



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Allegato 1

**Data base dei dati
accelerometrici italiani
relativi al periodo 1972 – 2004**

Coordinatori: Lucia Luzi (INGV-MI) e Fabio Sabetta (DPC-USSN)

Febbraio 2006



INDICE

1. Obiettivo	5
2. Stato dell'arte	6
3. Descrizione del progetto	8
<i>Task 1 - Progettazione e controllo della Banca dati</i>	9
<i>Task 2 - Acquisizione e processamento delle registrazioni</i>	9
<i>Task 3 - Controllo delle informazioni sugli eventi, i siti di registrazione e gli strumenti</i>	11
<i>Task 4 - Creazione della banca dati e disseminazione</i>	13
4. Deliverables attesi e diagramma temporale delle attività	13
5. Fattori di rischio di mancato completamento attività.....	15
6. Riferimenti bibliografici.....	15
7. Tabella mesi/persona suddivisi per task e UR.....	16
8. Tabella finanziamenti richiesti	16



1. Obiettivo

L'esigenza della creazione di un data base dei dati accelerometrici italiani è motivata dalla crescente richiesta da parte della comunità scientifica di dati strong motion e dall'assenza di una banca dati nazionale aggiornata. I dati registrati nel periodo 1972 – 1993 sono infatti organizzati in una banca dati di proprietà del Dipartimento della Protezione Civile, Ufficio Servizio Sismico (DPC-USSN), mentre i dati registrati successivamente al 1993, ad eccezione della sequenza Umbro-Marchigiana e del Molise, non sono strutturati come banca dati ma in un archivio di proprietà del DPC- USSN.

Per ovviare a tali motivi nel luglio 2005 è stato istituito dal Dipartimento della Protezione Civile (DPC) e dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) un gruppo di lavoro per eseguire lo studio di fattibilità (SF) di un di un data base accelerometrico nazionale, che ha prodotto nel mese di ottobre 2005 un primo documento, integrato nel successivo mese di novembre da una stima aggiornata delle risorse necessarie (Marsan et al., 2005). Lo SF ha stimato un tempo di realizzazione del data base pari a 18 mesi, utilizzando principalmente personale afferente ai due enti proponenti.

La descrizione del progetto si basa principalmente sullo SF, in cui sono state definite lo stato dell'arte, le fonti di informazione e le attività necessarie per la realizzazione di una banca dati nazionale completa e qualificata, relativa al periodo 1972-2004.

Il progetto intende unificare i dati acquisiti da diversi enti nel corso degli ultimi decenni, migliorare la qualità dell'informazione e favorire l'accessibilità dei dati alla comunità scientifica, attraverso lo sviluppo di quattro attività:

- 1) progettazione di una banca dati;
- 2) acquisizione e archiviazione delle forme d'onda originali;
- 3) qualificazione dei parametri degli eventi sismici, dei siti di registrazioni e degli strumenti;
- 4) creazione di una banca dati e disseminazione tramite web e CD-ROM.

Il progetto viene proposto congiuntamente dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e dal Dipartimento della Protezione Civile, Ufficio Servizio Sismico Nazionale, con il contributo del personale di entrambi gli enti. Tale attività si inserisce in modo trasversale ai pre-esistenti progetti sismologici di interesse per il Dipartimento della Protezione Civile attivati nell'ambito della Convenzione INGV – DPC 2004 –2006. In particolare i progetti denominati S1, S3, S4 ed S5 dovranno avvalersi di dati strong motion per la compilazione di leggi di attenuazione regionali in



termini di parametri di picco del moto del suolo, per la verifica di scenari di scuotimento, di shaking maps, o mappe di pericolosità in termini probabilistici.

Le attività proposte nel presente progetto possono integrarsi con quanto previsto nel progetto europeo NERIES (Network of Excellence of Research and Infrastructures for European Seismology, <http://www.orfeus-eu.org/neries/neries.htm>): in particolare si intende attivare collaborazioni e sinergie con le unità di ricerca europee coinvolte nella caratterizzazione geotecnica dei siti di registrazione e nell'acquisizione di dati accelerometrici.

2. Stato dell'arte

Una prima versione di banca dati accelerometrica italiana è stata realizzata nel 1998 dall'Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA) nell'ambito di una convenzione con l'allora Servizio Sismico Nazionale (Enea, 1998). Tale banca dati archivia 571 registrazioni analogiche a 3 componenti relative al periodo 6/2/1972 - 26/7/1993; 458 forme d'onda sono state digitalizzate, di cui 401 sono associabili ad un evento sismico identificato da tempo origine e magnitudo, mentre 57 sono corredate del solo tempo origine. Lo scarto fra le registrazioni analogiche presenti nella banca dati e le forme d'onda archiviate è dato dal fatto che non tutte le tracce registrate su pellicola sono state digitalizzate, sia per la mancanza della data e del tempo origine (72), che per la scarsa qualità del rapporto segnale rumore (85).

La banca dati ENEA contiene quindi 401 forme d'onda digitalizzate a 400pts/s associate a 189 terremoti registrati in Italia dal 6/2/1972 - 26/7/1993, con magnitudo massima pari a 6.9 (evento dell'Irpinia del 23/11/1980). I dati sono disponibili sia nella versione non corretta che nella versione corretta, ottenuta da un processamento nel dominio della frequenza (programmoteca ENEA) con correzione della risposta strumentale e filtraggio passa-banda con frequenze selezionate in base al rapporto segnale/traccia fissa.

La banca dati è stata realizzata sia su piattaforma "Filemaker-Pro 3.0" (Claris Corporation) sia in ambiente UNIX, con Data Base Management System (DBMS) relazionale "INFO" ed è organizzata secondo tabelle del DBMS relazionale. Le tabelle contengono tutte le informazioni relative all'evento registrato, alle stazioni di registrazione e agli strumenti installati. I parametri ingegneristici e sismologici relativi ai dati non corretti e corretti sono anch'essi archiviati come tabelle. I dati riguardanti le caratteristiche dell'evento (coordinate, magnitudo, meccanismo focale) sono stati ottenuti dall'ENEA sulla base delle informazioni allora disponibili. Il database è inoltre



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

corredato da un motore di ricerca che consente l'estrazione delle registrazioni in base a diversi criteri.

I dati contenuti nel database sono esportabili in formato ASCII e quindi leggibili come tabelle EXCEL o ACCESS. Il suddetto database era accessibile, fino al 2005, al sito www.serviziosismico.it; attualmente, in attesa della ristrutturazione del sito della Protezione Civile, i dati sono disponibili presso l'Ufficio Servizio Sismico.

