

## CICLO XXVIII

**Massimiliano Bordoni** (XXVIII ciclo). **Argomento:** *Previsione di frane indotte da piogge a differenti scale*

**Tutore:** Dott. ssa Claudia Meisina

**Co-tutore:** Ing. Roberto Valentino (Università di Parma)

**SSD di riferimento:** GEO 05

La tesi ha i seguenti obiettivi: a) l'analisi dei fattori predisponenti le frane superficiali indotte da piogge attraverso un approccio multidisciplinare, b) lo studio del comportamento idrologico e geotecnico di pendii interessati da frane superficiali mediante monitoraggio in continuo al fine di individuare i meccanismi di innesco, c) l'analisi e il confronto di metodologie di valutazione della suscettibilità e della pericolosità da frana superficiale (metodi semplificati, fisicamente basati e statistici).

L'attività svolta nel secondo anno di dottorato ha interessato gli obiettivi a), b) e c) e si è avvalsa anche di un periodo di soggiorno presso il gruppo di ricerca del Prof. N. Lu al Colorado School of Mines di Golden (CO, USA). Essa ha riguardato diverse scale spaziali. In un pendio dell'Oltrepo Pavese, in località Montuè, suscettibile allo sviluppo di frane superficiali, l'analisi dei dati di monitoraggio cominciata nel 2012 ha permesso di individuare le cause idro-geotecniche innescanti frane superficiali pluvio-indotte. Sul pendio monitorato sono stati applicati modelli semplificati all'equilibrio limite (modello di Lu e Godt) e fisicamente basati (modelli TRIGRS e SLIP) per ricostruire l'andamento nel tempo del fattore di sicurezza e prevedere i momenti di innesco di franosità superficiale. In un bacino dell'Oltrepo Pavese nord-orientale di 17 km<sup>2</sup>, con la massima densità di frane superficiali dell'area, è stato applicato un modello fisicamente basato (TRIGRS) per identificare i parametri meccanici ed idrologici del suolo che hanno maggiore influenza sulla modellizzazione della pericolosità da frana superficiale. Sono stati quindi ricostruiti diversi scenari di pericolosità in relazione anche a differenti eventi meteorici. Nell'area collinare dell'Oltrepo Pavese nord-orientale (303 km<sup>2</sup>), nel bacino delle Cinque Terre (81 km<sup>2</sup>) e nell'area collinare delle Langhe orientali (329 km<sup>2</sup>) è stato applicato un innovativo metodo statistico (Genetic Algorithm Model) basato su relazioni di tipo smoothing tra parametri morfologici e uso del suolo per la valutazione della suscettibilità da franosità superficiale. Le aree suscettibili a franosità individuate dal modello combaciano quasi totalmente con le zone effettivamente interessate da frane: su queste aree sarà necessario applicare, per identificare i momenti di possibile innesco, modelli già applicati a scale spaziali più piccole o nuovi modelli che tengano conto anche di parametri solitamente trascurati. A questo proposito, è stato indagato il contributo dell'apparato radicale della vegetazione alla coesione del terreno, al fine di inserire questo contributo nella valutazione della pericolosità da frane superficiali.

### **Attività didattica**

3 Dicembre 2013 – Seminario di 2 ore nell'ambito del corso di Geologia Applicata alla Pianificazione Territoriale (Corso di Laurea in Scienze Geologiche Applicate, Università di Pavia, anno accademico 2013-2014)

6 Marzo 2014 – Seminario di 2 ore dal titolo "Preliminary results on root strength evaluation of wine plants in an area susceptible to shallow landslides" nell'ambito del ciclo di seminari tenuto dai dottorandi del Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

Marzo-Aprile 2014 – Supporto didattico come tutore per il corso di Geografia Fisica e Cartografia (Corsi di Laurea in Scienze Geologiche e Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura, Università di Pavia, anno accademico 2013-2014)

### **Corsi, Seminari, Convegni**

29 Gennaio 2014 – Corso di "Tecniche di laboratorio per l'analisi della porosità del suolo: tomografia a raggi X e analisi di immagine da blocchi e sezioni sottili" (7 ore di lezione frontale, Università di Bologna)

