

IV Convegno Nazionale AIGeo



La geomorfologia del nuovo millennio
tra cambiamenti climatici, velocità dei
processi ed eventi estremi

Palermo, 2-5 Ottobre 2012



VOLUME DEGLI ABSTRACT

Museo Geologico Gemmellaro
Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare
Università degli Studi di Palermo

IV Convegno Nazionale AIGeo

“La geomorfologia del nuovo millennio tra cambiamenti climatici,
velocità dei processi ed eventi estremi”

Palermo, 2-5 Ottobre 2012



Comitato d'Onore

Ludovico Brancaccio
Giovanni Battista Castiglioni
Francesco Dramis
Paolo Roberto Federici
Elvidio Lupia Palmieri
Mario Panizza

Comitato Scientifico

Paola Fredi
Valerio Agnesi
Carlo Baroni
Alberto Carton
Leandro D'Alessandro
Rita Melis
Olivia Nesci
Luigi Pennetta
Marcello Schiattarella
Manuela Pelfini
Claudio Caputo
Fulvio Colasanto

Comitato Organizzatore

Valerio Agnesi, Salvatore Monteleone, Giovanni Randazzo, Cipriano Di Maggio,
Giuliana Madonia, Edoardo Rotigliano, Christian Conoscenti,
Leonardo Gatto, Chiara Cappadonia, Marco Vattano, Valeria Lo Presti,
Silvia Eleonora Angileri, Dario Costanzo

*Al termine del loro mandato, il Presidente
e i componenti del Consiglio Direttivo
vogliono dedicare questo volume
a tutti quei Soci che, con il loro impegno,
hanno contribuito alla crescita
dell'Associazione Italiana di Geografia fisica e Geomorfologia*

Paola Furlan

Con il contributo di:

Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo
Museo Geologico Gemmellaro, Università degli Studi di Palermo
Istituto Italo Russo di Formazione e Ricerche Ecologiche
Consiglio Nazionale dei Geologi
Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



Consiglio Nazionale
dei Geologi



Ordine Regionale
dei Geologi di Sicilia

© Museo Geologico Gemmellaro
Università degli Studi di Palermo
Corso Tukory, 131 – 90134 Palermo
www.unipa.it/museogemmellaro

ISBN 978-88-902024-0-7

In copertina: Laghetto di frana (Caltavuturo – Palermo) - foto di Dario Costanzo

IV Convegno Nazionale AIGeo



La geomorfologia del nuovo millennio tra cambiamenti climatici, velocità dei processi ed eventi estremi

Palermo, 2-5 Ottobre 2012

VOLUME DEGLI ABSTRACT

a cura di Valerio Agnesi

Museo Geologico Gemmellaro
Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare
Università degli Studi di Palermo

2012

INDICE

RELAZIONI AD INVITO

M. J. Crozier	<i>Multiple occurrence regional landslide events</i>	10
M. Guglielmin	<i>Cambiamento climatico e permafrost montano in Italia: ricerche e prospettive future della ricerca</i>	11
G. Mastronuzzi	<i>Le coste: morfologia ed analisi dei rischi connessi alla dinamica parossistica del livello del mare</i>	12
M. Soldati	<i>La centralità della Geomorfologia in un approccio integrato per lo studio dell'instabilità costiera: casi di studio nell'Isola di Malta</i>	14
G.V. Graziano	<i>Governare i territori: lo stato della difesa del suolo in Italia</i>	16

POSTER

V. Agnesi, D. Costanzo, M. Cama, M. Minina, V. Korolev, E. Rotigliano	<i>Confronto di due approcci statistici non parametrici per la valutazione della suscettibilità da frana nella catena appenninica settentrionale siciliana: tavolette I.G.M.I. Scillato e Caltavuturo</i>	18
V. Agnesi, E. Cama, C. Conoscenti, D. Costanzo, V. Hochschild, L. Lombardo, M. Märker, E. Rotigliano	<i>The geo-hydrologic event in the Peloritan – Ionian area of 2009: debris-flow susceptibility assessment by means of forward logistic regression</i>	19
V. Agnesi, S.E. Angileri, G. Arnone, M. Calì, F. Calvi, M. Cama, C. Cappadonia, C. Conoscenti, D. Costanzo, L. Lombardo, E. Rotigliano	<i>Un approccio multi-scala per la valutazione della suscettibilità da frana a livello regionale: il progetto SUFRA (SUscettibilità da FRAna) in Sicilia</i>	20
S.E. Angileri, C. Cappadonia, C. Schillaci, S. Romano	<i>Monitoraggio dell'espansione delle aree a calanchi tramite la mappatura della vegetazione</i>	21
S.E. Angileri, V. Agnesi, V. Hochschild, M. Märker, C. Conoscenti	<i>Evaluating the effects of man-induced topographic changes in landscape structure on soil erosion by water: a case study in Sicily</i>	22
I. Antonino, P. Magliulo	<i>Valutazione della suscettibilità alla sheet e rill erosion nel Bacino del Fortore beneventano</i>	23
C. Armaroli, P. Ciavola, E. Grottoli, M.D. Harley	<i>Morfodinamica di spiaggia ed impatto di eventi di mareggiata sui sistemi dunali di Lido di Classe (Ravenna)</i>	24
C. Baroni, I. Carloni, M. Della Seta, M. Del Monte, M.C. Salvatore, F. Vergari	<i>Analisi multi-temporale dei processi sui versanti e valutazione della suscettibilità da debris flow in ambiente di alta montagna: il caso della Valle dell'Avio (Massiccio dell'Adamello-Presanella, Alpi centrali)</i>	25

I. Bollati, M. Pelfini, M. Della Seta, L. Pellegrini, E. Reynard	<i>Active geomorphosites in different morphoclimatic environments: investigations on processes, evolution and erosion rates as a response to climate change</i>	26
P. Brandolini, A. Benedettini, F. Faccini, A. Maifredi	<i>Fenomeni di pericolosità geomorfologica nelle zone carsiche dei bacini del T. Pora e del T. Sciusa (Liguria occidentale)</i>	27
P. Brandolini, A. Cervasco	<i>Fenomeni di instabilità geomorfologica causati dall'evento alluvionale del 25 ottobre 2011 nel bacino del T. Vernazza (Cinque Terre, Liguria Orientale)</i>	28
M. Buccolini, C. Cappadonia, L. Coco	<i>La morfologia del versante in funzione dei processi morfogenetici in aree calanchive: l'esempio della Sicilia settentrionale</i>	29
C. Cappadonia, I. Pulice, C. Conoscenti, G. Robustelli, E. Rotigliano, F. Scarciglia	<i>Fattori di controllo sullo sviluppo delle forme calanchive in NW Sicilia, Italia Meridionale</i>	30
N. Caraballo Arias, C. Conoscenti, C. Di Stefano, V. Ferro	<i>Analisi morfometrica di due aree calanchive in Sicilia (Italia)</i>	31
R.R. Colucci, F. Finocchiaro, E. Forte, M. Potleca, M. Guglielmin	<i>Monitoraggio della temperatura in roccia in una cavità carsica di montagna interessata da depositi di ghiaccio permanente (Prealpi Giulie - Friuli Venezia Giulia)</i>	32
C. Conoscenti, Á. Gómez Gutiérrez, S.E. Angileri, E. Rotigliano, V. Agnesi	<i>Comparing Logistic Regression and MARS approaches for gully erosion susceptibility evaluation in central-northern Sicily</i>	33
P. Coratza, J.P. Galve, M. Soldati, C. Tonelli	<i>I sinkholes dell'isola di Gozo (Malta): geositi da proteggere e valorizzare</i>	34
O. Emanuele, P. Magliulo, M. Pennetta, A. Valente	<i>Osservazioni geologico-ambientali e geomorfologiche nell'intorno di siti di escavazione di sedimenti fluviali nelle piane alluvionali della Provincia di Benevento (Italia meridionale)</i>	35
F. Faccini, A. Benedettini, M. Firpo, L. Perasso, F. Poggi	<i>Carta delle aree carsiche della Liguria (Italia)</i>	36
F. Faccini, L. Federico, M. Firpo, G. Capponi, A. Roccati, S. Torchio, L. Crispini, A. Vigo, E. Poggi, M. Piccazzo	<i>Pericolosità geomorfologica e beni culturali a rischio: il caso della Badia di Tiglieto (Alpi Liguri)</i>	37
F. Faccini, L. Turconi, F. Luino, M. Firpo	<i>Analisi del rischio da esondazione del T. Bisagno a Genova, tra variazioni morfologiche dell'alveo ed eventi climatici estremi</i>	38
C. Franceschelli, L. Pellegrini, PL. Dall'Aglia, D. Zizioli, C. Paltineri	<i>Variazioni idrografiche e popolamento antico nella piana della Limagne (Puy de Dome, Francia)</i>	39
S. Fratianni, F. Acquaotta, S. Terzago, M. Cordola, S. Barbero	<i>L'innevamento sulle Alpi Occidentali italiane: caratterizzazione climatica e tendenze</i>	40
G. Fubelli, M. Della Seta, G. Amato	<i>Analisi geospaziale e correlazione di superfici erosive e alluvionali relitte: ricostruzione dell'antico bacino idrografico del Fiume Farfa nel sistema idrografico del versante tirrenico (Italia centrale)</i>	41

S. Furlani, F. Cucchi	<i>GeoSWIM: 250 km di rilevamento geomorfologico costiero a nuoto lungo le coste istriane</i>	42
M. Generali, J.P. Galve, D. Piacentini, M. Pizziolo	<i>Valutazione della predisposizione alla riattivazione dei fenomeni franosi: l'approccio proposto nella regione Emilia-romagna</i>	43
S. Gori, E. Falcucci, G. Fubelli, M. Moro, M. Saroli, P. Fredi, F. Galadini	<i>Nuovi dati paleosismologici sulla faglia della Media Valle dell'Aterno (Italia centrale). Implicazioni sismotettoniche</i>	44
L. Laureti	<i>Variazioni dell'assetto fluvio-lacustre nella fascia prealpina lombarda nel corso degli ultimi 250 anni</i>	45
V. Maggi	<i>La carota di nevato/ghiaccio del Colle del Lys (Valle d'Aosta, 4250 m slm) 70 anni di storia climatica</i>	46
P. Magliulo, A. Valente	<i>Variazioni geomorfologiche recenti dell'alveo del Fiume Calore tra il Fiume Ufita ed il Torrente Serretelle (Appennino campano, Italia meridionale) e rapporti con l'antropizzazione</i>	47
A. Marsico, G. Mastronuzzi, M. Milella, C. Pignatelli, A. Piscitelli	<i>La tecnologia Laser Scanner Terrestre per la ricostruzione della geometria dei blocchi dislocati da eventi estremi</i>	48
L. Melelli, L. Saccucci, M. Barchi, F. Mirabella, F. Pazzaglia, S. Pucci	<i>Morfotettonica e analisi geomorfica quantitativa del bacino dell'Alta Valle del F. Tevere</i>	49
R.T. Melis, M. Mussi	<i>Gomorfologia e geoarcheologia dell'area costiera di S'Orku e S'Orku (Sardegna sud-occidentale)</i>	50
O. Nesci, D. Savelli, F. Troiani, D. Piacentini, P. Cavito, S. Teodori	<i>Il ruolo dei movimenti in massa nell'evoluzione dei reticoli idrografici: casi studio in Appennino centro-settentrionale</i>	51
M.A. Pulina	<i>Considerazioni sull'evoluzione delle precipitazioni massime giornaliere in Sardegna a partire dal 1951</i>	52
F. Scarciglia, V. Zumpano, R. Sulpizio, F. Terribile, I. Pulice, M.F. La Russa	<i>Studio multidisciplinare di suoli e livelli piroclastici alle falde del Vesuvio (Campania): ricostruzione dei tempi di sviluppo pedogenetico e delle variazioni climatiche tardo-pleistoceniche ed oloceniche</i>	53
C. Scopesi, I. Rellini, M. Maerker, M. Firpo	<i>Applicazione di metodi geostatistici per la valutazione delle forme di erosione del suolo: il caso di studio di Piana Crixia (Sv)</i>	54
A. Senese, R.S. Azzoni, A. Zerboni, G. Diolaiuti, M. Maugeri, C. Smiraglia	<i>Proposta di metodologia per lo studio delle relazioni tra albedo e detrito sopraglaciale su un ghiacciaio alpino. Il caso del Ghiacciaio dei Forni (Alpi centrali, Lombardia)</i>	55
M. Soldati, O. Maquaire, A. Micallef, F. Fogliani, A. Pasuto, M. Prampolini, C. Tonelli, S. Costa, C. Delacourt, M. Jaboyedoff	<i>Coupling terrestrial and marine datasets for coastal hazard assessment and risk reduction in changing environments – Un Progetto di ricerca nell'ambito dell'EUR-OPA Major Hazards Agreement del Consiglio d'Europa</i>	56
L. Stamatopoulos	<i>Sviluppo e caratteristiche di una tipica morfologia "Badlands" a Derveni nella parte centrale di Rift di Korinto, Nord Peloponneso, Grecia</i>	57
C. Tonelli, J.P. Galve, M. Soldati	<i>Analisi geomorfologica di baie circolari dell'Arcipelago maltese</i>	58

F. Troiani, J.P. Galve, D. Piacentini, M. Della Seta	<i>Proposta di un metodo per l'elaborazione, la validazione e l'interpretazione di carte della distribuzione spaziale dello Stream Length-Gradient (SL) index: implicazioni per la valutazione della connettività tra versanti e corsi d'acqua</i>	59
A. Valente, S. Ginesu	<i>Processi di erosione sulle coste alte dell'Isola di Ponza (Italia)</i>	60
M. Vattano, P. Audra, J.Y. Bigot, J. De Waele, J.C. Nobécourt, C. Di Maggio, G. Madonia	<i>Primi risultati su alcune grotte ipogeniche della Sicilia</i>	61
A. Zerboni	<i>Una superficie di alterazione può essere un archivio per le variazioni di intensità dei monsoni</i>	62
A. Zerboni, A. Perego, M. Cremaschi	<i>La cartografia geomorfologica nel Sahara centrale</i>	63

RELAZIONI AD INVITO



Multiple occurrence regional landslide events

M.J. Crozier

School of Geography, Environment and earth Sciences, Victoria University, New Zealand

Multiple occurrence regional landslide events (MORLEs) consist of hundreds and thousands of shallow landslides occurring more or less simultaneously within defined areas, ranging from tens to thousands of square kilometres. They are triggered by rainstorms and earthquakes. Globally, MORLEs occur in areas of moderate to steep slopes subject to intense rainstorms and/or high intensity earthquakes. Individual landslides within these events are dominantly shallow debris and earth flows, and debris and earth slides, involving regolith or weathered bedrock. The location of these events and the degree of associated slope failure is determined primarily by the location and intensity of the triggering event, whether earthquake shaking or rainfall intensity. Thus accurate prediction of these events and the development of mitigation measures are limited by the ability to predict the travel path and intensity of features such as cyclones as well as the ability to predict the position of earthquake epicentres.

In areas of high population density these events can cause significant loss of life and destruction of dwellings and infrastructure. However, in agricultural settings, the most significant on-site economic impact of these landslides is the removal of productive soil and its cumulative effect on biomass production.

Magnitude is a critical factor in assessing hazard, particularly because magnitude is generally closely associated to frequency. Suggestions for representing magnitude of these events are presented.

For rainfall-triggered landslides, the attempt to find rainfall triggering thresholds is driven by three concerns: to provide a warning system for landslide occurrence based on synoptic conditions, to provide a probability of occurrence for representation of hazard, and to assess rates of geomorphic change. In addition, an established link between landslide occurrence and climatic factors provides a means of assessing the likely affect of accelerated global climate change on landslide occurrence. Methods and problems associated with establishing the link between landslide occurrence and climatic conditions are discussed.

While MORLEs have a demonstrable immediate effect on productivity, environment and human infrastructure, through time they are clearly an agent of geomorphic change. The role of these events in landform evolution is illustrated.

The landslide events described in this paper clearly represent a hazard. In agricultural areas they are responsible for a major reduction in productivity and destruction of farm infrastructure. In developed areas, they can result in death, destruction of homes and major disruption to transportation infrastructure. Downstream their effects on water quality and flooding are demonstrable.

The challenge of representing the magnitude and frequency of such events requires not only an assessment of the climate / slope stability relationship but also an understanding of the role these events play in geomorphic development.



Cambiamento climatico e permafrost montano in Italia: ricerche e prospettive future della ricerca

M. Guglielmin

Università degli Studi dell'Insubria, Dipartimento di Scienze Teoriche ed Applicate

Il permafrost montano è sempre più un aspetto della criosfera che anche alle nostre latitudini viene considerato non solo per gli aspetti scientifici ma anche per quelli pratici ed amministrativi, in quanto nell'attuale contesto di Cambiamento Climatico numerose amministrazioni locali hanno dato vita a programmi di monitoraggio delle variazioni del permafrost preoccupate dei possibili effetti delle stesse sulla stabilità dei versanti. Lo stato della conoscenza della distribuzione del permafrost in Italia nonostante il forte incremento degli ultimi 10 anni è ancora parziale, non esiste infatti una carta del permafrost su tutto il territorio italiano e le cartografie parziali di alcuni settori regionali alpini o quella delle Alpi prodotta dal recente progetto europeo Permanet sono derivate da modelli sicuramente migliorabili e necessitano di calibrazioni. Anche i catasti dei rock glaciers sono stati migliorati anche grazie alle migliori tecnologie rispetto al catasto nazionale prodotto con lo sforzo del Gruppo Nazionale di geografia Fisica e Geomorfologia negli anni 90' ma non sono più stati coordinati ed in taluni casi necessitano di verifiche sul terreno per la classificazione dinamica e climatica delle forme. In poche aree, e spesso prescelte solamente per le loro facilitazioni logistiche, sono state analizzate quantitativamente le caratteristiche del permafrost sia come contenuto e tipologia del ghiaccio in esso contenuto (attraverso metodi geofisici) sia come caratteristiche termiche (attraverso opportuni monitoraggi). Recentemente sono stati iniziati studi sull'idrogeologia delle aree con permafrost anche perché la risorsa idrica diviene sempre più importante nelle aree di alta quota prive di ghiacciai o con ghiacciai in forte regresso. Particolare attenzione è stata mostrata al monitoraggio delle pareti rocciose che, nonostante il loro generalmente basso contenuto in ghiaccio hanno suscitato grande interesse proprio ai fini della prevenzione dei crolli e del mantenimento delle vie alpinistiche di alta quota. Pochi progressi sono invece stati conseguiti nello studio delle relazioni tra il permafrost e i grandi fenomeni franosi, anche se recentemente è stata dimostrata la presenza del permafrost in condizioni critiche nell'evento della Val Pola (1987). Anche lo studio delle relazioni tra glacialismo recente e permafrost richiederebbe una maggiore attenzione specie in questo quadro di cambiamento Climatico. Tra le diverse prospettive di sviluppo futuro l'influenza del permafrost sulla idrologia e sugli ecosistemi di alta quota nel quadro del Cambiamento Climatico certamente sono le sfide più difficili ma anche più promettenti. Le variazioni dello spessore dello strato attivo nei rock glaciers, ma ancor più negli altri depositi criotici modificano direttamente (attraverso la variazione del regime idrico dei suoli) e indirettamente (attraverso il disturbo superficiale indotto da incrementati fenomeni di gelisolfusione o creep) la vegetazione sia come copertura che come biodiversità. Le stesse variazioni possono portare anche alla modifica del regime idraulico dei corsi d'acqua con implicazioni sull'evoluzione degli stessi.



Le coste: morfologia ed analisi dei rischi connessi a dinamica eccezionale

G. Mastronuzzi

LAGAT-TA Laboratorio GIS Geo-Ambientale e di Telerilevamento – Taranto II Facoltà di Scienze MM FF & NN a Taranto, Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università degli Studi “Aldo Moro”, Bari

In più luoghi la fascia costiera del pianeta è segnata dalla presenza di evidenze morfologiche e sedimentologiche dell'impatto di onde eccezionali. Le coste dell'Oceano Atlantico, dell'Oceano Pacifico e dell'Oceano Indiano come quelle del Mar dei Carabi o del Mar Mediterraneo conservano tracce di eventi che - a bassa frequenza e alta energia - le hanno più volte investite nel passato; l'interpretazioni dell'origine di tali tracce non è sempre condivisa a causa della particolare conformazione dei depositi e della similitudine - ma non uguaglianza - del flusso turbolento con cui tempeste e tsunami si riversano sui litorali. Negli ultimi decenni lo studio di depositi e forme presenti nell'ambiente immediatamente adlitorale ha avuto un impulso significativo legato al manifestarsi di una serie di eventi, incredibile nella successione ma assolutamente normale se considerata nella dimensione del pianeta e nella ricorrenza locale: gli tsunami di Hokkaido 1993, Giava 1999, Andamane 2004 (IOT = Indian Ocean tsunami), Giava 2006, Samoa 2009, Indonesia 2010, Chile 2010, Giappone 2011 e gli uragani della Louisiana 2005 (Katrina), delle Filippine 2006, del Myanmar, 2008 (Nargys) per ricordare solo i più noti.

Nelle seguenti pagine si descrivono essenzialmente gli studi condotti su accumuli di blocchi di grandi dimensioni distribuiti lungo le coste del pianeta; essi hanno il fine di: i – riconoscerne la genesi e i processi di accumulo; ii – ricostruire la successione temporale degli eventi; iii – valutare l'estensione dell'inondazione con metodi deterministici; iv – valutare il rischio rispetto alla possibilità che tali eventi si ripetano in futuro.

I dati con cui sono stati costruiti i modelli di seguito sinteticamente descritti sono stati direttamente rilevati in siti distribuiti lungo le coste del Mar Mediterraneo (Francia, Italia, Grecia, Egitto), del Mar dei Carabi (Antille Olandesi, Barbados), dell'Oceano Atlantico (Francia, Marocco), dell'Oceano Pacifico (Giappone) ove sono stati riconosciuti caratteri morfologici quali ventagli di rotta (*washover fans*) o blocchi (*megaboulders*) dalle dimensioni non usuali. Sono intesi tali quei blocchi che eccedono le dimensioni di quelli distribuiti in quei siti dalle normali mareggiate.

