ALLEGATO C

PAGINA BIANCA

Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche di Udine

RENDICONTO DELL'ATTIVITA' TECNICA E SCIENTIFICA SVOLTA DAL DIPARTIMENTO CRS NEL CORSO DEL 1998

a cura di Dario Slejko

autori: Gilberto Bernardis, Pier Luigi Bragato, Gianni Bressan, Giorgio Durì, Aladino Govoni, Fausto Ponton e Adriano Snidarcig

PAGINA BIANCA

1. Introduzione

L'attività tecnico - scientifica del dipartimento CRS nel corso dell'anno 1998 ha riguardato soprattutto l'acquisizione e l'utilizzo dei dati raccolti dalla Rete Sismometrica del Friuli - Venezia Giulia (RSFVG) e la progettazione del suo ampliamento. L'azione di promozione dell'attività sismologica svolta, infatti, ha posto le premesse per un imminente estensione ad ovest della rete esistente nel contesto più ampio dell'Italia nord - orientale con precisi compiti di sorveglianza sismica, oltre che di studio della sismogenesi regionale. I collegamenti instaurati con altre istituzioni italiane e straniere per lo scambio dei dati in tempo reale, risultati particolarmente efficaci in occasione del terremoto di Bovec del 12 aprile 1998, permettono, inoltre, di prospettare per il CRS una futura collocazione primaria nello studio della sismicità della regione Alpe - Adria. Da segnalare, ancora, l'attività di elaborazione dei dati raccolti a seguito dell'intervento compiuto nella regione epicentrale del terremoto che ha colpito l'Italia centrale il 26 settembre 1997: tale intervento ha permesso l'acquisizione di dati importantissimi per lo studio, ancora in atto, dell'evoluzione spazio-temporale del fenomeno sismico. Il progetto finanziato dalla Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia per la realizzazione della carta di rischio sismico regionale proietta il CRS ad affrontare temi di sismotettonica e di ingegneria sismica.

Vengono di seguito descritti i progetti principali realizzati nel corso del 1998 con particolare riguardo per i risultati tecnici e scientifici conseguiti.

2. Gestione della Rete Sismometrica dell'Italia nord-orientale

La Rete Sismometrica dell'Italia Nord-Orientale è costituita attualmente dalla sola RSFVG ma i contatti avviati con numerose amministrazioni locali hanno portato alla stesura della convenzione di installazione delle prime due stazioni in Veneto, che verranno materializzate nella primavera del 1999. Sono continuati i contatti con le amministrazioni locali della Lombardia al fine di definire la futura rete sismometrica del Bresciano.

2.1. Rete Sismometrica del Friuli - Venezia Giulia

Si tratta d'attività storica di controllo della sismicità del Friuli, iniziata nel 1977 a seguito del catastrofico terremoto del 6 maggio 1976. La RSFVG viene gestita nell'ambito di una convenzione pluriennale con la Direzione di Protezione Civile della Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia. La gestione della rete sismometrica comporta, anche, un servizio di pronto intervento, curato nel 1998 dal personale tecnico e scientifico, al fine di dare pronta risposta agli organi di protezione civile e di pubblica informazione. Particolare attenzione è stata posta da tutto il personale nel monitoraggio e studio dell'attività conseguente al terremoto di Bovec del 12 aprile 1998.

2.1.1. Acquisizione dati e manutenzione rete

Nel corso del 1998 è stata effettuata regolare manutenzione ordinaria della strumentazione della RSFVG (verifiche dell'offset, efficienza dell'alimentazione, funzionalità dei ponti radio, ecc.), e straordinaria per interventi di riparazione dei guasti. Si è migliorato il sistema di protezione dalle scariche elettriche su tutte le stazioni remote, utilizzando diodi soppressori di transienti. La stazione sismometrica e ripetitrice del Zoufplan è stata per buona parte modificata dal punto di vista logistico, allo scopo di soddisfare le esigenze del Corpo dei Vigili del Fuoco, proprietari dell'edificio dove è posta la strumentazione. Per questo sono stati spostati i pannelli solari, le batterie, le antenne ed altri apparati accessori. Si è inoltre effettuata la calibrazione annuale di tutti i sensori della rete.

A seguito del terremoto di Bovec del 12 aprile 1998 sono state installate 2 stazioni mobili in località prossime alla zona danneggiata allo scopo di monitorare la sismicità ai più bassi livelli di magnitudo.

2.1.2. Elaborazione dati

I dati registrati dalla RSFVG sono stati elaborati con metodologie standard e riportati nel relativo bollettino in fase di realizzazione. Esso contiene i tempi d'arrivo delle fasi degli eventi con epicentro ad una distanza non superiore a 500 km da almeno una delle stazioni della rete, e le localizzazioni di quelli distanti meno di 100 km. Si è deciso di modernizzare il bollettino realizzandolo su supporto informatico (CD ROM) per favorire l'utilizzo dei dati da parte della comunità scientifica.

A seguito delle elaborazioni sismologiche compiute nel 1997, è stata predisposta la relazione annuale (Slejko et al., 1998) per la Protezione Civile regionale, che comprende sia lo studio della sismicità registrata dalla rete sismometrica che l'attività tecnica e scientifica svolta presso il CRS.

