

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DAI TERREMOTI
PROGRAMMA QUADRO 2000-2002
PROPOSTA DI PROGETTO COORDINATO

1. TEMA DI RICERCA :

TEMA1 - VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEL PATRIMONIO ABITATIVO A SCALA NAZIONALE (Sottotemi 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6)

2. TITOLO DEL PROGETTO

REVISIONE DEI FONDAMENTI TEORICI E SPERIMENTALI DELLE STIME DI HAZARD SISMICO A SCALA NAZIONALE

3. DURATA DEL PROGETTO

3 ANNI

4. INFORMAZIONI GENERALI SUL GRUPPO PROPONENTE

4.1 COORDINATORE SCIENTIFICO DEL PROGETTO (Cognome, nome, qualifica, Ente, indirizzo, telefono, fax, e-mail):

Gasparini Paolo

Qualifica: Professore Associato

Ente: Dipartimento di Fisica, Università di Bologna

Indirizzo Via Irnerio, 46, 40127 Bologna

Tel:0512095024

Fax:0512095058

e-mail:paolo@ibogfs.df.unibo.it

4.2 CURRICULUM VITAE DEL COORDINATORE con le pubblicazioni più significative pertinenti il Progetto (max 10; non inviare estratti) e la sua partecipazione ad altri Progetti di ricerca in corso.

Curriculum Vitae di Paolo Gasparini

Nato a Bologna il 2 settembre 1954, ha iniziato l'attività scientifica nel 1973, ancor prima della laurea, frequentando come collaboratore esterno l'Istituto Geodesia dell'Università di Bologna.

Il 26 marzo 1982 si è laureato in Fisica presso l'Università di Bologna con la votazione di 110/110 discutendo la tesi: "Generazione di sismogrammi teorici per la componente SH e loro utilizzo per la determinazione dei parametri focali dei terremoti".

Dal 1 ottobre dello stesso anno è entrato in servizio presso l'Istituto Nazionale di Geofisica nel ruolo di Collaboratore Tecnico Professionale. A partire dal 1988 ha assunto il ruolo di Ricercatore di III fascia presso lo stesso Istituto.

Dal 1 novembre 1992 è professore universitario di ruolo di II fascia per il raggruppamento disciplinare "Geofisica della Terra solida" presso la Facoltà di Scienze Mat. Fis. Nat. dell'Università di Firenze, titolare del corso di "Fisica Terrestre" del Corso di Laurea in Scienze Geologiche della stessa Università.

Dal 1 novembre 1995 è professore universitario di ruolo di II fascia per lo stesso raggruppamento disciplinare presso la Facoltà di Scienze Mat. Fis. Nat. dell'Università di Bologna dove tiene il corso di "Sismologia" del Corso di Laurea in Scienze Geologiche della stessa Università. A decorrere dalla stessa data è stato confermato nel ruolo di professore associato.

Negli A.A. 1993/94 e 1994/95 ha tenuto per affidamento la supplenza del corso di "Geofisica Marina" presso il Corso di Laurea in Scienze Ambientali dell'Università di Bologna (Sede distaccata di Ravenna).

Nell'anno 1997 è stato membro eletto e segretario della Commissione Giudicatrice del concorso nazionale per posti di professore universitario di ruolo di II fascia.

Attività Scientifica

E' autore di oltre 100 lavori scientifici di cui circa la metà su riviste internazionali. E', o è stato titolare di contratti di ricerca Murst 40% e 60%, CNR e ASI. E' stato coordinatore di sottoprogetto del Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti (GNDT) negli anni 1997 e 1998.

I principali argomenti che sono oggetto dell'attività scientifica di Paolo Gasperini sono:

Elaborazione ed interpretazione di osservazioni geodetiche, topografiche, e fotogrammetriche
Analisi statistica della sismicità e dei precursori sismici.
Analisi statistica e previsione delle eruzioni vulcaniche.
Reologia del mantello terrestre in relazione al *rebound* post-glaciale
Modellazione numerica di processi tettonici attivi.
Analisi quantitativa di dati macrosismici

Partecipazione a progetti di ricerca in corso

Cofinanziamento Murst anno 1998
Murst quota 60% anno 1997 e 1998
CNR (GNDT) anno 1998
ASI anno (1998)

Pubblicazioni più significative pertinenti il Progetto

Boschi E., Morelli A. and Gasperini P., A network of multi-sensor stations for continuous monitoring of ground motion and deformation, *Phys. Earth Plan. Int.*, 84, 289-298, 1994.

Mulargia F. and Gasperini P., Evaluation of the applicability of the time- and slip-predictable earthquake recurrence models to Italian seismicity, *Geophys. J. Int.*, 120, 453-473, 1994.

E. Boschi, G. Ferrari, P. Gasperini, E. Guidoboni, G. Smriglio and G. Valensise, Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980, I.N.G.-S.G.A, pp. 973, 1995.

Ferrari G., Gasperini P. and Guidoboni E., Macroseismic intensity evaluation with the "Fuzzy Sets Logic", *Annali di Geofisica*, 38, 811-826, 1995.

Boschi E., Gasperini P. and Mulargia F., Forecasting where larger crustal earthquakes are likely to occur in Italy in the near future, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 85, 1475-1482, 1995.

E. Boschi, E. Guidoboni, G. Ferrari, G. Valensise e P. Gasperini, Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990 (2), I.N.G.-S.G.A, pp. 644, 1997.

Cianetti S., Gasperini P., Boccaletti M. and Giunchi C., Reproducing the velocity and stress fields in the Aegean region, *Geophys. Res. Lett.*, 24, 2087-2090, 1997.

Gasperini P., Bernardini F., Valensise G. and Boschi E., Defining seismogenic sources from historical felt reports, *Bull. Seism Soc. Am.*, 89, 94-110, 1999.

Vannucci G., Gasperini P., Ferrari G. and Guidoboni E., Encoding and computer analysis of macroseismic effects, *Phys. and Chem. of the Earth*, 24, 505-510, 1999.

Gruppo di Lavoro CPTI (ING: E. Boschi, P. Gasperini, G. Valensise; GNDT: R. Camassi, V. Castelli, M. Stucchi, A. Rebez, G. Monachesi, M. S. Barbano, P. Albini; SGA: E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri; SSN: D. Molin), Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, ING GNDT SGA SSN, Ed. Compositori, Bologna, pp. 92, 1999.

4.3 ELENCO DELLE UNITA' DI RICERCA PARTECIPANTI AL PROGETTO: Responsabile scientifico, qualifica, Ente, mesi uomo complessivi dedicati al Progetto dal personale di ciascuna Unità di Ricerca

Unità di ricerca UNIBO1

Responsabile scientifico: Baldi Paolo
Qualifica: Professore Ordinario
Ente: Università di Bologna
Mesi complessivi: 204

Unità di ricerca UNIBO2

Responsabile scientifico: Bitelli Gabriele
Qualifica: Professore Associato
Ente: Università di Bologna
Mesi complessivi: 83

Unità di ricerca ING1

Responsabile scientifico: Valensise Gianluca
Qualifica: Dirigente di Ricerca
Ente: Istituto Nazionale di Geofisica
Mesi complessivi: 110

Unità di ricerca ING2

Responsabile scientifico: Riguzzi Federica
Qualifica: Ricercatore
Ente: Istituto Nazionale di Geofisica
Mesi complessivi: 87

Unità di ricerca SGA

Responsabile scientifico: Emanuela Guidoboni
Qualifica: Ricercatore
Ente: SGA Storia Geofisica Ambiente
Mesi complessivi: 35

Unità di ricerca OGSM

Responsabile scientifico: Monachesi Giancarlo
Qualifica: Ricercatore
Ente: Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata
Mesi complessivi: 69

I mesi complessivi sono intesi per l'intera durata del progetto (3 anni)

4.4 SCHEDA DELLE UNITA' DI RICERCA:

Unità di ricerca UNIBO1

Responsabile scientifico: Baldi Paolo
Dipartimento di Fisica
Università di Bologna
Viale Berti Pichat 8
40127 Bologna

Tel:0512095011
Fax:0512095058
email:baldi@ibogfs.df.unibo.it

Curriculum del Prof. Paolo Baldi

Paolo Baldi, nato a Faenza il 29.7.1947, si è laureato in Fisica il 23.7.1971 presso l'Università di Bologna. E' attualmente Professore Ordinario di Fisica Terrestre presso l'Università degli Studi di Bologna.

L'attività di ricerca svolta verte principalmente su problematiche geodetiche e geofisiche. Ha coordinato attività relative al controllo delle deformazioni del suolo in aree sismiche e vulcaniche, inizialmente utilizzando le tecniche classiche terrestri, più recentemente tramite l'uso delle tecniche spaziali e fotogrammetriche digitali.

Si è inoltre interessato alle applicazioni della microgravimetria in geofisica e allo studio delle maree terrestri tramite misure con gravimetri superconduttori. Negli ultimi anni si è dedicato principalmente alla sperimentazione della metodologia G.P.S per il posizionamento a terra tramite osservazioni a satelliti artificiali; nell'ambito del Gruppo Nazionale di Vulcanologia ha coordinato le attività relative all'utilizzo della fotogrammetria digitale per il controllo delle deformazioni e modificazioni morfologiche in aree vulcaniche.

Cognome Nome	Qualifica	Afferenza	Mesi uomo
Achilli Vladimiro	Professore Ordinario	Univ. Padova	3
Bacchetti Massimo	Tecnico	Univ. Bologna	3
Baldi Paolo	Professore Ordinario	Univ. Bologna	9
Belardinelli Maria Elina	Ricercatore	Univ. Bologna	2
Bonafede Maurizio	Professore Ordinario	Univ. Bologna	2
Carletti Francesca	Borsista	Univ. Bologna	27
Casula Giuseppe	Ricercatore	ING	12
Castellaro Silvia	Dottorando	Univ. Bologna	3
Ciccotti Matteo	Dottorando	Univ. Bologna	3
Cianetti Spina	Dottorando	Univ. Parma	12
Dragoni Michele	Professore Ordinario	Univ. Bologna	2
Gasperini Paolo	Professore Associato	Univ. Bologna	24
Gonzato Guido	Dottorando	Univ. Bologna	3
Guidi Cristiano	Tecnico	Univ. Bologna	3
Loddo Fabiana	Borsista	ING	30
Marzocchi Warner	Geofisico Associato	Oss. Vesuviano	3
Menin Andrea	Funzionario tecnico	Univ. Padova	2
Mora Paolo	Tecnico	Univ. Bologna	3
Mulargia Francesco	Professore Ordinario	Univ. Bologna	6
Pesci Arianna	Borsista	ING	12
Rebez Alessandro	Ricercatore	OGS	6
Renner Gianfranco	Ricercatore	OGS	3
Salemi Giuseppe	Ricercatore	Univ. Udine	3
Serpelloni Enrico	Dottorando	Univ. Bologna	12
Targa Gabriele	Ricercatore	Univ. Padova	2
Vannucci Gianfranco	Dottorando	Univ. Camerino	12
Vettore Antonio	Professore Associato	Univ. Padova	2

I mesi uomo sono intesi per l'intera durata del progetto (3 anni)

Pubblicazioni più significative dell'unità di ricerca

Mulargia F., Achilli V., Broccio F., Baldi P., 1991. Is a destructive earthquake imminent in southeastern Sicily?. *Tectonophysics*, 188, 399-402.

Achilli V., Anzidei M., Baldi P., Marsella M., Salemi G., 1993. The TYRGEONET Project. Proceedings of the Symposium on "Permanent Satellite Tracking Networks For Geodesy And Geodynamics", IAG Vienna Aug 16, 1991., Springer Verlag.

Mulargia F. and Gasperini P., Evaluation of the applicability of the time- and slip-predictable earthquake recurrence models to Italian seismicity, *Geophys. J. Int.*, 120, 453-473, 1994.

Boschi E., Gasperini P. and Mulargia F., Forecasting where larger crustal earthquakes are likely to occur in Italy in the near future, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 85, 1475-1482, 1995.

Anzidei M., Baldi P., Bonini C., Casula G., Gandolfi S., Riguzzi F., 1997. GPS surveys across the Messina Straits (Southern Italy) and comparison with terrestrial geodetic data. *Journal of Geodynamics*, Vol.25, 2,85-97.

Anzidei M., Baldi P., Casula G., Galvani A., Kahlouche S., Pesci A., Riguzzi F., Saadi N., Touam S., Zanutta A. (1999) : First GPS measurements across the Central - Western Mediterranean area. *Annali di Geofisica*, Vol.42, 1, 115-121.

Ciccotti M., Negri N., Sasi L., Gonzato G. e Mulargia F., Elastic and fracture parameters of Etna, Stromboli and Vulcano lava rocks, in corso di stampa su *J. Volc. Geoth. Res.*, 1999.

Gasperini P., Bernardini F., Valensise G. and Boschi E., Defining seismogenic sources from historical felt reports, *Bull. Seism Soc. Am.*, 89, 94-110, 1999.

Gruppo di Lavoro CPTI (ING: E. Boschi, P. Gasperini, G. Valensise; GNDT: R. Camassi, V. Castelli, M. Stucchi, A. Rebez, G. Monachesi, M. S. Barbano, P. Albini; SGA: E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri; SSN: D. Molin), *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, ING GNDT SGA SSN, Ed. Compositori, Bologna, pp. 92, 1999.

