



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

D-ERDW

Department of Earth Sciences

Sonneggstrasse 5
CH-8092 Zürich, Switzerland

Prof. Dr. Domenico Giardini, Chair

Tel.: + 41 44 632 5155 / 5647 (secr).

Fax: + 41 44 632 1112

giardini@erdw.ethz.ch

www.erdw.ethz.ch

10 Maggio 2005

**Oggetto: Progetti di ricerca previsti dalla Convenzione
ProCiv - INGV 2004 – 2006, Decreto n. 387**

Valutazione speditiva preliminare

Egregio Prof. Boschi, caro Enzo,

Su mandato del Presidente dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Prof. Enzo Boschi, è stata condotta e viene qui presentata una valutazione speditiva dei 5 progetti di ricerca sismologica S1-S5 previsti dalla Convenzione ProCiv - INGV 2004 – 2006, Decreto DPC n. 387.

Scopo della revisione speditiva è fornire una valutazione dei progetti di ricerca e della rispondenza alle specifiche previste dalla Convenzione ProCiv-INGV, di individuare eventuali aree di debolezza nei progetti proposti, di fornire raccomandazioni e approcci alternativi laddove si possa configurare una migliore corrispondenza alla Convenzione, di dare una valutazione preliminare sulla congruità delle risorse richieste. Vengono altresì evidenziate alcune aree di ricerca e sviluppo che non sono elaborate nei progetti presentati. Tali linee investigative sono rivolte ad una maggiore comprensione della pericolosità sismica e dei suoi effetti, e alla definizione di prodotti applicativi per il DPC.

La valutazione va considerata speditiva per le seguenti ragioni:

- non sono disponibili al revisore i rapporti finali dei progetti GNDT 2001-2003, i cui risultati e conclusioni sono strumentali alla piena comprensione delle attività proposte per il periodo 2004-2006;
- non sono disponibili al revisore le linee guida per lo sviluppo delle attività di monitoraggio sismico del territorio Italiano per il periodo 2004-2006, contenute nel programma triennale INGV, che hanno importanti ricadute su alcune delle attività proposte nell'ambito dei progetti S1-S5;
- tenendo conto dei tempi ristretti, non è stata richiesta nè condotta una discussione assieme ai direttori dei progetti, allo scopo di chiarire aspetti specifici dei singoli progetti.

Come conseguenza, è possibile che alcuni dei commenti generali o specifici inclusi nella valutazione non siano appropriati, per mancanza di informazioni adeguate. Un criterio generale

utilizzato ai fini della valutazione speditiva, ricavato dalla Convenzione stessa, é la necessità di sviluppare progetti di ricerca con chiaro carattere applicativo e prodotti bene identificati.

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

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 per il DPC. Alcuni elementi potrebbero essere però migliorati, e su questi si concentrano i commenti di questa prima valutazione speditiva.

Rimango a disposizione per completare una fase di valutazione più approfondita dei progetti presentati secondo i criteri e con le informazioni aggiuntive indicate sopra.

Cordiali saluti,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'D Giardini', with a long horizontal stroke extending to the left.

Domenico Giardini

Osservazioni generali

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 per il DPC.

Vi sono aree di duplicazione tra tasks di progetti diversi, dove UR separate nei vari progetti perseguono obiettivi simili senza un apparente coordinamento. Una maggiore integrazione di metodi e obiettivi di queste attività appare necessaria, con rafforzamento e coordinamento trasversale tra i vari progetti, per un uso ottimale delle risorse e un miglioramento complessivo degli obiettivi. Almeno quattro aree di particolare importanza per due o più progetti, e a volte per tutti i progetti, possono essere identificate (maggiori dettagli sono dati nei commenti ai singoli progetti):

- leggi di attenuazione a diverse frequenze e per diverse misure di scuotimento del terreno
- tecniche di modellazione di forme d'onda
- effetti di sito e condizioni locali del suolo
- studio di sorgenti sismiche complesse

