



tecnologie & prodotti / products & technologies

ITALIA / ITALY

Marco Francini
Unical S.p.A.

Laura Foglino
Unical S.p.A.

Dario Tavola
Unical S.p.A.

**33.000 m³ di calcestruzzo
non-stop in meno di
94 ore**

**33,000 m³ Non-stop Pour
of Concrete in less than 94
Hours**

NEL MESE DI MAGGIO, UNICAL HA EFFETTUATO IL PIÙ GRANDE GETTO CONTINUO IN CALCESTRUZZO MAI REALIZZATO DA NESSUN FORNITORE. OLTRE 33.000 M³ DI CALCESTRUZZO SONO STATI PRODOTTI E GETTATI IN POCO MENO DI 94 ORE DI LAVORO.

IN MAY, UNICAL ACCOMPLISHED THE LARGEST NON-STOP POUR OF CONCRETE EVER UNDERTAKEN BY A SINGLE SUPPLIER, PRODUCING AND POURING OVER 33,000 M³ OF CONCRETE IN LESS THAN 94 HOURS.

Il 27 maggio 2019 si è concluso il più grande getto continuo mai effettuato da un produttore di calcestruzzo: una mega-piastra di fondazione di 33.000 metri cubi realizzata da Unical in meno di quattro giorni.

Superato l'entusiasmo per il record mondiale, in molti di noi si è fatta strada la voglia di capire le motivazioni che ci hanno portato a una scelta così lontana dai consueti standard di costruzione.

Ripercorriamo la storia con ordine. Stiamo parlando della nuova sede dell'ospedale Galeazzi a Milano, polo di eccellenza per la ricerca e la cura in campo ortopedico, che si innalzerà per 16 piani fino a oltre 90 m di altezza. Il suo basamento è un'enorme piastra di 190 x 50 x 3,5 metri e i progettisti dello Studio Binini Partners hanno pensato di realizzarla come un monolite, avendo saputo di altre fondazioni superiori a 10.000 metri cubi realizzate in Italia con un getto unico. Trattandosi in tutti i casi di realizzazioni Unical (Torre Intesa San Paolo e Torre Allianz a Torino), nella primavera 2018 Binini ha chiesto il nostro parere circa la fattibilità del getto

con un calcestruzzo dotato di tutte le proprietà necessarie a garantirne la monoliticità. Rispondendo positivamente e senza esitazione, abbiamo posto con grande anticipo le basi per un getto da record.

Mesi più tardi Edile Engineering, l'impresa costruttrice, ha affidato l'analisi strutturale della piastra allo Studio Sintecna, che con il Prof. Mancini e l'Ing. Bertagnoli utilizza un sofisticato modello matematico per calcolare le tensioni interne della struttura e stimare il rischio di fessurazioni. Per farlo si deve però conoscere lo sviluppo cronologico di tutte le prestazioni del calcestruzzo: resistenze, temperatura, modulo, ritiro, fluage, reologia. Se il produttore sarà capace di governare e garantire tutte le proprietà del proprio calcestruzzo, il progetto delle armature potrà essere ottimizzato e il getto risulterà realmente monolitico con il risparmio di grandi quantità di acciaio.

All'inizio del 2019 si è svolta la gara per l'aggiudicazione della fornitura e Unical è stata preferita. L'esperienza in grandi getti di calcestruzzo a basso calore è stata certamente decisiva,

ma soprattutto ha pesato la nostra volontà di partecipare al progetto come partner attivi, proponendo soluzioni tecniche che hanno fatto del calcestruzzo l'attore principale della realizzazione. Per svolgere questo ruolo abbiamo dovuto analizzare minuziosamente ogni fattore capace di provocare discontinuità nella piastra (per fessurazione termica, per ritiro, per segregazione, per essudazione, per perdita di fluidità, per interruzione del getto e anche per imprevisti meteo). La sfida era dunque definita: un calcestruzzo molto particolare, con uno sviluppo calibrato nel tempo delle sue notevoli prestazioni meccaniche, ma

FOTO DI APERTURA / INTRODUCTORY PHOTO

ULTIMAZIONE DEL GETTO PER IL NUOVO OSPEDALE GALEAZZI A MILANO
COMPLETION OF THE POUR FOR THE NEW GALEAZZI HOSPITAL IN MILAN

1. VISTA DEL CANTIERE DALL'ALTO
AERIAL VIEW OF THE SITE



anche con basso calore d'idratazione ed estrema fluidità, per consentire un getto senza alcun intervento di costipazione.