Per il riconoscimento della successione temporale degli eventi sono state consultate fonti archeologiche ed archivistiche/documentali e sono stati utilizzati nuovi dati archeologici di terreno. Parallelamente si è fatto ricorso alla determinazione dell'età assoluta dei depositi mediante analisi AMS su bioconcrezioni o resti malacologici, campionati sui blocchi o derivanti da carotaggi, e mediante analisi dell'età relativa con tecnologie TL su resti di ceramiche o OSL su depositi sciolti. L'insieme di questi dati ha permesso di riconoscere almeno 15 tsunami che hanno colpito le coste italiane negli ultimi 3500 anni; la loro genesi è stata diversa, dal terremoto sottomarino, alla frana costiera o sottomarina sismo-indotta, all'eruzione vulcanica. La maggior parte di questi eventi ha avuto origine prossima alle coste italiane; alcuni hanno avuto origini lontane come il maremoto generato dal collasso di Terra – Santorini (c.ca 3500 BP) o quello generato dal terremoto di Creta del 356 d.C..

Se la datazione dei depositi e delle forme corrisponde a tsunami noti, il dubbio che blocchi dalle dimensioni anomale possano essere stati dislocati da mareggiate eccezionali, peraltro in significativo aumento, avvenute nello stesso periodo è quantomeno lecito. Per cercare di identificare con un buon margine di certezza la genesi dei processi che ne hanno determinato l'accumulo, sono state applicate e sviluppate formule idrodinamiche che derivano da considerazioni fisiche; i blocchi sono stati



spostati quando l'onda –uno tsunami o una mareggiata – ha determinato condizioni in cui forza di inerzia, gravità e trascinamento hanno superato la forza di attrito. Le caratteristiche geomorfologiche del sito (andamento della linea di costa, batimetria, pendenza e conformazione delle superfici emerse) e dei blocchi (loro posizione originaria in ambiente ad litorale, intertidale o sublitorale e valori dei parametri descrittivi della loro geometria (dimensione, volume) e litologia (densità)) sono essenziali nello sviluppo di quelle formule. E' stato possibile ricostruire per differenti posizioni originarie dei blocchi i caratteri delle onde minime necessarie a spostarli. Dal confronto di questi con le caratteristiche meteomarine locali si è potuto escludere che i blocchi possano essere stati spostati da onde di mareggiate che non hanno caratteristiche energetiche sufficienti. Il continuo monitoraggio dei siti con blocchi ha permesso comunque di riconoscere che le mareggiate più forti sono in grado di sradicare e spostare quelli con dimensioni minori, anche dall'ambiente sottomarino.

L'applicazione delle formule idrodinamiche richiede la conoscenza di due parametri che derivano dal rilievo sul terreno: le dimensioni degli assi dei blocchi e la ruvidità della fascia costiera espressa dal numero di Manning. I rilievi di questi parametri sono stati condotti con metodologie classiche del rilievo topografico (triangolazioni, stazione totale), del rilievo geomorfologico (rilievo sul terreno e analisi coppie stereografiche) e con sistemi di rilevamento digitale quali il Laser Scanner Terrestre (LST) con l'ausilio di DGPS (Digital Global Position System) in modalità RTK (Real Time Kinematics) allacciandosi, quando possibile, alle reti GNSS (Global Navigation Satellite System) o, per la sola Puglia, il LIDAR (Laser Imaging Detection And Ranging). Una sufficiente casistica è disponibile per quanto riguarda il confronto fra dati rilevati con metodi topografici classici e digitali. In genere le misure derivanti dai primi sono sovrastimate con errori che raggiungono il 60% del valore reale; così blocchi il cui peso era stimato in circa 80 tonn, da ricostruzioni dei dati digitali sono di circa 25 tonn. Per quanto riguarda la ruvidità è stato messo a punto un metodo di rilievo che consente di aver dati reali per ogni sito e non dati derivanti da tabelle.

Tutti i dati sono stati georeferenziati e sono gestiti in ambiente GIS implementato con la sovrapposizione di ortofoto e DTM (Digital Terrain Model) sulla cartografia di base. La realizzazione di un algoritmo permette l'individuazione automatica della ruvidità in funzione delle caratteristiche dell'ortofoto e dei dati rilevati con metodi LST e quindi il calcolo automatico e la restituzione grafica del limite di massima inondazione.

Negli ultimi decenni, grande attenzione è stata rivolta alla dinamica della fascia costiera, in Italia come in altre aree del mondo, spesso ristretta ad una relativamente poco profonda fascia pedemontana, allo stesso tempo livello di base dei processi continentali controllati dall'energia del rilievo e dal clima - quali ad esempio le alluvioni -, e dei processi innescati in mare dalla dinamica dell'atmosfera - mareggiate eccezionali - o da processi geodinamici - tsunami. L'aumento di densità degli insediamenti residenziali e produttivi ha reso la fascia costiera più vulnerabile rispetto al manifestarsi di eventi estremi. Il più importante effetto derivante dal loro impatto sulle coste e del risultante repentino innalzamento del livello marino è la possibilità che si verifichino estese e veloci inondazioni che possono propagarsi nell'entroterra in tempi molto brevi. Se, nel bacino del Mediterraneo, è reale la possibilità di previsione dei tempi di propagazione delle mareggiate e di fornire idoneo preallarme, più difficile è allertare le popolazioni costiere in caso di generazione di tsunami, capaci di propagarsi a velocità di 500/800 km/h in acque profonde. Ne deriva che per la mitigazione del rischio connesso al possibile impatto di uno tsunami è essenziale la corretta pianificazione delle attività e la gestione della fascia costiera come evidenziato l'11 marzo del 2011 dal terrificante impatto lungo le coste del Giappone dello tsunami Tohoku Oji.



La centralità della Geomorfologia nello studio dell'instabilità costiera: casi di studio nell'isola di Malta

M. Soldati¹, S. Devoto¹, E. Forte², M. Mantovani³, A. Mocnik², A. Pasuto³, D. Piacentini¹

¹ Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

² Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Trieste

³ CNR-IRPI, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Padova

La Geomorfologia, occupandosi dello studio dei processi di modellamento e delle forme del rilievo terrestre al contatto tra litosfera e atmosfera o idrosfera, ben si presta non solo a essere disciplina di contatto tra ambiti diversi delle Scienze della Terra (geologia applicata, sedimentologia, geochimica, mineralogia, pedologia, geofisica etc.), ma anche a fungere da *trait d'union* con l'Ingegneria, la Biologia e non da ultimo con le Scienze spaziali. Il contributo che la Geomorfologia può fornire ad altre discipline è messo bene in evidenza da Summerfield nel suo testo "Global Geomorphology" (1991), al pari peraltro del contributo di cui la Geomorfologia stessa può giovare da parte di altre discipline. Negli ultimi anni è andata sempre più delineandosi la potenziale centralità che la nostra disciplina può rivestire nel contesto delle Scienze della Terra e Ambientali, sia di base che applicate. La capacità del geomorfologo di inquadrare una problematica geologica l.s. in un ampio contesto sia spaziale che temporale può fornire utili basi per indirizzare misure e analisi disciplinari di dettaglio in una fase precoce della ricerca, così come può guidare la gestione integrata dei dati che vengono via via raccolti e giocare un ruolo determinante nell'interpretazione finale dei risultati della ricerca. Il potenziale della Geomorfologia in questo senso, ancorché non pienamente esplorato o attuato, è certamente rilevante e può fare del geomorfologo una figura chiave in studi multidisciplinari.

Si riferisce di seguito di uno studio relativo a fenomeni di instabilità costiera in cui la centralità del ruolo della Geomorfologia è risultata evidente e ha permesso di ottenere risultati significativi. Le ricerche sono state svolte nell'isola di Malta che, in considerazione delle sue peculiarità geologiche e geomorfologiche, costituisce un vero e proprio laboratorio naturale in cui è stato possibile attuare un approccio multidisciplinare che ha affiancato e integrato metodi e tecniche investigative proprie della Geomorfologia con quelli di altre discipline. Un approccio di questo tipo si è rivelato estremamente funzionale nello studio dei complessi processi di instabilità costiera che caratterizzano in particolare la costa nord-occidentale dell'isola.

Sono stati realizzati dettagliati rilevamenti geomorfologici, che hanno rappresentato un'indispensabile base di partenza sia per la scelta delle tecniche investigative da utilizzare sia per la corretta identificazione dei siti da monitorare. A supporto di tale studio sono state quindi effettuate indagini geofisiche (ERT – Electrical Resistivity Tomography e GPR – Ground Penetrating Radar) che hanno permesso di indagare la stratigrafia e il grado di fessurazione degli ammassi rocciosi interessati da fenomeni di espansione laterale e scivolamento di blocchi. Sono stati poi realizzati monitoraggi GPS, misure di spostamento mediante l'utilizzo di fessurimetri, indagini geofisiche e analisi mineralogiche dei terreni argillosi. Il sistema di monitoraggio GPS, implementato nel 2006 e a tutt'oggi attivo, si è dimostrato, anche in considerazione delle cinematiche estremamente lente che caratterizzano i fenomeni franosi investigati, un efficace strumento per la registrazione degli spostamenti. Le misure ottenute sono state validate mediante la messa in opera di fessurimetri, alcuni dei quali predisposti per fornire letture in continuo e utili dunque a verificare anche la risposta dei versanti alle precipitazioni meteoriche.

L'interpretazione dei risultati ottenuti mediante l'applicazione delle diverse tecniche sopra menzionate ha quindi permesso di ricostruire l'evoluzione geomorfologica del tratto di costa studiato e di definire la cinematica dei fenomeni di espansione laterale, a cui si associano fenomeni di



scivolamento di blocchi, che caratterizzano gran parte della costa nord-occidentale dell'isola di Malta. La definizione del contesto strutturale e delle geometrie dei materiali coinvolti (calcari e argille) ha reso possibile l'interpretazione tridimensionale del fenomeno individuato. I fenomeni di espansione laterale, in lento ma continuo movimento con spostamenti dei blocchi di circa 2,7 cm/anno, hanno mostrato, oltre a movimenti con componente orizzontale lungo la direzione del versante e abbassamenti localmente significativi, anche aperture e chiusure di breve termine delle principali fratture presenti nell'ammasso roccioso, legate al basculamento dei blocchi. Questi ultimi sembrano essere imputabili alla stagionalità delle precipitazioni.

L'integrazione dei risultati ottenuti mediante diversi metodi e tecniche ha quindi permesso di definire la tipologia, i meccanismi e lo stato di attività dei fenomeni studiati permettendone un'analisi non solo a scala spaziale, ma anche temporale. Tali risultati possono quindi costituire una solida base per procedere alla valutazione del rischio da frana lungo la costa maltese e per definire le possibili opere di mitigazione necessarie.



Governare i territori: lo stato della difesa del suolo in Italia

G.V. Graziano

Consiglio Nazionale dei Geologi

Quasi sempre quando si parla di difesa del suolo o di dissesto idrogeologico si parte dalla esposizione dei dati, drammatici pur nella loro asetticità: numero di comuni a rischio, danni economici o consumo annuo di suolo bastano da soli a delineare un quadro di devastazione del nostro territorio.

Questi dati, in misura ogni volta diversa, sono senza dubbio all'origine del tragico ripetersi di eventi disastrosi, ma certamente alla base delle relative cause c'è un problema di ordine culturale, figlio di una assenza di leggi di reale governo dei nostri territori, che possano contribuire a radicare nei cittadini obbligati a rispettarle la coscienza delle reali esigenze del territorio.

Ad avvalorare questa considerazione basta evidenziare come i dispositivi di legge che sia a livello nazionale, sia a livello regionale, hanno consentito di istituire le aree protette, ovvero i parchi e le riserve, si siano dimostrate un esempio di applicazione virtuosa di coinvolgimento dei cittadini che in esse risiedono. Queste leggi infatti, spesso in un primo momento fortemente osteggiate per il regime vincolistico che esse impongono, hanno col tempo implicitamente costituito l'esito di un giudizio espresso dalla società civile nei confronti del proprio ambiente e del proprio patrimonio culturale. L'esercizio dei vincoli di tutela e le conseguenti azioni di protezione hanno quindi costituito una importante affermazione del valore istituzionalmente riconosciuto alla natura ed al paesaggio.

In Italia nella difesa del suolo la situazione è diametralmente diversa. Ripercorrendone le tappe più importanti della storia recente, è evidente come sia scomparso il concetto di unità di governo del bacino idrografico, con tutte le conseguenti ripetute ed ingiustificabili sottovalutazioni delle implicazioni, tra cui quelle economiche e sociali.

Dalla Legge 183/89, che prevedeva l'attuazione dei Piani di Bacino attraverso programmi triennali di intervento ed aveva disegnato un percorso virtuoso che tendeva a riportare nell'ambito della ordinarietà, e dunque nella giusta logica di prevenzione, la programmazione dei finanziamenti per la difesa del suolo, si è passati con progressive frammentazioni all'attuale complesso meccanismo della ripartizione, programmazione e trasferimento delle risorse destinate alla difesa del suolo, meccanismo complesso e contraddittorio come l'iter normativo da cui si è sviluppato.

Si impone una riflessione complessiva sulle criticità che si sono palesate negli ultimi dieci anni nel nostro Paese, occorre ripensare le strategie, ridefinire gli obiettivi ed i quadri programmatori, ripensare le politiche e gli strumenti normativi e operativi per uscire dal paradosso di un Paese che non riesce a passare dall'emergenza alla gestione ordinaria del territorio.

Una politica sostenibile di uso del suolo e di riduzione del rischio idrogeologico non può non passare attraverso una modifica normativa, attraverso una nuova legge di governo del territorio, ripartendo dalle esperienze positive della L. 183/89, considerando ancora una volta il bacino idrografico come unità di governo e lavorando per rimuovere le criticità sia di quella legge, sia delle attuali, di certo ancora maggiori.

POSTER



Confronto di due approcci statistici non parametrici per la valutazione della suscettibilità da frana nella catena appenninica settentrionale siciliana: tavolette I.G.M.I. Scillato e Caltavuturo

V. Agnesi¹, D. Costanzo¹, M. Cama¹, M. Minina², V. Korolev², E. Rotigliano¹

1 Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo

2 Geological Department, Lomonosov Moscow State University

Oggigiorno, la valutazione della diversa importanza delle variabili geoambientali nel determinare le condizioni di suscettibilità da frana di un'area è uno dei problemi più attuali della geologia. L'uso ed il confronto di due differenti approcci statistici, ha consentito di stimare le condizioni di predisposizione all'instabilità gravitativa dei versanti, per un esteso settore settentrionale della catena appenninica siciliana, ricadente all'interno delle tavolette I.G.M.I. nn. 259 I SE "Scillato" e 259 II NE "Caltavuturo". L'area oggetto della sperimentazione, estesa circa 200 Km², è stata suddivisa in maniera semi-automatica in 1827 unità idro-morfologiche o unità di versante. Per ciascun'unità di versante, è stato definito un set di 15 proprietà fisico-ambientali (caratteristiche geologiche, di uso del suolo, attributi topografici primari e secondari), che rappresentano le variabili indipendenti capaci di descrivere i fattori di controllo della stabilità dei versanti. Nell'area era disponibile un archivio di 233 frane di colamento che erano state riconosciute sulla base di fotointerpretazione e controlli di campo condotti nel 1999. In occasione della presente ricerca, utilizzando immagini GoogleTM relative al 2008, è stato realizzato un nuovo archivio eventi contenente 55 attivazioni successive. Per caratterizzare le condizioni di stabilità di ciascuna unità di mappatura, si sono utilizzate due differenti aree diagnostiche: il centroide di ogni area in frana (LC) e l'intera sua area di rottura (AR). Per definire il modello di suscettibilità sono state utilizzate due differenti tecniche di regressione: la Forward Logistic Regression (FLR) e Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS). In particolare, si sono utilizzate le frane mappate al 1999 per allenare i modelli e le successive 55 attivazione per la validazione degli stessi. I due metodi sono stati applicati per ciascuna delle due aree diagnostiche, al fine di confrontare anche, per una stessa metodologia, la capacità previsionale offerta. I modelli di suscettibilità ricavati mostrano caratteristiche comuni, selezionando quali variabili indipendenti di maggiore impatto sulle condizioni di stabilità delle unità di mappatura: la pendenza e la lunghezza dell'unità di versante, l'uso del suolo, il comportamento litotecnico atteso dei terreni, la litologia affiorante, le condizioni geomorfologiche, la curvatura longitudinale al versante e l'indice di erosione potenziale. I modelli di regressione costruiti utilizzando quale area diagnostica il punto centroide del movimento franoso hanno performance previsionali (AUC = 0.693) inferiori ai modelli di regressione logistica implementati utilizzando l'intera area di rottura (AUC = 0.722). Il metodo MARS, pur selezionando le stesse variabili predittive, ha raggiunto maggiori prestazioni sia con il modello di previsione costruito sui punti centroidi (AUC > 0.90), sia con quello che utilizza l'intera area di rottura (ROC = 0.84), con un errore GCV sempre minore di 0.09. Entrambi gli approcci statistici hanno prodotto complessi algoritmi che riflettono la complessità dell'area oggetto dello studio e l'interdipendenza tra il set di variabili geoambientali e la franosità. Dai risultati ottenuti con entrambi gli approcci, si evidenzia che l'uso delle unità di versante come unità di mappatura di base, unitamente al punto centroide quale area di attivazione dell'unità morfologica, si presta alla costruzione di un modello di suscettibilità con buone prestazioni previsionali, consentendo un indubbio risparmio in termini di risorse economiche e temporali e, anche e soprattutto, di limitare fortemente gli eventuali errori di mappatura delle forme franose derivate dall'intervento di un operatore.



The geo-hydrologic event in the Peloritan – Ionian area of 2009: debris-flow susceptibility assessment by means of forward logistic regression

V. Agnesi¹, E. Cama¹, C. Conoscenti¹, D. Costanzo¹, V. Hochschild², L. Lombardo¹, M. Märker³, E. Rotigliano¹

1 Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo

2 Institute of Geography, Faculty of Geosciences, Eberhard Karls Universität Tübingen

3 Dipartimento delle Scienze delle Produzioni Vegetali del Suolo e dell'Ambiente Agroforestale, Università di Firenze

On the 1st of October 2009, the area centred on the village of Giampilieri (Messina), on the Ionian side of the Peloritan belt, suffered thousands of landslides activated in the time lapse of about five hours, which caused 36 victims, more than 100 injured and more than 0.5M€ of damage to structures. This unprecedented phenomenon was triggered by an exceptional meteorological event, recorded at the foothills with 250mm of rain in just 8 hours; this amount of rainfall was cumulated to two previous events (16/IX: 75mm; 23/IX: 190mm) for a total amount of more than 500mm in less than two weeks. Due to the peculiar triggering conditions a huge number of debris flows involved the shallow weathered layer of the outcropping lithologies, consisting of phyllites of the Mandanici Units, mica schists of the Mela Units and medium to high grade Variscan metamorphic rocks. The purpose of this study is to evaluate the exportability of a landslide susceptibility model, obtained by using logistic regression method, within a training hydrographic unit (the “Torrente Briga” catchment) to predict the landslide spatial distribution in a test hydrographic units (the “Torrente Giampilieri” catchment). Both the basins extend for about 10km². Exporting procedures for susceptibility model are in fact of great importance to optimize the survey costs or when facing phenomena which are locally triggered, such as the ones activated under extreme rainfall events; in fact, in this cases the landslide scenario used to train the statistical model is local and spatially more limited than the extension of while investigated area. In this research we prepared a susceptibility model by means of forward logistic regression in the “Torrente Briga” catchment (871 landslides, regressing an optimized set of computed physical-environmental predictors and obtaining the log-function which was then applied to the “Torrente Giampilieri” catchment (1121 landslides). By using a 2m cell DEM (from which we calculated and tested a large set of primary and secondary topographic attributes) and some thematic maps (geology and land use), the following predictors have been selected: height, slope, stream power index, topographic wetness index, profile and plan curvatures, landform classification, outcropping geology, landuse. Unstable slope conditions were assigned to the cells within a 2.9m neighbourhood of the landslide identification points (located on the highest point of the landslide areas).

Models were built by merging the unstable cells with an equal number of randomly selected stable cells. To assess the sensitivity of the models with respect to the selection, 8 extractions were performed for each of the two basins, obtaining 8 models for the “Torrente Briga” area and 8x8 exporting combination, for the “Torrente Giampilieri”.

The results attest for a high performance of the models, as we obtained excellent AUC both for the the 8 Briga models (>0.84) and the 64 exported Giampilieri models (>0.8). High steepness, low height, plan concave and profile convex curvatures, together with south and south-west verging slopes, are the main controlling factors of debris flow initiations in the two areas.



Un approccio multi-scala per la valutazione della suscettibilità da frana a livello regionale: il progetto SUFRA (SUScettibilità da FRana) in Sicilia

V. Agnesi¹, S.E. Angileri¹, G. Arnone², M. Calì², F. Calvi², M. Cama¹, C. Cappadonia¹, C. Conoscenti¹,
D. Costanzo¹, L. Lombardo¹, E. Rotigliano¹

1 Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo

2 Assessorato Regionale Territorio e Ambiente (ARTA) – Regione Sicilia

L'attuale versione del PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) disponibile per il territorio siciliano è fortemente dipendente dallo scenario di dissesti passati censiti e catalogati, sulla base dei quali, utilizzando un sistema di matrici di valutazione, è possibile ricavare le condizioni di rischio geomorfologico associato. Questo stadio costituisce un primo grande avanzamento delle conoscenze a partire dal quale è ora necessario procedere alla valutazione della suscettibilità da frana e all'adozione dunque di uno strumento di analisi territoriale con carattere previsionale.

La realizzazione di una cartografia della suscettibilità da frana a scala regionale pone d'altra parte una serie di problemi di approccio e di tecnica realizzativa, che derivano dalla necessità di trovare un compromesso tra estensione territoriale e risoluzione dei modelli previsionali e, dunque, di risoluzione dei dati necessari in ingresso.

Il progetto SUFRA muove dalla stessa analisi metodologica del progetto TIER ma, alla luce della disponibilità per il territorio siciliano di tematismi geologici con maggiore dettaglio e inventari delle forme franose densamente popolati, diverge da questo sia nei dati in ingresso sia nei metodi di costruzione dei modelli, che vengono implementati per la valutazione della suscettibilità nei tre livelli in Sicilia. Tutti i livelli di mappatura sfruttano strati informativi con informazioni riguardo alla geologia, al clima, all'uso del suolo e ai dati sismici. Il progetto SUFRA mira dunque a realizzare una cartografia a varia scala della suscettibilità, articolata secondo i tre livelli: SUFRA100 (scala 1:100,000), SUFRA50 (scala 1:50,000) e SUFRA25/10 (scala 1:25,000 o 1:10,000). SUFRA100 è basato su un approccio euristico utilizzando un DEM con cella di 250 metri derivato dall'IGMI. Le unità di mappatura sono celle quadrate di 1 km di estensione. I modelli sono validati rispetto ai LIP (punti identificazione della frana) che vengono riclassificati con adozione di una semplificazione in due sole principali tipologie (frane di scarpata e frane di versante) dell'archivio PAI, disponibile per tutto il territorio regionale. La rappresentazione di uscita, a questo livello saranno limiti amministrativi come quelli comunali o provinciali.

