

## Il calcestruzzo come materiale di precisione

### I cilindri idraulici e i bloccaggi di sicurezza Hänchen utilizzati nella produzione di “binari fissi” per il treno ICE



“Il calcestruzzo è un materiale di precisione”, spiega l'Ing. Stefan Bögl, responsabile del reparto Ricerca & Sviluppo presso la Max Bögl GmbH & Co. KG. “Nell'ambito dei componenti per rotaie da noi sviluppati come elementi prefabbricati per l'ICE, operiamo con una precisione tra 0,1 e 0,2 mm.” Grazie a tali componenti, la Bögl si è fatta strada in un settore nuovo, unendo i decenni di esperienza del ramo della prefabbricazione a quelli delle opere di elevazione e sotterranee. Questi elementi di dimensioni e massa notevoli vengono prodotti in condizioni controllate all'interno di uno stabilimento produttivo chiuso, raggiungendo così, a parità di prezzo, una qualità decisamente superiore rispetto ai tratti colati direttamente all'aperto sulla massiccata. Presupposto essenziale per una fresatura precisa degli elementi prefabbricati è il loro fissaggio durante la lavorazione. Nonostante la massa e la dimensione dei pezzi grezzi, con i cilindri idraulici e i bloccaggi Hänchen, durante la lavorazione si ottiene un fissaggio accurato pari a  $\pm 0,01$  mm.

Per la linea ICE da 300 km/h, la tradizionale massiccata in pietrisco ha ormai fatto il suo tempo. L'elevato logoramento del pietrisco, unito alle relative ripercussioni sulla geometria dei binari e sul comfort di viaggio, comporta una spesa eccessiva in termini di manutenzione e causa anomalie di funzionamento. Per questo motivo, sui tratti soggetti a forti sollecitazioni, oggi le ferrovie posano binari fissi in calcestruzzo. Tuttavia, con il sistema in uso dal 1972, “Binario Fisso Rheda”, sinora il calcestruzzo veniva utilizzato sul posto, restando esposto a influssi atmosferici e ambientali prima dell'indurimento. Tale procedimento prevede che un grigliato di binario venga posato su una struttura portante e quindi annegato nel calcestruzzo. Il “Binario Fisso Bögl”, approvato nel 2001 dall'Eisenbahn-Bundesamt (Ufficio Federale delle Ferrovie), viene invece fabbricato come serie di elementi fissi all'interno di un modernissimo stabilimento produttivo, al riparo dagli agenti atmosferici.

#### IL PROCESSO DI PRODUZIONE

In una prima fase, il pezzo grezzo viene colato dall'alto con un calcestruzzo speciale. Due reti metalliche provvedono alla stabilità necessaria. Una si presenta come rete piatta, l'altra con profilo tridimensionale. Sei fili di ancoraggio in metallo sporgono da ciascun lato della lastra in calcestruzzo, consentendo di avitarli ai successivi elementi della rotaia prima di procedere al getto di calcestruzzo sul posto. Dopo la colata della forma presso lo stabilimento, il calcestruzzo viene compattato tramite vibratori, al fine di garantire un materiale privo di inclusioni. In fase di indurimento, a differenza del montaggio esterno, la tipica contrazione del materiale avviene in condizioni perfettamente controllabili.



#### IL PROFILO DEI BINARI

L'accuratezza necessaria per il montaggio dei pezzi di sostegno dei binari non può essere ottenuta soltanto tramite una colata di precisione. Oltre a ciò, i singoli elementi devono avere forme individuali, dato che ognuno di essi è fatto su misura per il relativo profilo dei binari e del terreno. Questo riguarda i raggi delle curve, gli archi di raccordo, i bacini, le calotte, così come altre caratteristiche del terreno. In questo modo, a seconda dall'andamento del tratto ferroviario, ciascuna lastra lunga 6,5 metri e larga 2,55 metri è dotata di un profilo tridimensionale proprio.

