

**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**

**Attuazione dei progetti di ricerca  
di particolare interesse per  
il Dipartimento della Protezione Civile  
previsti dalla convenzione ProCiv-INGV 2004-06**

**marzo 2005**

- 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*
- Progetto S2 -** **Terremoti probabili in Italia nel trentennio 2005-2035**  
*coord. D. Slejko e G. Valensise*
- Progetto S3 –** **Scenari di scuotimento in aree di interesse prioritario e/o strategico**  
*coord. F. Pacor e M. Mucciarelli*
- Progetto S4 –** **Stima dello scuotimento in tempo reale e quasi-reale per terremoti significativi in territorio nazionale**  
*coord. L. Malagnini e D. Spallarossa*
- Progetto S5 –** **Definizione dell'input sismico sulla base degli spostamenti attesi**  
*coord. E. Faccioli e A. Rovelli*

## **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**

*coordinatori: GianMichele Calvi (UniPV) e Massimiliano Stucchi (INGV, MI)*

### **1. Obiettivo**

Questo progetto rappresenta la continuazione di attività che INGV, con alcuni collaboratori esterni, ha intrapreso a favore di DPC a partire dalla seconda metà del 2003 e per tutto il 2004, per la compilazione della mappa di pericolosità sismica denominata MPS04. Per questo motivo il Decreto INGV 387, con riferimento alle modalità di predisposizione dei progetti, recita:

*“I progetti S1 e VI, che costituiscono la prosecuzione di attività previste da precedenti convenzioni, proseguono senza la necessità dei predetti adempimenti”*

I coordinatori hanno comunque voluto avviare un confronto con gli operatori interessati, che ha visto un momento di discussione in un seminario tenutosi a Milano il 31.01.2005; in seguito hanno valutato i contributi e le proposte ricevute. Da questa fase sono emersi i seguenti punti che, anche se non tutti esplicitamente previsti dall'allegato tecnico alla convenzione INGV-DPC, individuano gli obiettivi del progetto:

- 1) completamento delle elaborazioni relative a MPS04, con riferimento alle valutazioni di amax per le isole, per altri periodi di ritorno e per una ordinata spettrale, e sviluppo del sito web per la disseminazione dei materiali del progetto;
- 2) realizzazione di valutazioni di pericolosità sismica in termini di intensità macrosismica, utilizzando sia l'approccio utilizzato per MPS04, sia approcci di sito, ed effettuazione di confronti fra tali valutazioni, MPS04 e dati osservativi;
- 3) contributo alla definizione di priorità di intervento per edifici non adeguati sismicamente, attraverso il pieno utilizzo del potenziale informativo di MPS04 e il confronto con elaborati basati su ipotesi non stazionarie di sismicità, già disponibili o realizzabili in tempi brevi;
- 4) aggiornamento dei database sismologici non altrimenti aggiornati da INGV o da altri enti, con particolare riferimento al database macrosismico e ai prodotti correlati (catalogo parametrico e stime di completezza, ecc.).

In aggiunta, utilizzando principalmente i risultati conseguiti ai punti precedenti, il progetto intende formulare suggerimenti e contributi per: a) la gestione delle fasce di tolleranza previste dall'Ordinanza e dei valori di incertezza associati alle stime di amax, anche in relazione ai confronti di cui all'obiettivo 2); b) l'aggiornamento delle azioni di progetto delle norme sismiche; c) la definizione degli input per il progetto S5; d) l'eventuale aggiornamento di MPS04.

Il progetto, viceversa, non intende perseguire obiettivi quali:

- i) la realizzazione di confronti fra MPS04 e altre valutazioni di amax, basate sull'utilizzo di elementi di input e codici di calcolo diversi da quelli usati per MPS04. L'Ordinanza 3274 richiede infatti esplicitamente che tali confronti vengano eseguiti da soggetti *non* coinvolti nella redazione degli elaborati;
- ii) la predisposizione di database complessi, da mettere a disposizione dell'utenza, risultanti ad esempio dal confronto/validazione di documenti di pericolosità sismica di affidabilità comparabile, dalla selezione di accelerogrammi specifici, ecc., in quanto ritiene che tali attività competano eventualmente a DPC, mediante USSN.

## 2. Stato dell'arte

2.1. *Contesto di utilizzo di MPS04.* Nel corso del 2004 INGV ha consegnato a DPC, previa approvazione da parte di un gruppo di revisori e della Commissione Grandi Rischi, la mappa di pericolosità sismica MPS04, redatta ai sensi della Ordinanza 3274 quale riferimento ufficiale per l'assegnazione dei Comuni alle zone sismiche da parte delle Regioni. L'adozione di MPS04 è in corso di effettuazione da parte di DPC.

I valori puntuali di MPS04, la descrizione delle procedure e delle elaborazioni, i materiali di base utilizzati, ecc., sono stati resi disponibili al pubblico, per la prima volta in Italia per questo tipo di analisi, all'indirizzo internet <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>; il sito vede un accesso costante da parte di un'utenza diversificata.