La professionalità delle UR é generalmente di alto livello, e vi sono solo pochi settori dove le competenze in Italia non sono ancora pienamente sviluppate. Ad esempio, un settore in grande espansione a seguito della disponibilità di nuovi dati é il settore della modellazione di forme d'onda, dove le competenze presenti all'INGV, e più in generale in Italia, andrebbero al più presto rafforzate con l'assunzione di nuovi specialisti del settore. In altri settori, le competenze esistono ma sono ancora divise settorialmente. Un esempio é l'utilizzo del dato geodetico in applicazioni sismologiche, che in questi progetti non viene trattato con la dovuta cautela in quanto non vengono coinvolte UR di area geodetica. Un secondo esempio é lo studio di sorgenti sismiche complesse, dove le singole competenze disciplinari sono pienamente disponibili ma un approccio multidisciplinare non é ancora stato sviluppato (si veda il recente caso del terremoto dell'Umbria) ed é ancora mancante nei progetti S3-S4.

Non é apparentemente prevista la partecipazione di esperti e teams stranieri. Questa esclusione non sembra essere un requisito esplicito nella convenzione. Per quanto sia ben chiaro che in Italia si trovino esperti eccellenti in ogni settore, si ha l'impressione, nel leggere alcuni tasks, che risultati simili siano già stati ottenuti nell'ambito di progetti Europei o da ricercatori stranieri, e potrebbe essere vantaggioso un coinvolgimento diretto di detti specialisti allo scopo di minimizzare duplicazioni e velocizzare il conseguimento di risultati positivi. D'altro canto, viene proposta l'importazione di metodologie e tecnologie che hanno portato a risultati positivi in altri paesi, ad esempio California; non appare altrettanto chiaro, e in alcuni casi è dubitabile, se e come l'applicazione alle condizioni italiane possa portare a risultati altrettanto positivi.

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. Laddove un alto numero di partecipanti non necessariamente si configura come un aspetto negativo, i

progetti sono però 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 i prodotti aspettati. La possibilità di ottenere avanzamenti anche significativi e modelli preliminari non va confusa con l'implementazione di 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. Fatta eccezione per il progetto S1, non è in generale sufficientemente sviluppata la fase di validazione dei prodotti applicativi.

Il progetto S2 propone un importante contributo di ricerca che non risponde interamente alle specifiche della Convenzione, per ammissione stessa degli autori, e in particolare per quanto riguarda i prodotti aspettati. Sembra essere necessario riconfermare le specifiche con il DPC e si suggerisce di cambiare il titolo del progetto, per evitare false aspettative, scegliendo un nome più in linea con le caratteristiche del progetto. I progetti S3 e S4 si occupano di tematiche simili, e la separazione dei Tasks nei due progetti andrebbe ottimizzata, in modo da migliorare la capacità di modellazione di scenari di scuotimento nel progetto S3 e privilegiare la rapidità di calcolo nel caso degli shakemaps nel progetto S4.

La presentazione dei progetti è carente in alcuni aspetti strutturali, in parte come conseguenza delle specifiche richieste formulate nel Decreto n.387. La corretta implementazione del progetto non è in dubbio, ma più dettagli sarebbero necessari per progetti di tali dimensione e complessità:

- Ad eccezione del progetto S2, non viene data spiegazione del ruolo scientifico e degli specifici risultati aspettati per le singole UR previste per i vari Tasks; un maggiore dettaglio sarebbe utile, sia nella fase di valutazione speditiva che nel proseguimento dei progetti, in particolare per un efficace controllo di qualità.
- Manca un'analisi di rischio per i progetti, che dovrebbe includere ad esempio le conseguenze per gli altri tasks/progetti e le azioni correttive nel caso che un task non dia i risultati aspettati.
- Elementi di grande rilevanza per il futuro monitoraggio e analisi dati sono l'integrazione e l'effettiva implementazione dei vari prodotti. La fase di implementazione non è sufficientemente sviluppata, e non vengono identificate le unità operative che prenderanno in carico la gestione e implementazione dei prodotti al completamento dei presenti progetti.

Alcune possibili aree di sviluppo non sono incluse nell'ambito della convenzione DPC-INGV. È possibile che tali aree vengano sviluppate al di fuori delle attività di questo progetto quadro, ad esempio nell'ambito del progetto triennale INGV, e in questo caso sarebbe opportuno specificare le sinergie. In particolare, le aree "Automatic Data mining" e "Earthquake Early Warning" sono considerate prioritarie a livello Europeo e dovrebbero trovare spazio nella programmazione DPC-INGV.

