turchia e della Grecia verificatisi recentemente a breve distanza di tempo, hanno ancora una volta polarizzato l'attenzione della pubblica opinione su un problema antico quanto l'uomo, quello dei terremoti.

Gli sforzi che vengono compiuti da decenni da parte di molti ricercatori impegnati in questo settore, non hanno fino ad oggi fornito elementi tali da poter avanzare una attendibile teoria atta a prevedere gli eventi.

Quindi l'unica seria difesa resta ancora quella della prevenzione. Ma per questa operazione, finalizzata soprattutto alla revisione del patrimonio edilizio esistente, non vi sono sufficienti risorse disponibili da parte dello stato, in considerazione del fatto che in Italia, ed in Basilicata in particolare, oltre l'80% delle costruzioni è a rischio di crollo in caso di forte terremoto.

Tra queste risulta essere altissima la percentuale degli edifici privati, per cui l'unica strada percorribile è quella dell'agevolazione fiscale e dello snellimento delle procedure, in maniera da invogliare il cittadino

a provvedere direttamente ad una operazione di "miglioramento sismico" che, anche se non copre al 100% il rischio, almeno consente di eliminare il pericolo di crollo, per la salvaguardia delle vite umane. Si ritiene che questo sia un preciso dovere dello Stato, che ha eccessivamente tardato nell'attivare ufficialmente le classificazioni sismiche in aree notoriamente esposte a questo rischio, come in Basilicata. Ciò ha prodotto, negli anni in cui il patrimonio edilizio si è decuplicato, una situazione di notevole esposizione a questo pericolo, dato che tutte le calcolazioni strutturali sono state condotte in totale assenza di forze sismiche.

Questa strategia deve essere comunque estesa a tutti gli edifici, in particolare quelli pubblici, ed in questo caso (ovviamente) con impegno economico diretto da parte del Governo.

Per la totalità dell'operazione (sia pubblica che privata) è comunque importante stabilire una scala di priorità di intervento, con un check affidabile, riferito non solo alla destinazione dell'edificio stesso, ma anche ad un suo preciso inquadramento territoriale

(rischio locale di scuotibilità) per calibrare la più corretta analisi strutturale.

È molto importante costruire un modello necessario a definire lo "scenario" dei danni per tutte le sorgenti sismiche presenti in regione, ma trattando queste ultime separatamente, in modo da poter valutare preventivamente il probabile danno indotto nei diversi aggregati urbani in caso di attivazione di una delle faglie.

Da parte della Regione Basilicata (Assessorato alla Protezione Civile) è stato già sviluppato uno studio finalizzato per il ripristino ed ampliamento del monitoraggio sismico sull'intero territorio regionale, atto ad assicurare una seria ed efficace azione di prevenzione.

Si ricorda che la rete sismo-accelerometrica in corso di realizzazione, oltre a fornire informazioni preziose in caso di evento disastroso (accelerogrammi, calcolo delle velocità e degli spostamenti, spettri di risposta), eserciterà a regime anche funzioni di sorveglianza ed approfondimento delle conoscenze.

2. STATO DELL'ARTE SULLE CONOSCENZE NEL SETTORE SISMICO

Con una certa soddisfa-

di Maurizio Leggeri

zione, si può infatti sostenere che il quadro delle conoscenze nella nostra regione ha raggiunto uno standard molto elevato ponendosi certamente ai livelli tra i più alti in Italia.

La Basilicata è notoriamente una zona ad alto livello di pericolosità rispetto al rischio sismico, ufficialmente riconosciuto a livello governativo (come si è precedentemente accennato) con ritardo eccessivo, solo all'indomani del terribile evento del 23 novembre 1980.

Infatti, malgrado l'evidenza storica, la zona sismica ufficialmente riconosciuta era precedentemente limitata alla sola area del Vulture, con sette comuni in 1^a categoria e tre in 2^a, a seguito della classificazione introdotta dopo il terremoto del 23 luglio 1930.

Dopo il novembre del 1980, tutti i comuni della Provincia di Potenza ancora non classificati (90) furono dichiarati di 2^a categoria, mentre per la Provincia di Matera 23 Comuni su 31 vennero inclusi nella lista, e precisamente 22 in 2^a categoria ed 1 (Grottole) in 3^a.

