

## INDAGINI ERT A SUPPORTO DELLA MODELLAZIONE IDROLOGICA IN OPERE ARGINALI: UN CASO IN PROVINCIA DI BOLZANO

J. Boaga<sup>1</sup>, F. Donini<sup>1</sup>, G. Bossi<sup>2</sup>, S. Cola<sup>3</sup>, P. Simonini<sup>3</sup>, G. Cassiani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, Italy

<sup>2</sup> Istituto di ricerca per la protezione idrogeologica (IRPI) - Cnr, Padova, Italy

<sup>3</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università di Padova, Italy

Lo studio dimostra come l'utilizzo di tecniche non invasive di prospezione geofisica possa essere discriminante per una corretta esecuzione di un'opera di difesa idraulica. Nel caso in analisi, è stato trattato un sistema di difesa arginale dell'Adige nei pressi di Salorno, in Provincia di Bolzano (Angelucci, 2016). Il tratto di argine in studio è stato storicamente sottoposto a diversi interventi per problemi di filtrazione nel tratto occidentale in destra Adige (Archivio del Genio Civile della Provincia Autonoma di Bolzano). Nella zona di studio la porzione di piana alluvionale è stata infine separata dal corso fluviale per mezzo di un argine diaframmato, al fine di limitare i problemi di filtrazione accorsi durante alti livelli di piena. Nonostante le ingenti opere di difesa, la zona è tuttora soggetta a fenomeni di fontanazzi variamente distribuiti che si verificano in occasione di importanti piene del fiume Adige (Donini, 2017). L'impiego di prospezioni geofisiche di tipo elettrico, sondaggi meccanici e modellazioni idrologiche sono stati quindi incentrati sull'individuazione delle problematiche che compromettono l'efficienza dell'opera idraulica esistente (e.g. Busato *et al.*, 2016). Per raggiungere questo obiettivo, il lavoro è stato eseguito in due fasi. La prima fase riguarda: i) l'acquisizione, l'elaborazione e l'interpretazione di dati geofisici di tipo elettrico ERT, ii) la raccolta delle conoscenze derivanti da sondaggi meccanici e dalle informazioni ricavate da un sistema distribuito di misura di temperatura a fibra ottica DTS, iii) lo studio delle conoscenze geologiche e geomorfologiche, sia in termini attuali che storici avvalendosi di mappe storiche e foto aeree (Bassetti e Borsato, 2007). La seconda fase ha permesso, avvalendoci dei risultati della prima fase, di produrre dei modelli di flusso del dominio investigato.

Per le analisi geofisiche ci si è avvalsi di tomografie di resistività elettrica condotte con un georesistivimetro Syscal Pro 72 canali. Le analisi ERT hanno interessato il tratto arginale, sia in senso longitudinale che trasversale, sia la piana alluvionale occidentale interessata dai fontanazzi, al fine di ricostruire le caratteristiche geologiche dell'area e quelle dell'argine. Si è optato per una configurazione dipolo-dipolo skip 4 e sono state acquisite N.8 linee ERT in tempi diversi, utilizzando configurazioni a 48 e 72 elettrodi con spaziatura variabile di 1 e 2 m. Per tutte le acquisizioni sono state condotte le misure dirette e reciproche dei quadripoli, al fine di poter valutare la qualità del dato acquisito. A seguito del controllo dei reciproci i dati ERT sono stati invertiti, con soglia di errore medesima a quella del controllo dei rapporti, con i codici di inversione Profiler e R2 (Binley, 2015). La restituzione grafica dei profili bidimensionali è stata infine eseguita con interpolatori grafici e metodo kriging.

Una volta determinate le caratteristiche del sottosuolo si è proceduto a realizzare dei semplificati modelli idraulici di deflusso 2D e 3D, supportati da una caratterizzazione dettagliata del dominio basata sia sulla investigazione geofisica che sulle informazioni derivanti da sondaggi geognostici e prove di permeabilità. Il sito era stato infatti oggetto in precedenza, da parte delle Autorità Provinciali, di una serie di studi geognostici: sondaggi, prove di permeabilità tipo LeFranc, installazione di piezometri ed uno stendimento interrato di fibra ottica per l'acquisizione della distribuzione delle temperature al piede della scarpata arginale (Autorità Nazionale del Bacino del Fiume Adige, 1998). Lo studio si è perciò avvalso dei risultati degli studi precedentemente condotti, in particolare per l'attribuzione di proprietà idrauliche ai vari domini individuati dalle sezioni di resistività elettrica, sia per l'imposizione delle condizioni al contorno che caratterizzano quest'area in termini di idrometria e soggiacenza.

Le prospezioni geofisiche, con il vantaggio della non invasività, hanno unito una facile logistica di acquisizione del dato ad una buona risoluzione spaziale dell'indagine. Questo la rende particolarmente informativa per completare le informazioni derivanti da indagini

meccaniche di tipo puntuale, specie in aree che possono presentare frequenti anisotropie laterali come sono i lunghi tratti arginali. La semplificata modellazione idrologica ha permesso comunque la comprensione delle cause e una preliminare quantificazione delle condizioni di innesco del fenomeno che porta al sifonamento al di sotto della struttura arginale durante le piene fluviali. La campagna di caratterizzazione integrata ha evidenziato come, se condotte preliminarmente e non dopo l'esecuzione delle opere di difesa, le indagini geofisiche possano essere determinanti per l'inquadramento delle caratteristiche del sottosuolo a supporto delle modellazione delle dinamiche di filtrazione.