SUFRA50 si basa sull'analisi statistica sfruttando la disponibilità delle nuove carte geologiche (CARG) e un DEM ottenuto ricampionando a celle di 20 metri di lato il DEM ATA2007/08. L'inventario delle frane, utilizzato per questo livello è l'IFFI2012_LIP (solamente il primo livello) che è il risultato della conversione in formato IFFI dell'archivio PAI, che sarà supportato e implementato da un controllo remoto delle aree individuate (sfruttando le foto aeree ATA2007). La rappresentazione di uscita del SUFRA50 sarà basata su confini fisiografici (bacini idrografici) e/o amministrative (comuni). SUFRA10/25 si basa sull'analisi statistica delle carte CARG (verificate con un lavoro di campagna) e sfruttando l'alta risoluzione del DEM ATA2007. Le unità di mappatura di base corrispondono alle unità di versante (SLU), derivate da una nuova ripartizione delle unità idromorfometriche in modo da ottenere unità con coerenza morfodinamica. Gli inventari di frana sono il risultato di una successiva implementazione dell'archivio IFFI2012, controllato e verificato da remoto e con indagini di campo.

Esempi di SUFRA_100, SUFRA_50 e SUFRA_10 sono stati realizzati per qualche settore rappresentativo di diversi contesti geologici e geomorfologici Siciliani. I primi risultati attestano per la fattibilità e la bontà del protocollo proposto.



Monitoraggio dell'espansione delle aree a calanchi tramite la mappatura della vegetazione

S.E. Angileri¹, C. Cappadonia¹, C. Schillaci², S. Romano³

¹ Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo

² Dipartimento dei Sistemi Agroambientali, Università degli Studi di Palermo

³ Dipartimento di Biologia Ambientale e Biodiversità Università degli Studi di Palermo

Le previsioni circa le tendenze del clima nel Mediterraneo Occidentale nei prossimi anni disegnano un quadro piuttosto sconcertante: un incremento delle precipitazioni di circa l'11%, conseguente ad un incremento della temperatura media annua di circa 3°C. Si nota, altresì, un prolungarsi della stagione arida e una concentrazione delle precipitazioni in eventi sporadici, ma di elevata intensità. Questa crescente "erosività" delle piogge è suscettibile di accelerare considerevolmente il processo di erosione del suolo in questo particolare ambiente, nel quale alla plurisecolare attività dell'uomo (agricoltura, pastorizia) si somma l'elevata "erodibilità" dei suoli.

Accenni di inizio di desertificazione per erosione accelerata del suolo si riscontrano in varie parti d'Italia. Nel contesto mediterraneo, la biomassa epigea può temporaneamente scomparire a causa del fuoco o del sovra pascolamento favorendo l'innescio di fenomeni di erosione concentrata poiché le radici hanno la loro importanza nel controllo dei tassi di erosione. Recenti studi sugli effetti della vegetazione sull'erosione idrica hanno preso in considerazione il ruolo delle biomasse radicali relativamente alla loro capacità meccanica di trattenuta dei suoli dimostrando che le *tap roots* riducono il rate di erosione in misura minore delle *fine-branched roots*, e, ancora, il rate di distacco del suolo è correlato alla densità per differenti classi di diametro radicale.

Nel presente lavoro è stato effettuato uno studio floristico-vegetazionale di due fronti calanchivi ubicati nel settore centrale del Fiume Imera Settentrionale (Sicilia settentrionale). Tale studio si è articolato in tre fasi principali quali: il censimento della flora vascolare; l'indagine sulle tipologie di vegetazione il rilievo e la mappatura della vegetazione attraverso l'interpretazione delle ortofoto di due differenti periodi (2000 e 2008). In seguito le popolazioni così censite e mappate sono state raggruppate secondo le dimensioni dell'apparato radicale al fine di individuare una correlazione tra le specie rilevate e l'evoluzione delle aree a calanchi con le forme che generalmente caratterizzano tali aree. Questa prima azione viene qui considerata come l'inizio per la messa a punto di una rete di monitoraggio dell'evoluzione del processo di erosione calanchiva, e in questa sede, in particolare, si è provato ad effettuare delle considerazioni iniziali a seguito dei primi rilievi.



Evaluating the effects of man-induced topographic changes in landscape structure on soil erosion by water: a case study in Sicily (Italy)

S.E. Angileri¹, V. Agnesi¹, V. Hochschild², M. Märker³, C. Conoscenti¹

1 Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo

2 Institute of Geography, Faculty of Geosciences, Eberhard Karls Universität Tübingen

3 Dipartimento delle Scienze delle Produzioni Vegetali del Suolo e dell'Ambiente Agroforestale, Università di Firenze

During the last decades, despite the increase of informatics and satellite data, the evaluation of the effects of man-induced changes in erosion/deposition dynamics was scarcely investigated. As a consequence, in cultivated catchments the relationship between the spatial distribution of linear landscape elements and surface runoff is not sufficiently understood. The present investigation focuses on modelling the impact of rural infrastructures, roads, tillage furrows, field boundaries, ditches and irrigation channels on water soil erosion. The hypothesis is that man-induced elements can modify the overland flow directions and consequently the amount of soil loss.

In order to achieve the described goals, a small rural area, located in northern-central Sicily was selected. In order to simulate man-induced elements changes in the study area, data related to their characteristics and their spatial distribution in the basin were collected: Aerial photography interpretation, integrated by filed surveys and GIS allowed to recognize and map artificial channels, field boundaries and unpaved roads.

Two erosion scenarios were constructed by using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). The first one, evaluating the distribution of soil loss amount, includes the man-induced elements in topographic and cover management factors. The second scenario was constructed masking the presence of man-induced elements in the RUSLE model.

Results were compared and differences analyzed. The adopted method allows predicting where and with which intensity man-induced elements can change rill-interrill erosion processes. The erosion scenario simulation demonstrates that, in cultivated fields, the hydrological connectivity is strongly affected by the changes in land use patterns and in topographic surface (soil loss increase of 17 %). Moreover, the present work highlights the importance of farmer's activities in modifying the natural water flow-path, both at field and basin scale. The scenario analysis marks the importance of including, between man-induced elements, artificial channels and unpaved roads in the list of predictor parameters. Concluding, the preliminary results stressed the necessity to validate obtained soil loss data and to calibrate the input parameters in the empirical model computation.



Valutazione della suscettibilità alla sheet e rill erosion nel Bacino del Fortore beneventano (Appennino campano, Italia meridionale)

I. Antonino¹, P. Magliulo¹

¹ Dipartimento di Scienze per la Biologia, la Geologia e l'Ambiente, Università degli Studi del Sannio

Obiettivo del presente studio è la valutazione della suscettibilità ai processi di sheet e rill erosion in un'area a spiccata vocazione agricola: il bacino del Fortore beneventano (Appennino meridionale), avente superficie di 252 km². Quali fattori causali (di seguito, FC), sono stati utilizzati pendenza, esposizione, uso del suolo e litologia: tali FC, infatti, condizionano, in modo complesso, sia l'erosività delle acque che i processi pedogenetici che controllano l'erodibilità dei suoli; essi, inoltre, non presentano interrelazioni di tipo matematico e ciò evita sovrastime degli eventuali risultati positivi della validazione statistica della procedura di suscettibilità. I dati relativi ai fattori considerati sono stati ottenuti integrando rilievi di campo con informazioni derivanti da analisi cartografiche, aerofotografiche e di letteratura. La relativa distribuzione spaziale è stata graficamente sintetizzata in quattro carte tematiche. Le superfici soggette ad intensa sheet e rill erosion (di seguito, Superfici Intensamente Erode o SIE) sono state rilevate mediante tecniche classiche di analisi geomorfologica e digitalizzate in ambiente GIS. Un procedimento di intersect tra lo shapefile delle SIE e quello di ciascuna carta tematica ha permesso di calcolare la densità areale delle SIE in ciascuna classe di FC e nell'intera area di studio. A partire dalle densità areali, sono stati calcolati, mediante analisi statistica bivariata, pesi numerici indicativi della suscettibilità di ciascuna classe ai processi considerati. Le carte tematiche sono state riclassificate in base ai pesi e sovrapposte (overlay), ottenendo, in tal modo, la somma dei quattro pesi delle altrettante classi di FC in ogni cella del DEM (indice di suscettibilità). Il range di indici di suscettibilità è stato suddiviso in quattro classi, secondo quanto riportato in letteratura, per creare la Carta della suscettibilità alla sheet e rill erosion. La validazione è stata effettuata suddividendo in maniera random il dataset delle SIE in un training set, utilizzato per elaborare una nuova Carta della suscettibilità, e in un validation set, utilizzato per la validazione: quest'ultima è infatti ritenuta soddisfacente se la percentuale di superficie di ciascuna classe di suscettibilità consistente nelle SIE del validation set aumenta all'aumentare della suscettibilità calcolata. Tale requisito è risultato soddisfatto nel presente studio. Ben il 26% del bacino è risultato interessato da processi di intensa sheet e rill erosion. Le aree maggiormente suscettibili sono risultate quelle con pendenze comprese tra 10° e 15°, a substrato argilloso, con esposizione compresa tra Sud ed Ovest e destinate a pascolo. Viceversa, la minore suscettibilità è stata ottenuta per le superfici pianeggianti, ammantate da boschi ed impostate su calcareniti. Le superfici altamente suscettibili sono risultate occupare il 40% dell'area totale del bacino, prevalendo, purtroppo, nettamente su quelle a suscettibilità bassa o molto bassa (20% dell'area). Le superfici a suscettibilità moderata-bassa e moderata-alta sono risultate occupare il 21% ed il 19% del bacino, rispettivamente.



Morfodinamica di spiaggia ed impatto di eventi di mareggiata sui sistemi dunali di Lido di Classe (Ravenna)

C. Armaroli¹, P. Ciavola¹, E. Grottolì¹, M.D. Harley¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Ferrara

Nell'ambito dell'impatto delle variazioni climatiche, è di interesse la comprensione del ruolo di eventi meteo marini estremi nel modellare i sistemi costieri litorali. L'argomento riveste particolare importanza nel caso di sistemi di dune, che svolgono il ruolo di difesa dall'ingressione marina durante le mareggiate.

Lo studio qui presentato si è focalizzato sulla classificazione del comportamento morfodinamico delle spiagge e delle dune che si estendono dalla Foce del Torrente Bevano all'abitato di Lido di Classe, a sud di Ravenna. Il sito ha un'estensione di circa 4 km ed ha un'importante valore paesaggistico, essendo uno dei pochi tratti di costa naturale in Emilia-Romagna. Nell'estremità meridionale presenta opere di difesa trasversali e parallele e permette quindi di confrontare la morfodinamica delle spiagge naturali con quella delle spiagge antropizzate.

Nell'ambito del progetto MICORE (Morphological Impacts and Coastal Risks induced by Extreme Storm Events), finanziato nel 7° Programma Quadro dall'Unione Europea (www.micore.eu), sono stati svolti rilievi di spiaggia ripetuti per tre anni, raccolti più di 100 campioni di spiaggia ed effettuato un volo LIDAR ad alta risoluzione. Lo scopo del lavoro era quello di valutare la risposta della spiaggia a corto (mareggiata) e medio (stagionale) termine.

Nel corso dello studio si è verificato un evento di mareggiata nel marzo 2010 con onde a largo di 3.91 m, che ha causato erosione della porzione anteriore del cordone dunale. Si è osservato in vari punti un comportamento "anomalo" dell'avanduna, che ha raggiunto pendenze quasi verticali per poi collassare successivamente all'evento. Confrontando i dati di campo con simulazioni del processo erosivo tramite il codice X-beach, appositamente calibrato per il sito, queste non sono riuscite a riprodurre adeguatamente i profili "anomali", si pensa in seguito al ruolo svolto dalla vegetazione nello stabilizzare il sedimento tramite processi di adesione alle radici.

Lo studio ha inoltre permesso di testare le classificazioni più recenti dell'impatto morfologico delle mareggiate sui cordoni dunali, in particolare quella di Sallenger (2000) and il Dune Safety Factor di Armaroli et al. (2012). Ambedue le classificazioni predicono correttamente gli impatti osservati durante il monitoraggio e possono quindi essere usate per valutazioni di vulnerabilità su altri sistemi dunali.



Analisi multi-temporale dei processi sui versanti e valutazione della suscettibilità da debris flow in ambiente di alta montagna: il caso della Valle dell'Avio (Massiccio dell'Adamello-Presanella, Alpi centrali)

C. Baroni¹, I. Carloni¹, M. Della Seta², M. Del Monte², M.C. Salvatore¹, F. Vergari²

1 Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pisa

2 Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma La Sapienza

Le aree alpine, in particolare quelle poste nelle fasce altimetriche più elevate, risultano particolarmente sensibili alle variazioni climatiche alle quali rispondono con variazioni dell'estensione della criosfera (ghiacciai e permafrost) e con modificazioni, anche repentine, della frequenza e dell'intensità dei processi di versante. Qui presentiamo i risultati ottenuti dalla applicazione e dalla messa a punto di un metodo, già testato per la valutazione della suscettibilità da frana, per valutare la suscettibilità geomorfologica in zone di alta montagna.

E' stata scelta come area campione la Valle dell'Avio (Massiccio dell'Adamello-Presanella), una delle principali valli tributarie della Valcamonica. Come per tutte le valli che si dipartono dall'acrocoro dell'Adamello, anche la Valle dell'Avio ha registrato ripetute fluttuazioni dei ghiacciai, delle quali restano evidenti testimonianze riferibili alle fasi Tardoglaciali, alle variazioni oloceniche e alla deglaciazione successiva alla Piccola Età Glaciale. Come conseguenza del nuovo contesto climatico-ambientale, nelle aree via via deglacciate e sui depositi sia preesistenti sia di deposizione recente (in particolare i depositi glaciali della Piccola Età Glaciale) o di neoformazione si assiste ad un progressivo ri-equilibrio all'azione degli agenti morfogenetici attivi, che si manifesta anche con fenomeni di dissesto.

E' stata eseguita un'analisi multitemporale dei processi di versante, in particolare dei fenomeni di debris flow, basata su una carta geomorfologica già esistente riferita ai primi anni '80, sull'analisi di fotografie aeree riprese nel 1994 e nel 2006 e, infine, su una campagna di rilevamento di terreno eseguita nel 2010 per l'aggiornamento dei dissesti. Tutti i dati raccolti sono stati gestiti in ambiente GIS ed hanno contribuito alla creazione di un database geomorfologico.

Sulla base dei dati raccolti, è stata elaborata una carta della suscettibilità da debris flow della Valle dell'Avio attraverso l'applicazione di un metodo già testato, per verificarne l'applicabilità in zone di alta montagna. Questo metodo fornisce una procedura statistica, basata sull'analisi di dati morfometrici, che consente di selezionare in modo oggettivo i fattori di maggiore influenza sulla distribuzione spaziale dei debris flow già avvenuti. Una volta selezionati i fattori più influenti, questi sono stati classificati e combinati in modo da generare unità omogenee di territorio (vUCUS, vector Unique Condition Units). L'analisi di probabilità condizionale è stata usata per determinare l'indice di suscettibilità relativo a ciascuna vUCU, che misura la densità di debris flow all'interno di ciascuna unità omogenea.

La multitemporalità dei dati ha permesso la validazione del modello di suscettibilità operando l'analisi degli eventi di debris per intervalli temporali distinti. Il processo di validazione ha dato risultati incoraggianti, in quanto la maggior parte delle unità di territorio che risultano maggiormente suscettibili, coincidono con le aree affette da eventi di debris flow nel periodo successivo a quello considerato per la valutazione della suscettibilità.



Active geomorphosites in different morphoclimatic environments: investigations on processes, evolution and erosion rates as a response to climate change

I. Bollati¹, M. Pelfini¹, M. Della Seta², L. Pellegrini³, E. Reynard⁴

¹Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano

²Dipartimento di Scienze della Terra, Università La Sapienza di Roma

³Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pavia

⁴Institut de géographie et durabilité, Anthropole, Université de Lausanne

Geomorphosites are a recent research topic in geomorphology and they represent one of the most important vehicles for dissemination of Earth sciences. More in particular active geomorphosites are the most suitable at this scope for the evidence of processes and deriving landforms to be monitored and evaluated for dissemination purposes.

The importance of monitoring active geomorphosites and reconstructing the main geomorphological past events affecting them is twofold. On one side, the investigation of processes modalities may be useful for predicting the velocity of evolution of these sites in view of managing these natural resources, because they may represent source of hazards that can be translated in risk scenarios, especially in touristic contexts. On the other side it has to be considered the educational importance of active geomorphosites in particular because of their high representativeness in term of geomorphic processes and their evolution characterized by times that are comparable to human timescale and for this reason more comprehensible by the educational targets.

The methodology applied in sites located in both Alps and Apennines (i.e. fluvial, glacial and calanchi landscapes), has been articulated in two main parts:

- i) Quantification of evolution rates of selected geomorphosites integrating different investigation techniques, basing on both biological (i.e. dendrogeomorphology) and a-biological (i.e. geomorphology) components of the landscape, providing different spatio-temporal information;
- ii) Structuring of a database for managing data on evaluation, selection and evolution rates of active geomorphosites for different scopes considering a multidisciplinary approach that include features strictly connected with geomorphology (ecological support role, geological setting and cultural elements of the landscape).

As an example, meaningful results have been obtained, through the integration of investigation techniques, on erosion rates on shales in calanchi landscapes, where average erosion rates obtained through geomorphology and dendrogeomorphology over the long period are comparable (1.5-1.7 cm/y). In addition the comparison with climatic record allows finding correlation among particular meteorological trends and triggering of erosion.

The investigation of landscape dynamicity in sites of geomorphological interests where processes are meaningful, allow detailing risk/impact scenarios where vulnerability component is represented by both fragile sites and visitors. Hence, the evolution rate of geomorphosites should be taken into consideration for touristic planning activities and periodic revision of geomorphosites evaluations. Moreover the possibility of dissemination of scientific data regarding evolution of sites and processes may be considered a useful tool for education to and mitigation of geomorphological risk.



Fenomeni di pericolosità geomorfologica nelle zone carsiche dei bacini del T. Pora e del T. Sciusa (Liguria occidentale)

P. Brandolini¹, A. Benedettini², F. Faccini¹, A. Maifredi²

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università degli Studi di Genova

² Geologo, collaboratore esterno

L'area di studio è ubicata in una delle più importanti zone carbonatiche della Liguria occidentale, il Finalese, sulla quale si sono sviluppati gli altopiani carsici di Bric dei Frati, S. Bernardino, Rocca degli Uccelli e Manie.

Questo settore del ponente ligure appartiene al Dominio Brianzone delle Alpi Liguri ed è costituito dal Brianzone esterno (Unità di M. Carmo-Rialto e copertura stratigrafica), sulla quale poggia a N un piccolo klippe di Brianzone interno (Unità di Pamparato-Murialdo), principalmente rappresentato da scisti metamorfici, porfiroidi, quarziti e rocce carbonatiche, in subordine da scisti calcareo-argillosi e conglomerati.

La zona in esame è largamente caratterizzata dall'affioramento della Pietra di Finale, un calcare bioclastico del Miocene medio, ricco di frammenti di macrofossili, con componente terrigena sino al 15%.

La Pietra di Finale poggia trasgressivamente sul substrato pre-Terziario, rappresentato nell'area di studio da calcari dolomitici (Dolomie di San Pietro dei Monti) e in minor misura da quarziti (Quarziti di Ponte di Nava), calcari marmorei (Calcari di Val Tanarello), meta-andesiti (Formazione di Eze) con associati scisti quarzo-sericitici e filladi (Scisti di Gorra) e porfiroidi (Porfiroidi del Melogno).

Il presente studio affronta l'analisi preliminare di alcuni casi di pericolosità geomorfologica individuati nei settori medio-centrali dei bacini idrografici dei torrenti Pora e Sciusa, legati sia all'azione della gravità, con frane di crollo, ribaltamento e grandi movimenti di genesi complessa, sia all'azione delle acque correnti, relativamente a situazioni di erosione ed esondazione in ambiente carsico.

Per quanto riguarda i fenomeni gravitativi, sono particolarmente significativi i dissesti che si rilevano lungo il margine occidentale dell'altopiano di S. Bernardino, sui versanti del M. Cucco (357 m), caratterizzati nella parte sommitale dall'affioramento di calcari bioclastici (Pietra di Finale) alla cui base sono presenti rocce prevalentemente marnose (Marne di S. Lorenzino). Il contrasto di competenza tra questi due ammassi rocciosi, rappresenta la causa predisponente dei movimenti franosi tipici di un modello geologico che presenta materiali rigidi (calcari bioclastici) sovrapposti a un mezzo più deformabile (marne). Infatti, lungo la grande bastionata di M. Cucco, nei pressi dell'abitato di Orco, sono osservabili, da N a S, un ampio fenomeno di espansione laterale, un'espansione laterale in fase incipiente evidenziata da una frattura verticale con apertura plurimetrica, nota localmente come Canyon di M. Cucco, e una grande frana complessa (crollo/scivolamento) che interessa il centro abitato di Bonomi.

Per quanto riguarda i fenomeni legati alle acque correnti si sono evidenziate situazioni di pericolosità in concomitanza di piogge intense e di breve durata, sia in ambiente epigeo sia ipogeo, con allagamenti di alcune doline nella zona dell'altopiano delle Manie (Pian della Brera e Pian della Noce) e con piene in grotta in corrispondenza dei più importanti trafori idrogeologici, come per esempio quello tra la Val Ponci e la Val Sciusa (Grotta della Priamara).

Fenomeni di instabilità geomorfologica causati dall'evento alluvionale del 25 ottobre 2011 nel bacino del T. Vernazza (Cinque Terre, Liguria Orientale)

P. Brandolini¹, A. Cevasco¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università degli Studi di Genova

Sulla base di un rilevamento diretto a scala di dettaglio (1:5000), integrato dall'analisi fotointerpretativa di immagini aeree ad alta definizione, si presentano i risultati preliminari di uno studio rivolto all'individuazione dei fenomeni erosivi e di dissesto innescati nel bacino idrografico del T. Vernazza dalle piogge del 25 ottobre 2011. Tali precipitazioni si sono concentrate in particolare nei territori delle Cinque Terre e della contigua Val di Vara, con valori di intensità di 539 mm/24h, 328 mm/3h e con un picco di 153 mm/h a Brugnato (Val di Vara, SP).

