

Progetto S2 – Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità dei forti terremoti in Italia

UR 3.1 - Coordinatore: Salvatore Barba (INGV-Roma1)

Risultati delle attività delle due annualità del progetto; eventuali difficoltà incontrate e modifiche di indirizzo; bibliografia essenziale
(max 18.000 caratteri spazi inclusi, ovvero 4 pagine, + max 8 figure/tabelle)

Sintesi e principali risultati

Abbiamo sviluppato nella UR 3.1 differenti modelli numerici di deformazione (strain-rate, velocità, slip-rate) per l'Italia, nell'area mostrata in Figura 1, utilizzando una metodologia agli elementi finiti. I modelli, tridimensionali e potenzialmente rappresentativi della situazione attuale, differiscono per le condizioni al contorno (elencate in Tabella 1 e mostrate per quanto possibile in Figura 1) e per i parametri meccanici e reologici (Tabella 2). L'insieme delle condizioni al contorno e dei parametri e le loro combinazioni rappresentano l'incertezza sulle quantità fisiche in gioco e sulle ipotesi geodinamiche. Abbiamo generato oltre 33000 modelli che esplorano dunque lo spazio delle incertezze e verificato quali parametri o intervalli di parametri rappresentano meglio le misure sperimentali di spostamento, stress e strain su scala nazionale. In sostanza si tratta di un metodo diretto "guidato", cioè facendo una analisi degli errori per separare l'errore dovuto ai dati dalle inaccurately introdotte dalla parametrizzazione.

Abbiamo considerato i seguenti dati: spostamento GPS (da UR3.2a – Caporali e da questa stessa UR 3.1, vedi Figura 2), orientazione di SHmin da break-out e da terremoti (Montone et al., 2004), regime tettonico nelle aree sismogeniche (Seismogenic Areas da DISS, UR 1.1 – Basili). Per ognuno di questi dataset, abbiamo calcolato lo scostamento tra le predizioni del modello e i dati stessi (generalmente una RMS o una deviazione media) e analizzato le inconsistenze sia a scala nazionale (esempio, Tabella 3) che locale/regionale (Figura 2).

Sulla base degli scostamenti su scala nazionale, abbiamo dunque studiato l'effetto dei parametri e delle condizioni al contorno, evidenziando gli intervalli di incertezza di questi. Per lo step 4, la Tabella 3 mostra i risultati sintetici per i 50 modelli che mostrano le minori inconsistenze con i dati reali ("migliore" relativamente all'ambito delle condizioni al contorno testate e/o accettabili). Da questi 50 modelli, abbiamo calcolato le medie e le deviazioni standard per spostamento-strain rate-stress-slip rate (Figure 3-6) in modo da rappresentare non il miglior modello in assoluto ma un insieme di modelli prossimi alle deviazioni minime o che discostano dal minimo di una quantità poco apprezzabile. La Tabella 3b mostra l'incidenza di ognuna delle condizioni al contorno e dei parametri variabili nello step 4 sui risultati finali. Dunque chiamiamo tale media "miglior modello".

Il miglior modello permette di predire, in approssimazione anelastica, la velocità (Figura 3), lo strain rate crostale (Figura 4), l'orientazione del SHmax su una griglia e il regime tettonico nelle aree sismogeniche (entrambi in Figura 5), ed infine lo slip rate per le faglie incluse nel modello (Figura 6) e per le aree sismogenetiche (Tabella 4). Quest'ultima elaborazione è presentata come

Deliverable associato al rapporto finale del progetto.

I risultati mostrano che: lo strain rate nell'area studiata varia da 0 a ~120 ns/y con una media nelle sorgenti areali di 14 ns/y; lo slip rate varia da 0 a 1.89 mm/y con una media nelle sorgenti areali di 0.27 mm/y. La sorgente areale con il maggior strain-rate è "Aspromonte-Peloritani" con una media di ~68 ns/y e un massimo di ~120 ns/y oltre ad uno slip-rate medio di ~0.5-1.13 mm/y. Le sorgenti areali più "veloci" (max >1.5 mm/y) sono "Irpina – Agri Valley", "Crati Valley" e "Southern Calabria". Il misfit (RMS) tra modello e i differenti dataset è di ~1.16 mm/y per le velocità misurate con le stazioni GPS permanenti; ~1.67 mm/y per le stazioni GPS temporanee; ~24° per l'azimut dello stress orizzontale massimo; l'attrito medio di lungo termine da utilizzare per il calcolo dello slip rate è di ~0.25; ~89% dei dati di break-out e di meccanismi focali concorda con le previsioni cinematiche del modello; il ~70% delle aree sismogenetiche ha cinematica omogenea che concorda con quella riportata su DISS. Dato il nostro approccio di dettaglio (alla scala della singola faglia sismogenetica, ~10-20 km), i misfit da noi ottenuti sono minori di quelli raggiunti da altri autori, ad esempio in California e Nuova Zelanda, nonostante la maggiore frammentazione della crosta in Italia.

Metodologia utilizzata

Abbiamo sviluppato la modellazione numerica necessaria utilizzando un metodo agli elementi finiti e calcolato le velocità nodali mediante il metodo dei residui pesati, tramite l'uso del software SHELLS (Bird, 1999) opportunamente modificato per includere nella rappresentazione le faglie sismogenetiche italiane (~10 km).

Per un sottoinsieme delle condizioni al contorno, e per un caso specifico di struttura crostale, flusso di calore, e reologia, abbiamo calcolato le mappe di velocità e strain rate per l'Italia.

Abbiamo assunto come ipotesi la struttura crostale (Nicolich, 2001; Marone et al., 2003) e litosferica (Pontevedo e Panza, 2002). Abbiamo invece determinato la reologia crostale media e le geoterme specificatamente per questo lavoro.

Reologia crostale. Abbiamo assunto una reologia fragile/duttile a due strati (crosta e mantello) ove la componente duttile è descritta dalla Power-law

creep
$$\sigma_{shear} = A(\dot{\epsilon})^E \exp\left(\frac{B+C \cdot z}{T}\right)$$
 e i cui parametri sono stati calcolati a partire dalla letteratura e da casi di studio in Italia. Tutti i parametri studiati sono riportati in Tabella 3. Per quanto riguarda la reologia, abbiamo interagito anche con il progetto S4 confrontando i nostri risultati con i dati di struttura crostale elaborati in S4-Task 2 ("Definizione di modelli cristallini", C. Chiarabba). E' stato imposto un limite superiore allo shear stress per il comportamento fragile e/o duttile (Parametro D in tabella 3); quando lo shear-stress supera tale limite assumiamo che il materiale vada in flusso plastico.

Geoterme. Il flusso di calore superficiale in Italia è stato ampiamente discusso in letteratura. Purtroppo i contributi di processi ancora attivi (infiltrazione di acque meteoriche, sedimentazione, erosione e attività vulcanica) influenzano le temperature dei primi chilometri (e.g., Della Vedova, 2001) e impediscono di utilizzare direttamente i dati sul flusso di calore

superficiale per calcolare la componente conduttiva stazionaria del flusso di calore e quindi le geoterme medie di nostro interesse. Abbiamo quindi utilizzato le temperature alla Moho (T_{moho}) ottenute da diversi approcci in diverse aree. Convertendo tale dato in gradiente geotermico verticale, abbiamo calcolato le temperature alla Moho anche per zone affini dal punto di vista geologico e geofisico. Conosciuta T_{moho} , calcoliamo il flusso di calore superficiale assumendo una conduzione stazionaria verticale. Abbiamo sfruttato le informazioni di diversi autori e regionalizzato l'area di studio in Alpi (Vorsteijn et al., 2003) Appennino settentrionale, Tirreno settentrionale e placca Adria (Pasquale et al., 1997), Tirreno meridionale e Appennino meridionale (Zito et al., 2003), e Ionio (Stein, 2003). Per superare i limiti dei profili reologici e le approssimazioni suddette legate ai parametri abbiamo seguito anche un secondo approccio e vincolato la profondità della transizione fragile duttile alla profondità massima degli eventi sismici crostali e alla profondità massima delle faglie sismogenetiche del DISS. Questo vincolo ha ridotto l'incertezza sulle quantità derivate (strain, stress, ecc.) negli step 3 e 4 e ha portato ad una regionalizzazione reologica (presente nello step 4).

Condizioni al contorno. Abbiamo considerato tutte o quasi le possibili condizioni al contorno potenzialmente attive nell'area di studio disponibili in letteratura da modello geologici, geodetici o geofisici. Le condizioni al contorno sono riportate sinteticamente in Tabella 1. Abbiamo testato tutte le combinazioni possibili per ogni step. Le trazioni basali, anche se formalmente sono "condizioni al contorno", per comodità sono state descritte nella Tabella 2 dei parametri e sono riportate sia in termini di "vtimes" (coefficiente usato dal codice di Bird, necessario per riprodurre i risultati) che in velocità crostale equivalente (apparentemente più intuitivo ma dipendente dalla reologia e dalla struttura del modello).

