

Curriculum Vitae

Informazioni Personali :

Cognome e Nome: Scuderi Marco Maria

Data e Luogo di Nascita: 30 Agosto 1984, Terni, 05100 Italia

Stato Civile: Coniugato

• Educazione

- 01/01/2011 – 26/08/2014 Ho conseguito il titolo di Ph.D. (Doctor in Philosophy) sotto la supervisione del Prof. Chris Marone presso il Department of Geosciences and Energy Institute Center for Geomechanics, Geofluids, and Geohazards, The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, USA, con una tesi intitolata: “ Mechanical Properties of the Seismogenic Zone”.
- 04/02/2007 – 09/10/2009 Laurea Specialistica in “Risorse e Rischi Geologici” sotto la supervisione del Prof. Cristiano Collettini presso la facolta’ di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, Dipartimento di Scienze della Terra, Universita’ degli Studi di Perugia, con una tesi intitolata: “Frictional properties and slip stability of active faults within carbonate–evaporite sequences: The role of dolomite and anhydrite”. Vatazione di 110/110 e lode.
- 17/09/2003 – 15/09/2006 Laurea Triennale in Scienze Geologiche sotto la supervisione del Prof. Giorgio Minelli presso la facolta’ di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, Dipartimento di Scienze della Terra, Universita’ degli Studi di Perugia, con una tesi intitolata: “Assetto Strutturale della Zona Anticlianale di Frasassi”. Votazione di 102/110.

• Borse di Studio

- 17/03/2014 – 20/06/2014 Krynine Scholarship, Prof Chris Marone / Department of Geosciences / Pennsylvania State University/ USA
- 10/10/2013 – 19/12/2013 Krynine Scholarship, Prof Chris Marone / Department of Geosciences / Pennsylvania State University/ USA
- 20/03/2013 – 20/06/2013 Krynine Scholarship, Prof Chris Marone / Department of Geosciences / Pennsylvania State University/ USA
- 17/10/2012 – 20/12/2012 Krynine Scholarship, Prof Chris Marone / Department of Geosciences / Pennsylvania State University/ USA
- 14/03/2012 – 15/06/2012 Krynine Scholarship, Prof Chris Marone / Department of Geosciences / Pennsylvania State University/ USA

• Attivita’ di Insegnamento

- 20/08/2013 – 19/12/2013 Assistente come istruttore di laboratorio per il corso: “Physical Processes in Geology (GEOSC203)”, Presso la Pennsylvania State University (USA)

• Appartenenza a Societa’ Scientifiche

- 20/08/2011 – Current Member, Research Network “American Geophysical Union” (AGU)

- **Pubblicazioni Scientifiche**

(5) Scuderi, M.M., Carpenter, B.M. and Marone C. (2014), Physicochemical processes of frictional healing: Effects of water on stick-slip stress drop and friction of granular fault gouge, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 119, doi:10.1002/2013JB010641.

(4) Leeman, J.R., Scuderi, M.M., Marone, C., Saffer, D.M. and Shinbrot T. (2014), On the origin and evolution of electrical signals during frictional stick slip in sheared granular material, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 119, doi:10.1002/2013JB010793.

(3) Johnson, P.A., Ferdowsi, B., Kaproth, B.M., Scuderi, M.M., Griffa, M., Carmeliet, J., Guyer, R.A., Le Bas, P.-Y., Trugman, D.T. and Marone C. (2013), Acoustic emission and microslip precursors to stick-slip failure in sheared granular material, *Geophys. Res. Lett.*, 40, doi:10.1002/2013GL057848.

(2) Scuderi, M.M., Niemeijer, A.R., Collettini, C., and Marone, C. (2013). Frictional properties and slip stability of active faults within carbonate–evaporite sequences: The role of dolomite and anhydrite. *Earth and Planetary Science Letters*, 369-370, 220–232. doi:10.1016/j.epsl.2013.03.024

(1) Zoet, L.K., Carpenter, B.M., Scuderi, M.M., Alley, R.B., Anandkrishnan, S., Marone, C. and Jackson M. (2013), The effects of entrained debris on the basal sliding stability of a glacier, *J. Geophys. Res. Earth Surf.*, 118, 656–666, doi:10.1002/jgrf.20052. 1.

- **Pubblicazioni Sottomesse**

- *Frictional Heterogeneities on Carbonate-bearing Normal Faults: Insights from the Monte Maggio Fault, Italy.* Carpenter, B.M., Scuderi, M.M., Collettini C. and Marone C. (2014) Submitted to *Journal of Geophysical Research - Solid Earth*. (2014JB011337). Moderate revisions

- *Stiffness Evolution of Granular Layers and the Origin of Repetitive, Slow, Stick-Slip Frictional Sliding.* Leeman, J.R., Scuderi, M.M., Saffer, D.M. and Marone C. Submitted to the *Journal of Granular Matter* (2014).

