PROGRAMMA DEL CONVEGNO



28 - 30 Settembre 2022 Casa della Cultura di La Villa, Comune di Badia





PROVINZIA AUTONOMA DE BULSAN SÜDTIROL







FEDERAZIONE ITALIANA DELLE ASSOCIAZIONI SCIENTIFICHE PER LE INFORMAZIONI TERRITORIALI E AMBIENTALI







Si ringraziano





PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE

PROVINZIA AUTONOMA DE BULSAN SÜDTIROL





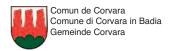


FEDERAZIONE ITALIANA DELLE ASSOCIAZIONI SCIENTIFICHE PER LE INFORMAZIONI TERRITORIALI E AMBIENTALI











































Organizzazione del convegno a cura di

AIGA - AIGeo - ASITA - IAEG - Provincia Autonoma di Bolzano

Con il sostegno e la collaborazione di

Comune di Corvara - Comune di Badia - Comune di La Valle

Programma realizzato con il supporto di:

Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali - Ordine dei Geologi Ordine dei Geometri e Geometri Laureati - Ordine degli Ingegneri

Comitato Tecnico Scientifico

Lisa Borgatti

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

Enrico Borgogno-Mondino

Università degli Studi di Torino

Alessandro Corsini

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Stefano Gandolfi

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

Daniele Giordan

Consiglio Nazionale delle Ricerche

Volkmar Mair

Provincia Autonoma di Bolzano

Mauro Soldati

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Claudia Strada

Provincia Autonoma di Bolzano

Comitato Organizzativo

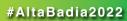
Karl Bernard

Provincia Autonoma di Bolzano

Luigi Lupo

GEO Eventi & Servizi S.r.l.

SEGRETERIA GEO Eventi & Servizi S.r.l. Via Montebello 27, 20121 Milano E-mail: info@geoeventi.it Indice del volume
Programma del Convegno pag. 7
Abstract della sessione Poster
Catalogo degli espositori pag. 49
Indice generale pag. 68
Indice abstract pag. 68



Il ruolo del monitoraggio nello studio e gestione del rischio idrogeologico per la tutela del territorio montano

L'evento è organizzato dalla Provincia Autonoma di Bolzano insieme alla Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali (ASITA), alla Associazione Italiana di Geologia Applicata e Ambientale (AIGA), alla Associazione Italiana di Geografia Fisica e Geomorfologia (AIGEO) e alla sezione italiana della International Association of Engineering Geology (IAEG).

Alla sua realizzazione contribuiscono attivamente i Comuni di Badia, Corvara e La Valle.

La manifestazione tratta il monitoraggio con strumenti geomatici (acquisizione, gestione e rappresentazione dei dati territoriali e ambientali) come base conoscitiva, predittiva e strumento di mitigazione nella gestione del rischio idrogeologico.

La sessione plenaria è riservata ad un'informazione approfondita sulla conoscenza dei fenomeni, il trattamento dei dati (interpretazione e analisi delle serie storiche) ed esempi mirati a illustrare le potenzialità dei metodi nel presente e nel futuro. Agli interventi significativi sullo stato dell'arte nel territorio italiano seguiranno interventi che mostreranno cosa sta succedendo contemporaneamente negli altri paesi dell'arco alpino.

Sono previsti 2 pomeriggi di escursioni sul territorio dove saranno illustrati i fenomeni principali monitorati negli anni dalla Provincia Autonoma di Bolzano e i contributi di numerosi progetti europei sul territorio della Val Badia.

Le sessioni poster offriranno un quadro inerente al monitoraggio dei processi gravitativi, glaciali e carsici. Per i migliori contributi sono previsti premi che verranno assegnati dal comitato tecnico scientifico.

Presente, una significativa esposizione tecnica con postazioni di aziende di strumenti e software.

Il monitoraggio come 'risorsa' nella gestione del rischio idrogeologico sarà il tema della serata prevista per la divulgazione alla cittadinanza.

Programma del Convegno

CREDITI FORMATIVI PROFESSIONALI (CFP)

Il programma del convegno è stato realizzato con la collaborazione di:

Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della Provincia di Bolzano

Ordine dei Geologi del Trentino - Alto Adige

Collegio dei Geometri e Geometri Laureati della Provincia di Bolzano

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bolzano

L'Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali erogherà 0,125 CFP per ogni ora di frequenza

L'Ordine dei Geologi erogherà 16 CFP 3 CFP il 28.09 pomeriggio, 3 CFP il 29.09 mattina, 4 CFP il 29.09 escursioni pomeridiane, 4 CFP il 30.09 mattina, 2 CFP il 30.09 escursione pomeridiana

L'Ordine dei Geometri e Geometri Laureati erogherà 6 CFP

L'Ordine degli Ingegneri erogherà 6 CFP

PROGRAMMA

10:30 Visita sul Kreuzkofel e pranzo al rifugio

14:30 Inaugurazione del Convegno

Sessione moderata da **Volkmar Mair** *Provincia Autonoma di Bolzano*

15:00 Forme del paesaggio ed evoluzione geomorfologica

dell'Alta Badia

Mauro Soldati e Vittoria Vandelli

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

15:40 Tecniche di controllo delle frane mediante reti

classiche o GNSS, accuratezze, precisioni, aspetti

operativi e criticità Luca Vittuari

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

16:00 Fotogrammetria e Laser Scanner per il controllo dei

versanti in frana **Marco Scaioni** *Politecnico di Milano*

16:20 Modello geologico e modello geotecnico,

le NTC e la stabilità dei versanti naturali

Francesco Guadagno

Università degli Studi del Sannio

Vincenzo Simeone Politecnico di Bari

17:00 Coffee break

Mercoledì 28 settembre

Sessione moderata da **Volkmar Mair** *Provincia Autonoma di Bolzano*

17:30	Interferometria radar satellitare come strumento per il monitoraggio del territorio: peculiarità e limiti operativi Alessandro Ferretti <i>TRE Altamira</i>
17:50	Monitoraggio satellitare e in situ dei fenomeni franosi Carla ladanza <i>Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia – Ispra</i>
18:10	Utilizzo della tecnica dell'interferometria radar nelle attività di mitigazione del rischio idrogeologico Nicola Casagli Università degli Studi di Firenze
18:30	Sessione Poster



Sessione moderata da **Daniele Giordan**Consiglio Nazionale delle Ricerche

09:00 Dal monitoraggio al gemello digitale – un primo passo

verso previsioni affidabili di processi franosi

Volkmar Mair

Provincia Autonoma di Bolzano

Massimo Penasa CAEmate S.r.l.

09:20 Le reti di monitoraggio topografico, aspetti progettuali

di impianto e valutazione significatività dei movimenti

Maurizio Barbarella

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

09:40 Utilizzo di sistemi di monitoraggio per la definizione,

calibrazione e validazione di modelli numerici

Piernicola Lollino

Università degli Studi di Bari

10:00 Problemi aperti nella definizione di modelli e soglie

Giovanni Crosta

Università degli Studi di Milano Bicocca

10:20 Linee guida per il monitoraggio delle frane – Ispra

SNPA e utilizzo dei monitoraggi d'allertamento per la riduzione del rischio: alcuni esempi sulle alpi lombarde

Luca Dei Cas

ARPA Regione Lombardia

10:40 Coffee break

Giovedì 29 settembre

Sessione moderata da **Claudia Strada** *Provincia Autonoma di Bolzano*

11:00	22 20 anni di monitoraggio geodetico della frana di Brechries (Baviera) Thomas Gallemann Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg
11:20	Esempi di monitoraggi di deformazioni gravitative pro- fonde in Austria e Alto Adige – Suedtirol Christian Zangerl BOKU Wien
11:40	Nuove tecniche di monitoraggio dei fenomeni franosi – sviluppo ed esperienze in alpEWAS project Kurosch Thuro <i>Technische Universität München</i>
12:00	Progetto (FESR) SoLoMon – Mitigazione del rischio di grandi frane tramite sistemi integrati di sensori e reti Giulia Bossi , CNR-IRPI di Padova
12:20	Frana di Corvara Alessandro Corsini <i>Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia</i>
13:00	Lunch
14.00	In esterna sui luoghi della frana di Corvara e Crep de Sela Alessandro Corsini Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia David Tonidandel Provincia Autonoma di Bolzano
20:30	Serata di public engagement Volkmar Mair Provincia Autonoma di Bolzano

Sessione moderata da Mauro Soldati

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

09:00 Strategie di gestione integrata di grandi moli di dati di

monitoraggio

Martina Cignetti

CNR-IRPI di Torino

09:20 Colate detritiche: dal monitoraggio alla riduzione

del rischio

Lorenzo Marchi CNR-IRPI di Padova

09:40 Deciphering slope movements using remote sensing

and data-driven methods - from monitoring

to prediction

Stefan Steger e Giovanni Cuozzo

Eurac Research

10:20 Coffee break

Sessione moderata da **Lisa Borgatti** *Alma Mater Studiorum Università di Bologna*

10:40 L'analisi statistica delle serie temporali di coordinate

nel controllo di deformazioni

Riccardo Barzaghi Politecnico di Milano

11:00 Metodologia per l'analisi di serie temporali continue di

inclinometri automatici per il monitoraggio di frane a ci-

nematismo lento Claudia Meisina

Università degli Studi di Pavia

11:20 Monitoraggio e modellazione numerica del trasporto

solido nei torrenti montani

Laura Longoni Politecnico di Milano

Venerdì 30 settembre

11:40	Il monitoraggio di fenomeni franosi come strumento per la progettazione e la verifica delle opere di consoli- damento. Esempi nell'Appennino emiliano Giovanni Truffelli <i>Regione Emilia Romagna</i>
12:00	L'evoluzione dei ghiacciai alpini in un contesto di cambiamento climatico Valter Maggi Università degli Studi di Milano Bicocca
12:20	Tavola Rotonda con tutti i protagonisti
13:20	Saluti e chiusura convegno
14:00	In esterna: Le frane e il paesaggio – Frana Sotrù Volkmar Mair Provincia Autonoma di Bolzano Mauro Soldati Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Abstract della sessione Poster

Programma della sessione poster 28 settembre

Long-Term impact of the Vaia-Storm on slopes stability inferred from time-series analysis of satellite interferometric radar data

F. Ceccotto, R. Beber, G. Bossi, A. Pasuto, M. Mantovani *CNR-IRPI*

At the end of October 2018, an extreme meteorological event, known as Vaia storm, struck the north-eastern part of the Italian Alps. The strong wind gusts and the intense rainfall destroyed more than 41,000 hectares of forest and had a severe impact on the geological and hydraulic balance of the area.

The damages caused by the Vaia storm are still visible in a large part of the province of Belluno, but the impact on the slopes stability are yet far to be estimated. The Veneto Region offers a service of ground deformation monitoring of its territory with the use of satellite interferometric radar data acquired, since 2015, by the Sentinel-1 constellation of ESA (European Space Agency).

This study aims to infer the long-term effects on the slopes stability, analyzing the time-series of the interferometric radar data. For each time-series the quantity indexed in time order is the distance between the reflectors of the radar signal on the ground and the satellite position measured every six days (i.e. the repeat cycle of the Sentinel-1 constellation).

The rationale is based on the assumption steps in the time-series of radar targets over unstable slopes are proxy for a change in the style of activity of the landslides and in particular for the activation, re-activation, acceleration. This research is carried out in the framework of the Project VAILAND and joint research agreement funded by the Veneto Region.

Rapid monitoring of landslides by UAV-RTK multitemporal photogrammetric surveys using ground-targets: the Ca'lita landslide (Northern Apennines)

Giuseppe Ciccarese, Melissa Tondo, Marco Mulas, Alessandro Corsini *Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia*

The combined use of UAV with integrated RTK module and an external highprecision GNSS receiver allows photogrammetric surveys with centimetre accuracy to be obtained without the use of ground control points. This greatly reduces acquisition and processing time making it possible to perform rapid monitoring of landslides by permanently installing on the ground clearly recognizable optical targets.

In this contribute we show the results obtained in the Ca'lita landslide (Northern

#AltaBadia2022

Apennines) by performing multitemporal photogrammetric UAV surveys using a DJI phantom 4 RTK (aircraft) and a D-RTK 2 mobile station (high-precision GNSS receiver). The landslide is a large-scale roto-translational rock slide evolving in an earthslide – earthflow. The test area extends for 70.000 m2 in the upper track zone, which has experienced a major reactivation during spring 2022. A total of 5 UAV survey have been carried out so far: one in October 2020 and 4 others from May 2022 to July 2022 (after reactivation). A total 6 targets inside the landslide (monitoring target) and 2 targets outside the landslide (stable targets) have been installed transversally to the landslide, so to create a monitoring transect. Inside the test area, for validation purposes, a continuous GNSS monitoring system has been installed close to a reference monitoring target.

All of the UAV surveys have been performed from 37 m altitude obtaining a Ground Sample Distance of 0.99 cm. Data have been processed using SfM software Agisoft Metashape to produce orthophotos (ground resolution ~1 cm) and a Digital Surface Model (ground resolution ~4 cm) for each survey. The analysis of orthophotos and DSM in GIS environment allowed to track the displacement of monitoring targets and to assess the survey precision by checking the stable targets positioning bias.

Results show that between October 2020 and July 2022 the planimetric displacement of monitoring targets ranged from 1.52 m (in the lateral zone) to 16.14 m (in the central zone). Vertical displacement values ranged respectively from 0.36 m to 1.76 m. The maximum stable targets positioning error between surveys is 0.02 m (planimetric) and 0.06 m (vertical).

The comparison of monitoring targets with data from the continuous GNSS rover show maximum differences of 0.04 m (planimetric) and 0.05 m (vertical). These results, together with the rapidity of images acquisition and data processing, indicate the feasibility and the operational advantages of this rapid monitoring method in landslides moving from few cm to several m between subsequent surveys.