Le Cinque Terre, come noto, sono sede di un territorio di grandissimo pregio ambientale e culturale, legato alla presenza di un emblematico paesaggio agricolo terrazzato costiero, incluso nel Parco Nazionale delle Cinque Terre e riconosciuto dal 1997 come patrimonio mondiale dall'UNESCO.

Il bacino del T. Vernazza presenta le caratteristiche geomorfologiche tipiche dei piccoli bacini costieri liguri: un'estensione di circa 5,7 km², pendii molto ripidi, brevi corsi d'acqua lineari spesso controllati dalla tettonica. Il substrato roccioso è composto, in prevalenza, da un flysch arenaceo-argilloso (Macigno, Falda Toscana) e da un complesso pelitico (Argille e Calcari di Canetolo, Unità di Canetolo), coinvolti in una megaantiforme coricata a vergenza tirrenica.

Si sono rilevate varie tipologie di movimenti gravitativi, principalmente ascrivibili a colamenti e scivolamenti di detrito, che hanno dato luogo a forme di denudazione e di accumulo. Per quanto riguarda le forme fluviali e di versante dovute alle acque superficiali sono state evidenziati gli alvei interessati da fenomeni di approfondimento, i solchi da ruscellamento concentrato, le scarpate di erosione torrentizia, le superfici interessate da forme di dilavamento prevalentemente diffuso o concentrato e i depositi dovuti a colate da trasporto in massa.

Su scala di bacino, le forti precipitazioni del 25 ottobre 2011 hanno portato all'attivazione di centinaia di frane superficiali e di una profonda erosione lungo la quasi totalità del reticolo idrografico, causando un incremento eccezionale del trasporto solido lungo l'asta terminale del T. Vernazza. Conseguentemente si sono verificati fenomeni di sovralluvionamento e di esondazione di fango e detriti, che hanno distrutto numerosi edifici e tratti di viabilità, e causato l'inondazione del centro di Vernazza, con depositi di fango e detriti fino a 6 m di spessore. Gli effetti dell'evento sono stati disastrosi sia per la perdita di vite umane (3 vittime), sia per quanto riguarda i danni strutturali ed economici che, per quanto riguarda le opere pubbliche del comune di Vernazza, sono stati stimati in oltre 120 milioni di euro.

Lo studio effettuato ha messo in evidenza l'elevatissima vulnerabilità dei terrazzamenti agricoli che, da fondamentale strumento di prevenzione e controllo dei processi erosivi e di dissesto nel corso dei secoli, si sono trasformati, in quanto privi della necessaria manutenzione in seguito delle mutate condizioni socio-economiche dell'area, in pericolose aree "serbatoio" di detriti facilmente mobilizzabili in occasione di eventi meteorici di elevata intensità.



La morfologia del versante in funzione dei processi morfogenetici in aree calanchive: l'esempio della Sicilia settentrionale

M. Buccolini¹, C. Cappadonia², L. Coco¹

¹ Dipartimento di Ingegneria e Geologia, Università degli Studi "G. D'Annunzio", Chieti-Pescara

² Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo

I calanchi possono essere definiti come sistemi di drenaggio molto densi e gerarchizzati a rapida evoluzione, incisi su ripidi pendii argillosi e caratterizzati da una fitta alternanza di stretti solchi e creste affilate, di altezza compresa tra alcuni metri e qualche decametro. La loro genesi è controllata dalle caratteristiche meccaniche, chimico/mineralogiche e dalla composizione granulometrica dei litotipi interessati, dall'assetto strutturale del substrato geologico, dalle caratteristiche climatiche e microclimatiche. Un fattore determinante per lo sviluppo delle forme è la morfologia iniziale del versante efficacemente descritta tramite un indice (Morphometric Slope Index, MSI) che permette di analizzare il tratto di versante soggetto al fenomeno, schematizzando il bacino di alimentazione della forma secondo i principali elementi morfometrici: area reale e in pianta, forma, inclinazione, lunghezza e larghezza. All'interno dei calanchi, proprio come nei normali bacini idrografici, si sviluppano processi erosivi sia lineari (gully erosion, rill erosion e piping), sia areali (frane di tipo colamento e scorrimento e sheet erosion). Il prevalere di un processo morfogenetico rispetto ad un altro è in stretta connessione con le condizioni morfologiche iniziali del versante su cui si sviluppano. Nel presente lavoro, si è studiata l'esistenza di una relazione tra MSI e i processi erosivi in atto su un fronte calanchivo in un'area della Sicilia centro-settentrionale, nel settore Occidentale del gruppo montuoso delle Madonie. Il fronte è stato suddiviso in unità idrografiche corrispondenti alle aste direttamente afferenti al reticolo idrografico esterno. Per ciascuna unità è stata ricostruita la topografia iniziale del versante, tramite l'unione dei punti di intersezione tra lo spartiacque e le isoipse aventi la stessa quota. In base ad essa è stato calcolato MSI tramite la formula:

$$MSI = \frac{A_r}{A_{2D}} \times L \times R_c,$$

dove A_r rappresenta l'area della superficie ricostruita, A_{2D} l'area in pianta, L la lunghezza del versante dallo spartiacque alla base, R_c il rapporto di circolarità, per ogni unità idrografica.

Un rilevamento geomorfologico di dettaglio dell'area è stato finalizzato alla descrizione, per ciascuna unità idrografica, dei processi erosivi dominanti, distinti in processi franosi e fenomeni di incisione (comprendenti gully e rill erosion).

Le analisi confermano che la tipologia dei processi erosivi caratteristici dei calanchi è condizionata dalla morfometria iniziale del versante. Infatti, questi si distribuiscono diversamente in funzione del valore di MSI: per valori minori di 20m si sviluppano principalmente processi di incisione (gully e rill erosion), mentre per valori maggiori di 50m si sviluppano principalmente processi franosi; per valori intermedi non si evidenzia la prevalenza di un processo rispetto agli altri.



Fattori di controllo sullo sviluppo delle forme calanchive in NW Sicilia, Italia Meridionale

C. Cappadonia¹, I. Pulice^{2,3}, C. Conoscenti², G. Robustelli², E. Rotigliano², F. Scarciglia²

¹ Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo

² Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria

³ Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, Potenza

Le forme calanchive sono molto diffuse in Italia meridionale in corrispondenza di successioni argillose. Esse si possono distinguere in "calanchi s.s" (unità morfologiche con versanti ripidi e creste affilate), "biancane" (piccole colline a forma di cupola caratterizzate da rivoli e efflorescenze saline) e forme di transizione tra calanchi e biancane.

Lo studio dei fattori di sviluppo delle forme calanchive, in particolare in ambiente mediterraneo, è da molti anni oggetto di interesse di diversi autori.

Il presente lavoro ha come obiettivo la descrizione dei principali fattori che controllano lo sviluppo e l'evoluzione dei calanchi, mediante un approccio multidisciplinare di tipo geomorfologico, e geochimico, mettendo in evidenza similitudini e differenze tra due fronti calanchivi ubicati nelle località Caltfimo ed Ottosalme nel settore centro-settentrionale della Sicilia (Italia meridionale). Entrambe le aree sono caratterizzate da un clima mediterraneo, con una bassa piovosità media annua (700 mm), alto tasso di evapotraspirazione e deficit idrico estivo. I calanchi sono impostati sul membro argilloso delle successioni sintettoniche della Formazione Terravecchia (Tortoniano sup. – Messiniano inf.).

Le due aree calanchive presentano differenti caratteristiche morfologiche e processi geomorfici dominanti. Creste affilate e fenomeni di erosione idrica concentrata dominano a Ottosalme, e morfologie più arrotondate e affetti da movimenti di massa (*mud flows* and *translational slides*) prevalgono a Caltfimo.

I parametri geochimici e fisici come il pH, concentrazione dei sali solubili, rapporto di assorbimento di sodio (SAR), porosità, limiti di plastica e liquido sono stati analizzati per determinare le possibili cause delle differenze morfologiche tra i due siti (Caltfimo, Ottosalme), con particolare attenzione sul loro ruolo nel discriminare il comportamento di microforme peculiari, la crosta esterna alterata e la corrispondente porzione interna massiccia (substrato *unweathered*). Dal confronto tra i valori ottenuti dalle analisi eseguite sui campioni delle due diverse aree, si osserva una generale omogeneità dei risultati. Tuttavia, differenze sono state riscontrate in varie proprietà. In particolare, tutti i campioni sono costituiti da materiale dispersivo (valori SAR > 10), ma un comportamento più plastico e liquido a Caltfimo può spiegare una più ampia ricorrenza di frane e morfologia arrotondata rispetto a Ottosalme, dove i valori più alti di SAR possono ben spiegare la dominanza di erosione idrica concentrata. I valori più bassi di SAR nella crosta suggeriscono che la dispersività dell'argilla non è il fattore prominente nel controllo della sua mobilità, che è più probabile sia promossa dalla sua maggiore porosità e conseguente aumento dell'assorbimento di acqua rispetto alla porzione interna, con cambiamenti di stato di saturazione, taglio resistenza e la pressione dell'acqua.



Analisi morfometrica di due aree *calanchive* in Sicilia (Italia)

N.A. Caraballo Arias¹, C. Conoscenti², C. Di Stefano¹, V. Ferro¹

¹ Dipartimento dei Sistemi Agro-Ambientali, Università degli Studi di Palermo

² Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo

L'erosione idrica rappresenta, a livello globale, il principale agente responsabile della degradazione del suolo. In Sicilia, in particolare, precipitazioni irregolari, forti cambiamenti stagionali, scarsa copertura vegetale ed estesi affioramenti di depositi argillosi costituiscono condizioni favorevoli ai fenomeni di erosione idrica. Paesaggi descritti con il termine *badland* sono il risultato di intensi processi di erosione che si caratterizzano per forti pendenze dei versanti, copertura vegetale scarsa o assente, elevata densità di drenaggio, valori rilevanti di perdita di suolo e, talvolta, un sottile strato di regolite.

Lo studio presenta i risultati di un'indagine condotta in due siti calanchivi situati, rispettivamente, nel settore di testata del bacino del Fiume Imera Meridionale e nel settore nord-orientale del bacino del Fiume Belice. Per le aree oggetto dell'indagine è stata caratterizzata la geometria di 25 incisioni calanchive al fine di verificare se relazioni simili a quelle già testate per forme di erosione lineare minori (rill, gully effimeri e permanenti) possono essere individuate anche per canali delle aree calanchive. A tale scopo, un modello digitale del terreno (DEM) ad elevata risoluzione è stato utilizzato per ottenere, mediante un Sistema Informativo Territoriale (GIS), la larghezza e la profondità delle sezioni trasversali e la lunghezza dei canali. I valori cumulati di lunghezza e volume misurati in ciascun canale, riportati su diagrammi a dispersione, hanno permesso di individuare relazioni potenziali caratterizzate da elevati coefficienti di regressione. Inoltre, i parametri morfometrici quali lunghezza, profondità, larghezza e volume, sono stati combinati in due gruppi adimensionali che, come già testato per forme di erosione minori, risultano legati da una dipendenza di tipo potenziale.

I risultati dell'indagine confermano, in definitiva, che la lunghezza di un canale erosivo costituisce un dato sufficiente per prevedere il volume di materiale eroso e che combinando alcune caratteristiche morfometriche in due gruppi adimensionali è possibile ottenere relazioni che confermano anche la similitudine morfologica tra rill, gully, effimeri e permanenti, e calanchi.



Monitoraggio della temperatura in roccia in una cavità carsica di montagna interessata da depositi di ghiaccio permanente (Prealpi Giulie - Friuli Venezia Giulia)

R.R. Colucci^{1,2}, F. Finocchiaro¹, E.Forte¹, M.Potleca³, M.Guglielmin⁴

1 Università di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze (DMG)

2 Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), ISMAR Trieste

3 Regione Friuli Venezia Giulia

4 Università dell'Insubria, DISTA, Varese

Il massiccio del Monte Canin (2587 m slm), sito nel Parco Naturale delle Prealpi Giulie (Alpi nord orientali), si colloca in una zona di transizione tra l'Europa continentale e quella Mediterranea rappresentando per questo motivo un interessante caso di studio in termini di relazioni tra clima ed ambiente. La zona è caratterizzata da ambienti glaciali e periglaciali, i primi dovuti principalmente alle abbondanti nevicate che interessano l'area (6.80 m di neve caduta a 1800 m di quota, tra il 1 dicembre ed il 30 aprile), i secondi legati all'altitudine ed alle basse temperature (Temperatura Media Annua decennio 2000-09 = 3.8 ± 0.6 °C a 1800 m s.l.m.)

Il ritiro glaciale avvenuto nel corso dell'ultimo secolo, seppur non esistano valutazioni quantitative sui bilanci di massa, è stato attentamente osservato e registrato da vari studiosi (tra questi G.S. di Brazzà, O. Marinelli, A. Desio) misurando il regresso delle fronti dai segnali posizionati in area proglaciale. Nessuna analisi è stato però mai finora intrapresa per individuare l'eventuale presenza e distribuzione del permafrost. Nel corso dell'estate 2011 una cavità carsica interessata da depositi di ghiaccio permanente e stratificato con ingresso a 2285 m di quota, è stata selezionata per l'allestimento di una serie di stazioni di misura di temperatura in roccia, ghiaccio e aria. Sono state attivate complessivamente 14 stazioni di misura della temperatura, di cui 3 in aria, 9 in roccia e detrito a profondità variabili (2cm, 30cm, 100 cm) e 2 in ghiaccio (30 cm, 100cm).

Dopo il primo anno di monitoraggio i dati rilevano come in diverse porzioni della cavità la roccia abbia mantenuto condizioni criotiche per l'intero periodo. Alla fine dell'estate 2011 l'installazione di un anemometro nella sala principale al di sopra dei depositi di ghiaccio ha permesso di interpretare quale sia, almeno nelle fasi più intense, la circolazione d'aria nella cavità. Sono inoltre stati posizionati due riferimenti fissi per misurare, ad ogni visita, le eventuali variazioni del livello del corpo glaciale. Al fine di quantificare lo spessore, la stratigrafia e la struttura interna del corpo di ghiaccio, sono stati acquisiti 9 profili GPR utilizzando antenne bistatiche e schermate da 500 e 800 MHz con spaziatura del profilo di 1m e intervallo di traccia di 0,02 centimetri al fine di ottenere una elevata risoluzione laterale. Tutte le sezioni sono state combinate in modo da ottenere un volume che consentisse una interpretazione 3D. Il dataset, che adotta un flusso standard di elaborazione, è stato integrato da specifici algoritmi, come la deconvoluzione adattativa, per aumentarne la risoluzione verticale e rendere più facile l'identificazione di strati sottili al fine di evidenziare sia discontinuità verticali sia laterali. Sono stati individuati vari orizzonti all'interno della massa ghiacciata e posizionato il contatto ghiaccio-roccia a circa 5 m di profondità.

Nel corso dell'estate 2012 è stato realizzato un nuovo rilievo topografico di dettaglio per georeferenziare la cavità in ambiente GIS e riportarne le sezioni più significative.

Su una faccia laterale libera del corpo di ghiaccio è stata inoltre eseguita una completa stratigrafia al fine di caratterizzare la tipologia di bolle d'aria presenti nei singoli livelli, evidenziare la presenza di sedimenti e argilla e quantificare lo spessore dei singoli strati.



Comparing Logistic Regression and MARS approaches for gully erosion susceptibility evaluation in central-northern Sicily

C. Conoscenti¹, Á. Gómez Gutiérrez², S.E. Angileri¹, E. Rotigliano¹, V. Agnesi¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo

² Geoenvironmental Research Group, University of Extremadura

The central aspect of the present research is to explore the methodological advantages as well as limitations in applying different modelling approaches to predict gully erosion in the Mediterranean area. Susceptibility conditions to gully erosion processes were evaluated by means of two different statistical approaches: Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) and Logistic Regression (LR). The experiments were carried out in a small basin (9.5 km²), located in central-northern Sicily, affected by several mud and debris flows, gullies and bank erosion. Elevation value ranges from about 585 m to 1,020 m a.s.l. and mean annual precipitation and temperature are respectively 700 mm and 15.7°C. The fluvial network system, characterized by an intermittent hydrological regime, grows in an agriculture landscape where crops (74%), fruit trees (14%) and pasture (4%) are the mainly land use activity. The area is characterized by wide outcropping of clay sediments (90%), conglomerates, gypsum and sandstones.

Both LR and MARS methods applied an algorithm to predict a binary variable that could be equal to 1 (presence of gully) or 0 (absence of gullies). LR applies an algorithm to evaluate gully erosion susceptibility, by estimating the probability that a case will be classified into one of two mutually exclusive categories, as a function of a set of explanatory variables, through a linear predictor logit. MARS is a data mining technique which combines the classical linear regression, the mathematical construction of splines, the binary recursive partitioning and brute search intelligent algorithms. The presence or not of gullies constituted the dependent variable in models application: 260 ephemeral and permanent gullies were mapped by field surveys and interpretation of high detailed orthophotos. A set of 27 topographic, environmental and anthropogenic attributes, selected as predictors of gully erosion processes, were defined at the 5 m grid size. The functional relationships between gully occurrence and spatial variability of the controlling factors were explored by carrying out LR and MARS analysis, which allowed for calculating probability of each grid unit to host a gully.

In order to calibrate and validate the statistical models a samples data set, containing 14,318 cases (7159 positive cases and 7159 negative cases), was analyzed. Model's performance was analyzed by the evaluation of the Area Under the Curve (AUC) for the Receiver Operating Characteristic curve (ROC), both for training and test data set. Validation results, attest for excellent accuracy (AUC values >0.8) for both predictive models, showing a more stable performance of susceptibility models defined by the MARS technique (0.87) respect to LR analysis (0.83). Once built-up the stochastic predictive models, resulting regression algorithms were implemented to the entire San Giorgio basin: two different gully erosion susceptibility maps were carried out and an excellent fit to the observed gullies with the predicted ones was demonstrated.

In conclusion, the results of this study confirm the goodness of both adopted methods, which are objective and reproducible, and can be exploited to generate reliable gully erosion susceptibility maps, a useful instrument for land management and soil conservation planning.

I sinkholes dell'isola di Gozo (Malta): geositi da proteggere e valorizzare

P. Coratza¹, J.P. Galve¹, M. Soldati¹, C. Tonelli¹

¹ Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

I *sinkholes* sono ampiamente descritti in letteratura con riferimento alla loro classificazione, formazione, evoluzione e ai rischi ad essi associati. Tuttavia, nonostante siano spesso caratterizzati da spettacolari aspetti morfologici, raramente sono stati considerati come risorsa geologica degna di essere valorizzata e protetta.

I *sinkholes* dell'isola di Gozo (Malta), alcuni dei quali raggiungono notevoli dimensioni e presentano alto valore estetico, sono stati studiati e valutati applicando una specifica metodologia con lo scopo di verificare se alcuni possano essere considerati come geositi. La metodologia applicata prevede l'analisi di tre parametri: i) il valore scientifico, basato sull'importanza del sito come modello paleogeomorfologico, sulla sua rarità, rappresentatività e stato di conservazione; ii) il valore aggiunto, che comprende gli aspetti ecologici, estetici e culturali del sito; iii) il valore d'uso, definito dall'accessibilità, visibilità, presenza di servizi e importanza didattica del sito analizzato. La selezione e la valutazione dei geositi hanno anche avuto lo scopo di contribuire a promuovere e accrescere il ricco patrimonio geologico dell'isola di Gozo. Per questa ragione è stato calcolato anche il *tourism rating* che rende conto del potenziale interesse turistico di ciascun geosito analizzato.

In particolare sono stati valutati i 17 *sinkholes* dell'isola di Gozo riportati nella Carta geologica delle isole maltesi. Fra questi, dieci hanno mostrato alto interesse scientifico, ma bassi valori di *tourism rating*. Un esempio è il *sinkhole* di Il-Maxell, localizzato lungo la costa nord-occidentale, significativo da un punto di vista scientifico in quanto presenta un buono stato di conservazione, ma di difficile accessibilità e di basso valore culturale ed estetico. Sei *sinkholes* hanno invece totalizzato sia alto valore scientifico che alto *tourism rating* e sono quindi stati riconosciuti come geositi di interesse geomorfologico (geomorfositi). Tra questi, tre *sinkholes* (Cittadella, Qawra e Dwejra Bay) costituiscono già aree frequentate da turisti, anche se non specificamente per la loro rilevanza dal punto di vista geomorfologico.

Nell'arcipelago maltese il turismo rappresenta la principale attività economica. Tuttavia al contributo positivo del turismo all'economia nazionale si accompagnano spesso effetti negativi sulle risorse naturali, quali perdita di habitat naturali, inquinamento etc. Risulta quindi fondamentale che il turismo possa sempre più essere legato agli aspetti culturali e ambientali di cui è ricco il territorio maltese. Lo sviluppo del geoturismo potrebbe senza dubbio contribuire a valorizzare gli aspetti paesaggistici e a promuovere una fruizione sostenibile dei siti di interesse turistico, compresi quelli di interesse geomorfologico. Questo naturalmente implica la necessità di una maggiore conoscenza degli aspetti geologici e geomorfologici e della loro valorizzazione nella gestione e promozione del turismo. I geositi riconosciuti nel presente studio potrebbero certamente costituire una risorsa per lo sviluppo socio-economico del territorio di Gozo.



Osservazioni geologico-ambientali e geomorfologiche nell'intorno di siti di escavazione di sedimenti fluviali nelle piane alluvionali della Provincia di Benevento (Italia meridionale)

O. Emanuele¹, P. Magliulo¹, M. Pennetta², A. Valente¹

1 Dipartimento di Scienze per la Biologia, la Geologia e l'Ambiente, Università degli Studi del Sannio

2 Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Nel presente studio sono state esaminate la distribuzione e le principali caratteristiche dei siti di escavazione di sedimenti fluviali nelle aree di piana alluvionale dei principali corsi d'acqua della Provincia di Benevento (Calore, Tammaro, Ufita e Sabato), nonché ipotizzata la possibile interferenza delle attività estrattive con la dinamica fluviale. Di ciascun sito, previa digitalizzazione in ambiente GIS dell'area di escavazione, è stata valutata l'estensione nel 1998 e quella nel 2006, desunte, rispettivamente dall'analisi di ortofoto alla scala nominale 1:10,000, georeferenziate nel sistema di riferimento Gauss-Boaga, e da immagini acquisite da Google Earth. La variazione areale di ciascun sito nel periodo di tempo esaminato è stata considerata quale prima indicazione dello stato di attività del sito stesso, successivamente validato in campo. I rilievi diretti in campagna hanno, inoltre, consentito di cogliere indizi significativi circa la provenienza dei sedimenti estratti (alveo o piana alluvionale), nonché evidenze geomorfologiche di variazioni geometriche dell'alveo (restringimenti, rettificazioni, ecc.). Queste ultime sono state quantificate digitalizzando, in ambiente GIS, l'area di alveo attivo nel 1955 e nel 1998 relativa alla porzione di corso d'acqua, della lunghezza complessiva di 2 km, circostante ciascun sito di escavazione (ovvero, 1 km a monte ed 1 km a valle).