Dopo vent'anni di registrazioni, sulla base dei dati acquisiti, è stato possibile fare le prime considerazioni su quella che dovrà essere la migliore configurazione di rete finalizzata al monitoraggio delle aree sismogenetiche presenti in regione. L'analisi è stata condotta utilizzando i dati registrati nel periodo 1994-1997, nel quale c'è una condizione di omogeneità, poiché esso è caratterizzato dalla stessa distribuzione delle stazioni e dallo stesso sistema d'acquisizione e gestione dei dati. Sono state ottenute rappresentazioni grafiche che utilizzano i parametri caratterizzanti le determinazioni ipocentrali. Questo ha permesso di sostenere la necessità di disporre di nuove stazioni da inserire nell'attuale configurazione della RSFVG e di definire la loro migliore collocazione nell'ambito del territorio regionale. A seguito di ciò si propone la costruzione di tre nuove stazioni con sismometro in superficie da ubicarsi nelle aree di Claut, dei Monti Musi e di Gorizia. Inoltre è necessaria la costruzione di una nuova stazione a sud di Pordenone con il sismometro collocato in pozzo. Il geofono della stazione di Udine richiede, pure, di essere posizionato a profondità superiore ai 100 metri. Per queste due stazioni il posizionamento in profondità dei rispettivi punti di rilevamento è dettato dalla necessità di aumentare il rapporto segnale/rumore, ora troppo basso poiché si trovano in aree densamente popolate.

2.1.3. Gestione del sistema automatico di allarme e servizio di pronto intervento

Per tutto il 1998 il CRS ha curato la gestione del sistema di monitoraggio sismico previsto dalla convenzione stipulata con la Direzione Regionale per la Protezione Civile del Friuli-Venezia Giulia. Il sistema comprende un nucleo software per l'elaborazione rapida degli eventi attivo presso il CRS ed una stazione grafica di monitoraggio installata a Palmanova presso la sala operativa della Protezione Civile Regionale. Il sistema ha segnalato 62 eventi di magnitudo maggiore o uguale a 2,8 gradi della scala Richter localizzati in Friuli-Venezia Giulia o aree limitrofe. Le informazioni relative a questi terremoti sono state trasmesse anche via fax e via posta elettronica alla stessa Protezione Civile Regionale, alle prefetture interessate e ad una serie di istituzioni sismologiche italiane ed europee.

In connessione al sistema automatico di allarme il CRS ha fornito un servizio di pronto intervento con reperibilità H24 garantito dai suoi quattro tecnici. Vi sono stati circa 20 interventi in sede al di fuori dell'orario di ufficio in relazione ai terremoti più importanti, la maggior parte dei quali appartenenti alla sequenza sismica di Bovec (Slovenia) iniziata alle 12:55 del 12 aprile 1998 con una scossa di magnitudo 5,6.

La sequenza sismica di Bovec ha evidenziato la necessità di una maggiore integrazione tra reti sismometriche di paesi diversi per il monitoraggio sismico delle aree di confine. Al riguardo sono stati avviati contatti con il Servizio Geofisico della Slovenia al fine di definire procedure e standard per lo scambio rapido dei dati.

2.1.4. Organizzazione dei dati della rete e percorso di elaborazione

L'attività di sviluppo del software di gestione dei dati sismologici acquisiti dalla rete sismometrica non ha avuto quest'anno lo sviluppo previsto. Ciò è dovuto principalmente alla scarsità delle risorse umane disponibili da dedicare alla progettazione ed allo sviluppo del software oltre che al mancato avvio di una collaborazione col Dipartimento di Informatica dell'Università di Udine sull'argomento.

I progressi effettuati riguardano principalmente gli aspetti del problema di seguito descritti.

- *Collegamento delle informazioni*: è stato completato il software di basso livello per il collegamento dei dati registrati con le informazioni accessorie quali caratteristiche strumentali, dati di calibrazione, dati geografici, letture e localizzazioni. Questo software è ora in fase avanzata di debug ed è da considerare il mattone fondamentale per l'estrazione dati e la riorganizzazione degli stessi con tecniche avanzate di data-base.
- *Consultazione dei dati*: grazie agli sviluppi del punto precedente è stato possibile sviluppare le prime applicazioni di consultazione dei dati. E' stata messa a punto un'applicazione che realizza un'interfaccia html ai dati di bollettino per la diffusione degli stessi alla comunità scientifica tramite server web. La struttura attuale, ancora molto semplificata, permette la consultazione on-line dei dati di bollettino e consentirà nel prossimo futuro la realizzazione un data-server completo in rete. La versione iniziale è già disponibile sul server del

dipartimento: http://www.crs.ogs.trieste.it. Contemporaneamente sono state messe a punto diverse applicazioni per la realizzazione di CD-ROM di dati sismologici da distribuire alla comunità scientifica (vedi paragrafo 3.2).

2.2. La Rete Sismometrica del Veneto

Il CRS ha presentato il progetto globale di installazione e gestione della Rete Sismometrica della Regione Veneto che consta, nella sua geometria finale, di 8 stazioni periferiche. Tale rete risulta importante per la sorveglianza sismica del territorio e per lo studio della pericolosità sismica regionale. Allo scopo si è provveduto di effettuare una ricognizione del territorio regionale da monitorare.

La gestione ordinaria della rete, che prevede un servizio di sorveglianza sismica (controllo della funzionalità strumentale e studio della sismicità) da parte del CRS, viene regolamentata da una specifica convenzione fra Regione Veneto ed OGS. Tale convenzione è stata definita e sottoscritta dalle parti e prevede l'installazione strumentale di due stazioni remote e del sistema di acquisizione centrale entro il giugno 1999.