Enhanced Deep-seated Gravitational Slope Deformation investigation through spatial and temporal characterization of morpho-structural domains: the Croix de Fana and Valtournenche cases, Aosta Valley, Italy M. Cignetti¹, D. Cardone¹, D. Notti¹, D. Godone¹, N. Dematteis¹, S. Verde², F. Calò², D. Reale², E. Sansosti², G. Fornaro², D. Giordan¹

- ¹ National Research Council of Italy, Research Institute for Geo-Hydrological Protection (CNR IRPI), Torino 10135, Italy;
- ² Institute for Electromagnetic Sensing of the Environment (IREA-CNR), Via Diocleziano, 328, Naples 80124, Italy

Deep-seated Gravitational Slope Deformations (DsGSDs) are huge slow-moving phenomena highly widespread in Alpine regions. Although very slow, the long-lasting evolution by progressive failure of these phenomena can represent a significant geo-hazard affecting human settlements and large anthropic infrastructures. DsGSDs behavior may also feature distinct deformation sectors. showing spatial and temporal heterogeneity, evidenced by distinct morphostructural lineaments, differential rock mass strength degradation, and the presence of secondary landslides. An in-depth characterization of these phenomena is required to evaluate their impact on the main anthropic elements in land use planning and risk assessment perspectives. Notoriously, A-DInSAR techniques have proven to be highly suitable to spatially and temporally characterize ground deformation displacement of these very-slow phenomena. In this study, a local-scale characterization of two DsGSDs located in the alpine region Aosta Valley, i.e. the Croix de Fana and the Valtournenche cases, is provided by exploiting the morpho-structural domains application. Combining several datasets, i.e. COSMO-SkyMed and Sentinel-1 processed through a two-step strategy exploiting the Small Baseline and the Differential Tomographic approaches, a methodology aimed to recognize the most active sectors of DsGSDs and their evolution over time is implemented. The morpho-structural domains delineation allows identifying the different kinematic domains within each DsGSD, also considering associated secondary landslides and other local shallow movements. Utilizing open source GIS software and plug-in, the V_{LOS}, V_{slope}, and East-West and Vertical values are interpolated, testing several interpolation parameters and constrained by specific barriers. Such boundaries were previously identified on account of geomorphological and morpho-structural settings analysis. The proposed methodology allows to aggregate multi-temporal A-DInSAR ground deformation data by specific boundary, based on geomorphological and structural constrains, by obtaining spatial and temporal deformation maps. This methodology provides an effective tool for a rapid and remotely definition of DsGSDs behavior, useful for a more suitable land use planning and impact assessment along the main anthropic elements.

This research was carried out in the ASI contract n. 2021-10-U.0 CUP F65F21000630005 MEFISTO, within which COSMO-SkyMed and SAOCOM data have been provided by ASI under license to use agreements.

Post-wildfire terrain monitoring and evolution in an Alpine area

Monica Corti, Laura Corti, Andrea Abbate, Lorenzo Panzeri, Monica Papini, Laura Longoni

Politecnico di Milano

In a climate change scenario, natural disasters and their consequences are expected to increase. In particular, the raise of global temperature will drive a higher occurrence of wildfires, leading to a wide range of problems in the mountain areas. Besides the loss of vegetation, wildfires have severe effects over the natural slopes, frequently affecting their stability and eventually provoking further economic losses and casualties. The risen probability of flash flooding and debris flows is recognized to depend on a modification of the soil hydrological properties, and in particular of the soil infiltration capacity of burnt terrains. Past studies identified different trends of soil infiltration recovery after fire, depending on the site environmental characteristics and on the original soil conditions. Even though wildfires are common in the Alpine area, European studies on the hydrological impact of wildfires are few and not focused on Alpine case studies. Moreover, rainfall thresholds for possible landslide triggering not been defined yet for wildfire-affected areas.

This work investigates the impact of a wildfire occurred in 2019 in the Southern Alps, considering data gained from three years of monitoring activity at different spatial scales and by laboratory rainfall simulations. Monitoring was carried out both remotely, by the analysis of Copernicus Sentinel-2 imagery, and on the field, by performing falling-head infiltration tests. The activity was distributed over three different sub-areas, taking into account the different fire severity (burnt or unburned area) and vegetation (pine woods or grassland). Additional data collected after permeability tests and rainfall simulations was considered to retrieve recovery trends for the calibration of a simple 1D hydrogeological model.

Results from the remote sensing analysis helped to evaluate a recovery time of seven years of the site to prefire conditions. On the other hand, field monitoring suggested the recovery to depend mostly on the restoration of the canopy protection, as preventing factor for direct responses to rainfall and soil erosion.

Natural hazards assessment by photomonitoring: IRIS a new powerful tool for analysis

Antonio Cosentino¹⁻², Alessandro Brunetti¹, Michele Gaeta¹, Paolo Mazzanti¹⁻² ¹NHAZCA S.r.I.

²Department of Earth Sciences, Sapienza University of Rome

PhotoMonitoring is based on the concept of "digital image processing", i.e. the manipulation of digital images to obtain data and information. Analyses can be carried out on datasets of images acquired from the same type of platform, on the same area of interest, at different times, and can be carried out by specific algorithms that make it possible to assess any variation in radiometric characteristics (Change Detection) and/or the shift that has occurred in the time interval covered by the acquisition of the images (Digital Image Correlation). Basically, digital image processing techniques are based on extracting information about changes by comparing different types of images (e.g., satellite. aerial or terrestrial images) collected at different times over the same area and scene. For image analysis several unsupervised and supervised analytical methods have been proposed to assess the changes and displacements that occur over time, however most of them fail to accurately identify the changes and displacements perceived at the level of human vision. Recently, several authors have presented interesting results derived from the application of DIC analysis with satellite imagery for landslide displacement monitoring.

The use of these data processing procedures is currently not very widespread, although there is a wide availability of images coming from different remote sensing sensors (Optical, Radar, Laser), and from different platforms developed for infrastructure and natural hazards monitoring (Satellites, Drones, ground platforms).

NHAZCA S.r.I., a Startup of Sapienza University of Rome, has developed IRIS, an innovative software designed for PhotoMonitoring applications. The software provides different types of processing approaches for remote sensing images, collected from any platforms (satellite, aerial, terrestrial etc.) and different sensors (Radar, optical, MS/HS) allowing to carry out Change Detection and Displacement Analysis.

In this paper are presented and discussed the results obtained from the analysis carried out on different study cases that show the full potential of IRIS with Earth Observation images for the monitoring and study of the impact of Natural Hazards.

Integrazione di dati geotecnici e geomatici per la caratterizzazione cinematica di frane roto-traslative in roccia estremamente lente interagenti con infrastrutture viarie: un caso di studio in Valle Isarco (Bolzano, Italia) Vincenzo Critelli¹, Alessandro Corsini¹, Francesco Ronchetti¹, Lucia Simeoni², Edgar Ferro², Giuseppe Ciccarese¹, Marco Mulas¹, Nicolas Rinaldi¹

- ¹ Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche
- ² Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica

La caratterizzazione cinematica di grandi frane profonde estremamente lente è tradizionalmente perseguita attraverso l'interpretazione delle evidenze morfologiche di superficie e geologiche di sottosuolo e datasets derivanti dal monitoraggio geotecnico delle deformazioni di sottosuolo. Negli ultimi decenni, dati geomatici quali modelli digitali del terreno ad elevata risoluzione e serie temporali di spostamento ottenute con interferometria InSAR, si sono dimostrati di significativo supporto alla riduzione delle incertezze interpretative che fenomeni di tale complessità comportano. L'integrazione di dati geologici e di monitoraggio geotecnico e geodetico di lungo periodo è stata adottata per la caratterizzazione cinematica di un fenomeno roto-traslativo profondo attivo ed estremamente lento sito lungo la Valle Isarco (BZ) interagente per un tratto della lunghezza di 600 m con un viadotto dell'autostrada A22. Nel caso specifico, essendo le espressioni morfologiche di superficie poco palesi, l'identificazione delle principali unità ed elementi che costituiscono il fenomeno è stata supportata dalla disponibilità di DEM LiDAR analizzato in rilievo hillshade. La disponibilità di datasets PSInSAR che coprono in modo pressoché continuo gli ultimi 30 anni (derivanti da progetti MinAmb-PSI, PAB-Lawina, Copernicus-GMS) ha reso possibile definire i tassi di spostamento di tali unità, anche avvalendosi di algoritmi di post-processing volti a evidenziare, oltre alla significatività delle deformazioni rilevate, il comportamento spazio-temporale del processo di deformazione. Grazie all'integrazione di tali informazioni di derivazione geomatica con quelle di natura geotecnica derivanti da log stratigrafici di sondaggi a carotaggio continuo e di monitoraggio inclinometrico periodico condotto negli ultimi 15 anni in diverse verticali, è stato possibile pervenire alla definizione del modello geologico e geotecnico del fenomeno franoso, esplicitati anche tramite un set di sezioni longitudinali funzionali alle analisi di stabilità ed all'implementazione di modellistica numerica di tipo geotecnico. Il poster intende illustrare in modo sintetico il caso di studio, i dati ed i metodi utilizzati ed i risultati ottenuti.

Laboratorio a cielo aperto delle grandes jorasses per lo sviluppo di sistemi di monitoraggio del rischio glaciale

Niccolò Dematteis, Daniele Giordan, Fabrizio Troilo IRPI-CNR

I fenomeni glaciali posso avere un forte impatto sulle attività antropiche in termini di rischio, economia locale e disponibilità idrica. Pertanto, osservazioni scientifiche e monitoraggio continuo sono fondamentali per indagare lo stato corrente e la recente evoluzione dei ghiacciai. Grandi sforzi in tal senso sono stati compiuti nel massiccio delle Grandes Jorasses (area del Monte Bianco), dove diversi fenomeni di instabilità glaciale provenienti dai ghiacciai di Planpincieux e delle Grandes Jorasses hanno minacciato l'abitato di Planpincieux in passato.

Nell'ultimo decennio, un complesso sistema di misurazione è stato allestito allo scopo di sviluppare tecniche di monitoraggio ad alta frequenza di acquisizione. In particolare, due fotocamere osservano il ghiacciaio di Planpincieux a partire dal 2013, misurandone la velocità giornaliera attraverso algoritmi di image correlation. Gli studi hanno rivelato che in molti casi i crolli sono preceduti da fasi di forte accelerazione, in proporzione al volume del crollo.

Una stazione totale robotizzata monitora il seracco Whymper (4000 m di quota) dal 2009. Le condizioni estreme di alta montagna pongono la necessità di rimpiazzare periodicamente i target installati sulla sommità del seracco che vengono persi a causa di valanghe e vento intenso. I dati di stazione totale hanno permesso di osservare un'evoluzione della destabilizzazione del seracco secondo una legge di inverso della velocità.

Due radar terrestri interferometrici, attivi da inizio 2020, monitorano il ghiacciaio di Planpincieux e del seracco Whympe con cadenza sub-oraria; mentre un radar doppler monitora la fronte del ghiacciaio di Planpincieux attivando un impianto semaforico per chiudere l'accesso alla strada in caso di crollo.

Tutti i sistemi di monitoraggio permanenti sono totalmente automatizzati e i dati vengono utilizzati per redigere bollettini di allerta giornalieri.

Inoltre, rilievi fotogrammetrici da drone ed elicottero vengono effettuati periodicamente durante il corso dell'anno, in modo da rilevare l'evoluzione morfologica del ghiacciaio. Infine, una campagna di ice penetrating radar, condotta nel luglio 2020, ha permesso di misurare lo spessore del ghiaccio e mappare la topografia del substrato roccioso.

La rete di monitoraggio delle Grandes Jorasses è sicuramente tra le più complesse del mondo ed ha reso quest'area un laboratorio a cielo aperto per lo sviluppo di tecnologie e tecniche di monitoraggio terrestri del rischio glaciale. Le attività di ricerca sono di grande supporto per la valutazione e gestione del rischio glaciale e simili approcci possono essere applicati in diversi contesti.



Il monitoraggio multiparametrico della frana di Cadegliano-Viconago (VA) Alessandro De Pedrini^{1,2}, Christian Ambrosi¹, Maurizio Pozzoni¹

- ¹ Istituto di scienze della Terra, Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
- ² Department of Earth Sciences, Swiss Federal Institute of Technology, Switzerland

La frana di Cadegliano-Viconago posta sul versante idrografico sinistro del fiume Tresa, in provincia di Varese al confine con il Canton Ticino (Svizzera), costituisce da più di vent'anni una minaccia alla viabilità tra Lago di Lugano e Lago Maggiore. Il corpo franoso di circa 2.5 M mc incombe sulla Strada Provinciale n.61, la quale nell'ottobre 2000 fu già soggetta ad interruzioni del traffico causate da frane che causarono inevitabili disagi alla popolazione e all'economia della regione. A seguito degli eventi, il versante a monte della S.P. 61 è stato oggetto di diversi studi ed indagini che hanno portato ad una serie di interventi volti a migliorarne la stabilità. La riattivazione dei dissesti può riguardare movimenti con volumi compresi tra qualche decina di mc (debris flow a frequenza massima decennale) all' intera massa movimentata. In quest'ultimo scenario, la frana potrebbe causare l'ostruzione del fiume Tresa, con conseguente allagamento dei comuni limitrofi, rischio di onde di piena verso la sottostante diga di Creva e la città di Luino posta a pochi chilometri a valle. Nell'inverno 2021 sono state istallate tre colonne multiparametriche DMS poste rispettivamente al piede, a metà versante e alla sommità dello scivolamento, con profondità fino a 60 metri. La colonna DMS è composta da moduli equipaggiati con uno o più sensori (sensore inclinometrico biassiale, sensore piezometrico, sensore di temperatura, sensore accelerometrico triassiale). L'unità di controllo e teletrasmissione dati (CU) effettua la lettura di ogni sensore installato ogni minuto, valutando l'eventuale superamento delle soglie di allarme e può essere programmata per inviare l'avviso al personale reperibile, in caso di superamento soglia. Il monitoraggio della frana di Cadegliano Viconago rientra in un programma di interventi previsto nell'ambito del Progetto Interreg Fiume Tresa, ID 489165 (https://fiume-tresa-progetto-italia-svizzera.eu/) che ha lo scopo di messa in sicurezza del territorio dai pericoli naturali gravitativi e d'inondazione.