6-7 Febbraio 2014 – Corso di "Caratterizzazione geomeccanica di terreni insaturi" (Docente: Dr. Ing. A. Ferrari; 10 ore di lezione frontale-2CFU; Scuole di Dottorato in Earth System Sciences e Models and Methods for Materials and Environmental Sciences, Università di Modena e Reggio Emilia)

8-12 Settembre 2014 – Corso di "EROSIONE: scale spazio-temporali" (Docenti: D. Capolongo, R. Comolli, F. Zucca, 9 CFU, Scuola di Dottorato in Scienze e Tecnologie, Università di Pavia)

Novembre 2013-Aprile 2014 – Ciclo di Conferenze del Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra Anno Accademico 2012-2013 (Corso di Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra, Università di Pavia)

Febbraio 2014-Maggio 2014 – Seminari dei dottorandi (Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia)

23-24 Ottobre 2013 – Convegno "The Third Italian Workshop on Landslides: Hydrological response of slope through physical experiments, field monitoring and mathematical modeling" (Dipartimento di Ingegneria Civile, Design, Edilizia ed Ambiente, Seconda Università degli Studi di Napoli, Napoli)

30 Gennaio 2014 – Convegno "Dissesto Idrogeologico: conservazione e fertilità del suolo" (CIRIVE, Università di Milano, Riccagioia S.C.p.A., Torrazza Coste)

27 Aprile-2 Maggio 2014 - Convegno "EGU General Assembly 2014" (Vienna, Austria)

15-19 Settembre 2014 – Convegno “IAEG XII Congress: Engineering Geology for Society and Territory” (Torino)

### Stages e/o soggiorni all'estero

8 Maggio-10 Luglio 2014 - Civil & Environmental Engineering Department of Colorado School of Mines (Golden, CO, USA) sotto la supervisione del Prof. N. Lu (stage)

### Publicazioni

Bordoni M., Meisina C., Vercesi A., Bischetti G.B., Vergani C., Bassanelli C., Zizioli D., Valentino R., Bittelli M., Chersich S., 2014. *Valutazione del rinforzo radicale operato da viti in un'area dell'Oltrepo Pavese: primi risultati*. Dissesto Idrogeologico: conservazione e fertilità del suolo, CIRIVE, Università di Milano, Riccagioia S.C.p.A., Torrazza Coste (Abstract, Oral)

Bordoni M., Meisina C., Zizioli D., Valentino R., Bittelli M., Chersich S., 2014. *Comparison between monitored and modeled pore water pressure and safety factor in a slope susceptible to shallow landslides*. Geoph. Res. Abstracts, Vol. 16, EGU2014-4017, Vienna, Austria, 27 April – 2 May 2014, (Abstract, Oral)

Bordoni M., Meisina C., Zizioli D., Valentino R., Bittelli M., Chersich S., 2014. *Rainfall-induced landslides: slope stability analysis through field monitoring*. In: Sassa K., Canuti P., Yin Y. (Eds.), *Landslide science for a safer geoenvironment*, Vol. 3, 273-279

Bordoni M., Meisina C., Chersich S., Vercesi A., Bischetti G.B., Chiaradia E., Bassanelli C., Vergani C., Valentino R., Bittelli M. *Grapevine roots strength in an area susceptible to shallow landslides for slope stability assessment*. Acta Horticulturae (submitted)

Bordoni M., Meisina C., Valentino R., Lu N., Bittelli M., Chersich S. *Hydrological factors affecting rainfall-induced shallow landslides: from the field monitoring to a simplified slope stability analysis*. Landslides (submitted)

Meisina C., Bordoni M., Vercesi A., Vergani C., Bassanelli C., Zizioli D., Valentino R., Bittelli M., Chersich S., 2014. *Root strength evaluation on vineyards in an area susceptible to shallow landslides: preliminary results*. Geoph. Res. Abstracts, Vol. 16, EGU2014-4017, Vienna, Austria, 27 April – 2 May 2014, (Abstract, Poster)