Attrito efficace delle faglie. Abbiamo studiato come il misfit tra i dati e i risultati teorici dipenda dall'attrito medio di lungo termine sulle faglie, con attrito variabile da 0.05 a 0.9. I risultati sono stabili nell'intervallo 0.25-0.40 e questi due valori di attrito producono di fatto il minor misfit con i dati (Tabella 3) e quindi influenzano il calcolo dello slip-rate. Per "attrito" intendiamo attrito "efficace uniforme medio di lungo termine"; efficace perchè contiene tutti i termini che influenzano il movimento sulla faglia (Coulomb, fluidi, etc.); uniforme perchè valore unico in tutto il modello; di lungo termine perchè non differenzia la fase di faglia full locked o quasi locked (intersismico, presismico) dalla fase di scorrimento sismico, o parzialmente locked (cosismico, postsismico).

Difficoltà incontrate e modifiche di indirizzo

Essenzialmente non ci sono state modifiche di indirizzo ma compiti aggiuntivi e non preventivati. Ad esempio, abbiamo dovuto introdurre una regionalizzazione reologica al fine di raggiungere il dettaglio richiesto dal progetto. La sola regionalizzazione reologica ha richiesto 3-4 mesi di lavoro non preventivato inizialmente.

Per carenza di ipotesi geodinamiche, il modello ha un errore più alto nella parte NW dell'Appennino (Intersezione tra Emilia Romagna, Liguria e Piemonte). Verso la fine del progetto erano disponibili informazioni ulteriori,

ma poichè lo sviluppo di un modello richiede circa 6 mesi abbiamo preferito non tentare di correggere la strada intrapresa in quanto non c'era tempo per effettuare tutti i test comunque necessari.

Tra le difficoltà incontrate c'è lo sviluppare il modello con il DISS in fase di modifica. Sviluppare un modello prende alcuni mesi, quindi in ogni step abbiamo dovuto lavorare con la versione di DISS vecchia di 2-6 mesi. Il problema è solo che poichè costruzione del modello e calibrazione vanno di pari passo, gli step 1-2-3-4 non sono interscambiabili perchè basati su faglie differenti. Ci siamo assicurati comunque che la bontà relativa tra i modelli appartenenti a step diversi non venga influenzata dalla versione del DISS ricalcolando gli indici sintetici (Tabella 3) e normalizzandole tramite la deviazione standard (dati-modello) per ogni step.

Altre cose da catalogare nelle difficoltà è la mancanza di informazioni di età delle faglie e rigetto totale nel DISS. Queste informazioni avrebbero potuto essere sfruttate per regionalizzare l'attrito delle faglie – attività che comunque non era prevista.

Risultati e Note

I risultati sono riportati in tabella e nelle figure. Per le figure che costituiscono deliverable, verranno forniti anche i file ascii lat e lon delle quantità e dell'errore. Gli indici sintetici 1 e d di Tabella 4 permettono di confrontare sinteticamente le RMS relative ai diversi dataset (ogni RMS è pesata per la deviazione standard del dataset corrispondente, calcolata escludendo gli outliers).

Alcune Sorgenti areali risultano come "non determinate" quando il dettaglio raggiunto dal modello e/o dai dati non era ancora sufficiente agli scopi del progetto.

Si suggerisce in collaborazione con la UR1.1 di valutare se informazioni quali età di inizio attività e rigetto totale delle faglie possano essere introdotte in DISS.

Per quanto riguarda lo strain rate e lo slip rate al di fuori delle zone mappate dal DISS, si suggerisce di includere almeno due aree sismogenetiche una legata al fronte Calabro e l'altra al fronte più esterno dell'Abruzzo (Scrocca, 2006), aree che accumulano deformazione e rilasciano slip in presenza di strutture orientate come da letteratura.

Per quanto riguarda lo slip-rate e strain-rate (punto per punto oppure per sorgenti areali) si ribadisce che queste due quantità devono entrare entrambe nel calcolo di quantità derivate, ad esempio del moment rate, in quanto la sorgente areale contemporaneamente disloca e si deforma e la deformazione rappresenta le faglie non mappate dal DISS. Pertanto non si può confrontare una sola quantità alla volta. Nel caso del GPS, probabilmente il confronto può essere fatto nell'assunzione di faglia full locked con lo strain-rate. Non ci sono lavori in letteratura che calcolano slip-rate e deformazione per cui lo slip-rate derivato dal solo GPS sarà sempre maggiore. Da test effettuati, buona parte dell'energia viene spesa in deformazione per cui solo il 25-50% dello slip rate derivato dai soli GPS in assenza di deformazione può essere associato alle faglie DISS.

Per le faglie più vecchie (esempio avampaese apulo), se consideriamo un attrito efficace di una faglia con 2 km di rigetto finito otteniamo un valore di slip rate doppio o triplo (effetto Byerlee). La stessa cosa avviene con la faglia del Belice. Non abbiamo potuto condurre tutti i test necessari per valutare questo effetto su tutte le faglie (non era previsto), ma comunque i test preliminari indicano che lo slip rate di Tabella 4 relativo alle faglie meno recenti o che hanno un rigetto totale maggiore è probabilmente sottostimato di un fattore 2 o 3. Pertanto, sulle faglie meno recenti lo slip rate riportato in tabella può essere moltiplicato per un fattore 2 o 3 in attesa di una trattazione completa dell'effetto dell'attrito faglia per faglia.

Bibliografia

Bird P. (1999). Thin-plate and thin-shell finite-element programs for forward dynamic modeling of plate deformation and faulting. *Computers & Geosciences*, **25**, 383-394.

Della Vedova B., S. Bellani, G. Pellis, & P. Squarci (2001). Deep temperatures and surface heat flow distribution. In: Vai G.B. and Martini L.P. (Ed.), *Anatomy of an orogen: the Apennines and adjacent Mediterranean basins*, Kluwer Academic Publishers, 65-76, Dordrecht, The Netherlands.

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.

Kirby S.H. (1983). Rheology of the Lithosphere, *Rev. Geophys. Space Phys.*, **21**, 1458-1487.

Marone F., M. van der Meijde, S. van der Lee, and D. Giardini (2003). Joint inversion of local, regional and teleseismic data for crustal thickness in the Eurasia–Africa plate boundary region. *Geophysical Journal International*, **154**, 2, August 2003, pp. 499-514.

Montone P., M. T. Mariucci, S. Pondrelli, & A. Amato (2004). An improved stress map for Italy and surrounding regions (central Mediterranean). *J. Geophys. Res.*, **109**, B10410, doi:10.1029/2003JB002703, 2004.

Nicolich, R. (2001). Deep seismic transects. In: Vai, G.B., Martini, P. (Eds.), *Anatomy of an Orogen: the Apennines and Adjacent Mediterranean Basins*. Kluwer Acad. Publishers, pp. 47–52.

Pasquale V., M. Verdoya, P. Chiozzi & G. Ranalli (1997). Rheology and seismotectonic regime in the northern central Mediterranean. *Tectonophysics*, **270**, 239-257.

Pontevivo A. & G. F. Panza (2002). Group velocity tomography and regionalization in Italy and bordering areas. *Phys. Earth Planet. Int.*, **134**, 1-15, 2002.

Scrocca D., Thrust front segmentation induced by differential slab retreat in the Apennines (Italy), *Terra Nova*, **18**, 145-161, doi: 10.1111/j.1365-3121.2006.00675.x, 2006.

Zito, G., Mongelli, F., de Lorenzo, S. & Doglioni, C., Heat flow and geodynamics in the Tyrrhenian Sea, *Terra Nova*, **15** (6), 425-432, doi: 10.1046/j.1365-3121.2003.00507.x, 2003.

Figure captions

Figure 1 – Study area. The model mesh (thin gray triangles) and the faults (black lines) are shown. Symbols at the edges represent the boundary conditions (crosses: zero displacement; circles: zero orthogonal displacement; arrows: velocity condition). At each boundary node, one or more condition is represented (see Table 1 and the text for details). Large gray areas represent the area affected by basal traction. The arrows indicate the range of direction of the tractions. (a) Eastern Alps and Northern Apennines (b) Central Apennines (c) Southern Apennines (d) South Calabria and Sicily.

Figure 2 – Misfit between model prediction and analysed dataset. GPS data (yellow: permanent; purple: temporary) and predicted velocities in the locked fault assumption (blue arrows); stress regime data (gray circles: all data; red circles: tectonic regime wrongly predicted by the model; number: azimuth deviation between predicted and observed).

Figure 3 – Model derived horizontal velocity map. It represents the average of the best 50 model (listed in table 50). The dashed line represents the area where the model can be constrained with data. Closed lines (still missing) inside the model represent areas where the model is yet poorly constrained (either due to model inadequacy or to data inconsistencies). **[DELIVERABLE]**

Figure 4 – Model derived horizontal strain rate map. Contour bands represent the base-10 logarithm of the maximum horizontal strain rate. Black lines represent the faults incorporated into the model. Details as in figure 3. **[DELIVERABLE]**

Figure 5 – Map of maximum horizontal stress directions. Blue: (σ_1) compressive, green: (σ_1) strike-slip, and red: (σ_2) extensional tectonics predicted by the model. Directions have been averaged in 20 km circles, and different colours are therefore overlapped when a change of tectonics at such small distances is predicted. Details as in figure 3.