- **Pubblicazioni In Preparazione**

- *Poromechanics of Stick-Slip Frictional Sliding and Strength Recovery on Tectonic Faults.* Scuderi, M.M., Carpenter, B.M., Johnson, P.A. and Marone C. In preparation for *Journal of Geophysical Research* (2014).

- *Characterization of permeability evolution across the brittle-ductile transition in porous siltstone.* Scuderi, M.M., Kitajima, H., Carpenter, B.M., Saffer, D.M. and Marone C. In preparation for *Geochemistry, Geophysics, Geosystems (G³)* (2014).

- *The Slip Behavior of Serpentinite and its Significance in Controlling the Mode of Fault Failure.* Scuderi, M.M., Carpenter, B.M., Saffer, D.M. and Marone C. In preparation for *Earth and Planetary Science Letter (EPSL)* (2015).

- **Lista selezionata di Presentazioni a Conferenze Scientifiche**

2010:

- Gordon Research Conference, Proctor Academy in Plymouth, New Hampshire, Agosto:
Mechanical properties in experimental fault rocks composed by anhydrites and dolomites. Scuderi M.M., Collettini C., Niemeijer A. and Marone C.

- AGU Fall Meeting, San Francisco, Dicembre:

Brittle-ductile transition in porous (black) shale. Scuderi M.M., Carpenter, B.M., Marone C., and Exxon Mobile.

2011:

- Earthscope Conference, Austin, TX, Maggio:

Characterizing the evolution of permeability across the brittle-ductile transition in porous sedimentary rocks. Scuderi, M.M., Kitajima, H., Carpenter, B.M., Marone, C. and Saffer D.

- International Continental Drilling Project (ICDP) training course, KTB GeoCenter in Windischeschenbach, Bavaria Germany, Ottobre.

- AGU Fall Meeting, San Francisco, Dicembre:

Physicochemical Processes of Frictional Healing and Lithification: Effects of Normal Stress and Water on Stick-Slip Stress drop and Friction in Synthetic Fault Gouge. Scuderi M.M., Carpenter B.M. and Marone C.

2012:

- International Conference on Nonlinear Elasticity in Materials (ICNEM) conference, Cefalu', Italy, Luglio:

Pore Pressure Evolution During the "Seismic Cycle" of Stick-Slip Frictional Sliding on a Laboratory Fault. Scuderi M.M., Carpenter B.M. and Marone C.

- Gordon Research Conference, Proctor Academy in Plymouth, New Hampshire, Agosto:

Pore pressure during the 'seismic cycle' of stick-slip sliding on a laboratory fault: the undrained case. Scuderi M.M., Carpenter B.M. and Marone C.

- AGU Fall Meeting, San Francisco, Dicembre:

Influence of Temperature on Frictional Strength and Healing Properties of Water Saturated Granular Fault Gouges During Dynamic Slip Instabilities. Scuderi M.M. and Marone C.

2013:

- 40th Workshop of the International School of Geophysics Properties and Processes of Crustal Fault Zones, Erice, Italy, Maggio:

(1) *Fluid Pressure and Effective Normal Stress During the Seismic Cycle of Stick-Slip Frictional Sliding.* Scuderi, M.M., Carpenter, B.M. and Marone C.

(2) *On the origin and evolution of electrical signals during frictional stick slip in sheared granular material.* Leeman, J.R., Scuderi, M.M., Marone, C., Saffer, D.M. and Shinbrot T.

(3) *Frictional Heterogeneities on Carbonate-bearing Normal Faults: Insights from the Monte Maggio Fault, Italy.* Carpenter, B.M., Scuderi, M.M., Collettini C. and Marone C.

- AGU Fall Meeting, San Francisco, Dicembre:

(1) *The Slip Behavior of Serpentinite and its Significance in Controlling the Mode of Fault Failure.* Scuderi, M.M., Carpenter, B.M., Marone, C. and Saffer D.M.

(2) *Acceleration of acoustical emission precursors preceding failure in sheared granular material.* Johnson, P.A., Kaproth, B.M., Scuderi, M.M., Ferdowsi, B., Griffa, M., Carmeliet, J., Guyer, R., Le Bas, P-Y., Trugman, D.T., Ben-Naim, E., Daub, E. and Marone C.

(3) *On the influence of strain rate in acousto-elasticity : experimental results for Berea sandstone.* Riviere, J.V., Candela, T., Scuderi, M.M., Marone, C., Guyer, R.A. and Johnson P.A.

(4) *Electrical Potentials Observed During Frictional Stick-Slip – A Semiconductor Mechanism*. Leeman, J.R., Scuderi, M.M., Marone, C. and Saffer D.M.