#### FRESATURA DI PRECISIONE DEL CALCESTRUZZO

Tramite una mola larga 200 mm azionata da un mandrino da 100 kW, in seguito al loro indurimento, gli elementi ferroviari prodotti con una misura eccedente i 2 mm vengono levigati. Per ogni minuto vengono lavorati 2 metri di prodotto e per ogni fase di lavoro spianati fino a 2 mm tramite rettifica a umido, che evita eventuali surriscaldamenti e formazione di polvere. Il mandrino è dotato di uno sforzo di taglio fino a una tonnellata. In combinazione con le dimensioni e con un peso degli elementi ferroviari pari a 9 tonnellate, si va perciò incontro al rischio che i pezzi colati da trattare si pieghino in un campo di 0,1 mm nonostante l'armatura. Sebbene il posizionamento e il mantenimento della posizione di un pezzo in lavorazione rappresentino un processo semplice, vi sono perciò delle condizioni generali che richiedono prestazioni estremamente elevate alle trasmissioni lineari.

## FISSAGGIO IDRAULICO

In seguito all'arrivo del corpo in calcestruzzo a mezzo trasportatori a rulli, questo viene messo in posizione da sei cilindri idraulici, dotati tutti di scatole dinamometriche. Su ciascun lato sono disposti tre cilindri. Tre di tali cilindri – due alle estremità del lato sinistro, uno in mezzo sul lato destro – sono provvisti di valvole proporzionali e, in qualità di trasmettitori lineari, fanno parte di un circuito di regolazione azionato a comando numerico attraverso una SPS Siemens 840 D. Gli altri tre cilindri si collocano nella posizione finale, mentre i tre cilindri regolatori posizionano l'elemento ferroviario con una precisione di 0,01 mm. Tutti e sei i cilindri hanno un pistone dal diametro di 60 mm, uno stelo dal diametro di 40 mm, una corsa di 60 mm e sono dotati di interruttori di approssimazione. Una volta raggiunta la collocazione finale, altri quattro cilindri vengono portati in posizione come supporto. Dopodiché, sei cilindri fissano ai lati l'enorme pezzo in lavorazione, con lo scopo aggiuntivo di assorbire eventuali forze trasversali che agiscono sullo stelo del pistone. Tutti i cilindri fanno parte della serie 120, sono adatti a pressioni fino a 150 bar e sono stati sottoposti a collaudi per pressioni più elevate di 1,5 volte. I sei cilindri per il blocco corsa e tre dei cilindri di tensione applicati lateralmente vantano la qualità Servoslide. Questa serie Hänchen è dotata di una speciale guida in plastica per lo stelo del pistone, che permette di ottenere caratteristiche di attrito ottimali. I piani di scorrimento di tale guida hanno effetto smorzante sulle vibrazioni, evitano pressioni agli spigoli e garantiscono ampi movimenti senza effetto stick-slip. L'elevata precisione produttiva e i bassi giochi di guida garantiscono un impiego duraturo in presenza di velocità dei pistoni fino a 0,5 m/s. Oltre a ciò, quattro cilindri bloccano le teste portamolca.

## I CILINDRI DEL CATALOGO HÄNCHEN

Bögl si avvale dei cilindri del catalogo Hänchen. Grazie ad ingenti investimenti, negli ultimi anni lo specialista del settore idraulico ha trasformato l'intero reparto di costruzione e sviluppo in un complesso sistema tridimensionale CAD, creato appositamente per soluzioni modulari. La modularizzazione è così basilare che già i profili dei fori costituiscono un modulo, memorizzato soltanto una volta a livello centrale. Grazie ad un catalogo elettronico, il cliente può accedere a questo gioco di costruzioni con rappresentazione spaziale anche tramite PC. In questo modo, la società di Ostfildern, presso Stoccarda, offre svariate alternative di prodotti su misura, senza i costi e le incertezze di una costruzione speciale.