Vale la pena di ricordare ancora una volta che il problema della definizione delle zone sismiche è passato negli ultimi anni sotto le competenze delle Regioni. Per quanto riguarda le competenze di DPC, il suo compito principale può dirsi praticamente esaurito con:

- a) la definizione dei criteri secondo i quali vanno redatte le mappe di pericolosità sismica a supporto della definizione delle zone sismiche, di competenza delle Regioni, criteri che stabiliscono anche le modalità con cui deve avvenire il confronto fra elaborazioni diverse, quando disponibili;
- b) la messa a disposizione delle stesse Regioni dell'elaborato di riferimento MPS04 e del suo corredo informativo.

Si può ipotizzare che a DPC venga richiesto di esercitare, nei confronti delle Regioni, attività di: i) assistenza per la gestione di MPS04; ii) "vigilanza" sul rispetto dei suddetti criteri.

Nel corso degli ultimi anni sono state prodotte, per finalità e in contesti diversi, varie valutazioni di pericolosità sismica, basate su approcci in parte simili, in parte diversi da quelli utilizzati per MPS04. In generale, tali elaborazioni si riferiscono a porzioni limitate di territorio: si vedano – tra gli altri - i risultati dei progetti GNDT, recentemente conclusi, relativi alle aree di Vittorio Veneto, Liguria Occidentale, Città di Castello ecc. Altre valutazioni sono in corso di elaborazione a cura delle Regioni. Mentre l'Ordinanza esclude la possibilità che INGV – quale redattore di MPS04 - si faccia carico di eventuali confronti, DPC potrebbe essere chiamato a svolgere tale ruolo.

E' interessante notare, inoltre, che la disponibilità di valori puntuali di amax di MPS04 stimola in modo crescente i progettisti a fare diretto riferimento ai predetti valori, nell'ambito delle tolleranze concesse dalle norme sismiche dell'Ordinanza. E' quindi ipotizzabile che DPC promuova un'attività di assistenza diretta ai progettisti, attraverso la messa a disposizione di: a) valutazioni complementari a quelli di MPS04 (obiettivo 1 del progetto); b) dati accelerometrici, ecc;

L'insieme di queste esigenze potrebbe richiedere un'attività complessa di trasferimento, che dovrebbe rappresentare uno dei compiti istituzionali e più qualificanti dell'apposito ufficio DPC (USSN). In questa prospettiva questo progetto è pronto a collaborare con DPC, nel rispetto dei reciproci ruoli, anche mediante il trasferimento dell'intero archivio di MPS04 e degli aggiornamenti che verranno conseguiti nel corso dello sviluppo del progetto stesso.

2.2 *Il problema della "validazione".* Il problema della valutazione della qualità/affidabilità di un elaborato di pericolosità sismica passa in primo luogo attraverso un'analisi "interna" di coerenza, robustezza e livello di aggiornamento dei dati e delle metodologie utilizzate; sotto questo aspetto pregi e limiti di MPS04 sono ampiamente noti e ben descritti nelle valutazioni dei revisori.

E' comunque evidente che scelte di tipo diverso in materia di dati di ingresso e di metodologie di calcolo avrebbero potuto portare a risultati differenti; tuttavia, non sono ancora disponibili procedure accettate che consentano di stabilire quali elaborazioni siano "migliori" di altre.

Il problema della definizione della qualità relativa di stime diverse di pericolosità sismica deve infatti essere affrontato con procedure compatibili con il carattere intrinsecamente probabilistico delle stime stesse. Nonostante esista sull'argomento una vasta letteratura (es., Lindley, 1987; Lind, 1996; Whinkler, 1996), a parte poche eccezioni (Grandori, 1993; Kagan e Jackson, 1994; Jackson, 1996; Grandori et al., 1998, 2004; Albarello e D'Amico, 2000; Albarello e Mucciarelli, 2003) il problema non ha ancora trovato molta eco nella letteratura sismologica.

Anche per questi motivi in questo progetto non si ritiene utile – come ricordato più sopra - operare confronti con elaborazioni "simili" a MPS04, basate su relazioni di attenuazione di parametri strumentali del moto del suolo.

Si intende viceversa promuovere confronti con elaborazioni che utilizzino al meglio la grande base informativa disponibile in termini di intensità macrosismica messa a disposizione dalle ricerche di sismologia storica prodotte negli ultimi anni (Monachesi et al., 1997; Boschi et al. 2000, ecc.).

Questi confronti richiedono la redazione di mappe di pericolosità sismica in termini di intensità macrosismica con diversa probabilità di eccedenza in 50 anni che potranno essere redatte secondo due approcci diversi:

- a) con procedure analoghe a quelle utilizzate per la redazione di MPS04, utilizzando il medesimo impianto e leggi di attenuazione dell'intensità opportunamente calibrate;
- b) con metodologie basate sull'impiego delle storie sismiche di sito (Magri et al., 1994; Albarello e Mucciarelli, 2002; Albarello et al., 2002, ecc.).