2.3. Rete Sismometrica del Garda

Il progetto di realizzazione di tale rete, già presentato all'Assemblea dei Soci dell'Istituto di Geofisica e Bioclimatologia di Desenzano nel 1997, ha avuto un seguito. Durante il 1998 è proseguita la fase di divulgazione del progetto conducendo quattro partner (Regione Lombardia, Provincia di Brescia, Consorzio Garda 1 e Comune di Desenzano) al pronunciamento di interesse finalizzato al supporto economico per la realizzazione del progetto. La prima parte del finanziamento per la materializzazione delle prime tre stazioni è in fase di definizione.

2.4. Rete mobile

Sul territorio regionale e su alcune aree limitrofe sussistono problematiche legate alla sismicità che necessitano di una soluzione urgente, costituendo un livello di rischio elevato per le popolazioni e le strutture ivi insediate. Per mitigare tale rischio si è convenuto che appare indispensabile dotarsi di una rete sismica mobile, da affiancare all'attuale rete sismometrica fissa. A tale proposito è stato predisposto un primo progetto comprensivo di dieci stazioni periferiche mobili, aventi come sensori geofoni e accelerometri a tre componenti.

In considerazione dell'attività sismica manifestatasi nell'area di Claut nel 1996, sono state installate nell'area suddetta a fine 1998 due stazioni di rilevamento tipo MARSlite, finalizzate all'acquisizione di dati utili alla comprensione di alcuni danneggiamenti verificatisi con l'evento del 12 aprile 1996.

2.5. Sorveglianza della diga del Vajont

Nel corso del 1998 è proseguito il rilevamento della sismicità dell'area circostante la diga del Vajont per conto del dipartimento Direzione Costruzioni Enel, sede di Venezia. Lo scopo è stato quello di rilevare la sismicità ai più bassi livelli di magnitudo presso la diga, utilizzando le stazioni sismiche remote della RSFVG e della rete del Veneto. Sono stati predisposti rapporti mensili relativi alle elaborazioni ipocentrali al fine di poter segnalare tempestivamente alle autorità competenti la eventuale presenza di eventi con magnitudo maggiore o uguale a 2 gradi della scala Richter ubicati a meno di 10 km dalla diga.

2.6. Sorveglianza dell'Oleodotto Transalpino

Allo scopo di misurare lo scuotimento in loco presso una stazione di pompaggio a Cavazzo facente parte dell'Oleodotto Transalpino, sono state predisposte due soluzioni tecniche di monitoraggio locale. In conseguenza di ciò, sulla base di un contratto in stipula con la Società per l'Oleodotto Transalpino (SIOT), sta per essere potenziata la preesistente stazione di Bordano, facente parte della RSFVG, mediante un accelerometro utilizzato allo scopo di misurare il picco massimo di accelerazione del suolo in corrispondenza di forti terremoti. Inoltre, per ogni evento regionale di magnitudo superiore a 3,0 verranno forniti in tempo reale i parametri focali (ipocentro, magnitudo) alla committente SIOT tramite collegamento fax o posta elettronica.

3. Studi di sismogenesi regionale

La sismicità dell'Italia nord - orientale è l'argomento principe curato dal CRS ma particolare attenzione è stata data ai fenomeni sismici principali che hanno colpito regioni vicine.

3.1. Il terremoto di Bovec

Il 12 aprile 1998 si è verificato un terremoto di magnitudo 5,6 nelle Alpi Giulie, settore di confine fra Slovenia e Friuli - Venezia Giulia. Il danno maggiore, pari al VII - VIII grado della scala MCS, è stato rilevato nel paese di Bovec. La scossa principale e le successive numerose repliche sono state registrate dalla RSFVG; i dati raccolti hanno permesso la determinazione dei parametri focali e lo studio dell'evoluzione spazio - temporale della sequenza sismica al fine di inserire il terremoto nel contesto sismotettonico regionale. L'analisi della sequenza ha riguardato la localizzazione di un elevato numero di repliche (la più forte di magnitudo 4,6 il 6 maggio) avvenute nel corso dell'anno e la costruzione dei meccanismi focali di quelle più energetiche (Fig. 1). Dal punto di vista scientifico, il terremoto di Bovec è stato un evento di magnitudo notevole considerando la sismicità locale. A livello regionale si inquadra con alcuni terremoti molto forti

avvenuti nel passato. Le caratteristiche della scossa principale e l'andamento spaziale della sismicità seguente definiscono perfettamente questo terremoto nel quadro sismotettonico regionale caratterizzato da movimenti trascorrenti su faglie ad orientazione dinarica, prossime alla linea d'Idria, principale elemento tettonico nella zona.

Inoltre è stato effettuato un puntuale rilevamento macrosismico sia in territorio sloveno che italiano. Sono stati messi in evidenza diffusi fenomeni d'amplificazione locale legati alle caratteristiche geolitologiche dei siti.