Belardinelli M. E., Cocco M., Coutant F. and Cotton M., Redistribution of dynamic stress during coseismic ruptures: Evidence for fault interaction and earthquake triggering, *J. Geophys. Res.*, 104, 14,925-14,945, 1999.

Il Responsabile Scientifico dell' Unità di Ricerca

Il Direttore dell'Ente

Unità di ricerca UNIBO2

Responsabile scientifico: Bitelli Gabriele
Dipartimento DISTART
Università di Bologna
Viale Risorgimento 2
40136 Bologna

Tel: 051-2093104
Fax: 051-6448073
email: gabriele.bitelli@mail.ing.unibo.it

Curriculum Vitae di Gabriele Bitelli

Nato a Bologna il 14/04/1957, laureato in Ingegneria Elettronica presso l'Università di Bologna. E' Professore Associato presso il Dipartimento DISTART, Facoltà di Ingegneria, Università di Bologna e docente di Fotogrammetria per i Corsi di Laurea di Ingegneria Civile, Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e per il Diploma in Edilizia.

L'attività di ricerca è relativa a diversi campi della Geomatica: sistema di posizionamento satellitare GPS, rilevamento topografico, fotogrammetria aerea e terrestre, sistemi informativi territoriali in particolare per applicazioni nel campo ambientale.

Ha progettato e condotto un notevole numero di rilievi, in particolare per grandi reti GPS e di livellazione geometrica per il controllo delle deformazioni (es. fenomeno della subsidenza in Emilia Romagna e nell'area ravennate).

E' autore o co-autore di circa 75 pubblicazioni a stampa e presentazioni in congressi e convegni nazionali ed internazionali.

Cognome Nome	Qualifica	Afferenza	Mesi uomo
Bitelli Gabriele	Professore Associato	Univ. Bologna	9
Camassi Romano	Ricercatore	Univ. Bologna(GNDT)	12
Ercolani Emanuela	Borsista	Univ. Bologna(GNDT)	27
Gandolfi Stefano	Borsista	ING	6
Sarti Pierguido	Dottorando	Univ. Bologna	6
Unguendoli Marco	Professore Ordinario	Univ. Bologna	8
Vittuari Luca	Tecnico	Univ. Bologna	9
Zanutta Antonio	Dottorando	Univ. Bologna	6

I mesi uomo sono intesi per l'intera durata del progetto (3 anni)

Partecipazione ad altri progetti:

GNDT PE98 Progetti 6.a.2 e 5.1.1
Progetto Finalizzato CNR Beni Culturali
Progetto di ricerca MURST ex40% 1998
PNRA - Progetto Nazionale di Ricerche in Antartide

Pubblicazioni più significative dell'unità di ricerca

Unguendoli M.: "A rational approach to the use of a large number of GPS receivers". Bulletin Geodesique, 64, 1990.

Bitelli G., A. Capra, D. Dominici, G. Folloni, F. Radicioni, M. Unguendoli, L. Vittuari: "GPS measurements for ground subsidence monitoring and geoid computation in the Ravenna area". Proceedings XX FIG Congress, Melbourne, pp. 30-39, 1994.

D. Dominici, F. Radicioni, A. Stoppini e M. Unguendoli: "Precision and Reliability versus surplus measurements in GPS networks", Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, 4, 1995.

Bitelli G., Camassi R.: "GIS data management and analysis in historical seismology". Reports on Surveying and Geodesy, M. Unguendoli ed., Nautilus, Bologna, pp. 146-158, 1996.

Bitelli G., Bonsignore F., Unguendoli M.: "Progetto di una rete per il controllo della subsidenza nella Regione Emilia Romagna". Atti 1a Conferenza Nazionale ASITA, pp. 117-130, Parma, 1997.

O. Al-Bayari, M. Unguendoli: "Experiences in GPS control networks computation". Proceedings 5th Bilateral Meeting Poland-Italy, Monselice, 1997.

Camassi R. e Stucchi M.: "NT4.1: un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno". Milano, 93 pp., 1997.

Bitelli G., Camassi R., Cova E.: "Virtual Reality and GIS applications for earthquake damage representation: the case of the Earthquakes of September and October 1997 in Umbria-Marche (Central Italy)". Proceedings International Conference on GIS for Earth Science Applications, Ljubljana, 1998.

Camassi R., Castelli V., Molin D., Monachesi G. e Stucchi M.: "Principali terremoti storici dell'area umbro-marchigiana maggiormente interessata dagli eventi sismici di settembre-ottobre 1997". Ingegneria Sismica, XV, 1, 45-48, 1998.

Gruppo di Lavoro CPTI (Boschi E., Gasperini P., Valensise G., Camassi R., Castelli V., Stucchi M., Rebez A., Monachesi G., Barbano M.S., Albini P., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Molin D.): "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani", Editrice Compositori, Bologna, 1999.

Il Responsabile Scientifico dell' Unità di Ricerca

Il Direttore dell'Ente

Unità di ricerca ING1

Responsabile scientifico: Valensise Gianluca
Istituto Nazionale di Geofisica
Via di Vigna Murata, 605
00161 Roma

Tel: 0651860485
Fax: 065041181
email:valensise@ingrm.it

Curriculum del Dott. Gianluca Valensise

Gianluca Valensise, nato a Roma il 27.12.1958, si è laureato in Scienze Geologiche il 20.7.1978 presso l'Università di Roma "La Sapienza". Presso la stessa università ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra, settore Geofisica, l'1.7.1987. È attualmente Dirigente di Ricerca presso l'Unità Organica Sismologia e Fisica dell'Interno della Terra e membro della Conferenza dei Dirigenti dell'Istituto Nazionale di Geofisica in Roma.

L'attività di ricerca svolta verte sull'indagine di grandi sorgenti sismogenetiche attraverso dati di sismologia storica, dati geologici e misti. Dal 1996 coordina le ricerche in Sismologia Storica svolte o finanziate dall'ING. È coautore del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia e del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. È ideatore e responsabile del progetto ING per la creazione del "*Database of potential sources for earthquakes larger than magnitude 5.5 in Italy*", tuttora in corso di compilazione e di cui nel 2000 verrà pubblicata la prima versione. Dal febbraio 1997 è responsabile della sezione "Tettonica Attiva e Paleosismicità" dell'ING. È co-autore delle Carte del Rischio Sismico in Italia commissionate dal Dipartimento della Protezione Civile nel 1996. È stato membro del "Gruppo di Esperti per la Riclassificazione Sismica" insediato dal Dipartimento della Protezione Civile nel 1997. Infine, è coordinatore per la parte ING nel progetto di ricerca E.C. denominato "Faust", i cui obiettivi sono la compilazione di un catalogo omogeneo europeo di sorgenti sismogenetiche e la valutazione dell'impatto di tecniche innovative per il calcolo della pericolosità sismica.

Cognome Nome	Qualifica	Afferenza	Mesi uomo
Basili Roberto	Borsista	ING	18
Bordoni Paola	Borsista	ING	18
Burrato Pierfrancesco	Ricercatore	ING	6
Casale Paolo	Assistente Tecnico	ING	6
D'Addezio Giuliana	Ricercatore	ING	6
Di Stefano Giuseppe	Tecnologo	ING	3
Di Giovambattista Rita	Ricercatore	ING	3
Ekström Goran	Full-Professor	Harvard University	2
Giunchi Carlo	Ricercatore	ING	3
Mazza Salvatore	Primo ricercatore	ING	3
Mele Giuliana	Ricercatore	ING	6
Morelli Andrea	Dirigente di Ricerca	ING	6
Pondrelli Silvia	Ricercatore	ING	6
Piomallo Claudia	Ricercatore	ING	6
Romeo Giovanni	Dirigente Tecnologo	ING	3
Taccetti Quintilio	Dirigente di Ricerca	ING	3
Valensise Gianluca	Dirigente di Ricerca	ING	12

I mesi uomo sono intesi per l'intera durata del progetto (3 anni)

Pubblicazioni più significative del gruppo di ricerca

Basili, R., V. Bosi, F. Galadini, P. Galli, M. Meghraoui, P. Messina, M. Moro, and A. Sposato. The Colfiorito earthquake sequence of September-October 1997: surface breaks and seismotectonic implications for the central Apennines (Italy). *J. Earthquake Eng.*, 2, 291-302, 1998

Di Giovambattista, R., e Yu. S. Tyupkin. The fine structure of the dynamics of seismicity before $m \geq 4.5$ earthquakes in the area of Reggio Emilia (Northern Italy). *Annali di Geofisica*, 42, 1999.

Ekström, G., A. Morelli, E. Boschi e A. M. Dziewonski. Moment tensor analysis of the central Italy earthquake sequence of September-October 1997. *Geophys. Res. Lett.* Vol. 25 , No. 11 , 1971-1974, 1998.

Gasperini, P., F. Bernardini, G. Valensise e E. Boschi (1999). Defining seismogenic sources from historical earthquake felt reports, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 89, 94-110.

Gruppo di Lavoro Riclassificazione Sismica del territorio nazionale (UniRM1: C. Gavarini, P. Pinto, L. Decanini; SSN: G. Di Pasquale, A. Pugliese, R. Romeo, F. Sabetta, F. Brammerini; UniPz: M. Dolce; PoliMi: V. Pettrini, A. Castellani; ANPA: T. Sanò; OGS: D. Slejko; ING: G. Valensise. Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale. *Ingegneria Sismica*, 1, 5-14, 1999.

Gruppo di Lavoro CPTI (ING: E. Boschi, P. Gasperini, G. Valensise; GNDT: R. Camassi, V. Castelli, M. Stucchi, A. Rebez, G. Monachesi, M. S. Barbano, P. Albini; SGA: E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri; SSN: D. Molin), *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, ING GNDT SGA SSN, Ed. Compositori, Bologna, pp. 92, 1999.

Pantosti, D., D. P. Schwartz e G. Valensise (1993). Paleoseismology along the 1980 Irpinia earthquake fault and implications for earthquake recurrence in the southern Apennines, *J. Geophys. Res.*, 98, 6561-6577.

Peruzza, L., D. Pantosti, D. Slejko e G. Valensise. Testing a new hybrid approach to seismic hazard assessment: an application to the Calabrian Arc (southern Italy). *Natural Hazards*, 14, 113-126, 1997.

Piromallo, C., and A. Morelli. Imaging the Mediterranean upper mantle by P-wave travel time tomography. *Annali di Geofisica*, XL, 963-979, 1997.

Piromallo, C., and A. Morelli. P-wave propagation heterogeneity and earthquake location in the Mediterranean region. *Geophys. J. Int.*, 135, 232-254, 1998.

Il Responsabile Scientifico dell' Unità di Ricerca

Il Direttore dell'Ente

Unità di ricerca ING2

Responsabile scientifico: Riguzzi Federica
Istituto Nazionale di Geofisica
Via di Vigna Murata, 605
00161 Roma

Tel: 0651860266
Fax: 065041303
email:riguzzi@ing750.ingrm.it

Curriculum della Dr. Federica Riguzzi

Federica Riguzzi, nata a Roma il 12.6.1958, si è laureata in Fisica il 28.5.1985 presso l'Università La Sapienza di Roma. Dal 1987 al 1991 ha avuto contratti annuali di ricerca e poi dal 1991 è ricercatrice presso l'Istituto Nazionale di Geofisica di Roma.

L'attività di ricerca svolta da Federica Riguzzi riguarda ambiti sia geofisici che geodetici. Ha co-operato con molte Istituzioni italiane e straniere per la realizzazione e la misura di reti GPS per il controllo delle deformazioni crostali in aree di interesse geodinamico. Ha coordinato l'istituzione di due reti GPS e l'analisi dei relativi dati nell'ambito della realizzazione di esperimenti di Fisica fondamentale (Virgo e Neutrino Long Baseline Experiment). Ha studiato le problematiche inerenti l'analisi delle osservazioni GPS, sia per quanto riguarda le potenzialità del metodo che per la definizione di procedure standard di elaborazione.

Dal 1997 fa parte del Consiglio Scientifico dell'International Geoid Service (IgeS).

Cognome Nome	Qualifica	Afferenza	Mesi uomo
Anzidei Marco	Primo Ricercatore	ING	9
Borgstrom Sven	Assistente Tecnico	Oss. Vesuviano	6
Del Mese Sergio	Tecnico	ING	6
Del Gaudio Carlo	Ricercatore Geofisico	Oss. Vesuviano	6
De Martino Prospero	Assistente Tecnico	Oss. Vesuviano	6
Galvani Alessandro	Borsista	ING	9
Massucci Angelo	Tecnico	ING	6
Ricciardi Giovanni	Ricercatore Geofisico	Oss. Vesuviano	6
Ricco Ciro	Ricercatore Geofisico	Oss. Vesuviano	6
Riguzzi Federica	Ricercatore	ING	6
Sepe Enzo	Assistente Tecnico	Oss. Vesuviano	6
Tertulliani Andrea	Ricercatore	ING	9
Vecchi Maurizio	Tecnico	ING	6

I mesi uomo sono intesi per l'intera durata del progetto (3 anni)

Pubblicazioni più significative dell'unità di ricerca

Anzidei M., P. Baldi, G. Casula, M. Crespi, F. Riguzzi (1996). Repeated GPS Surveys across the Ionian sea: evidence of crustal deformations, *Geophys. J. Int.*, 127, pp. 257-267.