Il progetto di miscela e i test meccanici, termici e reologici sono stati effettuati dal Laboratorio R&S Unical di Settimello, guidato da Leonardo Euzor. La scelta del cemento è caduta su un pozzolanico alle ceneri volanti, prodotto ad hoc per questo getto dagli stabilimenti Buzzi Unicem di Vernasca e di Trino. Oltre agli aggregati alluvionali di miglior qualità disponibili nel territorio milanese, forniti dalla cava di San Vittore Olona della Monvil Beton, sono stati impiegati alcuni additivi di ultima generazione messi a punto per noi da Mapei e un buon filler calcareo micronizzato.

Definite le basi del prodotto, l'agguerrito Servizio Tecnologico Unical dell'Area Lombardia, coordinato da Andrea Faccini, ha messo a punto lo speciale calcestruzzo in tutti gli impianti: un lavoro complesso e particolarmente impegnativo perché concentrato negli ultimi giorni prima del getto.

Per consentire la massima produttività oraria abbiamo scelto un sistema di carico velocissimo, con la miscelazione nella fase di trasporto, che abbiamo battezzato "load & go". La messa a punto finale degli impasti è stata effettuata in due "check points" posizionati al getto, dove gli specialisti del Servizio Tecnologico Unical, provenienti da tutta Italia, hanno verificato le proprietà reologiche di ogni carico, correggendole quando necessario con piccole quantità d'acqua e con additivi dalle differenti funzioni.

Il sistema di produzione e controllo ha funzionato alla perfezione nei quattro giorni di getto, iniziati sotto un caldo sole pomeridiano. L'arrivo di alcuni acquazzoni primaverili ha poi attivato una contromisura preventiva in caso di difficoltà: per evitare strati arricchiti da acqua piovana, è stata modificata la viscosità dell'impasto impedendo l'inglobamento della pioggia, convogliata verso i lati del getto ed eliminata meccanicamente. Concluso il getto sotto l'esperta direzione di cantiere dell'Ing. Turrini, restavano da esaminare i dati sperimentali consuntivi, gli unici idonei per validare i calcoli e confermare il successo del progetto. I test hanno



rilevato temperature della piastra ovunque sotto controllo e, grazie alle modifiche per la gestione dell'acqua piovana, prestazioni meccaniche ancora più brillanti del previsto.

Organizzazione del personale e logistica

Per preparare la fornitura di un getto così importante, occorre stabilire con precisione le diverse attività da svolgere in contemporanea e definire le modalità operative: impianti e mezzi coinvolti, stoccaggi necessari e turnazione del personale.

Per decidere quali e quanti impianti far partecipare al getto abbiamo dovuto simulare la potenzialità produt-

tiva degli stessi, confrontandola con la capacità ricettiva del cantiere. Il numero di autobetoniere necessarie è stato valutato in modo da poter garantire continuità di fornitura senza incorrere in situazioni di esubero, con conseguenti inefficienze quali code in cantiere, mancanza di materiale, e conseguenti rischi di discontinuità del getto, anzi del "gettone", come è stato affettuosamente definito.

In alcuni impianti sono state eseguite manutenzioni straordinarie per velocizzare le operazioni di carico e, presso tutte le centrali interessate dal getto, erano disponibili i pezzi di ricambio più comuni. Al fine di poter intervenire sugli impianti 24 ore su

24, abbiamo predisposto squadre di manutentori, elettricisti ed informatici per tutta la durata del getto. Ci siamo quindi garantiti, con contratti e accordi su misura, la presenza di 85 mezzi a turno di lavoro, organizzando i dovuti riposi pre e post getto e la copertura delle forniture ordinarie nelle giornate non interessate dal nostro "gettone". Sono stati inoltre richiesti i permessi di transito ai cinque gestori delle reti autostradali interessate dal passaggio dei mezzi al fine di ottimizzare i tempi di percorrenza. Gli otto impianti coinvolti sono stati abbinati a coppie di due per garantire la copertura di backup in caso di fermi produttivi (rotture, incidenti o altro). Ad ogni coppia di impianti sono state assegnate le autobetoniere ne-