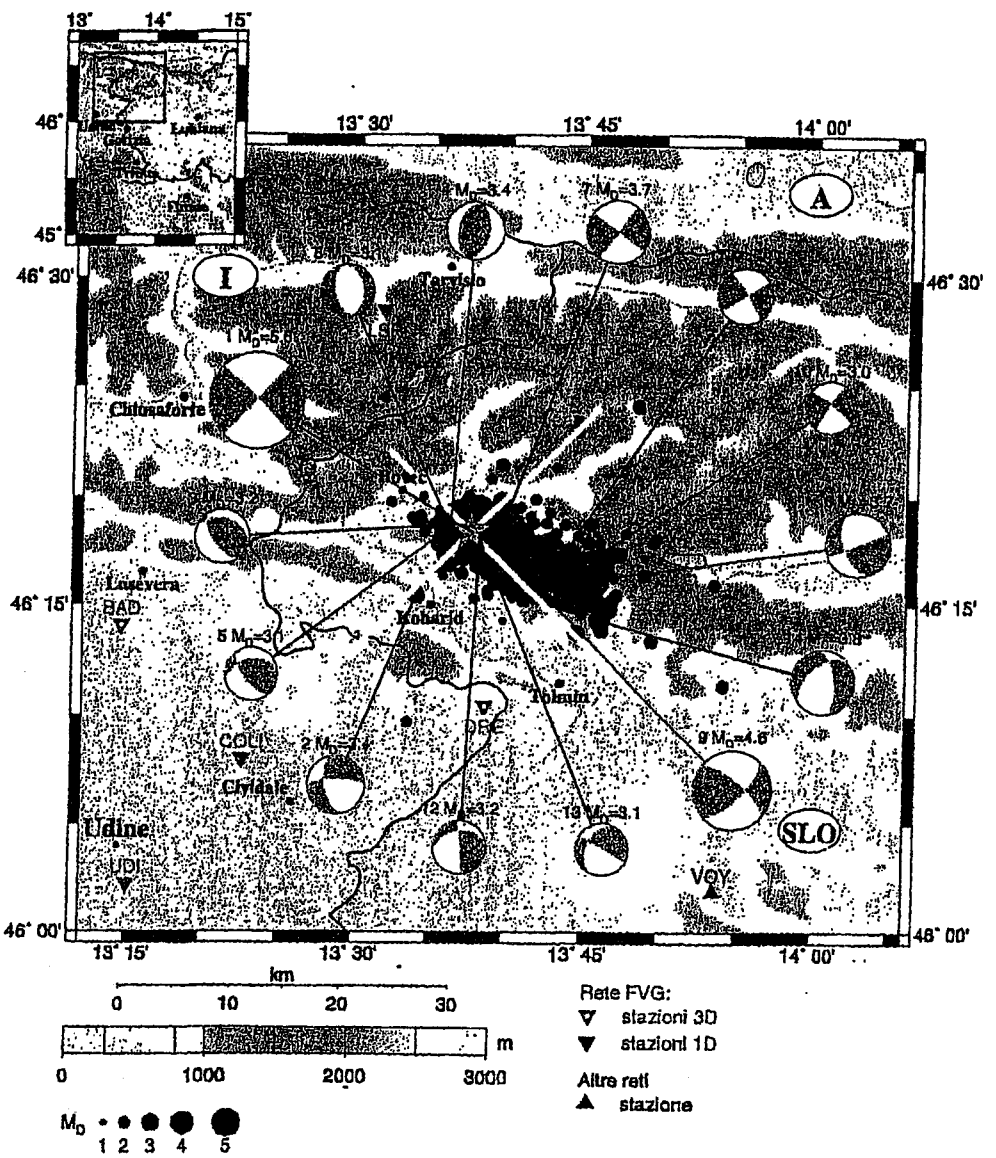


Fig. 1 - Epicentri della sequenza di Bovec e meccanismi focali dei principali eventi.

3.2. Il terremoto in Umbria - Marche

Le attività relative alla campagna di acquisizione dati di aftershocks della sequenza sismica umbro-marchigiana del settembre-ottobre del 1997 sono state quest'anno numerose.

L'ingente mole di dati acquisita durante la campagna in collaborazione con operatori del Servizio Sismico Nazionale (SSN) e dell'Università di Genova (DISTER) è stata completamente qualificata, selezionata ed unificata in un unico data-set per il processing sismologico. I primi risultati di questo lavoro sono stati presentati in due poster al congresso EGS svoltosi a Nizza. Oltre alle localizzazioni è stata effettuata una tomografia preliminare dell'area delle repliche che ha consentito di fare valutazioni sulla dinamica della sequenza e ha permesso di ottenere riscontri con le analisi geologico-strutturali dell'area. I risultati di questo lavoro congiunto sono stati presentati in diversi interventi e poster ai convegni nazionali del GNDT e del GNGTS ed in due articoli sottomessi per la pubblicazione in un numero speciale di JOSE dedicato all'intera sequenza la cui uscita è prevista nel corso del 1999.

I dati utilizzati per l'intero lavoro sono stati organizzati in un data-set relazionato dotato di un'interfaccia html per la consultazione e la selezione degli eventi di interesse con l'obiettivo di renderlo accessibile alla comunità scientifica sia su supporto CD-ROM sia server web. Il progetto, realizzato congiuntamente con operatori del DISTER, è stato notevolmente rallentato dal coinvolgimento delle unità di ricerca in numerose altre operazioni nell'ambito degli studi sulla sequenza Umbria-Marche come la microzonazione di Fabriano e la preparazione dell'esperimento di sismica attiva e passiva di Sellano. Il CD-ROM dei dati e la documentazione relativa dovrebbero essere pubblicati entro la prima metà del 1999.

