

Progetti di ricerca
Convenzione ProCiv - INGV 2004 – 2006
Decreto n. 387

Rapporto del Comitato di Revisione
Riunione del 28-29 Novembre, 2005

Osservazioni generali

Su mandato del Presidente dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Prof. Enzo Boschi, è stato istituito il Comitato di Revisione per i 5 progetti di ricerca sismologica S1-S5 previsti dalla Convenzione ProCiv - INGV 2004 – 2006, Decreto DPC n. 387.

Il Comitato di Revisione (CR) è composto da Dr. J. Bommer, Imperial College (UK), D. Giardini, ETHZ (CH), M. Ordaz, UNAM (Messico) e T. Winkler, BRGM (F). Direttore del Comitato è D. Giardini. Il CR ha nominato al suo interno revisori specifici per ogni Progetto, secondo la seguente lista: S1, tutto il CR; S2, Winter e Giardini; S3, Giardini e Bommer; S4, Ordaz e Winter; S5, Bommer e Ordaz.

Il CR si è riunito a Roma in data 28-29 Novembre, 2005, per la prima riunione per la revisione dei progetti. Sono stati presi in considerazione i testi finali dei progetti, le raccomandazioni della prima revisione speditiva (D. Giardini, 10.5.2005), le presentazioni dei Direttori dei cinque progetti S1-S5 e le indicazioni emerse durante la discussione sui progetti. Un documento separato è stato prodotto da DPC con i commenti dei referenti DPC alla riunione del 28.11.2005.

La definizione dei progetti è stata completata nella primavera del 2005, e la stesura finale ha tenuto conto della prima revisione speditiva effettuata da uno dei membri del Comitato di Revisione (D. Giardini, 10.5.2005). Il complesso dei progetti previsti dalla convenzione DPC-INGV 2004-2006 è pienamente in corso dal 1 Luglio, 2005. Scopo della revisione pertanto non è l'approvazione dei progetti stessi, quanto la valutazione complessiva dei progetti di ricerca e della rispondenza alle specifiche previste dalla Convenzione DPC-INGV, l'individuazione di eventuali aree di debolezza o lacune, la proposta di approcci alternativi laddove si possa configurare una migliore corrispondenza alla Convenzione, l'evidenziazione di aree di ricerca e sviluppo dove migliorare la sinergia tra i vari progetti, la definizione di prodotti applicativi per il DPC, nonché la prioritizzazione e integrazione dei vari elementi e prodotti aspettati.

La valutazione dei progetti nella presente Convenzione verrà condotta con il seguente calendario:

1.6.2005	Inizio progetti
28-29.11.2005	Prima riunione di valutazione del Comitato di Revisione
31.5.2006	Fine primo anno
14-15 2006	Seconda riunione di valutazione del Comitato di Revisione
31.7.2007	Conclusione progetti
Estate 2007	Valutazione finale del Comitato di Revisione

Il presente rapporto di valutazione è suddiviso in due parti, una prima parte di osservazioni e raccomandazioni generali, e una seconda di revisione più dettagliata per ogni singolo progetto.

Il rapporto è sottoscritto all'unanimità dal Comitato di Revisione.

Valutazione complessiva

I cinque progetti proposti in sismologia, S1-S5, costituiscono un programma quadro integrato di grande respiro, con ricadute di lunga durata e altissimo livello complessivo di competenza. I prodotti aspettati sono molto avanzati, e in larga parte di immediato utilizzo secondo i criteri indicati nella Convenzione, e permetteranno un salto di qualità nelle procedure di allerta, informazione e controllo della pericolosità sismica. È anche aspettata una rilevante ricaduta a scala Europea, nell'ambito di futuri progetti quali NERIES e SAFER.

Si sottolinea ancora l'importanza che i risultati e prodotti aspettati dall'intero programma siano in linea con le aspettative del DPC. A tale scopo è stato molto apprezzato dal CR che il DPC abbia raccolto l'invito del CR e abbia prodotto un dettagliato documento autonomo di valutazione e commento.