Il ruolo del monitoraggio nello studio e nella valutazione del rischio da frana. Il caso di Montemartano (Comune di Spoleto, Umbria)

Riccardo Cardinali, Valentina Cerboni, Lucio Di Matteo*, Fabio Guadagnano, Giorgio Piagnani, Claudia Ribaldi, Corrado Cencetti *Università degli Studi di Perugia*

Sul fianco orientale dell'anticlinale dei M.ti Martani, in Umbria, è presente un vasto movimento franoso con stile di attività complesso (scivolamento traslativo-colamento) che interessa la località di Montemartano (PG). Le indagini geotecniche e il piano di monitoraggio, in situ e da remoto, realizzati tra il 2002 e il 2019, hanno permesso di definire l'estensione dell'area in frana, nonché la profondità della superficie di scivolamento che risulta compresa tra 8 e 38 m dal p.c. ed è posta al contatto tra i depositi di versante detritico-colluviali e il substrato roccioso, qui rappresentato dai litotipi prevalentemente marnosi appartenenti alle formazioni oligo-mioceniche della Serie umbro-marchigiana. I dati a disposizione permettono di giungere a risultati diversi rispetto a quanto riportato nella cartografia vigente del PAI del Bacino del F. Tevere, così da definire le condizioni di rischio associate. È interessante notare che, a differenza dei considerevoli spostamenti registrati lungo il versante tra la frazione di Milano e Montemartano, nell'area in frana che comprende specificamente il centro abitato di Montemartano le letture agli inclinometri non mostrano indizi di movimento; dai dati satellitari PS-InSAR emerge, invece, che tale zona presenta spostamenti compresi tra 10 e 50 mm/anno. Tale contraddizione è solo apparente: dai dati reperiti presso il Comune di Spoleto, relativi alle stratigrafie dei sondaggi effettuati, si deduce che in tale area non è stato raggiunto il substrato geologico locale, al cui contatto è situata la superficie di scivolamento della coltre detritica soprastante. Si ritiene così plausibile che le letture agli inclinometri installati nei fori di sondaggio, in termini di dati sia relativi che cumulati, non forniscano indicazioni di movimenti apprezzabili. È evidente, pertanto, la necessità di utilizzare dati di monitoraggio integrato, acquisiti non solo da tecniche e strumentazione in situ, ma anche da remoto (questi ultimi disponibili ormai su ampia scala), il cui confronto può permettere di definire in maniera più accurata la geometria dei movimenti franosi e le conseguenti condizioni di pericolosità e rischio.

Deriving landslide movement and grain size distributions from SB-InSAR and UAV photogrammetry: Insights from the Wasserradkopf landslide (Carinthia, Austria)

Markus Dörfler¹, Thomas Geisler², Thomas Marcher², Gerald Valentin³, Franz Goldschmidt⁴

¹GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Austria

²TU Graz, Austria, geisler@tugraz.at

³Landesgeologischer Dienst Salzburg, Austria

⁴Landesgeologischer Dienst Kärnten, Austria

As part of the Interreg research project SedInOut, we investigated the stability of the Wasser-radkopf landslide located in the immediate vicinity of Austria's most prominent high-alpine road (Großglockner Hochalpenstraße).

At the debris fan of the landslide we carried out manual and UAV-based surveys of the local grain size distribution (GSD). Results show high similarity and prove that UAV-based photo-grammetry indeed represents a competent method to measure GSD in inaccessible places.

Landslide movement rates and kinematic behavior were investigated based on satellite InSAR. Two different unwrapping algorithms (SqueeSAR, FASTVEL) were compared and showed good complementarity. Due to its cost efficiency and high spatiotemporal resolution InSAR repre-sents a highly attractive method to study risk-relevant landslides, which will continue to grow in importance for the foreseeable future.

Monitoraggio a supporto della costruzione di un tomo/vallo paramassi a monte dell'abitato di Ciardes nel Comune di Castelbello – Ciardes (BZ) Gianfranco Dragà

Studio Geomonitoring Service

L'abitato di Ciardes, ubicato sulle pendici meridionali del Monte Sole in Val Venosta (BZ), è soggetto a pericoli idrogeologici, dovuti a fenomeni di caduta massi e colate detritiche. Al fine di mitigare questi pericoli, nell'anno 2020 - 2022 è stata realizzato a monte dell'abitato di Ciardes dall'impresa Marx S.p.A. di Silandro, coordinata dallo studio di geologia Alpin Geologie di Merano (direzione progettuale-geologica) e dallo studio di ingegneria EUT di Bressanone (coordinazione per la sicurezza), un tomo vallo in terra armata lungo ca. 220m e di altezza massima di ca. 22m. Per allertare e proteggere le maestranze durante le fasi di costruzione di quest'opera di difesa, a monte dell'area di progetto sono stati installati due sistemi di monitoraggio ad acquisizione e

trasmissione automatica, composti da fessurimetri e stazioni vibrometriche. I fessurimetri sono stati installati al fine di rilevare eventuali movimenti di blocchi rocciosi. Il monitoraggio vibrometrico è stato installato al fine di rilevare vibrazioni indotte da fenomeni di grande magnitudine causate da caduta massi, colate detritiche e fenomeni di valanghe. Il versante a monte dell'area di progetto è costituito da tre ripide incisioni vallive (da Ovest verso Est, Garital, Tauftal e Tscharstal), contornate da pareti rocciose subverticali. In queste tre incisioni vallive si manifestano sovente fenomeni di valanghe, colate detritiche e caduta massi. Le pareti rocciose presentano per lo più un alto grado di fratturazione e sono sede di distacchi di blocchi lapidei con dimensioni volumetrici unitari anche di alcune decine di metri cubi. La scelta dell'ubicazione per l'installazione della strumentazione di monitoraggio è stata fatta in stretta collaborazione con lo studio di geologia Alpin Geologie, analizzando la morfologia dell'area, sia da foto aeree che da un dettagliato rilevamento in campagna. I vibrometri dotati di trasmissione dati in remoto sono stati installati ad una distanza tale, da permettere in caso di allarme l'evacuazione della sottostante area di cantiere. I fessurimetri con sistema di acquisizione automatico e trasmissione dati sono stati installati a cavallo di giunti rocciosi su una nicchia di frana ubicata sul coronamento dell'incisione valliva Garital. Sia per l'installazione dei fessurimetri ma soprattutto per l'installazione di n4 vibrometri si è dimostrato indispensabile e utile l'attento rilevamento di campagna che si è focalizzato sulle testimonianze dei passati eventi idrogeologici. Durante il periodo di monitoraggio, 2020-2021 sono stati registrati in tempo reale vari eventi di caduta massi, colate detritiche e fenomeni di valanghe, che hanno attivato il sistema di allarme, sia via SMS che per mezzo di sirene e lampeggianti posizionati in cantiere.

Monitoraggio della frana di Rovegliana (Recoaro Terme, Vicenza) mediante un approccio integrato GNSS-InSAR

Massimo Fabris, Xue Chen, Mario Floris, Andrea Menin, Michele Monego *Università degli Studi di Padova*

Il monitoraggio delle deformazioni di aree franose può essere effettuato con diverse tecniche di misura geomatiche ad alta precisione: la loro integrazione costituisce un'importante forma di monitoraggio che può essere ampliata e rafforzata quando vengono combinate con quelle satellitari (in particolare con l'approccio InSAR – Interferometric Synthetic Aperture Radar).

In questo lavoro misure GNSS multi-temporali sono state integrate con l'InSAR per il monitoraggio delle deformazioni dell'area instabile di Rovegliana (Re-

coaro Terme, Vicenza). L'area di frana, poco urbanizzata, è caratterizzata dallo scivolamento lungo il versante della copertura detritica con velocità da pochi millimetri all'ordine del centimetro all'anno, con riattivazione in seguito ad importanti precipitazioni.

Dall'ottobre 2018 è stata materializzata e misurata una rete GNSS costituita da 3 vertici esterni all'area di frana per il controllo della stabilità del sistema di riferimento e da 8 vertici interni per la valutazione degli spostamenti. La rete è stata misurata annualmente fino al giugno 2022 nella medesima configurazione (misurando sempre le stesse basi con tempi di acquisizione di 3 ore minime per base). Il confronto multi-temporale delle coordinate ha permesso la generazione di vettori spostamento nel sistema UTM. Contestualmente alle misure GNSS sono stati anche monitorati i quadri fessurativi delle pareti esterne di due edifici mediante rilievi TLS e SfM terrestri, allineati alle acquisizioni GNSS anche tramite la definizione di reti locali misurate con stazione integrata. Oltre ai dati a terra, sono state elaborate immagini SAR acquisite dai satelliti Sentinel-1A/B dall'ottobre 2014 al novembre 2019: i risultati della combinazione ascendente-discendente hanno permesso di valutare gli spostamenti E-O e verticali nell'area di studio. I risultati finali, derivanti dal confronto dei rilievi multi-temporali, non hanno evidenziato modifiche dei quadri fessurativi dei due edifici: tuttavia le misure GNSS, confermate dai dati InSAR, hanno mostrato spostamenti nell'ordine massimo di 1 cm/anno lungo la linea di massima pendenza del versante.

Uso integrato di dati telerilevati per la mitigazione del rischio di caduta massi su un versante del Monte San Liberatore (SA)

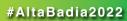
Margherita Fiani, Antonella Ambrosino, Alessandro Di Benedetto *Università degli Studi di Salerno*

Nei territori soggetti a fenomeni di dissesto idrogeologico è opportuno valutare il contributo di eventuali fattori naturali di mitigazione. Un esempio di questi sono i boschi, la cui naturale azione protettiva riduce il pericolo di caduta dei massi a salvaguardia delle infrastrutture e dei manufatti. L'obiettivo dello studio è la messa a punto di una metodologia di uso integrato di dati telerilevati (immagini satellitari ad alta risoluzione e nuvola di punti LiDAR acquisita da UAV con sensore Velodyne Puck VLP-16) utile a individuare aree maggiormente predisposte alla trattenuta naturale della caduta massi.

Sulle immagini satellitari multispettrali Pleiades 1A (RGB +NIR) sono stati calcolati gli indici di vegetazione per stimare lo stato di salute, robustezza e vigoria della vegetazione mentre dalla nuvola di punti sono stati derivati i parametri

morfometrici per la descrizione della dinamica del pendio e l'altezza media delle piante, calcolata come sottrazione algebrica dei valori di elevazione del modello digitale del terreno e quello superficiale. Il modello così ottenuto è denominato nDSM, in ambito forestale è denominato anche modello digitale di altezza delle chiome. I parametri morfometrici sono calcolati con le derivate parziali (del primo, secondo e terzo ordine) dei valori di elevazione del DTM, in modo da descrivere efficacemente piccoli dettagli geomorfologici del terreno. Per classificare le aree aventi caratteristiche simili dal punto di vista morfologico e vegetativo sono state usate le Self-Organizing Maps, reti neurali basate sull'apprendimento non supervisionato.

La SOM è stata utilizzata per individuare tendenze di clustering e per individuare relazioni esistenti tra i diversi pixel dei raster (layers) di input. I layers di input sono pari a 12, 8 parametri morfometrici e 4 indici di vegetazione. La costruzione e lo studio del dendrogramma è servito a individuare il numero ottimale di cluster; ogni cluster rappresenterà una zona caratterizzata da un livello differente di bosco protettivo. In questo modo è possibile individuare le aree che necessitano di un rafforzamento combinato in termini artificiali (reti paramassi) e naturali (boschi protettivi). Uno dei punti di forza della metodologia proposta risiede nella possibilità di documentare e analizzare aree di notevole estensione, difficilmente o completamente inaccessibili. Il caso studio è Monte San Liberatore (466 m slm), tra Cava de' Tirreni, Vietri sul mare e Salerno, in Campania. Tale territorio, già geomorfologicamente predisposto al rischio frana, negli anni '50 è stata interessato da una serie di cedimenti complessi, innescatisi a seguito di un importante evento alluvionale. In particolare, sono presenti diversi hots-spot di rischio caduta massi, così definiti per l'elevato valore esposto costituito da un'articolata rete infrastrutturale posta lungo il versante nord ovest del monte. L'area è in gran parte coperta da una folta vegetazione, di cui il Leccio è la tipologia più rappresentativa, caratterizzata da un apparato radicale fittonante che, conferendogli resistenza e stabilità, lo rende un albero ideale alla protezione dei versanti. Le mappe classificate ottenute hanno permesso di circoscrivere le aree simili dal punto di vista morfologico e vegetale, consentendo così di individuare quelle dove si osserva un maggiore contributo dei boschi protettivi nella mitigazione del rischio di caduta massi.



Monitoring of a complex, large scale landslide by the use of the robotized inclinometric

Danilo Godone, Paolo Allasia, Fabio De Polo CNR-IRPI

Landslide monitoring can be carried out by several approaches and techniques such as remote sensing, insitu measurements and their integration. All the cited methods can quantify the phenomenon displacement (on the surface) extensively or punctually in terms of sensor's output.

This displacement is a sum of all the underground dynamics which can only be estimated or hypothesized. To add details concerning the subsurface behavior of the landslide it is necessary to carry out inclinometric or similar measurements. This approach can provide, in the investigated depth, the location and magnitude of all the occurred displacements. Additionally, in order to better comprehend the evolution of the monitored phenomenon a high frequency monitoring is highly recommended.

In this context, the Robotized Inclinometric System, developed and patented (Italian Patent UIBM 0001391881 -2012) in CNR-IRPI fills a technological gap in inclinometric measurement. The instrument is, in fact, capable of replicating the operator-based measure in a robotic way assuring contemporarily a high frequency and quality of data. The case study is located in Autonomous Bolzano Province (Northeastern Italy) in, particularly in Passiria Valley, close to the Austrian border.

