

Influenza della superficie delle zone sismogenetiche sul calcolo della pericolosità sismica

A.Rebez¹, M.Stucchi²

1 - Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste (e-mail: rebez@ogs.trieste.it)

2 - CNR - Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico, Milano

Questo contributo affronta il tema della influenza delle dimensioni delle zone sismotettoniche (ZS) sui risultati dei calcoli di pericolosità sismica eseguiti con il metodo di Cornell (1968).

L'area prescelta per l'analisi è quella della Sicilia orientale (ZS79 nella zonazione GNDT – Meletti et al., 2000), una delle più importanti della regione italiana, perché comprende il sistema ibleo-maltese che è ritenuto l'origine di uno dei terremoti più forti della storia sismica italiana, quello del 1693 (Faccioli, 1999).

La sismicità della zona ZS79 è riportata in Figura 1a dove si vede il grafico della magnitudo dei terremoti in funzione del tempo. I cerchi rappresentano i dati relativi al catalogo NT 4.1 (Camassi e Stucchi, 1997) utilizzato per il progetto GNDT di pericolosità sismica del territorio nazionale (progetto in seguito citato come PS4 - Slejko et al., 1998); i quadrati rappresentano i dati della versione aggiornata del catalogo 4.1.1), che ha visto qualche aggiustamento della magnitudo per alcuni terremoti e, soprattutto, l'inserimento in questa zona (dalla ZS etnea 73) dell'evento del 1818 ($M_s=6,2$).

Il grafico in Figura 1b mostra i tassi di sismicità della zona ZS79 calcolati secondo i criteri spiegati in Albarello et al. (1995) ed in Slejko et al. (1998). I cerchi indicano i tassi usati nel progetto già citato (PS4) e calcolati sulla base del catalogo NT4.1, i quadrati invece indicano i tassi utilizzati nei calcoli realizzati nel presente lavoro e basati sull'aggiornamento NT4.1.1. Le variazioni introdotte dall'ultima versione del catalogo sono: l'abbassamento del tasso relativo alla classe 5,2; l'introduzione dei tassi delle classi 6,1 e 7,0 che mancavano nella versione NT4.1; l'abbassamento del tasso relativo alla classe 7,3.

A partire dalla rilevanza sismogenetica della zona stessa, si può pensare che i valori di hazard (Fig. 2) riportati dalla carta in PGA con periodo di ritorno 475 anni sviluppata dal GNDT e consegnata al Ministero della Protezione Civile (massime accelerazioni attese dell'ordine di 0,24-0,28 g - giallo) siano "bassi", in relazione alle stime di hazard ottenute per altre zone italiane.

In Figura 3 sono riportati gli esiti di pericolosità sismica calcolati usando i tassi derivati dal catalogo NT4.1.1 (quadrati in Fig. 3). Questa figura è da paragonare alla Figura 2 e rispetto a questa la Figura 3 mostra un lieve ribasso dei valori di PGA della zona 79 evidenziato dalla riduzione dei campioni di classe 0,24-0,28 g (giallo). Questa leggera riduzione dei valori di pericolosità è dovuta all'abbassamento del tasso della classe 7,3 e 5,2 non abbastanza contrastato dall'inserimento del tasso della classe 6,1. Rimane, comunque, importante sottolineare che le variazioni di accelerazioni attese passando da un catalogo all'altro sono comunque minime e cioè i valori massimi attesi rimangono sostanzialmente gli stessi.

Come si può vedere dalla Figura 4 i due terremoti più importanti della zona ZS79 sono localizzati nella parte orientale della zona, e vengono comunemente associati al sistema ibleo-maltese.