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 MPSO4. Il progetto si propone di completare le elaborazioni MPSO4 (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 progetto risponde alle specifiche della convenzione ed richiede risorse adeguate per i Tasks 1, 2 e 4. Appare invece insufficientemente sviluppato il Task 3, in quanto sia obiettivi che realizzazione non sono chiaramente identificati e appare assai dubitabile che la procedura proposta, basata sul confronto tra la carta MPSO4 e un modello non stazionario, possa realmente apportare un contributo significativo alla definizione di priorità per l'adeguamento sismico per singoli edifici.

Non è compito di questa valutazione spedite commentare sulle specifiche della convenzione DPC-INGV o entrare nel merito della ripartizione dei ruoli tra autorità nazionale e regionali in Italia. Tuttavia, è opinione del revisore che l'autorità nazionale (DPC) debba mantenere un ruolo autoritativo nell'elaborazione di carte di pericolosità, per evitare il proliferare di prodotti regionali o locali di dubbia qualità e difficile validazione. A questo scopo, è fondamentale considerare il modello di hazard come in prodotto dinamico dal più alto contenuto tecnico, sempre pronto a recepire le ultime evidenze scientifiche e ingegneristiche. Le elaborazioni sviluppate nella preparazione di MPAO4 possono essere considerate solo come un primo passo verso una completa descrizione della pericolosità. La sperimentazione deve continuare in tre direzioni principali: validazione, modelli non stazionari, pericolosità calibrata per le condizioni locali.

Validazione

La validazione del modello di hazard stazionario che è alla base della carta MPSO4 richiede una serie più esaustiva di tests e modellazioni. Le seguenti elaborazioni si rendono necessarie:

- Una serie di tests e sanity checks che tengano in considerazione diverse leggi di attenuazione, modelli alternativi di sorgenti sismiche (es. modelli ibridi con faglie e sorgenti estese) e modelli alternativi di Mmax (es. EPRI prior), con la definizione di un albero logico più complesso di quanto non utilizzato da MPSO4, allo scopo di meglio quantificare i contributi delle incertezze aleatoria e epistemica.
- Il calcolo della pericolosità anche per periodi di ritorno di 5'000 e 10'000 anni, allo scopo di evidenziare incongruenze che non sono facilmente identificabili per periodi più corti. Per esempio, la carta di intensità attesa per 10'000 anni non dovrebbe avere valori inferiori a I_{max} osservata sul territorio nazionale, cosa che non può essere verificata a 1'000 anni. In aggiunta, un modello valido per 10'000 è strumentale per il confronto e la validazione con il dato geodetico. Ancora, il contributo di Mmax per aree di background va verificato su periodi lunghi. Infine, va ricordato che la pericolosità sismica valutata per probabilità di occorrenza pari o minori a 10⁻⁴ per anno è l'input di base per i calcoli di sicurezza di infrastrutture critiche (quali centrali nucleari, impianti chimici, grandi dighe); la disponibilità di un prodotto di riferimento per 10'000 anni consente una politica di validazione per gli studi elaborati per le singole infrastrutture.
- La valutazione del massimo moto atteso (es. A_{max} o V_{max}) su tutto il territorio nazionale, con particolare riguardo ai lunghi periodi di ritorno (1'000-10'000 anni), ivi

compresa la possibilità di introdurre leggi di attenuazione non-lineari per accelerazioni elevate.

- La generazione di cataloghi sintetici per periodi lunghi di tempo, in modo da poter verificare se le medie a lungo termine corrispondono alla realizzazione della pericolosità ottenuta da un catalogo storico di 2'000 anni, e l'elaborazione di mappe di hazard da diverse realizzazioni del catalogo selezionate dal catalogo sintetico di riferimento, per poter valutare la robustezza della pericolosità un aree di bassa sismicità (es. Molise).
- Il confronto sistematico e rigoroso con il dato geodetico su tutto il territorio nazionale, basato sulla la definizione di un modello di riferimento di strain-rate geodetico tramite una scelta opportuna di dati validati.