The landslide is a large scale one and featuring complex behavior. It endangers the main transnational road upward and the Passirio river downward. The whole area is characterized by the presence of a deep-seated gravitational slope deformation and of secondary phenomena like collapses, rotational slides and debris flows. Since 1400, the area is well known for the occurrence of slope instability events. The monitoring campaign started in December 2021 with the installation of the system and, to have surface comparison, a GNSS benchmark periodically surveyed during quarterly maintenance inspections. The instrumentation is ready to operate after 4-5 hours of installation/set up procedures and a daily measure was planned. After, approximately, two weeks acquired data provided enough information to identify the main sliding surface depth and deformation rate. Moreover, thanks to the high frequency, it was also possible to detect a secondary one which activated in spring time, probably due to changes in surficial and subsurface water circulation. In conclusion the instrumentation proved, again, its reliability in a landslide monitoring scenario providing rapidly trustworthy data for the phenomenon behavior comprehension and the planning of mitigation actions.

L'interferometria SAR per monitoraggio di versanti in frana: analisi preliminari in ambiente GIS per valutazioni su aree estese

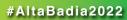
Eugenia Giorgini, Enrica Vecchi, Stefano Gandolfi Alma Mater Studiorum Università di Bologna

Il territorio italiano è caratterizzato da fenomeni di dissesto idrogeologico e presenta molti versanti instabili che espongono centri abitati, attività industriali e infrastrutture a rischio di frana. Negli ultimi anni, lo sviluppo di nuove tecniche di monitoraggio ha consentito applicazioni in diverse situazioni di dissesto da frana, permettendo il rilevamento e la misurazione precisa delle deformazioni del suolo su vaste aree.

Il telerilevamento, e in particolare l'interferometria radar da satellite (SAR), ha risolto alcune problematiche delle strumentazioni tradizionali, rendendo possibile disporre di mappature anche solo preliminari delle aree in frana con frequenza elevata, senza la necessità di campagne di rilievo onerose. Tuttavia, nonostante l'interferometria SAR rappresenti un valido strumento per il monitoraggio e l'analisi di fenomeni franosi, è bene considerare alcune criticità legate alle caratteristiche intrinseche della tecnica stessa. Tra queste, la geometria di acquisizione del satellite certamente costituisce il limite maggiore, generando effetti e zone in ombra in cui non è possibile estrarre alcun dato. Altri fattori che potrebbero determinare difficoltà di acquisizione o una riduzione dell'accuratezza dei risultati sono relativi alla presenza e tipologia di vegetazione e all'orientamento del territorio analizzato.

La disponibilità di diversi strati informativi pubblicamente accessibili consente, a valle di alcune elaborazioni, di valutare a priori quali siano le aree in cui è possibile procedere con un efficiente monitoraggio attraverso l'interferometria SAR.

Dunque, un'analisi spaziale di dati territoriali in ambiente GIS potrebbe essere lo strumento adatto ad estrarre informazioni geomorfologiche utili a uno studio di fattibilità. Il caso studio scelto è il versante Nord-Est dell'Appennino Tosco-Emiliano e i dati scaricati dal Geoportale della regione Emilia-Romagna sono stati processati utilizzando il software open-source QGIS. Il presente lavoro, da ritenersi ancora preliminare, ha portato alla realizzazione di alcune mappe e valutazioni che potranno essere estese e indirizzate ad altre aree di interesse.



Multiple geophysical surveys and slope stability assessment of the Thielly landslide

Agnese Innocenti, Ascanio Rosi, Veronica Tofani, Elisa Gargini, Veronica Pazzi, Elena Benedetta Masi, Samuele Segoni, Davide Bertolo, Nicola Casagli *Università degli Studi di Firenze*

Performing a reliable slope stability analysis requires a good understanding of the internal geometries and thus the creation of a detailed geological model of the study area. Structural models of landslide slopes are commonly made based on geomorphological data combined with direct and invasive surveys. The increasing development of geophysical instrumentation has made it possible to investigate landslide areas that are difficult to reach with direct instrumentation. This work presents the landslide geo-technical model obtained integrating the results of a multiparameter geophysical survey (seismic noise H/V and ground-penetrating radar) with the stratigraphic and geomorphologic observations, the digital terrain model, and data from field surveys.

The landslide under investigation is located close to the small village of Theilly (Fontainemore, AO - Italy).

The slope is made up of a gneissic bedrock, covered by complex glacial deposits. The existing stabilization works have been partially destroyed by three recent reactivations in 2016, 2019, and 2020. Geophysical surveys were conducted on the landslide body and on the terrace above the landslide. The H/V survey identified the presence of 2 discontinuity surfaces and thus the presence of 3 seismo-layers. The GPR survey allowed the surface portion of the landslide to be studied, identifying an extremely heterogeneous debris layer. An analysis of landslide triggering conditions was conducted through hydrologic-geotechnical modelling, defining the slope behaviour under different rainfall scenarios without and with the stabilization interventions performed in 2011. The filtration analysis was conducted with the SEEP code based on the finite element method, while the stability analysis is conducted with the SLOPE code based on the limit equilibrium method, both belonging to the GeoStudio package. The filtration analysis results for all events showed a top-down saturation mechanism, which led to the generation of positive interstitial pressures in the first few meters of soil, and the formation of a saturated front with a maximum thickness of 5 m. Stability analyses conducted for the same events showed the development of shallow landslides affecting the first few meters of saturated soil.

Un laboratorio per l'integrazione di dati geomatici, geofisici e geomeccanici: il Campanile della Val Montanaia (Cimolais, PN)

A. Lambertini, L. Tavasci, G. Lattanzi, D. Donati, S. Castellaro, L. Borgatti *Alma Mater Studiorum Università di Bologna*

In questo poster verranno presentati i risultati preliminari di una ricerca che mira ad integrare dataset geomatici e geofisici ad analisi geomeccaniche ai fini della caratterizzazione multidisciplinare e di dettaglio di versanti in roccia e altri siti di particolare interesse.

L'oggetto scelto per la ricerca è il Campanile della Val Montanaia, un pinnacolo roccioso alto 280 m a ridosso della forcella Cimoliana, nel settore occidentale del sistema delle Dolomiti Friulane e d'oltre Piave. Il pinnacolo è ubicato al centro di un circo glaciale, e la sua origine è legata alla progressiva erosione dei circostanti depositi di Dolomia Principale, formazione geologica che caratterizza l'intera area di interesse.

Nel luglio 2022 è stato eseguito un rilievo dell'oggetto combinando tecniche geomatiche, al fine di ricostruirne accuratamente le dimensioni e la geometria, e tecniche di geofisica passiva volte a definirne la risposta dinamica. In particolare, è stato svolto un rilievo fotogrammetrico da UAV (Unmanned Aerial Vehicle) acquisendo un totale di 2500 immagini che sono state usate come base per la ricostruzione SfM (Structure From Motion) del complesso pinnacolo.

Al fine di coadiuvare il processo fotogrammetrico e scalare metricamente l'oggetto è stato parallelamente eseguito un rilievo d'appoggio GNSS su 7 GCP (Ground Control Point) distribuiti sul Campanile ed ulteriori 3 alla sua base, per ciascuno dei quali sono state misurate le coordinate tridimensionali con accuratezza decimetrica. La caratterizzazione dinamica è stata eseguita mediante un sismometro portatile (TROMINO®) in grado di misurare il rumore sismico ambientale nelle bande di frequenza di interesse. Il modello tridimensionale sarà utilizzato unitamente ai dati geofisici per condurre analisi numeriche relativamente alla risposta e al comportamento dinamico dell'oggetto geologico. Il modello sarà anche utilizzato, unitamente alle immagini ad alta risoluzione, per caratterizzare l'ammasso roccioso attraverso la mappatura sistematica delle discontinuità in roccia, e per condurre analisi di stabilità del pinnacolo, anche attraverso simulazioni numeriche avanzate.

Gli obiettivi della ricerca, i cui risultati preliminari sono presentati nel poster in oggetto, includono: a) l'analisi delle caratteristiche statiche, dinamiche, gemeccaniche e di stabilità del Campanile della Val Montanaia, b) la creazione di un modello che funga da riferimento per un monitoraggio geomatico del Campanile e c) dimostrare i benefici derivanti da un'analisi multidisciplinare, in grado di integrare multipli dataset ai fini di una più completa caratterizzazione del sito.



Caratterizzazione quali-quantitativa dei sedimenti in bacini montani: esperienza del progetto Interreg SedInOut

Gianluca Sala, Camilla Lanfranconi*, Paolo Frattini, Fabrizio Kranitz, Antonio Bratus, Elena Valbuzzi, Giovanni Crosta Università degli Studi di Milano Bicocca

La gestione dei sedimenti è una problematica di grande interesse per i bacini montani di ambiente alpino. Per una corretta gestione è necessario effettuare una stima della produzione di sedimenti in bacino e una caratterizzazione granulometrica e tecnica dei materiali, al fine di caratterizzare il comportamento di flusso e di valutare la possibilità di ri-uso dei sedimenti. Nel contesto del progetto Interreg SEDINOUT, sono state sviluppate e standardizzate metodologie per la caratterizzazione quali-quantitativa dei sedimenti attraverso lo studio di cinque casi pilota in Regione Friuli Venezia Giulia: Rio Cucco, Rio Tolina, Rio Solfo, Rio Lusevera, Rio Fella. La metodologia proposta nel progetto prevede le seguenti attività: i) interpretazione geomorfologica a scala di bacino, attraverso dati remoti e fotointerpretazione, finalizzata all'individuazione e stima volumetrica dei depositi e dei processi attivi; ii) rilevamento su terreno lungo le aste per la quantificazione dei volumi accumulati rimobilizzabili; iii) caratterizzazione granulometrica con dati UAV, dati raccolti sul terreno e analisi granulometriche di laboratorio.

La valutazione quali-quantitativa dei sedimenti risultante da queste attività consente di definire il livello di criticità dei singoli bacini e di individuare le aree oggetto di possibili interventi o monitoraggio, nonché di valutare la possibilità di utilizzare il sedimento nella logica dell'economia circolare.

Tra i risultati del progetto SedlnOut, sono state realizzate procedure e applicativi per un utilizzo professionale, tra cui: i) schede di rilevamento per professionisti; ii) applicativo per l'integrazione di dati UAV, di terreno e di laboratorio per la costruzione di curve granulometriche complete del deposito; iii) applicativo per la valutazione speditiva della tipologia di riutilizzo dei materiali in funzione delle caratteristiche granulometriche e petrografiche.

Assessment of debris flows triggered by an extreme rainstorm in a catchment of the Dolomites: lesson learned from SedInOut project

Giorgia Macchi, Stefano Crema, Barbara De Fanti, Lorenzo Marchi, Giovanni Monegato, Marco Cavalli

CNR-IRPI

Debris flows are among the most destructive and hazardous mass movements in mountain regions and understanding debris-flow dynamics together with the quantification of resulting volumes is a crucial requirement for hazard assessment and landscape planning.

Collecting data on sediment source areas and mobilized volumes as a response to extraordinary events is a fundamental prerequisite to accurately assess debris-flow hazard. In the framework of the Interreg SedInOut project, focused on the development of a risk management methodology for mass wasting through the assessment of sediment availability in a mountain environment, the Liera catchment in the Dolomites (northeastern Italy) was studied. The Liera catchment (36.2 km2) was severely affected by an intense storm, named Vaia, that occurred from 27th to 30th October 2018 over Northeastern Italy. In the Liera catchment, the Vaia storm generated new slope instabilities, caused an intense flood in the main channel and triggered debris flows in 34 tributary basins.

The flood and the debris flows damaged transport infrastructure. The aims of this study are to (i) create and compare pre- and post-event sediment source inventories, (ii) quantify debris-flows mobilized volumes, (iii) assess the erosion and deposition rates to understand sediment dynamics patterns, and (iv) evaluate pre- and post-event sediment connectivity for an improved understanding of the structure-processes mutual interactions.

To this end, in the Liera catchment test area a combination of field surveys, orthophotos interpretation, and high-resolution multi-temporal LiDAR data processing was framed in a GIS environment.

The main outcomes of this study encompass (i) reliable and detailed pre- and postevent sediment sources inventories, (ii) the quantitative estimation of mobilized material from each sub-basin through DEM of Difference (DoD) and post-event inventory of sediment source areas, indicating that the total amount of sediment mobilized from the sub-catchments affected by debris flows was $307,000\pm63,500~\text{m}3$, and the total net volume balance exiting the basins was $-64,000\pm14,500~\text{m}3$, (iii) evaluation of the debris yield rate and (iv) the assessment of sediment connectivity for each sub-catchment, which is fundamental for estimating the contribution of sediment sources and sediment transfer paths.



SedInOut - Sviluppo di una metodologia di gestione del rischio tramite la valutazione della disponibilità di sedimento al trasporto in massa in ambiente montano

Volkmar Mair, Francesco Brardinoni, Riccardo Scotti, Monika Rabanser *Provincia Autonoma di Bolzano*

SedInOut, through a joint interregional effort, aims to develop methodologies for the quantification and characterization of hillslope sediment, towards a land use that links geo-risk mitigation and sustainable sediment use.

The project follows a holistic approach that consists in three main phases: 1) testing of both qualitative and quantitative methodologies; 2) data analysis of lab-based, field-based, and software-based results; 3) production of guidelines and manuals for data collection and sediment characterisation. The main outcome of the project lays in the delineation of both surface and subsurface grain size distributions along characteristic source-sink pathways in the Mazia and Ridanna valleys (Autonomous Province of Bolzano, N-Italy). Thereby, sediment characterisation is conducted both qualitatively and quantitatively to retrieve the pilot catchments petrography, to define reuse of sediment, to delineate the mode of transport (i.e., glacial, fluvial, mass movements) and to define bed stability. Overall, it turns out that lab-based granulometric analysis is suitable to validate the software-based analysis. However, it is not recommended to completely rely on software-based data, due to a high risk of both overestimation (coarse-grained fractions) and underestimation (fine-grained fractions). Results obtained with GRAIN ID show a higher degree of detail and reliability compared to the results obtained with other software (Basegrain, ImageJ, JMicroVision).