In questa fase risulterà opportuno aggiornare al meglio le correlazioni oggi disponibili fra i parametri di scuotimento, con particolare riferimento alle correlazioni  $a_{max}/I$  e  $v_{max}/I$ .

*2.3 Il problema della priorità di intervento sugli edifici esistenti.* L'introduzione della normativa sismica prevista dall'Ordinanza e la disponibilità di MPS04 comporta che, qualora si proceda alla valutazione della sicurezza sismica di edifici, ci si riferisca a valori di  $a_{max}$  o a spettri di accelerazione con forma spettrale data dalle norme e magnitudo coerente con  $a_{max}$ . In sintonia con le più avanzate normative sismiche, l'Ordinanza definisce le condizioni limite per l'adeguamento come: il soddisfacimento della sicurezza per le vite umane per uno scuotimento caratterizzato da una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (stato limite di danno severo, SLDS) e/o la prevenzione nei confronti del collasso per uno scuotimento caratterizzato da una probabilità di eccedenza del 2% in 50 anni (stato limite di collasso SLCO), oltre alla prevenzione nei confronti di danni strutturali per uno scuotimento caratterizzato da una probabilità di eccedenza del 50% in 50 anni (stato limite di danno limitato, SLDL).

Per rispondere a queste esigenze è opportuno: i) esplorare la dipendenza alla scala regionale della accelerazione di picco dal periodo di ritorno; ii) considerare la sismicità recente in relazione all'andamento di lungo termine e disporre di valutazioni probabilistiche di occorrenza a breve termine. Per questo scopo è opportuno disporre di informazioni, sia pure preliminari, provenienti da modelli non stazionari di sismicità. Una fase preliminare di questa ricerca è stata avviata da Eucentre.

*2.4 L'aggiornamento dei database sismologici.* Questo obiettivo non rientra fra quelli strettamente definiti dalla convenzione INGV-DPC; esso rappresenta tuttavia un complemento utile, e in alcuni casi indispensabile, per la realizzazione di valutazioni di pericolosità sismica aggiornate. Ad esempio, è ovvio che per il conseguimento dell'obiettivo 2) sarebbe opportuno disporre di dati osservati il più aggiornati possibile.

Per quanto riguarda i dati macrosismici, la base di dati (DBM04, DataBase Macrosismico 04) che sostiene il catalogo parametrico CPTI04 viene resa disponibile in questi giorni.

Tuttavia, nel corso della compilazione di CPTI04 è stata anche esplorata - parzialmente - la notevole produzione recente di dati macrosismici, che non è confluita nel catalogo stesso per ragioni di tempo. Risulterà quindi utile aggiornare il database e provvedere alla compilazione di una nuova versione del catalogo CPTI, migliorando anche le procedure per la stima dei parametri dei terremoti, con particolare riferimento alle Magnitudo.

Analogamente, sarebbe opportuno migliorare le stime di completezza di CPTI04, ottenute per ogni ZS di ZS9 su base sia storica che statistica, e in particolare: i) ottenere stime di completezza di sito almeno per un'ulteriore ventina di città, opportunamente distribuite, in modo da raddoppiare il numero di località di calibrazione oggi disponibili; ii) procedere a una revisione delle stime basate sull'approccio statistico.

Per quanto riguarda i dati accelerometrici, è ben nota la difficoltà di fare riferimento ad una banca dati aggiornata, completa, autorevole e pubblica. Poiché questo compito è attualmente di competenza di USSN, è necessario che il problema venga affrontato a livello di vertici INGV/DPC.

### **3. Descrizione del progetto**

#### ***Task 1 - Completamento delle elaborazioni relative a MPS04***

Gli obiettivi di questo task sono:

- i) completare le elaborazioni relative a MPS04, con particolare riferimento alla valutazione di amax per le isole per le quali l'approccio utilizzato per MPS04 non è risultato praticabile;
- ii) realizzare una serie di valutazioni complementari a MPS04, utilizzandone lo stesso impianto metodologico;
- iii) ampliare il sito web per la disseminazione dei risultati del progetto.

Il modello di zonazione sismogenetica ZS9 non rappresenta completamente le caratteristiche cinematiche a cui ricondurre la sismicità di molte delle isole e, pertanto, non consente di valutarne correttamente la pericolosità sismica. Si dovrà pertanto ricorrere a metodologie particolareggiate che saranno individuate caso per caso. Ad esempio, per le isole di Ustica, Alicudi e Filicudi verrà utilizzata la ZS F (zona offshore del Basso Tirreno) non utilizzata per le valutazioni di amax relative alla Sicilia settentrionale; in altri casi si delimiteranno piccole zone sorgente da caratterizzare con la sismicità recente strumentale, e così via. Ove possibile si eseguiranno confronti preliminari con i dati di intensità disponibili per le isole stesse.

