



Progetto S6 – Data base dei dati accelerometrici italiani relativi al periodo 1972-2004

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

TASK 3 - Deliverable 5

Elenco degli eventi registrati e aggiornamento dei parametri ipocentrali e focali

A cura di

Francesco Mele, Barbara Castello (UR2)

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. PARAMETRI IPOCENTRALI	3
2.1 CATALOGHI E FONTI DI INFORMAZIONE	3
2.2 FONTI DI INFORMAZIONE E CRITERI DI SCELTA PER LE COORDINATE E LA PROFONDITA' DEGLI IPOCENTRI	4
3. Stima della Magnitudo	7
3.1. METODI DI STIMA DELLE MAGNITUDO	8
4. MECCANISMI FOCALI E REGIMI TETTONICI	10
4.1. FONTI DI INFORMAZIONE E CRITERI DI SCELTA PER I MECCANISMI FOCALI	10
4.2. CLASSIFICAZIONE DEI REGIMI TETTONICI	11
4.3. GEOMETRIA DI FAGLIA	13
5. Intensità macrosismica	13
Bibliografia	15
APPENDICE A	17

1. INTRODUZIONE

Il data-base dei dati accelerometrici italiani (Italian Strong Motion Data Base) copre un periodo di tempo di oltre 20 anni durante i quali non solo le reti sismiche italiane hanno subito una evoluzione notevolissima, ma l'intera sismologia mondiale e la tecnologia ad essa applicata è stata completamente rivoluzionata. La rete Sismica Nazionale gestita dall'INGV (ING fino al 1999), è cresciuta da 12 strumenti riportati nei bollettini del 1972 a oltre 180 nel 2004. Il Bollettino Sismico Italiano dell'anno 1972 include le fasi di 6 sismometri per un terremoto di magnitudo 5 avvenuto al largo di Ancona il 14 giugno 1972. Un terremoto di magnitudo analoga avvenuto il 25 novembre 2004 nell'Adriatico centrale, ben più lontano del precedente dalle coste italiane, è stato registrato da oltre 70 stazioni della Rete Sismica Nazionale. Occorre tenere presente questi dati nell'utilizzo del data-base accelerometrico perché la precisione con cui sono stati valutati i parametri ipocentrali dei terremoti è variata nell'arco di tempo coperto dal data-base di un ordine di grandezza.

2. PARAMETRI IPOCENTRALI

2.1 CATALOGHI E FONTI DI INFORMAZIONE

Per definire la lista di terremoti da includere nel data-base è stata dapprima compilata una lista delle registrazioni che includeva tutte quelle presenti nella banca dati ENEA per gli anni dal 1972 al 1993 e tutte quelle acquisite dalla Rete Accelerometrica Nazionale (RAN) gestita dal DPC-USSN negli anni dal 1993 al 2004.

Sono stati consultati il Catalogo Sismico ING-ENEL (data-base interno dell'Istituto Nazionale di Geofisica) per gli eventi dal 1972 al 1982, il Bollettino Sismico italiano (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - CNT, 2007), il Catalogo della Sismicità Italiana per il periodo dal 1981 al 2004 (CSI1.1, Castello et al. 2006, e CSI2.0

in corso di pubblicazione), il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI04 (Gruppo di lavoro CPTI, 2004).

Controlli incrociati sulla qualità delle registrazioni e sulla corrispondenza tra registrazioni ed ipocentri noti nei cataloghi hanno prodotto una lista definitiva degli eventi da includere nel data-base accelerometrico, pubblicato sul sito web del progetto.

Allo scopo di verificare lo schema e le specifiche tecniche del data-base, sono stati inseriti inizialmente i soli eventi per i quali tutti i campi della tabella del data base denominata *EVENTS* sarebbero stati compilati, ovvero quelli per i quali esiste anche una geometria di faglia definita. Si tratta di 17 eventi, che corrispondono ad un sottoinsieme dei terremoti di magnitudo maggiore di 5.0 registrati in Italia nel periodo 1972-2004, con geometrie di faglia presenti nel catalogo DISS versione 3.0.2 (DISS Working Group, 2006).