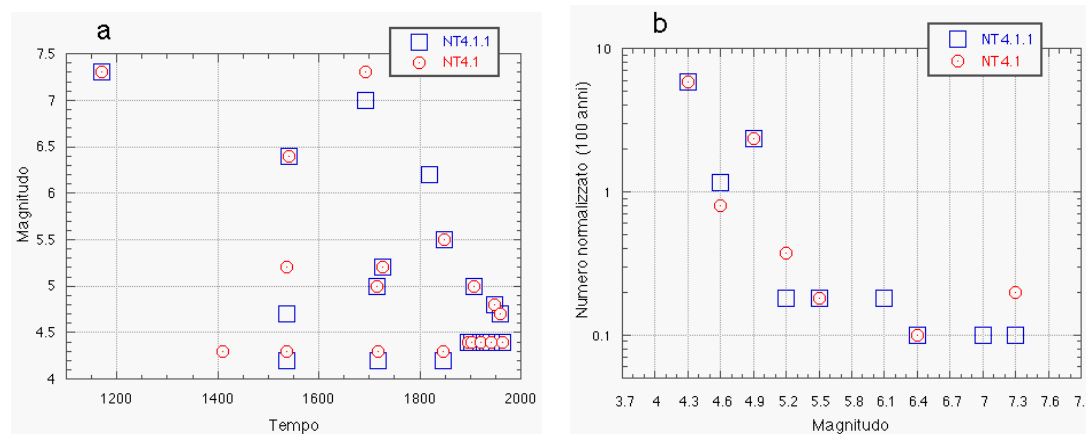


Fig. 1 – (a) Confronto tra due differenti versioni del catalogo NT per la ZS79. (b) Tassi di sismicità della ZS79 calcolati usando le due versioni del catalogo NT.

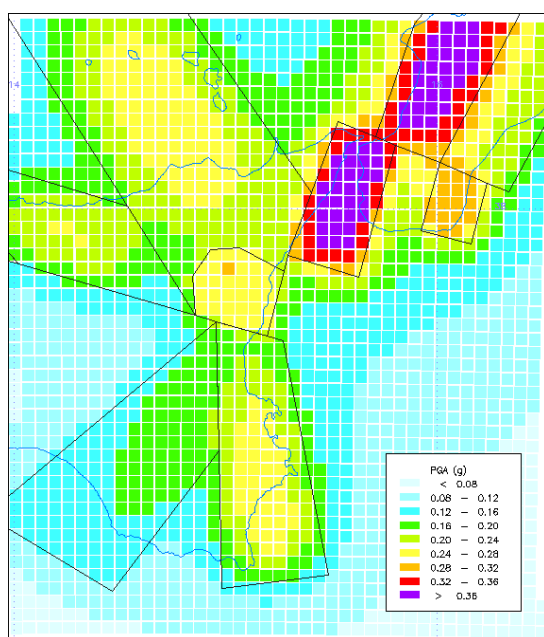


Fig. 2 - PGA con periodo di ritorno 475 anni, catalogo NT4.1 (risultati di PS4).

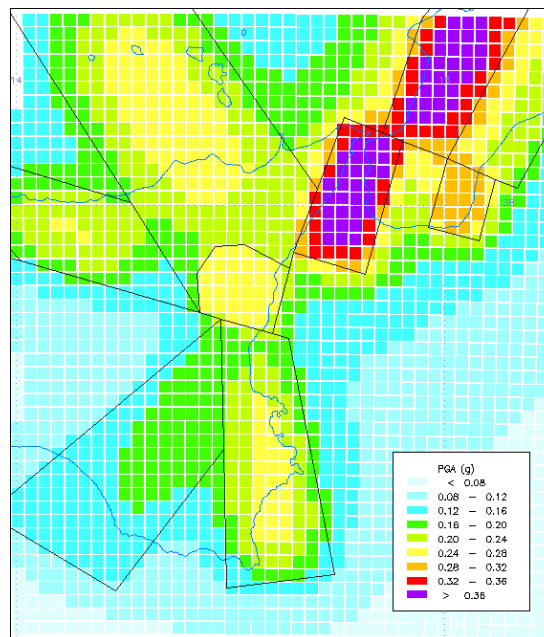


Fig. 3 - PGA con periodo di ritorno 475 anni, catalogo NT4.1.1.