Anzidei M., P. Baldi, G. Casula, S. Pondrelli, F. Riguzzi, A. Zanutta (1997). Geodetic and seismological investigation in the Ionian area, *Annali di Geofisica*, XL, 5, pp. 1007-1017B.

Anzidei M., P. Baldi, G. Casula, A. Galvani, F. Riguzzi, A. Zanutta (1998). Evidence of active crustal deformation of the Colli Albani volcanic area (central Italy) by GPS surveys, *J. of Volc. and Geoth. Research*, 80, 1-2, pp. 55-65.

Betti B., L. Biagi, M. Crespi and F. Riguzzi (1999). GPS sensitivity analysis applied to non permanent GPS control networks. *Journal of Geodesy*, 73, 158-167.

Crespi M., F. Riguzzi (1998). Software Package Available for Analyzing GPS Deformation Part II, EOS Electronic Supplement, June 3, http://www.agu.org/eos_elec/98059e.html.

De Rubeis V., C. Gasparini, A. Maramai, M. Murru, A. Tertulliani (1992). The uncertainty and ambiguity of isoseismal maps, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 21, 509-523.

Hunstad I., M. Anzidei, M. Cocco, P. Baldi, A. Galvani, A. Pesci (1999). Modelling coseismic displacements during the 1997 Umbria - Marche earthquake (Central Italy), *Geophysical Journal International*, (in corso di stampa).

Riguzzi F., A. Zanutta (1998). Displacement field for the Italian area from GPS permanent stations. *Annali di Geofisica*, vol. 41, 2, pp. 233-240.

Stramondo S., M. Tesauro, P. Briole, E. Sansosti, S. Salvi, R. Lanari, M. Anzidei, P. Baldi, G. Fornaro, A. Avallone, M.F. Buongiorno, G. Franceschetti, E. Boschi (1999). The September 26, 1997 Central Italy earthquakes: coseismic surface displacement detected by SAR interferometry and GPS, and fault modeling. *Geophysical Research Letters*, 26, 883-886.

Tertulliani A. (1999). Site effects as inferred from damage severity observation. *Geophysical Research Letters*, 26, 1989-1992.

Il Responsabile Scientifico dell' Unità di Ricerca

Il Direttore dell'Ente

Unità di ricerca SGA

Responsabile scientifico: Emanuela Guidoboni
SGA Storia Geofisica Ambiente srl
via Bellombra 24/2
40136 Bologna

Tel: 051 33 32 82
Fax: 051 33 27 41
e-mail: guidoboni@sga-storiageo.it

Curriculum del responsabile scientifico

Emanuela Guidoboni, storica di formazione (laurea con lode in Storia medievale, Università di Bologna), ha condotto ricerche in storia economica medievale presso l'Istituto di Storia Economica di Bologna (1973-1977). Ha iniziato nel 1979 le ricerche nel settore della sismologia storica, a cui ha dato un contributo metodologico, in relazione sia alla conoscenza di caratteri sismici di lungo periodo di aree e regioni, sia agli effetti dei terremoti sull'edilizia storica. Questo nuovo approccio alle domande sismologiche si è concretizzato in pubblicazioni e rapporti tecnici che hanno contribuito a migliorare la conoscenza della sismicità dell'Italia e dell'area mediterranea. Dal 1983 è responsabile di numerosi progetti di ricerca a scala nazionale riguardante lo studio dell'attività sismica storica, prima per l'ENEA (studio dei massimi eventi sismici dell'Italia settentrionale), poi per ENEL (progettazione e co-coordinamento dell'analisi macrosismica di sei siti nucleari), poi, a partire dal 1988 per l'Istituto Nazionale di Geofisica (*I Terremoti prima del Mille, Catalogo dei Forti Terremoti*) e dal 1997 anche per il Servizio Sismico Nazionale (progetto *Arianna*). E' inoltre consulente della *Internazional Atomic Energy Agency* (Marocco e Armenia); ha tenuto corsi di sismologia storica alle Università di Bologna e di Reggio Calabria, conferenze e seminari in vari centri di ricerca e università di altri paesi. E' autrice di 87 pubblicazioni scientifiche e di alcuni libri. E' inoltre presidente della SGA di Bologna, società di ricerca specializzata nello studio dei terremoti storici e dei disastri ambientali di origine naturale.

Cognome Nome	Qualifica	Afferenza	Mesi uomo
Guidoboni Emanuela	Dirigente di Ricerca	SGA	4
Ferrari Graziano	Dirigente di Ricerca	SGA	3
Mariotti Dante	Ricercatore	SGA	6
Comastri Alberto	Ricercatore	SGA	6
Ciuccarelli Cecilia	Ricercatore	SGA	6
Righini Claudio	Tecnico	SGA	6
Bianchi M.Giovanna	Tecnico	SGA	4

I mesi uomo sono intesi per l'intera durata del progetto (3 anni)

Partecipazione a progetti in corso

ING Analisi temporale delle principali sequenze sismiche storiche in Italia 70.000.000

ING Indagini storiche in aree con gaps sismici (Valtiberina) 80.000.000

ING Catalogo dei Forti Terremoti in Italia, 3 Aggiornamento e integrazione dei dati della precedente versione 2.1 del 1998 30.000.000

Pubblicazioni più significative del gruppo di ricerca

Guidoboni E. (ed) 1989, I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea. Storia Archeologia Sismologia, ING- SGA, Bologna, pp.1-766.

Guidoboni E, Comastri A. and. Traina G., 1994, Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to 10th century A.D., ING-SGA, Bologna. (pp. 1-504).

Boschi E., Guidoboni E., Mariotti D., 1995, Seismic effects of the strongest historical earthquakes of the Syracuse area , "Annali di Geofisica", vol. XXXVIII, n. 2, pp. 223-53.

Ferrari G., Gasperini P. and Guidoboni E., 1995, Macroseismic intensity evaluation with the "Fuzzy Sets Logic", in E. Boschi, R. Funicello, E. Guidoboni, A. Rovelli (editors), Earthquakes in the past, multidisciplinary approaches, "Annali di Geofisica", 38, Special Issue, pp. 617-647.

Guidoboni E. e Ferrari G. 1995, Cities of art and earthquakes: Florence during the last eight centuries and evaluations of seismic hazard, in E. Boschi, R. Funicello, E. Guidoboni, A. Rovelli (editors), Earthquakes in the past, multidisciplinary approaches, "Annali di Geofisica", 38, Special Issue, pp. 617-647

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G., 1997, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia, dal 461 a.C. al 1990, II vol., pp. 644 con CD ROM., Roma-Bologna (prima versione 1995).

Guidoboni E. , 1998, Les conséquences des tremblements de terre sur les villes en Italie, in "Fire, Inondations, earthquakes: destruction and reconstruction of towns", Commission Internationale pour l'Histoire des Villes, Bern, pp. 41-62.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G. Valensise G., 1998, I terremoti dell'Appennino Umbro Marchigiano (99 a.C.- 1984), pp. 267, Bologna.

Guidoboni E., Mariotti D., 1999, Gli effetti dei terremoti a Palermo, in Codice di Pratica per la sicurezza e la conservazione del centro storico di Palermo, a cura di A. Giuffrè e C. Carocci, Laterza, pp. 69-97.

Guidoboni E., Muggia A. e Valensise G., 1999, Aims and methods in Territorial Archaeology: possible clues to a strong IV century A.D. earthquake in the Straits of Messina (southern Italy), "Volcanos, earthquakes and Archaeology" special issue Geol. Soc. (in press).

Il Responsabile Scientifico dell' Unità di Ricerca

Il Direttore dell'Ente

Unità di ricerca OGSM

Responsabile scientifico: Monachesi Giancarlo
Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata
Viale Indipendenza, 180
62100 Macerata

Tel: 0733 279126
Fax: 0733 279121
e-mail: geo@wnt.it

Curriculum del Dr. Giancarlo Monachesi

Nato a Macerata (MC) il 21 febbraio 1955, nel 1979 si è laureato in Geologia presso l'Università di Camerino. Dal 1979 a oggi ha lavorato presso l'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata, ricoprendo il ruolo di ricercatore prima e dal 1984 quello di responsabile dell'Area di Ricerca "Sismologia". Ha partecipato ai programmi di studio coordinati dalla commissione mista Regione Marche - Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti/Consiglio Nazionale delle Ricerche (di seguito citato come GNDT/CNR) e finalizzati alla mitigazione del rischio sismico a scala regionale e urbana. Sempre nell'ambito dei programmi di ricerca del GNDT/CNR ha partecipato o coordinato campagne di rilievo macrosismico di molti terremoti dell'area umbro-marchigiana, nonché di studio dei terremoti storici. A sintesi dell'esperienza maturata nel settore sismologico storico e macrosismico nell'area umbro-marchigiana ha partecipato a studi finalizzati alla evidenziazione di alcuni problemi nella raccolta, organizzazione e interpretazione in chiave di assegnazione dell'intensità macrosismica delle informazioni sui terremoti del passato e su quelli recenti. A sintesi di questa attività ha partecipato alla redazione del catalogo parametrico del GNDT/CNR (NT) e del più recente Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI); E' autore del data base delle Osservazioni Macrosismiche (DOM 4.1) del GNDT/CNR. Ha avuto incarichi di ricerca del CNR ed è stato responsabile scientifico di molti contratti stipulati con il GNDT/CNR e con le Regioni Marche e Abruzzo per la caratterizzazione della sismicità regionale.

Attualmente è corresponsabile del sottoprogetto 5.1.3 "Catalogo strumentale dei terremoti 1981-1996" del GNDT/CNR e continua nel coordinamento delle attività di monitoraggio del territorio regionale effettuato tramite 16 stazioni digitali della Rete Sismometrica Marchigiana. In particolare in questo settore si occupa sia degli aspetti gestionali ordinari sia del trattamento dei dati rilevati in chiave di analisi della attenuazione sismica, di studi finalizzati alla caratterizzazione sismogenetica del territorio regionale che di diffusione in Internet dei dati e delle elaborazioni. La sua attività di ricerca, testimoniata dai lavori pubblicati su riviste internazionali e non e da numerosi rapporti tecnici, è stata prevalentemente rivolta alle seguenti tematiche:

raccolta e analisi delle informazioni sui terremoti del passato e su quelli recenti;

raccolta ed analisi dei dati rilevati dalla Rete Sismometrica Marchigiana finalizzate alla caratterizzazione sismogenetica del territorio regionale

misure di amplificazione locale degli effetti

campagne multimediali di informazione per la popolazione.

Cognome Nome	Qualifica	Afferenza	Mesi uomo
Castelli Viviana	Ricercatore	OGSM (Art 23 GNDT)	15
Coppari Henry	Tecnico	OGSM (Art 23 GNDT)	15
Frapiccini Massimo	Tecnico	OGSM	9
Monachesi Giancarlo	Ricercatore	OGSM	12
Parolai Stefano	Ricercatore	OGSM	18

I mesi uomo sono intesi per l'intera durata del progetto (3 anni)

Partecipazione a progetti in corso

Attualmente l'OGSM - nell'ambito della convenzione stipulata tra il GNDT/CNR e la Regione Marche partecipa alle attività di microzonazione sismica di dettaglio di quattro località marchigiane

Secondo gli accordi sottoscritti con il Servizio Sismico Nazionale per il funzionamento della Rete Sismometrica Regionale l'OGSM è titolare di una convenzione annualmente stipulata con la Regione Marche finalizzata al monitoraggio sismico del territorio regionale.

Sempre nel settore del monitoraggio sismico, la Regione Marche (negli ambiti dell'Obiettivo 5b del regolamento CEE, Misura 3.1.4. azione 7), ha incaricato l'OGSM di provvedere all'adeguamento della Rete Sismometrica Regionale, secondo le metodologie indicate dal Servizio Sismico Nazionale.

In aggiunta al progetto in oggetto l'OGSM è proposto come struttura nei seguenti proposal del GNDT/CNR (PQ 2000-2002):

Tema 1: “ Stime di pericolosità sismica su base probabilistica e deterministica e loro calibrazione al sito con dati macrosismici e strumentali ”.

Tema 4: “EDU-RISK Educazione al terremoto: un itinerario nella riduzione del rischio”

Pubblicazioni più significative del gruppo di ricerca

V. Castelli e G. Monachesi, 1990. Problems of reliability in earthquake parameters determination from historical records. *Annali di Geofisica*, XXXIX, 5: 1029-1040.

G. Monachesi, V. Castelli e N. Vasapollo, 1991. Historical earthquakes in central Italy: case histories in the Marche area. In Stucchi M., Postpischl D., Slejko D., (Editors), *Investigation on Historical Earthquakes in Europe*. *Tectonophysics*, 193: 95-107.

G. Monachesi e A. Moroni, 1993. Problems in assessing macroseismic intensity from historical earthquake records. *Terranova*, 5: 463-466.

A. Moroni, G. Monachesi e D. Albarello, 1996. Intensity assessment from documentary data. Criteria and procedures in the daily practice of seismologist. *Annali di Geofisica*, XXXIX, 5: 969-979.