Modelli non stazionari

La valutazione della pericolosità sismica non può considerarsi completa se non viene considerata la componente non stazionaria, che, ad esempio, per la California é stata valutata avere dimensione e importanza comparabili alla componente stazionaria. Tre tipi di non stazionarietà vanno considerati come base per elaborare modelli alternativi di pericolosità da comparare con MPS04.

1. Modelli di sismicità non stazionaria con memoria, del tipo già menzionato nel Task 3, ma con un approccio statistico e modellistico più completo e sistematico.
2. Modelli di probabilità condizionale associati a foreshocks e aftershocks, per la validazione statistica di possibili precursori (ad esempio il caso di Siracusa 1693) e il calcolo della pericolosità associata a sequenze sismiche (ad esempio Umbria 1999). Fondamentale per questa attività é uno studio sistematico delle proprietà statistiche di sequenze e sciame sismici accaduti nella storia, con uno studio dettagliato e focalizzato del dato storico.
3. L'Italia é all'avanguardia nello sviluppo di modelli di fault loading, che però non sono stati introdotti in un modello formale di pericolosità. Un modello dinamico corredato da un un modello di carico tettonico calibrato sul dato geodetico, potrebbe aiutare a spiegare la sequenza dei grandi eventi in Italia negli ultimi 2'000 anni, ed in particolare dei periodi di quiete o di migrazione di intensa attività, ad esempio per il caso della Calabria 1783, e al tempo stesso servire alla validazione di questo approccio alternativo al calcolo della pericolosità.

Pericolosità calibrata per le condizioni locali

Il GNDT 2000-2002 ha elaborato la mappa di riferimento tipo NEHRP per il territorio nazionale. L'elaborazione di carte di pericolosità e di spettri di risposta locali (damping 5%) per il territorio nazionale fornirebbe uno strumento di grande importanza per la valutazione di scenari di rischio per tutto il territorio nazionale, e un prodotto di immediato utilizzo per varie applicazioni locali; in aggiunta, consentirebbe di verificare l'effettiva corrispondenza statistica degli spettri per varie tipologie di suolo definiti nella nuova norma di costruzione antisismica (transitoria per EuroCodice8), con gli spettri calcolati per la cartografia nazionale. Questa verifica non è stata possibile sino ad oggi.

Allo scopo di garantire le linee di ricerca e lo sviluppo di prodotti specifici descritti sopra, si suggerisce di istituzionalizzare l'elaborazione di nuove mappe di pericolosità con cadenza regolare, ad esempio ogni cinque anni, come già negli USA, e di considerare il presente progetto e gli eventuali ampliamenti come la prima fase per la realizzazione di MPS09. In questa ottica, e in funzione di quali linee aggiuntive di ricerca si intendono sviluppare, le risorse allocate al progetto andranno rivalutate.

Progetto S2- Terremoti probabili in Italia nel trentennio 2005-2035

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 Task 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

È un progetto di ampio respiro, che potrebbe portare ad un netto miglioramento nella comprensione della sismogenesi soprattutto in aree a moderata sismicità. Il progetto si concentra su linee di ricerca che possono fornire risultati concreti. Rimangono tuttavia alcune perplessità sulle attività e prodotti proposti nei Tasks 2-4. La perplessità maggiore riguarda l'obiettivo stesso del progetto S2, che per ammissione degli autori non risponde alle specifiche contenute nella convenzione (terremoti probabili), ma aspira a creare un più ampio modello per la comprensione della genesi dei terremoti.

Lo stile del progetto è molto enfatico. Si legge che l'UR Argnani-Brancolini "dovrebbe gettare nuova luce", UR Favali "illuminerà al meglio", UR Solarino "utilizzerà tecniche d'avanguardia", UR Sirovich una "tecnica di analisi molto evoluta", UR Neri "tecniche di analisi sismologica molto avanzate", il Task 2c "tecniche innovative", il Task 2b "nuove tecniche di analisi". Viene spontaneo chiedersi: ma che tecniche hanno usato fino ad ora? come si differenzierà la ricerca condotta nei prossimi tre anni da quella condotta nelle stesse aree dagli stessi ricercatori negli ultimi 20-30 anni? quali sostanziali nuovi dati o nuovi approcci sono divenuti disponibili negli ultimi 3-5 anni che possano davvero gettare nuova luce sulla sismogenesi in aree di moderata attività sismica del territorio italiano, dove l'imponente ricerca condotta sino ad ora non ha portato a risultati conclusivi? Ad esempio, si pensi al problema del terremoto della Sicilia Orientale del 1693 (il più grande evento storico italiano), su cui hanno lavorato senza conclusione le stesse UR proposte per il Task 2, e sostanzialmente con gli stessi metodi.