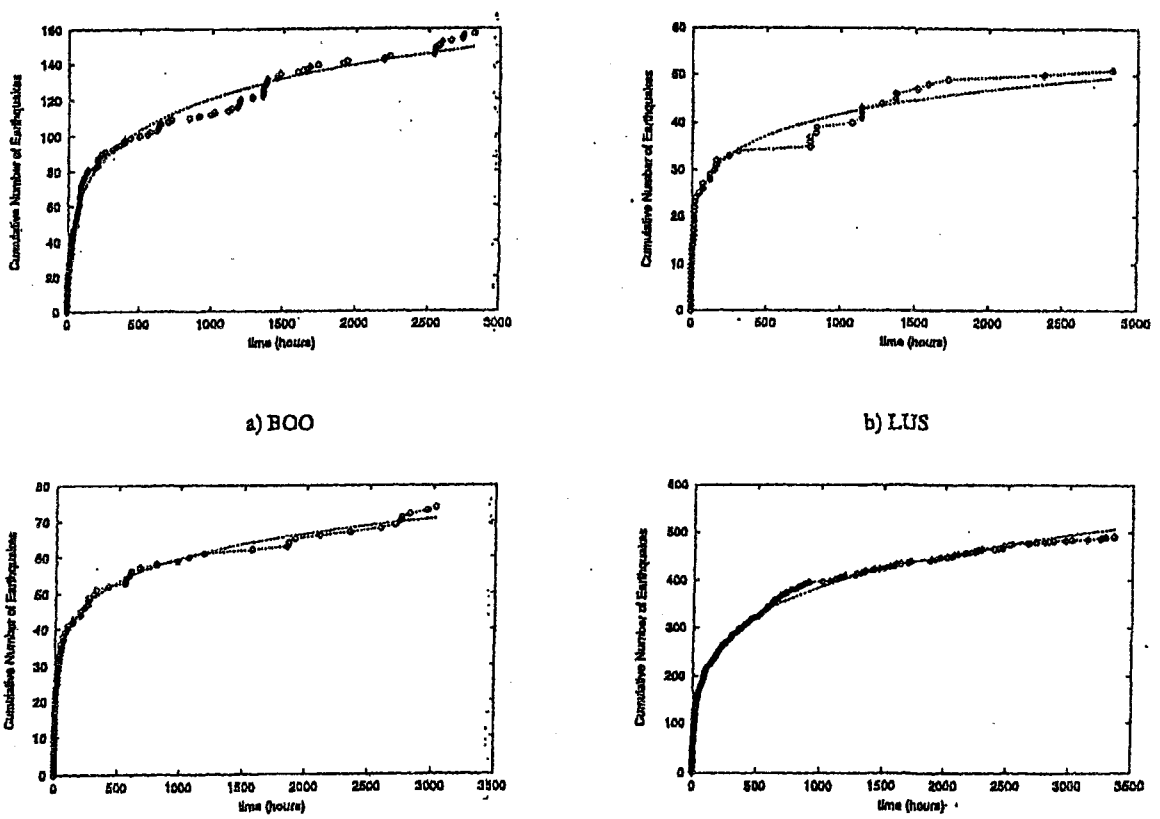
Ulteriori argomenti di ricerca sono stati sviluppati partecipando alla realizzazione del progetto di Microzonazione Umbria-Marche del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoto (GNDT) sia per quanto riguarda l'acquisizione di dati presso Fabriano (novembre 1997) sia per quanto riguarda lo sviluppo di metodologie di analisi delle registrazioni di after-shocks per scopi di microzonazione. In occasione della campagna di acquisizione si è proceduto alla messa a punto della relativa strumentazione e alla taratura dei sismometri. L'attività è rendicontata sul sito ufficiale del progetto (http://seism.irrs.mi.cnr.it/) ed è stata oggetto di comunicazioni e poster al convegno annuale del GNDT.

Sempre nell'ambito di questo progetto è in avanzato stato di progettazione l'esperimento di sismica attiva e passiva nel comune di Sellano che prevede una campagna di acquisizione dati con tecniche miste di sismica di esplorazione e di rilevazione di effetti sito da analisi di rumore per analizzare le cause che hanno portato a determinare i notevoli danni strutturali agli edifici dell'abitato di Sellano durante la sequenza. L'esperimento, che vede la partecipazione di operatori dell'Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico (IRRS), del DISTER e del SSN, dovrebbe svolgersi nella seconda metà del mese di gennaio del 1999.

3.3. Analisi di sequenze sismiche

L'attività di ricerca ha compreso uno studio delle principali sequenze sismiche avvenute nell'area friulana e slovena negli ultimi dieci anni, innescate dai

seguenti eventi principali: 1/1/88, Ml 4.2, avvenuta nell'area di Moggio Udinese (sequenza BOO); 5/10/91, Ml=3.9, avvenuta nell'area di Tarcento (sequenza LUS); 13/4/96, Ml=4.3, avvenuta nell'area di Claut (sequenza CLA); 12/4/98, Ml=5.6, avvenuta nell'area di Bovec (sequenza BOV). Le repliche delle sequenze BOO, LUS e CLA sono spazialmente concentrate sopra la profondità delle scosse principali, che sono caratterizzate da meccanismi focali inversi. Le repliche delle sequenze BOO e LUS sono caratterizzate da meccanismi focali inversi, ma con piani diversamente orientati rispetto alla scossa principale. Le repliche della sequenza CLA evidenziano meccanismi focali inversi con componente trascorrente e meccanismi focali trascorrenti. Gli aftershocks della sequenza BOV sono distribuiti in profondità quasi simmetricamente attorno alla scossa principale e definiscono un'area ellissoidica orientata circa NW-SE, con meccanismi focali di vario tipo, anche se è prevalente la trascorrenza, in conformità al meccanismo focale trascorrente puro della scossa principale. La disposizione spaziale degli eventi delle varie repliche e la tipologia dei meccanismi focali sono da porsi in relazione al fatto che lo stress indotto dalla scossa principale, in aggiunta al tensore di stress regionale, controlla l'orientazione ottimale dei piani di rottura lungo cui avvengono le repliche stesse.



a) BOO b) LUS

c) CLA d) BOV

Fig. 2 - Grafico di Omori per le quattro sequenze analizzate.