G. Monachesi e M. Stucchi., 1997. DOM4.1, un data base di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia di danno. GNDT, Rapporto tecnico, Milano. Internet: <http://emidius.itim.mi.cnr.it/DOM/home.html>

R. Camassi, V. Castelli, D. Molin, G. Monachesi e M. Stucchi, 1998. Principali terremoti storici dell'area umbro-marchigiana maggiormente interessata dagli eventi di settembre-ottobre 1997. *Ingegneria sismica*, XV, 1: 45-48.

R. Castro, G. Monachesi, M. Mucciarelli, L. Trojani e F. Pacor, 1999. P and S-wave attenuation in the region of Marche, Italy, *Tectonophysics*, 302, 123-132.

Gruppo di Lavoro CPTI (ING: E. Boschi, P. Gasperini, G. Valensise; GNDT: R. Camassi, V. Castelli, M. Stucchi, A. Rebez, G. Monachesi, M. S. Barbano, P. Albini; SGA: E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri; SSN: D. Molin), *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, ING GNDT SGA SSN, Ed. Compositori, Bologna, pp. 92, 1999.

M. Cattaneo, P. Augliera, S. Parolai, D. Spallarossa, 1999, Anomalous deep earthquakes in NorthWestern Italy, *Journal of Seismology* 3(4), 421-435.

S. Parolai, D. Bindi and P. Augliera, 1999, Application of the Generalized Inversion Technique (GIT) to a microzonation study: numerical simulations and comparison with different site estimation techniques. In stampa su *Bull. Seism. Soc. Am.*

Il responsabile scientifico dell' Unità di Ricerca

Il Direttore dell'Ente di appartenenza

5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

5.1 OBIETTIVO DEL PROGETTO (max 20 righe)

Giungere ad una nuova definizione dell'*hazard* sismico a scala nazionale attraverso la revisione dei dati di base e l'utilizzo di metodologie innovative. In particolare saranno revisionati i dati utilizzati fino ad ora per la stima dell'*hazard* sismico in Italia (catalogo dei terremoti, modello sismotettonico, relazioni di attenuazione) alla luce di recenti risultati che mostrano come errori sistematici ed indeterminazioni sperimentali, nonché alcune incongruenze metodologiche nella loro definizione rendano tali dati inadatti ad una stima affidabile. Saranno ricavate informazioni sul campo di sforzo e di deformazione dall'analisi dei meccanismi focali dei terremoti e da campagne geodetiche mirate. In particolare verranno affrontati in modo coordinato: i) la definizione di un valore di magnitudo omogeneo valido per l'intero catalogo rivalutato storico e strumentale, ii) la localizzazione tridimensionale delle sorgenti sismiche, iii) la definizione in campo bidimensionale (e se possibile tridimensionale) dell'attenuazione dell'intensità sismica e delle ordinate spettrali di accelerazione, velocità e spostamento sismici, iv) la definizione dei campi di deformazione e di sforzo tettonici nell'area italiana. Il progetto intende inoltre sviluppare nuove procedure di stima dell'*hazard* che tengano conto di tutte le informazioni rese disponibili relativamente al quadro tettonico e geodinamico, ai campi di sforzo e di deformazione, alla localizzazione, al comportamento dinamico e alle proprietà statistiche delle sorgenti sismogenetiche italiane. Si intende anche integrare nei modelli di pericolosità i risultati di modellazioni numeriche dell'evoluzione tettonica dell'area. Infine si intende integrare le stime di pericolosità con studi comparativi sugli effetti prodotti sul patrimonio abitativo in relazione alle proprietà geomeccaniche e geometriche dei siti soggetti a scuotimento sismico.

5.2 STATO ATTUALE DELLE CONOSCENZE (max 2 pagine)

Lo studio dell'*hazard* sismico dell'area italiana è stato affrontato fino ad ora sia attraverso metodologie statistiche classiche (Cornell, 1968) sia attraverso un approccio ibrido definito "misto" (Grandori et al. 1984) che include anche stime *time-dependent*. Quest'ultimo, sviluppato oltre quindici anni or sono, non ha però trovato negli anni successivi un adeguato consenso all'interno della comunità scientifica nazionale ed internazionale ed è stato di fatto abbandonato per le elaborazioni effettivamente utilizzate a fini normativi (Slejko, 1996, Romeo e Pugliese, 1997).

Un terzo metodo definito dagli autori di tipo "deterministico" (Panza et al., 1999) non presenta le caratteristiche di una vera stima di *hazard* in quanto prevede il calcolo del massimo moto del suolo senza tenere conto delle probabilità di occorrenza dei terremoti nelle varie aree.

Tra i vari approcci alla stima dell'*hazard* sismico sviluppati nel resto del mondo durante gli ultimi anni, quelli prodotti dal Working Group of California Earthquake Probabilities (WGCEP, 1988, 1990, 1992, 1995), da Ward (1994) e da Frankel et al. (1996) sembrano essere i più completi ed in linea con il forte progresso delle conoscenze geofisiche conseguito in questo decennio.

Si tratta di modelli multidisciplinari in grado di combinare le osservazioni di tipo sismologico, geodetico e geologico disponibili per una certa area al fine di valutare in modo consistente la probabilità di eccedenza di un fissato livello dello scuotimento. In tali modelli la geologia e la paleosismologia sono utilizzate per localizzare e fissare la velocità di *slip* delle faglie sismogenetiche che possiedono espressioni superficiali mentre la geodesia fornisce i tassi di deformazione nelle aree in cui non si hanno invece informazioni affidabili sulla localizzazione delle sorgenti e su tassi di ricorrenza. Si ricordi che l'Italia è caratterizzata da numerose aree di questo tipo, ad esempio nel settore padano-adriatico e nell'arco calabro, come indirettamente confermato dalla difficoltà con cui vengono individuate le sorgenti sismogenetiche in questi settori.

Rispetto alla California, dove misure geodetiche di vario tipo, finalizzate al controllo di faglie ben individuate, vengono eseguite da molto tempo (Feigl et al., 1993), la disponibilità in Italia di questo tipo di informazione è scarsa. In particolare è stato dimostrato (Achilli et al., 1994) che l'utilizzo dei dati di geodesia classica derivabile dalla triangolazione nazionale relativa all'ultimo secolo non può fornire indicazioni affidabili sul campo di deformazione, a causa della ridotta accuratezza rapportata ai tassi di deformazione attesi (da 1 a 10 mm/anno sulla base dei tassi di rilascio sismico storico medio). Sono invece disponibili dati più recenti, derivati da osservazioni GPS su reti di piccola dimensione istituite in aree sismiche (Mulargia et al., 1991; Anzidei et al., 1997, 1998; Stramondo et al., 1999), o a scala regionale su reti a maglia relativamente larga (interdistanze superiori a 100 Km), e non finalizzate allo studio dell'*hazard* (Achilli et al., 1993, 1995; Anzidei et al., 1996, 1999).

Anche gli studi di paleosismicità già effettuati in Italia si limitano a meno di una decina di faglie per lo più localizzate nell'Appennino Centro-meridionale, anche se, almeno limitatamente allo *slip-rate* medio, i risultati ottenuti sono certamente estrapolabili alle strutture adiacenti a quelle studiate. D'altra parte l'individuazione della localizzazione delle sorgenti sismogenetiche dalla geologia e dalla geomorfologia è abbastanza limitata a causa della combinazione di tettonica attiva relativamente lenta da un lato, struttura geologica e paesaggio fortemente condizionati dalla tettonica compressiva miopliocenica dall'altro.

Tuttavia rispetto agli Stati Uniti si dispone di informazioni molto precise sulla sismicità storica che tra l'altro hanno permesso recentemente di sviluppare un metodo di individuazione delle sorgenti sismogenetiche che fa uso della distribuzione dei dati di intensità (Gasperini et al., 1999) che almeno in parte può compensare le carenze di altri tipi di dati sopra citate. Tale tecnica infatti fornisce un'immagine molto coerente della distribuzione spaziale delle principali sorgenti sismiche italiane che risultano concentrarsi in grande maggioranza in una stretta fascia di circa 30-50 km lungo il crinale appenninico dall'Umbria alla Calabria.

L'attuale stato dell'arte in campo sismologico-storico è costituito dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI) (Gruppo di lavoro CPTI, 1999) di recente pubblicazione. Esso rappresenta il primo passo di un processo di integrazione della base di dati storici prodotta e pubblicata da ING/SGA (Boschi et al., 1995, 1997, 1999) e quella prodotta ma solo in parte pubblicata dal GNDT (Camassi e Stucchi, 1997, 1998, Monachesi e Stucchi, 1997). Poiché le intensità in entrambi i *database* sono state stimate attraverso la tradizionale scala MCS sarebbe utile procedere alla loro rivalutazione attraverso scale internazionalmente riconosciute come la scala EMS (Gruntal et al., 1998) o mediante criteri innovativi come ad esempio quelli recentemente sviluppati da Ferrari et al. (1995) Vannucci et al. (1999).

La grande qualità e completezza degli studi macrosismici ha permesso anche di affrontare lo studio dell'*hazard* sismico attraverso l'analisi statistica diretta dell'occorrenza dei risentimenti sismici a siti specifici (Magri et al., 1994, Guidoboni e Ferrari, 1995), per la maggior parte città o centri culturali rilevanti che sono sedi di importanti archivi. Solo in pochi casi tuttavia, fino ad ora (Firenze, Bologna, Palermo, Siena, Fabriano), la ricerca storica è stata finalizzata al completamento di tali informazioni, ma in questa prospettiva non è difficile attendersi consistenti sviluppi attraverso studi storici mirati.

Per l'applicazione di modelli di tipo *time-dependent* su aree ben caratterizzate in termini di strutture sismogenetiche e di tassi di rilascio (aree di tipo A e B secondo la classificazione WGCEP) occorre tenere conto di alcuni recenti lavori (Mulargia e Gasperini, 1995, Boschi et al., 1995) che sembrano mostrare l'inapplicabilità dei modelli *slip* e *time predictable* per la gran parte delle aree sismogenetiche italiane e la compatibilità invece della distribuzione dei tempi di intervento con modelli statistici di ricorrenza più semplici di tipo gaussiano o poissoniano.

Per le aree invece in cui non si riescono ad ottenere informazioni di nessun genere sui tassi di ricorrenza o di deformazione (aree di tipo C) l'unica possibilità resta l'approccio statistico, i cui ingredienti sono come noto il catalogo sismico, la zonazione sismogenetica e le leggi di attenuazione.

Per quanto riguarda il catalogo sismico oltre al già citato CPTI sono stati raggiunti recentemente alcuni risultati importanti per quanto riguarda la localizzazione di precisione e la stima delle magnitudo dei terremoti degli ultimi venti anni. Nell'ambito di un progetto coordinato ING/GNDT è stata infatti eseguita una riorganizzazione (Monachesi e Gasperini, 1999) che ha fornito un database di qualità notevolmente superiore al precedente relativamente al periodo dal 1981 al 1996. Sono stati affrontati in particolare i) l'integrazione e omogeneizzazione nel catalogo delle fasi sismiche della Rete Sismica Nazionale (RSN) dell'ING della maggior parte delle più importanti reti locali (Genova, Friuli, Umbria-Marche, Calabria), ii) la stima di modelli di velocità integrati unidimensionali per le varie aree italiane, iii) la rilocalizzazione attraverso codici di calcolo aggiornati, iv) la stima il più possibile omogenea e consistente della magnitudo attraverso la ritaratura delle relazioni magnitudo-durata e magnitudo-ampiezza attraverso i dati disponibili Wood-Anderson (WA) e Wood-Anderson sintetico (SWA).

Per quanto riguarda quest'ultimo problema si è notato che le magnitudo di questo periodo presentano forti deviazioni sistematiche, dell'ordine anche di 0.5-1.0 unità. Deviazioni che tuttavia non è stato possibile eliminare totalmente, non essendo disponibile un *set* di magnitudo di riferimento sufficientemente affidabile ed omogeneo.

Il problema della determinazione inconsistente della magnitudo riguarda anche il periodo precedente il 1980 per il quale lo studio di riferimento è quello di Margottini et al. (1993). A questo proposito confronti operati sul CPTI hanno mostrato che le stime di magnitudo raccolte da Margottini et al. (1993) presentano una netta disomogeneità temporale. In particolare risulta una deviazione sistematica di circa 0.4-0.5 unità, evidenziata dal confronto con le stime di intensità epicentrale, tra le magnitudo M_s calcolate prima del 1964 (presumibilmente attraverso strumenti meccanici Wiechert, Milne o altri)

e quelle dopo tale data (calcolate sulla base di stazioni a lungo periodo WWSSN). Questa osservazione per altro è in accordo con il recente lavoro di Perez (1999) che mostra la brusca diminuzione della pendenza del grafico del numero cumulativo dei terremoti mondiali nell'intervallo di magnitudo Ms 6-7 dopo il 1964 e che può essere interpretata con la sottostima sistematica di circa 0.5 unità a partire da tale data (corrispondente proprio all'inizio dell'operatività della rete WWSSN).

Risulta di fondamentale importanza verificare le ragioni di tale discrepanza e cercare di correggerla in quanto essa potrebbe rendere di fatto inutilizzabili anche i precedenti lavori sulla determinazione delle leggi di attenuazione valide per l'Italia (Sabetta e Pugliese, 1987) che quindi richiederebbero una ritaratura in termini di magnitudo omogenea (Heaton et al., 1986).