Meisina C., Bordoni M., Zizioli D., Chersich S., Valentino R., Bittelli M., 2014. *Soil-atmosphere interaction in a slope affected by shallow landslides: an example in Northern Italy*. In: Khalili N., Russell A., Khoshgalb A. (Eds.), *Unsaturated Soils: Research & Applications*, Vol. 2, 1409-1416

Valentino R., Meisina C., Bordoni M., Zizioli D., Bittelli M., 2014. *Processi di interazione suolo-atmosfera su un pendio soggetto a frane superficiali: un caso di studio nell'Oltrepo Pavese*. In: Incontro Annuale Ricercatori di Geotecnica - IARG 2014, Chieti 14-15-16 luglio 2014, pp. 6

Valentino R., Bordoni M., Meisina C., Zizioli D., Bittelli M., Chersich S., 2014. *Monitoring and modelling of soil-atmosphere interaction on a slope affected by shallow landslides*. In: Lollino G., Giordan D., Crosta G.B., Corominas J., Azzam R., Wasowski J., Sciarra N. (Eds.), *Engineering geology for society and territory*, Vol. 2, 1563-1566

Zizioli D., Meisina C., Bordoni M., Zucca F., 2014. *Rainfall-triggered shallow landslides mapping through Pleiades images*. In: Sassa K., Canuti P., Yin Y. (Eds.), *Landslide science for a safer geoenvironment*, Vol. 2, 325-329

Zizioli D., Meisina C., Zucca F., Bordoni M., Notti D., Remondino F., Gamba P., 2014. *Evaluation of Pleiades images for rainfall triggered shallow landslides mapping*. In: Lollino G., Giordan D., Crosta G.B., Corominas J., Azzam R., Wasowski J., Sciarra N. (Eds.), *Engineering geology for society and territory*, Vol. 2, 405-409

**Mattia Callegari** (XXVIII ciclo). **Argomento:** *Valutazione delle dinamiche della criosfera alpina mediante dati telerilevati e di terreno*

**Tutore:** Dott. Roberto Seppi,

**Co-tutori:** Dott. Francesco Zucca, Dott.ssa Claudia Notarnicola (European ACademy - EUR.AC Research, Bolzano)

**Settore Scientifico Disciplinare di riferimento:** GEO/04 Geografia Fisica e Geomorfologia

Lo scopo dell'attività di dottorato è lo sviluppo di nuove metodologie che attraverso l'utilizzo di dati telerilevati abbiano la funzione di aumentare la conoscenza delle dinamiche collegate alla criosfera alpina e in particolare ai suoi tre elementi fondamentali: manto nevoso, ghiacciai e permafrost.

La prima fase dell'attività di ricerca è stata legata al monitoraggio, attraverso osservazioni satellitari, dell'evoluzione temporale dell'estensione del manto nevoso nei bacini alpini. Questo ha consentito la costruzione di un sistema che, su base statistica (i.e. attraverso l'utilizzo di tecniche di machine learning), è in grado di prevedere la portata media mensile. Ad una prima fase di raccolta dei dati si è affiancata una fase di selezione di parametri in grado di contribuire al processo di stima (oltre l'estensione del manto nevoso, la serie storica delle portate, variabili meteorologiche e climatiche). Infine, è stato sviluppato un modello automatico per la previsione delle portate medie mensili, successivamente testato su alcuni bacini dell'Alto Adige. È stata provata la sua miglior accuratezza rispetto ad altre tecniche standard di previsione che vengono attualmente utilizzate.

La seconda fase del lavoro ha riguardato la raccolta di dati di terreno, l'acquisizione e il pre-processing di dati satellitari per lo studio di ghiacciai e permafrost alpino. In particolare, per quel che riguarda lo studio dei ghiacciai sono state

eseguite misure per la stima del bilancio di massa nel ghiacciaio de La Mare nel gruppo dell'Ortles Cevedale. Parallelamente sono state pianificate 10 acquisizioni SAR polarimetriche RADARSAT-2 sul gruppo dell'Ortles-Cevedale per la stima della snow-line, un importante parametro che ha la funzione di fornire un'informazione fondamentale per la stima del bilancio di massa. L'obiettivo finale sarà quello di sviluppare un metodo per la stima della snow line attraverso le immagini SAR, che possa dare delle informazioni aggiuntive alle misure effettuate a terra per la stima del bilancio di massa.