La relazione di Omori (Fig. 2) applicata alle sequenze indica che il decadimento della frequenza degli eventi non avviene in maniera graduale, ma sono presenti variazioni nella frequenza stessa legate alle diverse concentrazioni di stress

sulle asperità (porzioni di roccia più rigide non fratturate nel corso dell'evento principale) presenti sulla frattura principale e attorno a essa.

La distribuzione log-lineare del momento sismico rilasciato in funzione del tempo favorisce l'ipotesi che la distribuzione delle repliche sia causata da un processo di fatica statica sulle asperità presenti nel volume focale. Lo stress dinamico indotto dalla scossa principale causa un aumento del fattore di intensità di stress su ciascuna asperità, dove la frattura si sviluppa in modo quasi-statico fino al cedimento, con un tempo dipendente dal valore iniziale del fattore di intensità di stress. Il processo procede a cascata fino al rilassamento dello sforzo.

3.4. Modellazione tridimensionale Vp e Vp/Vs dell'area friulana

Con metodi di inversione tomografica da eventi locali registrati dalla RSFVG sono stati ricavati modelli tridimensionali della velocità delle onde P e del rapporto tra velocità delle onde P e onde S.

La distribuzione 3-D delle anomalie Vp e Vp/Vs è caratterizzata da marcate variazioni laterali ed in profondità, connesse alle eterogeneità geologico-strutturali che caratterizzano la crosta superficiale friulana. L'assetto strutturale di tale area è il prodotto di almeno tre fasi tettoniche principali, distinte fra loro: mesoalpina NE-SW, neoalpina N-S e neoalpina NW-SE. I modelli 3-D Vp e Vp/Vs evidenziano che la struttura tettonica è caratterizzata da una geometria crostale a cunei e prismi, con la presenza di due diversi livelli deformativi in profondità, connessi da faglie a rampa e copertura sedimentaria scollata dal basamento. La struttura tettonica più importante è costituita da un corpo ad alta velocità (Vp > 6.2 km/s) localizzato a profondità superiori ai 5-6 km nella parte centrale dell'area friulana, caratterizzato da marcate variazioni laterali del rapporto Vp/Vs. Gran parte dei terremoti ed in particolare gli eventi più forti della sequenza del 1976 sono localizzati all'interno ed in prossimità dei limiti del corpo ad alta velocità. Tale struttura è stata interpretata come cuneo tettonico, caratterizzato da faglie inverse sud-vergenti e antitetiche a nord, connesse con geometria di rampa alle faglie inverse di superficie e costituisce la principale zona sismogenetica dell'area. Un aspetto particolarmente significativo è che la maggior parte della sismicità rilocalizzata è distribuita nelle zone caratterizzate da maggior variazione del rapporto Vp/Vs, che viene attribuita alla presenza di alto grado di fratturazione ed alta pressione di fluidi nei pori.

Le misure di Vp eseguite in laboratorio a varie pressioni di confinamento simulanti diverse profondità, su due campioni rocciosi (uno calcareo l'altro di roccia dolomitica) rappresentativi della copertura sedimentaria fino a 8-9 km di profondità è in pieno accordo con la distribuzione della velocità delle onde P ricavate dall'inversione tomografica.

E' stata inoltre effettuata una inversione gravimetrica delle anomalie di Bouguer. Il modello di densità ottenuto conferma l'interpretazione geologico-strutturale.

3.5. Brillamento di un ordigno bellico

Nell'ambito delle attività di protezione civile curate dal CRS, il 6 dicembre 1998 è stata condotta una campagna di misure di tipo vibrometrico in occasione del brillamento di un ordigno bellico. A tale scopo sono state utilizzate stazioni mobili e alcune stazioni remote facenti parte della RSFVG. A distanze via via crescenti dal punto di scoppio (secondo un ben definito allineamento) sono stati posti dei rilevatori (accelerometri e velocimetri) allo scopo di determinare i valori massimi dello spostamento, della velocità, dell'accelerazione e della frequenza. Questo ha permesso di evidenziare l'attenuazione di tali valori a seconda della distanza dal punto di scoppio o dalla natura del sito. Non potendo stabilire uno strumento di calcolo capace di valutare univocamente gli oggetti prodotti da una sorgente sismica artificiale nei vari mezzi naturali ed artificiali, sono state utilizzate delle scale sperimentali in cui si pongono valori-limite connessi ad effetti macroscopici. Ogni scala fa riferimento ad un parametro caratteristico delle vibrazioni e ne stabilisce i limiti per cui gli effetti dannosi non si verificano, oppure sono possibili, probabili o certi. Le scale d'intensità (o di danno) utilizzate, e più in particolare i valori delle intensità che delimitano il campo delle vibrazioni pericolose per gli edifici, sono il frutto dell'esperienza acquisita, osservando i danni su costruzioni causati da vibrazioni d'intensità nota. Allo scopo sono stati utilizzati criteri e limiti di sicurezza legati alla velocità e all'accelerazione in funzione della frequenza, tenendo conto dei limiti di pericolosità per varie classi di costruzioni.