Per quanto riguarda la zonazione sismogenetica, occorre ricordare che l'attuale prodotto GNDT (ZS.4, Scandone et al., 1996) manca tuttora di una argomentazione ed una documentazione scientifica adeguata e quindi un suo utilizzo acritico per valutazioni di *hazard*, al momento risulta scarsamente giustificabile. D'altra parte i recenti risultati ottenuti nel campo della determinazione delle sorgenti sismogenetiche dei terremoti storici da dati di intensità (Gasperini et al., 1999) dell'individuazione di strutture sismogenetiche individuali con metodi geologici (Valensise e Pantosti, 1999), delle tecniche di analisi dei meccanismi focali (Ekström et al., 1998) e della rilocalizzazione dei terremoti strumentali (Monachesi e Gasperini, 1999) e le informazioni ottenibili attraverso la modellazione numerica del campo cinematico e dinamico dell'area italiana fanno ritenere che si possa presto arrivare a descrivere in maniera soddisfacente le principali sorgenti sismogenetiche nazionali e allo stesso tempo ritracciare una zonazione sismogenetica meglio vincolata da osservazioni geologiche, sismologiche e geodetiche.

5.3 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DI RICERCA (max 3 pagine)

Nell'impostazione delle ricerche sul rischio sismico a scala nazionale in Italia, la pericolosità viene da alcune parti considerata solo propedeutica alla stima del danno atteso. Questo punto di vista tuttavia non trova riscontro in altri paesi (come ad esempio gli Stati Uniti) in cui è invece la stima dell'*hazard*, in quanto strumento che permette scelte normative e di pianificazione, l'obiettivo principale della ricerca. Come dimostra infatti anche la recente esperienza del gruppo di lavoro per la riclassificazione sismica in Italia (Gavarini et al., 1999), l'unico dato che può essere considerato utilmente a questo scopo è la carta di pericolosità nelle sue varie formulazioni e rappresentazioni.

Per concentrare maggiormente gli sforzi e le attività del presente gruppo di lavoro sulle problematiche dell'*hazard* sismico si è ritenuto quindi opportuno non includere in questo progetto i sottotemi relativi alla stima della vulnerabilità e del danno atteso a scala nazionale. Quest'ultimo potrà tuttavia essere successivamente ricavato dagli organi tecnici competenti (Servizio Sismico Nazionale, ISTAT ecc.) sulla base dei risultati della presente ricerca e dei dati statistici disponibili.

Le linee di intervento del presente programma sulle informazioni di base necessarie per la stima dell'*hazard* a livello nazionale e sulle metodologie di valutazione dello stesso riguardano una serie di argomenti che verranno trattati autonomamente dai gruppi di ricerca interessati e per questo sono suddivisi in un certo numero di obiettivi intermedi (o *task*) per ognuno dei quali si prevede un responsabile ed un gruppo di lavoro. E' previsto che l'interazione tra i vari gruppi avvenga, oltre che attraverso i normali mezzi di comunicazione, mediante una rete di pagine *Web* collegate e gestite in proprio da ogni gruppo e/o centralizzate presso la sede il coordinatore del progetto. Su tali pagine saranno disponibili in linea, con accesso riservato, le versioni più aggiornate dei dati di base, delle relazioni scientifiche, dei risultati intermedi, in modo da rendere immediatamente disponibili i progressi della ricerca di ogni gruppo anche a tutti gli altri coinvolti. Attraverso questo strumento si pensa anche di rendere pubblici in anteprima risultati intermedi rivolti ad una *audience* scientifica più ampia.

Le ricerche proposte in questo progetto si rivolgono in parte alla ridefinizione più accurata delle informazioni che sono alla base delle stime classiche di pericolosità sismica (caratteristiche spazio-temporali della sismicità e delle modalità di attenuazione dell'energia sismica), in parte alla definizione dei dati necessari per stime di *hazard* di tipo *time-dependent*: (tassi di deformazione geodetici e localizzazione di sorgenti sismogenetiche) ed altre infine allo studio di modelli di pericolosità innovativi rispetto ai precedenti.

Rimandando l'approfondimento delle varie tematiche al successivo punto 5.4 si riporta qui una breve descrizione delle principali operazioni previste divise per obiettivo.

Obiettivo 1A - CATALOGO SISMICO STORICO

L'obiettivo è la messa a punto coordinata di metodologie di indagine e di valutazione di dati storici fra i diversi gruppi di ricerca coinvolti per migliorare il Catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI, 1999), sperimentando una strategia di analisi mirata a integrare le due diverse basi di dati esistenti. Si proseguirà nell'aggiornamento del CPTI (1999) analizzando una decina di terremoti d'intensità

epicentrale $\geq IX$, che in entrambi i data base risultano analizzati a un livello preliminare di ricerca (secondo i codici attribuiti) e i cui parametri siano divergenti. Si procederà quindi a un riesame dei dati storici di base relativi, con particolare attenzione a eventuali problemi irrisolti, sia per carenza di dati, sia per divergenze di valutazione. Solo nel caso in cui si rilevi necessario acquisire nuovi elementi, verranno condotte ricerche storiche mirate. In questo ambito verrà anche sperimentato l'uso della scala EMS 98 su terremoti storici. Limitatamente a terremoti distruttivi particolarmente mal definiti dal punto di vista informativo e/o terremoti ritenuti importanti per la definizione dell'*hazard*, saranno avviate nuove ricerche storiche solo nei casi in cui ciò si rileverà strategico per la conoscenza del quadro generale degli effetti.

Obiettivo 1B -VERIFICA DELLE INTENSITA' PIU' ELEVATE DEGLI EFFETTI SISMICI LOCALI

L'obiettivo è di mettere a punto uno strumento di analisi efficiente, massimizzando risorse, per ridurre le possibilità che negli effetti locali classificati con i gradi più elevati ci siano sovrastime o sottostime che incidono sensibilmente nel calcolo dell'*hazard* e nel contempo controllare le ragioni delle divergenze nelle stime degli effetti locali contenute nei due database (CFT e DOM). E' scelto come soglia il grado di intensità non inferiore all'VIII-IX. Si ritiene che in questa fase sia necessario lavorare per migliorare questo settore dei dati di base; d'altra parte, analisi ravvicinate ai tessuti urbani reali e a scenari di danno ben definiti, evidenziano la complessità di queste stime; in particolare la presenza di un esteso patrimonio edilizio storico e di architettura civile minore di notevole pregio, nonché di monumenti, mostrano l'importanza di poter utilizzare quadri di effetti ben calibrati con una base descrittiva condivisa e trasparente.

Obiettivo 1C -STORIE SISMICHE AL SITO

Verranno effettuate ricerche storiche mirate a migliorare ed omogeneizzare la qualità e quantità delle serie storiche dei risentimenti su un campione di una ventina di località scelte perché significative in termini di densità abitativa e/o particolare interesse economico, artistico-culturale. Le indagini andranno dal riesame complessivo delle fonti investigate per le località considerate, al fine di produrre elaborazioni di livello omogeneo, all'esplorazione sistematica di fonti finalizzate all'individuazione di nuove informazioni. La distribuzione geografica delle località dovrà essere tale da garantire la costruzione di una rete di osservazione a maglie larghe omogeneamente distribuita sul territorio nazionale.

Obiettivo 2A - CATALOGO SISMICO STRUMENTALE

Saranno affrontati alcuni punti ancora non risolti dal Progetto Esecutivo GNDT '98 ed in particolare i) l'integrazione dei dati, in parte non ancora disponibili su supporti informatici, di alcune importanti reti locali (Osservatorio Vesuviano, Istituto Internazionale di Vulcanologia, ENEL, ENEA ecc.) ii) la determinazione di modelli di velocità tridimensionali ed il loro utilizzo per la localizzazione di precisione, iii) il controllo attraverso telesismi delle polarità delle fasi, delle amplificazioni dei sismometri della rete nazionale e della sincronizzazione di alcune reti locali, iv) l'omogeneizzazione delle stime di magnitudo sulla base delle risultanze dello specifico obiettivo parziale, v) sarà affrontata la riorganizzazione del database pre '80 che pure presenta problemi analoghi a quelli incontrati, durante il progetto post '80.

Obiettivo 2B - MAGNITUDO

Verranno studiate le motivazioni del *bias* osservato tra misure di Ms pre e post rete WWSSN. Sarà avviato un programma di analisi sistematica delle registrazioni *broadband* dal '88 ad oggi al fine del calcolo accurato della magnitudo Wood-Anderson sintetica degli eventi con $M > 3.5$. Sarà riefettuata la lettura delle ampiezze dei sismogrammi Wood-Anderson di RMP e TRI relativamente al periodo '72-'88. Verranno installati presso i siti TRI e RMP (o su un altro sito della rete MEDNET) gli strumenti Wood-Anderson ancora funzionanti. Verranno analizzate le registrazioni strong-motion disponibili al fine della valutazione della magnitudo locale nel campo vicino con il metodo di Kanamori e Jenkins (1978). Sarà effettuata l'inversione simultanea dei valori di magnitudo, dei residui di stazione e della funzione di attenuazione. Verranno effettuati confronti tra il *database* di magnitudo locali così ottenuto e quello delle durate ed ampiezze disponibili nel database pre e post '80 ed eventualmente si procederà alla rilettura delle stesse dalle forme d'onda per alcune stazioni di riferimento. Saranno proseguiti gli studi volti alla definizione di relazioni empiriche per la stima della magnitudo dai campi di risentimento macrosismici.

Obiettivo 3 - MODELLO SISMOGENETICO

La ricerca seguirà due linee distinte e complementari. Nell'ambito della prima linea verrà reso disponibile agli operatori degli altri *task* il "*Database of potential sources for earthquakes larger than magnitude 5.5 in Italy*", attualmente in corso di compilazione presso l'ING e la cui pubblicazione è prevista per i primi mesi del 2000. Il *database*, che durante il triennio verrà

progressivamente arricchito con i risultati di diverse ricerche già in corso presso l'ING o svolte nell'ambito di programmi finanziati dalla EC, contiene circa 200 potenziali sorgenti di terremoti di M 5.5 e superiore. Nel triennio verranno inoltre studiate modifiche all'algoritmo di caratterizzazione delle sorgenti sismiche attraverso i dati macrosismici al fine di migliorarne la stabilità e affidabilità. Verrà inoltre dato impulso alla identificazione di sorgenti descrivibili come "lacune sismiche" sia sulla scorta di indicazioni provenienti dalla sismologia storica, sia semplicemente sulla base della geologia di superficie e del sottosuolo. I parametri essenziali per la caratterizzazione sismologica delle sorgenti (come *slip rate*, tempo di ricorrenza medio), oggi disponibili per un numero limitato di esse, verranno da un lato integrati da nuovi risultati da conseguire nel triennio, dall'altro estrapolati a strutture adiacenti o ipotizzati sulla base di osservazioni di deformazione cumulata registrata dalla geologia di superficie, dal paesaggio o da osservazioni geodetiche. Nel quadro della seconda linea verrà elaborata una nuova zonazione sismogenetica più saldamente vincolata alle indicazioni di deformazione totale derivanti da osservazioni di terreno e geodetiche e ai risultati di modelli numerici dell'evoluzione geodinamica. Obiettivo principale di questa operazione sarà quello di separare in maniera più netta e obiettiva le porzioni del territorio caratterizzate da sismicità potenzialmente distruttiva da quelle in cui il livello della sismicità è bassissimo o nullo.

Obiettivo 4 - DINAMICA DELLA SORGENTE SISMICA

Verrà studiata l'interazione tra la struttura sismogenetica responsabile del terremoto e le strutture circostanti sulle quali può essere indotto un nuovo terremoto. Si cercherà di distinguere in particolare le componenti cosismiche e postsismiche allo scopo di caratterizzare lo stato di deformazione stazionaria o intersismica che agisce in una data regione e ne determina quindi la sismicità. Saranno infine studiati i modelli di sorgente di terremoti avvenuti su strutture vicine per evidenziare eventuali eterogeneità delle proprietà di risposta della struttura alla perturbazione dello sforzo il cui riconoscimento può risultare utile al fine di caratterizzare localmente la distribuzione spazio-temporale degli eventi sismici.

Obiettivo 5 - STATISTICA DELLE SORGENTI SISMICHE E COMPLETEZZA DEI CATALOGHI

Verranno studiate le relazioni di ricorrenza *slip* e *time predictable* alla luce dei dati dei nuovi cataloghi storico e strumentale al fine di valutarne l'applicabilità all'area italiana. I nuovi cataloghi saranno analizzati anche al fine di determinare le caratteristiche di *clustering* spazio temporale e di migrazione statistica dei terremoti. Verrà valutata la completezza statistica con i vari metodi disponibili, tenendo conto anche delle indicazioni fornite dalla ricerca storica.

Obiettivo 6A - TOMOGRAFIA VELOCITA' SISMICHE

Il nuovo catalogo sismico strumentale verrà utilizzato per lo studio della struttura tridimensionale della crosta e della litosfera della regione italiana. L'inclusione, in un catalogo omogeneo, dei dati di reti locali permetterà di aumentare il dettaglio del modello. Due saranno gli elementi significativi di innovazione: le conoscenze attuali della struttura crostale, derivate da indagini di dettaglio focalizzate in zone specifiche, precise ma frammentarie, saranno raccolte e compilate in un modello su scala nazionale da utilizzare come stima a priori per l'inversione. Inoltre, l'inclusione e l'inversione congiunta di dati locali, a distanza regionale e telesismica, caratterizzati da diverse sensibilità e *trade-off*, che ha dimostrato di essere necessaria per guadagnare la risoluzione verticale richiesta per lo studio del mantello superiore, consentirà di minimizzare le ambiguità proprie dei metodi di inversione.