Secondo i criteri di tracciamento delle ZS adottati dal GNDT, le ZS stesse rappresentano involuipi dei sistemi di faglie sufficientemente larghi da comprendere le incertezze di tipo geologico e sismologico. Se da un lato questa scelta garantisce nei confronti delle predette incertezze, dall'altro la scelta stessa comporta il ben noto

effetto di "spalmatura" della sismicità (e, di conseguenza, dei valori risultanti di hazard) su di un'area verosimilmente più larga del "dovuto". Di conseguenza, ritroviamo più sismicità - e di conseguenza più hazard - dove forse non sarebbe il caso (margini delle ZS) e meno dove forse dovrebbe essercene di più (zone di faglia).

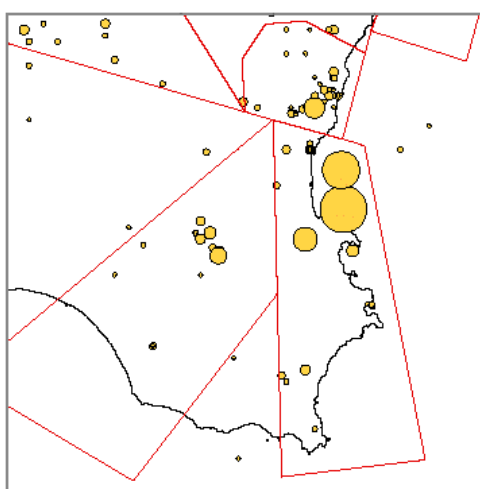


Fig. 4 - Sismicità della Sicilia orientale da catalogo NT4.1.1.

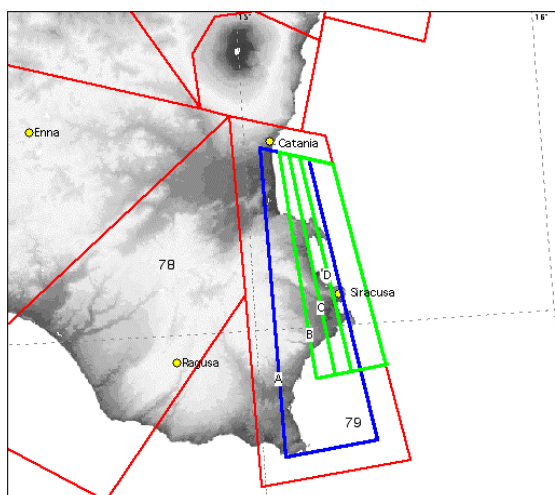


Fig. 5 - Schema delle geometrie di zona adottate. Il poligono marcato con A è quello adottato per PS4 in Figura 2 e per le elaborazioni in Figg. 3 e 6. I poligoni B, C e D si riferiscono alle geometrie ridotte applicate in Figg. 7, 8 e 9.

Ribadito comunque che lo scopo per cui PS4 è stata calcolata è di fornire un prodotto convenzionale, di prima approssimazione, a scala nazionale, si è provato a indagare il peso delle dimensioni delle ZS, spostando il margine occidentale della ZS79 e racchiudendo la sismicità in un'area più ristretta e che meglio approssimi l'ipotesi che i principali terremoti della zona siano imputabili all'attività della faglia della scarpata Ibleo-Maltese. È evidente che riducendo la superficie della ZS ci possiamo aspettare un innalzamento del valore di PGA atteso; ma il problema è: di quanto si eleverà?

Si è pensato di applicare una riduzione progressiva dell'area della ZS79 spostando anche il baricentro della zona verso il margine occidentale della zona. Come si può notare dalla Figura 5 per la ZS79 era stato introdotto un "nucleo", cioè un restringimento della effettiva sorgente all'interno della zona stessa (poligono A in blu) che permette un minore trasferimento delle stime di accelerazione all'esterno della zona. L'adozione del nucleo ha il suo scopo principale nel calcolo a "bordi morbidi" adottato appunto per le carte finali di PS4 (vedi spiegazione in Slejko et al., 1998).