- **Background della ricerca scientifica**

Fino ad ora la mia ricerca e' stata largamente focalizzata sulla caratterizzazione sperimentale delle proprieta' fisiche delle rocce e i processi meccanici di deformazione del gouge di faglia. Piu' specificamente, il mio interesse e' stato centrato nella caratterizzazione dei processi fisici e chimici che controllano l'evoluzione dell'attrito e le proprieta' idrologiche lungo zone di faglia durante il ciclo sismico. Per conseguire questi risultati ho sviluppato esperimenti di deformazione meccanica su campioni di roccia naturali e sintetici e caratterizzato le proprieta' dell'attrito e le proprieta' idrologiche.

Il mio coinvolgimento con la deformazione sperimentale delle rocce e' iniziata durante la mia tesi triennale presso l'Universita' di Perugia (Italia) sotto la supervisione del Prof. Cristiano Collettini (ricercatore senior presso l'Universita' di Perugia, a quel tempo) e co-supervisione del Dr. Andre 'Niemeijer (ricercatore presso Universita' di Utrecht). L'obiettivo principale della mia tesi e' stato quello di caratterizzare le proprieta' meccaniche di anidriti e dolomie perche' rappresentano la litologia principale che compone il protolite dove molti terremoti nell'area centrale dell'Appennino, come ad esempio la sequenza sismica del 1997-1998 in Umbria-Marche, si enucleano. Ho confrontato le proprieta' meccaniche di campioni naturali, recuperati da pozzo e affioramento, e analoghi sintetici, applicando condizioni sperimentali al contorno caratteristiche di pressione e temperatura corrispondenti alle profondita' di nucleazione dei terremoti. Al fine di comprendere i meccanismi di deformazione della roccia, ho anche eseguito analisi di microscopia a scansione elettronica (SEM), sui campioni risultanti dagli esperimenti dopo la deformazione. Questa e' stata la prima volta che sono stato introdotto a questo tipo di analisi, la quale ha portato un contributo molto importante per l'interpretazione complessiva dei risultati sperimentali. Con questo lavoro ho dimostrato che in condizioni idrotermali, miscele di anidride e dolomiti hanno le caratteristiche per la nucleazione di terremoti che possono portare alla rottura dinamica e quindi terremoti. Prima di questo lavoro, i due tipi di litologie indagate si ritenevano deformarsi in modo duttile, cosi' sopprimendo la nucleazione di terremoti. Successivamente, questo lavoro e' stato pubblicato sulla rivista *Earth and Planetary Science Letter* [rif. 2].

Una volta che ho completato la laurea triennale, ho lasciato l'Italia per studiare in uno dei piú prestigiosi laboratori di meccanica delle rocce, che si trova presso la Pennsylvania State University (USA), come studente di dottorato (Ph.D.) (<http://rockmechanics.psu.edu>). Il mio Ph.D. e' stato eseguito sotto la supervisione del Prof. Chris Marone (<http://www3.geosc.psu.edu/~cjm38/>) e completato alla fine di agosto, 2014. Ho iniziato la mia attivita' di ricerca con l'obiettivo principale di comprendere i processi che governano l'evoluzione dell'attrito durante la fase pre-sismica (frictional healing) e la nucleazione delle instabilita' dinamiche come aspetti fondamentali che caratterizzano i terremoti e il ciclo sismico. Sono partito dall'idea che reazioni chimiche attivate dalla presenza di fluidi hanno un ruolo chiave sia nell'evoluzione dell'attrito che nella nucleazione di instabilita' dinamiche. All'inizio del mio dottorato, ho sviluppato nuove tecniche sperimentali che mi hanno permesso di controllare attentamente