Obiettivo 6B - TOMOGRAFIA ATTENUAZIONE ONDE SISMICHE

Verrà effettuato uno studio dell'attenuazione nella crosta e nel mantello superiore utilizzando metodologie classiche e metodi di inversione. Dapprima verranno calcolate le curve di attenuazione effettuando una regionalizzazione del territorio italiano. Tali curve verranno calcolate utilizzando sia eventi locali che regionali. L'attenuazione nel mantello superiore verrà dapprima determinata attraverso il confronto delle registrazioni sismiche di eventi regionali effettuate su stazioni vicine.

Successivamente si prevede di eseguire una inversione tomografica per valutare la variazione spaziale del Q. Infine verranno effettuati modelli 3D del fattore di qualità Q utilizzando eventi sismici locali su aree campione e verrà studiata la possibilità di allargare la scala dello studio.

Obiettivo 6C, TOMOGRAFIA DELL'INTENSITA' ED EFFETTI DI SITO

Verrà proseguito uno studio tomografico già avviato presso l'Università di Bologna, utilizzando varie forme della funzione di attenuazione e verranno effettuati confronti con i risultati degli studi di attenuazione dei parametri strumentali. Lo studio fornirà anche una compilazione dei residui medi di località che potranno essere messi in relazione con le caratteristiche geologiche, geotecniche e topografiche di ogni sito. La definizione di tutti questi parametri permetterà il filtraggio dagli effetti di propagazione e di sito dei dati di intensità e quindi anche di migliorare le analisi degli stessi ai fini della determinazione delle caratteristiche delle sorgenti sismogenetiche.

Sarà effettuato anche un confronto dei risultati dei vari metodi di simulazione dei parametri di moto del suolo al sito e una loro validazione sulla base dei dati strumentali e macrosismici disponibili.

Obiettivo 7 - MECCANISMI FOCALI

Saranno analizzati i terremoti italiani degli ultimi 10 anni con magnitudo superiore a 4-4.5 utilizzando la tecnica di inversione di onde di superficie secondo l'algoritmo del Centroid Moment Tensor, che ha mostrato di essere in grado di calcolare in modo preciso e affidabile meccanismi focali di eventi di magnitudo intermedia. L'omogeneità con il catalogo globale di Harvard, che comprende anche per la regione italiana soltanto eventi di magnitudo superiore a 5.5, permetterà di calcolare in modo più affidabile la deformazione sismica e le direzioni principali del tensore di sforzo per macroregioni omogenee. Il calcolo dei CMT permetterà ovviamente di conoscere anche momento sismico (scalare) e magnitudo momento consentendo tra l'altro di migliorare la calibrazione di scale di magnitudo.

Verrà compilato un database informatizzato dei meccanismi focali disponibili in letteratura contenente anche valutazioni sulla qualità e la consistenza delle soluzioni. Verranno avviati studi volti alla determinazione delle polarità certe delle stazioni operanti in Italia negli ultimi 20 anni, al fine di determinare i meccanismi di terremoti con magnitudo superiore a 3.5 ed in particolare di quelli con ipocentro subcrostale, la cui conoscenza, ora quasi nulla, potrebbe fornire indicazioni chiave sullo stato di sforzo nel mantello litosferico al fine di una definizione del quadro geodinamico.

Obiettivo 8 - MISURE DI LABORATORIO

Si propone di caratterizzare il processo di generazione dei terremoti in laboratorio, riproducendo nel Laboratorio di Meccanica delle Rocce di UNIBO1 la sismicità di una porzione di crosta. In particolare, serie di microeventi verranno generati in campioni di roccia o di materiali omologhi. I microeventi di fratturazione verranno registrati attraverso una rete di 4 microaccelerometri e il segnale analizzato per valutare la "magnitudo" dei microeventi. Le serie temporali di microeventi verranno analizzate secondo le opportune tecniche statistiche per identificare il tipo del processo che li genera (con memoria o senza) e contemporaneamente studiare la validità dei modelli semi-deterministici.

Obiettivo 9A, MISURE GEODETICHE

Verrà istituita una rete semi-permanente con maglie di lato di 40-50 Km lungo il crinale appenninico dall'Umbria allo Stretto di Messina, per il monitoraggio della deformazione intersismica. Tale rete sarà progettata tenendo conto di tutti i vertici (circa 20) già monumentati e misurati dai proponenti nell'ambito di altri progetti (rete Tyrgeonet e Geomodap, IGM95, ecc.); si dovranno inoltre includere le stazioni permanenti gestite dall'ASI, le quali consentiranno di adottare un sistema di riferimento di altissima precisione aggiornato periodicamente dall'*International GPS service for Geodynamics* (IGS). Non si ritiene invece utile includere vertici della vecchia rete di triangolazione dell'IGMI a causa sia delle cattive condizioni dei vertici stessi (spesso danneggiati o addirittura scomparsi), sia perchè il confronto con le misure storiche, a causa degli elevati errori associati (semiassi d'errore dell'ordine di 50 cm nella compensazione delle misure più recenti risalenti agli anni 1950-1960), non può essere di nessuna utilità nella valutazione dei tassi di deformazione.

Per stazione semi-permanente si intende un punto di sicura monumentazione dal punto di vista geologico e duratura nel tempo, e di collocazione tale da consentire misure periodiche di lunga durata (almeno 10-15 gg) a bassi costi di esercizio. Per questo motivo la strumentazione già in possesso degli Enti coinvolti nella ricerca sarà implementata con apparati di trasmissione e controllo a distanza. Come risulta dall'esperienza dei proponenti e dalla statistica delle serie di osservazioni effettuate da stazioni permanenti in questi ultimi anni, il periodo di misura sopra riportato consentirà di definire le coordinate (planimetriche) con precisione millimetrica. L'elaborazione dei dati GPS sarà effettuata tramite l'utilizzo di software scientifico (es. BERNESE, GIPSY), e verificato tramite gli approcci statistici standard.

Sarà valutata la fattibilità di un utilizzo di misure SAR (Synthetic Aperture Radar) per la stima della deformazione intersismica.

Obiettivo 9B - CAMPO DI DEFORMAZIONE

Saranno calcolati i tensori di deformazione tramite confronto fra campagne successive; l'approccio che verrà impiegato si basa sui principi della geodesia integrata, utilizzando contemporaneamente dati geodetici di diversa provenienza e precisione. Ciò consentirà di analizzare i risultati delle campagne GPS effettuate nell'ultimo decennio nell'area, ripetizioni di livellazioni di precisione ed eventuali dati relativi a variazioni di gravità. Particolare attenzione sarà dedicata alla valutazione della attendibilità dei risultati.

Obiettivo 10 - MODELLAZIONE DEL CAMPO DI SFORZO E DEFORMAZIONE

La deformazione della litosfera che costituisce il bacino tirrenico e le catene peritirreniche potrà essere simulata impiegando modelli numerici che permettono di risolvere le equazioni di equilibrio per lo sforzo e la conservazione della massa con la tecnica degli elementi finiti. Semplici approcci basati su

placche continue elastiche o viscoelastiche non sono in grado di rappresentare con dettaglio la complessità della deformazione che interessa la regione italiana. Si propongono invece modelli termomeccanici basati sull'approssimazione delle placche sottili in grado di studiare la deformazione anelastica dovuta ai principali meccanismi deformativi della litosfera (scorrimento frizionale e *creep* per dislocazione).

Obiettivo 11 - STIMA DELL'HAZARD

Si utilizzeranno i risultati degli studi nei campi della sismologia storica e strumentale, dell'attenuazione e del modello sismogenetico per migliorare le valutazioni probabilistiche con le metodologie fino ad oggi utilizzate in Italia (SEISRISK III, EQRISK etc.) sia in termini di parametri strumentali del moto del suolo, che di parametri derivati (intensità di Arias e di Housner), che di intensità macrosismica. Sarà verificata la possibilità di definire l'*hazard* anche in termini di ordinate spettrali dei parametri di moto del suolo, di utilizzare funzioni di attenuazione bidimensionali e tridimensionali, e di introdurre sorgenti lineari per i segmenti meglio definiti della catena appenninica. Allo stesso tempo verrà impostata l'analisi di *hazard* sulla base dei modelli utilizzati per la California. Le stime effettuate sulla base dei vari metodi verranno integrate con i risultati degli studi sugli effetti di sito e confrontate tra loro e con quelle ottenute sulla base delle storie sismiche di sito. Saranno sperimentati anche approcci di tipo "Montecarlo". Sulla base di tecniche informatizzate di supporto alle decisioni si imposterà la ricerca del modello che rappresenta la scelta "meno opinabile" tra le diverse alternative.

5.4 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO ED ORGANIGRAMMA (max 5 pagine)

Il progetto deve essere suddiviso in obiettivi parziali, o tasks, ciascuno affidato ad un responsabile scientifico. Per ogni task devono essere indicati gli obiettivi finali e i punti di verifica annuali. Deve essere inoltre indicato il contributo di ogni Unità di Ricerca e il coordinamento con le altre Unità di Ricerca.

Nel primo anno si curerà principalmente la raccolta ed organizzazione dei dati indispensabili all'aggiornamento delle stime di hazard tradizionali (tipo Cornell), la preparazione delle campagne geodetiche, gli sviluppi metodologici necessari del modello di hazard. Successivamente si provvederà ad una revisione preliminare di tali stime in relazione ai progressi della ricerca.

Nel secondo anno verranno completati almeno in via preliminare gran parte degli studi di base, verrà eseguita una prima campagna di misure geodetiche e verranno eseguite le analisi di *hazard* preliminari. Infine nell'ultimo anno, oltre alla seconda campagna geodetica, saranno affrontate compiutamente le stime finali di *hazard*, mentre si proseguirà all'approfondimento ulteriore dei temi trattati negli anni precedenti. Di seguito sono elencati divisi per obiettivo i dettagli delle ricerche proposte.

Obiettivo 1A, CATALOGO SISMICO STORICO (Resp: Guidoboni)

Operatori: Bianchi, Camassi, Castelli, Coppari, De Simone, Ercolani, Ferrari, Furlan, Guidoboni, Monachesi, Tertulliani, Vannucci.

Verrà svolto dalle unità di ricerca SGA, OGSM, UNIBO e ING2.

Per aggiornare e sviluppare un approccio condiviso nella valutazione del grado di intensità verranno fatti due seminari, mirati uno all'approfondimento di temi specifici della sismologia storica, l'altro esteso all'analisi multidisciplinare dei problemi, coinvolgendo utilizzatori diretti o indiretti dei dati riguardanti gli effetti dei terremoti (ingegneri, geologici, sismologi etc.).

Per gli eventi posteriori al 1992 si procederà alla raccolta e georeferenziazione dei dati di base provenienti dal Bollettino Macrosismico dell'ING e alla loro parametrizzazione secondo le modalità scelte nella compilazione del CPTI.

Obiettivo 1B -VERIFICA DELLE INTENSITA' PIU' ELEVATE DEGLI EFFETTI SISMICI LOCALI (Resp. Ferrari)

Operatori: Ferrari, Guidoboni, Mariotti, Righini, Ciuccarelli, Furlan, De Simone

Verrà svolto dall'unità di ricerca SGA

Poiché non sarebbe possibile procedere analizzando in modo sistematico tutti i siti attualmente classificati, in quanto ciò richiederebbe molto tempo e risorse, si procederà in modo "filtrato", ossia incrociando le stime più elevate con la densità demografica attuale (non inferiore a 5mila abitanti). Entro questa selezione, riguardante tutta la rete insediativa italiana, saranno individuate le ragioni delle divergenze ed evidenziati gli elementi necessari per procedere alla ri-valutazione degli effetti.

I risultati finali di questo obiettivo verranno discussi da tutto il gruppo "Catalogo storico" che assumerà la responsabilità delle correzioni.

Obiettivo 1C, STORIE SISMICHE AL SITO (Resp: Monachesi)

Operatori: Camassi, Castelli, Coppari, Ercolani, Frapiccini, Monachesi, Vannucci.

Verrà svolto dalle unità di ricerca UNIBO2 e OGSM. Si provvederà alla scelta di un campione di siti (il numero deve mediare tra risorse in generale e significatività della scelta in funzione di un progetto nazionale). Per essi verranno inventariate, e raccolte tutte le informazioni di base disponibili e valutata la loro potenzialità informativa in relazione alla completezza delle ricerche svolte nel passato e alla disponibilità potenziale di ulteriori bacini informativi non ancora investigati. Se necessario si procederà alla esecuzione di ricerche mirate a colmare eventuali 'lacune' informative nelle storie sismiche. I dati raccolti verranno rivalutati in termini di intensità (EMS, 1998 e MCS, 1930) e utilizzati per verifiche di stabilità dei valori di pericolosità mediante metodologie tradizionali e innovative. Lo stesso percorso verrà effettuato per alcune aree campione dove il numero dei siti sarà in proporzione più elevato di quello del campione usato a scala nazionale.