Figure 6 – Map of slip rate – Slip rate values and directions for the faults incorporated into the model. Red: normal-transensional, red: reverse-transpressional. The fault tectonics is that one predicted by the model. Details as in figure 3.

Table captions

Table 1 - Tested boundary conditions. All the couples of Code-No have been tested with all the mechanical and rheological parameters sharing the same “step” number (e.g., step 4 consists of more than 15000 forward models given all 32 combinations of boundary conditions in step 4 that have been tested with all step 4 parameters).

Table 2. Mechanical (a) and rheological (b) model parameters. (a) Effc: effective fault friction coefficient; ρ : crust and mantle densities; basal traction: tractions applied to the base of the model; NA, CA, SA: Tractions applied to Northern, Central, and Southern Apennines, ARC: Tractions applied to Calabrian Arc; ALLMOD: Tractions applied to the whole model (tractions are independent from each other when values are reported in different cells, whereas a slash (/) indicates that such a traction has not been included); Vtimes: multiplier to basal traction intensities (arbitrary units). Fault compilation: DISS Working Group (2006) and references therein; Vel: crustal velocity equivalent to basal traction; fp: fluid pressure coefficient; τ_{\max} : Maximum shear traction on outer thrust and/or subduction zones; rheol: rheology, as in Table 2b; (b) Groups of tested rheological parameters (see the text for details); 5a: preferred rheology used in the final models.

Table 3 – Synthetic results. (a) RMS Results relative to the best models, with boundary conditions (see Table 1), basal tractions and azimuth (see Table 2), and Main parameters (see Table 2). Unlisted parameters are those relative of step 4 and are the same for all the 50 models. RMS relative to data from (1) Serpelloni et al. (2006), (2) EUREF (S2-UR 3.2-Caporali), (3) Montone et al. (2004), and (4) average geological slip (DISS Working Group, 2006). Indexes 1 and 2 allow to compare synthetically all the RMS (each RMS is weighted to the standard deviation of the appropriate dataset, excluding outliers); differently from Index2, Index1 do not incorporate geological slip rate. Absolute best model is no. 1. (b) Percentage of boundary conditions/parameter values in best 50 models.

Table 4 – Average strain rate and slip rate for seismogenic areas. [DELIVERABLE] Average results obtained by the best 50 models listed in Table 3. Nf and Ne: Number of fault elements (nf) and finite elements (ne) in the model for each seismogenic area (Source ID and region name as in DISS); ZS: model-derived average seismogenic thickness in the hypothesis of major fault; Average strain rate under the assumption of full and partial lock (maximum strain rate in the seismogenic region gives a measure of uncertainties); average and maximum slip rate in the assumption of partial lock; geological minimum and maximum slip rate from DISS; No. of data in a 50 km radius of the seismogenic area: Temporary GPS data (Serpelloni et al., 2006); Permanent GPS data (UR3.2-Caporali, this project); SHmax data (Montone et al., 2004).

Step	Code	Boundary condition	No.	Description	Pole or direction	Angular (°/My) and/or linear velocity (mm/y)	Reference	Note
1	EU	Europe	1	fixed	/	/		Assumed
	AF	Africa	1	rotation, CCW	-21.80E ; -0.95N	0.06	McClusky, 2003	
	IO	Ionian Plate	1	rotation, CCW	-21.80E ; -0.95N	0.06	McClusky, 2003	
			2	unknown	?	?		to be determined
			3	rotation, CCW	Same as AD	Same as AD		southern part of Adria microplate
	AD	Adria	1-6	rotation, CCW	9.50E ; 44.50N	0.22-0.32 (by 0.02)	Westaway, 1990	
7-12			rotation, CCW	9.07E ; 44.07N	0.22-0.32 (by 0.02)	Serpelloni, 2005		
2	EU	Europe	1	fixed	/	/		Assumed
	AF	Africa	1	linear	N45	5		
			2	rotation, CCW	-15.89E ; -1.00N	0.068	Serpelloni, 2007	
	IO	Ionian Plate	1	rotation, CCW	-15.89E ; -1.00N	0.068	Serpelloni, 2007	
			2	linear	N45	5		
			3	unknown	?	?		
	AD1	Adria (Southern Adria)	1	rotation, CCW	-15.89E ; -1.00N	0.068	Serpelloni, 2007	
			2	rotation, CCW + 25° CW rotation	-15.89E ; -1.00N	0.068		CCW Velocity field +25° CW
			3	rotation, CCW + 50° CW rotation	-15.89E ; -1.00N	0.068		CCW Velocity field +50° CW
			4	linear	N45	5		
	AD2	Albania (Central Adria)	1	rotation, CCW	Same as AF	Same as AF		
			2	transverse fixed	/	/		
			3	unknown	?	?		to be determined
			4	fixed	/	/		
			5	rotation, CCW + 50° CW rotation	-15.89E ; -1.00N	0.068		CCW Velocity field +50° CW
AD3	Dinarides (Northern Adria)	1	rotation, CCW	Same as AF	Same as AF			
		2	transverse fixed	/	/			
		3	fixed	/	/			

(Table 1 – Boundary conditions - cont.)

(Table 1 – Boundary conditions – cont'd)

Step	Code	Boundary condition	No.	Description	Pole or direction	Angular (°/My) and/or linear velocity (mm/y)	Reference	Note
3	EU	Europe	1	fixed	/	/		Assumed
	AFT	Africa (transition zone)	1	linear	N350	5		Parallel to thrust movement
			2	transverse fixed	/	/		
	AF	Africa	1	rotation, CCW	-15.89E ; -1.00N	0.068	Serpelloni, 2007	
			1	rotation, CCW	-15.89E ; -1.00N	0.068	Serpelloni, 2007	
	IO	Ionian Plate	2	unknown	?	?		to be determined
3			linear	N45	5			
AD	Adria	1	transverse fixed	/	/			
4	EU	Europe	1	fixed	/	/		Assumed
	AFT	Africa (transition zone)	1	linear	N350	5		Parallel to thrust movement
			2	transverse fixed	/	/		
	AF	Africa	1	rotation, CCW	-15.89E ; -1.00N	0.068	Serpelloni, 2007	
			2	rotation, CCW	-18.0E ; 36.2N	0.1	Mantovani, 2007	
	IO	Ionian Plate	1	rotation, CCW	-15.89E ; -1.00N	0.068	Serpelloni, 2007	
			2	unknown	?	?		to be determined
			3	solution of 1st step				this work (1st step)
			4	rotation, CW relative to Africa	20.00E ; 28.00N	0.2	Westaway, 1990	AF to EU: pole(-21.00E;21.00N), $\omega = 0.07^\circ/\text{Myr}$ CCW
	AD	Adria	1	fixed	/	/		
2			transverse fixed	/	/			

Table 1 – Boundary conditions

Step	effc	ρ (kg/m ³)		Basal tractions							Faults (DISS v.)	fp	T_{max} (N/m, 1E12)	Rheol
		Crust	Mantle	NA	CA	SA	ARC	ALLMOD	Vtimes (1E9) (a.u.)	Vel (mm/yr)				
1	0.05-0.40 (by 0.05); 0.60; 0.90	2650-3050 (by 50)	3150-3350 (by 50)	30N	-	/	140N	/	0.1; 3; 8; 20; 40; 90	0-5	2.0.1	0	5	1
2	0.25	2850	3300	30N			/	30N	5; 7; 8; 9; 11	0-10	3.0.1	0	5	1-4
3	0.25	2850	3300	30N			/	30N	5; 7; 8; 9; 11	0-10	3.0.1	0	0.01; 0.05; 0.1; 0.5; 1; 5; 10; 50; 100	All
4	0.15; 0.25; 0.40; 0.60	2850	3300	23-39N	23-39N	23-39N	140N	/	0.5; 1; 2; 3-5 (by 0.5); 6; 9	0-10	3.0.2	0; 0.5; 1	1; 2; 3; 3-5 (by 0.5); 6; 8	5a

Table 2 – (a) Mechanical model parameters and basal tractions

Rheol	Crust				Mantle				E
	A (MPa s ^{1/E})	B (K)	C (K·m)	D (MPa)	A (Pa·s ^{1/E})	B (K)	C (K·m)	D (MPa)	
1	900	4600	0	500	95000	14200	0.0171	500	0.3125
2	1.3	10884	0	500	95000	14200	0.0171	500	0.3125
3	1.3	10884	0	500	570	25813	0.0171	500	0.3125
4	900	4600	0	500	570	25813	0.0171	500	0.3125
5	2.11	10650	0	500	12800	19028	0.0171	500	0.41
5a	2.11	8625	0	500	12800	18028	0.0171	500	0.41
6	29.6	8019	0	500	12800	19028	0.0171	500	0.41
7	44.9	7947	0	500	88	28150	0.0171	500	0.36
8	3.05	11641	0	500	88	28150	0.0171	500	0.36
9	171	5533	0	500	12100	20848	0.0171	500	0.33
10	5	9221	0	500	12100	20848	0.0171	500	0.33