Gli accelerogrammi registrati successivamente al 1993, ad eccezione della sequenza umbro-marchigiana e di un numero limitato (<20) di registrazioni incluse nel CD-ROM dei dati europei e allocate nel sito web ISESD (Internet Site for European Strong-Motion Data), non sono organizzati sotto forma di banca dati ma in un archivio della RAN (Rete Accelerometrica Nazionale). Tale archivio contiene le informazioni essenziali relative all'evento sismico (ricavate dai bollettini INGV) e alla stazione di registrazione. Sono disponibili le forme d'onda, sia digitali che analogiche (digitalizzate automaticamente a passo costante), ma non i dati corretti. Il numero totale di registrazioni accelerometriche, prodotte dalla RAN, per il periodo compreso tra il 19/9/1993 ed il 30/06/2005 è di 1668, ripartite tra analogiche e digitali (12% e 88%, rispettivamente). Le 1668 registrazioni corrispondono a 852 eventi sismici dei quali 80 con $M_1 \geq 4.0$. Nonostante il numero elevato di registrazioni, i valori di accelerazione sono piuttosto modesti (solo 161 registrazioni con un PGA > di 50 gal) poiché la M_{max} degli eventi relativi a questo periodo è pari a $M_1 = 5.8$ (main-shock della sequenza umbro-marchigiana).

Nel sito web del DPC, www.protezionecivile.it, alla voce "Rischio sismico" è disponibile una breve descrizione della RAN e delle registrazioni più significative prodotte dalla stessa, a partire dal terremoto di Salò del 24/11/2004.

Sono infine disponibili due CD-ROM, prodotti dal DPC-USSN, contenenti i dati della sequenza umbro-marchigiana del 1997-98 (SSN, 2002) e della sequenza del Molise del 2002-2003 (DPC-USSN, 2004).

In ambito Europeo, la prima versione della banca dati accelerometrica è stata realizzata nel 2000 all'interno del "5th Framework Programme of the European Commission" da ICSTM (The Imperial College of Science, Technology and Medicine, Londra), ENEA, ENEL (Ente Nazionale per l'Energia Elettrica) e IPSN (Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Parigi). Essa contiene 1068 registrazioni relative a 432 terremoti e 376 stazioni. Più della metà delle registrazioni proviene dall'Italia ed i dati italiani coincidono con quelli già archiviati nella banca dati DPC-USSN/ENEA.



In aggiunta, sono presenti alcune registrazioni della sequenza umbro-marchigiana del 1997-1998 (Ambraseys et al, 2004).

Va segnalato come i parametri dell'evento origine spesso non corrispondano a quelli della banca dati DPC-USSN/ENEA. Le magnitudo, in particolare Ms, sono state revisionate e corrette, le coordinate ipocentrali sono state per lo più ricavate dai bollettini NEIS e ISC, fornendo spesso valori meno accurati di quelli ricavati dall'ENEA in base a studi specifici sui terremoti italiani. Anche i parametri relativi alle forme d'onda corrette non coincidono con quelli della banca dati DPC-USSN/ENEA, a causa di un diverso processamento, che non ha tenuto conto della correzione per la risposta dello strumento ed ha impiegato lo stesso filtro passa-banda (0.25-25 Hz) per tutte le forme d'onda.

Va inoltre segnalato che le forme d'onda non corrette ottenute con strumenti analogici sono quelle digitalizzate manualmente con passo variabile e scarsa precisione.

I dati sono contenuti nel sito web ISESD (<http://www.isesd.cv.ic.ac.uk/esd/frameset.htm>). La banca dati è stata incrementata notevolmente dal 2000 ad oggi, fino a contenere le 4370 registrazioni attuali. Tale incremento è dovuto però sostanzialmente ad eventi registrati in Turchia, Iran ed Islanda mentre, per quanto riguarda i dati italiani, dopo il 1998 non si è avuto alcun incremento a causa della mancata inclusione dei dati della RAN.

A partire dai dati sopra citati, nel 2004 è stato realizzato in ambito europeo un secondo CD-ROM che contiene 462 registrazioni di alta qualità relative a 110 eventi, ottenute applicando criteri di selezione molto severi, quali la disponibilità di magnitudo momento, del meccanismo focale o del profilo di velocità delle onde di taglio.

3. Descrizione del progetto

In base alle premesse ed allo stato dell'arte, il progetto si articolerà in quattro attività principali (tasks), per raggiungere gli obiettivi prefissati:

1. Progettazione, e controllo della banca dati .
2. Acquisizione e processamento delle registrazioni.
3. Controllo delle informazioni sugli eventi, i siti di registrazione e gli strumenti.
4. Creazione della banca dati e disseminazione.



Task 1 - Progettazione e controllo della Banca dati

La progettazione del data base consiste nella definizione della struttura e degli strumenti software necessari alla sua gestione. Per la realizzazione della nuova banca dati, si prevede di utilizzare un Data Base Management System (DBMS) di tipo relazionale attraverso il quale archiviare tabelle contenenti informazioni indipendenti e collegate da chiavi comuni.

Dovranno essere definite le tabelle necessarie all'archiviazione dei dati, i campi necessari e le specifiche tecniche per la compilazione delle tabelle stesse. In seguito alla definizione dei campi chiave saranno fissate le relazioni tra le tabelle che potranno essere di diverso tipo (uno a uno, uno a molti, molti a molti).

La struttura della banca dati sarà molto simile a quella prodotta dal DPC-USSN/ENEA ed in più verranno utilizzate le tecniche di visualizzazione, interrogazione e download via web.

E' prevista la creazione di maschere per inserire i dati ed effettuare interrogazioni in base a criteri prestabiliti, in modo da facilitare la consultazione da parte dell'utente. Si prevede inoltre di sfruttare la capacità di connessione tra il DBMS e un software per la gestione di informazioni territoriali (GIS) per la visualizzazione dei dati sottoforma di mappe.

La fase finale del progetto prevede il controllo della qualità della banca dati, prima della disseminazione.

Task 2 - Acquisizione e processamento delle registrazioni

Acquisizione

Nell'ambito del progetto si intende recuperare le registrazioni originali acquisite con strumenti analogici e digitali e tutte le informazioni di corredo, la cui disponibilità è stata illustrata al punto 2. Per il periodo che va dal 1970 al 1993 saranno archiviate le registrazioni contenute nel data base DPC-USSN/ENEA, mentre dal 1993 ad oggi verranno raccolte le registrazioni disponibili presso l'archivio della RAN, con l'inclusione dei dati provenienti dalle stazioni temporanee installate a seguito di sequenze sismiche (Molise 2002, Umbria Marche 1997-1998, Salò 2004). Gli accelerogrammi relativi al periodo 1972-1993 sono stati quasi esclusivamente registrati da strumenti analogici, le cui forme d'onda sono state digitalizzate automaticamente ad un passo



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

costante di 400 pts/s. Si esclude una nuova digitalizzazione delle forme d'onda, ad eccezione di casi particolari che si potrebbero presentare durante la fase di realizzazione.