I due decreti ministeriali (7/3/81 e 3/6/81) emanati con urgenza poco dopo il sisma, con carattere di provvisorietà, non hanno invece registrato alcun aggiornamento successivo, che sarebbe stato invece necessario, a seguito dei recenti studi condotti nella nostra regione¹.

Come è stato ormai dimostrato, la zona della Basilicata a nord-ovest (area di Pescopagano-Castelgrande), presenta una pericolosità sismica ben superiore a quella catalogata co-

me 1^a, pur essendo classificata soltanto di 2^a. Stessa anomalia (anche se in misura meno rilevante) si può riscontrare per la Val d'Agri, classificata di 2^a, ma con rischio effettivo pari alla 1^a categoria.

Negli scorsi anni, a seguito del terremoto che colpì l'area di Potenza nel maggio del 1990, e grazie ai risultati conseguiti con l'inizio di una campagna di monitoraggio (rilevatasi molto preziosa), è stata fatta luce sulle particolari caratteristiche del territorio della nostra regione in merito al rischio sismico. In particolare è stato possibile far luce su una peculiare sismicità della zona circostante il capoluogo, evidenziando tipiche caratteristiche sismogenetiche dell'area, precedentemente del tutto sconosciute. Pertanto, con queste nuove scoperte, è stato possibile aggiornare la mappa delle faglie attive in Basilicata, con un quadro sufficientemente attendibile e con particolare riferimento alle più recenti esperienze californiane a seguito delle quali sono stati messi in luce numerosi casi di amplificazione che sempre si verificano in molte aree a causa dei fenomeni di interazione suolo-struttura.

Non vanno ovviamente trascurati i fenomeni sismici di minore intensità molto frequenti per le faglie antiappenniniche (con periodi di ritorno brevi), perché a dispetto delle più modeste magnitudo osservate, producono fenomeni di amplificazione sismica molto accentuati aggravati dalla vicinanza degli epi-

centri e relativamente modesta profondità ipocentrale.

3. IL PROGETTO DI MONITORAGGIO DEL TERRITORIO

Sono state in precedenza sottolineate le funzioni di sorveglianza che la rete sismo-accelerometrica offrirà, in tempi ristretti, su tutto il territorio regionale.

Il programma di settaggio degli strumenti è quindi orientato all'utilizzo di soglie di "trigger" molto basse, in maniera da poter tempestivamente rilevare l'inizio di una sia pur minima attività sismica, individuando la faglia responsabile di questa attività.

Può essere quindi già individuabile lo scenario di pericolo massimo offerto dall'attivazione di questa faglia, dato che sono note le rispettive "Magnitudo Massime attese (M.M.A.)", insieme a quelle più prevedibili nei prossimi 50 anni, calcolate con metodo probabilistico secondo i criteri in uso in tutto il mondo scientifico.

Bisogna quindi valutare gli effetti prodotti sul territorio nelle ipotesi più probabili (e qualche volta più pessimistiche, tramite input di M.M.A.), quantificando per ogni centro abitato della regione le possibili amplificazioni sismiche prodotte da fattori geologici e morfologici con la costruzione dei rispettivi "contour map" territoriali che, simulando gli effetti prodotti dal sisma, illustrano lo scenario risultante dall'attivazione di ciascuna faglia presente in regione, ovviamente in una scala

territoriale sufficientemente estesa.

Eventuali casi particolari potranno in seguito essere separatamente studiati ed ampliati con studi specifici dedicati ad ogni comune, a seguito di iniziative e finanziamenti di tipo diverso.

Sono state, nel contempo, già tracciate le linee di impostazione generale, anche sulla base di recenti esperienze presso l'Università di California.²

Infatti, come risulta da molte pubblicazioni, tutte le caratterizzazioni delle condizioni geotecniche dei vari siti californiani, sono state notevolmente agevolate dalla disponibilità di numerose registrazioni accelerometriche che hanno reso possibile misurare direttamente le velocità delle onde S durante i fenomeni sismici. In assenza di un numero sufficiente di rilevazioni dirette in Basilicata³, è stata già attivata una metodologia per poter risalire attraverso alcuni dati geotecnici alla più probabile velocità delle onde S nel mezzo analizzato e quindi alla corrispondente amplificazione spettrale.