2.2 FONTI DI INFORMAZIONE E CRITERI DI SCELTA PER LE COORDINATE E LA PROFONDITA' DEGLI IPOCENTRI

Per assegnare una localizzazione ai terremoti è stato seguito un ordine generale di preferenza che privilegia le localizzazioni strumentali (CSI1.1, Bollettino e parte del Catalogo) alle localizzazioni macrosismiche (parte del CPTI.04). Il CSI1.1 ha integrato le fasi sismiche del Bollettino con fasi provenienti da altre reti locali italiane o delle nazioni a noi vicine. Per questa ragione i parametri ipocentrali del CSI 1.1 sono state preferiti alle localizzazioni del Bollettino. Per il periodo 2003-2004, è stata adottata la localizzazione fornita dalla revisione del CSI che è in corso di elaborazione (R. Di Stefano, comunicazione personale); le localizzazioni provenienti da tale estensione sono indicate con la sigla CSI2.0 L'ordine generale delle preferenze è il seguente:

- 1) CSI 1.1 (o revisione CSI 2.0 per gli anni 2003-2004)
- 2) Bollettino ING-INGV
- 3) Catalogo INGV (ex ING-ENEL, integrato con dati da Bollettino)
- 4) CPTI.04

Più in dettaglio, gli accelerogrammi sono stati associati a parametri ipocentrali applicando, in cascata, le seguenti regole:

- 1) ha la precedenza la localizzazione presente nel CSI1.1 (o 2.0), a cui si applicano però alcune eccezioni:

- 1a. la localizzazione CSI è stata in alcuni casi sostituita da una localizzazione rivista ex novo; ciò è accaduto per alcuni eventi per i quali l'attribuzione del corretto ipocentro era dubbia a causa della presenza nel CSI 1.1 di due ipocentri molto vicini nel tempo e nello spazio. In seguito ad un'analisi di dettaglio, è stato riscontrato che la maggior parte di queste coppie è imputabile a cattive associazioni delle fasi di un unico evento, erroneamente separate in due nel CSI 1.1. Questi eventi sono stati localizzati nuovamente con IPOP, parte del sistema *Locator* (Mele et al. 2002), utilizzato oggi per la produzione del Bollettino Sismico Italiano. In questa routine i parametri ipocentrali sono calcolati con l'usuale algoritmo ricorsivo di Geiger risolto tramite *Singular Value Decomposition* adattiva (ad ogni iterazione si definisce una nuova soglia del rapporto massimo ammesso tra autovalore massimo e gli altri autovalori i cui autovettori vengono utilizzati nel costruire la nuova soluzione). Ogni osservazione fornisce una equazione che contribuisce alla soluzione con un peso che è funzione del tipo di fase sismica, del residuo e della distanza della stazione dall'epicentro. Si applica l'approssimazione di Terra piatta con modello a due strati crostali omogenei piani e paralleli e un semispazio; i parametri del modello sono derivati da una inversione simultanea di epicentri, velocità e spessori crostali (F. Mele e G. Valensise, 1987).

- 1b. la localizzazione CSI viene rifiutata quando l'errore orizzontale indica 99 km. Ciò significa che la procedura di localizzazione utilizzata per redigere il CSI 1.1 non ha raggiunto la convergenza. In questo caso la localizzazione è stata assegnata seguendo l'ordine generale di

preferenza. In caso di assenza di altre localizzazioni attendibili, il terremoto è stato nuovamente localizzato con la procedura IPOP, ma solo se disponibili fasi provenienti da almeno 3 stazioni sismiche.

- 2) Se non esiste una localizzazione nel CSI 1.1, viene accettata la localizzazione del Bollettino Sismico Italiano.
- 3) Se non esiste una localizzazione nel Bollettino Sismico Italiano, viene accettata la localizzazione del Catalogo INGV (ex ING-ENEL).
- 4) Se non esiste una localizzazione nel Catalogo INGV, viene accettata la localizzazione CPTI.04.