La mappa MPS04, come previsto dall'Ordinanza 3274, rappresenta il valore di amax atteso con la probabilità di superamento del 10% in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni. Si prevede di completare la descrizione della pericolosità sismica in Italia con la realizzazione delle seguenti ulteriori uscite: a) valutazione di amax con le seguenti probabilità di superamento in 50 anni: 81, 63, 50, 39, 22, 5, 2, rispettivamente corrispondenti ai periodi di ritorno di 30, 50, 72, 100, 200, 475, 1000 e 2500 anni; b) la valutazione del valore della ordinata spettrale a 1 sec;

Al fine di rendere velocemente e facilmente disponibili i risultati di valutazioni di pericolosità sismica ad un vasto pubblico che comprende comunità scientifica, progettisti e pianificatori, si propone di sviluppare e potenziare ulteriormente il sito [zonesismiche.mi.ingv.it](http://zonesismiche.mi.ingv.it), che ha svolto un ruolo molto importante nel corso della redazione di MPS04, fino a trasformarlo in uno strumento per la disseminazione intelligente dei dati prodotti e delle elaborazioni realizzate.

Una parte rilevante di questa attività sarà dedicata allo sviluppo dell'interfaccia webgis per la pubblicazione delle mappe e la loro consultazione interattiva; in sostanza il singolo utente potrà interrogare, zoomare, selezionare i dati e salvarli sul proprio computer. Saranno rese disponibili così le mappe di amax per diversi periodi di ritorno in termini di 50mo percentile e relative incertezze; le curve di hazard di singoli siti, attivabili selezionando il singolo nodo della griglia di calcolo o il capoluogo comunale; mappe di disaggregazione secondo rappresentazioni standard e così via.

Tutti i dati e le elaborazioni saranno posti su una base geografica e amministrativa di riferimento che consenta una rapida localizzazione dei siti rappresentati in modo da essere un supporto anche per le amministrazioni regionali in fase di recepimento dell'Ordinanza PCM 3274.

### ***Task 2 - Realizzazione di valutazioni di pericolosità sismica in termini di intensità macrosismica ed effettuazione di confronti fra MPS04 e le tali valutazioni***

Come ricordato più sopra, per la redazione di MPS04 sono state considerate alcune relazioni di attenuazione di soli parametri strumentali del moto del suolo. Tale scelta, considerata come standard dalla maggior parte delle procedure del settore, incontra i ben noti limiti derivanti dalla limitata estensione cronologica dei dataset utilizzati per la calibrazione delle relazioni stesse.

Un altro limite, spesso trascurato ma non per questo meno significativo, è costituito dal fatto che molto spesso i parametri dei terremoti utilizzati per la predetta calibrazione provengono da fonti diverse da quelle utilizzate per calcolare i tassi di sismicità, introducendo notevoli elementi di incoerenza nell'intero processo di valutazione della pericolosità sismica.

La disponibilità dei dati macrosismici italiani, che coprono un ampio intervallo cronologico, rende possibile progettare un'operazione di valutazione della pericolosità sismica in termini di intensità macrosismica del tutto coerente al suo interno, articolata in due percorsi:

- a) valutazione di I con varie probabilità di eccedenza in 50 anni, utilizzando lo stesso impianto metodologico di MPS04 e relazioni di attenuazione opportunamente calibrate, considerando eventualmente anche leggi di attenuazione regionalizzate dedotte da indagini tomografiche (Carletti et al., 2003);
- b) valutazione di I con varie probabilità di eccedenza in 50 anni, utilizzando metodi di sito con:
  - i) soli dati di sito originali; ii) dati di sito integrati da dati "virtuali", dedotti da dati epicentrali (distanza dall'epicentro macrosismico e intensità epicentrale) o dai valori di intensità documentati in località vicine.

Per effettuare entrambi i percorsi è necessario disporre di relazioni di attenuazione dell'intensità macrosismica calibrate per via empirica, parametrizzate nella loro forma probabilistica completa (Magri et al., 1994; Cella et al., 1996; Zonno et al. 1995; Gasperini, 2001; Albarello e D'Amico, 2004; Rotondi e Zonno, 2004). I dati virtuali citati più sopra possono essere dedotti anche dai valori di intensità osservati in località limitrofe (entro un raggio  $\Delta R$ ) in corrispondenza dello stesso evento, ad esempio prendendo in considerazione il concetto dei Vicini Naturali (Natural Neighbour) o del Nearest Neighbour (Okabe et al., 2000).