Table 2 – (b) Rheological model parameters

No.	Boundary Cond.					Traction				Main parameters			RMS					Synthetic	
	EU	AFT	AF	IO	AD	NA	CA	SA	ARC	Vtimes	effc	tmax	GPS1 (¹)	GPS2 Euref (²)	SHmax (³)	Bad Regime (³)	slip- rate (⁴)	Index1	Index2
										(a.u., 1E9)		(N/m, 1E12)	(mm/y)	(mm/y)	(DEG)	(%)	(mm/y)		
1	1	1	1	3	2	36N	30N	24N	-	4	0.25	4	1.67	1.16	24.88	11.24	0.43	1.181	1.370
2	1	1	1	4	2	39N	36N	24N	140N	3.5	0.25	4	1.64	1.29	25.73	11.7	0.45	1.225	1.374
3	1	1	1	4	2	39N	36N	24N	140N	3.5	0.25	3.5	1.64	1.29	25.77	11.7	0.45	1.231	1.380
4	1	1	1	4	2	39N	36N	21N	140N	3.5	0.25	4	1.64	1.29	25.74	12.39	0.44	1.272	1.382
5	1	1	1	3	2	36N	24N	24N	-	4	0.25	4	1.67	1.16	25.29	11.47	0.42	1.264	1.383
6	1	2	1	3	2	36N	24N	24N	-	4	0.25	4	1.67	1.16	25.27	11.7	ND	1.276	1.385
7	1	1	1	4	2	39N	36N	21N	140N	3.5	0.25	3.5	1.64	1.29	25.78	12.39	0.44	1.279	1.388
8	1	1	1	4	2	39N	36N	24N	140N	3.5	0.25	3	1.64	1.29	25.83	11.7	0.45	1.241	1.388
9	1	1	1	4	2	39N	36N	24N	140N	3.5	0.25	4.5	1.64	1.3	25.69	11.7	0.45	1.253	1.390
10	1	1	1	4	2	39N	39N	21N	140N	3.5	0.25	4.5	1.64	1.3	25.51	12.39	0.44	1.270	1.395
11	1	2	1	3	2	36N	30N	24N	-	4	0.25	4	1.67	1.17	24.86	11.24	ND	1.213	1.395
12	1	1	1	4	2	39N	39N	24N	140N	3.5	0.25	3	1.64	1.3	25.62	11.47	0.45	1.226	1.398
13	1	1	1	4	2	39N	39N	21N	140N	3.5	0.25	4	1.64	1.3	25.54	12.39	0.44	1.274	1.399
14	1	1	1	4	2	39N	39N	24N	140N	3.5	0.25	3.5	1.64	1.3	25.6	11.7	0.45	1.238	1.401
15	1	1	1	4	2	39N	39N	24N	140N	3.5	0.25	4	1.64	1.3	25.6	11.7	0.45	1.238	1.401
16	1	1	1	4	2	39N	39N	24N	140N	3.5	0.25	4.5	1.64	1.3	25.6	11.7	0.45	1.238	1.401
17	1	1	1	4	2	39N	36N	21N	140N	3.5	0.25	3	1.64	1.29	25.83	12.39	0.44	1.287	1.402
18	1	1	1	4	2	39N	39N	21N	140N	4	0.4	3.5	1.68	1.26	25.57	9.63	0.45	1.735	1.403
19	1	1	1	4	2	36N	36N	24N	140N	3.5	0.25	4	1.64	1.29	25.91	11.93	0.45	1.270	1.403
20	1	1	1	4	2	36N	39N	24N	140N	3.5	0.25	4.5	1.64	1.3	25.7	11.7	0.45	1.255	1.406
21	1	1	1	4	2	36N	36N	21N	140N	3.5	0.25	4	1.64	1.29	25.89	12.61	0.44	1.312	1.406
22	1	1	1	4	2	36N	36N	24N	140N	3.5	0.25	3.5	1.64	1.29	25.95	11.93	0.44	1.276	1.408
23	1	1	1	4	2	36N	36N	21N	140N	3.5	0.25	3.5	1.64	1.29	25.92	12.61	0.44	1.317	1.410
24	1	1	1	4	2	39N	36N	24N	140N	4	0.4	3.5	1.68	1.26	25.63	9.63	0.45	1.745	1.411
25	1	1	1	4	2	36N	39N	24N	140N	3.5	0.25	4	1.64	1.3	25.74	11.7	0.45	1.261	1.411

(Table 3 – Synthetic results (Best models of step 4) - cont.)

(Table 3 – Synthetic results (Best models of step 4) – cont'd)

No.	Boundary Cond.					Traction				Main parameters			RMS					Synthetic	
	EU	AFT	AF	IO	AD	NA	CA	SA	ARC	Vtimes	effc	tmax	GPS1 (¹)	GPS2 Euref (²)	SHmax (³)	Bad Regime (³)	slip- rate (⁴)	Index1	Index2
										(a.u., 1E9)		(N/m, 1E12)	(mm/y)	(mm/y)	(DEG)	(%)	(mm/y)		
26	1	1	1	4	2	39N	39N	21N	140N	3.5	0.25	3.5	1.64	1.3	25.58	12.39	0.44	1.281	1.412
27	1	1	1	4	2	36N	39N	21N	140N	3.5	0.25	4.5	1.64	1.3	25.72	12.39	0.44	1.304	1.415
28	1	1	1	4	2	36N	36N	21N	140N	4	0.4	3.5	1.68	1.26	25.67	9.63	0.46	1.751	1.416
29	1	1	1	4	2	36N	39N	21N	140N	4	0.4	3.5	1.68	1.26	25.59	9.86	0.45	1.753	1.418
30	1	1	1	4	2	36N	39N	21N	140N	3.5	0.25	4	1.64	1.3	25.75	12.39	0.44	1.309	1.419
31	1	1	1	4	2	39N	39N	21N	140N	3.5	0.25	3	1.64	1.3	25.64	12.39	0.44	1.291	1.420
32	1	1	1	4	2	36N	39N	24N	140N	3.5	0.25	3	1.64	1.3	25.84	11.47	0.45	1.263	1.420
33	1	1	1	4	2	36N	36N	24N	140N	3.5	0.25	4.5	1.64	1.3	25.89	11.93	0.45	1.302	1.421
34	1	1	1	4	2	36N	36N	24N	140N	3.5	0.25	3	1.64	1.29	25.99	11.93	0.44	1.283	1.421
35	1	1	1	4	2	36N	36N	21N	140N	3.5	0.25	3	1.64	1.29	25.96	12.61	0.44	1.323	1.423
36	1	1	1	4	2	36N	39N	24N	140N	3.5	0.25	3.5	1.64	1.3	25.78	11.7	0.45	1.268	1.424
37	1	2	1	3	2	30N	30N	24N	-	4	0.25	4	1.67	1.16	25.22	11.7	ND	1.268	1.424
38	1	1	1	3	2	36N	30N	24N	140N	4	0.25	4	1.66	1.24	25.65	10.78	0.42	1.364	1.425
39	1	1	1	3	2	30N	30N	24N	-	4	0.25	4	1.67	1.16	25.24	11.7	0.43	1.271	1.427
40	1	1	1	4	2	36N	36N	24N	140N	4	0.4	3.5	1.68	1.26	25.66	9.86	0.45	1.765	1.427
41	1	1	1	3	2	39N	36N	24N	140N	3.5	0.25	5	1.66	1.26	25.74	11.7	0.4	1.511	1.429
42	1	1	1	3	2	39N	36N	21N	140N	3.5	0.25	4.5	1.66	1.26	25.6	12.39	0.4	1.534	1.432
43	1	1	1	4	2	36N	39N	21N	140N	3.5	0.25	3.5	1.64	1.3	25.79	12.39	0.44	1.316	1.432
44	1	1	1	4	2	39N	39N	24N	140N	4	0.4	3.5	1.68	1.27	25.58	9.63	0.45	1.771	1.432
45	1	1	1	3	2	39N	36N	21N	140N	3.5	0.25	4	1.66	1.26	25.62	12.39	0.4	1.537	1.435
46	1	1	1	4	1	39N	36N	21N	140N	4	0.4	3.5	1.68	1.29	25.03	9.86	0.45	1.766	1.436
47	1	1	1	3	2	39N	36N	24N	140N	3.5	0.25	4	1.66	1.26	25.74	11.7	0.4	1.511	1.436
48	1	1	1	3	2	39N	36N	24N	140N	3.5	0.25	4.5	1.66	1.26	25.74	11.7	0.4	1.511	1.436
49	1	1	1	4	1	36N	36N	21N	140N	4	0.4	3.5	1.68	1.29	25.04	9.86	0.45	1.768	1.437
50	1	1	1	4	2	36N	39N	21N	140N	3.5	0.25	3	1.64	1.3	25.84	12.39	0.44	1.324	1.439

Table 3a – Synthetic results (Best models of step 4).

