LA BANCA DATI DELLE SORGENTI SISMOGENETICHE ITALIANE

L'applicazione del metodo delineato nella sezione precedente richiede informazioni quantitative sulle faglie che possono interagire. Nel presente studio abbiamo fatto uso della più completa raccolta di informazioni attualmente esistente riguardo le sorgenti sismogenetiche italiane: il Database delle Sorgenti Sismogenetiche Individuali (DISS) gestito dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. La prima versione di questo database è datata luglio 2000 e la più recente (versione 3.0.2) è stata resa disponibile nel 2006 [Gruppo di lavoro DISS, INGV 2006].

Per sorgenti sismogenetiche individuali si intendono rappresentazioni tridimensionali semplificate e georeferenziate dei piani di faglia, ottenute attraverso indagini geologiche e geofisiche. Si suppone che tal sorgenti siano capaci di dislocarsi significativamente durante i grandi esse abbiano un comportamento caratteristico per quanto riguarda la lunghezza e la larghezza della loro frattura e la magnitudo attesa del terremoto associato a tale frattura. Le sorgenti di questo tipo sono chiamate Geologiche e Geofisiche (GG). Il database contiene anche informazio ni riguardanti le sorgenti sismogenetiche che non possono essere caratterizzate in maniera attendibile attraverso dati geologici e geofisici. In questo caso le informazioni proven

L'effetto causato dai terremoti precedenti è generalmente trascuraper la sorgente sismi-

sto studio abbia mo considerato soltanto le faglie classificabili nel duali, denomina te GG. Per ciascuna di esse il ca del 1857 DISS contiene

gono dall'analisi

quantitativa di

dati sismici sto

rici, ma in que

seguenti parametri, stimati da vari generi di dati geologici, geodetici, geomorfologici e sismologici, o ricavati da altri parametri attraverso relazioni fisiche:

- Localizzazione (latitudine e longitudine) del centro della faglia

· Lunghezza e larghezza della faglia, idealizzata di forma rettango-

Minima e massima profondità della faglia

- Direzione, inclinazione e angolo di scorrimento sulla faglia - Dislocazione sulla faglia pro-

dotta da un terremoto caratteristico - Dislocazione annua sulla faglia

- Tempo di ricorrenza (minimo e

- Magnitudo (una variante della magnitudo Richter denominata

nagnitudo-momento) Data dell'ultimo terremoto

- Data del penultimo terremoto

Rappresentazioni tridimensionali semplficate e georeferenziate dei piani di faglia

I dati delle sorgenti sismogenetiche italiane

La dislocazione annua della struttura e il tempo di ricorrenza del terremoto sono i parametri caratterizzati dal maggior grado di incertezza

Parametri delle principali sorgenti sismogenetiche della Basilicata (DISS V.3.0.2)

Codice DISS	Nome della faglia	Probabilità Poissoniana su 50 anni Min MAX		Probabilità dal modello con memoria su 50 anni Min MAX	
ITGG008	Val D'Agri	0,68 %	6,8 %	0	0,36 %
ITGG010	Melandro-Pergola	0,88 %	8,8 %	0	1,8 %
ITGG077	Colliano	1,6 %	3,0 %	0	0
ITGG078	San Gregorio Magno	1,6 %	3,0 %	0	0
ITGG079	Pescopagano	1,6 %	3,0 %	0	0
ITGG084	Potenza	1,9 %	7,1 %	0	0

Tabella II

Probabilità di occorrenza di un terremoto caratteristico nei prossimi 50 anni

Codice DISS	Nome della faglia	Data dell'ultimo evento	Magnitudo	Tempo di ricorrenza (anni) Min MAX		Tempo trascorso (anni)
1TGG008	Val D'Agri	1857/12/16	6.5	740	7400	149
ITGG010	Melandro- Pergola	1857/12/16	6.3	570	5700	149
ITGG077	Colliano	1980/11/23	6.8	1680	3140	26
ITGG078	San Gregorio Magno	1980/11/23	6.2	1680	3140	26
ITGG079	Pescopagano	1980/11/23	6.2	1680	3140	26
ITGG084	Potenza	1990/05/05	5.8	700	2600	16

cazione annua, ottenendo anche in

questo caso un'incertezza considere-

vole fra il valore massimo e minimo.