Nel frattempo, oltre all'iniziativa in corso per la rete sismo-accelerometrica del Dipartimento di Protezione Civile della Regione Basilicata, si dovrà compiere un'azione promozionale nei confronti di tutti i Comuni per l'acquisto di uno strumento (scelto tra quelli di costo minore) per riuscire ad impiantare una stazione di monitoraggio in ogni centro abitato della nostra regione. Solo questa operazione potrà consentire di avere a disposizione in tempi ridotti, una diffusa campagna di acquisizione

con conseguente affidabilità dei dati da elaborare successivamente.

4. CARATTERIZZAZIONE DEI PARAMETRI DI AMPLIFICAZIONE

Si è già detto che solo una prolungata attività di monitoraggio potrà fornire dati certi per la valutazione delle amplificazioni sismiche.

In attesa che ciò avvenga diviene necessario definire le correlazioni esistenti tra i parametri geotecnici ed i fenomeni di amplificazione spettrale per poter apportare le modifiche ai modelli di rischio già disponibili (V. testo citato nella nota 1) utilizzando i fattori locali che sono influenti in maniera risolutiva nella determinazione dei risultati finali.

È inoltre necessario modificare il campo di utilizzo delle fonti di rischio che nei casi fin qui sviluppati comprendono, per ogni sito, l'insieme di tutte le faglie individuate sin ora sul territorio.

Per i nostri scopi, se si desidera costruire uno "scenario" del danno derivante dall'attivazione di una sola faglia (sulla base delle indicazioni ottenibili da un monitoraggio sismico con trigger tarato su bassa soglia, e quindi capace di segnalarci in anticipo il passaggio di una sorgente sismica da fase quiescente a fase attiva), è necessario ridefinire sull'intero territorio regionale gli effetti "separati" prodotti da ciascuna delle faglie esistenti.⁴

In sintesi, gli studi fin qui sviluppati ed illustrati nel testo precedentemente citato (V. nota 1) hanno definito i parametri di rischio in tutte le aree della

nostra regione, tenendo conto "contemporaneamente" di tutte le sorgenti sismiche presenti sul territorio, mentre ora è necessario isolare il rischio derivante dall'attivazione di una specifica faglia.

Successivamente, i risultati ottenuti vanno corretti dai fattori amplificativi (spettrali) sulla base delle correlazioni che verranno indicate nel successivo paragrafo.

È opportuno comunque precisare che questa risolutiva fase sarà integrata in tempi brevi con l'ausilio di un approccio interdisciplinare e con l'uso di mezzi impegnativi e costosi, quali ad esempio rilevamenti aerei ed applicazioni G.I.S. (Geographic Information System). È stato già presentato ed approvato nello scorso mese di agosto un progetto con fondi POP Basilicata dal titolo "Vulnerabilità Sismica delle Aree Urbanizzate della Re-

gione Basilicata".

5. CORRELAZIONI PER LA DEFINIZIONE DELLE AMPLIFICAZIONI

Come si è accennato in precedenza esistono numerosi studi che correlano, per diversi tipi di terreni, i parametri delle velocità delle onde di taglio S e l'amplificazione spettrale media.

È stato quindi utilizzato un interessante studio di R. Borcherd et Alii, grazie al quale sono stati sviluppati i modelli più attendibili per la correlazione richiesta⁵.

Utilizzando i valori "medi" di alcuni dati sperimentali è stato ricavato il grafico in figura 1.

Il Fit 1 dei dati sperimentali fornisce una regressione approssimata (Exponential, Log) applicabile solo su valori alti delle velocità, mentre il Fit 2 (soddisfacente sull'intero range delle velocità) risulta

essere una polinomiale di 7° grado, complessa sul piano puramente matematico ma di facile utilizzazione a mezzo uso del computer tramite la definizione della funzione nel Software applicativo.

