

## **Monitoraggio e analisi della stabilità delle sponde del bacino di invaso di grandi dighe**

**Tutor Giacomo Russo cotutor Diego Di Martire**

La sicurezza dei bacini di invaso delle grandi dighe è un aspetto che durante l'intera vita utile delle infrastrutture deve essere oggetto di costante controllo mediante attività di monitoraggio. Tanto la sezione di sbarramento quanto le sponde del bacino di invaso sono infatti soggetti ad un'evoluzione delle condizioni di stabilità, in particolar modo per i mutati equilibri climatici che possono comportare il verificarsi di eventi estremi, rispetto ai quali i sistemi infrastrutturali non sono stati dimensionati. Il monitoraggio di grandezze rilevanti consente di quantificare la capacità del sistema bacino-infrastruttura a contenere le azioni e le sollecitazioni derivanti dagli eventi estremi, e costituisce la base per l'esercizio di sistemi di allarme di tipo *early-warning* di significato strategico quando si faccia riferimento ad infrastrutture la cui sicurezza è sinonimo di sicurezza per i territori nei quali sono realizzate.

Le tecnologie di telerilevamento delle deformazioni del suolo indotte da movimenti gravitativi di versante hanno avuto negli ultimi anni una rapida crescita, consentendo il perfezionamento di metodologie idonee sia all'analisi della pericolosità da frana, commisurate alla variabile tipologia dei fenomeni franosi e dei contesti territoriali, sia al controllo di grandi opere di ingegneria civile quali gli sbarramenti artificiali. Un approccio che combina l'utilizzo di risultati di rilevamento da satellite ai risultati di monitoraggio da terra si rivela particolarmente efficace nell'indagine del comportamento dei sistemi bacino-infrastruttura, e costituisce il riferimento per l'analisi di previsione mediante l'uso di modelli numerici.

Nel progetto si prevede di sviluppare l'approccio di monitoraggio integrato proposto per un caso di studio, costituito dal bacino di invaso della Diga del Menta. La diga è ubicata nel cuore dell'Aspromonte, a 40 km ad est di Reggio Calabria, e con la sua capacità di invaso di circa 18 milioni di metri cubi rappresenta il serbatoio principale del nuovo sistema acquedottistico a servizio della città di Reggio Calabria. Dal punto di vista geologico, entro il bacino di invaso del Menta affiorano in larga prevalenza micascisti e paragneiss della falda dell'Aspromonte, con locali passaggi a scisti e gneiss. Lo sbarramento è realizzato da una diga di rockfill con manto di tenuta impermeabile in conglomerato bituminoso, di altezza massima dal piano di fondazione di circa 90 m. Il rilevato di sbarramento è oggetto di una costante attività di monitoraggio delle grandezze rilevanti, e il comportamento in fase di invaso sperimentale è ben rappresentato dalle serie storiche dei dati così raccolti. Non sono invece attualmente disponibili dati di monitoraggio delle sponde del bacino, che non rientrano in un'attività di monitoraggio specifica, nonostante la stabilità delle stesse sponde rappresenti un aspetto cruciale per il sicuro esercizio dell'invaso, e ciò con particolare riferimento alle condizioni sismiche, come

richiamato nel recente D.M. 26 giugno 2014 “Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)”.

Nella prospettiva di una rivalutazione delle condizioni di stabilità delle sponde nelle attuali condizioni di esercizio dell'invaso, l'attività di ricerca è finalizzata a individuare l'influenza della variazione dei parametri rilevanti che ne governano la stabilità in funzione delle variazioni del livello di vaso (legate all'esercizio dell'infrastruttura), e alle variazioni stagionali delle grandezze ambientali (temperatura, irraggiamento, evapotraspirazione, infiltrazione).

La fase iniziale della ricerca consiste nella selezione di sezioni significative delle sponde dell'invaso da sottoporre ad attività di monitoraggio per la misura delle grandezze rilevanti. Le sezioni campione dovranno essere innanzitutto definite dal punto di vista morfologico, mediante un'attività di rilievo con tecniche tipo laser scanner e aerofotogrammetria da drone, e caratterizzate dal punto di vista geomeccanico. Le attività descritte costituiranno il quadro di riferimento per la definizione delle condizioni iniziali delle sezioni campione. Il comportamento delle stesse sezioni campione sarà ricostruito in base all'interpretazione di dati interferometrici dell'area di indagine riferiti a intervalli di tempo precedenti all'inizio delle attività di ricerca.

L'attività di ricerca consentirà la valutazione della stabilità delle sponde dell'invaso in condizioni di esercizio, tenendo conto sia delle condizioni “ordinarie”, governate dalla variazione dei livelli di vaso dovuti all'esercizio della infrastruttura, sia in relazione ad eventi meteorologici estremi ed eventi sismici. Una attività specifica sarà condotta per validare la correlazione fra monitoraggio con tecniche DInSAR e misure da terra, al fine di poter tarare l'interpretazione delle misure interferometriche mediante misure tradizionali e di conseguenza stabilirne la relativa affidabilità. La rilevazione satellitare costituirà uno degli strumenti fondamentali per la definizione del sistema di *quasi-early-warning* che costituirà uno dei prodotti rilevanti della ricerca proposta. La misura dei parametri rilevanti e la loro variazione, conseguenza della variazione delle grandezze forzanti precedentemente accennate, consentirà poi il confronto con le previsioni derivanti dall'uso di modelli numerici, basati su codici di calcolo ad elementi finiti o agli elementi distinti. Tale attività di validazione dei modelli numerici consentirà di fornire strumenti previsionale affidabili per l'analisi *quasi-real time* delle condizioni di stabilità dell'invaso nell'ambito del sistema di allerta.

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

Una posizione per un dottorato di ricerca sarà richiesta per un candidato che possa svolgere l'attività di ricerca proposta, che potrebbe validamente completarsi nell'arco dei tre anni del ciclo di dottorato.

Il programma di lavoro includerà una fase studio della letteratura disponibile in merito alle problematiche geologiche e geotecniche dei bacini di vaso. Le attività in sito saranno svolte utilizzando le attrezzature del DiSTAR dell'Università Federico II, dove lo studente di dottorato avrà la possibilità di acquisire competenze tecniche relative ai metodi di elaborazione dei dati satellitari, alle metodiche di

monitoraggio delle infrastrutture, alle indagini di caratterizzazione geomeccanica delle sponde, e alle metodologie di calcolo numero da impiegare nelle attività di verifica della stabilità. Corsi di formazione della “Scuola di Dottorato” saranno disponibili per il dottorando presso l’Università ospitante, in modo da migliorare le sue conoscenze su diversi argomenti.

Il programma di lavoro prevede un periodo di circa 5 mesi da svolgersi in una struttura di ricerca all’estero, per consentire allo studente di dottorato di apprendere diversi metodi analitici e confrontarsi con altri studiosi, anche al fine di avere la possibilità di sviluppare ulteriormente la propria carriera.

### **Progetti**

Contratto di Ricerca fra la Società delle Risorse Idriche della Calabria (SoRiCal S.p.A) e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica dell’Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale per la “*Consulenza Geotecnica di supporto alle attività di controllo del comportamento idraulico, statico e dinamico delle opere sul torrente Menta nel corso degli invasi sperimentali*”. Responsabile Scientifico: prof. ing. Giacomo Russo. Importo complessivo del progetto 107k€.