I criteri di selezione sono stati applicati tramite una procedura automatica. Tuttavia le localizzazioni disponibili sono state visionate nuovamente e riconsiderate nei seguenti casi:

- a) localizzazione CSI 1.1 con errore orizzontale maggiore dell'errore orizzontale del Bollettino;
- b) localizzazione CSI 1.1 con errore orizzontale o verticale superiore a 10 km;

Nel catalogo CSI le fasi della rete sismica nazionale sono integrate con fasi di altre reti sismiche. La principale differenza procedurale tra Bollettino e CSI 1.1 consiste nel fatto che nei casi dubbi analizzati la profondità ipocentrale è fissata a priori nel Bollettino (a 5 o 10km) mentre è lasciata libera nel CSI 1.1. Le localizzazioni epicentrali di Bollettino e CSI sono risultate sensibilmente diverse solo nei casi in cui la profondità ipocentrale del CSI è nulla; queste localizzazioni CSI (con profondità ipocentrale nulla e con errore verticale uguale a 99km o con errore orizzontale superiore all'errore del Bollettino) sono state rigettate a favore della localizzazione del Bollettino effettuata a profondità fissata a priori. Negli altri casi sono state scelte comunque le localizzazioni del CSI 1.1 per includere nel data-base un insieme di localizzazioni maggiormente omogeneo e poiché il CSI 1.1 si basa un set di dati più completo rispetto a quello utilizzato dal Bollettino.

E' interessante notare che in quasi tutte le localizzazioni del CSI 1.1 analizzate in cui l'errore verticale è 99km, la profondità del Bollettino è fissata a 5 o 10km e la

profondità del CSI risulta tra i 6 e i 7km.

Nel caso dei 17 eventi maggiormente significativi i parametri della localizzazione sono stati ricavati da:

- Catalogo ING (data-base interno Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) per gli eventi che vanno dal 1972 al 1982
- Catalogo della sismicità italiana per il periodo dal 1981 al 2004 (CSI1.1 e CSI2.0)

Sono state inoltre inserite altre localizzazioni ipocentrali provenienti da altri cataloghi o da studi specifici. In questi casi non sono riportati espressamente i parametri della localizzazione ma bensì il codice di evento relativo al catalogo o il link al riferimento bibliografico della tabella *REFERENCE*. Sono stati utilizzati:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI04
- Riferimento bibliografico dove non presente in CPTI04 (per terremoti al di sotto della soglia del danno).

3. STIMA DELLA MAGNITUDO

Ad ogni evento sono associati più valori di magnitudo:

- ML - magnitudo Richter locale,
- MD - stima di ML da durata del segnale sismico attraverso scale di calibrazione locali,
- Mw - magnitudo momento,
- MS - magnitudo da onde di superficie,
- Mb - magnitudo da onde di volume telesismiche.

Per gli eventi più forti con magnitudo superiore a 5.0 i cataloghi internazionali riportano almeno Mw, MS e Mb. In questo catalogo viene selezionata la Mw calcolata dalle soluzioni dei parametri dei *Centroid Moment Tensor* (CMT) o *Regional Centroid Moment Tensor* (RCMT), mentre la Mb e la MS sono fornite dal Bollettino ISC o dal catalogo NEIC. Per i terremoti di magnitudo inferiore la magnitudo di riferimento è la magnitudo locale ML proveniente dai cataloghi o bollettini di sismicità strumentali prodotti dall' INGV. Qualora non fosse disponibile una stima di ML, viene utilizzato un valore di magnitudo di durata MD o una magnitudo ML ottenuta da valori di durata del segnale sismico e leggi di regressione del tipo $ML=f(\text{durata}; \text{distanza ipocentrale})$.

3.1. METODI DI STIMA DELLE MAGNITUDO

Per la determinazione di uno stesso tipo di magnitudo possono essere utilizzate diverse metodologie. Queste dipendono dagli strumenti di registrazione o dalla disponibilità dei dati e dalla grandezza del terremoto. Ad esempio la magnitudo momento (M_w) calcolata dal *Global Centroid Moment Tensor Project* è stimata su scala mondiale solo per gli eventi che superano la soglia $M_w \geq 5.0$, mentre per eventi con soglia inferiore, per i quali non è disponibile una valutazione di magnitudo momento globale, la M_w è stimata su scala regionale dall'*European Mediterranean Regional Centroid-Moment Tensors*.

I metodi di stima di magnitudo locale (ML), possono invece essere dipendenti dall'evoluzione nel tempo della strumentazione di un sistema di acquisizione quale ad esempio la *Rete Sismica Nazionale* o *MedNet (Mediterranean Very Broadband Seismographic Network)*.

