



Finanziato  
dall'Unione  
europea  
NextGenerationEU



**Scienze Chimiche, geologiche e Ambientali**

**Chemical, Geological and Environmental Sciences**

**Curriculum: Scienze Geologiche/Geological Sciences**

<b>Progetto di ricerca/ Research project</b>	<i>"Assessing Alpine strain and exhumation dynamics through forward and inverse modeling of their geological and geophysical record" SCGA.1</i>
<b>Tipo/Type</b>	Borsa di Ateneo / University scholarship
<b>Borse/Scholarships</b>	1
<b>Abstract</b>	<b>ENG</b> <p>The European Alps have long served as a natural laboratory to investigate collisional orogenic dynamics. However, the main responsible mechanisms and timing of the strain and exhumation processes throughout the Alpine collisional history are still elusive. This project aims at constraining the partitioning between lithospheric/mantle and surface processes in driving the structural and exhumation history of the Alps. To this aim, the PhD candidate will focus on the interpretation of the available geological and geophysical data through forward and inverse modeling techniques. The project involves a large collaboration with colleagues internal to the University of Milano-Bicocca and is co-supervised by Prof. Gyorgy Hetényi at the University of Lausanne, where the candidate is expected to spend between 12 and 18 months.</p>
<b>Specific IPR rules: STANDARD</b>	



**Scienze Chimiche, Geologiche e Ambientali**  
**Chemical, Geological and Environmental Sciences**  
**Curriculum: Scienze Geologiche/Geological Sciences**

<p><b>Progetto di ricerca/ Research project</b></p>	<p><i>“Applicazione di metodologie innovative per la realizzazione di carte geomorfologiche: dall’acquisizione di dati sul terreno alla costruzione della banca dati a fini applicativi” SCGA.2</i></p> <p><i>“Geomorphological maps realizations using innovative methodologies: from the field data acquisition to the database realization for applicative purposes” SCGA.2</i></p>
<p><b>Tipo/Type</b></p>	<p>Borsa PNRR - Infrastrutture di Ricerca GEOSCIENCES IR I53C22000800006</p> <p>PNRR Scholarship GEOSCIENCES IR I53C22000800006</p>
<p><b>Borse/Scholarships</b></p>	<p>1</p>
<p><b>Abstract</b></p>	<p><b>ITA</b></p> <p>Tra i paesi europei, l'Italia rappresenta uno dei territori più fragili essendo affetto da frane e processi di erosione del suolo, estremamente variabili per tipologia ed entità, che interessano centri abitati, infrastrutture antropiche e terreni agricoli provocando spesso importanti danni e vittime. Le carte geomorfologiche rappresentano un potente strumento per approfondire i processi geologici, per comprendere il territorio e per applicare strategie di mitigazione. Sfortunatamente, le carte geomorfologiche tradizionali sono state spesso sottovalutate perché soffrono di problemi di risoluzione temporale e spaziale. Tuttavia, l'integrazione delle tradizionali carte geomorfologiche con approcci multiscala e multitemporali, a copertura totale, basati su rilievi sul campo, Terrain Analysis, modelli di suscettibilità e dati telerilevati, così come la loro integrazione in sistemi Web GIS, potrebbe essere di fondamentale importanza scoprire le aree soggette a rischio geologico consentendo strategie di mitigazione rapide. Recentemente, l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) ha pubblicato le nuove linee guida italiane per la cartografia geomorfologica introducendo nuovi simbolismi e nuove procedure per la cartografia e il completamento dei database relativi alle forme mappate. Il documento vuole modernizzare le carte geomorfologiche mediante la creazione di una banca data geomorfologica che possa essere integrata e armonizzata anche con altre cartografie tematiche quali ad esempio la carta geologica e carte a fini applicativi. Pertanto, l'obiettivo del progetto è esplorare tutte le fasi della mappatura geomorfologica al fine di creare una metodologia olistica in grado di valorizzare le mappe geomorfologiche seguendo le linee guida ISPRA. I siti di studio del progetto si concentreranno sia sulle Alpi che sull'Appennino, in due bacini caratterizzati da processi geologici distinti, al fine di testare la metodologia in diversi ambienti. L'indagine sul campo sarà fondamentale per comprendere le morfologie ed i processi associati e sarà realizzata con approcci tradizionali e strumenti innovativi. Inoltre, la digitalizzazione dei risultati sarà effettuata in un sistema GIS. L'integrazione dei risultati sul campo con specifici approcci di Terrain Analysis e di modellizzazione sarà sintetizzata nelle mappe geomorfologiche che saranno pubblicate con piattaforme WEB GIS.</p>



**ENG**

Among European countries, Italy represents one of the most fragile territory interested by landslides and soil erosion processes, extremely variable in type and size, that affect inhabited areas, anthropic infrastructures, and agricultural fields, often causing important damage and victims. Geomorphological maps represent a powerful tool to insight geological processes, to understand the territory as well as to apply mitigation strategies. Unfortunately, traditional geomorphological maps were often underestimated because suffer from temporal and scale resolution. However, the integration of traditional geomorphological maps with a full coverage multi-scale and multi-temporal approaches based on field surveys, deep Terrain Analysis, susceptibility models as well as remotely sensed data in a Web GIS platforms, could be of fundamental importance to discover the areas susceptible to a geological risk allowing rapidly mitigation strategies. Recently, ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) published the new Italian guidelines for the geomorphological cartography introducing new symbolism and new procedures to complete landforms databases.