Lo studio ha evidenziato la presenza di 17 siti di escavazione, di cui 10 nel tratto beneventano della piana alluvionale del Fiume Calore, 3 in quello del Fiume Fortore, 2 in quello del Fiume Tammaro, 1 in quello del Fiume Sabato e 1 in quello del Fiume Ufita. I sedimenti estratti sono risultati prevalentemente costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche. L'area dei siti nel periodo 1998-2006 è risultata in aumento in 8 casi (con percentuali comprese tra il 6% ed il 66%), in diminuzione in un unico caso (-8%) ed invariata nei restanti 8. Il rilevamento di campo ha tuttavia evidenziato che, contrariamente alle aspettative, soltanto 2 siti su 17 risultavano del tutto abbandonati ed inattivi; in quasi tutti gli altri, sono state rilevate evidenze, talora piuttosto chiare, di escavazione anche in alveo, quali sedimenti fluviali rimobilizzati ai bordi del canale, tracce di passaggio recente e continuato di mezzi meccanici, variazioni delle condizioni di deflusso indicative di *knickpoints* in corrispondenza dei siti, e così via. In prossimità di diversi siti, inoltre, sono state osservate evidenze di campo di incisione, quali esumazione delle fondazioni dei ponti e del terrazzamento della piana alluvionale attiva negli anni '50. Infine, per ciò che concerne le variazioni morfo-planimetriche dell'alveo in prossimità dei siti, è stata osservata una complessiva tendenza al restringimento, mentre i valori di sinuosità sono risultati alquanto variabili.



Carta delle aree carsiche della Liguria (Italia)

F. Faccini¹, A. Benedettini², M. Firpo¹, L. Perasso², F. Poggi³

1 Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università degli Studi di Genova

2 Delegazione Speleologica Ligure

3 Regione Liguria, Dipartimento Ambiente, Settore Assetto del Territorio

La Legge Regionale n. 14/1990 ha contribuito in modo sostanziale alla conoscenza, alla valorizzazione e alla protezione del sistema carsico e ha permesso la definizione delle aree carsiche regionali e della connessa normativa di pianificazione territoriale.

L'individuazione cartografica delle attuali 39 aree aventi importanza idrogeologica, ambientale e paesaggistica è riportata in scala 1:25.000; presentano una superficie di circa 350 km², pari a poco più del 6% del territorio regionale, con superficie maggiore nella provincia di Savona (38%), seguite in pari misura dalla Spezia e Imperia (29%), inferiore in quella di Genova (4%).

Sulla base delle conoscenze raggiunte attraverso l'attività dei gruppi speleologici e dei contributi scientifici nel campo delle Scienze della Terra, emergono alcuni aspetti da approfondire: i limiti geografici delle aree carsiche attuali, la natura e le loro caratteristiche idrogeologiche, la presenza di grotte esterne alla perimetrazione esistente, la nuova normativa regionale rivolta alla vulnerabilità degli acquiferi.

Infatti, con l'emanazione della nuova Legge Regionale n. 39/2009 in tema di geodiversità è data importanza alla tutela degli acquiferi carsici: a tal fine si rende necessario l'aggiornamento delle aree esistenti, poiché le stesse dovranno costituire un livello fondamentale nel Piano di Tutela delle acque.

A tal fine, come base di partenza si possono utilizzare le informazioni relative al catasto delle cavità e gestite dalla Delegazione Speleologica Ligure; successivamente è possibile introdurre i livelli informativi relativi alle formazioni suscettibili di modellamento carsico (calcari, dolomie, ecc.) derivanti dalla banca-dati geologica regionale. Infine, si deve tenere conto dei dati originali e inediti di geomorfologia e idrogeologia raccolti dai gruppi speleologici liguri.

L'utilizzo di queste informazioni fornisce una base per una nuova perimetrazione delle aree carsiche, la quale può essere articolata su due livelli: a) aree principali distinte per Unità Tettoniche e Idrogeologiche; b) sub-aree interne alle precedenti determinate su base geografico-fisica.

Adottando una piattaforma GIS, dalla sovrapposizione tra le formazioni suscettibili di carsificazione e le circa 1400 grotte censite a catasto sono state ottenute le zone carsiche principali ("Unità Idrogeologiche") corrispondenti alle Unità Tettoniche: Delfinese-Provenzale; Ormea; Caprauna-Armetta; M. Carmo-Rialto; Scaglie di Trias-Lias associate al Gruppo di Voltri; Cravasco-Voltaggio-Montenotte; M. Sotta; Arnasco-Castelbianco; Villanova; M. Gazzo-Isoverde; Bracco-Val Graveglia; Falda Toscana; Pietra di Finale Ligure. Tali aree potranno essere ulteriormente suddivise su base geografico-fisica e geomorfologica.

Diverse cavità naturali ricadono nei flysch delle Unità San Remo-M. Saccarello e Antola, per i quali il grado di carsificazione appare decisamente inferiore e probabilmente riconducibile a modellamento paracarsico. Altre cavità significative risultano sviluppate su Argille e Conglomerati Pliocenici e su conglomerati oligocenici delle Formazioni di Molare, Savignone e Portofino, per le quali pare evidente un'origine tettonica.



Pericolosità geomorfologica e beni culturali a rischio: il caso della Badia di Tiglieto (Alpi Liguri)

F. Faccini¹, L. Federico¹, M. Firpo¹, G. Capponi¹, A. Roccati¹, S. Torchio, L. Crispini¹, A. Vigo¹, E. Poggi¹,
M. Piccazzo¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università degli Studi di Genova

Il territorio italiano in generale, e quello ligure in particolare, è caratterizzato da pericolosità geomorfologica e dalla diffusione di beni culturali; l'interazione tra questi due elementi è l'oggetto di una ben delineata linea di ricerca.

Inoltre, gli ormai scientificamente accertati cambiamenti climatici in atto generano un aumento della frequenza di eventi idrologici estremi e i processi naturali oggetto di studio si manifestano con maggiore intensità causando un aumento del rischio.

Il lavoro riguarda il territorio sotteso dalla Piana della Badia su cui è stata edificata nel X secolo l'Abbazia cistercense di Tiglieto, situata in alta Val d'Orba, circa 25 km a NW di Genova; l'area rappresenta una delle più importanti emergenze nel Parco Regionale del Beigua, afferente alla rete europea Geoparks.

La Piana della Badia, un'area sub-pianeggiante di circa 0,3 km² a 380 m s.l.m., nel Foglio 83 Genova della Carta Geologica d'Italia è classificata con depositi alluvionali antichi terrazzati. Durante i lavori di ristrutturazione del complesso religioso sono stati eseguiti sondaggi geognostici e prove di laboratorio: la stratigrafia è caratterizzata da depositi sia limoso-argillosi sia ghiaioso-sabbiosi, con intercalazioni di blocchi ofiolitici. Il presunto substrato roccioso, molto alterato e fratturato, è stato intercettato tra 6 e 9 m dal piano di campagna.

Il versante sotteso dalla Piana della Badia ha pendenza inferiore a 25% ed è caratterizzato prevalentemente da serpentiniti e peridotiti, appartenenti all'Unità tettonometamorfica Voltri, e in subordine da lenti di metabasiti e metagabbri eclogitici.

Nel corso del rilevamento geologico per il nuovo Foglio 212 Spigno Monferrato sono stati riconosciuti indizi morfo-neotettonici, unitamente ad altri elementi geologici, geomorfologici e idrogeologici, che consentono di identificare una deformazione gravitativa profonda di versante che governa l'attuale dinamica di versante.

Sono state individuate alcune faglie che, come riportato da precedenti studi sulla neotettonica del Foglio 83 Genova, unitamente a un sollevamento generale degli ultimi 700 ky, rappresentano fattori predisponenti al modellamento tettonico-gravitativo.

Il pattern del reticolo idrografico è controllato da alcuni set di dislocazioni, disposte E-W, NW-SE e NE-SW, molto inclinate, che determinano il tipico profilo a gradini riconducibile a un sackung o rock-block slide.

Le superficie profonde di scorrimento possono rappresentare riattivazioni di pre-esistenti discontinuità strutturali, mentre condizioni di stress elevato si riscontrano nella parte alta del versante, dove le peridotiti giacciono al top di una superficie di thrust sulle serpentiniti molto alterate.

La Piana della Badia sembra pertanto riconducibile a un deposito fluvio-lacustre dovuto allo sbarramento, almeno parziale, di tipo gravitativo del T. Orba, come suggerito dalla deviazione verso N dello stesso corso d'acqua e dall'assetto geologico generale del versante studiato.

Si ritengono indispensabili attività di monitoraggio e controllo delle deformazioni del versante, unitamente a costanti interventi di manutenzione idraulico-forestale del territorio.



Analisi del rischio da esondazione del T. Bisagno a Genova, tra variazioni morfologiche dell'alveo ed eventi climatici estremi

F. Faccini¹, L. Turconi², F. Luino², M. Firpo¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università degli Studi di Genova

² Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, UOS di Torino

Nel corso del XX secolo gli alvei fluviali di molti corsi d'acqua italiani hanno subito rilevanti modificazioni morfologiche: le variazioni più comuni consistono nel restringimento, talora anche superiore all'80%, e nell'abbassamento del fondo, in alcuni casi di oltre 10 m.

Tra gli anni '50 e gli anni '80-'90 del secolo scorso questi processi si sono accentuati per cause di natura antropica: fra questi si sottolineano le attività estrattive, le variazioni di uso del suolo e la realizzazione di dighe, briglie e difese spondali. A questo periodo, con la limitazione di estrazione di inerti, per i più recenti 15-20 anni è seguita una fase di modificazioni meno marcate, talora caratterizzata da un allargamento dell'alveo e da fenomeni di sovralluvionamento.

In ambito collinare-montano, e in Liguria in particolare, l'utilizzo sempre più intenso delle aree pianeggianti ha condotto all'arginatura e alla riduzione delle sezioni di deflusso dei corsi d'acqua, spesso concausa di importanti eventi alluvionali, come quelli del T. Bisagno a Genova negli anni 1970, 1992 e 2011.

Ricerche storiche sul T. Bisagno hanno consentito di raccogliere informazioni su almeno 38 esondazioni dal 1822 a oggi, con una ricorrenza media degli straripamenti dell'ordine di 7-8 anni; valutando solo gravi esondazioni la ricorrenza risulta dell'ordine di 20 anni. I fenomeni sono avvenuti con maggiore frequenza nel periodo settembre-novembre, con una particolare concentrazione per la 2° e 3° decade di ottobre e per la 1° decade di novembre.

Su circa duecento anni di osservazioni, la precipitazione media annua a Genova non sembra mostrare un'apprezzabile variazione (1300 mm/anno), mentre i giorni piovosi mostrano una diminuzione, tra oltre 120 nella prima metà del XIX secolo a meno di 90 giorni negli ultimi anni. Il tasso di precipitazione giornaliera è aumentato da circa 10 mm/giorno agli attuali 14 mm/giorno.

Con riferimento agli eventi alluvionali più recenti si registrarono circa 400-450 mm in 24 h nell'ottobre 1970, circa 430-450 mm in circa 15 ore nel settembre 1992, mentre 250-550 mm in 8 ore nel recente disastro del 4 novembre 2011.

Mediante l'utilizzo di cartografia storica e di voli aerofotografici multitemporali è stato definito l'assetto morfologico dell'alveo del T. Bisagno e le sue modificazioni recenti. Le più evidenti variazioni morfologiche si osservano in corrispondenza di alcune sezioni in ambito urbano: all'altezza del Ponte Pila (non più esistente in quanto interessato dalla copertura di Viale Brigata Bisagno), del Ponte di S. Agata e del ponte Monteverde di Staglieno.

La sezione presso il ponte di S. Agata sulla strada romana, sede dell'ultima esondazione del T. Bisagno nel 2011, appare ridotta di oltre 170 m: da una larghezza di 240 m, ricavabile sulle carte del XVIII secolo, si è passati agli attuali 70 m presso il ponte stradale, parallelo a quello storico semidistrutto negli eventi del 1970 e 1992.

Analoghe considerazioni possono essere condotte sulle altre sezioni, che mostrano un marcato restringimento dell'alveo avvenuto soprattutto all'inizio del XX secolo. L'aumento del rischio geoidrologico nel caso del T. Bisagno sembra pertanto riconducibile sia alla pericolosità legata alle piogge intense e di breve durata, sia alla vulnerabilità dovuta all'urbanizzazione e della conseguente riduzione dell'alveo attivo.



Variazioni idrografiche e popolamento antico nella piana della Limagne (Puy de Dome, Francia)

C. Franceschelli¹, L. Pellegrini², P.L. Dall'Aglia³, D. Zizioli², C. Paltineri²

1 Centre d'Histoire «Espaces et Cultures », Université Blaise Pascal - Clermont II

2 Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Pavia

3 Dipartimento di Archeologia, Università degli Studi di Bologna

Ai piedi della catena dei Puy, nel Massiccio Centrale francese, immediatamente a E di Clermont-Ferrand, si sviluppa una piana in corrispondenza di un bacino terziario orientato circa S-N e delimitato da faglie regionali: il bacino della Limagne. In particolare, tale bacino è racchiuso tra la faglia della Limagne a ovest e la faglia di Aigueperse a nord. La combinazione di queste due faglie provoca un approfondimento maggiore della parte del bacino presso la città di Riom (a nord di Clermont). L'assetto strutturale è complicato dalla presenza di numerose faglie, la maggior parte delle quali è ritenuta non attiva dopo l'Oligocene, sulla base dell'interpretazione delle linee sismiche. Al contrario, le due faglie principali mostrano movimenti più recenti. I terreni presenti nella piana della Limagne e, in particolare nell'area compresa tra il fiume Allier a est, i rilievi a ovest e i paralleli passanti per Clermont-Fd e Riom, rispettivamente a sud e a nord, sono riconducibili a calcari marnoso-argillosi. Il complesso calcareo argilloso oligocenico costituisce le parti più rilevate della piana, mentre la zona più depressa, che si sviluppa al centro della piana stessa, è colmata in parte da depositi alluvionali e soprattutto da materiali colluviali provenienti dalla disaggregazione e dal disfacimento dei calcari. In questo contesto, la situazione idrogeologica e idrografica è necessariamente caratterizzata dalla presenza di zone umide, paludose e da una notevole variabilità naturale dei corsi d'acqua.

Gli studi a carattere archeologico condotti nella piana della Limagne di Clermont hanno evidenziato una frequentazione fin dalla preistoria e un popolamento sempre più intenso che, in epoca romana, raggiunse uno sviluppo demografico senza precedenti, con rilevanti interventi di sistemazione rurale sia per quanto riguarda la suddivisione agraria, che in relazione alla regimazione delle acque superficiali e sotterranee.

Attraverso l'analisi e l'interpretazione di fotografie aeree multitemporali e di cartografie attuali e storiche sono state riconosciute orientazioni N-S e W-E che possono essere il risultato di interventi di pianificazione e sistemazione di età romana. Tale assetto risulta coerente con l'andamento dell'idrografia antica, così come emerso dagli studi geomorfologici condotti anche con l'elaborazione di modelli digitali del terreno di dettaglio, in ambiente GIS.

Un ruolo particolarmente importante sembra potersi riconoscere nell'andamento del fiume Artière che, attualmente, dopo un percorso circa verso NNE, compie una brusca deviazione verso E andando a confluire nel fiume Allier, presso l'abitato di Les-Martres-d'Artière. In realtà, considerazioni di carattere geomorfologico (ad es. scarpate di terrazzo tracce di depressioni vallive, gomito di deviazione ecc) e storico-topografico (ad es. distribuzione degli insediamenti, persistenza centuriale, elementi di viabilità ecc.) fanno supporre l'esistenza di percorsi precedenti con direzione circa verso N, che avrebbero portato l'Artière a confluire nel fiume Bédard. In effetti, oltre tale presunta confluenza, il Bédard presenta una valle terrazzata sovradimensionata rispetto all'attuale portata.



L'innervamento sulle Alpi Occidentali italiane: caratterizzazione climatica e tendenze

S. Fratianni¹, F. Acquaotta¹, S. Terzago¹, M. Cordola², S. Barbero³

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino

² Regione Piemonte, Settore Protezione Civile e Sistema Anti-incendi Boschivi

³ Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) del Piemonte

La caratterizzazione dei cambiamenti climatici sull'arco alpino in relazione all'attività valanghiva è una delle attività svolte dalla Regione Piemonte nel Progetto Strategico "STRADA - Strategie di adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali", nell'ambito del Programma operativo Interreg di cooperazione transfrontaliera Italia - Svizzera 2007-2013. Al Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino è stata affidata l'analisi delle variazioni nivometriche e termometriche in Piemonte, attraverso il reperimento e la ricostruzione di serie storiche giornaliere di dati di temperatura, precipitazioni nevose e altezza del manto nevoso.

I dati climatici delle 17 stazioni recuperate (Acceglio Saretto, Agaro, Alpe Devero, Alpe Cavalli, Camposecco, Ceresole Reale, Combamala, Lago Castello, Lago Piastra, Lago Serrù, Malciaussia, Rio Freddo, Rochemolles, Rosone, Toggia, Valsoera, Vannino) provengono da Annali cartacei, compilati per conto dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (SIMI) e conservati solitamente presso gli archivi di Arpa Lombardia e Arpa Piemonte nelle sedi rispettivamente di Milano e Torino.

Si tratta di stazioni termo-nivometriche manuali installate uniformemente sulle Alpi Occidentali tra i 701 m e i 2412 m di altitudine, alcune delle quali attive già dall'inizio del 1900.

Le serie sono state digitalizzate su foglio elettronico ed è stata eseguita una ricerca storica volta ad individuare eventuali metadati (informazioni annotate su carta relative a spostamenti dei siti di misura, sostituzione dei sensori, variazioni nell'ambiente circostante) che possono alterare il corretto andamento della variabile esaminata. Successivamente è stato svolto il controllo di qualità dei dati e l'omogeneizzazione delle serie giornaliere di temperatura attraverso il metodo SPLIDHOM, testato attraverso l'attiva partecipazione di alcuni degli autori ai *working groups* della iniziativa europea COST (European Cooperation in Science and Technology) Action ES0601 *Advances in homogenization methods of climate series: an integrated approach* (HOME).

L'utilizzo di tali metodologie ha permesso di ottenere serie complete, alcune delle quali riferite al lungo periodo 1925-2010, sulle quali è stata condotta un'analisi climatica con individuazione degli indici principali e di evidenziare la variabilità e le tendenze presenti e valutarne la significatività statistica. La distribuzione e l'andamento delle variabili nel tempo è stato calcolato sia su tutto il periodo disponibile, sia sul periodo comune a tutte le stazioni (1961-2010) e sia sul trentennio di riferimento WMO (1971-2000) che ha anche permesso l'analisi della SAI (Standardized Anomalies Index).

La disponibilità di serie a livello giornaliero ha anche consentito l'applicazione di tecniche statistiche avanzate basate sulla GEV (Generalized Extreme Events) e GPD (Generalized Pareto Distribution) per la valutazione degli eventi estremi, dei casi critici nivometrici e dei tempi di ritorno che forniranno le informazioni utili per la previsione e l'adattamento al rischio meteorologico in ambiente alpino.



Analisi geospaziale e correlazione di superfici erosive e alluvionali relitte: ricostruzione dell'antico bacino idrografico del Fiume Farfa nel sistema idrografico del versante tirrenico (Italia centrale)

G. Fubelli¹, M. Della Seta², G. Amato¹

1 Dipartimento di Scienze Geologiche, Università degli Studi "Roma Tre"

2 Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

L'aerofotointerpretazione e l'analisi spaziale in ambiente GIS possono rappresentare strumenti fondamentali per la ricostruzione di paesaggi relitti e per l'individuazione dei principali processi che ne hanno determinato la morfoevoluzione. In quest'ottica, il presente lavoro si è posto l'obiettivo di verificare la possibile relazione genetica tra antiche superfici erosive e alluvionali, di cui si sono preservati alcuni lembi residui nell'area compresa tra le conche intermontane di Norcia, Cascia, Leonessa e Rieti. Da una prima analisi qualitativa, infatti, tali superfici relitte sembrano essere parte dell'antico bacino idrografico del Fiume Farfa.

Il Fiume Farfa è uno dei tributari in sinistra del Fiume Tevere e attualmente ha un bacino idrografico che si estende per 132 km². Il Farfa ha oggi le sue sorgenti nei Monti Sabini (Appennino centrale) e attraversa la Successione Sabina di transizione (di età compresa tra il Lias e il Miocene), costituita da calcari, marne e depositi sin-orogenici. Nella parte alta del bacino in corso d'acqua è incassato all'interno di conglomerati e sabbie alluvionali del Gelasiano. Più a valle, lungo il versante sinistro della Valle Tiberina, i corpi alluvionali reinciati dal Farfa mostrano chiare evidenze di facies da deltizia a francamente marina, ad indicare l'esistenza di un'antica linea di riva del Gelasiano, la cui presenza è stata confermata anche dal ritrovamento di fori di litodomi nel basamento calcareo, ad una quota compresa tra 260 e 290 m sul livello del mare attuale.

A monte dell'attuale testata del bacino del Fiume Farfa, in corrispondenza dello spartiacque tra il Tirreno e l'Adriatico, si riconoscono lembi della "Paeosuperficie Sommitale" Auct., il più antico paesaggio relitto dell'Appennino. Questo si trova ad una quota di circa 1,500 m s.l.m. e scende fino a 1,000 m s.l.m. nell'area compresa tra le depressioni tettoniche di Norcia, Cascia, Leonessa e Rieti. Su questa superficie relitta, essenzialmente di origine erosiva, non sono presenti depositi continentali, mentre una sequenza alluvionale terrazzata, in facies di conoide e di piana alluvionale è stata riconosciuta a partire dall'attuale spartiacque tra i bacini idrografici dei fiumi Nera e Velino. La zona di transizione tra il paesaggio erosivo sommitale e i corpi alluvionali si colloca tra le località di Ferentillo e Rivodutri, lungo una fascia ampia 10 km e orientata circa est-ovest.