Per le magnitudo locali ML, le fonti di informazione sono state i seguenti cataloghi in ordine di priorità:

- 1) CSI 1.1 1981-2002 (o revisione CSI 2.0 per gli anni 2003-2004)
- 2) Bollettino ING-INGV 1984-2004
- 3) Catalogo INGV (ex ING-ENEL, integrato con dati da Bollettino)

All'interno del CSI sono presenti magnitudo locali da registrazioni di strumenti *Wood-Anderson* (o sismogrammi sintetici *Wood-Anderson* ottenuti da strumenti a larga banda) per i terremoti più forti con soglia di completezza $ML = 3.8$; alcuni di questi valori provengono dal catalogo CSTI 1.0 (2001). Per terremoti minori per i quali non è disponibile una ML strumentale, viene stimata la ML dalla durata del segnale sismico tramite una regressione lineare del tipo $ML=f(\text{durata})$ e correzioni di stazione (valutate solo per la Rete Sismica Nazionale).

Il bollettino ING-INGV fornisce invece fino al 2004 una magnitudo locale approssimata calcolata su ampiezza e periodo di registrazioni effettuate da sismometri a corto periodo verticali.

Dal Catalogo ING, consultato per questo DB per gli anni 1972-1983, provengono magnitudo locali da singoli strumenti *Wood-Anderson* reali o calcolate da segnali provenienti da altri tipi di strumenti.

Le MD da durata calcolata all'INGV è stata inclusa nel DB per completezza di informazione laddove presente nel Bollettino ING-INGV. Per eventi i cui parametri ipocentrali sono stati nuovamente calcolati, è fornita una magnitudo da durata che è calcolata dalla procedura di localizzazione con la stessa relazione (correzione per la distanza epicentro-stazione) usata nel

Bollettino.

La magnitudo momento M_W , derivata dalla relazione con il Momento sismico M_0 , è stata calcolata dai seguenti cataloghi in ordine di priorità:

- 1) Il data-set dei CMT italiani dal 1976 ad oggi (Pondrelli et al., 2006), catalogo che comprende sia tutti i momenti tensori CMT dei terremoti italiani di magnitudo momento $M_w \geq 5$ calcolati dal *Global Centroid Moment Tensor Project* di Harvard, sia i momenti tensori regionali RCMT calcolati all'INGV per i terremoti italiani con $M_w < 5.0$.
- 2) EMMA, database dei meccanismi dei terremoti nell'Area del Mediterraneo versione 2, nel quale la M_w è ricalcolata da altri tipi di magnitudo.
- 3) CPTI04, con M_w ricalcolata da altri tipi di magnitudo

La M_S , magnitudo da onde superficiali, è calcolata generalmente per i terremoti maggiori e proviene da :

- 1) Bollettino dell'*International Seismological Centre* (ISC),
- 2) Data-base del *National Earthquake International Centre* (NEIC),
- 3) CPTI04, nel quale la M_s è ricalcolata dalla magnitudo macrosismica M_a tramite leggi di regressione.

La M_b , magnitudo da onde di volume, calcolata generalmente per i terremoti maggiori, è una buona stima di grandezza per i terremoti profondi; questa magnitudo, ove presente nel data base, proviene da:

- 1) Bollettino dell' *International Seismological Centre*,
- 2) Data-base *National Earthquake International Centre*.

Tavola riassuntiva dei metodi stima di magnitudo presenti nel DB:

ML

- ML-MEDN-Gasperini: magnitudo locale calcolata su ampiezze di sismogrammi da strumenti Wood-Anderson o sismogrammi sintetici Wood-Anderson, dal catalogo CSTI 1.0
- ML-MEDN-INGV: magnitudo locale calcolata su ampiezze di sismogrammi sintetici Wood-Anderson, dal catalogo CSII.1
- ML-REG: magnitudo locale calcolata da regressione lineare tra la durata del segnale ed ML, con correzione di stazione, dal catalogo CSII.1
- ML-V-SP: magnitudo locale calcolata da ampiezza e periodo sul massimo di fase registrato da un sismometro verticale a corto periodo (generalmente Teledyne S13, Rete Sismica Nazionale Centralizzata), dal Bollettino ING-INGV
- ML-Oth-ING-Catal: magnitudo locale dal Catalogo ING da strumenti non Wood-Anderson (1972-

