

# **Titolo del progetto: Sviluppo di modelli geofisici e numerici per lo studio dell'evoluzione temporale di sistemi geologici complessi e la definizione di scenari di pericolosità**

**Tutor: Rosa Di Maio**

**Co-tutor: Ester Piegari**

## **Programma di ricerca**

La caratterizzazione di sistemi geologici complessi, come zone tettonicamente attive, aree di subsidenza, distretti vulcanici, in termini di distribuzione volumetrica di parametri geofisici è essenziale per una piena comprensione dei processi che governano le loro dinamiche (come ad es. migrazione dei fluidi all'interno delle *damage zones*, fenomeni di subsidenza, risalita di magma o gas vulcanici). Contestualmente, la modellazione numerica, insieme al monitoraggio geofisico in-situ, è uno strumento indispensabile per studiare l'evoluzione temporale di tali sistemi complessi.

In questo quadro, il presente programma di ricerca mira a sviluppare modelli e metodi geofisici per l'analisi di sistemi geologici complessi caratterizzati da un intenso degassamento di CO<sub>2</sub>. Nell'ultimo decennio, numerosi metodi geofisici sono stati applicati con successo allo studio di fenomeni di degassamento di CO<sub>2</sub> sia in aree vulcaniche che non vulcaniche (Byrdina et al., 2009; Pettinelli et al., 2010; Revil et al., 2011; Byrdina et al., 2014). In particolare, le indagini geoelettriche (quali ad esempio le indagini di potenziale spontaneo e di tomografia di resistività) sono indicate come i metodi più appropriati per rivelare distribuzioni spaziali di anidride carbonica, la cui emissione in aree non vulcaniche è essenzialmente controllata da fratture e faglie del basamento (Rogie et al., 2000). In particolare, le anomalie negative del potenziale spontaneo (PS) sono strettamente correlate con le aree di maggiore degassamento di CO<sub>2</sub>, mentre le tomografie di resistività elettrica permettono di identificare le zone preferenziali di risalita del gas in termini di anomalie conduttive o resistive a seconda dell'assetto geologico e dell'ambiente chimico e biologico che caratterizza l'area investigata (Arts et al., 2009; Byrdina et al., 2009; Pettinelli et al., 2010). L'integrazione dei risultati geofisici con i dati geologici consente di ricostruire l'architettura del sistema tettonicamente attivo, mentre l'evoluzione temporale dei flussi di CO<sub>2</sub> e il grado di saturazione in gas può essere simulata utilizzando modelli dinamici discreti come gli automi cellulari e/o software che riproducono la dinamica di risalita dei fluidi (e.g. Tough2) basandosi su un approccio multi-fase in grado di tener conto del movimento di entrambe le fasi gassose e liquide, del loro trasporto di calore latente e sensibile, e delle transizioni di fase tra liquido e vapore.

Il programma di ricerca mira quindi a:

- esaminare dati di diversa natura per una caratterizzazione accurata del complesso contesto geologico;
- studiare i fattori che controllano la risalita del fluido attraverso misurazioni in-situ ripetute nel tempo;
- sviluppare modelli numerici per simulare l'evoluzione temporale del sistema investigato e delineare possibili scenari di pericolosità.

Lo studio dei processi di infiltrazione e risalita dei fluidi all'interno del sottosuolo è fondamentale per stimare i rischi associati alla subsidenza in diversi contesti geologici. Pertanto, i risultati di

questi studi potrebbero fornire un utile contributo alla definizione di possibili scenari di pericolosità stimando la variazione nel tempo e nello spazio dei flussi di CO<sub>2</sub>, oltre a suggerire le aree più probabili per il verificarsi di sinkhole.

## **Proposta per una posizione di dottorato**

L'attività di ricerca sarà focalizzata sulla caratterizzazione dell'area di Ciorlano (CE), in prossimità del Massiccio del Matese, che recenti analisi geologiche e geochemiche di dettaglio classificano come l'area con le più alte emissioni naturali non vulcaniche di CO<sub>2</sub> mai misurate sulla Terra (Ascione et al., 2018).

La proposta seguirà il seguente programma:

- identificazione delle sorgenti e analisi dei vari fattori che regolano la migrazione di CO<sub>2</sub> nella zona insatura;
- monitoraggio del degassamento di CO<sub>2</sub> attraverso indagini geofisiche ripetute nel tempo;
- simulazioni dell'evoluzione temporale della risalita di CO<sub>2</sub> dell'area indagata per la definizione di possibili scenari futuri.

In primo luogo, un'interpretazione integrata dei dati provenienti da indagini geologiche, geochemiche e geofisiche permetterà di ricostruire un modello 3D del sistema geologico esaminato e di identificare i parametri chiave da monitorare per studiare le variazioni nella risposta del sistema a seguito del degassamento di CO<sub>2</sub>. Quindi, si prevede lo sviluppo di una modellizzazione numerica per simulare la formazione di percorsi di migrazione preferenziale e la loro evoluzione nel tempo. I risultati numerici saranno confrontati con quelli ottenuti da indagini geoelettriche ripetute con cadenza stagionale.

La principale sfida che la ricerca si propone è quella di provare a stimare gli intervalli di tempo di risalita della CO<sub>2</sub> in funzione dello spessore degli strati di terreno coinvolti, per la definizione di scenari futuri e per la valutazione di possibili variazioni nella quantità di CO<sub>2</sub> emessa in prossimità di una faglia attiva.