Integration of geomatic surveying methods and techniques for the investigation of slope dynamics in the Scoltenna basin, Northern Apennines (Italy)

Francesco Mancini, Carlotta Parenti, Paolo Rossi, Giuseppe Ciccarese, Edda Pattuzzi, Mauro Soldati

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Slope dynamics include different processes capable to affect the channel network and influence fluvial dynamics. Mass wasting processes and landslides are an important source of sediments supply into riverbeds. On the other hand, water courses can erode and re-activate slope movements. The aim of this study is the use of an integrated approach combining different methods and

techniques in the frame of a more general assessment of the interaction between slope and fluvial dynamics. The study area is situated in the Scoltenna basin in the Northern Apennines (Italy) and displays both active and dormant landslides. The research so far conducted was carried out to analyse slope dynamics, including remote and proximal sensing techniques, repeated field surveys and geomorphometric analysis. In this study, satellite interferometry, global navigation satellite systems surveys, aerial photogrammetry based on uncrewed vehicles, and terrestrial laser scanning were used. An in-depth review of existing literature and thematic maps was performed, including the analysis of pre-existing digital data on online platforms and archives (e.g., historical aerial photos, high-resolution satellite images, hydrological dataset etc.). All datasets were organized in a multitemporal perspective, referred to the same georeferenced system and implemented in a Geographic Information System (GIS) environment. Three study sites, that most reflect the interaction between slope and fluvial dynamics in the Scoltenna basin, were analysed in detail and monitored through time. The first site (Ponte Olina landslide) shows geomorphological evidence of recent activity and was investigated with Terrestrial Laser Scanning, UAV photogrammetry and GNSS surveys. The second site (Sasso Cervaro landslide) seems to present a complex style of activity combining multiple mechanisms; in this case UAV photogrammetry and GNSS surveys were performed. The third site (La Confetta landslide) is characterized by a recent reactivation at the foot of the slope; here UAV photogrammetry and GNSS surveys were carried out. In the three sites, three monitoring campaigns were performed to recognize and monitor possible displacements through time. The next steps of the research foresee further monitoring campaigns and the integration of the collected data on slope movements with the evidence of fluvial morphodynamics.

Utilizzo dei dati interferometrici per l'analisi di fenomeni gravitativi di versante nell'ambito delle attività di aggiornamento dell'inventario IFFI per la Regione Toscana

Francesco Manetti¹, Giovanni Montini², Vania Pellegrineschi³

- ¹ Consorzio LaMMA
- ² Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale
- ³ Regione Toscana

Il poster illustra l'utilizzo dei dati SAR per l'analisi di fenomeni gravitativi di versante in Regione Toscana a partire dalla descrizione del Portale dei dati interferometrici per descrivere come questi dati vengano elaborati per

l'aggiornamento del PAI e dell'inventario IFFI nazionale. Il Portale dei dati interferometrici della Regione Toscana è stato realizzato nell'ambito dell'accordo "Attività di monitoraggio del rischio idrogeologico nel territorio della Regione Toscana" stipulato a dicembre 2017 tra la Regione Toscana, il Dipartimento della Protezione Civile della PCM e il Dipartimento di Scienze della Terra di UNIFI. L'obiettivo principale del Portale è quello di fornire informazioni utili alla formulazione di un quadro sinottico dei fenomeni di deformazione del suolo sull'intero territorio regionale, a supporto delle Regioni, dei Comuni e degli Enti Territoriali coinvolti nelle attività per la difesa del territorio e di gestione dei rischi. I dati acquisiti dal Portale vengono regolarmente elaborati dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale per l'aggiornamento delle cartografie geomorfologiche e di pericolosità del PAI. Tramite queste elaborazioni i dati di deformazione sono aggregati spazialmente secondo celle quadrate con lato di 100 metri, per ognuna delle quali vengono esaminati il numero di PS ascendenti e/o discendenti e le rispettive velocità medie espresse in mm/anno. Inoltre, nelle celle dove ricadono sia PS ascendenti che discendenti, è effettuata la ricostruzione del vettore velocità media annua nel piano Est-Ovest-Zenit-Nadir (EOZN) attraverso specifiche procedure. I dati elaborati contribuiscono all'aggiornamento della banca dati geomorfologica del PAI la quale viene in seguito predisposta dal Consorzio LaMMA per aggiornamento del DB geomorfologico della RT e dell'inventario IFFI nazionale. A titolo di esempio viene riportato un intervento in località Migliana-Case di Sotto, in Comune di Cantagallo (PO), finanziato dalla RT in aree con evidenze di movimento presenti all'interno di uno dei progetti WebGIS pubblicati dell'Autorità di Bacino Distrettuale, contenenti le elaborazioni dei dati descritte in precedenza

La valutazione degli impatti degli schianti da vento della tempesta Vaia sulla vulnerabilità del territorio montano attraverso un approccio multicriterio in ambiente GIS

Carlo Masetto, Alessandra Amoroso, Laura Magnabosco, Umberto Trivelloni *Regione del Veneto*

Nell'autunno del 2018, la **regione** montuosa della Regione del Veneto è stata colpita da un evento meteorologico eccezionale (tempesta Vaia), caratterizzato da precipitazioni intense e venti violenti che ha causato allagamenti, frane e smottamenti, schianti di alberature e di formazioni forestali, nonché danni ad infrastrutture ed abitazioni civili.

L'obiettivo iniziale del lavoro svolto dalla Direzione Pianificazione Territoriale della Regione del Veneto è stato quello di sviluppare, a partire da dati dispo-

nibili di diversa origine, una metodologia in ambiente GIS al fine di creare uno strumento operativo per la valutazione dell'impatto dell'evento in termini di suscettibilità alla vulnerabilità del territorio, rappresentato graficamente da una suitability map.

L'area selezionata per lo studio, ricadente interamente all'interno della regione dolomitica, è costituita dal territorio dei comuni di Rocca Pietore, Livinallongo del Col di Lana e Alleghe. Il punto di partenza dello studio è stata l'individuazione delle aree in cui si sono verificati gli schianti da vento tramite analisi di immagini satellitari Sentinel-2 acquisite successivamente all'evento sulle quali è stata eseguita una classificazione supervisionata. Successivamente, sono stati analizzati ed elaborati i dati dei principali indicatori geomorfologici e degli strati informativi di interesse (rischio valanghe, fenomeni di instabilità del versante, caratteristiche di permeabilità ed idrogeologiche, copertura del suolo, infrastrutture civili e strade, reticolo idrografico) attraverso operazioni di geoprocessing in ambiente GIS. È stata guindi eseguita la normalizzazione e la pesatura degli strati informativi analizzati, al fine di effettuare una suitability analysis sulla vulnerabilità dell'area di studio, utilizzando l'approccio multicriterio dell'Analytic Hierarchic Process, determinando un output grafico finale rappresentativo dell'indice di suscettibilità alla vulnerabilità per l'area oggetto di studio. Il risultato del lavoro permette di fornire preziosi input per gli strumenti di pianificazione locale in termini di vulnerabilità del territorio.

Visto il rigore del metodo adottato, basato su criteri oggettivi e spazialmente definiti, risulta possibile adattare e replicare la procedura in altri contesti od altre aree, per la definizione degli interventi post-emergenziali prioritari da eseguire a seguito di un evento simile per tipologia ed entità. Lo strumento operativo così elaborato può inoltre inserirsi nel più vasto contesto della definizione di metodologie operative tese a perseguire, mediante l'uso di dati geografici, gli scopi dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, con particolare riferimento al monitoraggio della performance di alcuni indicatori previsti (Goal 11 e 13).

Experimental analysis of seasonal processes in shallow landslide in a snowy region through downscaled observations.

Lorenzo Panzeri, Michele Mondani, Laura Longoni, Monica Papini *Politecnico di Milano*

Shallow landslides are induced by extreme hydrological events such as the occurrence of short and intense rainfall or by events of medium intensity but prolonged over time. Such slips involve generally reduced portions of land both

in area and in thickness, however, they are dangerous due to the absence of warning signals and the lack of knowledge regarding their possible evolution. The frequency and intensity of heavy precipitation events increased since the mid-20th century and considering the climate crisis, it is important also to analyse the effects of processes and events that lead to faster melting cycles of the snow mantle in mountain areas. This work deals with the experimental study of these landslides through the laboratory simulations on a small-scale slope, reproduced at the GAP lab of the Lecco Campus. The central objective is to study the evolution of shallow landslides in reduced scale also considering the role of snow. To investigate the behaviour of shallow landslides in these particular seasonal conditions, a series of sensors have been installed on the simulator. This technology includes three modified pressure transmitters for the pore water pressure evaluation which have been accompanied by other support instrumentation consisting of GoPro's cameras, TDR (Time Domain Reflectometry) and a georesistivimeter; all of them provide a cross check of phenomena processes. Three experiments have been performed simulating the seasonal conditions of the slopes. Two of them reproduce the provision of water caused by the snow melting; in one case by the direct infiltration from the snow mantle and in the second case the supply of the melted snow from the high mountains upstream. The third experiment do not consider the presence of snow and simulate a rainfall event; it is useful as a comparison between the experiments. The results highlight that the direct interaction between snow and ground does not favour the infiltration of a large amount of water. The protective role of snow decreases soil infiltrative capacity due to the formation of a thermal barrier; this no longer occurs when the water melted by the snow flows downstream and begins to infiltrate into uncovered soils.

Defining the rock fall mechanisms through an integrated approach in the Conero Mt. coastal cliff area

Alessandro Pepi, Elisa Mammoliti, Davide Fronzi and Alberto Tazioli *Università Politecnica delle Marche*

In the Ancona coastal cliff several rock fall phenomena causing significant damages to the infrastructures and human health have been documented. One reason to explain these frequent instability events has been individuated in the rock materials and in the poor quality of the Schlier formation^[1].

This Fm. is considered an aquiclude because of its very low primary porosity and is also one of the most extended geological formation in the outcrop of this stretch of the Adriatic coast. The interesting fact is that after heavy rainfall

events, a rock fall phenomena occurs with a delay of few days. As assessed by the literature, the fracture pattern that drives the secondary permeability allows the water infiltration in the rock mass, significantly decreasing its strength^[2]. For this reason, the quantification of the secondary permeability results very important for the understanding of the groundwater circulation role in the rock fall mechanisms of the area.

An insight through the infiltration process into the soil and the characteristics of the fracture system present in the site have been performed. The scanline method and the Discrete Fracture Network Modelling have been useful for the conduction of a fractured system detailed analysis. A further assessment is made taking into account the study made on a high fractured portion of the same sea cliff but located in an accessible nearby portion through the use of the Terrestrial Laser Scanner technique^[3], stressing on the rock fracturing variability along the coastline. The whole study is characterized by a multi-level approach in which tracer hydrology, geomatics and geomechanics are involved. An innovation in this study is the coupling of the double ring infiltrometer test, permitting to estimate simultaneously the infiltration rate of the topsoil and to understand the role of fracturing on water infiltration in the rock mass.

The non-negligible role of the fracturing network that characterize the Schlier geological formation on the rock fall phenomena is highlighted in this research, stressing out the correlation present between rainfall and rock falls. At the end the discontinuities characterised by higher groundwater circulation and specific rock fall kinematics are detected with the analysis of the tracer test data.

Keywords: rock fall; secondary permeability; Schlier formation; Ancona coastal cliff; Central Italy

^[1] N. Casagli, C. A. Garzonio, e T. Nanni, «Geomechanical characterization and slope instability of the marly sea cliffs of Ancona, Italy», in Geotechnical engineering of hard soils-soft rocks, 1993, pagg. 1093–1100.

^[2]B. Vasarhelyi e P. Ván, «Influence of water content on the strength of rock», Engineering Geology, vol. 84, n. 1–2, pagg. 70–74, 2006.

^[3] E. Mammoliti, F. Di Stefano, D. Fronzi, A. Mancini, E. S. Malinverni, e A. Tazioli, «A Machine Learning Approach to Extract Rock Mass Discontinuity Orientation and Spacing, from Laser Scanner Point Clouds», Remote Sensing, vol. 14, n. 10, pag. 2365, 2022.



Sistemi di monitoraggio e allertamento in corso d'opera per la gestione del rischio idrogeologico

Gianni Piffer, Mirko Rinaldi WATERSTONES S.r.l.

Il poster illustra alcuni casi reali di sistemi di monitoraggio e allertamento in corso d'opera per la gestione del rischio idrogeologico realizzati negli ultimi anni sul territorio della Provincia Autonoma di Bolzano-Suedtirol in situazioni di interventi in somma urgenza. I casi presi in esame illustrano la realizzazione in tempi rapidi di sistemi di monitoraggio installati allo scopo di disporre di sistemi di allertamento per le maestranze impegnate nella realizzazione delle opere di mitigazione e di tutela delle infrastrutture potenzialmente a rischio idrogeologico. I casi presi in esame sono i seguenti:

- Vandoies: sistema di monitoraggio geotecnico su ammasso roccioso e di video sorveglianza dell'area di cantiere per allertamento delle maestranze e salvaguardia della linea ferrovia della Val Pusteria – anno 2019-2020 - Committente RFI;
- Castelbello: sistema di monitoraggio sismico per fenomeni di crollo e debris flow a protezione dell'area di cantiere della circonvallazione Castelbello e Colsano ss n. 38 – anno 2021 – Commitente E.MA.PRI:CE: S.p.a.
- Virgolo: sistema di monitoraggio geotecnico su ammasso roccioso durante le fasi di demolizione di alcuni volumi rocciosi instabili anno 2020 PAB;
- San Zeno: sistema di monitoraggio per la misura delle deformazioni di una struttura di contenimento della sede stradale di via San Zeno in adiacenza ad un edificio di civile abitazione anno 2021 Comune di Merano.

Early warning di fenomeni complessi mediante monitoraggio delle soglie di attivazione e previsione meteo - il caso dell'autostrada

David Pomarè Montin, Francesco Bassani, Leonardo Battistel *IGS S.r.l.*

Nel 2020 l'A27, nel tratto compreso tra Fadalto e Alpago, è stata interessata da alcuni fenomeni franosi complessi, e sempre caratterizzati da velocità estrema. Si è reso necessario implementare dei sistemi di monitoraggio ed early warning tali da permettere di modellare i fenomeni da un lato, individuando le opere di mitigazione più idonee, e di prevenire il rischio dall'altro, anche mediante specifici protocolli. E' stato condotto uno studio statistico per la definizione delle soglie di attivazione, raffinato nel tempo con il popolamento dei dati sitospecifici, arrivando a definire le soglie di attenzione, allerta ed al-

larme in funzione delle precipitazioni orarie e giornaliere nonché delle previsioni meteorologiche. I sistemi sono attualmente attivi, ed hanno permesso in più occasioni di prevedere il fenomeno e prevenirne il rischio correlato

Monitoraggio geomeccanico a lungo termine di un impianto sul monte geier, salorno, provincia autonoma di bolzano

Mirko Rinaldi, Gianni Piffer, Daniele Luchetta WATERSTONES S.r.l.