1983)

- ML-RM-ING-Catal: magnitudo locale dal Catalogo ING da strumento Wood-Anderson alla stazione di Roma Monte Porzio (1972-1983)
- ML-TR-ING-Catal: magnitudo locale dal Catalogo ING da strumento Wood-Anderson alla stazione di Trieste (1972-1983)

MD

- Md-Boll-INGV: magnitudo durata dal Bollettino ING e INGV per gli anni (1984-2004) da funzione con correzione per la distanza calcolata per il territorio italiano

•

Mw

- Mw-CMT-HARVARD e Mw-RCMT-INGV: magnitudo momento determinata da una relazione con il Momento sismico (M_0) prodotto dal calcolo dei *Global Centroid Moment Tensor* e *Regional Centroid Moment Tensor*.
- Mw from EMMA catalogue: magnitudo momento ricalcolata da altre magnitudo
- Mw-Maw-CPTI04: Per il periodo dal Mondo Antico al 1980 è stata ricavata dalla Ma (magnitudo media pesata in termini di Ms) di CPTI99. Per il periodo 1981-2002, quando era presente un'inversione del tensore momento globale (Database CMT, Università di Harvard) o regionale (database RCMT, INGV) è stato adottato tale valore; altrimenti Mw è stata calcolata come combinazione pesata delle stime di Ms, Ml, mb, Mp e Mw macrosismica disponibili (Gruppo di lavoro MPS, 2004; App.1).

MS

- MS-ISC e MSZ-NEIS: magnitudo basata sul calcolo del massimo di velocità di spostamento (A/T) delle onde superficiali di periodo 20s tramite una funzione dipendente dalla distanza (entrambe le componenti orizzontale e verticale), dai bollettini internazionali ISC e NEIS.
- Ms-Mas-CPTI04: magnitudo calcolata da onde di superficie dal catalogo CPTI04. Fino al 1980 coincide con Ma (CPTI99), successivamente magnitudo media tra varie magnitudo calibrata a Ms.

Mb

- Mb-ISC e Mb-NEIS: magnitudo calcolata dall'ampiezza delle onde di volume tramite una funzione teorica corretta per attenuazione e spreading geometrico, dai bollettini internazionali ISC e NEIS

4. MECCANISMI FOCALI E REGIMI TETTONICI

4.1. FONTI DI INFORMAZIONE E CRITERI DI SCELTA PER I MECCANISMI FOCALI

I meccanismi focali provengono dal *CMT Italian data-set* che si riferisce al periodo 1976-

2004 (Pondrelli et al., 2006) o dal data base dei meccanismi focali del mediterraneo *Emma*, per il periodo 1972-1976 (Vannucci e Gasperini, 2004).

La metodologia di calcolo del meccanismo focale è definita con la sigla CMT se proveniente dal tensore momento sismico, che è la completa descrizione della grandezza del terremoto e della geometria della sorgente. Il *Centroid Moment Tensor* (CMT) è un metodo di calcolo per calcolare il momento tensore applicato sistematicamente per studi di sismologia globale dal *Global Centroid Moment Tensor Project* di Harvard. Su scala regionale si usa invece un algoritmo modificato (modellazione del periodo intermedio delle onde di superficie) detto *Regional Centroid Moment Tensor* (RCMT) (Pondrelli et al., 2002, 2004) applicato ad eventi sismici di magnitudo moderata non ben studiati a scala globale.

Laddove non siano disponibili meccanismi CMT o RCMT, soprattutto per i terremoti prima del 1977, sono riportati nel data base i momenti tensori forniti da EMMA (sigla REC nel DB). Questi valori sono calcolati dai meccanismi focali presenti in bibliografia, generalmente determinati dalla distribuzione delle polarità dei primi arrivi di fase (in tal caso la sigla che li identifica è PA = Primi Arrivi). Dove possibile, è stato riportato anche il codice che identifica l'evento nel catalogo di provenienza.

Il tipo di regime tettonico è definito secondo Zoback (1992) e descritto nel paragrafo successivo.

Tavola riassuntiva della determinazione del metodo del meccanismo focale (dal codice del *Data-set italiano CMT*: Pondrelli et al. 2006).