Per quel che riguarda il permafrost, invece, l'obiettivo è quello del monitoraggio dei movimenti superficiali di rock glacier aggiungendo alle misure effettuate sul terreno il dato derivante dall'interferometria SAR. Per questo scopo sono state acquisite e pre-processate immagini Cosmo SkyMed e RADARSAT-2. Alcuni risultati preliminari dell'interferometria SAR sono stati prodotti e confrontati con le misure a terra.

#### **Attività didattica**

Attività di tutoraggio per tesi triennale (anno accademico 2012-2013). Titolo tesi: *Sviluppo di un database di webcam per la valutazione di dinamiche di manto nevoso*. Studente: Manuel Giallolombardo. Relatore: prof. Francesco Zucca. Data presentazione: aprile 2014.

Attività di tutoraggio per tesi triennale (anno accademico 2013-2014). Titolo tesi: *Misure di spostamenti dei rock glacier con l'uso di features tracking applicato a DTM multitemporali*. Studente: Aldo Bertone. Relatore: prof. Roberto Seppi. Data presentazione: ottobre 2014.

Presentazione del seminario per dottorandi "Environmental Time Series Forecasting Using Machine Learning Techniques", 27 marzo 2014, Pavia

#### **Corsi, Seminari, Convegni (specificare)**

Ottobre 2013 - Corso "Advanced Techniques for the Analysis of remote sensing images" tenuto da prof. Lorenzo Bruzzone, presso EURAC, Bolzano

Novembre 2013 – conferenza scuola di dottorato Pavia, Ferdinando Cazzini - Eni S.p.A., I SISTEMI PETROLIFERI ITALIANI

Dicembre 2013 - conferenza scuola di dottorato Pavia, Federica Donda - OGS, Trieste CONFINAMENTO GEOLOGICO DELLA CO2

Febbraio 2014 - 7th EARSeL workshop on Land Ice and Snow – "Remote Sensing of the Earth's Cryosphere: Monitoring for operational applications and climate studies" – Bern.

Febbraio-Maggio 2014 – seminari dottorandi

Febbraio 2014 - Federico Pasquaré Mariotto - Università dell'Insubria, Varese, I RISCHI E LE EMERGENZE GEOLOGICOAMBIENTALI TRA SCIENZA E RAPPRESENTAZIONE MEDIATICA

Marzo 2014 - conferenza scuola di dottorato Pavia, Salvatore Ficocelli - ARPA Puglia, D.A.P. Taranto, TECNICHE DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DI UN AREA INDUSTRIALE AD ELEVATO IMPATTO

Marzo 2014 - conferenza scuola di dottorato Pavia, Monica Ghirotti - Università di Bologna, FRANA DEL VAJONT

Aprile 2014 - conferenza scuola di dottorato Pavia, Diego Gatta - Università di Milano, ZEOLITI: DALLA NATURA ALLE APPLICAZIONI TECNOLOGICHE

Febbraio-Giugno 2014 – corso di Idrologia tenuto da prof. R. Rigon presso università degli studi di Trento, facoltà di Ingegneria (6 CFU).

Luglio 2014 - International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2014, Quebec City.

Luglio 2014 - SnowPex Workshop, Washington DC.

Settembre 2014 – corso per dottorandi organizzato dalla Scuola di Dottorato in Scienze della Terra e dell'Ambiente dell'Università di Pavia: "EROSIONE: scale spazio-temporali", 8-12 settembre 2014

Settembre 2014 - International Summer School on Data Fusion – "Data Fusion of Risk--related Remotely Sensed and Geospatial Data", organizzato da prof. Fabio Dell'Acqua, Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione,

#### **Stages e/o soggiorni in Italia**

Collaborazione con Istituto per il Telerilevamento Applicato – EURAC, Bolzano

#### **Pubblicazioni**

Callegari M., Mazzoli P., De Gregorio L., Notarnicola C., Pasolli L., Petitta M., Seppi R., Pistocchi A., 2014. *Seasonal River Discharge Forecast In Alpine Catchments Using Snow Map Time Series And Support Vector Regression Approach*, Proc. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 13-18 July 2014, Quebec city, Canada.