Il versante nord del monte Geier, sovrastante la strada statale n. 12 del Brennero, è stato oggetto di diversi fenomeni di crollo di varia entità nel corso dell'ultimo decennio. Il primo evento significativo, riportato nei verbali di sopralluogo dell'Ufficio Geologia e prove materiali della Provincia Autonoma di Bolzano, risale al 15 dicembre 2011 ed è stato accompagnato da un'ordinanza del Sindaco di evacuazione e sgombero delle particelle fondiarie poste al piede del versante e dalla disposizione di chiusura al traffico della S.S. 12 da parte dell'Ufficio Strade della Provincia Autonoma di Bolzano. Il punto di distacco è stato individuato a un'altezza compresa tra 100 m e 200 m dal fondo valle ed il volume complessivo dell'evento principale è stato stimato in circa 10000 m3 . Negli anni successivi si sono registrati ulteriori eventi di crollo seppur di minore entità. In questo poster si ripercorre sinteticamente l'evoluzione del monitoraggio strumentale messo in campo dalle prime fasi di somma urgenza fino ad oggi.

Monitoraggio della stabilità di una parete in rocciosa mediante metodi topografici e Persistent Scatterers Interferometry

Riccardo Salvini, Andrea Rindinella, Luisa Beltramone, Daniele Silvestri, Claudio Vanneschi

Università degli Studi di Siena

L'area di studio, ubicata a Nord dell'abitato di Vecchiano (PI), è caratterizzata da un rilievo con pareti verticali in roccia con evidente alterazione e sistemi di fratturazione che le rendono particolarmente pericolose e propense a fenomeni di instabilità gravitativa. Alla pericolosità geologica del sito è da aggiungere la presenza di una strada sottostante che rende i luoghi particolarmente rischiosi. Il monitoraggio della stabilità, propedeutico alla messa in sicurezza del versante franoso, è stato organizzato con misurazioni multitemporali effettuate tramite Stazione Totale (ST) su 34 prismi installati permanentemente sulle pa-

#AltaBadia2022

reti rocciose con l'ausilio di rocciatori professionisti. Di questi prismi, 4 di riferimento sono stati installati esternamente alle pareti, in zone giudicate stabili nel tempo, mentre i restanti 30 sono ubicati sulle pareti carbonatiche, a cavallo di discontinuità e su blocchi giudicati potenzialmente instabili. L'installazione della ST ha richiesto l'utilizzo di una apposita piattaforma metallica permanente per garantire la centratura forzata della base ad ogni singola misura. Le misurazioni della ST sono state eseguite con cadenze trimestrali mediante un giro completo di orizzonte, in doppia faccia e per 10 volte ad ogni ciclo di misura su ogni prisma. A queste misure si è associato un sistema di osservazione mediante interferometria radar satellitare utilizzando dati Sentinel-1A e 1B in orbita sia ascendente che discendente. La metodologia di analisi scelta è la Persistent Scatterers Interferometry (PSI) che utilizza elementi naturali o antropici stabili nel tempo in termini di risposta radiometrica, e quindi riconoscibili nelle immagini radar, per studiarne le possibili variazioni di distanza rispetto al satellite. I risultati di gueste analisi permettono in linea teorica di valutare guantitativamente e qualitativamente i movimenti di elementi singoli sia in allontanamento che in avvicinamento dai satelliti. Data la complessità morfologica del sito fatta da pareti circa verticali, la presenza di una boscaglia eterogenea costituita da arbusti e cespugli di piccole dimensioni con aree erbose sparse e affioramenti di calcari in molte aree di interesse, e la mancanza di strutture certamente stabili nel tempo, si è deciso di progettare e realizzare 3 target metallici, in ferro zincato, successivamente installati lungo il ciglio della parete in studio con il compito di svolgere il ruolo di Persistent Scatterers per il monitoraggio con la tecnica PSI. L'elaborazione dei dati Sentinel-1 ha riguardato oltre 2 anni di osservazione ed ha permesso di analizzare le variazioni di distanza di elementi singoli rispetto al satellite. Tutti i punti oggetto di monitoraggio (prismi e target) sono stati georeferenziati con acquisizione di coordinate GNSS in modalità statica di 2 punti utilizzati per roto-traslare la totalità degli elementi sotto osservazione. I risultati del monitoraggio hanno mostrato come la parete in roccia sia da considerarsi attualmente stabile, senza movimenti che facciano pensare ad un imminente distacco di materiale. Di contro, alcune anomalie nei dati ottenuti durante specifiche misurazioni hanno portato alla luce come l'area dove è sita la base fissa della ST sia influenzata dalle variazioni stagionali della falda che determinano subsidenza e oscillazioni significative del piano campagna sino a 6 mm.

Monitoring storm-induced morphological effects in a dolomitic catchment of the Italian Alps

Vittoria Scorpio, Stefan Steger, Francesco Comiti, Marco Cavalli Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Several heavy precipitation events causing flash floods, debris flows, landslides, and morphological channel changes have occurred in Europe over the last years.

In mountain environments, mass movements along the hillslopes are important sources of sediment supply to the rivers and may enhance the geomorphic effects of floods.

The Stolla creek (catchment area: 40 km2) is a confined/partly confined channel of the Dolomites (Easter Italian Alps, South Tyrol), that was affected by an extreme flood in August 2017, and by a moderate flood in August 2020.

The geomorphic effects caused by the two storms were investigated with the aims: to compare the morphological changes induced by the two events in the channel and along the hillslopes; and to assess the impacts of the lateral sediment connectivity to the channel response.

A multi-methodical monitoring approach was applied, including radar rainfall estimation, rainfall-runoff modeling, field surveys, remote sensing, geomorphological and statistical analysis. Hillslope and channel processes were mapped by comparing multitemporal orthophotos and changes in bed level elevation in the Stolla channel and sediment volume budget along the main channel and along the hillslope were accomplished using the difference of multitemporal DTMs (DoD technique). Debris-flow connectivity to the main channel was derived by combining field evidence and geomorphometric analysis. The 2017 flood was caused by rainfall with a short duration (6 hrs) and a rain rate exceeding 45 mm h-1. More than 600 debris flows were triggered along the hillslopes.

The Stolla channel experienced widening occurred through bank erosion, and overbank depositions and bed level aggradation up to 1.2 m or incision up to 2.2 m. Although 294,000 m3 of sediments eroded in the connected debris flows, limited volumes of sediments (< 1000 m3) were exported to the catchment outlet. The 2020 flood event was characterized by a lower rain rate (max 17 mm h-1) and a long duration (48 hrs) and did not trigger debris flows. The moderate magnitude of the flood peak did not lead to channel widening, but only bed incision (up to -1.4 m) in some reaches.

The results show that different rainfall intensities and durations controlled the sediment transport effectiveness during the two floods and that the structural connectivity had an important role on the sediment cascade from the hillslopes to the main channel



Detecting recent dynamics in large landslides via airborne photomonitoring tools: the Corvara landslide example (South Tyrol, Italy)

Melissa Tondo¹, Marco Mulas¹, Alessandro Corsini¹, Giuseppe Ciccarese¹, Gianluca Marcato², Giulia Bossi², David Tonidandel³, Volkmar Mair³

¹Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

²CNR - IRPI

³Provincia Autonoma di Bolzano

The Corvara landslide is a complex slow - moving rotational earth slide - earth flow, located on the south east of Corvara in Badia village (Province of Bolzano); it has a total volume of more than 30 million m3, a length of 3.5 km and a depth up to 100 m. It is characterized by complex movements causing significant damages to roads, houses and touristic infrastructures, therefore it has been monitored since 1997.

Various monitoring techniques have been implemented over the years in the Corvara landslide, including inclinometers (periodic and continuous), differential GNSS (periodic and continuous), space-borne SAR interferometry (also including MTI and Offset Tracking exploiting corner reflectors).

In the last years, within the framework of the SoLoMon project, repeated airborne LIDAR and orthophotos surveys of the Corvara landslide have been acquired in order to test offset tracking and dem of difference techniques for long-term monitoring of landslides with centimeter level of accuracy. Specifically, airborne photomonitoring (i.e. offset tracking based on aerial photos) has been applied to the Corvara landslide using high-resolution orthophotos of 2019, 2020 and 2021 that cover an overall area of 7 km2 with 5 cm spatial resolution. Pairwise analysis of these orthophotos has been carried out through the IRIS© software, which implements advanced image-processing algorithms, allowing the measurement of long-term surface deformation driven by large slope instability. The software is based on a Graphic User Interface and it includes several modules such as the pre-processing, the displacement analysis and the post-processing ones.

Results, i.e. displacement maps related to the 2019–2021 evolution of the landslide, allowed the identification and quantification of active movements within the source zone (up to 6-7 meters) and in the upper part of the track zone (up to 5-6 meters).

The poster presents data, methods and results of such multi-temporal analysis, demonstrating that airborne photomonitoring can effectively be used as a tool for area-wide identification and monitoring of superficial dynamics in large landslides.

Hydrogeological monitoring of steep vineyard slopes for shallow landslides assessment in northern Apennines (Oltrepò Pavese)

Valerio Vivaldi, Massimiliano Bordoni, Patrizio Torrese, Matteo Crozi, Claudia Meisina

Università degli Studi di Pavia

Vineyards cultivated in steep terrains are widespread all over the world, constituting the main landscape element as well as the main economic activity of many territories. These vineyards can be affected by several problems, as shallow slope instabilities triggering during very intense thunderstorms or prolonged rainy periods. These phenomena can provoke severe damages to vineyards, with a general loss of fertility and biodiversity in the soil horizons. It becomes fundamental the characterization and the monitoring of the slopes where vineyards can be cultivated, in order to assess possible unstable conditions and the effects of different inter-row managements in the probability of occurrence of slope instabilities. The aim of this work is to present a multidisciplinary method for shallow slope instabilities assessment and monitoring in steep terrain vineyards, carried out following different steps: i) reconstruction of 3D engineering geological model of the slope through UAV surveys, Electrical Resistivity Tomography and soil trenches; ii) soil water content monitoring to assess the hydrological conditions that may lead to shallow slope failures in relation with different vineyard inter-row practices.

This approach was applied in two test-sites located in Oltrepò Pavese (northern Italian Apennines), an important Italian wine districts very prone to water stress and slope instabilities.

The results of this work can allow to recognize conditions leading to shallow failures in vineyards cultivated in steep terrains, highlighting the positive role of particular type of inter-row managements. This work is realized in the frame of VIRECLI project, funded by Regione Lombardia.

Gestione del rischio idrogeologico sulla SS42 del Tonale e della Mendola in località 'Roccette' utilizzando il monitoraggio come supporto decisionale per la Commissione Valanghe

Claudia Strada, Massimo Platini, Sergio Finozzi, Federico Bontadi, Peter Sanin, Stefan Romen, Daniel Pedrotti, Christian Mayr, Marina D'Anzeris, Giacomo Ruà Tullio Comina

Provincia Autonoma di Bolzano

Per la gestione del rischio valanghivo e caduta massi sulla SS 42 del Tonale e della Mendola presso la Tumortal è stato deciso di istituire una Commissione valanghe a supporto del Gestore (Servizio Strade), in attesa dello spostamento della carreggiata stradale mediante la realizzazione di un nuovo ponte. L'analisi dei due tipi di valanga possibili e la frequenza degli eventi ha portato la commissione ad eseguire un monitoraggio dello spessore della neve a monte in due diversi siti, con diversa pendenza del versante, da utilizzare come supporto decisionale per la chiusura della strada. La barriera i di valle a protezione della strada.

A questa analisi si integrerà in Autunno 2022, in collaborazione con Dolomiti Rocce e Peak Fiber Innovations un sistema di sensori a fibra ottica che rileverà i distacchi valanghivi di monte e la pressione della neve sulla barriera a protezione della strada.

Si è scelto di impiegare la tecnologia delle fibre ottiche abbinate a sensori FBG (Fiber Bragg Grating) in quanto essa offre la possibilità di un monitoraggio multi-parametrico diffuso (vale a dire che il medesimo sistema è in grado di misurare differenti parametri ambientali installati in punti distanti anche decine di chilometri) a costi contenuti. La lettura e l'analisi in tempo reale delle informazioni acquisite, inoltre, permette di predisporre azioni efficaci ed efficienti ai fini della mitigazione dei rischi (ad esempio la preventiva chiusura di un tratto stradale tramite sistema semaforico).

La possibilità di acquisire tali parametri, caratterizzati da elevata precisione e diffusione, apre scenari interessanti anche per la ricerca scientifica, fornendo informazioni utili alla migliore comprensione dei fenomeni valanghivi stessi.

Il sistema che si vuole sviluppare con questo progetto permette di:

 misurare informazioni utili a prevedere il verificarsi di un fenomeno valanghivo, a caratterizzarne la magnitudo durante lo scorrimento, a valutarne i danni prodotti.

- offrire diversi parametri ambientali utili a caratterizzare in dettaglio la situazione predisponente e il fenomeno stesso, quali: a) temperatura e umidità del suolo, dell'interfaccia suolo neve ed, eventualmente, del manto nevoso; b) vibrazioni all'interno del suolo o trasmesse alle rocce; c) carico statico e dinamico del manto nevoso; d) suoni.
- offrire la possibilità di misurare i parametri ambientali sopra elencati in modo diffuso all'interno del sito valanghivo.
- possibilità di monitorare più siti con lo stesso sistema di acquisizione dati.