Per la vastità dell'area e delle problematiche da trattare, il progetto propone un numero molto elevato di unità di ricerca (38!), ognuna con un contributo su un singolo ristretto settore, senza che siano esplicitati i meccanismi con cui il coordinamento e la omogeneizzazione tra gli approcci e i prodotti di questo progetto saranno mantenuti. L'esperienza del programma GNV 2000-2002 ha mostrato che progetti con oltre 20 UR sono molto difficili da gestire. Il livello tecnico e gli approcci scientifici proposti dalle varie UR è così differenziato da rendere irrealistica una necessaria ed efficace integrazione. Si ha a volte l'impressione che la lista delle UR vada ad accontentare le varie esigenze locali, senza che un'effettiva selezione sulla base di competenze scientifiche innovative sia stata quanto meno tentata. Il lasciare le singole UR lavorare su singoli temi o regioni, rende impossibile un necessario confronto critico tra i vari operatori.

Al di là di questi aspetti, vi sono poi alcune considerazioni più fondamentali:

- L'approccio dei terremoti probabili è stato proposto, come ricordato dagli stessi autori, per aree Californiane ad alta attività sismica, e dove gli scenari a 30 anni vedono probabilità di attivazione di singole faglie o segmenti di faglia dell'ordine di 10-50%. Questo tipo di approccio non è possibile per le aree a moderata sismicità in Italia;

quand'anche le strutture sismogenetiche attive venissero sistematicamente identificate (obiettivo che appare irraggiungibile sulla base dei risultati passati), la sismicità storica ci mostra che lo scenario aspettato per la singola faglia nei prossimi 30 anni è molto al di sotto dell'effettivo potenziale sismogenetico. In altre parole, per una faglia dove il grande evento si ripete mediamente ogni 2'000-5'000 anni, la probabilità che tale evento avvenga nei prossimi 30 anni è molto piccola, dell'ordine del % o ‰, e l'evento probabile nei prossimi 30 anni sarà assai modesto. La possibilità poi di poter caratterizzare per tali faglie una probabilità condizionale che dipenda dalla passata storia sismica risulta alquanto utopica, e sarà sempre caratterizzata da grande incertezza statistica.

- L'applicazione di modelli non-stazionari di sismicità non dipende dall'identificazione o meno della singola struttura sismogenetica; in aree di moderata attività e rari grandi eventi, il confronto è più indicato per aree sorgente estese comprendenti più strutture sismogenetiche, anche non ben identificate o definite singolarmente, in modo da poter calibrare l'intera attività sismica di una regione anche quando l'attribuzione del singolo evento ad una singola faglia non è disponibile.
- Il confronto con il dato geodetico è importante (si veda commento al Progetto S1); qui tuttavia il confronto viene proposto senza l'inclusione di specialisti del settore geodetico, un approccio rischioso per un paese come l'Italia, in larga parte caratterizzato da limitata deformazione crostale e dove il controllo della qualità del dato geodetico appare tutt'oggi problematico. Rimane inoltre difficile comprendere come il confronto del dato geodetico con l'attività sismica degli ultimi dieci anni in alcune limitate aree campione possa aiutare nella definizione dei grandi terremoti attesi nei prossimi 30 anni.

In sintesi, il progetto S2 propone un ampio spettro di ricerche di avanguardia, che sicuramente porteranno ad un significativo avanzamento delle conoscenze sui processi sismogenetici in Italia, ma risponde solo parzialmente alle specifiche della Convenzione, in particolare per quanto riguarda i prodotti aspettati. Si raccomanda di riconfermare le specifiche con il DPC e di cambiare il titolo del progetto, per evitare false aspettative, scegliendo un nome più in linea con le caratteristiche del progetto, quale ad esempio "Identificazione e caratterizzazione delle zone sismogenetiche in Italia".