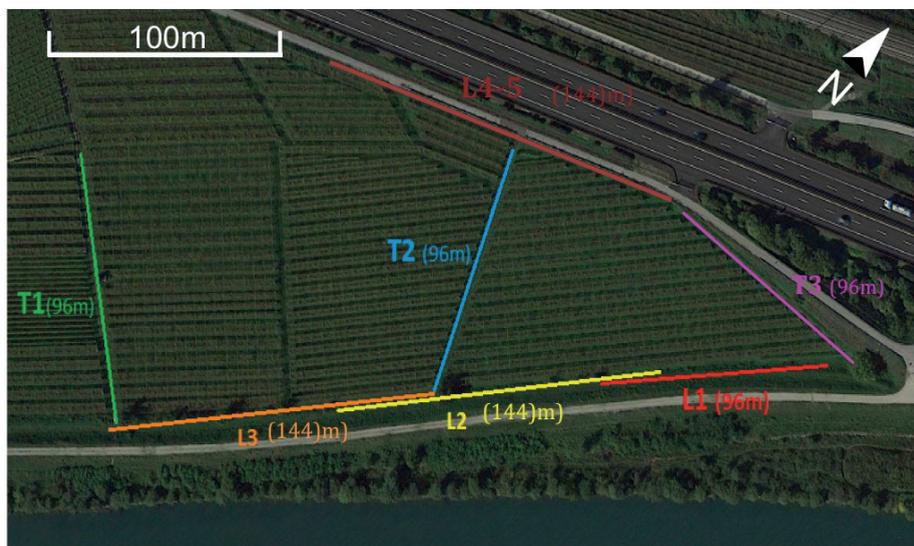


Fig. 1 - Linee ERT condotte in destra Adige in Provincia di Bolzano.

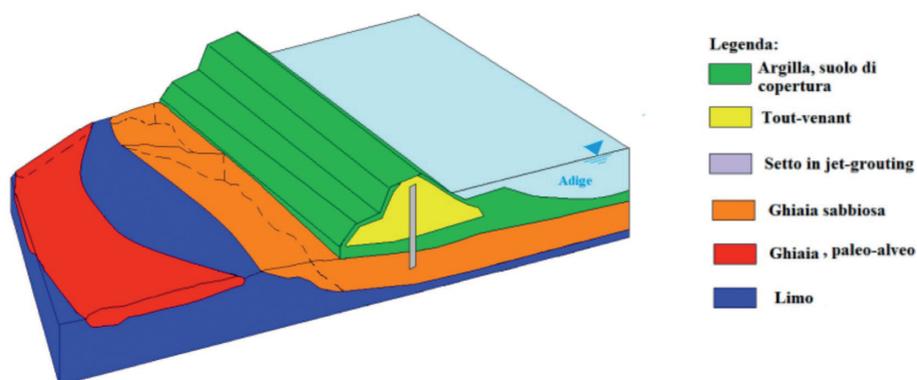


Fig. 2 - Modello geologico dell'area di studio in destra Adige derivante dalle indagini ERT, geomorfologiche e geognostiche.

## Bibliografia

Archivio del Genio Civile della Provincia Autonoma di Bolzano

Angelucci D. E., 2016, La valle dell'adige: genesi e modificazione di una grande valle alpina come interazione tra dinamiche naturali e fattori antropici. Atti di Congresso: Il fiume, le terre, l'immaginario. L'adige come fenomeno storiografico complesso. At: Rovereto, 21-22 febbraio 2013 Volume: V. Rovigo (ed.), Memorie della Accademia Roveretana degli Agiati, 4: 9-43

- Autorità Nazionale del Bacino del Fiume Adige, 1998, note illustrative del progetto CARG - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 043, Mezzolombardo.
- Bassetti M., Borsato A., 2007, Evoluzione geomorfologia della Bassa Valle dell'Adige dall'ultimo massimo glaciale: sintesi delle conoscenze e riferimenti ad aree limitrofe, Studi Trentini di Scienze Naturali. Acta Geologica, 82, pp. 29-40.
- Binley A., 2015, Tools and techniques: Electrical methods. In G. Schubert, editor, Treatise on Geophysics (Second Edition), chapter 11.08, pp. 233 – 259, Elsevier, Oxford, second edition, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-53802-4.00192-5>.
- Busato L., Boaga J., Peruzzo L., Himi M., Cola S., Bersan S., Cassiani G., 2016, Combined geophysical surveys for the characterization of a reconstructed river embankment. Engineering Geology 211 (2016), pp. 74–84.
- Donini F., 2017, Tomografie di resistività elettrica a supporto della modellazione idrologica: applicazioni su un argine dell'Adige. Tesi di Laurea Magistrale in Geologia e Geologia Tecnica, Padua@thesis archive.