2.
DETTAGLIO DELL'ARMATURA
CLOSE-UP OF THE REINFORCEMENT

3. - 4.
FASI DI LAVORAZIONE
DIFFERENT WORK PHASES

cessarie per far sì che, considerando i tempi di carico, trasporto e scarico, ci fosse sempre continuità, con una migliore gestione dei permessi di circolazione e dei costi complessivi. I flussi di accesso, controllo, pompaggio, lavaggio e uscita dei mezzi dal cantiere sono stati attentamente organizzati per limitare possibili interferenze e garantire la massima continuità di getto; sono state inoltre individuate le postazioni di pompaggio, le piste di accesso, il numero minimo di pompe partecipanti con possibilità di poterle incrementare e valutato quanti mezzi di scorta sarebbero stati necessari. Una volta impostata la parte produttiva e di logistica, si è passati all'analisi delle materie prime necessarie (aggregati e filler), delle criticità legate alle attività di produzione e di stoccaggio e alla messa a punto di alcune procedure di approvvigionamento. Per gli aggregati, sono stati creati 4 siti di stoccaggio dove, nei tre mesi precedenti alla fornitura, è stato accumulato l'intero quantitativo necessario. Durante il getto, gli aggregati

sono stati spostati con pala interna, tranne che nei tre impianti esterni ai siti di stoccaggio. Questa impostazione ha permesso di ridurre i trasporti nelle giornate di getto e di diminuire le spese organizzative e derivanti dai rischi durante i trasferimenti. Poiché la capacità produttiva oraria del fornitore di filler era inferiore alla quantità oraria necessaria, abbiamo utilizzato le giornate di produzione precedenti al getto per insilare tutto il materiale necessario in tutti i sili degli impianti di Area, in alcuni altri delocalizzati in aree esterne, nella cementeria di Vernasca oltre che in molti altri sili mobili predisposti per il solo periodo dei lavori. La logistica è stata reimpostata in base ai trasporti del cemento, in modo da poter dare continuità di servizio e rispettare le ore di guida e i tempi di produzione. Il programma impostato, comprensivo dei dati relativi a provenienza, destinazione e cadenza oraria, è stato aggiornato durante i lavori dai responsabili degli approvvigionamenti ed anche modificato a seguito della minor durata del getto: 94 ore contro



le 112 ore previste inizialmente. Per gestire le varie fasi di produzione e consegna, oltre alle squadre di manutenzione tecnica, informatica e di gestione degli approvvigionamenti già citate, sono state impiegate più di 100 persone provenienti da tutta Italia: compresi un referente d'impianto (addetto al carico) e un referente di piazzale (addetto alla gestione dei fornitori) presso ogni punto di carico e un responsabile logistico, un coordinatore, uno specialista del calcestruzzo e degli addetti ai "check point" presso il cantiere.

Grazie a un'organizzazione perfetta, gli impianti hanno lavorato a pieno regime, con ridotti tempi morti, e il getto è stato completato senza avanzzi di calcestruzzo e con oltre un giorno di anticipo rispetto al tempo massimo richiesto dal Cliente.

Conclusioni

Forniture di questo genere nascono dalla stretta collaborazione tra progettisti ed esperti di materiali, e Unical ha sempre curato molto questo aspetto con i propri clienti. I rapporti richiedono grande sensibilità ed apertura verso innovazioni di processo, come, ad esempio, la posa in opera di getti massivi, che consente un aumento dell'efficienza delle operazioni di cantiere con una riduzione dei tempi e un minore impatto delle attività di costruzione sull'ambiente. Unical ha raggiunto questo obiettivo grazie all'efficace contributo di tutte le persone coinvolte - R&S, produzione, trasporto e pompaggio - ed è così riuscita in un'impresa mai realizzata prima.

Per visionare il video del getto: www.unicalcestruzzi.it/news-2019 (Unical, un getto da record)

| Principali prestazioni garantite dal calcestruzzo Main Performance Specifications guaranteed by the concrete | |
|--|---|
| Classe di resistenza C32/40 / Compressive strength class C32/40 |  |
| Classe di consistenza SF2 / Consistence class SF2 |  |
| Classe di viscosità al V-Funnel / V-Funnel viscosity class |  |
| Slump flow mantenuto per > 120 minuti / Slump flow maintained for > 120 minutes |  |
| Stato fresco mantenuto per > 12 ore / Fresh state maintained for > 12 hours |  |
| Delta termico adiabatico < 40°C / Adiabatic temperature rise < 40°C |  |
| Penetrazione d'acqua in pressione < 20 mm / Water penetration under pressure < 20 mm |  |
| Modulo elastico finale ≈ 35 GPa / Final modulus of elasticity ≈ 35 GPa |  |
| Ritiro igrometrico standard < 400 µm/m / Standard hygrometric shrinkage < 400 µm/m |  |
| Assenza di segregazione / Absence of segregation |  |
| Assenza di bleeding superficiale / Absence of bleeding |  |
| Carbon footprint moderato rispetto a prodotto ordinario / Moderate carbon footprint compared with a standard product |  |
| Curve di sviluppo termomeccanico programmate / Planned thermo-mechanical development curves |  |
| Cemento pozzolanico prodotto ad hoc per il getto / Pozzolanic cement produced ad hoc for the pouring |  |
| Sistema H2NO di progettazione e produzione / H2NO system applied to design and production |  |