Si prevede di includere anche le registrazioni contenute nel data base Europeo non presenti negli archivi sopra citati. Verranno inoltre recuperati gli accelerogrammi registrati da strumenti installati in edifici e ponti dall'Osservatorio Sismico delle Strutture (OSS), gestito da DPC-USSN. Si tratta di 31 registrazioni disponibili in forma digitale presso l'Ufficio "Dinamica delle Costruzioni" del DPC-USSN, relative al periodo 2000-2005.

Infine, si intende coinvolgere i gestori di reti accelerometriche locali (come ad esempio la rete accelerometrica del Friuli, la rete accelerometrica dell'Università di Potenza e dell'Università di Napoli), previa verifica della disponibilità all'inserimento nella banca dati nazionale.

Il processamento sarà effettuato solo per le registrazioni corredate da informazioni di qualità.

Processamento

Il dato accelerometrico deve essere sottoposto ad una fase di processamento per eliminare il rumore di tipo strumentale o ambientale ed il disturbo introdotto nella fase di conversione analogico-digitale (nel caso di strumentazione analogica).

Si prevede di includere nella banca dati sia le tracce non corrette che quelle corrette, unitamente ai corrispondenti parametri d'interesse ingegneristico. L'intero data set di registrazioni sarà processato ex-novo per i motivi elencati al paragrafo 2, per ottenere le tracce di accelerazione, velocità e spostamento con un alto grado di affidabilità ed i corrispondenti parametri (picco di accelerazione PGA, picco di velocità PGV, picco di spostamento PGD, durata significativa, intensità di Arias, spettri di risposta, eccetera).

Verranno utilizzate sia procedure di correzione standard, basate sul filtraggio dei segnali, che procedure alternative finalizzate al recupero delle informazioni in bassa frequenza.

Le tracce con PGA maggiore di 0.01 g verranno analizzate singolarmente, stabilendo ogni volta le bande passanti o il processamento più idoneo per una stima affidabile dei parametri strong motion in bassa frequenza. Viceversa, per registrazioni con ampiezze minori, si prevede un filtraggio con bande passanti prefissate. In questo caso saranno fornite le tracce di accelerazione e velocità corrette, ma non quelle di spostamento poiché poco significative.

Infine, si prevede di definire un formato standard ed un header tale da rendere ogni singola registrazione autoconsistente. Va inoltre definito un formato di esportazione gestibile dalla maggior parte dei software utilizzati dalla comunità sismologia e ingegneristica.





Task 3 - Controllo delle informazioni sugli eventi, i siti di registrazione e gli strumenti

Eventi, siti e strumentazione

Come già evidenziato al punto 2, i dati e le informazioni contenuti nelle diverse banche dati esaminate non sono tra loro congruenti. Risulta quindi di fondamentale importanza un accurato controllo, record per record, dei dati disponibili, in particolare per quanto riguarda l'evento origine. Si propone di qualificare gli eventi con i parametri ipocentrali, le caratteristiche del piano di faglia, le diverse magnitudo e l'intensità macrosismica. Ogni parametro sarà corredato di citazione bibliografica. Saranno considerati i casi di molteplici localizzazioni o diversi valori attribuiti agli stessi parametri, attraverso l'inserimento di campi di testo nel data base. Nello SF sono state individuate diverse fonti per il recupero delle informazioni: Catalogo della Sismicità Italiana 1981 – 2002 (gruppo di lavoro CSI), <http://www.ingv.it/CSI/>; bollettini sismici INGV; Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (versione 2004, gruppo di lavoro CPTI); catalogo dell'International Seismological Centre, ISC, www.isc.ac.uk, catalogo dell'European-Mediterranean Seismological centre, CSEM, <http://www.emsc-csem.org/>; catalogo del National Earthquake Information Center, NEIC, <http://neic.usgs.gov/neis/epic/>; Database of Individual Seismogenic Sources, version 3, <http://www.ingv.it/~wwwpaleo/DISS3/>; European-Mediterranean Regional Centroid-Moment Tensors <http://www.ingv.it/seismoglo/RCMT/index.html>; Database of Earthquake Mechanisms of the Mediterranean area (EMMA Version 2).

Per quanto riguarda la verifica degli strumenti e delle postazioni accelerometriche, con l'eccezione del campo relativo alla classificazione geotecnica, sarà sufficiente il recupero ed il controllo delle informazioni già esistenti presso la banca dati DPC-USSN/ENEA e presso gli archivi della RAN.

Caratterizzazione geotecnico-geofisica

La caratterizzazione geotecnica delle postazioni accelerometriche necessita di un rilevante approfondimento. L'obiettivo di minima è giungere ad una classificazione secondo le convenzioni utilizzate dalla comunità sismologica-ingegneristica, quali la vigente normativa sismica europea (Eurocode 8 – ENV, 1998) o italiana (Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003), che si basano essenzialmente sul profilo di velocità delle onde di taglio nei primi 30 m. Si tratta di un obiettivo ambizioso, dato che solo pochissime postazioni sono state oggetto di studi geotecnici e geofisici di



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

dettaglio. Nel corso degli anni, infatti, i diversi gestori hanno provveduto in modo sommario alla caratterizzazione dei siti di registrazione.

La maggior parte delle postazioni analogiche (esistenti o dismesse) è corredata da uno schema di monografia dettagliata e standardizzata che contiene le informazioni relative all'inquadramento generale dell'area, all'inquadramento geografico del sito e all'inquadramento geologico di dettaglio, disponibili presso DPC-USSN.

Per 27 stazioni analogiche (ex postazioni ENEL o ENEA) è inoltre disponibile la caratterizzazione ottenuta da un sondaggio geognostico e un profilo di velocità (V_s e V_p). Viceversa, per quanto concerne le nuove postazioni digitali, la scheda di sintesi è stata realizzata in circa venti casi; per tutte le altre la classificazione è estremamente sommaria. Infine, circa dieci postazioni accelerometriche per le quali sono stati riscontrati significativi effetti locali, sono state studiate in dettaglio da vari autori (es. Nocera Umbra, Colfiorito, S. Giuliano di Puglia).