The document aims to modernize geomorphological maps creating a geodatabase allowing the integration and harmonization with other thematic maps such as geological map and maps for application purposes.

Therefore, the aim of this PhD project is to explore all the steps of the geomorphological mapping in order to create a holistic methodology capable to enhance geomorphological maps following the ISPRA guidelines. The study sites of the project will focus on both Alps and Apennines, in two catchment sites that are characterised by distinct geological processes, in order to test the methodology in different environments. Field survey will be fundamental to understand the landforms and the associated processes and will be realized with traditional approaches and innovative instruments. In addition, the digitalization of the results will be done in a GIS system. The integration of the field results with specific Terrain Analysis and modelling approaches will be summarized in the geomorphological maps that will be published with WEB GIS platforms

**Specific IPR rules: STANDARD**



**Scienze Chimiche, Geologiche e Ambientali**  
**Chemical, Geological and Environmental Sciences**  
**Curriculum: Scienze Geologiche/Geological Sciences**

<b>Progetto di ricerca/ Research project</b>	<i>"Modellazione geologica 3D/4D con software open-source: sviluppo software, workflow e algoritmi innovative, e casi di studio" SCGA.3</i>  <i>"3D/4D geological modelling with open-source software: software development, innovative workflows and algorithms, and case studies" SCGA.3</i>
<b>Tipo/Type</b>	Borsa PNRR - Infrastrutture di Ricerca GEOSCIENCES IR I53C22000800006 PNRR Scholarship GEOSCIENCES IR I53C22000800006
<b>Borse/Scholarships</b>	2
<b>Abstract</b>	<p><b>ITA</b></p> <p>I pacchetti software per la modellazione geologica 3D/4D sono stati tradizionalmente sviluppati dall'industria, con significative barriere di accesso legate ai costi, e differenti obiettivi rispetto a quelli di istituzioni e infrastrutture di ricerca. Alcuni progetti open-source stanno modificando questo scenario, accelerando la diffusione della modellazione 3D in molte discipline delle geoscienze.</p> <p>Il nostro team lavora in questo campo da 16 anni e abbiamo recentemente rilasciato, con lo scopo di popolarizzare la modellazione geologica 3D/4D, la prima release di un'applicazione open-source (<a href="https://github.com/andrea-bistacchi/PZero">https://github.com/andrea-bistacchi/PZero</a>) che permette di utilizzare dati geologici di superficie (es. da progetto CARG) combinati con dati di sottosuolo (geofisica e sondaggi ) e di remote sensing.</p> <p>Grazie a due borse di dottorato, svilupperemo ulteriormente questo progetto con i seguenti obiettivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• modellazione 3D/4D user-friendly open-source, basata su ogni tipo di dato di input, inclusi dati di superficie e di sottosuolo, geofisica, remote sensing, ecc.;</li> <li>• implementazione di algoritmi avanzati (es. superfici implicite) fondamentali per modellare strutture complesse (ad es. in catene come Alpi e Appennini);</li> <li>• implementazione di algoritmi avanzati (es. correlazione stocastica di facies) utili per modellare successioni clastiche in bacini alluvionali di pianura;</li> <li>• sviluppo di workflow di output finalizzati alle applicazioni: idrogeologia, energia geotermica, risorse naturali, rischi, infrastrutture, siti di stoccaggio in sotterraneo, ecc.;</li> <li>• interazione con utenti e stakeholder utile a comprendere le reali necessità dei potenziali utenti e validare gli approcci proposti.</li> </ul> <p>Il progetto includerà lo sviluppo di codice originale, prevalentemente in Python, e l'analisi di casi di studio basati su dati reali.</p> <p><b>ENG</b></p> <p>3D/4D geological modelling software packages have been traditionally developed by the industry, with a significant cost barrier and different goals with respect to those</p>



of research institutions and infrastructures. Some open-source projects are now changing this scenario, accelerating the diffusion of 3D modelling in many geoscientific disciplines. Our team has been working in this field for 16 years and we recently released, with the goal of popularizing 3D/4D geological modelling, a first release of an open-source application (<https://github.com/andrea-bistacchi/PZero>) that allows exploiting surface geological data (e.g. CARG project) combined with remote sensing and subsurface data (boreholes and geophysics).

Thanks to two PhD grants, we will further develop this project with the following goals:

- open-source user-friendly 3D/4D geological modelling based on every kind of input data, including surface and subsurface geology, geophysics, remote sensing, etc.;
- implementation of advanced algorithms (e.g. implicit methods) that are fundamental to model complex structures in mountain belts (Alps and Apennines);
- implementation of advanced algorithms (e.g. stochastic facies correlation) to model clastic sedimentary sequences in alluvial basins of the plains;
- development of output workflows, in accordance with national and international standards, aimed at specific applications: hydrogeology, geothermal energy, natural resources, risks, infrastructures, underground storage facilities, etc.
- interaction with users and stakeholders aimed at understanding their real needs and validating modelling techniques.

The project will include developing original code, mainly in Python, and the analysis of cases studies based on real data.

**Specific IPR rules: STANDARD**