

## ***Acque sotterranee e scavo delle gallerie profonde nei nuovi progetti alpini e appenninici***

Le esperienze raccolte in Italia negli ultimi anni nell'ambito della progettazione e scavo di tunnel profondi in contesti alpini ed appenninici consentono di mettere in luce alcuni aspetti basilari legati alla gestione delle acque sotterranee intercettate da tali opere. La corretta gestione delle acque sotterranee durante la realizzazione di una galleria costituisce un elemento fondamentale per assicurare il regolare avanzamento dello scavo, la sicurezza delle maestranze e la minimizzazione degli impatti ambientali. Nei contesti di gallerie profonde, il rischio costruttivo legato alle acque sotterranee è principalmente associato alla presenza di elevati battenti idrici e/o alla possibilità che si verifichino elevati afflussi in corrispondenza degli ammassi e delle strutture tettoniche a maggiore permeabilità. La modalità di gestione di alti battenti idrici e di afflussi d'acqua elevati avviene in modo differente in funzione della metodologia di scavo della galleria a cui si ricorre (tradizionale o meccanizzato). Rispetto allo scavo meccanizzato, lo scavo in tradizionale consente di far fronte in maniera più agevole all'attraversamento di zone ad alta permeabilità/alto battente, in quanto con questa metodologia si può intervenire con impermeabilizzazioni e consolidamenti in avanzamento, operazioni che riducono il rischio che si verifichino elevati afflussi in galleria e problemi di stabilità sulle pareti di scavo. Di contro, in assenza di impermeabilizzazioni invasive, lo scavo in tradizionale provoca in genere maggiori interferenze con le acque sotterranee, con possibili impatti sulle risorse idriche poste in prossimità dell'opera. Lo scavo in meccanizzato con TBM rappresenta una modalità che negli ultimi anni viene selezionata via via con maggiore frequenza. In maniera particolare, in tempi recenti si ricorre sempre più spesso all'utilizzo di TBM di tipo EPB (*Earth Pressure Balance*), tradizionalmente utilizzate in scavi di bassa profondità e attualmente utilizzate anche nello scavo di tunnel ad elevata copertura (i.e. centinaia di metri). Il vantaggio di questa tipologia di scavo è che in presenza di battenti poco elevati lo scavo può procedere in *modalità chiusa* (ovvero con contropressione al fronte), il che evita un drenaggio d'acqua verso il cavo e quindi limita gli impatti sulle risorse idriche. Tuttavia, in presenza di elevati carichi idraulici ( $H > 4-6$  bar), specie in combinazione con zone ad elevata permeabilità ( $K > 1E-7-1E-6$  m/s), lo scavo in *modalità chiusa* può presentare difficoltà tali da rendere necessario l'avanzamento in *modalità aperta* (senza contropressione al fronte), con conseguente drenaggio dell'acqua verso la galleria, oppure, in alcune situazioni, anche con l'arresto temporaneo dello scavo. Le gallerie scavate con TBM-EPB inoltre sono sovente pensate per non consentire il drenaggio in esercizio, cosicché il rivestimento deve sopportare il battente idraulico esterno, aspetto anch'esso critico quando si affrontano elevate coperture.

Nella presentazione vengono discusse alcune *case-histories* relative sia a progettazioni di scavi in tradizionale e in meccanizzato in presenza di elevate permeabilità/battenti d'acqua, sia a situazioni incontrate in fase di scavo ove l'intercettazione di acque sotterranee ha costituito un elemento critico per la gestione dell'avanzamento. Si mostrano casi di progetti di gallerie ferroviarie in contesti alpini e appenninici, focalizzando sull'importanza delle indagini condotte in fase progettuale e sulle tipologie di analisi idonee a fornire delle indicazioni utili alla gestione delle criticità associate all'intercettazione di acque sotterranee.