Da ciò si evince che la caratterizzazione geotecnica delle postazioni accelerometriche italiane è estremamente carente. Al fine di giungere ad una prima classificazione delle postazioni si prevedono tre diverse attività, strutturate in modo da fornire informazioni di base per tutti i siti ed informazioni di dettaglio per quelli che hanno registrato i valori di picco più elevati:

1. *Indagine bibliografica e cartografia geologica.* per tutte le stazioni senza informazioni che hanno registrato picchi di accelerazione superiori a 0.01g, si propone di compilare delle schede monografiche analoghe a quelle finora realizzate dal DPC-USSN. Le schede saranno realizzate attraverso il reperimento di cartografia geologica, sondaggi e prove in situ presso enti pubblici e studi specifici; oppure attraverso un sopralluogo al sito per la caratterizzazione della geologia di superficie. In caso di sopralluogo si prevede di effettuare misure di rumore sismico.
2. *Misure in situ a basso costo:* per le postazioni per le quali si dispone di scheda monografica, ma che necessitano di ulteriori verifiche, verranno effettuate misurazioni di rumore o di bassa sismicità al fine di ottenere le frequenze proprie del sito. I dati saranno analizzati con tecniche standard, come i rapporti tra gli spettri di Fourier della componente orizzontale e verticale, e metodologie in corso di sviluppo, basate sull'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, ottenute dalle misure di microtremore in configurazione di array.
3. *Prove in situ con costo medio/elevato:* per alcuni siti prescelti, che hanno registrato picchi di accelerazione significativi ($PGA > 0.1g$), non ubicati su roccia, di difficile caratterizzazione e con scarse notizie bibliografiche, si propone di effettuare misure geofisiche di superficie



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

(Spectral Analysis of Surface Waves, SASW, prove di sismica a rifrazione o sismica a riflessione) oppure l'esecuzione di sondaggi geognostici e profili di velocità di tipo *downhole*.

Task 4 – Creazione della banca dati e disseminazione

Questo task prevede la creazione, all'interno di un DBMS relazionale, di una serie di tabelle per la cui architettura esistono già diversi esempi nelle banche dati esistenti.

La realizzazione della banca dati dovrà garantire:

1. Maschere per l'interrogazione e/o inserimento dei dati.
2. Collegamento del data base ad un Sistema Informativo Territoriale per visualizzare sottoforma di mappa i risultati delle interrogazioni.
3. Interfaccia e motore di ricerca per consentire agli utenti la consultazione del data base via web.
4. Download delle registrazioni corrette e non corrette in diversi formati (SAC, ASCII, eccetera).

Analogamente al data base accelerometrico europeo si prevede la distribuzione dei dati su CD-ROM.

4. Deliverables attesi e diagramma temporale delle attività

Task 1

- 2 mesi: D1 - Schema e specifiche tecniche della banca dati

Task 2

- 14 mesi: D2 - Base di dati delle registrazioni accelerometriche analogiche e digitali, non corrette e corrette, relativa al periodo 1972 - 2004
- 14 mesi: D3 - Manuale contenente le indicazioni per il processamento dei dati accelerometrici
- 18 mesi: D4 - Software per la visualizzazione ed il processamento delle registrazioni

Task 3

- 8 mesi: D5 - Elenco degli eventi registrati e aggiornamento dei parametri corrispondenti
- 18 mesi: D6 - Volume delle monografie delle stazioni accelerometriche



Task 4

- 18 mesi: D7 - Banca dati accelerometrica
- 18 mesi: D8 - Sito web per la disseminazione dei dati
- 18 mesi: D9 - CD-ROM contenente la banca dati e le registrazioni

Attività	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Task1:																		
D1																		
Task2:																		
D2																		
D3																		
D4																		
Task3:																		
D5																		
D6																		
Task4:																		
D7																		
D8																		
D9																		

Il tempo di realizzazione della banca dati è stimato in diciotto mesi, durante i quali verranno svolte le attività descritte precedentemente. Durante il periodo iniziale si prevede di definire la struttura della banca dati (2 mesi) ed effettuare la verifica dei parametri degli eventi sismici, dei siti di registrazione e della strumentazione (8 mesi). In parallelo avrà inizio la raccolta sistematica delle registrazioni accelerometriche e la definizione delle procedure per il processamento dei dati (14 mesi). In seguito alla prima fase verranno definite le priorità per quanto riguarda i siti da caratterizzare, in base ai picchi di accelerazione registrati e alla mancanza di informazioni geotecniche-geofisiche. Come definito nel task 3, la caratterizzazione dei siti avverrà in tre modalità, a differenti livelli di dettaglio, e si concluderà alla scadenza del progetto.

Alla conclusione delle attività 1-3 inizierà la fase operativa di creazione della banca dati e della progettazione del sito web per la disseminazione dei dati, che si concluderà alla scadenza del progetto (18 mesi). Durante gli ultimi due mesi verrà verificata la qualità della banca dati.



5. Fattori di rischio di mancato completamento attività

Il progetto presenta fattori moderati di rischio per mancato completamento di attività, in quanto la maggior parte delle informazioni è pre-esistente e necessita di un processo di uniformazione e riordino. I rischi maggiori sono associati alla caratterizzazione geotecnica dei siti di registrazione, in quanto si tratta di indagini in situ, che, in fase di attuazione, potrebbero presentare delle difficoltà imprevedute. In particolare, costituiscono fattore di rischio le indagini in situ a basso costo, le quali si basano su metodi sperimentali tuttora in corso di sviluppo.

6. Riferimenti bibliografici

- Ambraseys, N., Smit, P., Douglas, J., Margaris, B., Sigbjornsson, R., Olafsson, S., Suhadolc, P. and Costa, G. (2004). Internet-Site for European Strong-Motion Data, *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, vol. 45, no. 3, pp. 113-129
- DPC - USSN - Servizio Sistemi di Monitoraggio (2004). The Strong Motion Records of Molise Sequence (October 2002 - December 2003), CD-ROM.
- Enea Dipartimento Ambiente – Servizio Sismico Nazionale (1998). Banca dati accelerometrica, manuale utente Filemaker Pro 3.0, Rapporto tecnico.
- ENV 1998-1-1, EUROCODE 8, Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures. Seismic actions and general requirements of structures. CEN/TC 250, Draft May 2002.
- Marsan P., Mele F., Milana G., Pacor F., Sabetta F. (2005). Studio di fattibilità per un database accelerometrico nazionale relativo al periodo 1972 – 2004, Rapporto tecnico.
- SSN – Monitoring System Group (2002). The strong motion Records of Umbria-Marche Sequence (September 1997 – June 1998), CD-ROM.



7. Tabella mesi/persona suddivisi per task e UR

UR	Enti	Principali responsabili	Task1	Task2	Task3	Task4	Mesi pers. Cofin.	Mesi pers. rich.
UR-1	INGV-MI	Bindi	@	@	@	@	34	0
UR-2	INGV - CNT	Mele	@		@		10	0
UR-3	INGV - RM1	Milana	@	@	@		7	0
UR-4	DPC-USSN	Sabetta	@	@	@	@	7	0
Tot							58	

8. Tabella finanziamenti richiesti

I finanziamenti sono espressi in migliaia di euro per i 18 mesi di durata del progetto. Si propone in particolare di accantonare 30.000 euro per istituire nuove unità di ricerca una volta avviato il progetto.