Per rendere le elaborazioni così ottenute confrontabili con MPS04 occorre utilizzare – o al limite determinare ex-novo - opportune relazioni empiriche (possibilmente espresse in forma di distribuzioni di probabilità) che mettano in relazione i valori di intensità con quelli degli stimatori strumentali negli stessi siti (es. Margottini et al., 1992; Atkinson e Sonley, 2000). A questo punto sarà possibile applicare procedure che permettano di definire la qualità relativa delle stime e la loro validità in rapporto alle osservazioni disponibili (es. Albarello e D'Amico, 2000; Albarello e Mucciarelli, 2003).

Elemento essenziale di queste procedure sarà la definizione di un quadro di osservabili congruente

con il carattere della valutazione di pericolosità (amax o intensità) e di un periodo di controllo (voting) di dimensioni compatibili con l'intervallo di esposizione di volta in volta considerato (decine di anni). Sia confronti "in avanti" (utilizzando come controllo un intervallo di tempo non considerato per la parametrizzazione del modello di calcolo) sia "all'indietro" (utilizzando come controllo un intervallo di tempo considerato per la parametrizzazione del modello di calcolo) possono fornire utili indicazioni.

### ***Task 3 - Contributo alla definizione di priorità di intervento per edifici non adeguati sismicamente***

Obiettivo di questo task è di definire elementi utili per la valutazione della priorità di intervento su edifici di importanza strategica non adeguati sismicamente. Questo obiettivo verrà conseguito:

- a) utilizzando il massimo della informazione estraibile dalle elaborazioni basate su modelli stazionari della sismicità, con particolare riferimento a MPS04;
- b) eseguendo confronti fra le informazioni così ottenute e elaborazioni, già disponibili o ottenibili in modo speditivo, basate sull'utilizzo di modelli di sismicità non stazionari.

In primo luogo si procederà a esaminare, per tutti i siti di interesse, le similitudini e le differenze fra le curve di pericolosità sismica. Parallelamente verranno realizzati scenari sismici, in termini di coppie magnitudo-distanza, calcolati mediante un processo di disaggregazione a partire da MPS04. Come è ovvio la coppia magnitudo-distanza che fornisce il massimo contributo alla pericolosità sismica per ogni sito, cambia a seconda del periodo di ritorno (o probabilità di superamento) considerato, tipicamente 30 o 50 anni. La disaggregazione consente di ottenere un'immagine approssimata delle aree che maggiormente contribuiscono alla pericolosità sismica nell'intervallo di tempo di interesse.

Il limite di questa procedura è facilmente identificabile nel carattere essenzialmente "time-independent" che caratterizza la valutazione della pericolosità sismica basata sul metodo di Cornell (1968). Tuttavia, il suo principale pregio consiste nella capacità di ottenere in modo speditivo e relativamente semplice un risultato che può essere confrontato con elaborati più complessi basati sull'utilizzo di modelli di sismicità non stazionari.

Fra questi, occupano un posto di rilievo gli elaborati prodotti nell'ambito del Progetto GNDT (programma quadro) 2000-2002 "Terremoti probabili...", coordinato da A. Amato e G. Selvaggi, formulati sia in termini di probabilità di occorrenza di terremoti, sia di amax con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Altri elaborati di confronto, finalizzati ad ottenere in modo speditivo valutazioni probabilistiche di occorrenza a breve termine, potranno essere ottenuti dall'utilizzo della metodologia di analisi non parametrica proposta da Faenza et al., 2003; Cinti et al., 2004. Rispetto ai numerosi approcci statistici tradizionali, la particolarità del metodo risiede nella possibilità di verificare direttamente le ipotesi di distribuzione dei terremoti, non imponendo a priori alcuna legge temporale specifica (per esempio, gap sismico, cluster, Poisson, ecc.), e nel considerare parametri geofisici/geologici che potrebbero influenzare la distribuzione spazio-temporale della sismicità ed allo stesso tempo valutarne l'importanza. Nelle applicazioni al territorio italiano si sono utilizzati i terremoti con M 5.5+ avvenuti negli ultimi 400 anni distribuiti su una griglia spaziale regolare (Faenza et al., 2003) e su una regionalizzazione della Penisola basata sui diversi regimi tettonici e sulle differenti caratteristiche sismologiche (Cinti et al., 2004). In particolare si intende sperimentare questa metodologia utilizzando diversi tipi di regionalizzazioni, e fra queste tipicamente ZS9, e utilizzare diverse soglie di completezza temporale del catalogo sismico in funzione del grado di conoscenza della storia sismica delle varie aree considerate.

Questo task potrà esaurirsi entro la metà del progetto oppure continuare, secondo le esigenze di DPC, in stretto coordinamento con i risultati del progetto S2.

#### **Task 4 - Aggiornamento dei database sismologici**

Come ricordato, questo obiettivo non fa parte dell'allegato tecnico alla convenzione INGV-DPC. Tuttavia l'aggiornamento dei dati di base è da considerarsi quale obiettivo strategico per il conseguimento di numerosi obiettivi, di questo progetto così come di altri di cui alla stessa convenzione. Obiettivi di questo task sono pertanto:

- a) l'aggiornamento del database macrosismico DBM04 con il rilascio della versione DBM06;
- b) la compilazione della versione CPTI06 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani;
- c) l'aggiornamento delle valutazioni di completezza del catalogo per vari livelli di Mw.