BC	1	2	3	4
EU	Fix			
AFT	94 %	6 %	/	/
AF	100 %	0 %	/	/
IO	0 %	0 %	24 %	70 %
AD	4 %	96 %	/	/

Azimuth	21N	24N	27N	30N	33N	36N	39N
NA	0 %	0 %	0 %	4 %	0 %	48 %	48 %
CA	0 %	4 %	0 %	10 %	0 %	48 %	48 %
SA	42 %	58 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Azimuth	140N	NO					
ARC	88 %	12 %					

	1	2	3	3.5	4	4.5	5	6	9
Vtimes (1e9)	0 %	0 %	0 %	70 %	30 %	0 %	0 %	0 %	0 %
T _{max} (N/m, 1E12)	0 %	0 %	16 %	32 %	34 %	16 %	2 %	0 %	0 %
effc	0.15	0.25	0.4	0.6					
	0 %	84 %	16 %	0 %					

Table 3b – Synthetic results (Percentage of boundary conditions/parameter values in best 50 models). Codes as in table 3a.

Source ID	Region	Model							Geological		No. of Data			
		nf	ne	Z _s (km)	Strain rate (ns/y)			Slip Rate (mm/y)		Slip Rate (mm/y)		GPS temp	GPS perm	SH _{max}
					Full lock (Avg)	Partial lock (Avg)	Partial lock (Max)	Avg	Max	Min	Max			
DZSA001	Northern Africa Offshore	9	56	10.4	270.3	32.90	34.5	2.71	3.639	0.26	1.87	0	0	0
FRSA001	Brianconnais	2	10	12.7	26.7	25.10	26.5	0.06	0.09	0.1	1	0	0	0
GRSA001	Southwestern Hellenic Arc	1	9	8.8	29.0	ND	ND	ND	ND	1	5.3	0	0	0
ITSA001	Ozzano dell'Emilia – Mendola	6	30	9.7	4.7	ND	ND	ND	ND	0.1	1	2	2	15
ITSA002	Central Southern Alps	7	63	10.5	11.2	0.50	0.9	0.12	0.145	0.1	1	1	1	27
ITSA003	Ripabottoni – San Severo	7	35	8.7	2.2	1.10	1.6	0.03	0.041	0.1	1	0	0	20
ITSA004	Ascoli Satriano – Barletta	10	59	8.8	2.0	1.10	1.4	0.03	0.036	0.1	1	0	0	17
ITSA005	Picerno – Massafra	11	71	9.8	8.6	8.10	21.4	0.03	0.049	0.1	1	2	1	20
ITSA006	Sciaccia-Gela	6	40	10.1	9.2	2.20	4	0.11	0.121	0.1	1	0	0	1
ITSA007	Thiene – Cornuda	1	15	7.7	8.5	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	2	4
ITSA008	Conero onshore	3	24	10.2	16.3	6.10	7.8	0.12	0.15	0.1	1	1	0	19
ITSA009	Codogno – Sant'Ilario d'Enza	7	42	9.1	2.2	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	0	14
ITSA010	Copparo – Comacchio	6	30	9.9	10.6	5.20	5.9	0.06	0.071	0.1	1	1	2	12
ITSA011	Lugo-Cesena	4	30	9.2	3.6	ND	ND	ND	ND	0.1	1	1	1	18
ITSA012	Portomaggiore – Ravenna	5	29	10.1	12.6	4.30	5.4	0.10	0.1	0.1	1	1	1	15
ITSA013	Aremogna – Cinquemiglia	2	17	12.4	48.0	16.50	30.6	0.75	1.047	0.1	0.6	3	0	6
ITSA014	Southern Tyrrhenian	11	70	6.3	57.2	3.60	6.9	0.37	0.69	0.2	1.5	2	0	8
ITSA015	Crati Valley	5	48	9.4	86.2	27.80	45.2	1.06	1.709	0.1	1	2	1	3
ITSA016	Aspromonte – Peloritani	5	52	6.8	122.0	67.80	118.9	0.44	1.129	0.9	2	2	1	4
ITSA017	Scicli – Catania	6	37	11.4	30.9	26.10	57.9	0.27	0.426	0.1	1	1	1	16
ITSA018	Rivanazzano – Villanterio	3	17	9.2	1.2	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	1	16
ITSA019	Crotone – Rossano	6	74	9.2	12.5	8.00	14.6	0.05	0.113	0.1	1	0	0	8
ITSA020	Southern Marche	6	29	8.9	22.8	12.60	13.5	0.12	0.124	0.1	1	2	1	23
ITSA021	Marsala – Belice	4	23	9.1	6.5	3.60	5.3	0.04	0.067	0.1	1	2	1	5
ITSA022	Imperia	3	29	8.3	5.1	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	0	1
ITSA023	Western Piemonte	1	18	10.7	2.0	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	1	0
ITSA024	Castelpetroso – UfitaValley	9	65	9.2	79.3	24.70	51.3	0.85	1.481	0.1	1	3	0	13

(Table 4 – Strain rates and slip rates for seismogenic areas - cont.)

Source ID	Region	Model							Geological		No. of Data			
		nf	ne	Z _s (km)	Strain rate (ns/y)			Slip Rate (mm/y)		Slip Rate (mm/y)		GPS temp	GPS perm	SH _{max}
					Full lock (Avg)	Partial lock (Avg)	Partial lock (Max)	Avg	Max	Min	Max			
ITSA025	Inner Central Apennines	14	101	11.7	45.4	17.70	29.1	0.63	0.912	0.1	1.7	1	1	26
ITSA026	Lunigiana - Garfagnana	8	51	7.4	13.7	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	0	8
ITSA027	Outer Central and Northern Apennines	31	219	9.9	15.0	7.50	12.5	0.10	0.137	0.1	1	0	0	11
ITSA028	Colfiorito - Sellano	3	28	8.9	66.8	45.60	81.6	0.26	0.602	0.1	1	2	2	51
ITSA029	Gela - Catania	6	34	10.6	51.1	29.10	63.6	0.36	0.608	0.1	1	0	0	12
ITSA030	Riminese offshore	1	12	9.4	7.3	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	0	3
ITSA031	Conero offshore	3	19	10.5	23.2	5.40	7.5	0.21	0.225	0.1	1	1	0	17
ITSA032	Pesaro - Senigallia	4	28	9.8	7.6	3.30	4	0.06	0.073	0.1	1	1	0	5
ITSA033	Mt. Pollino South	1	6	9.4	53.1	13.70	22.4	0.72	0.715	0.2	0.6	0	0	6
ITSA034	Irpinia - Agri Valley	6	57	9.5	81.4	20.20	37.4	1.12	1.542	0.4	0.6	2	1	24
ITSA035	Ragusa-Palagonia	2	18	11.9	13.1	9.70	13.9	0.20	0.273	0.1	1	1	1	18
ITSA036	Monte Lauro	0	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	1	1	1	13
ITSA037	Mugello-San Sepolcro - Trevi	15	80	7	25.9	10.30	38.6	0.13	0.137	0.1	1	2	2	7
ITSA038	Mercure Basin	3	18	9.5	73.2	19.40	39.7	0.99	1.168	0.1	1	0	0	13
ITSA039	Riminese onshore	3	18	9.4	4.8	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	0	8
ITSA040	Castelluccio-Sulmona	13	99	12.1	42.0	16.00	28.4	0.63	1.048	0.2	0.7	1	1	22
ITSA041	Selci Lama	2	18	9.3	51.9	28.80	37.6	0.30	0.398	0.1	1	2	1	10
ITSA042	Patti - Eolie	5	29	6.7	15.9	13.20	30.4	0.09	0.159	0.1	1	5	0	3
ITSA043	Pesaro-Senigallia offshore	5	31	10.3	17.7	4.80	7	0.15	0.187	0.1	1	0	0	2
ITSA044	Sant'Angelo Lodigiano - Casalpuusterlengo	3	22	9.2	1.2	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	1	28
ITSA045	Podenzano - Fornovo di Taro	4	25	10.2	7.9	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	0	11
ITSA046	Felino - Maranello	5	36	9.7	3.7	ND	ND	ND	ND	0.1	1	1	0	27
ITSA047	Castelvetro di Modena - San Lazzaro di Savena	3	23	9.5	3.7	ND	ND	ND	ND	0.1	1	3	2	25
ITSA048	Giudicarie	8	94	9.9	1.7	ND	ND	ND	ND	0.1	1	1	2	2
ITSA049	Cadelbosco di Sopra - Gonzaga	3	18	9	2.3	ND	ND	ND	ND	0.1	1	1	0	23
ITSA050	Quistello - Ferrara	6	41	9.2	4.4	ND	ND	ND	ND	0.1	1	1	1	14

(Table 4 – Strain rates and slip rates for seismogenic areas - cont.)