4. Studi di rischio sismico regionale

La Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia ha commissionato all'OGS, in collaborazione con le università di Trieste ed Udine, uno studio di rischio sismico regionale. Il CRS è coinvolto in questa importante operazione per quanto attiene la caratterizzazione delle zone sismogenetiche e per la definizione di relazioni di attenuazione di validità regionale.

Insieme ai geologi dei due atenei regionali, sono in fase di studio e revisione le zone sismogenetiche definite nel modello generale di validità nazionale sviluppato nell'ambito del GNDT. Questo modello prevede due zone sismogenetiche nelle Dinaridi, il Friuli appartiene ad un'unica zona ed la zona di svincolo Bellunese mette in relazione il Friuli al Veneto. L'analisi della sismicità, soprattutto di quella registrata dalla RSFVG, indica la possibilità di una diversa geometria per le zone dinariche ed una più ampia estensione della zona Bellunese. Di particolare importanza in questa rimodellazione delle zone sismogenetiche risulta l'ipotesi di collocare il forte terremoto del 1348, conosciuto come terremoto di Villaco, nella zona sismogenetica delle Dinaridi interne.

Per quanto riguarda l'attenuazione, è stata verificata la possibilità di ricavare registrazioni accelerometriche a partire da quelle velocimetriche. Questo permetterà una calibrazione delle relazioni di attenuazione anche per eventi di magnitudo media, che vengono generalmente esclusi dalle relazioni di letteratura per la scarsa disponibilità di dati accelerometrici.

5. Collaborazioni

E' stata attivata una collaborazione fra CRS, Servizio Geofisico della Slovenia e Università degli Studi di Trieste per la predisposizione di un CD ROM contenente tutte le registrazioni sismometriche ed accelerometriche collezionate dagli strumenti presenti nella regione interessata dal terremoto di Bovec del 12 aprile 1998.

Tutte le attività relative al terremoto di Umbria - Marche sono svolte nell'ambito del GNDT in collaborazione con SSN, DISTER e IRRS.

6. Attività didattica

Il CRS ha svolto attività didattica a scopo d'informazione tecnico-scientifica e di prevenzione in caso di sismi a favore di istituzioni pubbliche e scuole di ogni ordine e grado. Fra queste è da citare la collaborazione con l'Ufficio Didattico della Comunità Collinare del Friuli e con l'organizzazione di protezione civile del Comune di Udine.

7. Attività congressuale

I principali risultati ottenuti e gli studi svolti sono stati presentati in occasione dei principali convegni nazionali (GNDT, Roma; GNGTS, Roma) ed internazionali (EGS, Nizza; ESC, Tel Aviv; EAEE, Parigi) che si sono svolti nel corso dell'anno.

8. Conclusioni

Da quanto sopra descritto, si evince l'importanza dell'attività svolta dal CRS nel campo della sorveglianza sismica e della ricerca sulla sismogenesi regionale. La Tabella 1 sintetizza il lavoro tecnico - scientifico svolto dal CRS nel corso del 1998.

Tabella 1 - Consuntivo 1998.

Contratti attivi	Contratti in def.	Entrate	Pubblicazioni	Presentazioni
3	3	329 ML	11	11

Ricercatori del CRS sono inseriti nei principali programmi nazionali e partecipano all'acquisizione dati in occasione dei principali terremoti curando poi gli aspetti di interpretazione delle informazioni raccolte. Le prospettive in fase di maturazione dovrebbero portare il CRS a ricoprire un ruolo primario nella sismologia della regione Alpe - Adria. Risultano, inoltre, di importante ricaduta sociale gli studi di rischio sismico sviluppati. I principali risultati ottenuti sono stati illustrati durante i principali convegni scientifici nazionali ed europei e sono stati pubblicati su riviste internazionali. L'elenco di pubblicazioni qui riportato attesta ampiamente la rilevanza dell'attività di ricerca svolta.

Elenco delle pubblicazioni

Bernardis G., Bragato P.L., Durì G., Ponton F., Snidarcig A.; 1998: Misure di vibrazione per brillamento di ordigno bellico; Udine 6 dicembre 1998. Rel. 38/98 – CRS 3, OGS, Udine.

Bernardis G., Poli M.E., Snidarcig A., Zanferrari A.; 1998: Il terremoto di Bovec (Slovenia NW) del 12 Aprile 1998. In: 17° Convegno Nazionale G.N.G.T.S.. Riassunti estesi delle comunicazioni, Esagrafica, Roma, pp. 137 - 138.

Bragato P. L.; Bernardis G., Bressan G., Candido M., Durì G., Govoni A., Ponton F., Slejko D., Snidarcig A. e Urban S.; 1998: Il terremoto di Bovec (SLO): analisi dei dati sismometrici.In: 17° Convegno Nazionale G.N.G.T.S. Riassunti estesi delle comunicazioni, Esagrafica, Roma, pp. 136 - 137.