Per quanto riguarda il database macrosismico, esso verrà integrato con gli studi più recenti inventariati nel corso della compilazione di CPTI04, ed essenzialmente: a) la versione 3 del Catalogo dei Forti Terremoti Italiani (CFTI3, Boschi et al., 2000); b) il database francese SISFRANCE (SisFrance, 2002); c) il database svizzero ECOS (Swiss Seismological Service, 2002); d) studi monografici sulla sismicità di Catania e Bologna (Boschi e Guidoboni, 2001; 2003); e) studi di terremoti realizzati dalla società SGA per INGV relativamente al Molise e all'Italia settentrionale; f) studi di terremoti relativi ad aree (Sicilia orientale, Basilicata, Veneto settentrionale, Bassa Padana) o singoli eventi di particolare interesse realizzati da ricercatori INGV (sezioni di Milano e Catania) e SSN (Molin et al., 1999; Galli et al., 2002); g) altri studi storico-macrosismici disponibili in letteratura; h) rilievi macrosismici di terremoti recenti; i) bollettini strumentali e macrosismici INGV per il periodo 1993-2005.

Il catalogo parametrico CPTI verrà aggiornato secondo due modalità:

- (1) Dapprima verrà prodotta una versione compilata con gli stessi criteri di CPTI04, aggiornata nella base di dati che sostiene i parametri dei terremoti utilizzando i nuovi dati citati al punto precedente. Nell'occasione verranno eseguiti anche confronti con altri cataloghi strumentali, quali ad esempio il recente catalogo CSI e i cataloghi ISC e NEIC, allo scopo di migliorare il contenuto riguardante le zone di confine; verranno inoltre aggiornate le modalità di determinazione di alcuni tipi di magnitudo.
- (2) Parallelamente si verificherà la possibilità di compilare un catalogo di nuova impostazione, con particolare riferimento ai seguenti problemi: i) *formato*, per includere - ad es. - la possibilità di doppie localizzazioni (macrosismica e strumentale); ii) *inclusione delle repliche*, al di sopra di una soglia definita, determinando i parametri per tutte le repliche per le quali siano disponibili dati di base, e attivando indagini ad hoc per quelle che ne risultano sprovviste. Nell'occasione verranno riesaminate alcune situazioni complesse, riguardanti alcuni eventi rimossi in modo automatico, quali presunte repliche, nel processo di revisione del catalogo PFG.

Le valutazioni di completezza per la compilazione di MPS04 sono state effettuate estendendo alle ZS i dati puntuali determinati con approcci sia storici che statistici. Si intende in questo progetto aumentare il numero dei punti oggetto di indagine storica, applicando e possibilmente aggiornando la metodologia speditiva utilizzata in precedenza. Parallelamente le valutazioni di tipo statistico verranno effettuate su di una maglia più fitta di località e aggiornate alla versione più recente del catalogo parametrico. Particolare attenzione verrà riservata al problema della definizione dell'incertezza delle stime effettuate con entrambi gli approcci.

### **Ulteriori risultati e suggerimenti**

In aggiunta ai risultati previsti dai task descritti in precedenza, il progetto si propone di contribuire:

- a) alla gestione delle fasce di tolleranza previste dall'Ordinanza 3274 e dei valori di incertezza associati alle stime di amax di MPS04, attraverso i risultati conseguiti nell'ambito di Task 2, che offriranno elementi indipendenti per supportare le scelte di competenza delle Regioni;
- b) all'aggiornamento delle azioni di progetto delle norme sismiche, ad esempio tramite il confronto fra i valori spettrali previsti dalle norme e quelli ottenuti da elaborazioni del materiale di MPS04 (es.: spettri a pericolosità uniforme);
- c) alla formulazione di suggerimenti per l'eventuale aggiornamento di MPS04.

Infine, il progetto S1 fornirà al progetto S5 gli elementi di input più aggiornati per la realizzazione delle mappe previste da quel progetto, oltre che la consulenza per la loro realizzazione.