Obiettivo 2A, CATALOGO SISMICO STRUMENTALE (Resp: Monachesi)

Operatori: Monachesi, Parolai, Gasperini, Morelli, Piromallo

Il lavoro sarà svolto principalmente dalle unità di ricerca OGSM, ING (1) e UNIBO (1). I risultati di questo obiettivo saranno fruibili in particolare dagli obiettivi 6B, 6C e 7

Subobiettivo 2A.1 Inserimento nuove reti

Attraverso subcontratti verrà richiesto il contributo di alcune reti locali al completamento del database delle fasi (Vesuviano, ENEL, ENEA, IIV). In alcuni casi sarà necessario procedere al *data-entry* delle informazioni non ancora disponibili su supporti informatici. Per questa operazione si farà ricorso a contratti d'opera esterni.

Subobiettivo 2A.2-Modellazione e rilocalizzazione 2D e 3D

In collaborazione con l'obiettivo Tomografia delle velocità sismiche verrà ricavato un modello di velocità per l'area italiana con variazioni laterali a lunghezza d'onda di 50-100 km. La rilocalizzazione verrà effettuata attraverso codici *ad hoc*.

Subobiettivo 2A.3-Riorganizzazione del database Pre '80

In analogia a quanto già eseguito per il post '80, verrà effettuato un controllo di qualità delle fasi sismiche lette, verranno verificati il corretto collegamento agli eventi e la presenza di incongruenze nei tempi (eventi a cavallo di ore, giorni, mesi, anni, o fasi S anticipate rispetto alle P) e nei codici di stazione.

Subobiettivo 2A.4-Controlli su eventi telesismici

Attraverso il controllo ed eventualmente la rilettura dei sismogrammi a campione, di alcuni eventi telesismici per ogni periodo, sarà verificata la sincronizzazione delle reti periferiche, la polarità delle stazioni e delle amplificazioni.

Obiettivo 2B - MAGNITUDO (Resp: Gasperini)

Operatori: Gasperini, Romeo, Di Stefano, Taccetti, Mazza, Casale, Rebez, Renner

Subobiettivo 2B.1- Ampiezza Wood-Anderson

Attraverso subcontratto verrà finanziata la collaborazione di operatori dell'OGS, per la rilettura dei dati storici della stazione WA di TRI. La stessa operazione verrà effettuata da operatori ING per le registrazioni di RMP. Poiché risultano ancora disponibili e funzionanti sia la coppia di WA di TRI che almeno una delle componenti originariamente utilizzate a RMP si reinstalleranno tali strumenti presso i siti originari. Nel caso di TRI la cosa è certamente possibile in quanto il sito (presso la Grotta Gigante) è tuttora occupato e possiede anche una stazione a larga banda. Per quanto riguarda RMP si valuterà la possibilità di recuperare il sito originario, affiancando al WA una stazione a larga banda, in caso che ciò non sia possibile verrà scelto un sito differente in Italia centrale (ad es. AQU) comunque tra quelli in cui opera una stazione *broadband*. Se possibile sarà riparata la seconda componente della coppia attualmente non funzionante ed eventualmente installata nel sito scelto. La lettura sarà effettuata attraverso l'apparecchiatura di digitalizzazione già sviluppata presso l'ING (Romeo, 1995). La campagna di misura, in linea di massima limitata alla durata di questo progetto, dovrà verificare la coincidenza tra le misure effettuate dagli strumenti originali e quelle sintetiche ricavate dai *broadband*.

Subobiettivo 2B.2 - Analisi estensiva dati *broadband*

Per l'analisi sistematica delle registrazioni *broadband* dal '88 ad oggi dovranno essere verificate la corretta associazione delle registrazioni con l'evento in esame e la presenza di un segnale significativo per la misura dell'ampiezza. Verrà anche stimata un'incertezza della misura in relazione al valore dell'ampiezza rilevata relativamente al rumore di fondo e alla coerenza delle due componenti orizzontali. Si provvederà alla lettura anche della componente verticale che potrà essere utilizzata per confronto e per la taratura di relazioni valide per tali componenti. Per questo lavoro si prevede di utilizzare personale tecnico e di ricerca ING e UNIBO.

Subobiettivo 2B.3 - Compilazione catalogo delle stime di magnitudo provenienti da organizzazioni internazionali

Si raccoglieranno tali stime, sulla base dei dati ISC, EMSC e NEIC, valutandone la qualità in relazione alla fonte e al numero di osservazioni simultanee. Verrà compilato un catalogo con collegamenti certi ai terremoti presenti nel database strumentale per Ms, mB e Mw. Questo lavoro sarà svolto dall'UNIBO, richiederà l'attivazione di un contratto di prestazione d'opera per il periodo di un anno.

Subobiettivo 2B.4 - Determinazione della funzione di attenuazione, dei residui di stazione e delle magnitudo WA

Verrà ricavata dall'UNIBO la funzione di attenuazione a distanze inferiori a 100 km attraverso l'analisi dei dati accelerometrici con la metodologia descritta da Kanamori e Jenkins (1978). I risultati saranno utilizzati per vincolare l'inversione complessiva della funzione di attenuazione per la magnitudo WA e SWA. Questa sarà effettuata ricavando simultaneamente anche i valori delle magnitudo e dei residui di stazione per il *set* di eventi per cui si dispone di più di una misura. Successivamente verrà ricavata la magnitudo anche per registrazioni singole.

Subobiettivo 2B.5-Relazioni magnitudo durata e ampiezza per il database strumentale

Se non sarà possibile ottenere correlazioni soddisfacenti delle magnitudo WA e SWA con i dati presenti nel *database* si eseguirà la rilettura con criteri uniformi delle durate e delle ampiezza di una decina di stazioni scelte tra quelle che hanno operato con maggiore continuità e per cui si ritiene che le caratteristiche di risposta si siano mantenute maggiormente uniformi durante gli ultimi 20 anni. Avrà luogo presso l'ING eventualmente solo a partire dal secondo anno di progetto e richiederà nel caso un contratto di prestazione d'opera di un anno.

Subobiettivo 2B.6-Verifica stime di Ms pre WWSSN

Il problema sarà analizzato dall'UNIBO attraverso la ricerca delle fonti originali (bollettini e cataloghi) di tali stime. Verrà effettuato un confronto dell'andamento nel tempo delle relazioni con altri tipi di magnitudo. Si considereranno anche eventi relativi ad altre nazioni europee in cui le caratteristiche della strumentazione utilizzata nei vari periodi sia simile a quella italiana.

Obiettivo 3, MODELLO SISMOGENETICO (Resp: Valensise)

Operatori: Basili, Bordoni, Burrato, D'Addezio, Valensise

Verrà reso disponibile il "*Database of potential sources for earthquakes larger than magnitude 5.5 in Italy*" e verrà studiato il modo di stimare in modo statistico la qualità dei dati offerti e di estrapolare l'informazione già disponibile alle aree per cui la conoscenza sulle sorgenti è più modesta. Verranno inoltre progressivamente riversate nel catalogo conoscenze acquisite nell'ambito di progetti nazionali ed europei non direttamente collegati con il GNDT. Verranno raffinate le valutazioni sulla localizzazione e geometria delle sorgenti ottenute esclusivamente da dati di intensità macrosismica. Verrà approfondito il problema della identificazione delle "lacune sismiche", anche promuovendo indagini trasversali tra differenti *tasks* e anche ricorrendo a indagini dirette sul terreno (ad esempio mediante modelli morfotettonici o scavo di trincee esplorative). Le attività si svolgeranno prevalentemente presso l'ING. L'obiettivo si avvarrà di un tecnico informatico assunto a contratto, che seguirà le diverse fasi evolutive del database, e di brevi consulenze esterne per la messa a punto del GIS su cui è basato il modello.

Obiettivo 4, DINAMICA DELLA SORGENTE SISMICA (Resp.: Bonafede)

Operatori: Bonafede, Dragoni, Belardinelli

Per questo argomento non verranno richieste risorse significative. Tuttavia l'interazione con i ricercatori interessati, operanti presso l'UNIBO su questi argomenti in altri progetti di ricerca, potrà fornire utili indicazioni in vari campi del presente progetto (ad esempio determinazione macrosismica e strumentale delle sorgenti, valutazione della componente post sismica della deformazione ecc.)

Obiettivo 5, STATISTICA DELLE SORGENTI SISMICHE E COMPLETEZZA DEI CATALOGHI (Resp.: Mulargia)

Operatori: Mulargia, Marzocchi, Di Giovambattista

Anche in questo caso non sono richieste risorse particolari in quanto le metodologie di analisi sono state in gran parte già sviluppate e vengono applicate anche in altri progetti di ricerca attualmente in corso presso l'UNIBO e l'ING. Viene solamente richiesta agli operatori la consulenza scientifica e alcune applicazioni specifiche a *datasets* di interesse del progetto.

Obiettivo 6A, TOMOGRAFIA VELOCITA' SISMICHE (Resp.: Morelli)

Operatori: Morelli, Piromallo

Il perseguimento di questo obiettivo beneficerà delle metodologie e degli strumenti di calcolo già messi a punto presso l'ING dagli operatori interessati per studi tomografici e localizzazione tridimensionale su scala più vasta: gli strumenti verranno adattati alla geometria più di dettaglio (nazionale) in esame. Si prevede di attivare una borsa di studio per procedere al reperimento e alla compilazione di un modello di sintesi a priori della crosta italiana (spessore, velocità) le cui informazioni saranno da considerarsi

come vincoli per l'inversione tomografica vera e propria. In collaborazione con l'obiettivo 2A (Catalogo sismico strumentale) verranno congiuntamente rilocalizzati gli eventi sismici.

Obiettivo 6B, TOMOGRAFIA ATTENUAZIONE ONDE SISMICHE (Resp.: Mele)

Operatori: Parolai, Mele, Monachesi.

Si tratta di ricerche per buona parte innovative, quantomeno nello sviluppo di modelli tridimensionali del fattore di qualità Q. Questa parte del lavoro sarà effettuata se vi saranno dati di qualità sufficiente sul territorio nazionale. Non sono richieste risorse particolari tranne quelle legate alla necessaria interazione scientifica fra gli operatori ed esperti internazionali del problema in oggetto. Le sedi interessate saranno ING e OGSM.

Obiettivo 6C, TOMOGRAFIA DELL'INTENSITA' ED EFFETTI DI SITO (Resp: Gasperini)

Operatori: Gasperini, Carletti, Loddo, Vannucci

Subobiettivo 6C.1 - Tomografia dell'intensità

Si tratta di ricerche recentemente avviate presso UNIBO e non finanziate altrimenti. Si tratta di sviluppare la metodologia classica della tomografia al problema dell'attenuazione dell'intensità macrosismica. La ricaduta sul progetto è di notevole importanza in quanto permette inferenze sulle modalità di attenuazione anisotropa anche di altri parametri del moto del suolo e la stima di effetti di amplificazione anomala su siti di grande importanza, come grandi città e centri culturalmente rilevanti.

Subobiettivo 6C.2 - Effetti di sito in termini di intensità

Con metodologie analoghe alle precedenti dovrebbe essere possibile anche valutare risposte differenziate all'interno di grandi città come Firenze, Bologna, Roma ecc. Inoltre la "ripulitura" dei dati di intensità dagli effetti di propagazione e di sito potrebbe permettere di raffinare la valutazione delle caratteristiche di sorgente dei terremoti storici attraverso l'inversione di modelli di stima sintetica dell'intensità. Durante il progetto potrebbe essere richiesta l'attivazione di una borsa di studio.

Subobiettivo 6C.3 - Effetti di sito in termini di parametri del moto del suolo

L'obiettivo in questo caso è di analizzare criticamente le varie tecniche di simulazione del moto del suolo utilizzate in bibliografia e di applicarle per la correzione locale delle stime di *hazard*. La ricerca sarà effettuata presso UNIBO e le risorse necessarie comprenderanno, oltre alle ordinarie spese di gestione della ricerca, una borsa di studio biennale e/o l'attivazione di sub contratti con altri ricercatori.

Obiettivo 7, MECCANISMI FOCALI (Resp: Morelli)

Operatori: Morelli, Olivieri, Pondrelli, Ekstrom, Vannucci

Subobiettivo 7.1 Meccanismi focali CMT

Il calcolo di meccanismi focali attraverso l'estensione dell'algoritmo del Centroid Moment Tensor (CMT) per inversione di onde di superficie registrate a distanza locale e regionale, adatto all'analisi di terremoti di magnitudo modesta, è già stato messo a punto presso l'ING in collaborazione con la Harvard University. Si propone la sua applicazione a ritroso nel tempo per analizzare i terremoti dell'ultimo decennio per i quali esistono registrazioni *broadband* effettuate dalla rete MEDNET. I meccanismi focali CMT saranno confrontati con quelli derivati dall'analisi delle polarità dei primi impulsi. Verranno effettuate sommatorie di tensori momento sismico per calcolare la deformazione sismica per macroaree. Saranno analizzati sismogrammi *broadband* telesismici per studiare il dettaglio della funzione sorgente e per determinare la profondità ipocentrale mediante inversione delle forme d'onda di volume. Le risorse necessarie sono marginali in quanto il raggiungimento dell'obiettivo poggia su tecniche e risorse già acquisite e disponibili.