May 27, 2019 saw the completion of the largest non-stop pour of concrete ever undertaken by a producer: a mega, 33,000 cubic meter foundation slab built by Unical in less than four days. Once we got over our excitement from achieving this world record, many of us started to wonder about what led us to take on this task that was so outside of our standard construction parameters. So, let's start from the beginning. The project we are talking about was for the new Galeazzi hospital building in Milan, a center of excellence in orthopedic research and care. When complete, the 16-story building will be over 90 meters tall. Its foundation, a massive 190 x 50 x 3.5 meter slab that the designers from the Studio Binini Partners thought should be cast as a monolith. The Studio team was aware that other foundations of over 10,000 m³ of concrete had previously been cast in a single pour in Italy and they wanted to do the same with the Galeazzi project. Since these previous foundations had all been cast by Unical (San Paolo Intesa Tower and the Allianz Tower in Turin), in the spring of 2018 Binini asked our opinion on the feasibility of casting the foundation for this project using a concrete that has all the necessary properties to obtain a truly monolithic structure. After immediately responding in the affirmative, and without missing a beat, we set about laying the groundwork for this record pour well in advance. Months later, the construction firm Edile Engineering awarded the contract for the structural analysis of the slab to Studio Sintecna who, together with Prof. Mancini and Ing. Bertagnoli, used a sophisticated mathematical model to calculate the internal stresses of the structure and estimate the risk of cracking. But, to do this, they had to know the sequential development of all the performance characteristics of the concrete: strength, temperature, modulus, shrinkage, creep and rheology. If the producer could control and guarantee all the properties of its concrete, reinforcement could be optimized and the structure could be truly monumental with the added result of saving large quantities of steel. In early 2019 Unical won the bid to supply the concrete. Our experience in large, low-heat concrete castings was certainly key, but the primary deciding factor was our willingness to serve as an active partner in the project, proposing technical construction solutions in those situations where the concrete was the lead player. To carry out this role, we had to painstakingly analyze

each and every factor that could cause discontinuities in the slab, such as thermal cracking, shrinkage, segregation, bleeding, loss of fluidity, interruption of the pour, and even unexpected weather. So, we defined the challenge as follows: develop a very special concrete, with impressive mechanical performance calibrated over time, but also with low heat of hydration and extreme fluidity so that it could be poured without compaction. The mix design and mechanical, thermal and rheological tests were led by Leonardo Euzor and performed by Unical's R&D Laboratory in Settimello. For the casting, we chose an ad hoc pozzolanic fly ash cement from Buzzi Unicem's Vernasca and Trino plants. In addition to the best quality alluvial aggregates available in the Milan area, from the San Vittore Olona quarry owned by Monvil Beton, we also used a good micronized limestone filler and several latest-generation admixtures, specifically developed for us by Mapei. Once we had defined the basic product specifications, the fierce Unical Technology Department in Lombardy, managed by Andrea Faccini, prepared the special concrete in all the plants involved in the project – a complex and particularly demanding task because this step was all concentrated into the last few days before the actual pour. In order to maximize hourly productivity, we chose a very fast loading system that mixed the product while it was being transported, which we dubbed "load & go". The final touches to the mixes were performed at two check points located at the construction site. Unical Technology Department specialists from all over Italy checked the rheological properties of every load, adju-

sting them, if necessary, by adding small amounts of water and distinct admixtures. The pour commenced under a hot afternoon sun and the production and control systems worked perfectly during all four days. A few spring showers triggered a countermeasure we had devised in case we ran into such problems. We modified the viscosity of the mix to prevent the rainwater from becoming incorporated into the concrete, and transferred it to the sides of the casting where it was mechanically removed. Once the pour was completed, under the expert supervision of Ing. Turrini, all that remained was to review the final test data, truly the only data suitable for validating the calculations and confirming the success of the project. The tests showed that the temperature everywhere on the slab was under control and, thanks to the modifications we made to handle the rainwater, the mechanical performance results were even better than expected.

