

CON HINFRA

il tunnelling diventa sostenibile

“Holistic approach to INFRAstructures Additive manufacturing”: è questo il mantra di HINFRA, la start up nata nel 2021, in joint venture con il gruppo internazionale Buzzi Unicem.



BUZZI UNICEM
Via Luigi Buzzi, 6
15033 Casale Monferrato (AL)
www.buzziunicem.it
www.hinfra.it

Il cuore del progetto consiste nello sviluppo di una piattaforma tecnologica per la gestione dinamica di una nuova generazione di calcestruzzi, improntati sulla sostenibilità, finalizzati all'incremento di produttività nella costruzione di infrastrutture sensibili come gallerie, ponti, dighe, strutture offshore. Il modello di business di HINFRA prevede, inoltre, l'ingegnerizzazione e costruzione di macchinari, software e processi di applicazione. Il primo progetto, denominato ETLR (Extruded Tunnel Lining Regeneration), ha come scopo la rigenerazione del rivestimento di gallerie esistenti, attraverso una tecnologia di estrusione orizzontale rapida. Il treno di lavorazione ETLR è un macchinario costituito da diversi moduli componibili, ognuno dei quali svolge una specifica funzione. L'automazione di una serie di operazioni, alcune delle quali eseguite in simultanea (tipicamente l'asportazione, la preparazione ed il nuovo rivestimento), combinata con le caratteristiche dei calcestruzzi speciali, consentono capacità di avanzamento rilevanti rispetto ai metodi tradizionalmente in uso. Un passo significativo verso l'industrializzazione della tecnologia è consistito nell'allestimento di un campo prova in scala reale, attraverso cui testare le principali componenti del treno ETLR. Il modulo principale, già oggetto di una estesa campagna di sperimentazione, ora in fase di messa a punto, è una cassaforma speciale (estrusore) progettata per un processo di slip forming rapido. Il comportamento del calcestruzzo

fibrorinforzato, ingegnerizzato e prodotto da HINFRA, viene valutato attraverso cicli produttivi su scala industrializzata, che simulano uno scenario di cantierizzazione in ottica della prossima implementazione in progetti pilota in galleria. Il campo prova permanente è collocato su una piattaforma di lavoro, ed è composto da tre elementi principali:

1. Una cassaforma fissa esterna, direttamente connessa alla piattaforma, costituita da pannelli modulari imbullonati tra loro per facilitarne il riposizionamento a seguito di un certo numero di avanzamenti longitudinali. Questo elemento ha lo scopo di simulare l'effetto di confinamento della galleria esistente e, allo stesso tempo, consentire la stabilizzazione delle pressioni durante l'iniezione del calcestruzzo.
2. Un sistema di contrasto ed avanzamento, realizzato tramite dei binari speciali, appositamente progettati in modo da favorire l'accoppiamento con una coppia di strutture di contrasto, a loro volta connesse al sistema da movimentare tramite dei cilindri oleodinamici.
3. Il prototipo di estrusore, che a sua volta è composto da due elementi principali: un telaio "universale", supportato da ruote in acciaio, ed il mantello di scorrimento adattabile, che trasferisce al telaio stesso le azioni derivanti dalle diverse fasi del processo (iniezione, presa, avanzamento).

Lo stesso telaio di supporto è stato utilizzato anche per le prove di demolizione meccanica, sostituendo i pannelli del manto di scorrimento, con un modulo in cui è alloggiata una fresa a tamburo speciale.

Grazie al set-up descritto è stato possibile produrre sezioni di galleria equivalenti caratterizzate dalla seguente geometria: larghezza netta interna di 4,50 m; altezza netta interna di 3,82 m; raggio interno della calotta di 2,25 m; spalle verticali di altezza pari a 1,57 m; spessore del rivestimento variabile tra 0,40 m e 0,5 m. I segmenti di galleria prodotti secondo la tecnologia ETLR sono realizzati in calcestruzzo fibrorinforzato senza armatura tradizionale.

Benefici ambientali e di produttività

Proprio l'assenza delle barre di armatura si traduce in due principali effetti benefici. Il primo è di natura ambientale: la riduzione di peso dell'armatura diffusa rispetto a quella concentrata porta ad un significativo abbattimento delle emissioni di CO₂, sia perché il metodo di produzione delle fibre di piccolo diametro è largamente meno impattante rispetto a quello dei tondini, sia per l'ottimizzazione di trasporti gommati. Il secondo è legato alla produttività, in quanto l'installazione delle armature tradizionali, richiede una serie di operazioni accessorie che limitano il potenziale di avanzamento della tecnologia. La famiglia di calcestruzzi fibrorinforzati sviluppati per la tecnologia ETLR si caratterizza per le elevate prestazioni meccaniche fin dalle primissime fasi della maturazione, fenomeno che consente il rapido disarmo all'interno di intervalli temporali predefiniti.

È stato necessario studiare approfonditamente l'evoluzione delle proprietà meccaniche allo stato fresco del calcestruzzo, con un'attenzione particolare alla transizione tra la fase plastica e la presa, fino al successivo indurimento. Nel



momento in cui viene attivato lo scorrimento, che si verifica dopo pochi minuti rispetto alla conclusione delle operazioni di pompaggio, il materiale non è soltanto in grado di sostenere il peso proprio, ma è già in grado di sopportare dei carichi esterni, capacità che cresce drammaticamente nelle prime ore di maturazione. Attualmente il processo di produzione dei segmenti è semi-continuo, nel senso che vengono iniettati nella cassaforma

volumi finiti, scaricati alla pompa tramite autobetoniera. L'avanzamento del sistema, quindi, si verifica per intervalli discreti automaticamente coordinati con la lettura dei parametri che governano la lavorabilità e la presa del materiale iniettato. L'avanzamento in continuo è parte di un successivo livello di sviluppo della tecnologia, più complesso per via dell'impatto sui metodi di produzione e trasporto del calcestruzzo.