Per un po' meno di 20 sorgenti, gra-

zie a vincoli di carattere paleosismo-

logico o geomorfologico, la disloca-

zione annua ed il tempo di ricorren-

za possono essere compresi in inter-

valli di variabilità più contenuti.

Dato che il tempo di ricorrenza è uno

dei parametri più critici per lo studio

della pericolosità sismica, abbiamo

effettuato una piccola analisi statisti-

ca sulla variabilità di questo parame-

tro, che caratterizza i valori riportati

sul DISS, sorgente per sorgente, I

minimi valori oscillano tra 570 e

2500 anni, e la loro media è pari a

902 ± 387 anni. I massimi tempi di

Il DISS riporta 109 sorgenti sismogenetiche individuali, le magnitudo associate alle quali possono variare da 5,3 a 7,0. Queste magnitudo sono attribuibili rispettivamente a faglie di 5 km di lunghezza con una dislocazione di 16 cm, fino a faglie di lunghezza dell'ordine di 35 km con una dislocazione supe-

La dislocazione annua della struttura sismogenetica e il tempo di ricorrenza del terremoto, che sono inversamente proporzionali l'una all'altro, sono i parametri caratterizzati dal maggior grado di incertezza. A causa delle mancanza di misure affidabili di deformazione crostale in

particolare riferimento all'Appennino meridionale, la dislocazione annua è, in molti casi, ipotizzata nella fascia compresa tra 0.1 e 1 mm all'anno. In mancanza di una

ricorrenza oscillano tra 833 e 25000 cronologia storica che abbracci più anni, e la loro media è pari 4950 ± eventi successivi, il tempo di ricorrenza viene stimato dividendo la dislocazione attesa in occasione del terremoto caratteristico per la dislo-

La data dell'ultimo terremoto è sconosciuta per 13 sorgenti individuali. Per le altre 93 sorgenti, la data esatta è nota attraverso testimonianze storiche in 89 casi, ma per quattro di esse il tempo trascorso è stato stimato con un grado di incertezza dell'ordine di alcune centinaia di anni mediante osservazioni paleosismologiche e datazioni con il Carbonio 14. In soli due casi anche la data del penultimo evento è conosciuta storicamente con esattezza, ma per le sorgenti studiate con la paleosismologia, essa può essere stimata in qualche modo, sia pure con il grado incertezza di varie centinaia di anni tipico di queste tecniche. La media dei tempi trascorsi dall'ultimo terremoto è pari a 228 anni. Questo significa che il tempo trascorso daldi Rodolfo Console (1)(2) e Maurizio Leggeri⁽²⁾⁽³⁾

per le sorgenti riportate nel DISS è mediamente molto più breve dei rispettivi tempi di ricorrenza (statisticamente dovrebbe essere la metà). In altre parole, il numero di grandi terremoti avvenuti durante le ultime tre o quattro centinaia di anni in Italia è stato molto più grande di quanto si sarebbe dovuto aspettare dall'analisi dei tempi di ricorrenza del DISS. Al di fuori dell'ipotesi assurda che i secoli recenti possono essere stati caratterizzati da una sismicità anormalmente intensa rispetto alla media, questa circostanza può essere spiegata in due altri

(1) i tempi di ricorrenza sono fortemente sovrastimati, oppure

(2) esistono molte sorgenti ancora ignorate perché esse non hanno dato luogo a terremoti importanti negli ultimi secoli, che sono

Ognuna di queste due spiegazioni avrebbe un grande impatto sulla stima della pericolosità sismica in

APPLICAZIONE ALLA STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DELLA BASILICATA

Sono state considerate le strutture sismogenetiche ricadenti nel territorio della Regione Basilicata, menzionate nel DISS, il cui elenco è riportato in tabella I, dove si possono trovare anche i tempi di ricorrenza (minimo e massimo) e il tempo trascorso dall'ultimo Come si può vedere, nono-

stante siano state individuate sei distinte sorgenti sismogenetiche individuali in Basilicata, solamente tre sono stati i terremoti che le hanno interessate. Infatti, il terremoto del 16 dicembre 1857 ha interessato sia la faglia della Val D'Agri a sud che la lineazione Meandro-Pergola a nord, con una estensione complessiva di circa 40 km. Il terremoto del 23 novembre 1980, a sua volta, ha coinvolto, in tre episodi a intervalli di 20 secondi l'uno dall'altro, non solo la faglia di Colliano a nord e di quella di San Gregorio Magno a sud (su una lunghezza complessiva di 37 km), ma anche quella parallela (con vergenza opposta) di Pescopagano. L'evento più recente riportato dal DISS per la Basilicata è quello che ha colpito la città di Potenza nel 1990, la lunghezza della cui sorgente è stimata approssimativamente pari a 8 km, con profondità superiore a quella dei precedenti terremoti.