Bragato P. L.; Bernardis G., Bressan G., Candido M., Durì G., Govoni A., Ponton F., Slejko D., Snidarcig A. and Urban S.; 1998: The Bovec earthquake of April 12, 1998: preliminary analysis of the seismological data. In: 26th General Assembly of the European Seismological Commission (ESC). Abstracts, ElAl, Tel Aviv, pp. 13.

Bressan G., Snidarcig A., Venturini C.; 1998: Present state of tectonic stress of the Friuli area (eastern Southern Alps). Tectonophysics, 292, 211-227.

Cattaneo M., Augliera P., De Luca G., Gorini A., Govoni A., Marcucci S., Michelini A., Monachesi G., Spallarossa D., Trojani L. and XGUMS , 1998. The 1997 Umbria-Marche (Italy) earthquake sequence: analysis of the data recorded by the local and temporary networks, submitted to Journal of Seismology.

Cattaneo M., De Luca G., Gorini A., Michelini A., Monachesi G., Ponziani F. and XGUMS; 1998: Umbria - Marche earthquake sequence: the contribution of the Umbria, Marche and Abruzzo local seismic networks. In: Annales Geophysicae, Supplement 1 to Volume 16, pp. c162.

Cattaneo M., Michelini A., Milana G., Monachesi G. e XGUMS; 1998: Utilizzo congiunto di reti temporanee e locali per l'analisi della sequenza Umbro-Marchigiana del 1997. 17° Convegno Nazionale G.N.G.T.S. Riassunti estesi delle comunicazioni, Esagrafica, Roma, pp. 104-105.

Cattaneo M., Michelini A., Milana G. and XGUMS; 1998: Umbria - Marche earthquake sequence: the GNDT-UNIGE/OGS-DINMA and SSN seismic networks. In: Annales Geophysicae, Supplement 1 to Volume 16, pp. c162.

Gresta S., Peruzza L., Slejko D. and Distefano G.; 1998: Inferences on the main volcano-tectonic structures at Mt. Etna (Sicily) from a probabilistic seismological approach. Journal of Seismology, 2, 105 - 116.

Michelini A., Spallarossa D., Cattaneo M., Govoni A. and Montanari A., 1998. The 1997 Umbria-Marche (Italy) earthquake sequence: tomographic images obtained from data of the GNDT-SSN temporary network, submitted to Journal of Seismology.

Papoulia J., Peruzza L., Caccamo D., Neri G., Renner G., Slejko D., Snidarcig A. and Stavrakakis G.; 1998: Segmentation of the Hellenic arc by fault plane solution inversion. In: 26th General Assembly of the European Seismological Commission (ESC). Abstracts, ElAl, Tel Aviv, pp. 2.

Peruzza L., Rebez A and Slejko D.; 1998: Damage oriented spectral seismic hazard. In: 26th General Assembly of the European Seismological Commission (ESC).

Papers, ElAl, Tel Aviv, pp. 165 - 169.

Peruzza L., Rebez A and Slejko D.; 1998: Probabilistic seismic hazard spectra for the Adriatic region. In: Bisch P., Labbè P. and Pecker A. (eds), Proceedings of the Eleventh European Conference on Earthquake Engineering, Abstract volume and CD-ROM, pp. 48 and CD-ROM.

Rebez A., Peruzza L. e Slejko D.; 1998: Possono gli spettri aiutare l'uomo a sconfiggere il terremoto?. In: 17° Convegno Nazionale G.N.G.T.S. Riassunti estesi delle comunicazioni, Esagrafica, Roma, pp. 163 - 165.

Renner G. and Slejko D.; 1998: Stress tensor computation for the Adriatic region. In: Neri G. and Eva C. (eds), Earthquake plane solutions: databases, derived parameters, geodynamic inferences. Segraf, Messina, pp. 60 - 65.

Slejko D. (a cura di), Bernardis G., Bragato P.L.., Bressan G., Candido M., Durì G., Govoni A., Ponton F., Snidarcig A., Urban S.; 1998: Studio della sismicità regionale e gestione della rete di controllo sismico del territorio regionale a fini di protezione civile – Anno 1997. Rel. 7/98 – CRS 2, OGS, Udine.

Slejko D. (a cura di), Bernardis G., Bragato P.L.., Durì G., Ponton F., Snidarcig A.; 1998: Progetto della rete sismometrica del Veneto. Rel. 2/98 – CRS 1, OGS, Udine.

Slejko D., Peruzza L. and Rebez A.; 1998: Different aspects and considerations on seismic hazard in the Adriatic region. Annales Geophysicae, supplement 1 to vol. 16, 23rd EGS General Assembly Nice 20 - 24 April 1998, c19.

Slejko D., Peruzza L. e Rebez A.; 1998: Metodi ibridi per il calcolo della pericolosità sismica. In: Convegno 1998 - L'attività del GNDT nell'ambito del Progetto Esecutivo 1997. C.N.R. G.N.D.T., Roma, pp. 56 - 59.

Slejko D., Peruzza L. and Rebez A.; 1998: Seismic hazard maps of Italy. Annali di Geofisica, 41, 183 - 214.

Spallarossa D., Govoni A., Augliera P., Cattaneo M., Michelini A.; 1998: La sequenza sismica Umbro-Marchigiana 1997: primi risultati dalla rete sismica temporanea GNDT-SSN. 17° Convegno Nazionale G.N.G.T.S. Riassunti estesi delle comunicazioni, Esagrafica, Roma, pp. 103.

PAGINA BIANCA