Source ID	Region	Model							Geological		No. of Data			
		nf	ne	Z _s (km)	Strain rate (ns/y)			Slip Rate (mm/y)		Slip Rate (mm/y)		GPS temp	GPS perm	SH _{max}
					Full lock (Avg)	Partial lock (Avg)	Partial lock (Max)	Avg	Max	Min	Max			
ITSA051	Mirandola - Molinella	5	36	9.7	7.0	2.50	3.1	0.05	0.081	0.1	1	2	2	17
ITSA053	Southern Calabria	4	31	7.8	109.9	37.00	79.7	0.87	1.518	0.1	1	2	0	1
ITSA054	Porto San Giorgio	6	37	8.9	24.6	11.50	13.7	0.13	0.154	0.1	1	0	0	39
ITSA055	Bagnara - Bovalino	5	20	8.3	24.9	3.80	15.7	0.44	1.394	0.1	1	3	1	3
ITSA056	Gubbio Basin	2	24	9.7	89.7	40.70	59.4	0.66	0.71	0.1	1	3	2	48
ITSA057	Pago Veiano - Montaguto	4	23	9.4	5.3	4.60	7.3	0.03	0.043	0.1	1	1	0	28
ITSA058	San Marco in Lamis – Mattinata	7	39	7.2	1.7	1.10	1.3	0.04	0.047	0.1	1.2	1	0	2
ITSA059	Tocco Casauria - Tremiti	18	96	8.4	3.5	1.60	2.2	0.05	0.073	0.1	1	0	0	18
ITSA060	Montello - Conegliano	4	17	8.8	13.5	7.90	15.9	0.05	0.108	0.47	1.56	0	0	3
ITSA061	Cansiglio - Polcenigo	3	39	9.6	32.1	8.20	16.2	0.25	0.302	0.31	0.78	0	1	3
ITSA062	Maniago - Sequals	5	23	9.4	33.3	7.50	14.6	0.27	0.354	0.1	0.34	0	2	11
ITSA063	Andretta - Filano	2	24	8.8	32.5	22.90	49.1	0.23	0.395	0.1	1	2	1	29
ITSA064	Tramonti - Kobarid	5	25	8.9	25.3	6.40	11.7	0.22	0.321	0.1	1	0	4	12
ITSA065	Medea	0	14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	3	12
ITSA066	Gemona - Tarcento	6	41	9.3	43.2	19.30	28.2	0.27	0.339	0.1	1.15	0	4	12
ITSA067	But - Chiarso	0	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	1	0	3	11
ITSA068	Catanzaro Trough	4	27	7.8	18.4	11.72	30.2	0.32	1.429	0.1	1	3	1	1
ITSA075	Pietracamela - Montesilvano	6	46	8.6	5.4	4.30	9.5	0.05	0.057	0.1	1	1	1	23
ITSA077	Pescolanciano - Castellino del Biferno	3	22	8.6	27.0	24.00	54.1	0.09	0.100	0.1	1	2	0	17
ITSA079	Campo di Giove - Campomarino	14	74	9.1	6.3	2.20	4.3	0.11	0.377	0.1	1	1	0	18
ITSA080	Nicotera - Roccella Ionica	2	19	8.4	13.6	13.50	45	0.00	0.004	0.1	1	1	0	2
ITSA084	Vallata - Monteverde	4	23	9.2	6.7	5.90	11.5	0.04	0.042	0.1	1	1	0	31
ITSA087	Conza della Campania – Tolve	3	20	9.1	50.4	39.10	67.1	0.28	0.381	0.1	1	2	1	26
ITSA089	Melfi - Spinazzola	7	29	9.5	1.9	1.20	1.7	0.02	0.036	0.1	1	2	1	15
SISA001	Bovec - Tolminka	6	29	9	3.3	ND	ND	ND	ND	0.1	2	0	2	4
SISA002	Tolmin - Idrija	9	60	7	22.2	16.90	29.7	0.18	0.195	0.1	2	0	2	1
SWSA001	Eastern Valais	1	6	13.7	11.5	10.20	13.8	0.05	0.05	0.1	1	0	0	0
SWSA002	Western Valais	3	13	14	15.1	4.91	7.306	0.39	0.407	0.1	1	0	0	0

Table 4 – Strain rates and slip rates for seismogenic areas

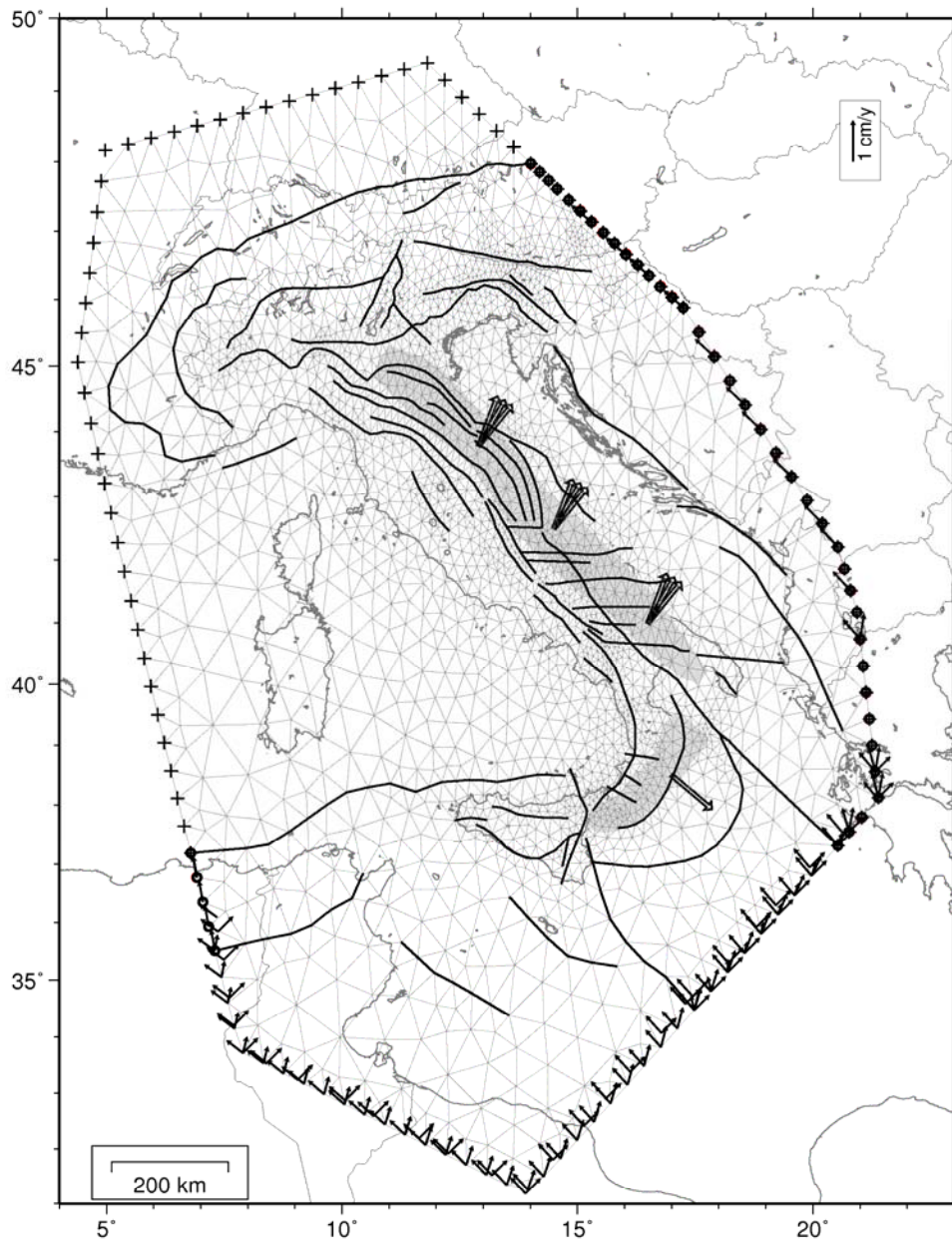


Figure 1 – Study area.