Organizzazione dei progetti

I progetti appaiono in generale ben strutturati e organizzati.

In alcuni progetti, in particolare nel progetto S2, il numero di partecipanti appare assai elevato per il conseguimento di un alto grado di omogeneità e integrazione nei vari prodotti; la struttura del progetto è stata revisionata con l'introduzione di misure di controllo, ma appare ancora difficile ottenere il necessario controllo su tutte le Unità di Ricerca coinvolte. I progetti sono ancora lacunosi nel chiarire come l'integrazione tra vari tasks e partecipanti verrà garantita.

I progetti S2-S4 sono in generale ottimisti, e in alcuni casi troppo ottimisti, nel presentare avanzamenti anche significativi e modelli preliminari come prodotti applicativi calibrati e validati. Con questo non si intende dire che la ricerca proposta non sia rilevante, ma che il grado di innovazione e avanzamento previsti sono tali che sarebbe prematuro aspettarsi prodotti applicativi finali in un intervallo di tempo così limitato. Nella revisione dei singoli progetti vengono identificate misure correttive allo scopo di identificare una chiara scala di priorità per i prodotti aspettati, in modo da poter concentrare gli sforzi e ottimizzare i risultati.

Per alcuni progetti risulta indispensabile che i Direttori dei progetti acquisiscano una maggiore conoscenza e comprensione dei metodi proposti e dei risultati aspettati dalle singole UR nei rispettivi progetti.

Elementi Comuni

Vi sono aree di comune interesse tra tasks di progetti diversi, dove UR separate nei vari progetti perseguono obiettivi simili. Una maggiore integrazione di metodi e obiettivi di queste attività appare necessaria già nel primo anno di attività, con rafforzamento e coordinamento trasversale tra i vari progetti, per un uso ottimale delle risorse e un miglioramento complessivo degli obiettivi. Tale integrazione potrà essere raggiunta con la formazione di specifici gruppi di lavoro trasversali ai vari progetti o con un efficace coordinamento tra i Direttori. Le seguenti aree sono individuate.

Aree sorgente

Questo tema coinvolge tutti progetti e va assicurato che i risultati ottenuti da un progetto vadano a beneficiare anche gli altri progetti.

Incertezze

Un programma quadro di questa portata richiede una trattazione compatibile e consistente delle incertezze dei dati e dei risultati, allo scopo di permettere la comprensione, l'integrazione e l'uso congiunto di prodotti e risultati sviluppati nei diversi progetti. Si suggerisce che i direttori dei progetti stabiliscano specifiche dettagliate su come le incertezze epistemiche e aleatorie verranno trattate nei singoli progetti e tasks, allo scopo di assicurare compatibilità all'intero progetto.

Modello di attenuazione

Lo sviluppo di un unico modello integrato di attenuazione per l'applicazione in S1, S3, S4 e S5 appare non rimandabile, onde evitare che i risultati dei vari progetti non risultino tra loro compatibili. Il modello dovrà comprendere dati strong-motion e weak-motion, locali e regionali; dati di intensità macrosismica; calibrazione dei termini di sito e di sorgente; definizione del suolo di riferimento e regionalizzazione geologica e tettonica, laddove richiesta dai dati; una metrica comune; valutazione omogenea dell'incertezza epistemica e aleatoria; output in termini di accelerazione, velocità, spostamento e intensità. Si raccomanda la formazione di un gruppo di lavoro che includa i vari gruppi già coinvolti in simili attività, allo scopo di definire specifiche tecniche, dati e piano di lavoro per raggiungere questo obiettivo.

Scala di intensità

Si suggerisce di utilizzare EMS per assicurare compatibilità a scala europea e la calibrazione di scenari omogenei di danno.

Integrazione e compatibilità

Una fase finale di integrazione dei risultati e prodotti applicativi dei vari progetti è irrinunciabile. Si raccomanda che il DPC garantisca questa fase conclusiva.