UR	Istituz.	Resp UR	Personale	Missioni Italia	Miss. Estero	Consumi servizi	Inventariabile	Totale
UR-1	INGV-MI	Bindi	0	15	10	85	28	138
UR-2	INGV - CNT	Mele	0	10	5	10	12	37
UR-3	INGV - RM1	Milana	0	10	0	65	10	85
UR-4	DPC-USSN	Sabetta	0	0	0	0	0	0
Altre UR								30
		tot	0	35	15	160	50	290

I fondi richiesti riguardano principalmente l'attività di recupero delle informazioni geotecniche esistenti, la caratterizzazione dei siti attraverso analisi di dati sismici ed esecuzione di prove geotecniche e geofisiche in situ.

In particolare, alla voce missioni Italia sono stati stimati gli importi per effettuare sopralluoghi di campagna e misure geofisiche in situ per circa 100 località.



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Alla voce consumi e servizi sono stati accantonati i fondi per l'esecuzione di sondaggi geognostici e misure downhole, che dovranno essere affidati a una o più società esterne poiché nessuno degli enti coinvolti possiede le competenze adeguate. Alla stessa voce sono previsti i costi per affidare l'incarico di realizzare l'impianto software della banca dati e il sito web ad una società esterna. Tale scelta è dettata dai tempi ristretti per il completamento del progetto.

I costi elevati alla voce "materiale inventariabile" sono motivati dall'acquisto di strumentazione che sarà impiegata nelle prove geofisiche in situ e nell'acquisto di uno o più server su cui dovranno risiedere il sito internet e la banca dati.



Scheda della UR1: INGV-MI

Responsabile Scientifico: Dino Bindi, Ricercatore-Ruolo, INGV-MI, via Bassini, 15, 20133 Milano, bindi@mi.ingv.it, tel. 02-23699270, fax. 02-23699458.

Composizione della UR (con esclusione del personale che verrà assunto con i fondi ricevuti):

Resp. Scientifico	Posizione	Ente di appartenenza	Mesi/persona
Dino Bindi	Ricercatore	INGV – MI	3

Partecipante	Posizione	Ente di appartenenza	Mesi/persona
Paolo Augliera	I° Ricercatore	INGV – MI	2
Ezio D'Alema	CTER	INGV – MI	2
Domenico Di Giacomo	Borsista	INGV – MI	6
Gianlorenzo Franceschina	Ricercatore	INGV – MI	2
Sara Lovati	Borsista	INGV – MI	4
Lucia Luzi	Ricercatore	INGV – MI	6
Simone Marzorati	Ricercatore	INGV – MI	2
Marco Massa	Assegnista	INGV – MI	4
Francesca Pacor	I° Ricercatore	INGV – MI	3
Massimiliano Stucchi	Dir. Ricerca	INGV - MI	0
Fabrizio Meroni	I° Tecnologo	INGV - MI	0

Descrizione delle attività

L'Unità di Ricerca UR1 parteciperà ai quattro tasks in cui si articolerà il progetto, a partire dalla fase di progettazione della banca dati fino alla sua disseminazione. In particolare, sono previste le seguenti attività:

TASK 1 – Progettazione e controllo della banca dati

L'unità di ricerca parteciperà in questo task per la definizione della struttura e delle specifiche tecniche della banca dati e per la scelta del supporto informatico più idoneo alla sua realizzazione.

TASK 2 – Acquisizione e processamento delle registrazioni

L'unità di ricerca si propone di gestire il processamento dei dati accelerometrici per l'estrazione del segnale utile ai fini ingegneristici. In particolare, saranno individuate e applicate tecniche numeriche



di analisi del segnale per la rimozione del rumore dal segnale accelerometrico al fine di ottenere informazioni in bassa frequenza. Le tecniche applicate saranno implementate e distribuite in un software sviluppato in ambiente Matlab®.

TASK 3 – Controllo delle informazioni sugli eventi, i siti di registrazione e gli strumenti

All'interno di questo task, l'URI si occuperà principalmente della caratterizzazione dei siti di misura effettuando misure in situ a basso costo. Le analisi utilizzeranno principalmente le registrazioni di microtremore ottenute sia a singola stazione che utilizzando registrazioni simultanee di un insieme di stazioni (array sismico).

TASK 4 – Creazione della banca dati e disseminazione

L'unità di ricerca contribuirà all'ultimo task per quanto riguarda l'immissione dei dati e per decidere le modalità più idonee alla diffusione della banca dati, che avverrà tramite web e distribuzione di CR-ROM.

Richiesta finanziaria (in migliaia di Euro)

1. Borsisti, assegnisti, personale a contratto	0	
2. Missioni - Estero	10	
- Italia	15	
3. Acquisizione di beni di consumo e servizi:	85	
4. Beni durevoli:		28
<i>Totale:</i>	<i>138</i>	



Curriculum del Responsabile Scientifico

Nome e Cognome: Dino Bindi

Luogo e Data di nascita: Genova (GE), 29/05/1970.

Posizione Attuale: Ricercatore di Ruolo presso INGV-MI

Titoli Conseguiti: 1996 – Laurea in Fisica presso l'Università degli Studi di Genova.

2000 – Dottore di ricerca in Geofisica, Università di Genova (UNIGE).

Attività professionale: 2000-02 Assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Matematica, UNIGE.

2002-05 Ricercatore a tempo determinato (III liv.) presso INGV-MI.

2005- Assunzione a tempo indeterminato con profilo di Ricercatore (III liv.), INGV-MI

Funzioni svolte e incarichi:

2003 Incarico di docenza, corso di Geofisica, area scientifico-disciplinare GEO/10, presso il Dipartimento di Fisica, UNIGE, a.a. 2003/04.

2003 Relatore di una tesi di laurea in Scienze Geologiche, a.a. 2003-2004, UNIGE.

2002 Contratto di collaborazione occasionale con il Dipartimento di Fisiopatologia Clinica, Univ. di Firenze.

2001 Responsabile del laboratorio di Calcolo Numerico, primo modulo, a.a. 2001-2002, Dipartimento di Matematica e Dipartimento di Scienze dell'Informazione, UNIGE.

2001 Collaborazione con l'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia (INFN), unità di Genova, sezione G.

2001 Destinatario di un finanziamento dall'UNIGE per l'addestramento presso il Dipartimento di Fisiopatologia Clinica dell'Università di Firenze, erogato attraverso i "Contributi di Ateneo per l'addestramento di ricercatori presso Centri di Ricerca di alta qualificazione", terzo quadrimestre 2001.

2000 Contratto di collaborazione occasionale con il Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (DIPTERIS), Università di Genova.

Temi di ricerca:

– Analisi ed elaborazione di dati accelerometrici e velocimetrici.

– Calibrazione di scale di magnitudo

– Stima degli effetti di sorgente, attenuazione e sito mediante tecniche di inversione generalizzata.