Dopo aver estratto da un DEM, con risoluzione di 20 m, i lembi residui della sommità delle superfici relitte, queste ultime sono state individuate per interpolazione e confrontate attraverso strumenti di analisi spaziale in ambiente GIS. Dalle ricostruzioni effettuate si vede chiaramente che il paesaggio erosivo sommitale, ad una quota di circa 1,000 m s.l.m., si correla con la sommità dei terrazzi alluvionali più alti, che varia in quota tra i 900 m s.l.m., nella porzione settentrionale del bacino di Rieti, e gli 800 m s.l.m. tra la città di Rieti e l'attuale bacino del Fiume Farfa, fino a riunirsi all'antica linea di riva del Gelasiano sopra citata.

I risultati di questo lavoro confermano che le superfici erano interconnesse durante il Gelasiano e appartenevano allo stesso antico bacino del Fiume Farfa. Tale bacino si estendeva per oltre 1,000 km² ed era quindi considerevolmente più esteso di quello attuale. Lo spessore del corpo alluvionale del Gelasiano è stato ottenuto per differenza tra raster, dopo aver campionato e interpolato anche la base del corpo stesso. Infine le variazioni di spessore ottenute hanno consentito di vincolare il ruolo della tettonica quaternaria nella morfoevoluzione dell'area studiata.



GeoSWIM: 250 km di rilevamento geomorfologico costiero a nuoto lungo le coste istriane

S. Furlani¹, F. Cucchi¹

¹ Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università degli Studi di Trieste

Le coste rocciose costituiscono gran parte dei litorali del Mediterraneo. Nonostante ciò, gli studi sulle coste interessano prevalentemente quelle basse, anche a causa della loro rapida evoluzione e del forte impatto sulle strutture antropiche. Le coste rocciose, specie quelle carbonatiche, sono spesso “conservative”, nel senso che conservano a lungo le morfologie legate ai livelli marini, attuali e passati e, quindi, costituiscono un importante serbatoio di dati ed informazioni. Il rilevamento geomorfologico delle coste rocciose tuttavia, specie quello della porzione sommersa, trova numerosi ostacoli, specie di tipo logistico. Il che comporta una produzione scientifica puntuale, molto localizzata e relativa allo studio di forme particolari, come le grotte costiere o i terrazzi marini.

Nell’ambito del Progetto GeoSWIM, i cui risultati preliminari vengono qui illustrati, Stefano Furlani ha effettuato un sopralluogo geomorfologico a nuoto di tutta la costa meridionale ed occidentale dell’Istria. Il tratto di costa indagato si estende infatti da Sissano (Istria orientale, Quarnero) alla città di Trieste, per un totale di 250 km. Lungo la costa affiorano prevalentemente rocce calcaree di età giurassico – eocenica e subordinatamente arenarie e marne della successione silicoclastica eocenica del Flysch di Trieste.

I rilievi sono stati condotti a nuoto (con l’ausilio di maschera e pinne) ad una distanza variabile da 1 m a 20 m dalla costa, a seconda delle condizioni batimetriche locali. La strumentazione di rilevamento morfologico puntuale (rugosimetro, aste metriche), di temperatura e conducibilità dell’acqua (sonda multiparametrica, ecc), di navigazione (ecoscandaglio, anemometro e GPS), di rilevamento geomorfologico in continuo (telecamere scafandrate per riprese tridimensionali) ed i viveri, sono stati posizionati su un barchino appositamente modificato. Le telecamere, poste rispettivamente sopra l’acqua per le riprese “aeree” e in acqua per le riprese tridimensionali subacquee sono state posizionate in modo da acquisire le immagini perpendicolarmente alla direzione di navigazione (e quindi alla linea di costa).

I rilievi porteranno a mappare con precisione le caratteristiche morfologiche della costa istriana, mettendo in evidenza la presenza delle numerose forme particolari, come grotte costiere, solchi marini, morfologie minori legate al carsismo costiero. Sarà così possibile analizzare le loro relazioni con le caratteristiche topografiche, batimetriche e geologiche locali.

L’analisi preliminare dei dati rilevati, al momento relativa soprattutto al sopralluogo in mare, ha evidenziato che determinate morfologie, come i solchi marini sommersi, pinnacoli, canali costieri, sono presenti solamente in ristretti settori della costa indagata. Ciò suggerisce che la loro genesi richiede condizioni litologiche, strutturali, idrologiche e climatiche particolari e particolarmente favorevoli. Ci si augura che l’analisi combinata dei dati provenienti dalla sonda multiparametrica CTD (temperatura e conducibilità a 70 cm di profondità), dalle riprese tridimensionali aeree e subacquee porti a definire con maggiore precisione le modalità di sviluppo delle forme indagate.



Valutazione della predisposizione alla riattivazione dei fenomeni franosi: l'approccio proposto nella regione Emilia-romagna

M. Generali¹, J.P. Galve², D. Piacentini^{1,2}, M. Pizziolo¹

1 Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna

2 Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Negli ultimi anni è aumentata considerevolmente l'esigenza da parte degli enti pubblici, coinvolti nella pianificazione territoriale e nella mitigazione del rischio da eventi naturali, di potersi avvalere di metodi per la valutazione della suscettibilità e della pericolosità da frana che presentino un buon rapporto costo/benefici, coniugando la praticità di utilizzo con l'attendibilità dei risultati.

I principali metodi statistico-probabilistici comunemente utilizzati per tali valutazioni si basano sul presupposto secondo il quale i movimenti franosi futuri avverranno nelle stesse condizioni che li hanno innescati nel passato. Tale principio può risultare applicabile non solo per indagare fenomeni franosi di neoformazione ma anche per stimare la possibilità di riattivazione di movimenti di versante pre-esistenti.

Nel territorio della regione Emilia-Romagna la maggior parte dei fenomeni franosi (principalmente ascrivibili a colate e scivolamenti in terra), si verifica, infatti, come totale o parziale riattivazione di fenomeni franosi passati già individuati sulla Carta Inventario del Dissesto a scala 1:10'000. I meccanismi che governano tali riattivazioni prevedono generalmente processi di retrogressione delle scarpate principali seguiti da una progressiva rimobilizzazione dell'accumulo di frana a valle.

Per studiare correttamente questi fenomeni si è deciso di testare e validare una metodologia per la valutazione della propensione alla riattivazione delle frane che potesse affiancare ai metodi di indagine di tipo statistico (Logistic Regression, WofE, Likelihood ratio, ecc.), anche procedimenti di tipo euristico che prendessero altresì in considerazione: i) l'influenza delle condizioni presenti al contorno delle scarpate principali; ii) l'influenza della relazione geometrica esistente tra frane adiacenti; iii) la presenza di informazioni storiche relative ad eventi passati.

La validazione di questa metodologia, effettuata in un area campione utilizzando *set* di dati indipendenti rispetto a quelli impiegati per la sua taratura, mostra risultati preliminari soddisfacenti. Le informazioni ottenute possono infatti venir utilizzate non solo per stimare la probabilità spaziale di accadimento, coadiuvando l'aggiornamento della cartografia dei dissesti, ma altresì quella temporale, rendendo possibile la valutazione della pericolosità da frana.

I risultati rappresentano inoltre un valido supporto per la pianificazione territoriale, soprattutto nelle aree interessate da depositi di frana non più attivi, in quanto permettono di differenziare le porzioni potenzialmente riattivabili da quelle considerabili come stabilizzate.

La metodologia sviluppata e testata in regione Emilia-Romagna potrà essere applicata, con buoni risultati anche in altri territori caratterizzati da analoghe caratteristiche geologiche e geomorfologiche.



Nuovi dati paleosismologici sulla faglia della Media Valle dell'Aterno (Italia centrale). Implicazioni sismotettoniche.

S. Gori¹, E. Falcucci¹, G. Fubelli², M. Moro¹, M. Saroli^{1,3}, P. Fredi⁴, F. Galadini¹

1 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

2 Dipartimento di Scienze Geologiche, Università degli Studi "Roma Tre"

3 Università di Cassino

4 Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Una indagine paleosismologica è stata condotta lungo il sistema di faglie normali che borda il fianco orientale della media valle del Fiume Aterno (chiamata Middle Aterno Valley fault; d'ora in avanti MAVF), ubicata nell'Appennino centrale, circa 20 km a sud di L'Aquila. Molti Autori ritengono che questa struttura tettonica, lunga circa 20 km, sia attiva e potenzialmente responsabile di terremoti di magnitudo M 6.5-7. Ciononostante uno studio della storia cinematica degli ultimi millenni non è stato ancora mai intrapreso, anche in virtù del fatto che nessuno dei terremoti di grande magnitudo avvenuti nell'area, presenti nel Catalogo degli Eventi Macrosismici d'Italia, può essere attribuito all'attivazione della MAVF. Pertanto la MAVF può a tutti gli effetti essere considerata una struttura sismogenetica "silente". Inoltre, studi recenti hanno mostrato come la MAVF potrebbe essere cinematicamente connessa al sistema di faglie della Conca Subequana (Subequana valley fault, SVF), ubicata poco a sud della MAVF, andando a formare un sistema di faglia di lunghezza 25-30 km di lunghezza, che potrebbe generare un terremoto di magnitudo fino a M 6.8. Il presente lavoro si prefigge lo scopo di fornire informazioni circa lo stile e i tempi di ritorno nell'attivazione della MAVF e della SVF, al fine di migliorare la definizione del rischio sismico nell'Appennino centrale.

Due trincee paleosismologiche sono state realizzate lungo la MAVF nei pressi del centro abitato di Roccapreturo. L'analisi delle pareti delle trincee ha consentito l'identificazione due distinti eventi sismici, uno avvenuto tra il 5480-5310 A.C. e il 1575-1673 A.C., l'altro (probabilmente l'ultimo) avvenuto tra il 10 e il 140 D.C.. Ciascun evento ha generato una scarpata di altezza variabile tra i 20 e i 50 cm. La cronologia degli eventi, nonché l'entità del rigetto, sono comparabili con quelli ottenuti in altre trincee effettuate lungo la SVF. Ciò fa ritenere probabile che le due strutture tettoniche siano effettivamente connesse.

I risultati ottenuti dalle indagine svolte definiscono un intervallo di ricorrenza per il sistema tettonico MAVF-SVF dell'ordine dei 2000-2300 anni e un "silenzio" dall'ultima attivazione di circa 2000-2200 anni. Questo consente di affermare che la struttura tettonica oggetto di indagine sia una delle faglie attive a più alta pericolosità dell'intero Appennino centrale.



Variazioni dell'assetto fluvio-lacustre nella fascia prealpina lombarda nel corso degli ultimi 250 anni

L. Laureti

Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

Nel presente contributo vengono esaminate le variazioni dell'assetto fluvio-lacustre nella fascia prealpina lombarda (considerata nella sua estensione dal bacino del Verbano a quello del Benaco) nel corso dell'ultimo quarto di millennio (approssimativamente dalla seconda metà del XVIII secolo ad oggi). La durata temporale è stata considerata in riferimento alla disponibilità di un cospicuo materiale cartografico costituito da alcune serie a grande (topografica) e media (corografica) scala e realizzato in massima parte con accettabili ma anche precise norme astronomiche e geodetiche. La cartografia dell'area esaminata è costituita essenzialmente da ben note serie storiche come la "Carta corografica degli Stati sardi" eseguita a vista dall'ingegnere Borghoni nel 1683 e poi corretta da Giacomo Stagnone tra il 1763 e il 1772 e la "Carta topografica del Milanese e del Mantovano" (1788-96), quindi da carte eseguite nella prima metà del XIX secolo come la "Carta topografica del Regno Lombardo-Veneto" (1833), la "Gran Carta degli Stati sardi in Terraferma" (1852). Dalla seconda metà del XIX secolo ad oggi invece sono state utilizzate le serie topografiche dell'Istituto Geografico Militare italiano. Infine delle serie svizzere sono state considerate la "Carta Dufour" (1838-64) e la successiva "Carta Siegfried" (1870-1901) oltre a quelle pubblicate successivamente fino ad oggi. Il confronto di questo materiale ha consentito di seguire con buona continuità l'evoluzione morfologica e i mutamenti delle condizioni naturali delle conche lacustri e della rete idrografica di esse tributaria, nonché di poterne ipotizzare le cause determinanti. Il poster in preparazione illustra alcune situazioni più significative che coinvolgono i principali corsi d'acqua che attraversano la fascia prealpina lombarda (Ticino, Adda ed altri).



La carota di nevato/ghiaccio del Colle del Lys (Valle d'Aosta, 4250 m slm) 70 anni di storia climatica

V. Maggi

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Milano-Bicocca

L'accumulo progressivo di strati di neve nelle parti sommitali dei ghiacciai di alta quota possono fornire un record stratigrafico pressoché indisturbato di informazioni ambientali e climatici che possono essere studiati in dettaglio attraverso la perforazione ed il recupero di carote di ghiaccio.

In particolare, record provenienti da carote di ghiaccio delle Alpi sono essenziali per una valutazione del contributo antropico sui recenti cambiamenti climatici ed ambientali che avvengono in una delle aree più industrializzate del mondo.

Le attività di perforazione sono state effettuate nel Luglio 2003 nella parte sommitale del Ghiacciaio del Lys (Monter Rosa, 4250 m s.l.m.), in un sito che precedenti studi indicano essere adatto per i carotaggi in ghiaccio e gli studi paleoclimatici.

Qui vengono presentati i record delle polveri minerali fini trasportate in atmosfera ottenute da una carota di 106 m di lunghezza, 10 cm diametro, prelevata al Colle del Lys (CdL03). La stratigrafia delle polveri eoliche mostra una marcata, e ben preservata, stagionalità dei livelli di particolato di fondo, legati a sorgenti locali o regionali, con la sola eccezione per la parte profonda, dove l'assottigliamento degli strati annuali non permette una risoluzione abbastanza chiara.

Sovrapposti alla stagionalità di fondo sono presenti dei livelli di altra concentrazione di polveri minerali che a volte presentano con una visibile colorazione bruno giallastra della carota. Sono stati correlati con eventi atmosferici avvertiti di polveri minerali provenienti dal nord Africa, che attraversano il Mediterraneo muovendosi al di sopra dello strato limite planetario, e vengono depositati sull'arco alpino, e quindi sui ghiacciai, prevalentemente per azione delle precipitazioni (solide per le zone di alta montagna). In accordo con una datazione preliminare a partire da livelli di riferimento come il picco di trizio del 1963, da eventi noti di polveri sahariane ad alta concentrazione e da una conteggio stagionale dove possibile, la base della carota CdL03 ha un'età intorno all'inizio degli anni 30 del XX secolo.

I valori di fondo del record della CdL03 mostrano basse concentrazioni tra il 1955 ed il 1990, ed invece concentrazioni più elevate nelle sezioni di carota più vecchie, dagli anni '30 al 1955 e dal 1990 al 2003. Anche gli eventi estremi nordafricani mostrano interessanti strutture. In particolare la frequenza degli eventi nella parte più recente della carota dal 1965 al 2003 è decisamente più alta di quella della parte inferiore.

La variabilità osservata all'interno dei valori di fondo può essere correlata con la variabilità interannuale che, controllata dalla Oscillazione Nord Atlantica (NAO), modula gli arrivi dei cicloni sull'area alpina e quindi le precipitazioni. Gli eventi sahariani sono invece correlati alla capacità dell'atmosfera di prendere in carico materiale eolizzabile nel Nord Africa e quindi ai rapporti tra la zona dei venti occidentali che controlla i trasporti sull'Europa, e la zona degli alisei, che determina la turbolenza nell'area sahariana e del sahel.



Variazioni geomorfologiche recenti dell'alveo del Fiume Calore tra il Fiume Ufita ed il Torrente Serretelle (Appennino campano, Italia meridionale) e rapporti con l'antropizzazione

P. Magliulo¹, A. Valente¹

¹ Dipartimento di Scienze per la Biologia, la Geologia e l'Ambiente, Università degli Studi del Sannio

Vengono illustrati i risultati di uno studio finalizzato all'individuazione e quantificazione delle variazioni morfologiche sperimentate dal Fiume Calore (Italia Meridionale) tra il 1955 ed il 1998, nel tratto compreso tra il Fiume Ufita ed il Torrente Serretelle. L'analisi è stata svolta elaborando in GIS dati desunti da analisi di ortofoto alla scala 1:10000, di cartografie alla scala 1:25000 e 1:5000 e da rilievi diretti in campo. Il tratto investigato, orientato E-W e classificabile come *alluvial river*, presenta una lunghezza di ~21 km, a fronte di una lunghezza dell'intero Fiume Calore di circa 110 km, suddivisi tra le Province di Avellino (circa 40 km) e Benevento (circa 70 km). Il tratto in esame è stato scelto in quanto è risultato quello maggiormente antropizzato, sia per la presenza della città di Benevento, sia per l'elevata densità di siti di escavazione di sedimenti fluviali. Alla presenza dell'abitato di Benevento è principalmente da ricondurre la notevole frequenza di infrastrutture antropiche in grado di perturbare la dinamica fluviale, come ponti (ben 11 sui 30 attualmente presenti lungo l'intero tratto beneventano del Calore) e muri. I siti di escavazione nel tratto esaminato sono 6 (sui 14 rilevati nel tratto beneventano), con una superficie di ~63 hm² (pari al 41% del totale), tutti attivi e mostranti evidenze di prelievo in alveo. L'inizio dell'attività estrattiva è collocabile quasi ovunque tra il 1955 e il 1977. Nel 1955, la morfologia del tratto esaminato del Fiume Calore era tipicamente transizionale. Successivamente, il corso d'acqua ha sperimentato un restringimento pari al 75% circa, passando da una larghezza media di ~120 m a ~30 m. Evidenze di campo, quali esumazione delle fondamenta di ponti e muri e terrazzamento della piana alluvionale attiva nel 1955, hanno rivelato anche un processo di incisione, probabilmente tuttora attivo. L'entità dell'incisione, non precisamente quantificabile, è risultata mediamente nell'ordine di un paio di metri. Lo studio ha inoltre evidenziato una riduzione drastica, pari all'87.6%, dell'area delle barre fluviali. In particolare, l'area delle barre laterali è diminuita del 35.6%, quella delle barre centrali dell'88.4%, mentre quella delle barre di meandro del 97.4%. Al contrario, il numero delle barre è aumentato di 100 unità, eccezion fatta per le barre di meandro (8 nel 1955; 3 nel 1998). Trascurabili, infine, sono risultate le variazioni di lunghezza del canale (-0.03%), dell'asse vallivo (-0.5%) e della sinuosità (+0.005%). Le suddette variazioni hanno portato all'acquisizione, da parte del corso d'acqua, di una morfologia a canale singolo, spesso con barre alternate, coerentemente con quanto segnalato in letteratura per la maggior parte dei fiumi italiani. Le cause delle variazioni riscontrate sono probabilmente da ricercare nella drastica riduzione della portata liquida del Fiume Calore, dovuta alla captazione delle sue sorgenti alla fine degli anni '50, nell'escavazione di sedimenti in alveo e nella costruzione di ponti e muri; tuttavia, i dati in nostro possesso non consentono di escludere un ruolo attivo svolto da variazioni climatiche e di uso del suolo a scala bacinale.



La tecnologia Laser Scanner Terrestre per la ricostruzione della geometria dei blocchi dislocati da eventi estremi

A. Marsico¹, G. Mastronuzzi^{1,2,3}, M. Milella³, C. Pignatelli⁴, A. Piscitelli³

1 Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

2 LaGAT-Ta, Laboratorio Gis geo-ambientale e di Telerilevamento, II Facoltà di Scienze MM. FF. NN., Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

3 Spin Off Accademico Environmental Surveys s.r.l.

4 Geo Data Service s.r.l.

La crescente antropizzazione che si registra nelle aree costiere le rende particolarmente vulnerabili all'impatto di eventi di bassa frequenza, ma potenzialmente distruttivi, come le onde generate da tsunami e forti mareggiate. In alcune di queste aree costiere sono stati censiti grossi blocchi dislocati a varie distanze rispetto alla linea di riva, a indicare il verificarsi nel passato di intense inondazioni. Le dimensioni e le caratteristiche morfologiche di tali blocchi indicano il meccanismo che ha agito distaccandoli dalla zona sommersa e trasportandoli lontano dal mare. Tuttavia, l'agente che ha causato lo spostamento dei blocchi è ancora argomento di dibattito: in alcuni casi il trasporto è dovuto a onde di tempesta recenti o attuali, mentre in altri, soprattutto se si tratta di blocchi più grandi, può essere correlato con l'impatto di tsunami storicamente documentati. I recenti tsunami dell'Oceano Indiano (2004), delle Isole Samoa (2009) e di Tohoku in Giappone (2011) dimostrano che l'impatto delle onde effettivamente provoca il distacco e il trasporto di grossi blocchi verso l'interno.

Negli ultimi decenni sono stati sviluppati dei modelli matematici che utilizzano delle equazioni idrodinamiche per simulare le onde responsabili del trasporto e della deposizione di mega-blocchi in aree costiere. Purtroppo, la maggior parte di tali blocchi è caratterizzata da forme molto irregolari che dipendono dalla litologia e dalla degradazione meteomarina e, pertanto, la misurazione sul campo delle loro dimensioni, con strumenti convenzionali, è molto approssimata.

Per ovviare alle difficoltà nella determinazione delle dimensioni, la tecnologia del Laser Scanner Terrestre è stata utilizzata per rilevare i blocchi ritrovati in diversi contesti costieri nel bacino del Mediterraneo. In particolare, il rilievo è stato condotto su blocchi ritrovati in Puglia, sia lungo la costa adriatica che su quella ionica, sulla costa ionica della Sicilia, sulla costa nord-occidentale della Sardegna e sulla costa meridionale della Francia. I blocchi rilevati in queste aree sono stati correlati sia con onde generate da tsunami (Puglia e Sicilia) che con onde di tempeste eccezionali (Francia, Sardegna, Sicilia e Puglia). Ciascun blocco è stato scansionato da posizioni differenti, in modo da ottenere una completa copertura nella nuvola di punti ed eliminare il più possibile le zone d'ombra. Successivamente, sono stati ricostruiti i modelli in 3D che hanno consentito di determinare in maniera più agevole la forma e gli assi principali, il volume e, nota la densità, il peso.

La possibilità di avere molti dati per ciascun blocco, grazie alla ricostruzione del modello tridimensionale, ha notevolmente migliorato la valutazione dell'altezza dell'onda estrema responsabile della dislocazione. Infatti, applicando le più recenti equazioni idrodinamiche disponibili in letteratura, che utilizzano differenti parametri del blocco, la definizione della causa che ha determinato la dislocazione e il trasporto verso l'interno, sia si tratti di onda di tsunami che di tempesta, è stata più agevole.