La prima lettera indica come e dove è stato calcolato il CMT:

- se è A o B o C o Z si tratta di un dato che proviene dal catalogo di Harvard = **CMT**.
- se è T proviene da un lavoro fatto 10 anni fa su sorgenti tsunamigeniche (Pondrelli et al. 1999) = **CMT**
- se è R proviene dal catalogo Euro-Med RCMT dell' INGV = **RCMT**
- se è S si tratta di un CMT originale, appositamente determinato per il *CMT Italian data-set*. = **RCMT**

4.2. CLASSIFICAZIONE DEI REGIMI TETTONICI

Mary Lou Zoback nota che si trova una correlazione molto buona tra orientazioni di stress ottenute da misure in situ e osservazioni geologiche di superficie, analisi di breakouts effettuate a 4-5 chilometri di profondità e meccanismi focali di terremoti fino a una profondità di 20 chilometri. Laddove siano disponibili osservazioni di orientazione dello stress che presentano uniformità su scala regionale, commenta Zoback, è possibile definire dei pattern di

stress caratteristici dell'intera regione. Il regime di stress dedotto da un terremoto può quindi avere implicazioni significative che vanno ben oltre la singola osservazione. Per caratterizzare il regime tettonico dei terremoti riportati in questo data-base abbiamo utilizzato la classificazione fornita dalla stessa Zoback. Essa si basa sull'analisi del tensore di stress, ed in particolare sull'orientazione degli assi P, T e B. La convenzione utilizzata assume che lo stress compressivo sia positivo, secondo lo standard geologico/geofisico, in modo che la notazione $S_1 > S_2 > S_3$ sta ad indicare che S_1 è l'asse principale di compressione massima mentre S_3 è l'asse di minima compressione. Sulla base della grandezza relativa e dell'orientazione dei valori associati ai tre assi principali del tensore di stress Zoback, seguendo Anderson (1951), contraddistingue tre regimi tettonici principali:

1. **Normal Fault (NF):** il regime estensionale, dove $S_v > S_{Hmax} > S_{hmin}$ (dove S_v è l'asse verticale, S_{Hmax} è l'asse orizzontale maggiore e S_{hmin} è l'asse orizzontale minore), che corrisponde a una fagliazione normale con direzione dello *slip* immergente ad alto angolo (*deep-slip*).
2. **Strike Slip Fault (SS):** il regime di stress trascorrente (strike-slip) dove $S_{Hmax} > S_v > S_{hmin}$; si tratta in questo caso di fagliazione il cui lo *slip* ha componente orizzontale predominante (in alcuni casi può essere presente una minima componente di tipo normale o thrust).
3. **Trust Fault (TF):** quest'ultimo regime tettonico principale è dovuto a compressione con orientazione degli assi tale che $S_{Hmax} > S_{hmin} > S_v$, e corrisponde a *deep-slip* inverso.

Zoback introduce nella classificazione anche dei regimi tettonici intermedi, supposti di transizione da un regime a un altro, che si presentano quando due degli stress hanno modulo simile tra loro.

4. **Normal - Strike Slip Fault (NS):** il regime di stress in cui $S_v \bullet S_{Hmax} \gg S_{hmin}$ può generare meccanismi focali che presentano una componente normale predominante che però è associata a una componente strike-slip.
5. **Strike Slip - Thrust Fault (TS):** il regime di stress del tipo $S_{Hmax} \gg S_{hmin} \bullet S_v$ genera fagliazione di tipo misto, con componente thrust predominante associata a una componente non trascurabile strike-slip.
6. **Regime non definibile (U = Unknown):** per la caratterizzazione del regime di stress Zoback fornisce degli intervalli e limiti di variabilità degli angoli di *plunge* degli assi degli assi P, B e T (o S_1 , S_2 , e S_3); si veda a tal proposito la tabella successiva. Quando il meccanismo focale non ricade nei limiti previsti, viene

dichiarato indefinito.