## RATIO-CLAMP

Tutti i cilindri che agiscono da sotto, così come tre dei cilindri ad azione laterale sono provvisti dell'unità di bloccaggio brevettata Ratio-Clamp della Hänchen. Uno dei bloccaggi laterali di tipo RCS 40, con un diametro di 40 mm, rappresenta una versione speciale, modificata per poter assorbire senza danni le forze laterali. Non appena si rileva la mancanza di pressione nel sistema idraulico, tutte le unità di bloccaggio intervengono con una forza di bloccaggio pari a 50 kN, consentendo la lavorazione in presenza di un circuito fluido depressurizzato. L'unità di bloccaggio Ratio-Clamp, collaudata anche dal TÜV, si assume, per esempio nella produzione, compiti rilevanti ai fini della sicurezza, dato che il bloccaggio viene autorizzato solo in caso di mancanza di pressione. In una situazione similare, lo stelo può essere mosso liberamente in entrambe le direzioni. Una caduta di pressione libera l'energia immagazzinata nelle molle centrali a diaframma, applicando allo stelo la forza di bloccaggio tramite un elemento di bloccaggio conico. Tale procedura può essere avviata automaticamente in caso di una caduta di pressione mirata del comando, ma anche al verificarsi di un black-out o di danni al sistema. In mancanza di alimentazione, la forza di bloccaggio resta costante per un tempo individualmente impostabile, fino a quando torna la pressione di sbloccaggio e lo stelo del pistone riprende a muoversi liberamente. Persino spostando lo stelo lungo brevi tratti e superando la forza di bloccaggio prevista, non si verificano danni al sistema. In tal modo, durante i trenta minuti del tempo di lavorazione, è possibile mantenere i corpi di calcestruzzo perfettamente in posizione senza pressione idraulica o comando. Di serie, Ratio-Clamp è disponibile come unità completa o in abbinamento ad un cilindro idraulico. Il cliente può creare tale soluzione nel catalogo elettronico tramite un oggetto CAD in scala e con tutte le misure per il montaggio, può successivamente convertirla ed esportarla come record di dati 2D o 3D, per esempio in formato Autocad.

## UNA COLLABORAZIONE VINCENTE

Dopo la fresatura, i corpi in calcestruzzo vengono provvisti di un numero identificativo, al fine di collocare il supporto giusto nel posto giusto. È così che, su una lunghezza di 70 km, viene per la prima volta posato il sistema "Binario Fisso Bögl" – un progetto innovativo che fa parte di un'ampia serie di alternative: l'offerta della società francoese di terza generazione, che vanta 4000 dipendenti e un fatturato annuo di 750 Mio di euro, spazia da case prefabbricate a stadi di calcio per i Campionati del Mondo.

## NUOVE SOLUZIONI CON IL CALCESTRUZZO

Con la produzione del "Binario Fisso", la Bögl e la Hänchen hanno dimostrato che nella lavorazione del calcestruzzo sono possibili soluzioni del tutto nuove, come l'impiego di elementi costruttivi di grandi dimensioni quali prodotti di precisione. Nell'ambito di questo progetto, le due aziende hanno potuto unire le proprie competenze. Lo specialista di idraulica ha dimostrato l'efficacia e la precisione dei suoi cilindri idraulici anche in condizioni atmosferiche sfavorevoli, le possibilità offerte dai sistemi di costruzione e produzione modulari, in grado di risolvere compiti complessi senza costruzioni speciali, così come l'impiego vincente di un asse idraulico completo, bloccaggio compreso. "La collaborazione durante il periodo di sviluppo dal settembre 2002 all'ottobre 2003 e la produzione a tre fasi da allora avviata hanno dato ottimi risultati", conferma Stefan Bögl. Grazie ai propri reparti di ricerca e sviluppo, l'azienda a conduzione familiare mostra quindi prospettive del tutto nuove per gli elementi costruttivi, fabbricati in condizioni ambientali estremamente esatte, con accuratezza e precisione di ripetibilità sinora sconosciute. Nonostante la crisi del settore edile, con questa soluzione innovativa e completa, la società è finora riuscita a mantenere i propri posti di lavoro e il proprio attivo.

Jörg Beyer