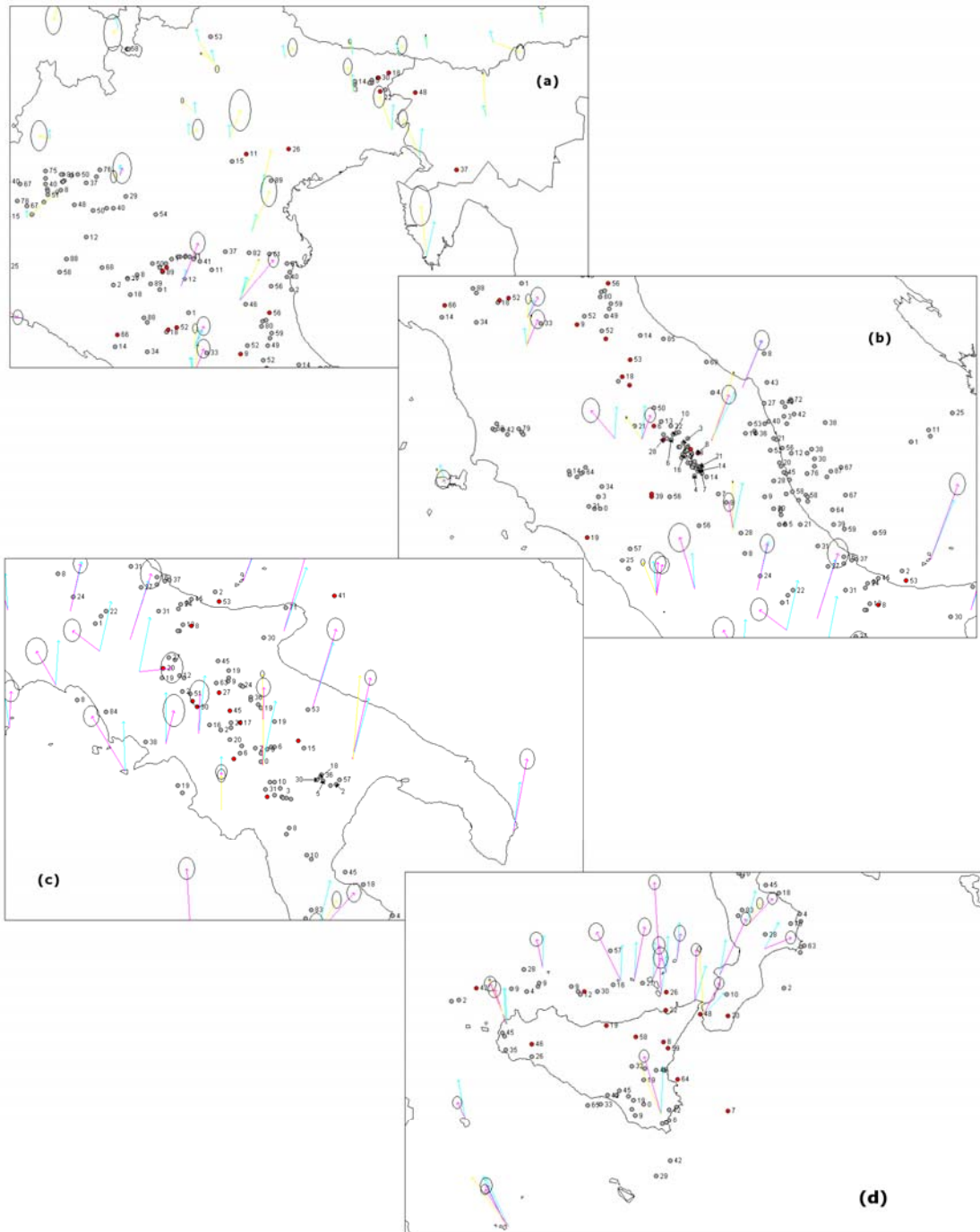


Figure 2

Figure 2 – Misfit between model prediction and analysed dataset.

"Velo"

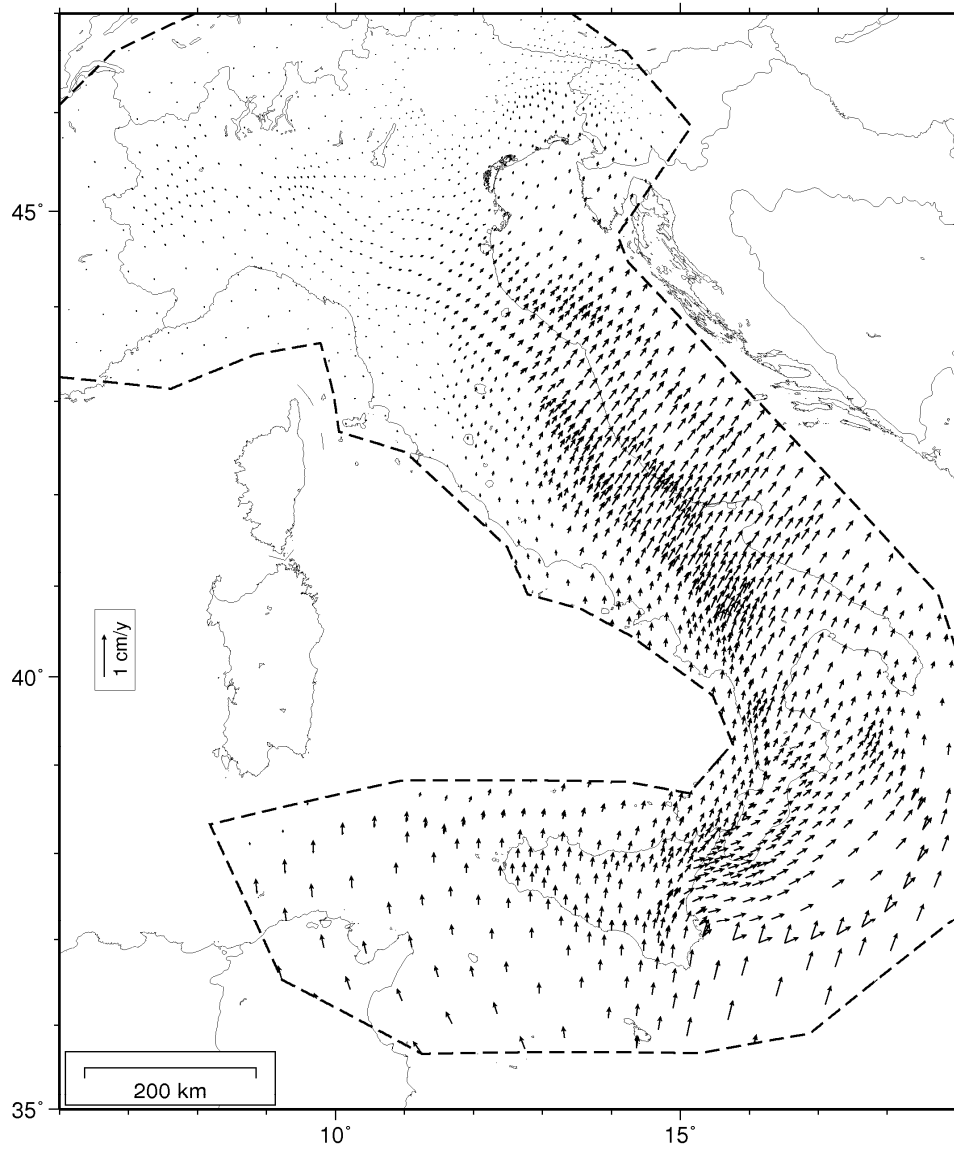


Figure 3 – Model derived horizontal velocity map.

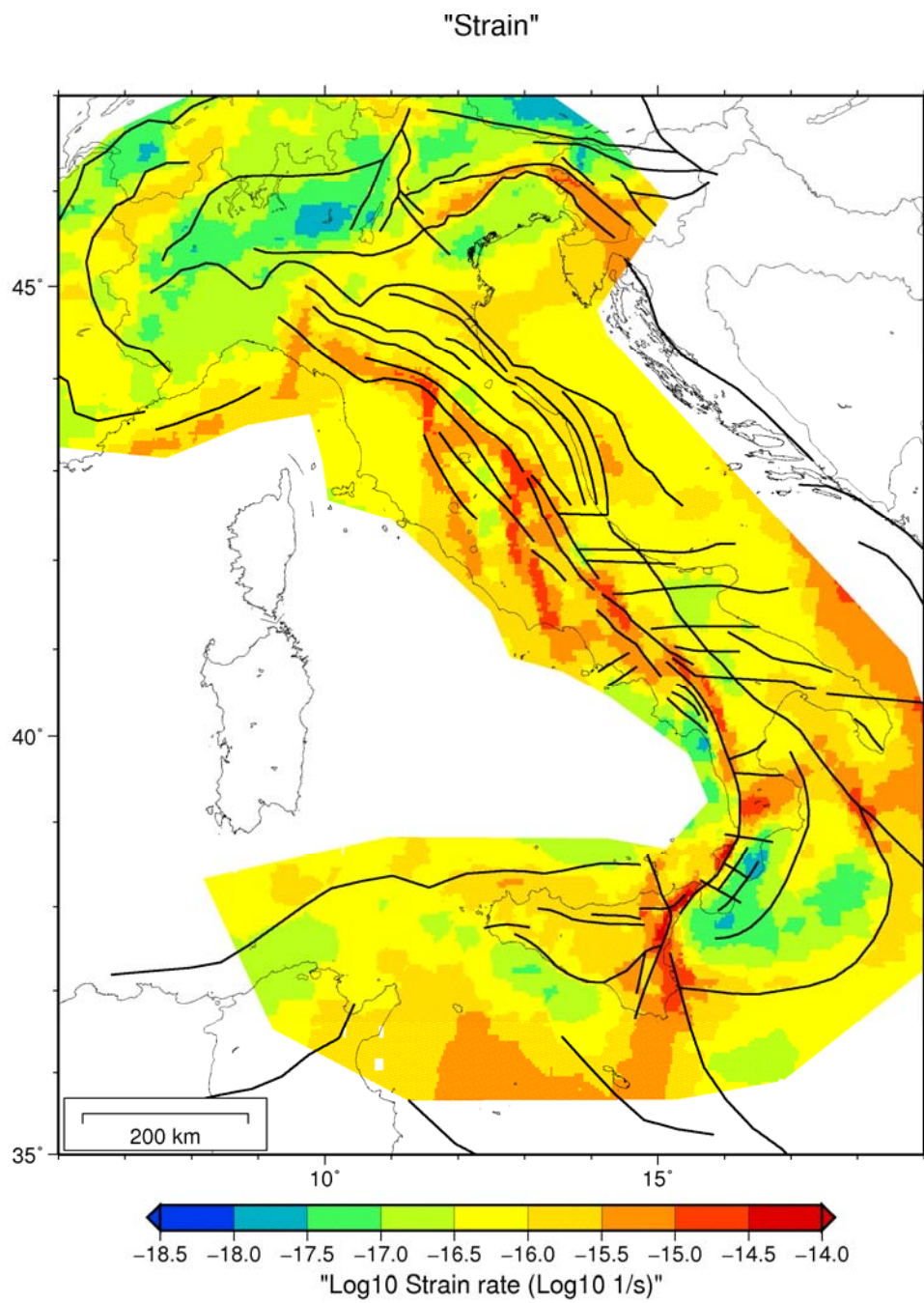


Figure 4 – Model derived horizontal strain rate map.