Tavola dei regimi tettonici			
plunge dell'Asse:			
P (S_1)	B (S_2)	T (S_3)	Regime
$pl \geq 52^\circ$		$pl \leq 35^\circ$	NF
$40^\circ \leq pl < 52^\circ$		$pl \leq 20^\circ$	NS
$pl < 40^\circ$	$pl \geq 45^\circ$	$pl \leq 20^\circ$	SS
$pl \leq 20^\circ$	$pl \geq 45^\circ$	$pl < 40^\circ$	SS
$pl \leq 20^\circ$		$40^\circ \leq pl < 52^\circ$	TS
$pl \leq 35^\circ$		$pl \geq 52^\circ$	TF

Tavola 1. Regimi tettonici classificati in base all'angolo di *plunge* degli assi P, B e T (S_1 , S_2 e S_3) secondo Zoback (1992) (Nella classificazione viene indicato con U=Unknown un eventuale tensore che non ricade nei limiti sopra indicati).

4.3. GEOMETRIA DI FAGLIA

Vengono riportati i parametri di strike, dip e rake dei terremoti che nel catalogo DISS (versione 3.0.2) sono associati a una geometria di faglia.

Se esistono in bibliografia studi sulla fagliazione superficiale indotta dalla sorgente, il fenomeno viene segnalato attraverso un flag del data base. Vengono inoltre riportati altri riferimenti bibliografici o di catalogo che indichino la presenza di altre faglie associate all'evento sismico.

5. INTENSITÀ MACROSISMICA

L'intensità macrosismica, I_0 , è quella riportata dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani

CPTI04.

BIBLIOGRAFIA

Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C., Amato A. (2006). CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma. <http://www.ingv.it/CSI/>

Catalogo ING (1450 b.C. - 1990) , file interno INGV

CSTI 1.0 Working Group (2001), Catalogo strumentale dei terremoti italiani dal 1981 al 1996, Versione 1.0 ISBN 88-491-1734-5 Clueb Bologna, CD-ROM

DISS Working Group (2006). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.0.2: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://www.ingv.it/DISS/>, © INGV 2005, 2006 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - All rights reserved.

Global Centroid Moment Tensor Project. <http://www.globalcmt.org>

Gruppo di lavoro CPTI (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>

International Seismological Centre. Bulletin of the International Seismological Centre. <http://www.isc.ac.uk>

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - CNT (2007). Bollettino della sismicità strumentale. Centro Nazionale Terremoti, INGV, Roma.
<http://www.ingv.it/~roma/reti/rms/bollettino>

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia MedNet - Mediterranean Very Broadband Seismographic Network. <http://mednet.rm.ingv.it>

Istituto Nazionale di Geofisica. ING Catalogue (1450 b.C. - 1990) Roma.

F. Mele e G. Valensise (1987). Un modello crostale per la localizzazione di eventi sismici regionali rilevati dalla rete sismica nazionale centralizzata dell'I.N.G., Atti del 6° Convegno Annuale del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Roma Dicembre 1987.

F. Mele, L. Badiali, C. Marcocci e A. Piscini (2002). Locator: i codici. Un sistema di localizzazione in tempo quasi reale. Note Tecniche del Centro Dati e Informazione sui Terremoti n. 6 / 2002.

National Earthquake Information Center - NEIC. Earthquake catalogue.
<http://earthquake.usgs.gov/regional/neic>

Pondrelli, S., Ekström, G., Morelli, A., Primerano, S., 1999. Study of source geometry for tsunamigenic events of the Euro-Mediterranean area. In International Conference on

Tsunamis, 297-307, UNESCO books, Paris

Pondrelli, S., A. Morelli, G. Ekström, S. Mazza, E. Boschi, and A. M. Dziewonski, 2002, European-Mediterranean regional centroid-moment tensors: 1997-2000, *Phys. Earth Planet. Int.*, 130, 71-101, 2002

Pondrelli S., A. Morelli, and G. Ekström, European-Mediterranean Regional Centroid Moment Tensor catalogue: solutions for years 2001 and 2002, *Phys. Earth Planet. Int.*, 145, 1-4, 127-147, 2004.

Pondrelli, S., S. Salimbeni, G. Ekström, A. Morelli, P. Gasperini and G. Vannucci, (2006) The Italian CMT dataset from 1977 to the present, *Phys. Earth Planet. Int.*, doi:10.1016/j.pepi.2006.07.008, 159/3-4, pp. 286-303. www.ingv.it/seismoglo/RCMT

Vannucci G., Gasperini P. (2004). The new release of the database of Earthquake Mechanisms of the Mediterranean Area (EMMA version 2). *Annals of Geophysics*, supplement to vol.47, N. 1

Zoback M.L. (1992). First- and Second-Order Patterns of Stress in the Lithosphere: the World Stress Map Project. *J. Geoph. Res.*, v.97, n.B8, pp. 11703-11728.