l'umidità all'interno dei campioni sperimentali durante esperimenti di deformazione. Al fine di raggiungere i valori desiderati di umidità durante gli esperimenti, ho usato una membrana in plastica flessibile attorno al campione, per isolarlo dall'ambiente esterno, e un umidificatore controllato elettronicamente da un computer. Ho dimostrato che quando il sistema è saturato con acqua il tempo di ricorrenza e il rilascio dinamico di sforzo (terremoto sperimentale) aumentato. Basandomi su queste osservazioni sperimentali ho sviluppato un modello micromeccanico di deformazioni supportato da osservazioni al microscopio elettronico (SEM) di materiale post-sperimentale che si riferisce direttamente all'evoluzione della zona di contatto all'interzo del gouge di faglia con l'evoluzione della forza di attrito. Questo lavoro è stato pubblicato nel Journal of Geophysical Research, nel 2014. I risultati ottenuti dal mio primo progetto mi hanno portato a fare un passo più in là per investigare le caratteristiche poromeccaniche del gouge di faglia durante eventi stick-slip che sono analoghi di laboratorio a piccoli terremoti superficiali. Faglie isolate idraulicamente sono pensate di essere rappresentative di molte zone di faglia naturali in tutto il mondo che ospitano grandi terremoti. Quindi era il mio interesse primario di indagare il ruolo della pressione dei fluidi nella dinamica delle faglie. In particolare, ho cominciato a studiare come condizioni idrologiche al contorno e le relative variazioni del campo di stress circostante, a causa della pressione dei fluidi che agisce nella porosità, sono in grado di controllare le caratteristiche di stick-slip dinamico come il tempo di ricorrenza, il rilascio di stress, e di deformazione pre-sismica. Usando una cella di pressurizzazione, all'interno dell'apparato di deformazione biassiale, ho sviluppato una configurazione sperimentale avanzata per caratterizzare l'evoluzione delle proprietà fisiche e idrologiche durante il ciclo sismico. Ho progettato un portacampioni unico dotato di LVDT (Linear Variable Differential Transformer) in grado di misurare variazioni di spessore del campione durante il taglio all'interno della cella a pressione. Inoltre, modificando la configurazione originale di linee di pressione dei fluidi e trasduttori di pressione dell'apparato, ho direttamente misurato variazioni di pressione del fluido durante la fase pre- e co- sismica del ciclo stick-slip, per poi metterli in relazione con variazioni di forza dell'attrito. Questo lavoro è in preparazione per la sottomissione al Journal of Geophysical Research.

Un secondo aspetto che ha caratterizzato il mio dottorato di ricerca è stato quello di indagare i processi idromeccanici che caratterizzano la deformazione lungo le zone di subduzione. Le recenti osservazioni di tremors e terremoti a bassa frequenza (LFE) hanno sollevato interrogativi fondamentali sulla fisica e sui processi responsabili di tale comportamento di scivolamento. In questo progetto, mi sono concentrato sui processi fisici e idrologici che portano alla nucleazione e propagazione di LFE e tremori non vulcanici, e le modalità con cui possono eventualmente innescare terremoti. Ho progettato esperimenti per studiare l'evoluzione delle proprietà di attrito e idrologiche delle serpentiniti, recuperate da complessi di subduzione esumati e dalla faglia di San Andreas, California, usando campioni recuperati nell'ambito del progetto San Andreas Observatory at Depth (SAFOD). Questi campioni sono rappresentativi della litologia principale presente nelle aree in cui si osservano LFE. Ho lavorato in condizioni limite di pressione caratteristiche di LFE e sismogenesi. Ho integrato i risultati

sperimentali con la caratterizzazione dei processi di deformazione microstrutturali. Ho concluso che la composizione mineralogica della roccia esercita un controllo primario sullo sviluppo delle microstrutture, che a sua volta controllano la modalità di scivolamento e le proprietà idrologiche. Successivamente ho proposto un modello di deformazione micromeccanica in base alle mie nuove scoperte. Questo lavoro è ora in preparazione per la presentazione alla Earth and Planetary Science Letters (EPSL).

A parte il lato scientifico, tutte queste attività mi hanno offerto una solida ed insolitamente vasta esperienza tecnica. Nel corso del mio dottorato, ho eseguito più di 400 esperimenti che hanno portato allo sviluppo di competenze altamente specializzate in deformazione sperimentale delle rocce, quali: 1) esperimenti con la pressione dei fluidi in condizioni al contorno idrologiche drenate e non drenate, 2) caratterizzazione della permeabilità di rocce di faglia, 3) esperimenti ad elevate temperature, 4) registrazioni di emissioni acustiche e velocità ad ultrasuoni, 5) esperimenti in una vasta gamma di configurazioni, come ad esempio il taglio doppio-diretto, singolo diretto e triassiali, 6) l'uso di diversi tipi di campioni per simulare il gouge di faglia come polveri e campioni intatti provenienti da zone di faglia naturali.

Durante i miei ultimi due anni di dottorato sono stato il ricercatore del laboratorio incaricato degli esperimenti con la pressione dei fluidi con il compito di: 1) insegnare queste tecniche ai nuovi studenti di master e Ph.D.; 2) assistere ed interagire con ricercatori che hanno visitato il Laboratorio di Penn State per effettuare ricerca sperimentale con l'apparato di deformazione del laboratorio..

L'obiettivo generale della mia ricerca futura è quello di integrare le competenze che ho sviluppato durante il mio dottorato di ricerca in deformazione sperimentale delle rocce con studi sul campo di faglie e modellazione idrogeologica. Io credo che, al fine di ottenere maggiori informazioni sulle cause e gli effetti di rottura dinamica, è necessario creare un collegamento tra diverse discipline come la geologia strutturale, la fisica delle rocce, entrambe sperimentale e modellistica.