Morfotettonica e analisi geomorfica quantitativa del bacino dell'Alta Valle del F. Tevere

L. Melelli¹, L. Saccucci¹, M. Barchi¹, F. Mirabella¹, F. Pazzaglia¹, S. Pucci²

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Perugia

² Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma

La diffusione dei dati digitali ha fornito in questi anni nuovi impulsi alla ricerca nell'ambito della Geomorfologia quantitativa. Il principio secondo il quale in natura ogni sistema, in assenza di perturbazioni esterne, tende ad organizzarsi in un equilibrio codificabile da regole matematiche e precise proporzioni geometriche è alla base delle modellazioni utilizzate in tale ambito.

In questo lavoro vengono presentati dati, analisi e risultati dell'analisi geomorfica quantitativa dell'Alta Valle del Tevere, un bacino intermontano la cui genesi è imputabile alla tettonica estensionale attiva nell'area sin dal Pleistocene inf. L'attuale configurazione morfologica è il risultato dell'interazione tra sistemi estensionali attivi, sollevamento regionale e morfogenesi superficiale. L'obiettivo del lavoro è duplice: comprendere l'evoluzione morfotettonica dell'area e testare diversi DEMs per verificare il peso del dato topografico nella modellazione della rete idrografica e dei parametri derivati.

L'area di studio mostra una serie di caratteristiche favorevoli:

- fattori strutturali passivi omogenei,
- fattori strutturali attivi presenti,
- morfogenesi attiva con una rete idrografica poco organizzata.

Per la modellazione dell'idrografia superficiale sono stati utilizzati un DEM SRTM a 90m e uno a 25m ottenuto da digitalizzazione di curve di livello.

Sono stati analizzati 34 bacini idrografici dei tributari del F. Tevere. I valori analoghi della densità di drenaggio (D_d) confermano la sostanziale omogeneità del substrato ed escludono l'influenza del fattore strutturale passivo nei successivi risultati. Sono stati verificati i Rapporti di biforcazione (R_b), le due Leggi di Horton e le curve ipsometriche di ciascun bacino. Inoltre, l'analisi dei profili longitudinali, ha messo in evidenza eventuali knickpoints e i valori dell'indice di concavità (Θ) e di ripidità (K_s).

I risultati sono riassumibili nei seguenti punti:

- i valori di R_b e le Leggi di Horton non mostrano un marcato disequilibrio dai valori ideali ma, laddove presente, questo è limitato alle aste con massimo ordine gerarchico.
- Le curve ipsometriche tracciano due distinti comportamenti, mentre i bacini in destra sono in equilibrio, quelli in sinistra rivelano alte convessità e un flesso ricorrente nella parte distale del bacino, prossimo alla confluenza. Il valore di Θ è in accordo con tale risultato.
- Il K_s mostra andamenti nella norma in destra mentre in sinistra si evidenzia un aumento anomalo nella parte medio distale dei bacini.
- Il confronto tra DEMs indica differenze imputabili alla diversa risoluzione e non sufficienti ad inficiare i risultati delle analisi. Il DEM SRTM, nonostante la più bassa risoluzione spaziale, assicura risultati più affidabili.

In conclusione l'analisi conferma un generale disequilibrio dell'area che è attiva da un punto di vista morfoevolutivo, come confermato anche da osservazioni qualitative. L'analisi quantitativa sottolinea un più marcato disequilibrio della parte orientale del bacino, in accordo con i risultati derivanti da indagini di natura strutturale e consente di affinare il modello evolutivo finale.



Geomorfologia e geoarcheologia dell'area costiera di S'Ormu e S'Orku (Sardegna sud-occidentale)

R.T. Melis¹, M. Mussi²

1 Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Cagliari

2 Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Università degli Studi "La Sapienza" Roma

Durante il Pleistocene superiore e l'Olocene antico le variazioni del livello marino, legate ai cambiamenti climatici, giocarono un ruolo importante sull'evoluzione morfologica delle coste e sull'espansione dei primi insediamenti preistorici nel Mediterraneo. Lo studio geomorfologico e geoarcheologico del sito mesolitico di S'Ormu e S'Orku (SOMK), nella costa sud occidentale della Sardegna, ha consentito di rilevare importanti modificazioni paleoambientali in questo tratto di costa esposto ai forti venti di NW. Il sito, localizzato in prossimità della battigia e della foce del Riu S'Ormu e S'Orku, è inserito in un contesto geomorfologico caratterizzato da falesie impostate sulle eolianiti e da estese spiagge delimitate da aspri rilievi incisi da profonde valli solcate da corsi d'acqua a carattere torrentizio. Le eolianiti, attribuite al Pleistocene Superiore (MIS2), si addossano ai versanti retrostanti colmando paleovallecole. Spesse coltri di sedimenti eolici finì intercalati a depositi detritici ricoprono i resti di un paleosuolo sviluppatosi sulle eolianiti durante condizioni climatiche umide e calde. Lungo la falesia i processi di erosione eolica e di degradazione meteorica hanno originato grandi nicchie nelle eolianiti, mentre l'azione dei frangenti hanno favorito frane di crollo. Attualmente a seguito dell'arretramento della linea di costa, i processi erosivi hanno messo a vista nella falesia una sequenza stratigrafica situata all'interno di una nicchia nelle eolianiti. La presenza di sedimenti alluvionali alla base della nicchia testimonia che quest'ultima è stata originata dall'azione erosiva del corso del Riu S'Ormu e S'Orku. I dati stratigrafici e archeologici, raccolti nel corso di 3 campagne di scavo, hanno permesso di rilevare che questa sequenza è caratterizzata da un alternanza di sedimenti eolici e detritici con abbondanti resti di carbone e cenere. Grossi blocchi di eolianiti, provenienti dal crollo del soffitto della nicchia, sigillano i depositi sottostanti. Lo studio stratigrafico e le datazioni ¹⁴C dei livelli inferiori e superiori, attestano che tutta la sequenza si è formata durante un periodo di instabilità dei versanti tra gli 8700 cal BP e 7900 cal BP, legato probabilmente a cambiamenti climatici più aridi e allo sviluppo di incendi come evidenziato dall'analisi micromorfologica dei livelli carboniosi. Resti umani ricoperti di ocra e con un ricco corredo di conchiglie, sono stati trovati alla base della sequenza stratigrafica e al di sotto del deposito di crollo. Questi ultimi resti, datati 8500 cal BP, sono stati interessati direttamente dal crollo. Sulla base dei recenti dati sulle variazioni del livello del mare nel Mediterraneo, è stato possibile ipotizzare che il sito di SOMK si trovasse in un'area retrostante una vasta piana costiera caratterizzata da campi di dune. Inoltre il stazionamento del livello del mare ad una quota di circa - 20 m rispetto all'attuale durante l'Olocene antico, consentiva il collegamento con la vicina Isola di San Pietro nella quale sono presenti importanti giacimenti di ocra.



Il ruolo dei movimenti in massa nell'evoluzione dei reticoli idrografici: casi studio in Appennino centro-settentrionale

O. Nesci¹, D. Savelli¹, F. Troiani¹, D. Piacentini², P. Cavitolo¹, S. Teodori¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Della Vita e dell'Ambiente, Università di Urbino "Carlo Bo"

² Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio-Emilia

I movimenti in massa, oltre a rivestire un ruolo fondamentale nel modellamento dei versanti, possono interferire efficacemente coi corsi d'acqua condizionandone sia l'andamento che, in varia misura, la dinamica. Infatti, quando una frana raggiunge un alveo fluviale può determinare locali sbarramenti, impaludamenti più o meno persistenti o semplici deviazioni. In particolare, i ben noti franamenti che si verificano lungo le valli principali ripide e anguste in aree ad alta energia del rilievo, come le catene alpino-himalayane, sono in grado di produrre modificazioni importanti nei profili dei corsi d'acqua maggiori, dando origine a laghi da sbarramento e/o piccole piane alluvionali, *knickpoints* e gole epigenetiche, l'evoluzione dei quali spesso conduce alla formazione locale di terrazzi. In aree a energia del rilievo relativamente modesta, come ad esempio vari settori, soprattutto pedemontani dell'Appennino centro-settentrionale, nonostante l'influenza delle frane sul reticolo rimanga molto incisiva, possono essere messe in risalto importanti peculiarità proprie di questi settori. Anche in queste aree si possono osservare esempi significativi di sbarramento e/o di deviazioni rilevanti dei corsi fluviali per frana, con incidenza sull'evoluzione sia dei corsi d'acqua stessi sul modellamento del rilievo circostante. Tuttavia, in queste aree, le maggiori interazioni fra canali fluviali e movimenti in massa avvengono lungo la rete dei tributari, non nelle valli principali, che risultano in genere troppo ampie in rapporto alla locale elevazione dei versanti perchè il corso d'acqua risenta in maniera significativa delle frane sui fianchi vallivi. Un importante ostacolo, in particolare, è lo sviluppo nelle valli principali di ampi terrazzi di fondovalle e, in minor misura, di fianchi vallivi terrazzati, che impediscono alla maggior parte delle frane che si producono sui fianchi vallivi di giungere sino al canale fluviale e interferire con esso. Pertanto, nell'Appennino centro-settentrionale è la dinamica dei corsi d'acqua minori, e più in generale l'evoluzione del reticolo secondario/minore, a essere più spesso e in modo determinante influenzata da frane di varia natura e dimensione. Queste, inoltre, in genere sono riattivazioni più o meno superficiali e parziali di deformazioni gravitative più ampie e profonde, spesso caratterizzate da una evoluzione a lungo termine. Nel caso specifico dell'Appennino centro-settentrionale si osservano alcuni casi in cui la riattivazione di grandi frane preesistenti ha prodotto modificazioni importanti nei corsi d'acqua minori, originando laghi da sbarramento con tempi di persistenza anche superiore ai 6000-7000 anni. Più spesso, tuttavia, i movimenti in massa pur non generando sbarramenti significativi hanno comunque provocato modificazioni importanti del reticolo idrografico e dei profili dei corsi d'acqua, condizionando in modo determinante sia la locale dinamica fluvio-torrentizia che quella di versante. Proprio in tale ottica, nel presente lavoro vengono presentati e discussi alcuni fra i casi più importanti e caratteristici di interazione fra movimenti in massa e reticolo idrografico minore nell'Appennino centro-settentrionale e nella fascia pedemontana adriatica.



Considerazioni sull'evoluzione delle precipitazioni massime giornaliere in Sardegna a partire dal 1951

M.A. Pulina

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari

Nel contesto generale delle variazioni climatiche attuali, la fine del XX e l'inizio del XXI secolo sono caratterizzati da contrasti pluviometrici accentuati. In ambiente mediterraneo i sistemi naturali ed antropizzati sono particolarmente vulnerabili sia alla siccità prolungata, sia agli estremi di piovosità, che generano discontinuità nel ritmo multi-annuale delle precipitazioni. E' pertanto particolarmente attuale ed importante lo studio rigoroso degli indicatori rappresentativi delle modificazioni climatiche sopravvenute nel corso del XX secolo, per poterne prevedere le evoluzioni future.

Il lavoro si inserisce in uno studio a carattere regionale che concerne i cambiamenti del regime pluviometrico in Sardegna negli ultimi decenni. E' rivolto in particolare alle variazioni delle precipitazioni massime del periodo 1951-2005, attraverso l'applicazione di alcuni indici suggeriti dall'*Working Group on Climate Change Detection (WMO-CCI)* nell'ambito del *Programme on Climate Variability and Predictability (CLIVAR)*. L'applicazione di tale metodologia consente confronti con le tendenze in atto nella penisola italiana e, più in generale, nelle regioni mediterranee. Sono state considerate le serie storiche giornaliere di 30 stazioni appartenenti alla rete del Servizio Idrografico Regionale, ad eccezione di Cagliari/Elmas (Aeronautica Militare). La maggior parte delle serie sono complete; soltanto 7 presentano lacune, che riguardano qualche mese o al massimo un anno di dati.

L'omogeneità è stata testata seguendo la metodologia utilizzata nell'ambito del Progetto *ECA&D* (European Climate Assessment & Dataset; Klein Tank, 2007): questa prevede l'applicazione, al numero annuale di giorni con $p \geq 1\text{ mm}$, di quattro test di omogeneità (*Standard Normal Homogeneity* (Alexandersson, 1986), *Buishand Range* (Buishand, 1982), *Pettitt* (Pettitt, 1979) e *Von Neumann Ratio* (Von Neumann, 1941). Gli indici, elaborati alla scala mensile, stagionale ed annuale, riguardano:

- le precipitazioni massime giornaliere, *RX1day*, e massime di 5 giorni consecutivi, *RX5day*;
- la precipitazione cumulata, *PRCPTOT*;
- il numero di giorni piovosi ($p \geq 1\text{ mm}$), *R1mm*;
- l'intensità giornaliera di precipitazione, *SDII*.

Le tendenze sono state calcolate per ogni serie con il metodo dei minimi quadrati, la significatività statistica del trend è stata valutata, per $\alpha = 0,05$, con il test di Mann-Kendall (Sneyers R., 1990).

L'analisi climatica evidenzia, per la quasi totalità delle stazioni, tendenze negative, significative per gran parte di esse, sia per quanto riguarda i cumulati annuali e l'intensità media giornaliera, sia per quanto riguarda le precipitazioni estreme di 1 e di 5 giorni consecutivi. I trend più accentuati si riscontrano nelle stazioni della fascia centro-orientale, dove la presenza di rilievi elevati in prossimità della costa genera, soprattutto in autunno ed in inverno, un gradiente pluviometrico Est-Ovest.

F. Scarciglia¹, V. Zumpano¹, R. Sulpizio², F. Terribile³, I. Pulice¹, M.F. La Russa¹

3 Università di Napoli "Federico II", DSSPAPA

53



Applicazione di metodi geostatistici per la valutazione delle forme di erosione del suolo: il caso di studio di Piana Crixia (Sv)

C. Scopesi¹, I. Rellini¹, M. Maerker², M. Firpo¹

1 Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università degli Studi di Genova

2 Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, del Suolo e dell'Ambiente Agroforestale, Università degli Studi di Firenze

Lo studio proposto affronta l'applicazione di metodi geostatistici finalizzati allo studio delle relazioni spaziali tra i fenomeni di erosione idrica diffusa (sheet erosion) e erosione di tipo calanchivo con indici topografici e caratteri pedologici.

L'area di studio per l'applicazione di tale metodo è il comune di Piana Crixia (Sv), collocato nell'entroterra ligure, al confine con il Piemonte, a nord di Savona. La morfologia è prevalentemente collinare, con quote che oscillano tra i fondovalle a 300 mt circa e le linee di cresta che raggiungono i 500 metri. La litologia dell'area è dominata da rocce sedimentarie appartenenti al Bacino Terizario Piemontese (Conglomerati della Formazione di Molare, Marne della Formazione di Rocchetta) che ricoprono un basamento metaofiolitico appartenente al Gruppo di Voltri.

Partendo dalla CTR vettoriale grazie all'utilizzo di software GIS si sono sviluppati alcuni indici topografici che esprimono i caratteri geomorfologici di controllo delle forme di erosione (Slope, LS factor, Stream Power Index, Wetness Index etc.). Dall'analisi di foto aeree integrate a rilevamenti di terreno si sono potute cartografare tutte le forme di erosione presenti nell'area. Una prima analisi geostatistica ha permesso di correlare le forme di erosione rilevate con gli indici elaborati dal GIS, verificando l'affidabilità e validando l'utilizzo di questi ultimi.

Una campagna di rilevamenti pedologici ha permesso la realizzazione di una carta dei suoli dell'area contenente le principali caratteristiche fisico-chimiche dei suoli (profondità, tessitura, contenuto di carbonio organico etc.)

L'analisi geostatistica tra la carta delle forme di erosione e la carta pedologica ha permesso di stabilire quali sono i parametri pedologici che regolano l'erosione dei suoli.

Infine l'analisi di tutte le correlazioni effettuate ha prodotto una metodologia per l'analisi della valutazione della sensibilità dei suoli all'erosione nell'area di studio.

Proposta di metodologia per lo studio delle relazioni tra albedo e detrito sopragliaciale su un ghiacciaio alpino. Il caso del Ghiacciaio dei Forni (Alpi centrali, Lombardia)

A. Senese¹, R.S. Azzoni¹, A. Zerboni¹, G. Diolaiuti¹, M. Maugeri², C. Smiraglia¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano

² Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano

Studi recenti hanno dimostrato come la copertura detritica giochi un ruolo fondamentale nel bilancio energetico superficiale di un ghiacciaio, rappresentando un apprezzabile fattore forzante nel ritiro glaciale; infatti, il detrito superficiale, se presente in spessori inferiori a quello considerato critico, caratterizzato da particelle minerali ed organiche ad alto potere assorbente, contribuisce alla diminuzione dell'albedo con il conseguente incremento della fusione. Alcuni autori hanno indagato questo tema per quanto riguarda le superfici glaciali coperte da neve, mentre mancano studi sistematici in aree di ablazione su superfici a ghiaccio esposto. In questo lavoro (che fa parte del progetto *Share Stelvio*, finanziato da Regione Lombardia) viene proposto un metodo per analizzare il detrito sopragliaciale (distribuzione e proprietà fisiche) e la sua possibile influenza sull'albedo superficiale del ghiaccio glaciale. A questo scopo in alcuni punti della lingua di ablazione del Ghiacciaio dei Forni (il più grande ghiacciaio vallivo italiano, Alta Valtellina, Parco Nazionale dello Stelvio), caratterizzati da diverse tipologie di superficie (ghiaccio pulito, debole copertura detritica, till), è stata misurata la radiazione solare incidente e riflessa, in due momenti distinti della stagione di ablazione 2011 (30 Giugno e 25 Agosto). In questi stessi siti è stata quantificata la distribuzione del detrito superficiale all'interno di un quadrato di 1 m² di area mediante un software di analisi d'immagine (*ImageJ*) e sono stati raccolti campioni per analisi sedimentologiche. È stata inoltre condotta un'indagine glaciologica per evidenziare le variazioni del tasso di fusione lungo la lingua glaciale in funzione delle diverse condizioni di albedo e copertura detritica.

Nel mese di Giugno l'albedo è stato in media più elevata (valore medio 0.19) e caratterizzata da una maggiore variabilità spaziale ($0.08 < \alpha < 0.28$) rispetto al mese di Agosto ($0.07 < \alpha < 0.22$); infatti, all'inizio della stagione il detrito non era distribuito omogeneamente sulla superficie della lingua di ablazione ed erano presenti numerose porzioni di ghiaccio non coperte da sedimento fine. Al contrario, in Agosto il detrito ha assunto una distribuzione più sistematica, influenzando l'albedo che ha assunto un valore medio minore (0.14). Durante l'analisi di immagine, per discriminare una superficie glaciale *debris-free* da una caratterizzata da una parziale copertura detritica, è stato fissato un valore soglia del 3%: i punti caratterizzati da valori di copertura minori sono stati cinque il 30 Giugno e uno il 25 Agosto, a dimostrazione di un incremento della copertura detritica durante la stagione di ablazione. A fine Giugno la copertura detritica era compresa fra 0.17% e 13.86%, mentre a fine Agosto assumeva valori fra 1.21% e 86.01%: in entrambi i casi, il primo valore è stato rilevato su una porzione centrale della lingua di ablazione, mentre il secondo in prossimità delle pareti rocciose incassanti. È stata inoltre riscontrata una relazione di tipo esponenziale fra i valori di albedo e la copertura detritica superficiale ($\alpha = 0.22e^{-0.009d}$, con d corrispondente alla percentuale di ghiaccio coperto da detrito). Sono stati inoltre evidenziati altri fattori che agiscono sulla riflettività, quali la presenza di acqua di fusione, la tessitura e il colore del sedimento; questi ultimi dipendenti dalle proprietà mineralogiche e dal grado di alterazione della roccia. Infine, è stata indagata l'evoluzione della copertura superficiale, per discriminare una possibile origine del detrito stesso.



Coupling terrestrial and marine datasets for coastal hazard assessment and risk reduction in changing environments – Un Progetto di ricerca nell’ambito dell’EUR-OPA Major Hazards Agreement del Consiglio d’Europa

M. Soldati¹, O. Maquaire², A. Micallef³, F. Foglini⁴, A. Pasuto⁵, M. Prampolini¹, C. Tonelli¹, S. Costa²,
C. Delacourt⁶, M. Jaboyedoff⁷

1 Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia

2 Laboratoire de Géographie et Environnement, LETG-Caen GEOPHEN, UMR 6554, Université de Caen Basse-Normandie

3 Euro-Mediterranean Centre on Insular Coastal Dynamics (ICoD) - University of Malta

4 CNR – Istituto di Scienze Marine, UOS Bologna

5 CNR-IRPI Padova

6 Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM), Domaines Océaniques

7 Faculty of Geosciences & Environment, Quartier UNIL-Sorge

Lo *European and Mediterranean Major Hazards Agreement* (EUR-OPA) del Consiglio d’Europa è una piattaforma per la cooperazione tra paesi europei e del Mediterraneo meridionale nel campo dei rischi naturali e tecnologici. L’accordo si prefigge di stimolare una più stretta collaborazione tra gli stati membri ai fini della prevenzione e della protezione da possibili calamità, di condividere conoscenze sulle pericolosità legate ai cambiamenti ambientali e di sviluppare nuove metodologie e strumenti per una gestione efficace dei rischi.

Vengono qui illustrati gli scopi e le prospettive di un progetto di ricerca finanziato nell’ambito dell’accordo suddetto e intitolato “Coupling terrestrial and marine datasets for coastal hazard assessment and risk reduction in changing environments” (2012-2013). Il Progetto è coordinato dall’*Euro-Mediterranean Centre on Insular Coastal Dynamics* (ICoD) in collaborazione con l’*European Centre on Geomorphological Hazards* (CERG) e prevede la partecipazione di Università di Modena e Reggio Emilia, Université de Caen Basse-Normandie, CNR-ISMAR Bologna e CNR-IRPI Padova. La gestione dei rischi costieri è un tema di sempre maggiore attualità che comporta un’imprescindibile collaborazione tra scienziati e portatori di interesse nella definizione delle migliori procedure per affrontare i rischi e incrementare la resilienza delle comunità, agendo sia sulla riduzione delle pericolosità naturali che sulla diminuzione della vulnerabilità territoriale. Gli ambienti costieri sono particolarmente sensibili e suscettibili a danni rilevanti sia in caso di eventi improvvisi (tsunami, frane etc.) sia in relazione a processi a lungo termine (ad es. variazioni del livello marino).