Callegari M., Mazzoli P., De Gregorio L., Notarnicola C., Pasolli L., Petitta M., Pistocchi A., Seppi R. (submitted, 2014) *Seasonal river discharge forecast using machine learning techniques: a case study in the Italia Alps*, Journal of Hydrology.

Callegari M., Casarano D., Mastrogiuseppe M., Poggiali V., Notarnicola C. (in press, 2014) *Dune Height Estimation on*

*Titan Exploiting Pairs of Synthetic Aperture Radar Images with Different Observation Angles*, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing.

Callegari M., Notarnicola C., De Gregorio L., Pistocchi A., Mazzoli P., Pasolli L., Seppi R., 2014. *Seasonal hydrological forecasting from snow cover maps and climatological data using support vector machine*, 7th EARSel workshop on Land Ice and Snow, (Abstract).

Notarnicola C., Callegari M., De Gregorio L., Sonnenschein R., Remelgado R., Ventura B. *A Novel Topographic Correction For High And Medium Resolution Images By Using Combined Solar Radiation*. International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 13-18 July 2014, Quebec city, Canada.

Paloscia S., Santi E., Notarnicola C., Pasolli L., Callegari M., 2013. *Comparison of three algorithms for the retrieval of soil moisture from ASCAT data in the framework of the round robin exercise*, Proc. SPIE Europe Remote Sensing, SAR Image Analysis, Modeling and Techniques XV, 23-26 September 2013, Dresda, Germany.

Michela Cantù (XXVIII ciclo). **Argomento:** *Caratterizzazione e datazione di malte antiche a componenti idraulicizzanti*

**Tutore:** Prof. Maria Pia Riccardi

**Co-tutori:** Dott. Serena Chiara Tarantino, Prof. Emanuela Sibilìa (Università di Milano Bicocca)

**SSD di riferimento:** GEO 09

La ricerca si propone come principale obiettivo lo studio e la comprensione dei processi di reazione tra il legante delle malte e gli additivi che portano alla presa del materiale e di correlare i caratteri tessiturali con le prestazioni fisico-meccaniche delle malte partendo dallo studio di materiali storici. Altra finalità del lavoro è quella di mettere a punto i protocolli di datazione delle malte in luminescenza otticamente stimolata (OSL) in collaborazione con il CuDAM di Milano Bicocca. Le malte di terra presenti in numerosi edifici storici della città di Cremona hanno mostrato una complessità tessutturale, composizionale e prestazionale, ben diversa dai materiali utilizzati nelle più tradizionali costruzioni in terra. Lo studio ha richiesto un approccio metodologico multianalitico e multiscala, preceduto dalla pianificazione di un protocollo di preparazione del campione volto alla massima ottimizzazione, in termini di volumi, del materiale storico. Le tecniche di indagine utilizzate sono tipicamente quelle impiegate nello studio delle rocce (microscopio ottico, microscopio elettronico, XRPD, FTIR, TG, LA-ICP-MS, ecc). L'integrazione dei dati di archivio e della manualistica tecnica con lo studio geologico della pianura cremonese, la campionatura di alcuni depositi quaternari presenti in prossimità della città, e la caratterizzazione tessutturale e composizionale dei depositi naturali e delle malte strutturali, ha permesso di individuare la materia prima alla base della produzione delle malte. La caratterizzazione materica delle malte di terra ha mostrato che la frazione argillosa, la quale ha funzione legante in questa tipologia di malta, si trova in quantità estremamente ridotta rispetto all'aggregato. La ricetta "base" (suolo + acqua + calce) è la stessa in malte campionante in palazzi di età differente, mentre gli additivi impiegati per migliorare le prestazioni fisico-meccaniche delle malte sono differenti. Questo emerge dal confronto delle malte sia a livello composizionale sia a livello tessutturale a scala nanometrica. Le malte di terra di Cremona si prestano molto bene ad essere datate con la tecnica dell'OSL, a causa dell'abbondante contenuto in quarzo. L'OSL è in corso di applicazione a campioni provenienti sia da fasi strutturali datate attraverso lo studio delle architetture, sia da contesti non datati: i campioni datati hanno la funzione di verificare l'affidabilità dei dati ottenuti con l'OSL. Questa tecnica, infatti, è ancora in fase sperimentale, soprattutto a causa dell'alta variabilità del segnale luminescente emesso dai cristalli di quarzo. Per questo motivo è in corso anche una caratterizzazione delle proprietà luminescenti di cristalli di quarzo estratti da rocce di differente genesi, condotta al fine di capire se la grande variabilità del segnale OSL possa dipendere dalla diversa storia geologica dei cristalli di quarzo.