Sono state quindi applicate delle riduzioni progressive della sorgente passando dalla situazione normale con il margine della zona marcato come A in Figura 5, a quelle con geometria ridotta. Ovviamente il catalogo dei terremoti ed i tassi di sismicità associati sono stati mantenuti invariati. L'operazione ha, infatti, lo scopo di

sperimentare gli effetti diretti della pura riduzione di superficie sul calcolo dell'hazard.

Per prima cosa, ed essenzialmente per accelerare la parte computazionale, si è pensato di passare dal metodo di calcolo a bordi morbidi (applicato alla carta ufficiale GNDT - Figura 2) a quello a bordi rigidi.

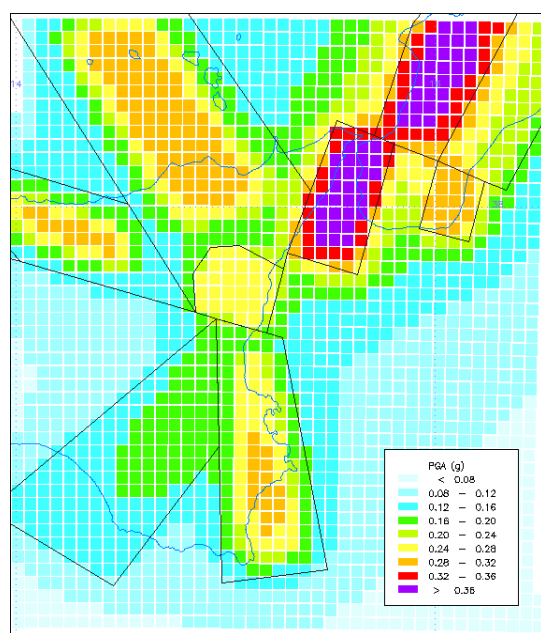


Fig. 6 - PGA con periodo di ritorno 475 anni, catalogo NT4.1.1, bordi rigidi.

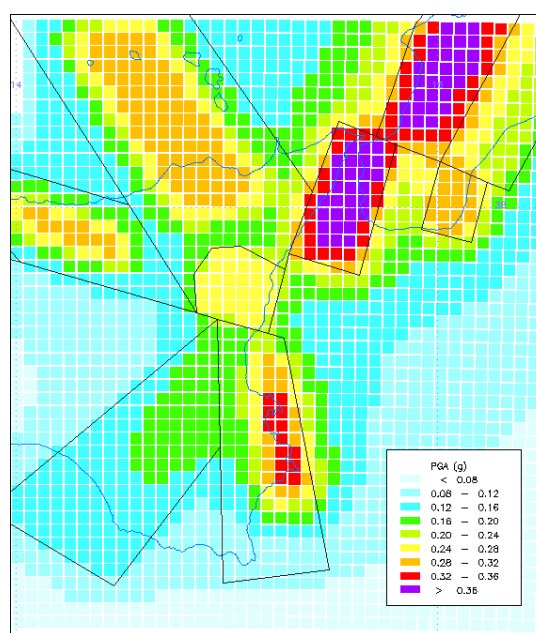


Fig. 7 - PGA con periodo di ritorno 475 anni, area ristretta B, catalogo NT4.1.1, bordi rigidi.

La Figura 6 mostra gli esiti di hazard calcolati secondo l'ipotesi A di Figura 5, cioè mantenendo invariata la geometria della zona, calcolando però la pericolosità con i bordi rigidi e ovviamente con i tassi di sismicità della ZS79 di Figura 1b calcolati sulla base del catalogo NT4.1.1. Paragonando la Figura 6 (bordi rigidi) alla Figura 2 (bordi morbidi, PS4) si può notare l'innalzamento dei valori di PGA per la ZS79 dovuto esclusivamente al confinamento all'interno della zona stessa dei valori di PGA calcolati usando i bordi rigidi. È di fatto normale ottenere dei valori leggermente più alti con questo metodo di calcolo. Questa figura può essere considerata come figura di riferimento per le elaborazioni successive che verranno sempre effettuate a bordi rigidi.