Lo scopo del Progetto è di integrare dati terrestri e marini di zone costiere dell’arcipelago maltese (in particolare la costa NO di Malta) e della Bassa Normandia, al fine di ricostruirne l’evoluzione geomorfologica. Si prevede che questo possa contribuire in modo significativo alla definizione del cinematismo di frane attive che interessano la linea di costa determinando situazioni di rischio.

Le aree di studio mostrano differenti caratteristiche morfoclimatiche e tettoniche, ma sono state entrambe soggette a significative variazioni del livello del mare a partire dall’Ultimo Massimo Glaciale, quando il livello del mare era di circa 120 metri più basso di quello attuale. Precedenti ricerche svolte nell’ambito del Progetto CERG 2009-11 “Coastline at risk: methods for multihazard assessment” hanno evidenziato come molte frane lungo le coste oggetto di studio si estendano verosimilmente al di sotto del livello del mare, mettendo in luce l’importanza dell’integrazione di dati terrestri e sottomarini ai fini della valutazione del rischio da frana. L’approccio multidisciplinare (geomorfologico, geologico-applicativo e geofisico) consentirà il riconoscimento e la cartografia di forme attualmente al di sotto del livello del mare, ma che in tempi geologici relativamente recenti erano emerse (ad es. faglie, accumuli di frana, barre di sabbia).

Si prevede che il Progetto possa fornire un contributo significativo e nuovi strumenti per la gestione del rischio in aree costiere.



Sviluppo e caratteristiche di una tipica morfologia “Badlands” a Derveni nella parte centrale di Rift di Korinto, Nord Peloponneso, Grecia

L. Stamatopoulos

Department of Geology, Division of Physical Geology, Marine Geology & Geodynamics, University of Patras

I terreni argillosi che affiorano in molte zone del Peloponneso, sono frequentemente influenzati da processi di erosione accelerata, producendo una morfologia conosciuta in bibliografia internazionale come *badlands*. Lungo la zona costiera della parte centrale del *rift* di Korinto, ed in particolare ai dintorni del villaggio di Derveni, a Nord Peloponneso, si riconosce una morfologia di forme caratteristiche erosive, note come *badlands*. Obiettivo di questa ricerca è di fornire una carta geomorfologica di Derveni, l'individuazione morfologica dei processi erosivi e la comprensione delle relazioni esistenti tra fattori di controllo, forme e processi.

Nell'area in esame, la litologia dei rilievi consiste di argille Plio-Pleistocene con intercalazioni marnose. La zona è influenzata da fattori climatici tipici dei regimi mediterranei. La relazione esistente tra i molteplici fattori che caratterizzano l'area, quali la tettonica, l'idrografia, il clima la topografia, la vegetazione e uso del territorio, influenza la dinamica evolutiva del paesaggio. L'attività morfogenetica non solo è limitata ai processi accelerati di erosione, ma è inoltre dovuta anche a processi franosi superficiali ripetuti.

I dati suggeriscono che lo sviluppo delle forme tipo *badlands*, osservate e rilevate, sono principalmente associate alle caratteristiche lito-strutturali della zona, alle caratteristiche del versante, al ruscellamento superficiale, alle condizioni pluviometriche ed alle attività umane.



Analisi geomorfologica di baie circolari dell'Arcipelago maltese

C. Tonelli¹, J.P. Galve¹, M. Soldati¹

¹ Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Nel corso di recenti ricerche multidisciplinari sui *paleosinkholes* dell'Arcipelago maltese, è stato approfondito lo studio delle forme costiere a loro associate, in particolare di grandi baie circolari localizzate nella costa nord-occidentale dell'isola di Gozo. L'attenzione è stata inoltre posta su baie simili, per forma e dimensioni, presenti lungo la costa sud-orientale dell'isola di Malta. Al fine di descriverne l'origine e lo sviluppo, sono stati realizzati modelli evolutivi che rappresentano le diverse espressioni morfologiche nel tempo. Sono inoltre state prodotte carte geomorfologiche di entrambe le aree oggetto di studio. Le baie circolari si formano generalmente per inondazione di strutture circolari preesistenti, quali crateri vulcanici e depressioni carsiche, o per erosione selettiva in particolari contesti geologici in cui rocce più resistenti siano disposte a formare una barriera tra l'azione del mare e rocce più erodibili.

L'isola di Gozo è caratterizzata dalla presenza di grandi *paleosinkholes* miocenici di collasso che presentano diverse espressioni geomorfiche in base alla differente resistenza all'erosione delle rocce che ne costituiscono il riempimento: se il materiale collassato è più resistente delle rocce circostanti si crea un altopiano; viceversa grandi depressioni subcircolari si generano nel caso in cui l'interno sia costituito da materiale più erodibile. Queste depressioni circondate da resistenti pareti calcaree, se localizzate lungo la linea di costa, hanno controllato lo sviluppo di baie circolari di indubbio interesse geomorfologico. Il mare ha invaso le depressioni allargando fratture o condotti carsici presenti nella barriera calcarea esterna ed ha asportato per erosione selettiva parte del materiale di riempimento, generando baie che mantengono la forma circolare della struttura di collasso preesistente.

Anche le baie situate lungo la costa sud-orientale di Malta sono da attribuirsi a fenomeni di erosione selettiva ma la loro origine non è stata influenzata da processi carsici. In questo caso è stato il contesto geologico-strutturale, e non la presenza di strutture circolari preesistenti, a determinarne la forma. In quest'area affiora un calcare foraminifero (Globigerina Limestone Formation) i cui strati immergono debolmente verso mare; il membro superiore, più resistente all'erosione, si trova in contatto diretto con l'azione delle onde e protegge il membro inferiore dall'erosione marina. Se la protezione naturale viene localmente smantellata dal mare, l'erosione procede più velocemente verso l'interno, nel membro inferiore, e si genera una baia circolare. Secondo questa ipotesi il mare avrebbe inciso il membro superiore del calcare suddetto in corrispondenza delle foci fluviali ora relitte, allargando le insenature e conferendo loro una forma subcircolare.

Le baie circolari presenti nelle due aree studio rappresentano quindi un esempio di convergenza geomorfologica: pur avendo in entrambi i casi giocato un ruolo fondamentale l'erosione selettiva, il modellamento delle baie della costa sud-orientale dell'isola di Malta non risulta legato a processi carsici.



Proposta di un metodo per l'elaborazione, la validazione e l'interpretazione di carte della distribuzione spaziale dello Stream Length-Gradient (SL) index: implicazioni per la valutazione della connettività tra versanti e corsi d'acqua

F. Troiani¹, J.P. Galve², D. Piacentini², M. Della Seta³

1 Dipartimento di Scienze della Terra, della Vita e dell'Ambiente, Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo"

2 Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia

3 Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Gli indici geomorfici, l'analisi morfometrica della rete e dei bacini idrografici, così come l'interpolazione geostatistica di indicatori geomorfologici, sono strumenti utili per lo studio della morfoevoluzione in diversi contesti morfoclimatici.

Tuttavia è spesso ignorato il fatto che l'utilità di tali strumenti dipende primariamente dall'accuratezza dei metodi di elaborazione e dall'attendibilità delle procedure geostatistiche adottate per ricostruire la variabilità spaziale dei parametri analizzati.

Questo lavoro propone una procedura geostatistica completa per l'elaborazione, la validazione e l'interpretazione delle anomalie nella distribuzione spaziale dei valori dello Stream Length-Gradient (SL) Index, derivato da un DEM ad alta risoluzione in ambiente GIS. Questo indice è sensibile ai cambiamenti di gradiente dei corsi d'acqua e rappresenta uno strumento pratico per evidenziare e quantificare le anomalie nei loro profili longitudinali. Tali anomalie sono in genere indicative: 1) dei contrasti di resistenza tra le diverse unità litologiche affioranti lungo il profilo longitudinale; 2) dei processi morfogenetici attivi, superficiali o sotterranei; 3) degli effetti superficiali dell'attività di faglie; 4) dell'impronta topografica di fenomeni gravitativi lungo i versanti e che interferiscono con i corsi d'acqua, soprattutto all'interno di piccoli bacini idrografici.

Per la validazione della procedura geostatistica, sono state selezionate alcune aree, in diversi contesti morfoclimatici e geodinamici.

I risultati principali di questo lavoro dimostrano: 1) l'importanza di effettuare un test per la scelta del metodo migliore di segmentazione dei corsi d'acqua, tra quelli generalmente usati per il calcolo del SL Index lungo l'intera rete di drenaggio; 2) la significatività dell'analisi di auto-correlazione spaziale per fornire una procedura statisticamente robusta basata sul metodo del *Kriging* per l'analisi spaziale di parametri geomorfici derivati da DEM ad alta risoluzione; 3) l'utilità di una nuova procedura per il filtraggio dei valori di fondo del SL Index dovuti a fattori litologici, per meglio evidenziare eventuali anomalie residue dovute alla sensibilità dell'indice a processi attivi lungo l'alveo; 4) la sensibilità del SL Index per l'identificazione di fenomeni gravitativi attivi lungo i versanti e in connessione diretta con il letto dei corsi d'acqua, soprattutto all'interno di piccoli bacini idrografici in aree montane.

Processi di erosione sulle coste alte dell'Isola di Ponza (Italia)

A. Valente¹, S. Ginesu²

1 Dipartimento di Scienze per la Biologia, la Geologia e l'Ambiente, Università degli Studi del Sannio

2 Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università degli Studi di Sassari

L'isola di Ponza fa parte dell'arcipelago pontino ubicato ad una distanza media di circa 50 km dalla costa laziale meridionale. Dal punto di vista geografico, l'arcipelago si colloca tra il margine esterno della piattaforma continentale e la scarpata, che la raccorda con la piana abissale del Mar Tirreno.

La sua origine si collega al vulcanismo, che ha caratterizzato questo margine dell'Appennino, durante le fasi estensionali plio-pleistoceniche. Allo stato attuale possono considerarsi concluse le principali fasi tettoniche e le manifestazioni vulcaniche (le ultime emissioni risalirebbero a circa 200000 anni), tuttavia l'area appare ancora interessata da una minima attività sismica.

La costa dell'isola è caratterizzata da falesie, quasi sempre sub-verticali, con altezze che variano da circa 10 m a oltre 130 m. Non mancano alla base di queste, nonché in insenature e cale, spesso coincidenti con crateri secondari, accumuli sabbioso-ciottolosi. La concentrazione dell'energia sui promontori hanno, altresì, consentito la formazione di archi marini e faraglioni. Evidenze di abrasione marina, attiva sin dal tardo Pleistocene inferiore, sono presenti in alcuni lembi di superfici ad altezze sull'attuale livello del mare superiori ai 200 m, 100 m e 50 m. A tali superfici sono associate rispettivamente dei depositi ciottolosi di spiaggia, paleosuoli fortemente alterati e potenti strati di eolianiti debolmente cementate.

All'erosione marina al piede delle falesie si sommano gli effetti dell'abrasione eolica, l'azione delle acque dilavanti e di infiltrazione nelle fratture, l'alterazione della roccia ad opera degli agenti esogeni, fenomeni di termoclastismo e ialoclastismo e, perfino, l'azione sismica. La natura litologica stessa delle formazioni vulcaniche, caratterizzate da elevata fratturazione e dalla presenza di piani di faglia e fratture, che isolano blocchi di notevoli dimensioni, determina condizioni di notevole pericolosità con crolli frequenti coinvolgenti masse rocciose di dimensioni da piccole ad estremamente grandi. La pericolosità è accentuata, in genere, dalla presenza al tetto delle falesie di coperture detritiche da sciolte a debolmente cementate che, per effetto delle acque dilavanti, dell'erosione eolica e dell'azione fisica delle radici delle piante, danno luogo a frequenti distacchi di detrito. Non si deve altresì tralasciare il contributo svolto dall'azione antropica alla sommità delle falesie ovvero in corrispondenza di ripiani delle stesse.

Il continuo arretramento della falesia è testimoniato:

- dalla presenza costante di notevoli accumuli di massi al piede, malgrado l'azione delle onde;
- dall'assenza o scarsa evidenza, sulle pareti, di forme di erosione (vecchie linee di costa o superfici di spianamento) connesse alle variazioni eustatiche del livello marino succedutesi nel Quaternario (questo fenomeno evidenzia un basso coefficiente di conservazione morfologica e di conseguenza un'alta velocità dei processi erosivi);
- dalla presenza di valli sospese;
- dalla messa a giorno dei condotti dell'acquedotto romano.



Primi risultati su alcune grotte ipogeniche della Sicilia

M. Vattano¹, P. Audra², J.Y. Bigot³, J. De Waele⁴, J.C. Nobécourt⁵, C. Di Maggio¹, G. Madonia¹

1 Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo

2 Polytech'Nice-Sophia, Engineering School of Nice - Sophia Antipolis University

3 Association Française de Karstologie (AFK)

4 Istituto Italiano di Speleologia, Università di Bologna

5 Crespe, Le Hameau de l'Ara

Vengono presentati i risultati preliminari di uno studio condotto su alcune grotte ipogeniche della Sicilia, ritenute fino a questo momento di natura epigenica: il sistema carsico di Monte Inici e la Grotta dell'Acqua Fitusa.

Il primo sistema è localizzato nella Sicilia nordoccidentale lungo il versante sudorientale di Monte Inici. È costituito da due cavità, la Grotta dell'Eremita e l'Abisso dei Cocci, che si sviluppano in calcari e calcari dolomitici della Fm. Inici (Giura inf.) e in calcari ad ammoniti della Fm. Bucerri (Giura medio-sup.). Si tratta di sistemi tridimensionali freatici che raggiungono una lunghezza di oltre 2km e una profondità superiore a 300m. Sono caratterizzati da diversi livelli di gallerie, spesso impostate lungo piani di strato, connesse da profondi pozzi che seguono sistemi di fratture subverticali o piani di faglia. Lungo le pareti e il soffitto degli ambienti ipogei sono state riconosciute numerose morfologie legate a processi di condensazione-corrosione, quali megascallops e cupole di diverse dimensioni. I depositi chimici consistono di speleotemi carbonatici, croste di gesso, aghi di aragonite, croste di carbonato-apatite e altre mineralizzazioni in fase di analisi. Entrambe le grotte sono prive di sedimenti di natura alluvionale.

L'intero sistema è verosimilmente connesso alla risalita di acque termali sulfuree che attualmente emergono a Est e a quota inferiore rispetto alle cavità. L'evoluzione e l'ampliamento dei vuoti carsici sembrano inoltre essere legati a flussi d'aria che favoriscono processi di corrosione per condensazione. La Grotta dell'Acqua Fitusa è localizzata nella Sicilia centrale, lungo la scarpata nordorientale del rilievo La Montagnola. La grotta si sviluppa su almeno tre livelli di gallerie per circa 700m raggiungendo una profondità di 25m, lungo brecce carbonatiche a rudiste, risedimentate, della Fm. Crisanti (Creta sup.). Si tratta di una grotta sulfurica epifreatica inattiva, formatasi in corrispondenza della superficie piezometrica. Attualmente la sorgente di acqua sulfurea (T=25°C) è ubicata a circa 300m a nordovest e ad una quota inferiore rispetto alla cavità. La grotta è caratterizzata da numerose forme originate da processi di corrosione per condensazione, quali: cupole, nicchie parietali a diversa quota, megascallops, boxwork, canali di condensazione lungo il soffitto, ecc. Nicchie di sostituzione connesse a processi di corrosione-sostituzione sono presenti in molti ambienti della grotta. Intagli a tetto piatto, dovuti a corrosione laterale da parte della tavola d'acqua termale, incidono le pareti della grotta a diversa altitudine, registrando antiche fasi di abbassamento del livello di base dell'erosione. Cristalli e croste di gesso, gesso massivo sono diffusi. L'origine della cavità è legata a fenomeni di corrosione della roccia carbonatica con sostituzione di gesso da parte delle acque sulfuree termali. In particolare, l'allargamento dei vuoti e la genesi delle principali forme sono legati al degassamento di H₂S nell'atmosfera grotta, ossidazione dei solfuri e convezione termale che produce intensi processi di corrosione per condensazione al di sopra della superficie piezometrica.

Una superficie di alterazione può essere un archivio per le variazioni di intensità dei monsoni?

A. Zerboni

Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano

La vernice del deserto (o *rock varnish*) è una superficie di alterazione delle rocce costituita principalmente da ossidi di manganese, che costituisce un elemento geomorfologico tipico delle regioni aride. È costituita da un rivestimento di colore scuro che ricopre tutte le superfici rocciose esposte all'atmosfera e rappresenta una forma fossile del paesaggio, poiché formatasi in condizioni di maggiore umidità ambientale. Inoltre, è possibile datare il momento di formazione di tale superficie sia direttamente (radiocarbonio), sia indirettamente (geoarcheologica), analizzandone lo sviluppo su strutture archeologiche databili per via radiometrica o su base storico-archeologica. Recenti indagini nel deserto del Sahara hanno dimostrato il carattere ubiquitario della vernice del deserto e l'omogeneità dei processi formativi; al contrario, lo studio attraverso strumenti geomorfologici e geoarcheologici degli aspetti cronologici della genesi delle superfici di alterazione, ha dimostrato che non si tratta di un evento isocrono. Vengono qui prese in considerazione le superfici di alterazioni osservate nel Sahara centrale (SW Libia) e lungo la valle del Nilo (Sudan centrale), se ne discutono gli aspetti mineralogici, i processi formativi e, sulla base del contesto archeologico e di datazioni radiometriche, le fasi formative, ponendole in relazione con le informazioni paleoclimatiche disponibili. Se ne evince la possibilità di identificare transizioni climatiche registrate a scala globale ed eventi climatici più brevi, evidenti solo a scala locale.

Le superfici alterazione databili all'Olocene sono tripartite; ogni microlivello dimostra che la sua formazione è regolata da condizioni climatico-ambientali distinte. Il microlivello più interno, costituito da minerali delle argille e ossidi di Fe, si è depositato per illuviazione durante un periodo con elevata disponibilità idrica; quello intermedio è costituito da ossidi di Mn, la cui bio-fissazione richiede condizioni semiaride; il microlivello più esterno è indicatore di aridità ed è formato da polvere eolica (quarzo). Nel Sahara centrale è stato possibile datare con il radiocarbonio la formazione del microlivello più interno, mentre la biomineralizzazione di Mn è databile osservandone lo sviluppo su monumenti archeologici preistorici. Tale indagine dimostra che il microlivello argilloso si è formato tra 9 e 5.5 ka BP; la deposizione di Mn è avvenuta attorno a 5.5 ka BP; la deposizione di polvere di quarzo è avvenuta negli ultimi millenni. In area sudanese lo sviluppo di *rock varnish* ha interessato le piramidi di Meroe, databili al periodo Kushita. Le analisi dimostrano che l'accumulo di argille è un fenomeno correlabile alla costruzione delle piramidi, avvenuta tra il III sec BC e il III sec AD; successivamente è iniziata la deposizione di ossidi di Mn, processo che si è interrotto attorno al VI-VII sec AD. La genesi delle superfici di alterazione nel Sahara centrale ripercorre la storia climatica olocenica a scala continentale, marcando la transizione tra il Periodo Umido Africano e l'aridità attuale; al contrario, i processi superficiali osservati nell'area di Meroe dimostrano l'occorrenza di una fase umida databile a circa 2000 anni fa, confermando l'esistenza di un breve periodo di miglioramento climatico nel Sudan centrale, che ha probabilmente contribuito allo sviluppo del regno Kushita.



La cartografia geomorfologica nel Sahara centrale

A. Zerboni¹, A. Perego¹, M. Cremaschi¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano

Nelle regioni aride la mancanza pressoché totale di copertura vegetale permette l'applicazione ottimale di metodi di analisi di *remote sensing* per leggere, interpretare e cartografare le forme del paesaggio. I migliori risultati sono forniti dall'analisi di dati multispettrali, quali quelli Landsat e ASTER, e dallo studio delle proprietà della superficie basato sul confronto delle differenti bande disponibili. Nel Sahara centrale (SW Libia) è stato avviato un progetto di cartografia geomorfologica per coprire una regione di circa 100.000 km² con la produzione di almeno quattro carte geomorfologiche a media scala (1:250.000), dedicate ad aree omogenee dal punto di vista fisiografico. La prima carta geomorfologica, già pubblicata, è dedicata all'altopiano Messak, mentre sono in preparazione quelle di wadi Tanezzuft (già oggetto di una tesi di dottorato), del campo di dune di Murzuq e del sistema rappresentato dal massiccio Tadrart Acacus e dalle dune di Uan Kasa, raccolti in una sola mappa poiché strettamente legati dal drenaggio superficiale.

La realizzazione delle carte geomorfologiche è basata su un rilievo di terreno durato molti anni, che ha permesso di osservare le forme principali, di caratterizzarle dal punto di vista genetico, di identificare sequenze stratigrafiche dal valore paleoambientale e di trovare, per via geoarcheologica e geocronologica, elementi utili alla datazione. La parte di *remote sensing* si è invece basata principalmente sull'elaborazione di dati Landsat TM ed ETM+, con risoluzione a terra di 30m. Inoltre, operazioni matematiche tra le differenti bande hanno permesso di identificare le caratteristiche delle coperture superficiali; ad esempio, il rapporto tra le bande 5/4 evidenzia lo sviluppo di vernice del deserto sulle superfici rocciose, mentre sedimenti fini, lacustri o fluviali, sono distinti dal rapporto delle bande 2/5. Inoltre, forme superficiali a scala minore possono essere cartografate utilizzando immagini ad alta risoluzione (Ikonos, risoluzione 1m) oppure attraverso GoogleEarthTM, come nel caso di depressioni da dissoluzione e divagazioni di sistemi deltizi fossili. Le carte geomorfologiche sono inoltre corredate da modelli superficiali di terreno, elaborati a partire da dati SRTM DEM (Shuttle Radar Topography Mission, Digital Elevation Model) con risoluzione a terra di circa 90m, che permettono di tracciare curve di livello con equidistanza 100m ed identificare ampie depressioni corrispondenti a bacini endoreici posti al termine dei corsi d'acqua. Nel caso del corso di wadi Tanezzuft, l'utilizzo di immagini SPOT con risoluzione a terra di 2.5m ha permesso di ricostruire l'andamento di singole barre fluviali di ghiaia, mentre l'analisi di dati radar ha evidenziato l'evoluzione dei paleoalvei ghiaiosi.

Le elaborazioni confermano come a questa scala il *remote sensing* rimanga uno strumento insostituibile per la produzione di cartografia geomorfologica e che il suo utilizzo sia premiante nelle regioni aride. Tuttavia, viene confermato il ruolo indispensabile del controllo di terreno, per evitare di commettere errori di interpretazione di forme e depositi caratterizzati da analogie nelle firme spettrali.

Palermo, Settembre 2012

ISBN 978-88-902024-0-7