È evidente che la situazione ideale sarebbe quella di poter disporre subito di un gran numero di dati rilevati da strumentazioni sismo-accelerometriche posizionate in free field. In attesa che ciò possa essere possibile, bisogna attingere a studi del settore, per avere la possibilità di risalire a questi dati attraverso le caratteristiche geotecniche dei terreni.

Uno studio di Fumal e Tinsley per terreni pleistocenici ed olocenici, tratto dal testo riportato nella nota 2, a seguito di opportuna elaborazione, ci fornisce il grafico in figura 2.

Anche in questo caso si ottiene la migliore regressione con una polinomiale di 7° grado.

Fino a quando non saranno disponibili dati regi-

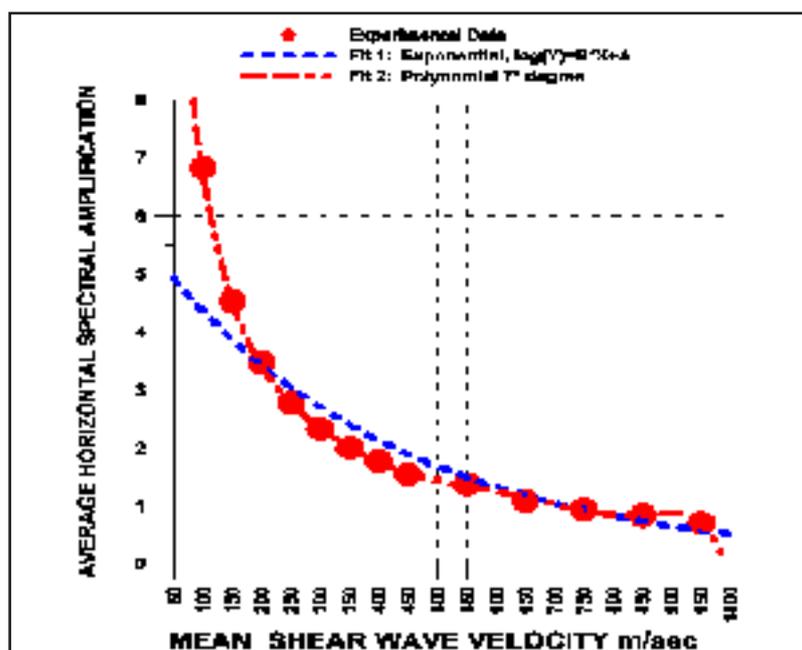


Fig. 1: correlazione tra velocità onde S ed amplificazione spettrale orizzontale.

strati nelle varie località, per poter valutare le amplificazioni locali si potrà quindi far riferimento alle due regressioni descritte, tenendo conto che diviene anche molto semplice correlare direttamente l'indice dei vuoti "e" all'amplificazione spettrale media (AHSA), operando sulle due leggi precedenti.

Il risultato finale ci conduce direttamente ad una equazione del tipo:

$$AHSA = f(e)$$

in cui la funzione è rappresentata da una polinomiale di 10° grado, su cui non ci soffermiamo per brevità di esposizione.

6. CONCLUSIONI

Per quanto esposto si ritiene quindi molto utile per la protezione civile poter disporre di uno strumento informatico funzionale e potente, capace di rappresentare in tempo reale lo scenario risultante dall'attivazione di una faglia al massimo della sua

pericolosità. Come è facile intuire, poter avere a disposizione anticipatamente lo "scenario" dell'evento, costituisce un notevole vantaggio, poiché vengono soddisfatte le esigenze dell'organizzazione sia in fase di prevenzione (adeguamenti sismici, progettazioni di nuove strutture, ecc.) sia in fase di emergenza.

In attesa di poter attivare gli approfondimenti previsti nel progetto POP già approvato, sono comunque state già sviluppate le mappe "di base" per gli scenari risultanti dall'attivazione delle diverse faglie (considerate separatamente), e le metodologie analitiche ed informatiche per la valutazione delle amplificazioni.

Quest'ultima fase costituisce un importante anello della catena nella ricerca, che arricchisce e completa la parte di studio già svolta sino ad oggi, detta-

giatamente descritta nel volume citato nella nota 1.