Se lo scopo finale del progetto, come sembra, è di sviluppare le basi per la nuova generazione di pericolosità sismica, allora i commenti fatti al progetto S1 vanno anche rivolti a S2. In ogni caso una maggiore integrazione tra S1 e S2 appare necessaria.

Tsunami

Come ultimo commento, viene introdotta un Task 2d per la elaborazione di scenari speditivi di tsunami. Questa attività, di ovvia rilevanza strategica, trascende i limiti dei singoli progetti e non dovrebbe essere inclusa in un singolo progetto sismico, ma semmai come progetto autonomo, che includa tutti i vari aspetti, dall'identificazione delle sorgenti potenziali (corrispondente a S2) alla modellazione degli scenari di altezza massima d'onda e di allagamento (\Rightarrow S3), alla stima in tempo reale (\Rightarrow S4), alla valutazione di scenari di rischio (\Rightarrow S5). In aggiunta, la descrizione del sottoprogetto (otto righe) e il contributo richiesto appaiono molto sottostimati rispetto ai deliverables proposti ("Mappe di altezza dell'onda di tsunami attesa lungo le coste italiane e, per aree selezionate, mappe di invasione e rischio da tsunami"). Si suggerisce di riformulare e negoziare un progetto più completo e adeguato, che corrisponda alle reali necessità del DPC.

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 e ben strutturato, 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.

In generale, il progetto appare molto ottimista e ambizioso nel prospettare risultati concreti e applicativi per problemi di grande complessità e integrazione. Quattro punti sono identificati dove maggiore attenzione è richiesta per assicurare il raggiungimento degli obiettivi proposti.

- La separazione degli effetti di sorgente e effetti locali per le aree di calibrazione è un obiettivo raggiungibile, a condizione che vengano anche calibrate le funzioni di trasferimento ai siti SM; tale calibrazione non è menzionata nel progetto ed è condizione necessaria per evitare di mappare nei termini di propagazione e sorgente gli effetti di sito alle stazioni. Concretamente, il calcolo degli scenari al bedrock si basa largamente su dati sismometrici (registrati su roccia), ma la definizione dei parametri statici e dinamici della sorgente come pure la calibrazione dei modelli attraverso il confronto con le registrazioni accelerometriche deve tener conto della risposta alla stazione (si veda anche S4).
- La simulazione degli scenari al bedrock si basa su modelli di sorgente di varia complessità (0-1). Il Task 1 si prefigge di valutare la variabilità del moto anche in funzione delle caratteristiche della sorgente, ma non è chiaro come gli autori propongano di includere il trattamento di sorgenti dinamiche, necessario per una modellazione realistica nel near-field; l'approccio proposto per la modellazione di sorgente, seppur giustificato dalla mancanza di dati per terremoti recenti, è troppo semplificato per la modellazione di un MCE che può essere anche di grandi dimensioni. Il compito di derivare parametri dinamici e una descrizione completa per sorgenti complesse è assai arduo e appare sottostimato. È necessaria una maggiore sinergia con il progetto S4, che coinvolga competenze multidisciplinari.
- La definizione di modelli di propagazione e leggi di attenuazione locali comporta il rischio di non avere dati sufficienti per poi scalare gli spettri per eventi di maggiori dimensioni. Una effettiva integrazione con altri progetti che si occupano di modelli di attenuazione regionali (S1, S4) appare assolutamente necessaria.
- Tenendo in considerazione l'estensione delle aree prese in esame e la complessità della struttura crostale nell'area italiana, non sarà facile raggiungere il livello di modellazione e di calibrazione auspicato a frequenze che siano di interesse per un diretto utilizzo ingegneristico (2-5 Hz). Il rischio concreto è che la validazione possa avvenire solo a frequenze basse, dove peraltro il dato sismologico è scarsamente d'aiuto.

Il progetto non fa menzione di sviluppi metodologici simili a quelli qui proposti, ottenuti in vari ambiti Europei, né di esperimenti Europei dove queste problematiche sono state già trattate. S3 é un tipico esempio dove il coinvolgimento di UR straniere potrebbe beneficiare il progetto.

Il progetto S3 ha scopi e prodotti ambiziosi. La pianificazione delle risorse e del personale appare però largamente insufficiente rispetto al livello di dettaglio al sito che si intende raggiungere e all'estensione delle aree che si intendono investigare. Si suggerisce un adeguamento delle risorse richieste agli scopi del progetto.