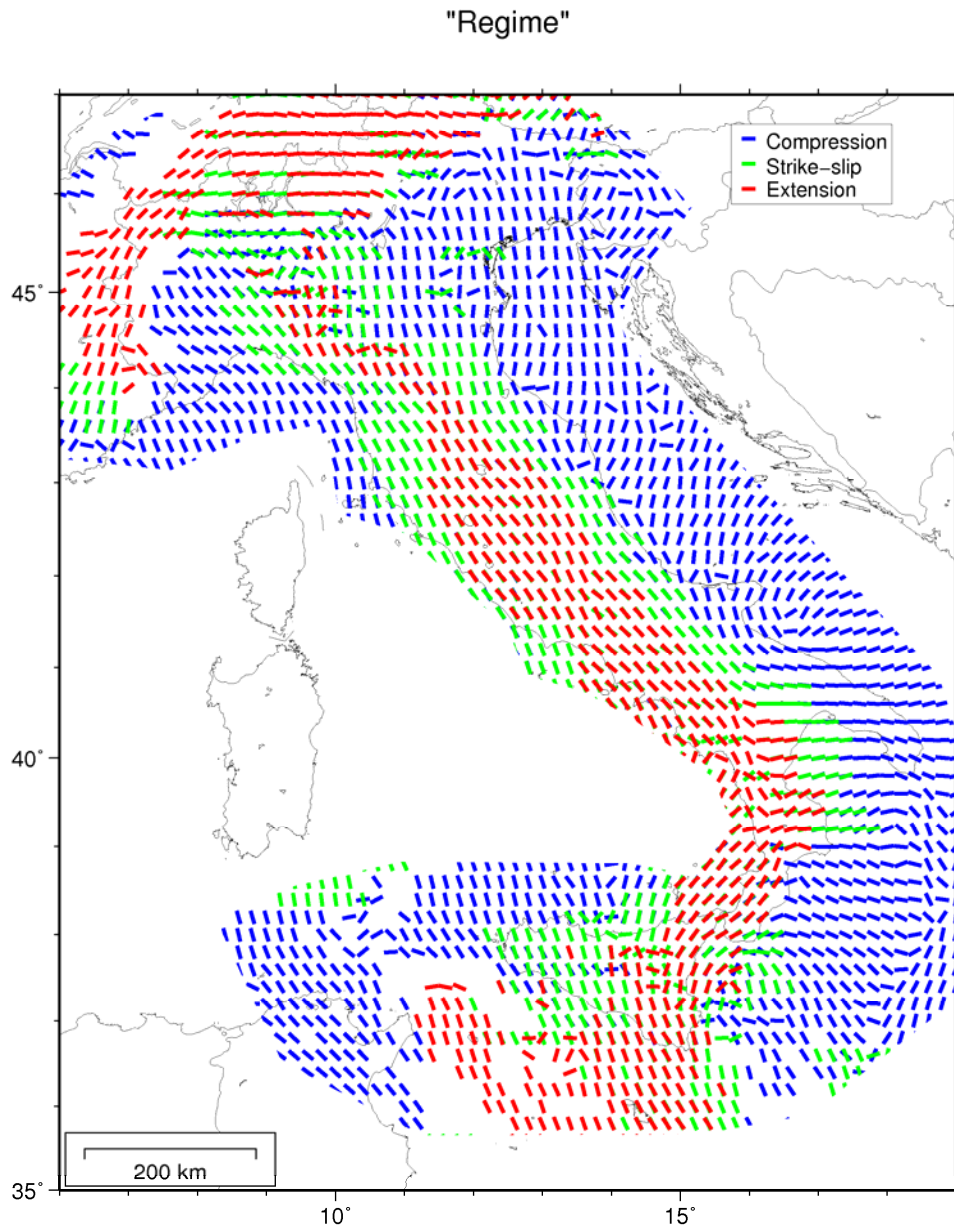


Figure 5 – Map of maximum horizontal stress directions.

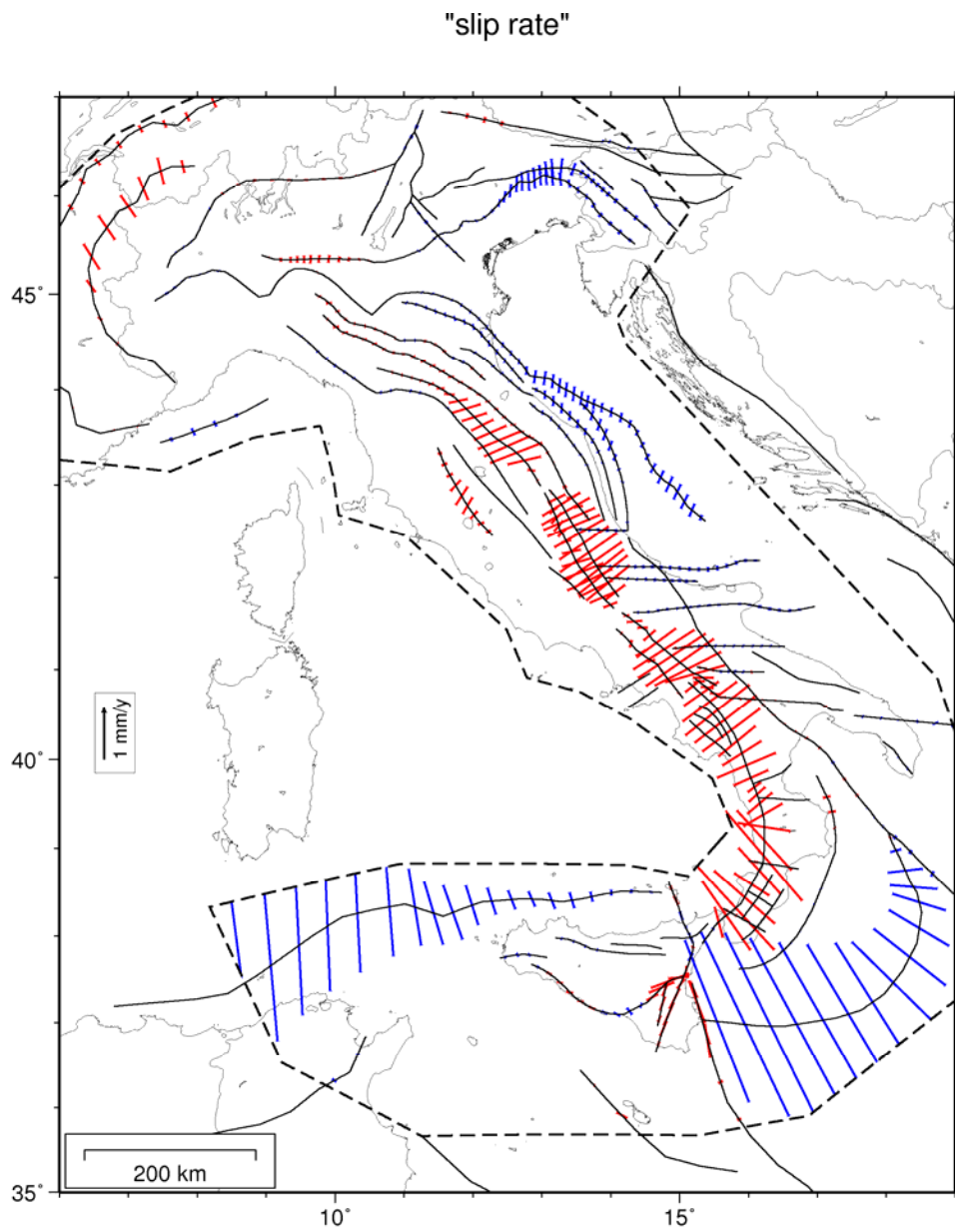


Figure 6 – Map of slip rate.