È opportuno comunque sottolineare che quest'ultima, per quanto possa apparire non esaustiva, è determinante per una base di partenza sulla quale impostare il lavoro futuro. Non bisogna infatti trascurare la circostanza che essa pur prescindendo dagli approfondimenti citati, si basa essenzialmente sull'analisi della storicità che è costituita quasi totalmente da dati "macrosismici" i quali già contengono i fattori amplificativi che saranno oggetto del lavoro di approfondimento. Non dimentichiamo, infatti, che in Italia la rete sismografica dell'I.N.G. ha iniziato a funzionare solo nel 1975, per cui i dati strumentali (circa 25 anni) coprono una percentuale insignificante del catalogo storico⁶ che, come è noto, si basa quasi esclusivamente sulle rilevazioni dei danni.

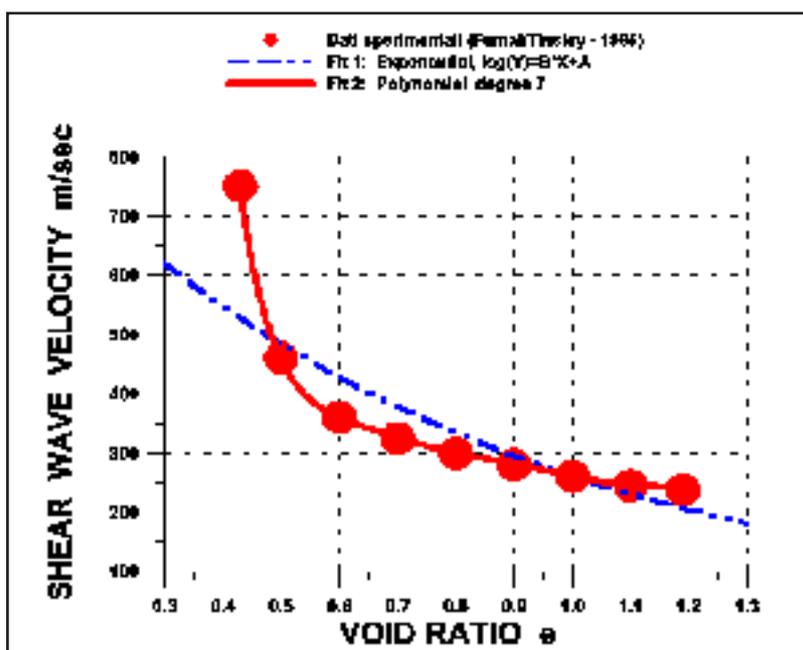


Fig. 2: correlazione tra indice dei vuoti (Void Ratio) e velocità onde S

Note

¹ Cfr. il testo "M. Leggeri - I Terremoti della Basilicata" (presentazione di Carlo Doglioni), Edizioni Ermes-Potenza, ottobre 1997.

² Report UCB/EERC-97/01, February 1997 dell'Earthquake Engineering Research Center: "Analysis of Soil-Structure Interaction Effects on Building Response from Earthquake Strong Motion Recordings at 58 Sites" by Jonathan P. Stewart & Alisa F. Stewart, college of Engineering, University of California at Berkeley.

³ Anche se nella nostra regione possiamo già disporre di qualche dato.

⁴ V. M. Leggeri - "Peligro Sísmico de El Salvador: Plan Maestro de Desarrollo Urbano del Area Metropolitana de San Salvador, Panchimalco, Santo Tomas y Tonacatepeque" ottobre 1996.

⁵ R. Borcherd, C. M. Wentworth, A. Janssen, T. Fumal, and J. Gibbs: Methodology for predictive GIS mapping of special study zones for Strong Ground Shaking in the San Francisco Bay Region, California - Proceedings Fourth International Conference on Seismic Zonation, 1991 - Stanford, California - Vol. III.

⁶ Il Catalogo Generale dell'I.N.G. utilizzato in Basilicata negli studi della sismicità copre 1700 anni per la ricerca delle sorgenti sismiche. Da questo poi è stata estratta la sequenza degli ultimi 500 anni (secondo i criteri GNDT, CNR, SSN e di tutta letteratura scientifica internazionale) per la valutazione probabilistica dell'intensità "attesa" in ogni sito della regione nei prossimi 50 anni.