I risultati ottenuti applicando le riduzioni di area sono riportati nelle Figure 7,8 e 9.

La Figura 7 mostra gli esiti di hazard calcolati secondo l'ipotesi B di Figura 5, cioè applicando il primo restringimento dell'area. L'effetto è il raggiungimento dei valori di PGA della classe 0,32-0,36 g (rosso).

Restringendo il margine occidentale di zona secondo la linea C i valori di PGA (Fig. 8) non cambiano molto rispetto alla figura precedente (Fig. 7); aumenta però il

numero delle celle rosse (PGA da 0,32 a 0,36 g.) passando da 13 in Figura 7 a 19 in Figura 8. L'area di massimo in Figura 8 si sposta leggermente ad est.

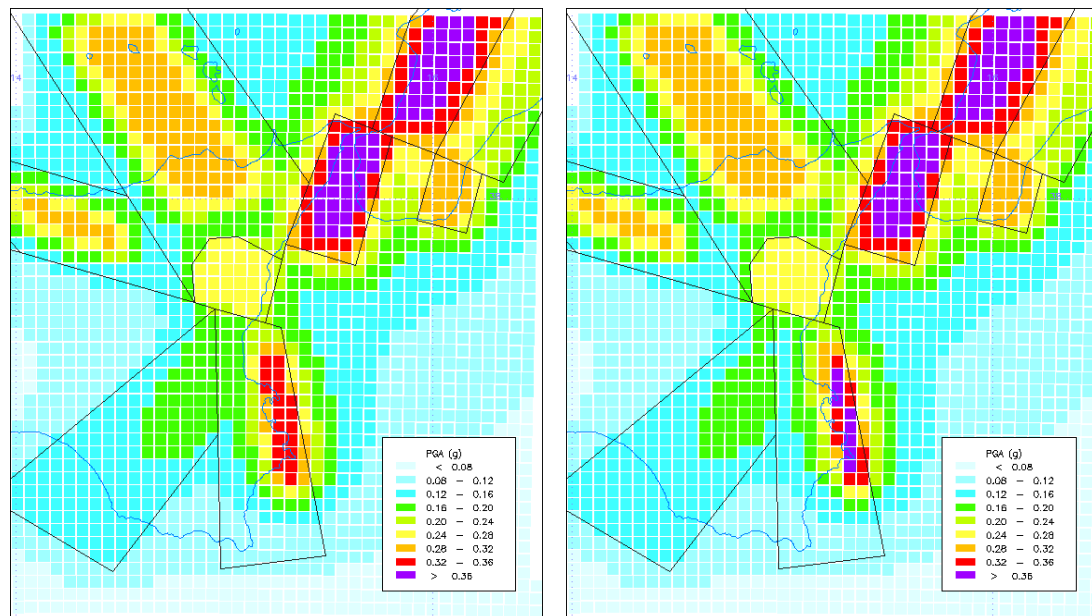


Fig. 8 - PGA con periodo di ritorno 475 anni, area ristretta C, catalogo NT4.1.1, bordi rigidi. Fig. 9 - PGA con periodo di ritorno 475 anni, area ristretta D, catalogo NT4.1.1, bordi rigidi.

Infine la Figura 9 riporta le stime di pericolosità calcolate con la massima riduzione di area (ipotesi D di Fig. 5). Questa non è una riduzione esagerata ma è compatibile con la distribuzione della sismicità della zona sismogenetica e le altre riduzioni B e C sono state eseguite per controllare gli effetti della graduale diminuzione della superficie. L'effetto della riduzione di superficie è notevole in Figura 9; si raggiungono i valori della massima classe di PGA, quella che supera i 0,36 g (viola). La ZS79 diventa quindi, in questa maniera, del tutto paragonabile alle zone più pericolose in Italia.

Per comprendere meglio la relazione tra superficie e stime di hazard sono stati calcolati i valori di PGA per la città di Siracusa (in Fig. 5) e sono stati inseriti nella Tabella 1 insieme con le misure delle superfici applicate ai calcoli in funzione delle riduzioni applicate.