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 é 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

In generale, le attività di ricerca proposte sono ben inquadrare e finalizzate al raggiungimento dell'obiettivo proposto, e la sequenza progressiva per il calcolo di shakemaps di crescente complessità e accuratezza é ben strutturata. Tuttavia, il progetto S4 pecca di eccessivo ottimismo nel prospettare i prodotti aspettati, e confonde a volte la possibilità di ottenere avanzamenti anche significativi e modelli preliminari con l'implementazione di prodotti applicativi calibrati e validati. Senza voler nulla togliere al valore della sperimentazione scientifica, si sottolinea per questo progetto la necessità di concentrarsi su linee di ricerca che possano dare i risultati aspettati nei tempi disponibili, e soprattutto finalizzate al computo di scenari rapidi di scuotimento.

Alcuni aspetti sono identificati dove maggiore attenzione e una parziale revisione del progetto sono raccomandate, per assicurare il raggiungimento degli obiettivi proposti.

Inversione del momento tensore

Il Task 3 propone l'utilizzo del metodo sviluppato da Dreger per la California settentrionale, basato sulla zonazione 1D della crosta e il calcolo di Green functions sintetiche per onde di periodo di 20-100 secondi. Senza voler mettere in dubbio i pregi del metodo Dreger e l'opportunità di sperimentare nuove tecniche all'INGV, rimane oscuro perché gli autori intendano iniziare con la calibrazione di un nuovo metodo per l'inversione del MT, quando all'INGV é già utilizzato da un decennio e con successo il codice CMT Harvard regionale, di gran lunga il codice più testato al mondo, che utilizza anch'esso onde di 30-100 secondi e modelli tomografici regionali già esistenti. L'applicazione in tempo reale di tale codice, disponibile ma non ancora implementata all'INGV, sarebbe sicuramente un approccio molto più facile, rapido, sicuro e preferibile di quello proposto in Task 3. Rimane il sospetto che l'antagonismo tra vari gruppi all'interno dell'INGV sia all'origine di questa proposta. In aggiunta, la calibrazione di funzioni 1D per zone crostali uniformi é applicabile in California, ma non facilmente in Italia, dove le variazioni crostali su distanze di poche decine di chilometri sono notevoli, la spaziatura tra le stazioni BB é ancora molto larga, e la conformazione stessa della nostra penisola mal si adatta alla zonazione proposta.

Inversione della sorgente estesa

La possibilità di derivare in tempo reale, o quasi-reale, proprietà della sorgente quali il MT o la direttività, é un obiettivo raggiungibile e deve sicuramente essere incluso nel progetto S4. Altrettanto non si può dire per la proposta di utilizzare in tempi ristretti i dati GPS e InSAR per l'inversione automatica di parametri più complessi quali la distribuzione sulla faglia di slip e slip-rate. Non solo i dati non sono disponibili, ma la capacità tecnica per sviluppare e validare schemi e algoritmi per un simile obiettivo é al di là della portata del progetto S4. Quand'anche i dati fossero disponibili (e nel caso dei dati SAR i tempi per ottenere immagini processate sono

dell'ordine di settimane o mesi), il tempo richiesto per un'accurata mappatura della complessità della sorgente richiede settimane di investigazioni e non può essere condotto in modo automatico (il caso del terremoto dell'Umbria è emblematico). I progetti al momento condotti dall'USGS in questo settore si concentrano su eventi di grandi dimensioni (M7+) e sull'utilizzo di dati globali a larga banda, e non sono adattabili al caso italiano, dove la magnitudo dell'evento atteso è inferiore e la capacità di modellazione alle stazioni locali BB è inadeguata. Questa linea di ricerca, senz'altro innovativa e di grande interesse, non può al momento essere inclusa in un progetto di ShakeMap (non lo è nemmeno in California) e potrebbe essere meglio riaccorpata nel progetto S3.

Ground-motion scaling regionale

Non vengono fornite spiegazioni sulle metodologie proposte. Ad esempio, quali dati e leggi di scala si pensa di utilizzare per calcolare l'attenuazione spettrale per la Sicilia Settentrionale? La mancanza di coordinamento con altre iniziative in questo settore, anche quelle condotte negli altri progetti non è incoraggiante.