Catalogo degli espositori



AARTESYS AG

AarteLink per il monitoraggio dei rischi naturali

Silbergasse 32 - CH-2502 Biel / Bienne

E-Mail: info@aartesys.ch

www.aartesys.com

Aartesys AG, società svizzera fondata nel 2000 a Biel (CH), è un produttore e fornitore di sistemi IIoT (Industrial Internet of Things) e di soluzioni end-toend che combinano piattaforme software, gateway, sensori, applicazioni e servizi, utilizzate per una ampia gamma di applicazioni verticali.

Nel campo dei rischi naturali, Aartesys presenta al pubblico del Convegno Asita **AarteLink**, una soluzione integrata di monitoraggio e allarme utilizzata da operatori di reti infrastrutturali (Ferrovie, Strade, Energia) e da amministrazioni pubbliche (Comuni, Regioni, Protezione Civile). **AarteLink** combina il knowhow ingegneristico di Aartesys nello sviluppo hardware e software con l'esperienza di campo di più di venti anni di intensa collaborazione con i clienti e è ormai diventata un punto di riferimento nel mercato.

Dalla sua introduzione iniziale per la prevenzione dei rischi nelle reti ferroviarie, **AarteLink** ha sviluppato altre importanti aree di applicazione:

- Rilevamento di valanghe e colate detritiche con chiusura del traffico
- Equipaggiamento di sensori intelligenti su reti di sicurezza
- Rilevamento del flusso detritico con geosensori/geofoni installati sul canale di scarico e con telecamere e pluviometri integrati
- Monitoraggio a lungo termine delle fessure rocciose con dispositivi di misura insensibili alle fluttuazioni di temperatura, per la tutela di luoghi di interesse (ad esempio siti industriali, abitativi, turistici, ecc.).
- Sistemi di allarme locali e remoti "in tempo reale"
- Sistemi di allarme temporanei per la sicurezza dei cantieri
- Monitoraggio di torri e piloni in aree di rischio naturale

Nuove applicazioni sono inoltre in fase di sviluppo per il monitoraggio del rischio idrogeologico e la tutela del territorio. Tutte le applicazioni **AarteLink** si caratterizzano per robustezza e competitività dell'hardware, elevata autonomia energetica, semplicità di installazione e gestione e grande affidabilità.

Aartesys sarà lieta di accogliere clienti e convegnisti presso il proprio stand, dove saranno esposti anche alcuni componenti della famiglia Aartelink come il Geosensor, il Telejoint e il Gateway, oltre a essere presentati video e immagini di alcuni sistemi di sorveglianza in uso in Svizzera, Francia, Austria e Germania e dei rigorosi test di omologazione a cui la soluzione è stata sottoposta.



Brunner & Leiter GmbH

Weißenbach Aussertal 27 39030 Valle Aurina (BZ) Italia E-Mail: info@brunner-leiter.com https://www.brunner-leiter.com/

Servizi offerti

Sulla base di molti anni di esperienza, processi operativi ottimizzati, investimenti costanti nelle macchine e tecnologie più recenti e la perfetta collaborazione del nostro team qualificato, abbiamo i presupposti più importanti per la realizzazione del vostro progetto.

Cresciamo con ogni nuovo compito che ci viene assegnato. Il nostro campo di attività si è costantemente e continuamente ampliato a causa delle esigenze che ci vengono poste e ora comprende un'ampia gamma di attività di costruzione.

Di conseguenza, la clientela si è notevolmente ampliata, soprattutto negli ultimi anni, sia nel settore pubblico, commerciale o privato.

Offriamo soluzioni complete da un'unica fonte!

Tra le nostre attività

- Scavi
- Movimento terra
- Opere speciali sottosuolo
- Sistemazione dei fonti di scavi
- Protezione contro caduta massi
- Sistemazione versanti
- Demolizioni
- Lavori di demolizione con esplosivo
- Infrastrutture, acquedotti, canalizzazioni, fognatura e acqua bianche, prese di sorgenti e serbatoi di acqua, irrigazione

- Sistemazione esterni
- Terre armate
- Lavori stradali
- Realizzazione di strade eco sostenibili
- Ingeniera civile
- Strutture di cemento
- Muri inietra e scogliere
- Tagliaboschi
- Servizio mobile di cippatura legno
- Trasporti
- Servizi gru
- Riciclo di materiale
- Sgombero neve
- Officina meccanica

#AltaBadia2022



CAEmate S.r.I.

Indirizzo: A.-Volta Straße 13/A - 39100 Bolzano/South Tyrol (Italy)

E-mail: info@caemate.com

CAEmate è un'azienda innovativa insediata al NOI techpark di Bolzano che sviluppa software e tecnologie innovative per applicazioni ingegneristiche. Siamo specializzati in ingegneria civile e geotecnica, ottimizzazione della progettazione, simulazioni numeriche, sistemi di monitoraggio ad autoapprendimento.

CAEmate è il team dietro a WeStatiX, un potente solutore agli elementi finiti ed editor 3D direttamente accessibile da ogni browser web. Grazie alle sue potenzialità, WeStatiX è l'applicazione ideale per lo sviluppo e la gestione di digital twin per il monitoraggio in continuo di infrastrutture e sistemi geotecnici, come per esempio ponti, dighe, edifici, pareti rocciose e pendii.

L'adozione dei *digital twin* è una soluzione innovativa con un enorme potenziale, che consente l'ispezione virtuale 3D delle infrastrutture attraverso il browser web, la simulazione FE automatica e l'analisi predittiva del comportamento futuro del sistema monitorato tramite l'uso di algoritmi di intelligenza artificiale. I gemelli digitali eseguono la valutazione in tempo reale della salute strutturale o della stabilità dei pendii sulla base dei dati acquisiti dai sensori loT, simulazione numerica e intelligenza artificiale. Il gemello digitale non è quindi solo un modello 3D, ma è la controparte continuamente aggiornata della struttura fisica, ed evolve con essa.

WeStatiX SHM è quindi uno strumento per valutare in modo chiaro e affidabile la sicurezza delle infrastrutture e del rischio idrogeologico, facilitando i processi decisionali relativi all'ispezione e alla manutenzione, riducendo al minimo il rischio di danni strutturali, frane o crolli inaspettati.

Durante l'ultimo anno questo sistema è già stato applicato a moltplici progetti, dimostrando la sua affidabilità ed efficienza, e può trovare applicazione ancora più vasta per il monitoraggio della stabilità dei pendii e delle pareti rocciose. Tra i progetti in carico, infatti, c'è il monitoraggio della parete settentrionale del Monte Geier, a Salorno, che sovrasta la Strada Statale 12 che collega il Trentino e l'Alto Adige.

L'importanza del progetto è facilmente intuibile poiché negli ultimi anni si è assistito a un aumento dei fenomeni di instabilità dei versanti, con ovvie conseguenze: le frane causano vittime, danni diffusi e ingenti perdite economiche. Diversi fenomeni influenzano la stabilità dei versanti, e tra questi possiamo annoverare anche il cambiamento climatico, che porta con sé un aumento della frequenza e dell'intensità dei fenomeni meteorologici gravi. La valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici sulle frane è ancora una questione aperta per la comunità scientifica. Inoltre, gli effetti del riscaldamento globale e dei relativi cambiamenti climatici sulle frane (come su altri rischi geo-idrologici) restano difficili da quantificare e prevedere.

Per capire e quantificare come le variabili climatiche e la loro variabilità influenzino le frane e altri rischi geo-idrologici, è necessario un approccio multidisciplinare. Per ottenere un prodotto finale soddisfacente ed affidabile sono necessarie competenze in diversi campi, tra cui idrologia, geologia, ingegneria geotecnica, tecniche di rilevamento, simulazione numerica, IT e dispositivi di monitoraggio. Per questo motivo, gli attuali metodi di monitoraggio dei pendii falliscono nel fornire informazioni tangibili in modo tempestivo.

Viene quindi proposto un metodo superiore, basato su tecnologie automatiche e più potenti: con WeStatiX SHM è possibile creare un gemello digitale del pendio in esame e quindi accertarne la stabilità grazie alla combinazione di calibrazione, simulazione e intelligenza artificiale. La piattaforma digitale mette a disposizione in continuo i risultati dell'analisi in modo chiaro e facilmente comprensibile, facilitando e velocizzando i processi decisionali delle autorità competenti.



Cartorender GmbH I S.r.I.

Via Ipazia · I-39100 Bolzano T +39.0471.095.840 · F +39.0471.089.274 www.cartorender.com

CARTORENDER è una società di ingegneria, fondata nel 2013 da un gruppo di ingegneri e geometri con provata esperienza nel settore della topografia, cartografia e analisi numerica, con sede a Bolzano all'interno del NOI Techpark (noi.bz.it).

La società si occupa di servizi ingegneristici e cartografici ad alto contenuto tecnologico che spaziano dalla topografia classica alla fotogrammetria ad alta risoluzione, dalle misure di precisione con metodologia tradizionale a quelle con l'utilizzo di laser scanner sia aerei che terrestri.

Sin dalla sua fondazione **CARTORENDER** si è occupata anche di progetti di ricerca e sviluppo in campo geologico e infrastrutturale, sviluppando sia software che metodologie atte a rendere sempre più efficiente il processo di modellazione.

La peculiarità di **CARTORENDER** è la sua specializzazione nel "Rilevamento multi-sensore", realizzato con l'utilizzo di strumenti e software di ultima generazione, così da garantire al cliente il massino dell'affidabilità nella qualità e precisione del dato rilevato.

Cartorender esegue qualsiasi attività di rilievo topografico, modellazione 3D con predisposizione in ambiente BIM e monitoraggi sia in ambito urbano che ambientale. Effettua rilievi aerei con elicottero o drone, rilievi batimetrici con drone idrografico "Multibeam echosounder".

Elenco servizi rilevamento

Rilievi morfologici territoriali - Rilievi pareti rocciose - True ortofoto - Rilievo di infrastrutture stradali - Rilievi di gallerie - Rilievi di pavimentazioni e facciate - Rilievi di opere d'arte e beni culturali - Rilievi tradizionali - Monitoraggi/convergenze - Rilievi architettonici - Rilievi batimetrici - Rilievi ferroviari

Servizi di Analisi:

GIS – Vettorializzazione - Analisi statistica in ambito geologico strutturale - Classificazione avanzata Nuvola di punti - Analisi nuvole di punti da batimetrie - Analisi traiettorie volo - Post processamento dati GPS - Trasformazione sistema di coordinate - Stampe 3D - Analisi di "collisioni" - Gallerie e condotte Progettazione Ferroviaria



Geomatics Research & Development s.r.l.

via Cavour 2, 22074 Lomazzo (CO)
Tel. +39 02 36714448 Fax +39 02 36714453
e-mail: info@g-red.eu sito: www.g-red.eu

GReD srl, PMI spin-off del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale del Politecnico di Milano, è **un riferimento nazionale** in materia di studio, progettazione e implementazione di soluzioni innovative ad alto grado tecnicoscientifico in **ambito geodetico e geomatico**, con focus sul **posizionamento di precisione GNSS** e l'analisi del campo di gravità terrestre.

algoWatt abilita la trasformazione digitale e la transizione energetica ed ecologica attraverso tecnologie intelligenti, consentendo a clienti e consumatori un utilizzo più sostenibile delle risorse.

La società progetta, sviluppa e integra soluzioni per la gestione dell'energia e delle risorse naturali, in modo sostenibile e socialmente responsabile, garantendo un vantaggio competitivo, con una visione: promuovere la cultura dell'energia, rappresentando l'avanguardia tecnologica italiana e anticipando le future soluzioni sostenibili.

algoWatt fornisce a clienti di elevato standing, pubblici e privati, sistemi di gestione e controllo che integrano dispositivi, reti, software e servizi con una chiara focalizzazione sui mercati: digital energy e utilities, smart cities & enterprises e green mobility. Ai player di questi settori offriamo soluzioni chiavi in mano di system integration (per l'energia e la gestione di infrastrutture critiche) e prodotti o servizi proprietari per monitoraggio, gestione e ottimizzazione

Mercati diversi, un unico focus: la sostenibilità.

algoWatt è nata dalla fusione di TerniEnergia, azienda leader nel settore delle energie rinnovabili e dell'industria ambientale, e di Softeco, un provider di soluzioni IT con oltre 40 anni di esperienza per i clienti che operano nei settori dell'energia, dell'industria e dei trasporti.

La società, con oltre 200 dipendenti dislocati in 7 sedi in Italia e investimenti in ricerca e innovazione per oltre il 12% del fatturato, opera con una efficiente organizzazione aziendale, focalizzata sui mercati principali dell'industria e delle utility, della smart city e del building e, infine, della mobilità intelligente. algoWatt è quotata sul Mercato Euronext Milan (EXM) di Borsa Italiana S.p.A.

#AltaBadia2022



GReD srl e algoWatt Spa hanno sviluppato congiuntamente e commercializzano l'innovativo servizio **GeoGuard®**.

GeoGuard® è una soluzione hardware/software innovativa basata sulla tecnologia GNSS per il monitoraggio di precisione, continuo ed automatico di strutture, infrastrutture e territorio, che permette di calcolare in maniera continua ed automatica la posizione di punti su strutture e/o sul territorio con un'accuratezza millimetrica su base giornaliera e di pochi millimetri su base oraria. GeoGuard® trova applicazione in tutti quei casi dove è necessario misurare in maniera puntuale, accurata e continua il movimento geometrico di punti con precisione millimetrica: dalle frane ai manufatti, dalle dighe ai tralicci, etc.... L'approccio a servizio end-to-end consente all'utente finale di focalizzarsi solo sull'interpretazione dei risultati, togliendo all'utilizzatore finale tutti i compiti routinari di gestione e processamento dei dati, mentre l'hardware utilizzato, ideato

e sviluppato da GeoGuard, minimizza i costi e il numero di centraline da installare.

GeoGuard® fornisce tutte le attività e le competenze tecniche specifiche: dal supporto nella scelta dei punti da monitorare fino alla realizzazione di soluzioni

altamente personalizzate per l'analisi dei risultati.