Ipotesi	km ²	PGA	%km ²	%PGA
PS4	1790	0.249	100	96
A	1790	0.259	100	100
B	1156	0.323	64	125
C	876	0.349	49	135
D	612	0.376	34	145

Tabella 1 - Valori in PGA per la città di Siracusa. L'ipotesi A costituisce il riferimento per le riduzioni. Le ultime due colonne si riferiscono alla variazione in percentuale dell'area e alla variazione in percentuale dei valori di PGA.

Le relazioni tra superficie e valori di PGA delle soluzioni A, B, C, e D sono state inserite nel grafico di Figura 10. La correlazione tra riduzione di area e aumento dei valori di PGA è evidente.

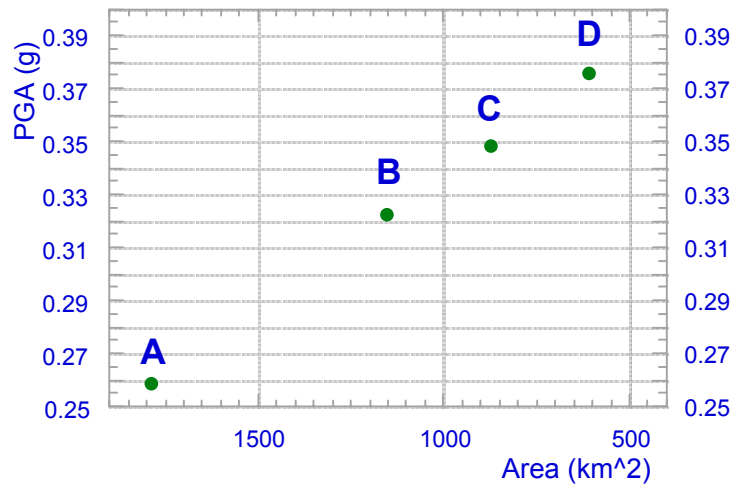


Fig. 10 - Valori di PGA per la città di Siracusa calcolati secondo le geometrie di ZS riportate in Figura 5.

Conclusioni

Dalle analisi condotte si evince che i valori di hazard ottenuti seguendo il metodo di Cornell possono rimanere abbastanza insensibili a piccole variazioni dei tassi di singole classi di magnitudo. Ed in questo caso i ritocchi del catalogo utilizzato non hanno variato di molto le stime di pericolosità.

Il calcolo si dimostra invece altamente sensibile alle variazioni di sorgente e si può notare una correlazione diretta tra riduzione delle aree e aumento dei valori di PGA. La relazione tra la geometria delle ZS e gli esiti dell'hazard è forse uno degli aspetti più interessanti del metodo di Cornell. Questa relazione mostra che nel caso della Sicilia Orientale l'ipotesi di Figura 9, del tutto coerente con le conoscenze sismogenetiche dell'area, avvicina la zona alla pericolosità sismica delle più importanti zone sismogenetiche italiane.

Bibliografia

- Albarelo D., Rebez A., Slejko D. (1995): Caratterizzazione della sismicità nel calcolo della pericolosità sismica. *Atti del 14° Convegno Nazionale GNGTS*, Roma, 551-554.
- Camassi R, e Stucchi M. (1997): NT 4.1.1, un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno. G.N.D.T., Rapporto interno, Milano, 95 pp..
- Cornell C.A. (1968): Engineering seismic risk analysis. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **58**, 1583-1606.
- Faccioli E. (Ed.) (1999): The Catania project: studies for an earthquake damage scenario. *Journ. Seism.*, **3**, 211-350.
- Meletti C., Patacca E., Scandone P. (2000): Construction of a seismotectonic model: the case of Italy. *Pure Appl. Geophys.*, **157**, 11-35.
- Slejko D., Peruzza L., Rebez A. (1998): Seismic hazard maps of Italy. *Annali di Geofisica*, **41**, 183-214.