### **4. Deliverables attesi**

- 1 valutazione standard (10%, 475 anni) di amax (16mo, 50mo e 84mo percentile) per le isole rimaste escluse nella fase di redazione di MPS04;
- 2 valutazione di amax (16mo, 50mo e 84mo percentile) con le seguenti probabilità di superamento in 50 anni: 81, 63, 50, 39, 22, 5, 2, rispettivamente corrispondenti ai periodi di ritorno di 30, 50, 72, 100, 200, 475, 1000 e 2500 anni;
- 3 valutazione del valore della ordinata spettrale a 1 sec;
- 4 ampliamento del sito web per la disseminazione dei dati del progetto;
- 5 mappe di pericolosità sismica in termini di intensità macrosismica, con varie probabilità di eccedenza in 50 anni, utilizzando lo stesso impianto metodologico di MPS04;
- 6 idem, utilizzando metodi di sito;
- 7 nuova formulazione delle procedure per la stima dell'intensità macrosismica da dati epicentrali o da risentimenti in zone vicine;
- 8 aggiornamento delle relazioni amax/I e vmax/I;
- 9 codice di calcolo per il calcolo della pericolosità sismica da dati di sito, da distribuire gratuitamente;
- 10 procedure per la valutazione comparativa di stime di pericolosità anche in rapporto agli osservabili disponibili;
- 11 disaggregazione dei dati di MPS04 in termini di M-D;
- 12 strumenti speditivi per la definizione di priorità di intervento per edifici non adeguati;
- 13 versione aggiornata DBM06 del database macrosismico;
- 14 versione aggiornata CPTI06 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani;
- 15 versione aggiornata delle stime di completezza del catalogo;
- 16 suggerimenti per la gestione delle fasce di tolleranza di MPS04;
- 17 suggerimenti per l'adeguamento delle azioni sismiche di progetto delle norme;
- 18 suggerimenti per l'eventuale aggiornamento di MPS04;
- 19 trasferimento al Progetto S5 degli elementi di ingresso sismologici più aggiornati.

## **Riferimenti**

- Albarelo D. e D'Amico, 2000. La validità delle stime di pericolosità sismica in Italia. XIX Convegno Nazionale NGTGS, Roma, Novembre 2000
- Albarelo D. e Mucciarelli M., 2002. Seismic hazard estimates from ill-defined macroseismic data at a site. *Pure Appl. Geophys.*, 159, 6, 1289-1304
- Albarelo D., Mucciarelli M., 2003. Seismic hazard assessment and site effects evaluation at regional scale. In Mulargia F. and Geller R.J. (eds), "Earthquake science and seismic risk reduction. NATO Science Series IV, Kluwer, 148-158
- Albarelo D., D'Amico V., 2004. Attenuation relationship of macroseismic intensity in Italy for probabilistic seismic hazard assessment. *Boll.Geofis.Teor.Appl.*, 45, 4, 271-284
- Atkinson G.M., Sonley E., 2000. Empirical relationships between Modified Mercalli Intensity and response spectra. *Bull.Seism.Soc.Am.*, 90, 2, 537-544
- Boschi E. e Guidoboni E., 2001. Catania terremoti e lave dal mondo antico alla fine del Novecento. INGV-SGA, Bologna, 414 pp.
- Boschi E. e Guidoboni E., 2003. I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo. INGV-SGA. Bologna, 598 pp.
- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise G., Gasperini P., 2000. Catalogue of strong italian earthquakes form 461 B.C. to 1997. ING-SGA, CD-ROM
- Carletti F. e Gasperini P., (2003). Lateral variations of macroseismic intensity attenuation in Italy, *Geophys. J. Int.*, 155, 839-856.
- Cella, F., Zonno, G. and Meroni, F., 1996. Parameters estimation of intensity decay relationships, *Annals of Geophysics*, XXXIX, 5, 1095-1113.
- Cinti F.R., Faenza L., Marzocchi W. e Montone P., 2004. Probability map of the next  $M > 5.5$  earthquakes in Italy. *G-cubed*, 5, 11, doi:10.1029/2004GC000724
- Cornell C.A., 1968. Engineering seismic risk analysis. *Bull.Seism.Soc.Am.*, 58, 1583-1606.
- Faenza L., Marzocchi W. e Boschi E., 2003. A nonparametric hazard model to characterize the spatio-temporal occurrence of large earthquakes: An application to the Italian catalogue, *Geophys. J. Int.*, 155(2), 521-531.
- Galli P., Molin D., Galadini F. e Giaccio B., 2002. Aspetti sismotettonici del terremoto irpino del 1930. In: Castenetto S. e Sebastiano M. (eds.), Il "terremoto del Vulture" 23 luglio 1930 VIII dell'Era fascista. SSN, Roma, 217-262.
- Gasperini P., 2001. The attenuation of seismic intensity in Italy: a bilinear shape indicates the dominance of deep phases at epicentral distances longer than 45 km. *Bull.Seism.Soc.Am.*, 91, 826-841.
- Grandori G., 1993. A methodology for the falsification of local seismic hazard analysis. *Ann.Geofis.*, 36, 1, 191-197.
- Jackson D.D., 1996. Hypothesis testing and earthquake prediction. *Proc.Nat.Acad.Sci.USA*, 93, 3772-3775.
- Kagan Y.Y., Jackson D.D., 1994. Long term forecasting of earthquakes. *J.Geophys.Res.*, 99, 13685-13700.
- Lind N.C., 1996. Validation of probabilistic models. *Civil.Eng.Syst.*, 13, 175-183.
- Lindley D.V., 1987. The probability approach to the treatment of uncertainty in artificial intelligence and expert systems. *Stat.Sci.*, 2, 17-24.
- Magri L., Mucciarelli M. e Albarelo D. 1994. Estimates of site seismicity rates using ill-defined macroseismic data. *PAGEOPH*, 143, 618-632.
- Margottini C., Molin D., Serva L., 1992. Intensità versus ground motion: a new approach using Italian data. *Eng.Geol.*, 33, 45-58.
- Molin D., Galadini F., Galli P., Mucci L. e Rossi A., 1999. Terremoto del Fucino del 13 gennaio 1915. Studio macrosismico. In: Castenetto S. e Galadini F. (eds.), 13 gennaio 1915. Il terremoto nella Marsica. SSN, Roma, 321-340; 631-661.
- Monachesi G. e Stucchi M., 1997. DOM 4.1 un database di osservazioni macrosismiche di terremoti italiani al di sopra della soglia di danno. <http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT>
- Okabe A., Boots, K. Sugihara and S. N. Chiu, 2000. *Spatial Tessellations*. Second edition, Wiley eds, pp.671.
- Rotondi R. e Zonno G., 2004. Bayesian analysis of a probability distribution for local intensity attenuation. *Ann.Geophys.*, 47, 5, 1521-1540.
- SisFrance, 2002. SisFrance: histoire et caractéristiques des séismes ressentis en France métropolitaine et sur ses abords. <http://www.sisfrance.net/>
- Swiss Seismological Service (2002). ECOS - Earthquake Catalog of Switzerland. ECOS Report to PEGASOS, Version 31. 3. 2002, Appendix A: ECOS Database. SED, Zürich. <http://histserver.ethz.ch/>
- Whinkler R.L., 1996. Scoring rules and the evaluation of probabilities. *Test*, 5, 1-60.
- Zonno, G., Meroni F., Rotondi R., Petrini V. (1995) Bayesian estimation of the local intensity probability for seismic hazard assessment, *Proceeding of the Fifth International Conference on Seismic Zonation*, Nice, October 17-19, 1995, 1723-1729.