**Corsi, Seminari, Convegni** (specificare)

*Gennaio 2014* – 3° Scuola di Spettroscopia Raman nelle Scienze della Terra e dell'Ambiente (Unimib)

*Aprile 2014* – 3<sup>rd</sup> International Mortar Dating Workshop. Padova.

*Marzo-Giugno 2014* – Corso di "Trattamento dati e chemiometria" (Prof. Biesuz, Unipv)

*17 maggio 2014* – Technical visit to Vajont dam (Prof. Meisina)

*Luglio 2014* – G.A.B.E.C. & G.N.M. 2014 International School "Innovative methodologies for the characterization of the cultural heritage".

*Settembre 2014* – Congresso congiunto SGI-SIMP 2014 "The future of the Italian geosciences of the future".

**Pubblicazioni**

Galli A., Martini M., Maspero F., Panzeri L., Sibilìa E., Cantù M., Tarantino S., Riccardi M.P., 2014. *New insight in mortar optically stimulated luminescence (OSL) dating*. 3<sup>rd</sup> International Mortar Dating Workshop. Padova 14-16 aprile 2014.

Bonizzoni L., Bruni S., Cantù M., Conz E., Galli A., Guglielmi V., Martini M., Maspero F., Riccardi M. P., Sibilìa E., Villa I. (in press). *Una intervista impossibile: lo studio archeometrico dei laterizi della Certosa di Pavia*. La Certosa nascosta. Ricerca pluridisciplinare nei locali inaccessibili della Certosa di Pavia.

Cantù M., Riccardi M.P., Tarantino S.C., Galli A., Martini M., Maspero F., Panzeri L., Sibilìa E., 2014. *Correlation between geological and luminescence properties in quartz grains extracted from rocks: new insights in mortar dating*. G.A.B.E.C. & G.N.M. 2014 International School “Innovative methodologies for the characterization of the cultural heritage”, Catania – Siracusa 1-4 luglio 2014.

Grimoldi A., Riccardi M.P., Cantù M., Cofani M., Landi A., Tarantino S.C., 2014. *Earthen mortars in Cremona: characterization and first hypothesis of dating*. 9<sup>th</sup> International Masonry Conference 2014, Guimarães 7-9 luglio 2014.

Cantù M., Conz E., Rebay G., Riccardi M.P., 2014. *A new methodological approach for the study of pietra ollare artifacts*. Congresso congiunto SGI-SIMP 2014 “The future of the Italian geosciences of the future”. Milano 10-12 settembre 2014.

Cantù M., Gasparini E., Giacometti F., Rebay G., Riccardi M.P., Tarantino S.C., 2014. *Earthen mortars in historical building of Cremona: a multianalytical approach*. Congresso congiunto SGI-SIMP 2014 “The future of the Italian geosciences of the future”. Milano 10-12 settembre 2014.

Cantù M., Zucali M., Spalla M.I., 2014. *A new subduction-related foliation trajectory map in the Southern Sesia-Lanzo Zone*. Congresso congiunto SGI-SIMP 2014 “The future of the Italian geosciences of the future”. Milano 10-12 settembre 2014.