GEOMONITORING-SERVICE rappresentante Gianfranco Dragà geologo, e presidente e socio della società Geologin srl con sede a Varna (BZ), opera nel campo dei monitoraggi geologici, idrogeologici, prove in foro di sondaggio e log geofisici da più di 20 anni. Ha maturato la sua esperienza lavorativa sia collaborando con enti pubblici e privati in molti importanti progetti in Italia - Europa, Asia, Africa, Centro e Sud America che seguendo specifici corsi anche all'estero (Inghilterra, Germania, Francia, Dubai). In Alto Adige esegue costantemente da più di 20 anni controlli di storici ed importanti movimenti franosi e vari tipi di monitoraggi per opere nuove e collaudi. Principali tipologie di monitoraggi: misure inclinometriche in gennerale, prove con traccianti, misure vibrometriche, installazione di sistemi di monitoraggio e monitoraggio di ammassi rocciosi, dighe e strutture ingegneristiche.



GEOLOGIN S.r.I., con sede distaccata ad Oslo (Geologin as - Norvegia) è specializzata in prove geofisiche in foro di sondaggio (sondaggi orizzontali e verticali) e pozzi. Principali attività: log ottico, log acustico, videoispezioni, log full wave sonic, log caliper, log micromulinello, log temperatura e conducibilità elettrica dell'acqua, log di resistività e potenziale spontaneo, log gamma ray, log micromulinello, prove dilatometriche, prove di fratturazione idraulica, prove DST, prove di direzionalità con il metodo gyro, prove pressiometriche.

GEOTEC SPA

GEOTEC SPA (socio Geologinsrl) Fondata nel 1986, GEOTEC SPA, conosciuta come TPS nel 1974, opera principalmente nel settore geofisico, fornendo servizi di rilevamento, perforazione, registrazione ad enti pubblici e società private nel settore O&G da oltre 35 anni.

Nel 1996 GEOTEC SPA rileva Discovery Geophysical Services S.p.A., la fusione tra le due società nel 2005 ha segnato un importante traguardo per GEOTEC SPA rendendola attore principale nella fornitura dei servizi completi di acquisizione sismica.

Negli ultimi 15 anni GEOTEC SPA ha esteso il proprio campo di attività al settore dell'ingegneria civile ed è attivamente coinvolta nel campo delle indagini geotecniche e geofisiche, dei rilievi topografici e geotecnici nonché del monitoraggio strutturale di grandi e minori opere in Italia e in Europa fornendo ai Clienti un servizio completo dalla fase di fattibilità, attraverso le fasi istruttorie e progettuali, fino al completamento del progetto definitivo.

Indagini geofisiche: Acquisizione sismica 2D e 3D per l'esplorazione del sottosuolo in ambito Oil & Gas, geotermico e/o per ricerca scientifica:

Attività di scouting, Progettazione & pre-planning. Attività di permittaggio, Attività di topografia, Perforazione hand-portable, elitrasportata e convenzionale, Acquisizione sismica (esplosivo e Vibroseis), QC & Field Data Processing, Servizi VSP (Vertical Seismic Profile), Noleggio vibroseis, Supporto tecnico on site

Indagini geognostiche e geotecniche: Perforazioni superficiali e profonde in assetto inclinato ed orizzontale; Perforazioni a carotaggio continuo standard e direzionate

Indagini geofisiche applicate al campo geotecnico ed idrogeologico:

Indagini sismiche a rifrazione e riflessione; Indagine Masw - Re.Mi; Sismica in foro di tipo down-hole & cross-hole; Indagini geoelettriche; Indagini georadar; Misure di micro-tremori

Servizi topografici: Monitoraggio geotecnico e topografico; Convergenze in galleria; Laser scanning; Fotogrammetria; Video inspezioni; Servizi di scouting; Gestione dati Gis



LEICA GEOSYSTEMS SPA

Via Codognino, 10 – 26854 Cornegliano Laudense (LO) Tel. 0371 6973.1

e-mail: info.it@leica-geosystems.com sito: www.leica-geosystems.com

Hexagon è un leader globale nelle soluzioni di realtà digitale, che combina sensori, software e tecnologie autonome. Stiamo mettendo i dati al lavoro per aumentare l'efficienza, produttività, qualità e sicurezza nei settori industriale, manifatturiero, delle infrastrutture nel settore pubblico e nelle applicazioni di mobilità.

Le nostre tecnologie stanno modellando la produzione e gli ecosistemi legati alle persone per diventare sempre più connessi e autonomi - assicurando un futuro scalabile e sostenibile.

Leica Geosystems, parte della divisione Geosystems di Hexagon, è leader nel settore delle tecnologie di misurazione e di informazione.

Leica Geosystems fornisce un portafoglio completo di soluzioni digitali che catturano, misurano e visualizzano il mondo reale consentendo agli utenti di utilizzarne la versione digitale 3D in differenti settori applicativi.



NHAZCA S.r.I.

Via Vittorio Bachelet, 12 – 00185 Roma Tel. 06 95065820

e-mail: info@nhazca.com sito: www.nhazca.it

NHAZCA (Natural HAZards Control and <u>Assessment</u>), Startup della Sapienza Università di Roma, è una società di servizi e consulenza, leader nell'analisi e monitoraggio per la gestione e la mitigazione dei rischi di rischi naturali e grandi infrastrutture.

Grazie ad un costante impegno nel campo della ricerca e dell'innovazione nell'ambito delle più recenti tecnologie di telerilevamento, NHAZCA fornisce ai propri clienti soluzioni all'avanguardia per la gestione, il controllo e il monitoraggio dei pericoli naturali e indotti dall'uomo, supportando la costruzione e la gestione di grandi infrastrutture e di grandi impianti di estrazione delle risorse naturali, con particolare attenzione per un'interazione sostenibile e responsabile tra le attività umane e l'ambiente naturale.

NHAZCA è leader internazionale nei servizi di monitoraggio attraverso tecnologie innovative come l'interferometria SAR satellitare (A-DInSAR) e terrestre (TInSAR). Date le proprietà specifiche dei sensori radar, tali soluzioni consentono la misurazione e il controllo degli spostamenti superficiali del terreno e delle strutture con precisione millimetrica.

NHAZCA sviluppa anche la tecnologia PhotoMonitoringTM per monitorare con estrema precisione i cambiamenti e i movimenti superficiali di strutture e terreni analizzando immagini acquisite da diverse piattaforme (terrestri, aeree, satellitari) e sensori (ottici, multispettrali, infrarossi, radar).

NHAZCA investe e si concentra su molteplici attività di Ricerca e Sviluppo per progettare e sviluppare internamente gli strumenti hardware e software utili a fornire soluzioni su misura per i propri partner e clienti.

NHAZCA supporta i principali asset manager internazionali nei seguenti mercati:

- gestione del rischio idrogeologico e sismico,
- strutture civili e grandi infrastrutture,
- produzione di energia idroelettrica,
- oil & gas,
- gestione del territorio,
- conservazione del patrimonio architettonico e monumentale.

Con un'esperienza di oltre 10 anni nei servizi di monitoraggio e oltre 300.000 ore di analisi in continuo, NHAZCA fornisce quotidianamente le migliori soluzioni personalizzate per oltre 300 clienti provenienti da 40 paesi diversi in tutto il mondo, rappresentando un partner affidabile in grado di fornire elevati standard professionali.



Topcon Positioning Group

Via Caduti del Lavoro, 40 – 60131 Ancona

e-mail: tpi-info@topcon.com sito: www.topconpositioning.com/it

Topcon Positioning Group, sempre un passo avanti nella tecnologia e nei vantaggi per i clienti, è un'azienda leader nel settore che progetta, produce e distribuisce soluzioni di misurazione di precisione e flussi di lavoro per i mercati globali dell'edilizia, geospaziali e dell'agricoltura. La missione di Topcon è fornire soluzioni aziendali end-to-end di qualità superiore, integrando tecnologia di misura, software e dati di alta precisione. La sua visione è quella di migliorare la produttività e il flusso di lavoro per soddisfare la domanda globale di agricoltura e infrastrutture sostenibili. All'intersezione tra infrastrutture e tecnologia, Topcon fornisce ai professionisti dell'edilizia, del rilievo, dell'ingegneria e dell'agricoltura i vantaggi e il know-how per essere all'avanguardia nell'innovazione tecnologica e massimizzare l'efficienza.

In Italia il marchio Topcon è presente dal 1980 quando la società privata Geotop diventa rivenditore unico per l'Italia, affermandosi negli anni come azienda leader nel settore del Positioning. Dal 2009 parte del Gruppo, e dal 2012 filiale italiana di Topcon Positioning Group, nel 2015 Geotop muta la denominazione sociale per diventare Topcon Positioning Italy. La filiale, che ha mantenuto la propria sede aziendale ad Ancona, conta oggi oltre 50 tra dipendenti e collaboratori, che offrono consulenza commerciale e supporto tecnico su tutto il territorio nazionale per l'intero ambito del settore Positioning.

Indice

Organizzatori	pag.	4
Presentazione del Convegno	"	5
Crediti Formativi Professionali	"	8
Programma del Convegno	"	9
Abstract della sessione Poster	"	15
Indice degli A	Abs	tract
Long-Term impact of the Vaia-Storm on slopes stability inferred from time-series analysis of satellite interferometric radar data	44	16
Enhanced Deep-seated Gravitational Slope Deformation investigation through spatial and temporal characterization of morpho-structural domains: the Croix de Fana and Valtournenche cases, Aosta Valley, Italy	"	18
Post-wildfire terrain monitoring and evolution in an Alpine area	"	19
Natural hazards assessment by photomonitoring: IRIS a new powerful tool for analysis	u	20
Integrazione di dati geotecnici e geomatici per la caratterizzazione cinematica di frane roto-traslative in roccia estremamente lente interagenti con infrastrutture viarie: un caso di studio in Valle Isarco (Bolzano, Italia)	u	21
Laboratorio a cielo aperto delle grandes jorasses per lo sviluppo di sistemi di monitoraggio del rischio glaciale		22
Il monitoraggio multiparametrico della frana di	"	23

#AltaBadia2022

Il ruolo del monitoraggio nello studio e nella valutazione del rischio da frana. Il caso di Montemartano (Comune di Spoleto, Umbria)pag.	. 24
Deriving landslide movement and grain size distributions from SB-InSAR and UAV photogrammetry: Insights from the Wasserradkopf landslide (Carinthia, Austria) "	25
Monitoraggio a supporto della costruzione di un tomo/vallo paramassi a monte dell'abitato di Ciardes nel Comune di Castelbello – Ciardes (BZ) "	25
Monitoraggio della frana di Rovegliana (Recoaro Terme, Vicenza) mediante un approccio integrato GNSS-InSAR "	26
Uso integrato di dati telerilevati per la mitigazione del rischio di caduta massi su un versante del Monte San Liberatore (SA) "	27
Monitoring of a complex, large scale landslide by the use of the robotized inclinometric	29
L'interferometria SAR per monitoraggio di versanti in frana: analisi preliminari in ambiente GIS per valutazioni su aree estese "	30
Multiple geophysical surveys and slope stability assessment of the Thielly landslide "	31
Un laboratorio per l'integrazione di dati geomatici, geofisici e geomeccanici: il Campanile della Val Montanaia (Cimolais, PN). "	32
Caratterizzazione quali-quantitativa dei sedimenti in bacini montani: esperienza del progetto Interreg SedInOut "	33
Assessment of debris flows triggered by an extreme rainstorm in a catchment of the Dolomites: lesson learned from SedInOut project	34
SedInOut - Sviluppo di una metodologia di gestione del rischio tramite la valutazione della disponibilità di sedimento al trasporto in massa in ambiente montano.	35



the investigation of slope dynamics in the Scoltenna basin, Northern Apennines (Italy)	35 36
La valutazione degli impatti degli schianti da vento della tempesta Vaia sulla vulnerabilità del territorio montano attraverso un approccio multicriterio in ambiente GIS	37
Experimental analysis of seasonal processes in shallow landslide in a snowy region through downscaled observations "	38
Defining the rock fall mechanisms through an integrated approach in the Conero Mt. coastal cliff area "	39
Sistemi di monitoraggio e allertamento in corso d'opera per la gestione del rischio idrogeologico	41
Early warning di fenomeni complessi mediante monitoraggio delle soglie di attivazione e previsione meteo il caso dell'autostrada	41
Monitoraggio geomeccanico a lungo termine di un impianto sul monte geier, salorno, provincia autonoma di bolzano "	42
Monitoraggio della stabilità di una parete in rocciosa mediante metodi topografici e Persistent Scatterers Interferometry	42
Monitoring storm-induced morphological effects in a dolomitic catchment of the Italian Alps "	44
Detecting recent dynamics in large landslides via airborne photomonitoring tools: the Corvara landslide example (South Tyrol, Italy)	45
Hydrogeological monitoring of steep vineyard slopes for shallow landslides assessment in northern Apennines (Oltrepò Pavese) "	46

#AltaBadia2022

Hydrogeological monitoring of steep vineyard slopes for shallow landslides assessment in northern Apennines (Oltrepò Pavese) "		46
Hydrogeological monitoring of steep vineyard slopes for shallow landslides assessment in northern Apennines (Oltrepò Pavese) "		46
Gestione del rischio idrogeologico sulla SS42 del Tonale e della Mendola in località 'Roccette' utilizzando il monitoraggio come supporto decisionale per la Commissione Valanghe"		47
Catalogo degli es	pos	sitori
Catalogo degli espositori	"	49
AARTESYS AG	"	51
Brunner & Leiter GmbH	"	53
CAEmate S.r.l.	"	55
Cartorender GmbH I S.r.l.	"	57
Geomatics Research & Development S.r.l	"	59
GReD S.r.l. e algoWatt Spa	"	60
GEOMONITORING-SERVICE	"	61
GEOLOGIN S.r.I.	"	61
GEOTEC Spa	"	61
LEICA GEOSYSTEMS Spa	"	63
NHAZCA S.r.I.	"	64
Topcon Positioning Group	"	66

Finito di stampare nel mese di settembre 2022 presso la di nicolò edizioni - messina via saponara n. 7 - 98168 Messina - Tel. 090 6017445 dinicoloedizioni@libero.it