Progetto S1 - Proseguimento della assistenza a DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi

Coord. G.M. Calvi e M. Stucchi

Il progetto rappresenta la continuazione di attività condotte dall'INGV e collaboratori esterni nel 2003-2004 per la compilazione della mappa di pericolosità sismica MPS04. Il progetto si propone di completare le elaborazioni MPS04 (Task 1), anche in termini di intensità macrosismica (Task 2), contribuire all'definizione di priorità di intervento per edifici non adeguati sismicamente (Task 3), aggiornare i database sismologici non altrimenti aggiornati da INGV o altri enti (Task 4).

Il CR ritiene fondamentale considerare il modello di pericolosità sismica come un prodotto dinamico dal più alto contenuto tecnico, sempre pronto a recepire le ultime evidenze scientifiche e ingegneristiche. Come tale, le elaborazioni sviluppate nella preparazione di MPA04 possono essere considerate solo come un primo passo verso una completa descrizione della pericolosità.

Per S1 il CR raddomanda di:

- continuare la sperimentazione nella valutazione della pericolosità sismica in tre direzioni principali: validazione, modelli non stazionari, pericolosità calibrata per le condizioni locali
- recepire i nuovi input dagli altri progetti, quali nuove leggi di attenuazioni e modelli di ricorrenza
- assumere il ruolo di accreditamento e validazione dei prodotti degli altri progetti
- assumere un ruolo leader negli elementi comuni evidenziati nella sezione precedente
- estendere la durata per un anno oltre il limite della presente convenzione, con lo scopo di assicurare l'applicazione dei prodotti ottenuti da tutti i progetti in un nuovo modello di pericolosità

Progetto S2 - Sismogenesi e probabilità dei forti terremoti in Italia

Coord. D. Slejko e G. Valensise

Lo scopo di questo progetto può essere riassunto nella individuazione delle sorgenti sismiche che possono essere sede di possibile forte attività futura e nella quantificazione probabilistica di questa occorrenza.

I Tasks del progetto sono così definiti:

1. Organizzazione di un sistema di riferimento unitario per la descrizione della sismogenesi
2. Definizione spaziale delle principali strutture sismogenetiche della penisola italiana

3. Monitoraggio e caratterizzazione geofisica delle principali strutture sismogenetiche
4. Caratterizzazione delle principali strutture sismogenetiche e calcolo della probabilità di loro attivazione

Il progetto ha essenzialmente tre componenti. La prima componente (T1+T2) riguarda l'acquisizione e omogeneizzazione di conoscenze relative alle zone sismogenetiche in Italia (faglie individuali e aree sorgente). La seconda componente (T3) si focalizza sull'utilizzo del dato geodetico per caratterizzare lo strain-rate a breve periodo associato alle sorgenti sismiche. La terza componente (T4) mira a caratterizzare la probabilità di occorrenza dei terremoti nelle sorgenti sismiche utilizzando varie tecniche (di cui alcune non ancora stabilizzate).

Come commento generale, S2 appare molto ambizioso considerando i tempi limitati. Il progetto include un numero molto elevato di UR and si propone di investigare un elevato numero siti di interesse, senza una chiara priorità nè una garanzia che la molteplicità di approcci proposti in siti differenti possa portare a un significativo avanzamento delle conoscenze in tutto il territorio italiano. Le interfacce tra le componenti del progetto e con altri progetti (S1, S4, S5) non sono ancora sufficientemente evidenziate. In ultimo, T4 propone un approccio molto concettuale, senza chiari obiettivi applicati nè benchmarks.

Per ovviare a queste limitazioni, il CR ha le seguenti raddomandazioni.

T2 dovrebbe

- produrre un bilancio complessivo e omogeneo delle incertezze associate alle sorgenti già definite e alle sorgenti che verranno identificate da S2 (con impatto per S1);
- definire prima possibile priorità e un bilanciamento degli sforzi tra UR e zone di interesse in funzione della reale possibilità di identificazione e caratterizzazione di nuove zone sismiche e delle incertezze associate;
- rimuovere la componente "tsunami", che di per sè costituisce un progetto ambizioso e importante.