– Studio delle sorgenti sismiche, leggi di attenuazione di parametri strong motion, effetti locali.

5 pubblicazioni più rilevanti della UR

- Augliera P., M. Dolce, G. Franceschina, M. Frapiccini, M.R. Gallipoli, P. Harabaglia, L. Luzi, A. Masi, S. Marzorati, M. Mucciarelli, F. Pacor and L. Samela (2004). Site amplification in the epicentral area of the 31/10/2002 earthquake (Molise, Italy): comparison between damage data, microtremors, weak- and strong- motions, *Proc. 13th World Conference on Earthquake Engineering*, August 1-6, 2004, Vancouver, B.C., Canada, Paper No.725.
- Bindi D., R.R. Castro, G. Franceschina, L. Luzi, and F. Pacor (2004). The 1997-1998 Umbria-Marche sequence (central Italy): Source, path, and site effects estimated from strong motion data recorded in the epicentral area, *J. Geophys. Res.*, 109, B04312, doi:10.1029/2003JB002857.
- Luzi L., D. Bindi, G. Franceschina, F. Pacor, and R. R. Castro (2005). Geotechnical site characterization in the Umbria Marche Area and Evaluation of Earthquake Site-Response, *Pure and Applied Geophysics*, vol 162, 2133-2161.
- Mucciarelli, M., A. Spinelli e F. Pacor (2004). Un programma per la generazione di accelerogrammi sintetici "fisici" adeguati alla nuova normativa. Atti dell'XI Convegno Nazionale ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia", Genova, 25-29 gennaio 2004, CD-ROM, 10 pp.
- Luzi, L. e G. Cultrera (2005). Struttura di un database per la gestione e la registrazione di una rete di stazioni sismiche. Rapporti Tecnici INGV-MI, 24, Roma, 42 pp.



Scheda della UR 2: INGV-CNT

Responsabile Scientifico: Francesco Mele, Primo Ricercatore, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, C.N.T., via di Vigna Murata 605, 00143, Roma, e-mail: f.mele@ingv.it, tel: 06 51860 484, fax: 06 51860 541.

Composizione della UR (con esclusione del personale che verrà assunto con i fondi ricevuti):

Resp. Scientifico	Posizione	Ente di appartenenza	Mesi/persona
Francesco Mele	Primo Ricercatore	INGV - CNT	2

Partecipante	Posizione	Ente di appartenenza	Mesi/persona
Barbara Castello	Ricercatore	INGV - CNT	1
Gaetano De Luca	Ricercatore	INGV - CNT	2
Massimo Frapiccini	Collaboratore Tecnico	INGV - CNT	2
Carlo Marcocci	Tecnologo	INGV - CNT	1
Giancarlo Monachesi	Primo Ricercatore	INGV - CNT	2

Descrizione delle attività, con riferimento ai task cui la UR contribuisce

La UR contribuirà alle attività previste per i Task 1 e 3 del progetto. In particolare nei primi mesi di attività del progetto, nell'ambito del Task 1, verranno definiti, congiuntamente alle altre unità di ricerca, la struttura delle tabelle del Data-Base e le specifiche tecniche per l'interrogazione e l'estrazione dei dati.

Per quanto riguarda la revisione dei parametri di evento, nell'ambito del Task 3-D5, nel primo semestre di attività si procederà ad assegnare un epicentro "preferito", a tutte le registrazioni accelerometriche incluse nel Data-Base, almeno per tutti quegli eventi che compaiono nei cataloghi sismici. Per fare ciò si assegnerà un ordine di priorità ai vari cataloghi. Per alcuni eventi importanti dei quali siano disponibili in letteratura e sui cataloghi diverse localizzazioni discordanti tra loro, si valuterà l'opportunità di rilocalizzarli con tecniche non lineari. Verranno poi reperite le informazioni esistenti riguardanti i meccanismi focali.

Per quanto riguarda la produzione del volume delle monografie delle stazioni accelerometriche (Task 3-D6), l'UR darà un contributo all'analisi dei siti accelerometrici ubicati in Italia Centrale.



Richiesta finanziaria (in migliaia di Euro)

1. Borsisti, assegnisti, personale a contratto:	0
2. Missioni - Italia:	10
Missioni - Estero:	5
3. Acquisizione di beni di consumo e servizi:	10
4. Beni durevoli	12
<i>Totale</i>	<i>37</i>

Curriculum del Responsabile Scientifico

Il Dr. Francesco Mele è responsabile dell'Unità Funzionale Centro Dati e Informazioni sui Terremoti, del Centro Nazionale Terremoti (INGV). Nell'ambito del Progetto DPC-INGV S4 "Stima dello scuotimento in tempo reale e quasi-reale per terremoti significativi in territorio Nazionale" è co-responsabile del Task 1 (Organizzazione, integrazione e scambio dati). Svolge attività di ricerca nel campo dell'elaborazione automatica in tempo reale di segnali sismici; è stato responsabile del progetto per la realizzazione del sistema di monitoraggio della Rete Sismica Nazionale; ha realizzato sistemi di localizzazione automatica e interattiva in modelli 2D e 3D; svolge attività di ricerca in tomografia sismica italiana e mediterranea. In ambito internazionale ha collaborato con l'USGS di Golden, Colorado, con l'Istituto Geografico Nacional di Madrid e con l'Istituto di Geodinamica-NOA di Atene.

5 pubblicazioni più rilevanti della UR

De Luca, G., S. Marcucci, G. Milana and T. Sanò (2005). Evidence of low-frequency amplification in the city of L'Aquila, Central Italy, through a multidisciplinary approach including strong- and weak- motion data, ambient noise, and numerical modelling, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 95, 4, 1469-1481.

Gallipoli, M.R., M. Mucciarelli, R.R. Castro Escamilla, G. Monachesi and P. Contri. (2004). Structure, soil-structure response and effects of damage based on observations of horizontal-to-vertical spectral ratios of microtremors. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 24, 487-495.

Cattaneo, M., P. Augliera, G. De Luca, A. Gorini, A. Govoni, S. Marcucci, A. Michelini, G. Monachesi, D. Spallarossa, L. Trojani and XGUMS (2000). The 1997 Umbria-Marche (Italy) earthquake sequence: analysis of the data recorded by local and temporary networks, *Journal of Seismology*, 4, 401-414.

Castro, R.R., Trojani L., Monachesi G., Mucciarelli M. and M. Cattaneo (2000). The spectral decay parameter in the region of Umbria-Marche, Italy, *J. Geophys. Res.*, 105, 23811-23823.