Organizing the Staff and Logistics

Preparing to supply concrete for such a large pour involved determining exactly which of the various activities needed to be performed simultaneously and defining the operational methods; i.e. plants and means of transport involved, the storage required and staff rotation. To determine which and how many plants would participate in the pour, we had to simulate

5. FINITURA DEL PRODOTTO FINISHING OF THE PRODUCT



their productive potential and compare it against the receiving capacity of the construction site. We assessed the number of concrete mixer trucks we would need to ensure that deliveries were uninterrupted but without incurring redundancies, which would result in inefficiencies such as lines developing at the construction site, lack of materials, and thus the risk of interrupting the pour, or rather the “gettone” (giant pour) as we started to affectionately call it. Special maintenance was performed at some plants to speed up the loading operations, and the most common spare parts were available at all the batching plants involved with the pour. In order to carry out potential interventions at the batching plants 24 hours a day, teams of maintenance technicians, electricians and IT personnel were available throughout the entire pour. Thanks to custom contracts and agreements specifically stipulated for this project, we could count on 85 vehicles available per shift and organize the mandatory rest periods before and after the pour, without interrupting the regular deliveries on the days that were not involved in our “giant pour”. In order to optimize travel times we also obtained transit permits from the five highway system operators responsible for the roads where our vehicles had to pass. The eight plants involved were set up in pairs of two to ensure backup coverage in the event of production stoppages due to breakdowns, accidents, or other reasons. Taking into account the loading, transport and unloading times, each pair of plants were assigned the necessary number of concrete mixer trucks to ensure continuity of delivery, better use of the transit permits and better management of overall costs. The flow of vehicles entering the site, undergoing inspection, pumping, washing and exiting was carefully scheduled to minimize potential interference and to maximize the continuity of the pour. We also determined the pumping stations, the access roads, the minimum number of active pumps, with the ability to increase them if necessary, and assessed how many spare vehicles we would need. Once we had established the production and logistics aspects, we then set about analyzing the raw materials required (aggregates and fillers), the critical issues related to the production and storage operations, and fine-tuned some supply procedures. We set up four storage sites for the aggregates, accumulating the entire amount needed three months before the deliveries to the site started. During the pour, the aggrega-

tes were moved with an internal loader to all except three plants outside the storage sites. This system allowed us to reduce transport during the days of the pour and reduce organizational expenses that could result from potential risks during these transfers. Since the hourly production capacity of the filler supplier was lower than the hourly quantity required, we used the production days before the pour to store all the material needed within the area silos, at the Vernasca cement plant, as well as in the many mobile silos set up just for the work period and several silos located outside of the area. The logistics were reworked based on the transport of the cement to ensure continuity of service and adhere to the driving hours and production times. The schedule, including the data regarding the origin, destination and hourly frequency, was updated during the operation by the supplying technicians and was modified to match the shorter duration of the pour: 94 hours versus the 112 hours initially forecast. In addition to the maintenance, IT and supply teams mentioned above, we deployed over 100 people from all over Italy to manage the various production and delivery stages. This included a Batch Plant Technician responsible for the loading operations and a Loading Area Technician, present at each loading point, responsible for managing the suppliers, along with, a Logistics Manager, a Coordinator, a Concrete Expert and some Technicians at the construction site check points. Thanks

to this impeccable organization, the plants worked at full capacity with reduced down times, and the pour was completed without overages of concrete and more than a day earlier than the deadline specified by the Customer.

Conclusions

Being able to accomplish projects of this magnitude is the result of close collaboration between designers and materials experts. Unical has always nurtured this relationship with its customers. These interactions require a great deal of awareness and openness to process innovations, such as when setting up massive pours, which allows us to improve the efficiency of construction site operations by reducing timelines and environmental impact. Unical was able to achieve this goal as a result of the significant support from everyone involved, including R&D, Production, Transport and Pumping, and we were able to accomplish an undertaking mission never before attempted.

To see the video of the pour: www.unicalcestruzzi.it/news-2019 (A record pour for Unical)

6. PARTE DELLA SQUADRA UNICAL FESTEGGIA ALLA FINE DEL GETTO
SOME OF THE UNICAL TEAM CHEERING AT THE END OF THE POUR