La tabella II riporta i risultati dell'applicazione delle metodologie statistiche alle sorgenti sismogenetiche della Basilicata, sia per il modello senza memoria di Poisson, che per quello di rinnovo, con memoria. I valori riguardano la probabilità che un grande terremoto che interessi tutta la faglia avvenga nei prossimi

La tabella II mostra che, senza introdurre il concetto di ritardo connesso al modello di rinnovo, la probabilità di occorrenza per i prossimi 50 anni sarebbe, nell'ipotesi più pessimistica, dell'ordine del 7-8 % per la faglia connessa al terremoto della Val D'Agri del 1857, del 3% per la faglia cui è attribuito il terremoto dell'Irpinia del 1980, e del 7 % per la faglia del terremoto del 1990 di Potenza. L'inclusione dell'ipotesi di rinnovo, che tiene conto del tempo trascorso dal terremoto precedente. abbassa in ogni caso queste probabilità, che diventano trascurabili per tutte le sorgenti sismogenetiche ad esclusione di quelle della Val D'Agri e di Melandro-Pergola che hanno liberato la propria energia nel 1857 Per quest'ultima, però, la probabilità rimane grandemente inferiore a quella del modello Poissoniano, raggiungendo soltanto un modesto .8%. L'effetto notato è ovviamente legato al fatto che, per le faglie conosciute della Basilicata, il tempo trascorso dall'ultimo terremoto è piccolo rispetto al tempo di ricorrenza; quindi la faglia non avrebbe ancora avuto tempo di ricaricarsi di energia per produrre un forte potenziale di futuri terremoti.

Sulla base della teoria esposta precedentemente, abbiamo anche effettuato i calcoli per indagare sull'effetto permanente che i terremoti successivi a quello del 1857 potrebbero avere prodotto sulla faglia della Val D'Agri. A questo fine non sono stati considerati come eventi inducenti soltanto i terremoti del 1980 e del 1990, ma anche quelli eventualmente avvenuti nelle aree adiacenti più a sud e a nord della Basilicata. La mappa di figura 1 mostra la variazione dello sforzo di Coulomb prodotta nella crosta terrestre, ad una profondità di 6 km, dai terremoti successivi a quello 1857, calcolata ipotizzando un meccanismo di frattura equivalente a quello di quest'ultimo terremoto. Si nota un aumento dello sforzo di circa 0.2 MPa sull'e-

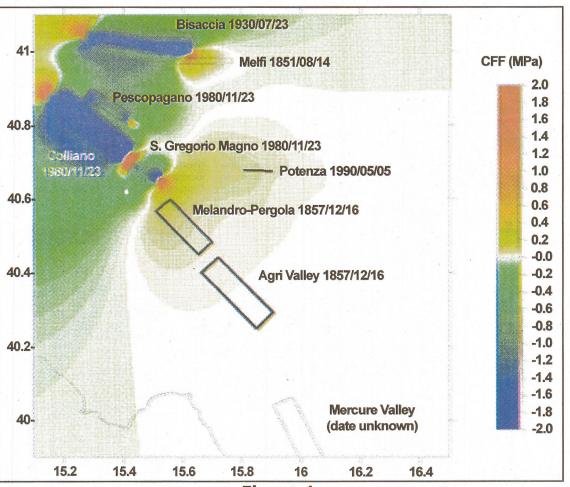


Figura 1 Variazioni dello sforzo di Coulomb prodotte nella crosta terrestre dai terremoti successivi al 1857

stremità settentrionale della faglia Melandro-Pergola, chiaramente dovuto all'effetto del terremoto dell'Irpinia del 1980 nel suo settore sud-occidentale. Ricordiamo qui che 0.2 MPa (equivalenti circa a 2 bar) corrispondono ad una forza di circa 2 kg peso su di un'area di 1 cm2 valore abbastanza piccolo a paragone degli sforzi ritenuti necessari a mettere in moto le faglie per procurre un terremoto, che sono una decina di volte più grandi