T3 dovrebbe

- stabilire un approccio per arrivare ad un modello di strain-rate geodetico che sia strettamente connesso al modello di sorgenti sismiche e idoneo quindi al calcolo di pericolosità sismica;
- sviluppare una strategia per trattare le inevitabili discrepanze tra i rates geodetici, sismici e geologici.

T4 dovrebbe

- definire gli approcci da sviluppare per ottenere probabilità di occorrenza usando vari tipi di dati (parametri di faglia, sismicità, slip-rates, strain-rates geodetici) con le corrispondenti incertezze;
- definire una strategia sulla base dei dati e modelli già esistenti per stimare la performance/adattabilità/congruenza dei modelli e per integrare questi approcci nelle valutazioni di pericolosità a scala regionale e nazionale.

Progetto S3 - Scenari di scuotimento in aree di interesse prioritario e/o strategico

Coord. F. Pacor e M. Mucciarelli

Il progetto S3 si pone come obiettivo generale il calcolo di scenari di scuotimento in alcune aree italiane nel caso di accadimento del terremoto massimo credibile (MCE).

I tasks proposti sono: 1. Scenari di scuotimento, 2. Effetti di sito, 3.-6. Scenari aree specifiche, 7. Interfacciamento con l'ingegneria e il DPC.

Le aree prescelte per la validazione sono la zona Molise-Abruzzo danneggiata dalla sequenza iniziata il 31.10.2002 ($M=5.6$), il bresciano per l'evento del 24.11.2004 ($M=5.2$); le aree di previsione proposte sono i comuni di Gubbio e Potenza.

Il progetto è ben ideato, con una sequenza logica di progressione dei tasks e chiari obiettivi programmatici. La suddivisione del progetto in aree di validazione e aree di previsione è un elemento molto positivo. Tuttavia, il CR ha riserve che riguardano l'apparente mancanza di collegamento con l'implementazione dei risultati di S3.

Se l'obiettivo del progetto è di produrre scenari di scuotimento per la valutazione deterministica di danno e perdite, allora i risultati devono essere definiti in un formato appropriato per le valutazioni di perdite effettuate da DPC, e definiti con un grado di precisione consistente con i modelli di stima di danno. A questo scopo, l'utilità di sismogrammi sintetici per i vari scenari non è chiara a meno che la capacità di applicazione di tali scenari da parte di DPC non sia già acquisita. La preparazione di carte di microzonazione spettrale per le aree test deve essere considerata tra i prodotti di S3.

Una delle componenti principali del progetto è la validazione della tecnica e dei modelli per due casi test, i terremoti del Molise (2002) e Salò (2004). Il CR non è convinto dell'utilità dell'esercizio di validazione nella sua presente formulazione, alla luce della grande incertezza che è inevitabilmente associata ai modelli di vulnerabilità e alla variazione spaziale del moto del suolo (che per alte frequenze è la componente fondamentale dell'incertezza aleatoria nelle leggi di attenuazione). Tali incertezze non saranno ridotte significativamente nel prossimo futuro. A questo proposito, S3 deve chiarire, esplicitamente e con trasparenza, come intende trattare la variabilità aleatoria del moto del suolo (considerando separatamente le componenti evento-evento e stazione-stazione) e in particolare come le incertezze verranno propagate al calcolo del danno; non è infatti sufficiente lasciare questo compito agli utilizzatori finali (DPC, ingegneri) senza stabilire a priori le necessità e le strategie di valutazione e di presentazione delle incertezze.

Una ulteriore riserva riguarda la dipendenza esclusiva dal metodo di Nakamura per la caratterizzazione del sito. Questo metodo fornisce robuste stime del periodo dominante di risonanza per siti caratterizzati da elevato contrasto di impedenza e struttura 1D. Tuttavia, non fornisce stime affidabili dei fattori di amplificazione e l'uso di altre tecniche (e.g. SASW) dovrebbe essere considerato.