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Deschamps, A., F. Corboulex, S. Gaffet, A. Lomax, J. Virieux, A. Amato, R. Azzara, B. Castello, C. Chiarabba, G.B. Cimini, M. Cocco, M. Di Bona, L. Margeriti, F. Mele, G. Selvaggi, L. Chiaraluce, D. Piccinini and M. Ripepe (2000). Spatio-temporal distribution of seismic activity during the Umbria-Marche crisis, 1997, *Journal of Seismology*, 4, 377-386.



Scheda della UR 3: INGV-RM1

Responsabile Scientifico: Giuliano Milana, Tecnologo, INGV, sezione di Roma 1, Via di Vigna Murata 605, 00143 Roma, milana@ingv.it, tel. 06-51860409, fax. 06-51860507.

Composizione della UR:

Resp. Scientifico	Posizione	Ente di appartenenza	Mesi/persona
Giuliano Milana	Tecnologo	INGV – RM1	3

Partecipante	Posizione	Ente di appartenenza	Mesi/persona
Fabrizio Cara	Ricercatore	INGV – RM1	1
Giovanna Calderoni	Ricercatore	INGV – RM1	1
Carola Di Alessandro	Borsista	INGV – RM1	2
Di Giulio Giuseppe	Ricercatore	INGV – RM1	0
Antonio Rovelli	Dir. Ricerca	INGV – RM1	0

Descrizione delle attività

L'Unità di Ricerca 3 parteciperà a tre dei quattro tasks in cui si articolerà il progetto. In particolare, sono previste le seguenti attività:

TASK 1 – Progettazione e controllo della banca dati

L'unità di ricerca parteciperà in questo task per la definizione della struttura e delle specifiche tecniche della banca dati e per la scelta del supporto informatico più idoneo alla sua realizzazione.

TASK 2 – Acquisizione e processamento delle registrazioni

L'unità di ricerca si propone di gestire il processamento dei dati accelerometrici per l'estrazione del segnale utile ai fini ingegneristici. In particolare, saranno individuate e applicate tecniche numeriche di analisi del segnale per la rimozione del rumore dal segnale accelerometrico al fine di ottenere informazioni in bassa frequenza.

TASK 3 – Controllo delle informazioni sugli eventi, i siti di registrazione e gli strumenti

All'interno di questo task, l'UR3 si occuperà principalmente della caratterizzazione dei siti di misura effettuando misure in situ volte alla determinazione della velocità delle onde di taglio negli strati superficiali di terreno. A tal fine si



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

effettueranno: sondaggi geognostici, indagini geofisiche basate su array a geometria lineare e sorgente attiva o array con geometria bidimensionale e sorgente passiva.

Richiesta finanziaria (in migliaia di Euro)

1. Borsisti, assegnisti, personale a contratto	0	
2. Missioni - Estero	0	
- Italia	10	
3. Acquisizione di beni di consumo e servizi:	65	
4. Beni durevoli:		10
<i>Totale:</i>	85	



Curriculum del Responsabile Scientifico

Nome e Cognome: Giuliano Milana

Luogo e Data di nascita: Roma (RM), 26/07/1956.

Posizione Attuale: Tecnologo di Ruolo presso INGV-RM1

Titoli Conseguiti: 1981 – Laurea in Fisica presso l'Università degli Studi di Roma.

Attività professionale: 1983-1994 Inserito nei ruoli dell'ENEA-DISP, Roma.

1994-2002 Fuori ruolo presso il Servizio Sismico Nazionale, Roma.

2003-2006 Nei ruoli dell' INGV-RM1 Tecnologo (III livello), INGV-MI

Funzioni svolte e incarichi:

Dal 1997 Incarico di docenza, corso di Sismologia , area scientifico-disciplinare GEO/10, presso l'Università G. D'Annunzio (Chieti), corso di laurea in Scienze geologiche.

Temi di ricerca:

- _ Analisi ed elaborazione di dati accelerometrici e velocimetrici.
- _ Stima degli effetti di sito mediante tecniche spettrali e modellazione numerica.
- _ Applicazione delle tecniche di array alla valutazione delle velocità delle onde di taglio.

Publicazioni della UR su temi inerenti il progetto.

- Gorini A., Marcucci S., Marsan P., Milana G. (2004). Strong Motion Records of the 2002 Molise, Italy, Earthquake Sequence and Stochastic Simulation of the Main Shock. *Earthquake Spectra* pp. S65-S79.
- Di Bucci D., Naso G., Marcucci S., Milana G., Sanò T. (2005). A methodology to account for local geology at large scale in the SHA approach through numerical modelling of theoretical geological sections. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, vol. 46, n.1.
- De Luca G., Marcucci S., Milana G., Sanò T. (2005). Evidence of low frequency amplification in the city of L'Aquila (Central Italy) through a multidisciplinary approach including strong and weak motion data, ambient noise and numerical modeling. In press on *Bulletin of the Seismological Society of America*.
- Di Giulio G., Rovelli A., Cara F., Azzara R.M., Basili R., Caserta A. (2003). Long-duration, asynchronous ground motions in the Colfiorito plain, central Italy, observed on a 2D dense array". *J. Geophys. Res.*, 108(B10), 2486, doi:10.1029/2002 JB002367.
- Di Giulio G., Azzara R.M., Cultrera G., Giammarinaro M.S., Vallone P., Rovelli A. (2005). Effect of local geology on ground motion in the city of Palermo, Italy, as inferred from aftershocks of the September 6, 2002, Mw 5.9 earthquake. *BSSA*, Vol. 95 (6), 2328-2341, doi:10.1785/0120040219, 2005.
- Di Alessandro C., Boatwright J. (2006) A Stochastic Estimate of Ground Motion at Oceano, California, for the M 6.5, 22 December 2003 San Simeon Earthquake, Derived from Aftershock Recordings. in press *BSSA*.



Scheda della UR 4: DPC-USSN

Responsabile Scientifico: Fabio Sabetta – Dirigente del Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri

Dipartimento della Protezione Civile
Via Vitorchiano 4 - 00189 ROMA
Tel. +39 06 68204686 - +39 338 8127237
Fax +39 06 68202873
E-mail : fabio.sabetta@protezionecivile.it

Composizione della UR:

Resp. Scientifico	Posizione	Ente di appartenenza	Mesi/persona
Fabio Sabetta	Dirigente DPC	Dipartimento della Protezione Civile della	1.5

Partecipante	Posizione	Ente di appartenenza	Mesi/persona
Antonella Gorini	Funzionario DPC	Dipartimento della Protezione Civile della	2
Tiziana LoPresti	Funzionario DPC	Dipartimento della Protezione Civile della	2
Sandro Marcucci	Funzionario DPC	Dipartimento della Protezione Civile della	1.5

Descrizione delle attività

Task 1 - Progettazione e controllo della Banca dati
Consulenza e controllo

Task 2 - Acquisizione e processamento delle registrazioni
Messa a disposizione delle forme d'onda digitalizzate:

1. ENEA-ENEL analogiche;
2. RAN analogiche e digitali;
3. accelerogrammi registrati su edifici e ponti dall'Osservatorio Sismico delle Strutture.