APPENDICE A

Nella tabella seguente specifichiamo il significato dei campi della tabella EVENTS nel file Excel associato.

TABELLA EVENTS	
date-time	Data e ora dell'evento, senza la specifica dei centesimi di secondo. Ha la funzione di identificatore univoco del terremoto.
date-time-2	Tempo origine del terremoto.
ot_err	Errore sul tempo origine in secondi.
Event_name	Denominazione con la quale viene generalmente indicato l'evento in letteratura.
lat	Latitudine dell'ipocentro in gradi
Lat_err	Errore sulla latitudine in chilometri
lon	Longitudine dell'ipocentro
Lon_err	Errore sulla longitudine in chilometri
dep	Profondità dell'ipocentro in chilometri
Dep_err	Errore sulla profondità in chilometri
Loc_catalog	Catalogo da cui è stato tratto l'ipocentro
Loc_reference	Dove disponibile, si indica il codice identificativo del terremoto nel catalogo di provenienza (in loc_catalog).
Other_ipocenter	Riferimento di altra localizzazione disponibile in letteratura o in altro catalogo.
I0	Valore di intensità.
I0_reference	Catalogo di provenienza del valore di intensità e codice identificativo del terremoto nel catalogo.
Loc_type	Tipo di localizzazione (S=strumentale)
area	Area-code: indicazione generica dell'area sismogenetica (secondo la tradizionale classificazione usata nel Bollettino Sismico ING-INGV).
ML	Valore di Magnitudo Locale
ML_method	Metodo di calcolo della Magnitudo Locale (si veda la tabella "MAG_METHOD").
ML_catalog	Catalogo di provenienza del valore di ML
ML_reference	Codice identificativo dell'evento nel catalogo di provenienza della ML
Md	Valore di magnitudo calcolata dalla durata del segnale.
Md method	Metodo di calcolo della Md (si veda la tabella "MAG_METHOD")
Md_catalog	Catalogo di provenienza del valore di Md
Md_reference	Codice identificativo dell'evento nel catalogo di provenienza della Md.
Mw	Moment Magnitude
Mw_method	Metodo di calcolo della Mw (si veda la tabella "MAG_METHOD")
Mw_catalog	Catalogo di provenienza del valore di Mw
Mw_reference	Codice identificativo dell'evento nel catalogo di provenienza della Mw
FM_METHOD_CODE	Metodo di calcolo del meccanismo focale (si veda la tabella "FM_METHOD")
FM_REFERENCE	Riferimento bibliografico del catalogo di meccanismi focali da cui è stato tratto il meccanismo riportato.
FAULT_FLAG	Se 1, esiste una faglia identificata associata all'evento (in DISS). In tal caso vengono specificati i 4 campi successivi.
STRIKE	Strike della faglia
DIP	Dip della faglia
RAKE	Rake della faglia.
FAULT_REFERENCE	Catalogo delle faglie di provenienza e codice di riferimento

	nel catalogo.
Surface_flag	Se 1, la faglia si estende fino in superficie.
Other_faults	Codice identificativo di altre faglie.
Zoback_Classification	Codice identificativo del regime tettonico, secondo la classificazione di M.L. Zoback (si veda la tabella ZOBACK_CLASS).
MS	Valore di magnitudo MS da onde superficiali.
MS_method	Metodo di calcolo di MS (si veda la tabella MAG_METHOD)
MS_catalog	Catalogo di provenienza del valore di MS
MS_reference	Codice identificativo dell'evento nel catalogo di provenienza della MS (ove disponibile)
Mb	Valore di magnitudo Mb (da body waves telesismiche)
Mb_method	Metodo di calcolo di Mb (si veda la tabella MAG_METHOD)
Mb_catalog	Catalogo di provenienza del valore di Mb
Mb_reference	Codice identificativo dell'evento nel catalogo di provenienza della Mb (ove disponibile)