Ulteriori elementi che S3 dovrebbe considerare allo scopo di accrescere la corrispondenza fisica e l'affidabilità degli scenari includono

- gli aspetti non-lineari e di liquefazione,
- l'utilizzo di tecniche di modellazione dinamica per la sorgente

Progetto S4 - Stima dello scuotimento in tempo reale e quasi-reale per terremoti significativi in territorio nazionale

Coord. L. Malagnini e D. Spallarossa

Lo scopo di questo progetto è di sviluppare i metodi per una rapida caratterizzazione del moto del suolo intorno alla faglia che lo ha generato. I Tasks proposti sono:

1. Organizzazione, integrazione e scambio dati
2. Definizione di modelli crostali
3. Stima rapida delle caratteristiche della sorgente sismica, implementazione di ShakeMap
4. Ground motion scaling regionale
5. Stima degli effetti di sito alle stazioni

Il CR conferma che si tratta di un progetto importante, di chiaro utilizzo e beneficio per il DPC. Lo scopo presente del progetto appare tuttavia molto ambizioso e il CR raccomanda di stabilire una scala di priorità tra i vari Tasks allo scopo di assicurare che prodotti applicati siano già disponibili nell'arco dei due anni di completamento del progetto, laddove altri Tasks potrebbero essere completati in una fase successiva.

I Tasks che formano l'asse portante per la produzione di ShakeMap sono il Task 1 (Organizzazione, integrazione e scambio dati) e 3 (Stima rapida delle caratteristiche della sorgente sismica, implementazione di ShakeMap); questi temi dovrebbero pertanto avere la massima priorità per il progetto. Il CR sottolinea che il software ShakeMap è al momento implementato usando leggi di attenuazione specifiche per gli US e relazioni empiriche calibrate per la California tra parametri di peak ground motion e intensità macrosismica; è chiaramente importante rimpiazzare tali regressioni con equazioni valide per il territorio italiano (e dove possibile già oggi con leggi di attenuazione regionale, come proposto dal Task 4) e come minimo controllare la validità delle relazioni usate da Wald et al. (1999) tra PGA, PGV e MMI per l'Italia.

Il Task 5 (Stima degli effetti di sito alle stazioni) è considerato come il successivo elemento portante del progetto, in quanto componente essenziale per la generazione di ShakeMap affidabili. Pertanto la critica sul Task 5 non riguarda la priorità, ma la apparente impossibilità di caratterizzare un sufficiente numero di stazioni in un periodo limitato e con risorse limitate. Il Task 5 deve sicuramente costituire l'inizio di un progetto di ampio respiro che valichi la durata della presente Convenzione.

Il CR apprezza il valore a lungo termine del Task 2 (Definizione di modelli crostali) ma non lo ritiene prioritario per la generazione di ShakeMaps, il cui obiettivo primario è di fornire guida nelle ore/giorni seguenti al terremoto mentre le ispezioni sul campo (supplementate da fotogrammetria aerea e satellitare) completano il quadro della distribuzione e grado del danno. Pertanto, se non risultasse possibile completare l'intero scopo di questo progetto in due anni, si raccomanda di completare questo task in una fase successiva e di concentrare gli sforzi sugli altri Tasks.

Il successo di questo progetto nella sua fase applicativa è strettamente legato alla disponibilità di registrazioni accelerometriche e sismometriche in tempo reale. Un elemento fondamentale di questo obiettivo è la disponibilità dei dati accelerometrici. Si raccomanda che INGV e DPC lavorino senza indugio ad una politica comune di accesso automatico in tempo reale a tutti i dati disponibili (inclusi quelli per interrogazione telefonica) allo scopo di implementare prodotti applicativi con un elevato grado di affidabilità. Benchè l'installazione di strumenti addizionali sia al

di fuori degli scopi della presente convenzione, il CR ritiene che S4 possa fornire indicazioni utili per la futura espansione delle reti SM e BB, allo scopo di migliorare l'affidabilità degli Shake-Maps.