In termini di anticipo dell'istante di frattura rispetto al tempo atteso in condizioni imperturbate, il calcolo (effettuato ipotizzando un incremento di sforzo per deformazione tettonica dell'ordine di 0.003 MPa all'anno) porta ad un valore di circa 66 anni, che innalzerebbe la probabilità condizionale più pessimistica per il prossimo terremoto dall'1,8% al 3,3% o al 5,4% a raneo.

seconda di quale dei due possibili concetti viene adottato. La probabilità riceve un aumento considerevole, ma rimane comunque intorno alla metà di quella ottenibile dal modello di Poisson, indipendente dal tempo trascorso. Abbiamo considerato, infine, il

possibile effetto transitorio che il più recente terremoto riportato nel DISS (quello di Potenza del 1990) potrebbe ancora avere, ai nostri giorni, sulla probabilità di occorrenza dei terremoti relativi alle sorgenti individuali della Val D'Agri e di Melandro-Pergola, attivate nel 1857, e quelle dell'Irpinia, attivate nel 1980. Questo effetto, in seguito al tempo già trascorso dal 1990 ad oggi, è ormai trascurabile. In altre parole, il terremoto di Potenza del 1990 non può comportare ormai più alcuna conseguenza di tipo tempo-

CONCLUSIONI E CONSIDERAZIO-NI CRITICHE FINALI

Riassumiamo brevemente le conclusioni cui ci ha portato questo

1 - La probabilità di occorrenza dei prossimi grandi terremoti in Basilicata dedotta dal modello prohabilistico di rinnovo (con memoria), detto BPT, è piccola a paragone di quella derivante dal modello indipendente dal tempo di Poisson, a causa del tempo relativamente breve trascorso dai terremoti più recenti rispetto ai tempi di ricorrenza

2 - L'effetto permanente causato dallo sforzo rilasciato dai terremoti precedenti è generalmente piccolo o addirittura trascurabile, tranne che per la sogente sismica che ha dato logo al grande terremoto del 1857.

3 - L'effetto transitorio, alla data attuale, non ha più alcuna influenza sulla probabilità di futuri terremoti.

4 - Le informazioni ricavabili dal database DISS riguardo i tempi di ricorrenza dei terremoti sulle sorgenti sismogenetiche italiane non con-sentono ancora una quantificazione

informazioni riguardo al tasso di deformazione attuale nella regione dell'Appennino meridionale potranno migliorare significativamente la stima della pericolosità sismica.

Per terminare le nostre considerazioni, ci domandiamo: "E' giustificato essere così ottimisti nello stimare la pericolosità sismica della Basilicata a valori così bassi?". Non solo il comune buon senso, ma anche valide considerazioni scientifiche suggeriscono la massima pru-

In primo luogo, i calcoli dei quali abbiamo presentato i risultati si basano su varie assunzioni, non ancora dimostrate o parzialmente arbitrarie; tra queste i valori dei tempi di ricorrenza (noti con grande incertezza) e il valore dell'aperiodicità, assunta pari a 0,5. Inoltre, il concetto stesso del terremoto carattéristico, e del modello di rinnovo, pur sostenuto da molti scienzati. sottoposto a forti critiche da parte di altri membri della comunità sismologia internazionale. Si ritiene eccessivamente semplificativo, per esempio, accettare che tutti i grandi terremoti avvengano sempre sulle stesse faglie, con dimensioni e meccanismi identici. Sembra più ragionevole pensare che i terremoti interessino. di volta in volta,

diverse parti delle stesse strutture sismogenetiche, che si possono fratturare dando luogo anche a terremoti di minore magnitudo, ma più frequenti e pur sempre pericolosi. Questi dibattiti, talvolta

ne affidabile della pericolosità sismica anche molto accesi, portano al problema fondamentale della necessità di una meto-

I dati sui

tempi di ricor

renza dei ter

ancora una

quantificazio

pericolosità sismica. Concludiamo con la considerazione che saranno necessari ancora molti anni di lavoro e studi approfonditi per giungere a stime di pericolosità sismica che tengano

dologia universalmente accettata,

per la validazione delle ipotesi sulla

conto anche del fattore temporale in maniera deterministica ed affidabile

(1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Via di Vigna Murata 605, 00143 Roma, Italy

(2) Centro di Geomorfologia ntegrata per l'Area del Mediterreneo, Via Francesco Baracca, 175, 85100 Potenza

(3) Geocart, Viale del Basento 120, 85100 Potenza