**Andreas Vollrath** (XXVIII ciclo) **Argomento:** *Demonstration of operational use of Sentinel-1 WAP for deformation mapping and its impact on modeling regarding the stress tests of European nuclear plants*

**Tutore:** dott. Francesco Zucca

**Co-tutore:** dott. Salvatore Stramondo (INGV – Roma)

**Settore Scientifico Disciplinare di riferimento:** GEO 04

After first year's experience in processing time-series of Differential Interferometric SAR (DInSAR) for the coast of South-East Sicily, second year's activities were related to :

- a) the enlargement of the study area to the whole Hyblean Plateau,
- b) reprocessing the respective ERS/ENVISAT data with the StaMPS SBAS approach,
- c) applying atmospheric corrections,
- d) decomposition of the observations into a fully 3-dimensional field vector by integrating GPS data &
- d) the consequent interpretation with respect to the geological setting.

The ultimate goal is to detect small intraplate deformations which origin from the complex tectonic and seismic patterns for the Hyblean foreland of the Nubian plate by integrating local GPS stations and SAR interferometry. Although the thesis is related to the monitoring of Nuclear Power Plants, the study site of south-east Sicily features some favorable factors that enable us to demonstrate the full potential of advanced DInSAR approaches and how a successful implementation into a holistic monitoring framework may look like.

First of all there is a vast archive of SAR imagery available that enables us to theoretically achieve accuracies of 1 mm/y. The additional GPS data from ground stations of the INGV network helps to validate the data, and furthermore to integrate it into the DInSAR observations for the retrieval of the 3-dimensional deformation vectors.

Due to the collaboration with the School of Earth and Environment in Leeds (student exchange in May 2014), crucial issues could be addressed. The newly developed toolbox for atmospheric corrections (*Bekaert et al., submitted.*) could be applied to our data in order to diminish the spatially correlated error introduced by different conditions of the atmosphere for each acquisition. A new approach for correcting ramp effects in ENVISAT data also contributed to a more robust data processing scheme by physically addressing deviations of the Pulse Repetition Frequency. Newly ordered Radarsat-2 data expanded the spaceborne observations and confirms small deformations already seen by ENVISAT data. As a result of those little, but crucial, enhancements, small movements along the fault network of the Scicli-Ragusa fault can be seen for the first time by DInSAR. The foreseen stage at the INGV in Catania should ultimately clarify their significance.

#### **Corsi, Seminari, Convegni**

How to write a scientific paper (1,5 CFU) / La Sapienza Roma / Prof. Battaglia/ Nov-Dic 2013

Numerical Modelling with Matlab (3 CFU) / La Sapienza Roma / Prof. Battaglia / Nov-Dic 2013

Processi di superficie e di sottosuolo: misure e modelli: Processi erosivi a varie scale spaziali e temporali (9CFU) / Università di Pavia / Dott. Francesco Zucca / Settembre 2014

European Geoscience Meeting 27.04.2014 – 02.05.2014, Vienna

GIONET Summer School 30.06.2014 – 04.07.2014, ESA (ESRIN), Frascati

#### **Stages e/o soggiorni in Italia**

Collaborazione con Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – INGV, Roma

Soggiorno all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – INGV, Catania (Ottobre – Novembre 2014)

#### **Stages e/o soggiorni all'estero**

Soggiorno alla School of Earth and Environment, University of Leeds (Maggio 2014)

## **Pubblicazioni**

Andreas Vollrath, Francesco Zucca, Salvatore Stramondo, Francesco Guglielmino, Alessandro Bonforte, David Bekaert, Andy Hooper (2014): *The Advancement of Intraplate Tectonic Motion Detection by the Use of Atmospherically Corrected InSAR Time-Series and its Decomposition into a 3D Field Vector in South-East Sicily, Italy (abstract submitted)*. American Geoscience Union AGU Fall Meeting. 15.-19.12.2014. San Francisco.

Vollrath, A., Zucca, F., Stramondo, S., 2014. *Comparison of advanced Differential Interferometric SAR methods for the retrieval of surface deformation in south-east Sicily*. Poster Presentation. European Geoscience Meeting EGU 27.04.-02.05. 2014, Wien.

Maria-Louiza Drakatou, Andreas Vollrath, Francesco Zucca, Isaak Parcharidis, Salvatore Stramondo (2014): *Differential Interferometric SAR as potential monitoring tool for surface deformation at NPP sites (abstract)*. Plenary Meeting of the International Seismic Safety Centre's Programme. 27.-31.01.2014. Wien.