Subobiettivo 7.2 Meccanismi focali ai primi impulsi

Si tratta di un'operazione già avviata presso l'UNIBO e che dovrebbe permettere di gettare luce su molte incongruenze riscontrate in bibliografia ed anche di operare una validazione del metodo ai primi impulsi rispetto ad altre metodologie di valutazione dei meccanismi di sorgente (ad es. CMT). Le risorse necessarie saranno ricercate nell'interazione con altri obiettivi.

Obiettivo 8, MISURE DI LABORATORIO (Resp: Mulargia)

Operatori: Mulargia, Castellaro, Gonzato, Ciccotti

Si tratta di ricerche già in atto presso l'UNIBO su altri progetti di ricerca, anche in questo caso l'interazione con i ricercatori interessati rappresenta un valore aggiunto pressoché gratuito per questo progetto nei campi della comprensione delle modalità di occorrenza degli eventi di frattura e della propagazione delle onde sismiche nelle rocce cristalline. In particolare i risultati di tali ricerche forniranno risposte sulle caratteristiche della distribuzione statistica degli eventi sismici che potranno essere impiegate nella formulazione dei modelli di *hazard*.

Obiettivo 9A, MISURE GEODETICHE (Resp. Riguzzi)

Operatori: Riguzzi, Anzidei, Galvani, Baldi, Casula, Pesci, Salemi, Achilli, Vettore, Targa, Menin, Ricciardi, Del Gaudio, Ricco, Sepe, Borgstrom, De Martino Unguendoli, Gandolfi, Sarti, Vittuari, Zanutta, Bitelli, Ercolani

Questo obiettivo richiede la partecipazione delle unità di ricerca ING2 e entrambe quelle di UNIBO.

Per le attività descritte si richiederà l'attivazione di un contratto di prestazione d'opera o borsa di studio della durata di 2 anni.

Subobiettivo 9A.1 - Materializzazione dei punti della rete appenninica

Sarà preceduta da una accurata ricognizione al fine di individuare aree geologicamente stabili; nella scelta dei siti si terrà inoltre conto di quanto già esistente, in termini di reti locali, regionali e stazioni permanenti attualmente in attività. La monumentazione sarà effettuata tramite sistemi a centrimento forzato dell'antenna GPS, al fine di evitare errori di riposizionamento.

Subobiettivo 9A.2 - Esecuzione di almeno due campagne di misura

La necessità di stazionare sui punti per un periodo dell'ordine di 10 giorni, e l'alto numero dei vertici coinvolti non consentirà di misurare tutta la rete contemporaneamente. Si procederà pertanto all'esecuzione di sessioni successive su porzioni di rete, assicurando la loro integrazione tramite parziale sovrapposizione delle stesse, utilizzo delle stazioni permanenti, ecc.

Subobiettivo 9A.3 - Banca dati

A causa della mole dei dati che saranno raccolti, e al fine di creare un sicuro riferimento per le attività dei prossimi anni, si realizzerà una banca dati completa e di facile accesso agli operatori.

Subobiettivo 9A.4 - Elaborazione

L'elaborazione dei dati GPS verrà effettuata tramite le procedure standard adottate dai software scientifici a disposizione dei proponenti.

Obiettivo 9B, CAMPO DI DEFORMAZIONE (Resp. Baldi)

Operatori: Achilli, Baldi, Casula, Pesci, Serpelloni.

Calcolo, sulla base delle misure effettuate nell'obiettivo 9A, del campo di deformazione con valutazione dell'attendibilità dei risultati. Particolare attenzione sarà posta alla valutazione a posteriori dell'accuratezza dei dati utilizzati, tramite l'individuazione di *outlier*, ed eventuale modifica del peso delle osservazioni. Questa procedura risulta indispensabile in quanto spesso l'accuratezza associata ad una campagna geodetica tramite la statistica classica (es. matrice di varianza-covarianza della compensazione di reti) è sovrastimata. Sarà svolto in prevalenza presso l'unità di ricerca di UNIBO1.

Obiettivo 10, MODELLAZIONE DEL CAMPO DI SFORZO E DEFORMAZIONE (Resp: Giunchi)

Operatori: Giunchi, Cianetti, Gasperini

Queste metodologie saranno sviluppate presso l'ING e forniranno un quadro interpretativo della evoluzione tettonica dell'area italiana che sarà di supporto sia alla definizione della zonazione sismogenetica (obiettivo 3) che alla definizione dei tassi di deformazione ai fini delle stime di *hazard* (obiettivo 11) in aree che per motivi diversi presentano carenza o ambiguità di osservazioni.

Obiettivo 11, STIMA DELL'HAZARD (Resp: Gasperini)

Operatori: Mulargia, Gasperini, Serpelloni, Marzocchi

Questo obiettivo sarà svolto principalmente presso UNIBO e sarà il destinatario di tutti i nuovi dati e le informazioni raccolte dagli altri obiettivi. Attraverso la metodologia di tipo classico saranno ricavate le matrici di probabilità di fissati livelli di scuotimento sia in PGA che in intensità ed in parametri derivati. Verranno utilizzate inizialmente le relazioni di attenuazione in letteratura, quindi si applicheranno relazioni anisotrope derivate dai risultati dei task 6A e 6C. Sarà usata la zonazione risultante dall'obiettivo 3. Successivamente saranno affrontati i modelli multidisciplinari che fanno uso dei dati di deformazione geodetica e del modello sismotettonico derivante dal catalogo delle sorgenti sismogenetiche. Saranno studiate le differenze tra i vari modelli di *hazard* sia in termini di probabilità di occorrenza di vari livelli dei parametri del moto del suolo che di valori di non superamento per differenti periodi di ritorno. Attraverso un approccio di supporto decisionale di tipo *fuzzy* (Xiang et al., 1987) sarà valutato, attribuendo pesi opportuni in relazione alle incertezze dei vari modelli, un modello ottimale che rappresenti la meno opinabile tra le diverse alternative.

5.5 TABELLA DEI RISULTATI ATTESI E SCADENZE ANNUALI

TABELLA DEI RISULTATI ATTESI

Per quanto riguarda i prodotti si intende che ogni task produrrà comunque semestralmente uno stato di avanzamento delle ricerche compilato a cura del responsabile con la collaborazione degli operatori interessati e curerà autonomamente la pubblicazione su riviste scientifiche e la diffusione in Internet. In tabella si riportano quindi solo quei prodotti che rappresentano un patrimonio informativo permanente direttamente utilizzabile dalla comunità scientifica.

PRIMO ANNO

Task	Risultati attesi	Prodotti
1A	Sviluppo di metodologie di indagine dati storici Avanzamento Integrazione CFTI-DOM Georeferenziazione dati Bollettino macrosismico ING	Primo aggiornamento preliminare CPTI
1B	Incrocio delle stime di intensità con la demografia	Elenco delle divergenze significative
1C	Individuazione delle località campione a livello nazionale e subregionale Inventario e raccolta delle informazioni disponibili	Data set delle informazioni disponibili per le località campione
2A	Inserimento dati di reti locali Valutazione dei problemi relativi al database delle fasi pre 1981	Catalogo aggiornato delle fasi post 1980
2B	Realizzazione degli apparati di digitalizzazione dei sismometri WA e loro taratura Valutazione preliminare bias Ms post 1964	Apparati di digitalizzazione Nuove relazioni Magnitudo- aree di risentimento
	Letture dei sismogrammi storici WA Analisi delle ampiezze SWA di 300 terremoti da registrazioni broadband Valori preliminari di magnitudo, residui, e funzione attenuazione Correlazione con ampiezze e durate nel database post 1980	Catalogo delle ampiezze WA 1972-1988 Catalogo delle ampiezze SWA Catalogo preliminare magnitudo
3	Messa a punto di un database con circa 200 sorgenti sismiche principali Miglior comprensione dei meccanismi di rilascio della sismicità minore Prima identificazione di "lacune sismiche"	Database of potential sources for earthquakes larger than magnitude 5.5 in Italy: prima versione Modello di zonazione sismogenetica preliminare Mappa di aree di intervento prioritario per i task successivi
4	Migliore comprensione delle fenomenologie della sorgente sismica	Relazioni empiriche magnitudo durata e ampiezza preliminari
5	Prime valutazioni sulla validità dei modelli di ricorrenza e di completezza statistica	
6A	Compilazione dei dati esistenti sulla struttura crostale Costruzione database di fasi per l'inversione tomografica	
6B	Raccolta dati di base e loro organizzazione; avvio delle attività di calcolo delle curve di attenuazione	Realizzazione ed implementazione del data base necessario per gli studi previsti
6C		
7	Calcolo di meccanismi focali CMT	
8	Misure ed analisi dati	

9A	Scelta dei vertici della rete geodetica Monumentazione semi-permanete Studio fattibilità uso del SAR	Rete monumentata Monografie preliminari dei vertici
9B	-	-
10	Modello interpretativo numerico preliminare	
11	Valutazione comparativa metodi stima hazard	

SECONDO ANNO

Task	Risultati attesi	Prodotti
1A	Esecuzione di studi mirati Avanzamento Integrazione CFTI-DOM	Seconda versione di CPTI con integrazione dati Bollettino macrosismico ING
1B	Approfondimenti sulla valutazione dell'intensità Valutazione dei motivi delle divergenze Individuazione criteri di rivalutazione	Protocolli di rivalutazione
1C	Valutazione della completezza del materiale disponibile e della potenzialità di miglioramento del data set Avvio di ricerche storiche	Aggiornamento del data set
2A	Calcolo di modelli 3D e localizzazione preliminare Associazione ed inserimento valori di magnitudo	Catalogo preliminare rilocalizzato con magnitudo rivalutate
2B	Registrazioni WA digitali (DWA) in parallelo a broadband Valutazione definitiva bias Ms post 1964	Catalogo delle ampiezze DWA e delle corrispondenti SWA Nuove relazioni Magnitudo- aree di risentimento Catalogo finale delle ampiezze SWA
	Analisi delle ampiezze SWA di ulteriori 300 terremoti da registrazioni broadband Valori definitivi di magnitudo, residui, e funzione attenuazione Eventuale rilettura ampiezze e durate	Catalogo finale magnitudo WA e SWA Relazioni empiriche definitive
3	Identificazione di sorgenti precedentemente non identificate se non attraverso terremoti storici	Arricchimento del database con nuove schede
4	Caratterizzazione diretta di alcune sorgenti Migliore comprensione delle fenomenologie della sorgente sismica	Aggiornamento di schede di database esistenti
5	Valutazioni definitive sulla validità dei modelli di ricorrenza e di completezza statistica	
6A	Sintesi di un modello atteso per la crosta italiana Inversione tomografica	Modello tomografico preliminare
6B	Conclusione delle attività di calcolo delle variazioni 2D dell'attenuazione nel territorio nazionale	
6C	-	-
7	Calcolo di meccanismi focali CMT	Catalogo dei meccanismi focali
8	Misure ed analisi dati	
9A	Misure della prima campagna Integrazione e confronto con altre reti	Monografie definitive dei vertici Coordinate dei vertici della rete
9B	-	-
10	Modello interpretativo numerico definitivo	
11	Stima preliminare di hazard con metodi classici sulla base dei dati aggiornati Sviluppo verifica di metodologie innovative	Mappe preliminari di hazard a scala nazionale

TERZO ANNO

Task	Risultati attesi	Prodotti
1A	Studi mirati su terremoti con divergenze Valutazione multidisciplinare dei problemi Aggiornamenti su terremoti mal definiti	Versione finale di CPTI Elenco delle correzioni da apportare
1B	Valutazione dei criteri di correzione	
1C	Omogeneizzazione delle informazioni raccolte in termini di intensità EMS e MCS Definizione della completezza Calcolo della pericolosità al sito mediante diverse metodologie	Stime di pericolosità al sito
2A	Eventuale riorganizzazione database pre 1980 Eventuali controlli sulla base di telesismi	Eventuale database pre 1980
2B	Valutazione comparativa SWA DWA Funzioni di attenuazione WA regionalizzate	Catalogo Magnitudo MI ed Ms Nuovo livello informativo del database
3	Formalizzazione delle “lacune sismiche” Estensione del database a includere tutte le sorgenti di nuova identificazione	Database of potential sources for earthquakes larger than magnitude 5.5 in Italy: versione definitiva Zonazione sismogenetica.
4	Migliore comprensione delle fenomenologie della sorgente sismica	
5	-	-
6A	Inversione tomografica vincolata	Modello tomografico di crosta e litosfera italiana Catalogo rilocalizzato 3D
6B	Realizzazione di un modello di attenuazione 2D mediante inversione Valutazione della possibilità di realizzazione di un modello 3D ed eventuale sua realizzazione	Modello 2D e eventuale realizzazione del modello 3D
6C		
7	Somme di tensori momento per aree selezionate	Deformazione sismica per aree
8	Valutazione dei modelli di ricorrenza	Modello di ricorrenza
9A	Misure seconda campagna Integrazione e confronto con altre reti	Coordinate vertici Vettori spostamento
9B	Tensori di deformazione	
10	Aggiornamenti del modello interpretativo numerico	
11	Stima hazard definitiva con metodo classico Stima con metodo multidisciplinare Eventuale stima con modelli innovativi Valutazione comparativa delle varie tecniche e scelta	Mappe di hazard a scala nazionale e locale