## 5. Tabella mesi/persona, suddivisi per task e UR

U.R	Enti	Principali responsabili	Task1 compl.	Task2 valut. in intens.	Task3 priorità	Task4 database	Mesi p. cofin. (tot)	Mesi p. rich. (tot)
UR-1	INGV-MI	Meletti, Albini Meroni	@	@	@	@	84	0
UR-2	INGV-MI	Camassi			@	@	36	0
UR-3	INGV-CT	Azzaro		@		@	8	0
UR-4	INGV-RM1	Marzocchi Gasparini ?		@		@	10	0
UR-5	Eucentre PV	Strobbia	@		@		16	0
UR-6	UNI-SI	Albarelo		@	@	@	8	32
UR-7	UniBO	Gasparini		@	@	@	12	22
UR-8	Uni-GE	Spallarossa			@		11	0
UR-9	CNR-MI	Rotondi		@			4	0
UR-10	OGS	Rebez		@		@	12	0
<b>Tot</b>							<b>201</b>	<b>54</b>

OGS e INGV-RM1 in corso di definizione

## 6. Tabella finanziamenti richiesti (in migliaia di euro)

UR	Istituz.	Resp UR	Personale		Missioni		Consumi servizi		Inventariabile		Totale		tot
			2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	
UR-1	INGV-MI	Meletti Albini Meroni	0	0	18	18	24	24	10	10	52	52	104
UR-2	INGV-MI	Camassi	0	0	7	7	7	7	6	6	20	20	40
UR-3	INGV-CT	Azzaro	0	0	5	3	2	0	3	2	10	5	15
UR-4	INGV-RM1	Marzocchi Gasparini ?	0	0	6	6	3	3	3	3	15	15	30
UR-5	Eucentre PV	Strobbia	0	0	8	6	14	8	8	6	30	20	50
UR-6	UNI-SI	Albarelo	28	28	5	5	4	4	3	3	40	40	80
UR-7	Uni-BO	Gasparini	20	20	4	6	6	8	10	6	40	40	80
UR-8	Uni-GE	Spallarossa	0	0	5	2	12	0	3	3	20	5	25
UR-9	CNR-MI	Rotondi	0	0	3	2	0	0	0	0	3	2	5
UR-10	OGS	Rebez	0	0	8	8	6	10	6	2	20	20	38
	da allocare						20	20					
<b>Totale</b>			<b>48</b>	<b>48</b>	<b>69</b>	<b>63</b>	<b>78</b>	<b>64</b>	<b>55</b>	<b>44</b>	<b>250</b>	<b>219</b>	<b>469</b>

**Totale 469.000 euro**      **INGV: 189.000 (40%)**      **Altri enti 280.000 (60%)**  
**richieste di personale INGV: nessuna**