Messa a disposizione dei dati relativi agli strumenti e alle postazioni accelerometriche.
Consulenza sul processamento.



Task 3 - Controllo delle informazioni sugli eventi, i siti di registrazione e gli strumenti Consulenza e controllo.

Partecipazione ai sopralluoghi, alle campagne di misura e all'acquisizione dei dati geofisici e geotecnici delle postazioni accelerometriche.

Integrazione con le attività in corso presso USSN per la qualificazione delle postazioni accelerometriche ed elaborazione di schede monografiche.

Task 4 - Creazione della banca dati e disseminazione

Verifica delle attività svolte dalla sw-house.

Richiesta finanziaria (in migliaia di Euro)

Il DPC-USSN parteciperà al progetto a costo zero

Curriculum del Responsabile Scientifico

Fabio Sabetta, nato nel 1952, laureato in fisica nel 1975 all'Università di Roma. Esperienza lavorativa di 15 anni presso il Dipartimento ambiente dell'ENEA, dove ha svolto attività nel settore dell'ingegneria sismica e della protezione ambientale. I suoi principali settori di attività includono la caratterizzazione dell'input sismico a fini ingegneristici e la valutazione della pericolosità e del rischio sismico. Autore di 44 pubblicazioni scientifiche nei settori suddetti. Esperto europeo per la caratterizzazione del moto sismico dei terreni nell'ambito del progetto "Pegasos" per la valutazione della pericolosità sismica delle centrali nucleari in Svizzera. Docente di Sismologia e Pericolosità Sismica presso la "European School of Advanced Studies in Reduction of Seismic Risk" di Pavia e presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Roma III. Dal 1997 dirigente del Dipartimento di Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri dove coordina il "Servizio Indirizzi Classificazione Sismica e Normativa".

Pubblicazioni più rilevanti della UR

- Albarello D., Bosi V., Bramerini F., Lucantoni A., Naso G., Peruzza L., Rebez A., Sabetta F., Slejko D. (2000). Carte di pericolosità sismica del territorio nazionale, *Quaderni di Geofisica*, N°12.
- Arrigo G., Roumelioti Z., Benekatos Ch., Kiratzi A., Bottari A., Neri G., Termini D., Gorini A., Marcucci S. (2005): "A source study of the 9 September 1998 (Mw 5.6) Castelluccio earthquake in Southern Italy using teleseismic and strong motion data" *Natural Hazards*, Springer Verlag;
- Bommer, J.J., F. Scherbaum, H. Bungum, F. Cotton, F. Sabetta & N.A. Abrahamson (2005). On the use of logic trees for ground-motion prediction equations in Seismic Hazard Analysis *Bulletin of Seismological Society of America*, Vol.95, N° 2, 377-389.
- Capuano P., Zollo A., Emolo A., Marcucci S., Milana G. (2000): "Rupture mechanism and source parameters of Umbria-Marche mainshocks from strong motion data" *Journal of Seismology*, n. 4, pp. 463-478;
- Commissione tecnico-scientifica, istituita con Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile (2003): "Rapporto finale sulla microzonazione sismica del centro abitato di San Giuliano di Puglia" - rep. n. 1090, 3 aprile 2003;



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

- De Luca G., Maruccci S., Milana G., Sanò T. (2005): "Evidence of low-frequency amplification in the city of L'Aquila, Central Italy, through a multidisciplinary approach including strong and weak motion data, ambient noise and numerical modelling" *Bull. Seism. Soc. Am.*, vol. 95, n. 4, pp. 1469-1481.
- Dipartimento Protezione Civile Nazionale – Ufficio Servizio Sismico Nazionale - Servizio Sistemi di Monitoraggio (2004): "The Molise earthquake strong motion dataset (october 31, 2002, december 30, 2003). 1 CD;
- Gorini A., Maruccci S., Marsan P. and Milana G. (2004) "Strong motion records of the 2002 Molise, Italy, earthquake sequence and stochastic simulation of the main shock" *Earthquake Spectra* - July 2004 – Vol. 20, Issue S1, pp. S65-S79;
- Gorini A., Maruccci S., Marsan P., Milana G. (2003): "Il terremoto del 2002 in Molise e Puglia: registrazioni accelerometriche e modellazione stocastica dell'evento del 31 ottobre" *Ingegneria Sismica*, XX, N. 3 - settembre - dicembre 2003, pp. 1-78;
- Lucantoni A., Bosi V., Brammerini F., De Marco R., Lo Presti T., Naso G., Sabetta F. (2001). Il rischio sismico in Italia, *Ingegneria Sismica*, Anno XVIII, N°1, 5-37.
- Sabetta et al. (1999). Gruppo di Lavoro istituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi- Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale, *Ingegneria Sismica*, Anno XVI, N°1, 5-14, 1999.
- Sabetta F. (1984). Analisi e confronto delle banche dati accelerometrici italiana e statunitense, *Atti del 2° Convegno Nazionale "l'Ingegneria Sismica in Italia"*, Vol. 3, pp. 121-149, Rapallo.
- Sabetta F. (1985). Data processing in strong ground motion seismology, *Proceedings of the 2th International Workshop on Stochastic Methods in Structural Mechanics*, pp.399-420, Pavia.
- Sabetta F., Lucantoni A., Bommer J. and H. Bungum (2005). Sensitivity of PSHA results to ground motion prediction relations and logic-tree weights, *Soil Dyn. & Earthquake Engineering* Vol.25/4, 317-329.
- Sabetta F., Masiani R., Giuffrè A. (1986). Frequency nonstationarity in Italian strong motion accelerograms, *Proc. of the 8th European Conference on Earthquake Engineering*, Vol.1, 3.2, pp.25-32, Lisbon.
- Sabetta, F. and A. Pugliese (1987). Attenuation of peak horizontal acceleration and velocity from Italian strong-motion records. *Bulletin of the Seismological Society of America* 77(5), 1491-1513.
- Sabetta, F. and A. Pugliese (1996). Estimation of response spectra and simulation of non-stationary earthquake ground motions, *Bulletin of Seismological Society of America*, 86(2), 337-352.
- Servizio Sismico Nazionale - Ufficio Sistemi di Monitoraggio (2001): "The Umbria - Marche sequence strong motion dataset (september 1997 - june 1998) - 1 CD;
- Zollo A., Maruccci S., Milana G., Capuano P. (1999): "The 1997 Umbria-Marche (central Italy) earthquake sequence: Insights on the mainshock ruptures from near source strong motion records" *Geophysical Research Letters*, Vol. 26, n. 20, pp. 3165-3168, October 15, 1999;