Calcolo di shakemaps e validazione

Rimane non chiarito l'approccio proposto per integrare gli scenari calcolati sulla base di ipocentro e magnitudo con il dato registrato in tempo reale alle stazioni, che in Italia hanno ancora una spaziatura considerevole. In tutti i Tasks, un problema di difficile soluzione è la mancanza dei dati necessari per la validazione dei vari metodi proposti. Tali dati si renderanno disponibili al completamento delle nuove reti digitali BB e SM italiane, e con l'accadere di eventi di medie e grandi dimensioni.

Realizzazione della "Integrated Italian Seismic Network"

La IISN è un'iniziativa da applaudire incondizionatamente, che finalmente pare riscuotere l'approvazione dei principali operatori del settore a scala nazionale e regionale, dopo decenni di discussioni e antagonismi. Si tratta di una attività strutturale di lunga durata, i cui risultati non si esauriscono certo nell'ambito del progetto S4 né della presente convenzione INGV-DPC. Non è chiaro perché un Task di simile rilevanza sia quasi nascosto in S4 e non sia invece incluso nell'ambito di un quadro più ampio e di maggiore durata per il monitoraggio di terremoti e vulcani per il territorio italiano.

Rimane in dubbio nel testo se lo scambio dati tra le varie reti verrà effettuato in tempo reale e in continuo, requisiti primi per una moderna politica di sorveglianza; un diverso approccio di accesso ai dati, basato sull'interrogazione in caso di evento, risulterebbe insufficiente per il raggiungimento degli obiettivi prospettati in S4.

Progetto S5- Definizione dell'input sismic 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.

Il progetto è ben ideato e ben strutturato, con una sequenza logica di progressione dei tasks e chiari obiettivi programmatici. Gli obiettivi appaiono tutti realizzabili nell'ambito del progetto.

I seguenti Tasks 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

I seguenti commenti sono rivolti a chiarire alcuni punti e a rafforzare l'integrazione di questo progetto con gli altri progetti S1-S4.

- La proposta di partire dallo spettro di riferimento FPRO4 (Task 1) appare ragionevole. Rimane il problema che il database globale di dati accelerometrici con un contenuto sufficiente a bassa frequenze, necessario per la calibrazione delle leggi di attenuazione e della forma spettrale (Task 2 e 4), è limitato a poche regioni e a pochi eventi. Si raccomanda attenzione nella separazione delle componenti aleatorie e epistemiche per il calcolo della pericolosità (Task 6).
- Il Task 3 propone una tematica di grande interesse e innovazione, soprattutto per la valutazione dell'incertezza associata alla definizione dello spettro. Non è chiaro se un approccio sistematico al trattamento degli effetti near-field per sorgenti complesse debba essere negli scopi di un tale progetto.
- Per i Task 4 e 5 si raccomanda una effettiva integrazione con gli altri Tasks in altri progetti che si occupano di tematiche simili, se non identiche.
- Si raccomanda di non costruire modelli e alberi logici alternativi per il calcolo della pericolosità sismica (Task 6), compito che esula dalle competenze e capacità di una singola UR, ma di utilizzare appieno le risorse già disponibili nel progetto S1, e più specificatamente di affidare al progetto S1 il calcolo della pericolosità sismica in termini di spostamento, allo scopo di assicurare la compatibilità di tutti i prodotti finali di pericolosità. Questa soluzione avrebbe anche il vantaggio di ufficializzare i prodotti ottenuti e di non lasciarli solo come prodotto di una singola UR.
- Le richieste in termini di personale appaiono per alcuni Tasks irrealisticamente limitate rispetto agli obiettivi prefissati. Ad esempio, i colleghi in California e Giappone sarebbero felici di sapere che nel Task 5 ci si prefigge, tra tanti altri obiettivi, anche la modellazione di scenari di scuotimento per il bacino di Los Angeles e di Osaka, usando modellazioni numeriche 2D e dati di ingresso realistici, il tutto con 6.5 mesi di personale sparsi tra tre UR. Si raccomanda di fornire stime più realistiche o di riadattare gli obiettivi del progetto.