Un ultimo commento riguarda la necessità di garantire un adeguato processo di validazione, sia nella fase di calibrazione della tecnica sia nella fase operativa. A tale scopo si raccomanda di:

- 1) calibrare le ShakeMaps per una base elevata di eventi degli ultimi anni, in modo da fornire una validità statistica all'applicazione futura;
- 2) accoppiare le ShakeMaps numeriche a procedure del tipo "did you feel it?" che consentono al pubblico di fornire in tempo reale su un'interfaccia web informazioni sullo scuotimento risentito e eventualmente su danni osservati; queste procedure hanno mostrato un grande successo ed è possibile ottenere centinaia di punti entro pochi minuti dall'evento, fornendo una ulteriore misura di affidabilità al sistema.

Progetto S5 - Definizione dell'input sismico sulla base degli spostamenti attesi

Coord. E. Faccioli e A. Rovelli

Scopo del progetto e la definizione di un modello dell'azione sismica come spettro di risposta elastico di spostamento (SRS) adatto per la normativa sismica, e la creazione di mappe di pericolosità in termini di spostamento spettrale.

I seguenti Tasks specifici sono identificati:

1. Perfezionamento ed integrazioni del modello iniziale di riferimento per lo SRS
2. Valutazione dell'influenza di diverse forme di dissipazione sullo SRS; definizione di spettri di verifica per costruzioni monumentali
3. Introduzione di effetti near-field nel modello di riferimento
4. Attenuazione dello spostamento su basi osservazionali
5. Attenuazione dello spostamento – modellazioni numeriche
6. Mappe di pericolosità

Il Comitato considera S5 un progetto importante e un avanzamento nel modo di assegnare i parametri di progetto nel futuro. Il progetto è ben ideato e ben strutturato, con un buon collegamento dei tasks e chiari obiettivi programmatici. Gli obiettivi appaiono tutti realizzabili nell'ambito del progetto.

Il Comitato identifica i seguenti aspetti dove concentrare una attenzione particolare:

- 1) Una mappa spettrale in termini di spostamento è un passo avanti importante che sarà molto probabilmente introdotto nella prossima generazione del codice di costruzione anti-sismico. Tenendo conto che S1 è dedicato interamente al miglioramento di MPS04, si ritiene che la mappa di pericolosità dovrebbe essere costruita sulla stessa base e usando lo stesso modello di aree sorgente di MPS04, introducendo dei controlli di consistenza nell'intervallo di frequenze comune agli spettri di spostamento e di pseudo-accelerazione.

- 2) Si ritiene che il progetto dovrebbe esplorare ulteriori metodologie per il computo dello spostamento inelastico dallo spostamento elastico, in aggiunta all'uso di un oscillatore sovra-smorzato. Ad esempio, dovrebbe essere valutato l'uso di fattori quali C_{μ} o R_{μ} .
- 3) Il calcolo di d_{\max} da accelerogrammi è un compito difficile. Poichè non è possibile derivare esattamente il campo di spostamento completo dall'accelerazione – la componente di rotazione non è ottenibile dalla doppia integrazione – è molto difficile definire un algoritmo generale e il comitato raccomanda un'attenzione particolare a questo aspetto. Laddove possibile, verifiche dovrebbero essere condotte usando simultaneamente dati BB e SM da stazioni co-locate. Il possibile contributo all'incertezza aleatorica nelle leggi di attenuazione per d_{\max} dovute alle procedure di processamento dovrebbe essere stimato e tenuto in considerazione.
- 4) Attenzione particolare deve essere usata nell'inclusione di effetti di direttività nelle mappe di pericolosità in termini di d_{\max} , affinché tali effetti non siano contati due volte. Infatti, se la legge di attenuazione per d_{\max} non varia con l'introduzione della direttività, tali effetti devono considerarsi già inclusi nell'approccio convenzionale di PSHA. In altre parole, se risulta necessario applicare correzioni o aggiunte specifiche allo spettro di pericolosità per tener conto di effetti di direttività, allora l'incertezza aleatorica della legge di attenuazione dovrebbe essere diminuita tenendo conto della presenza del contributo della direttività (forward e backward) nelle registrazioni accelerometriche.