

Marco Borroni  
Buzzi

# Hinfra, the journey has begun

## Hinfra, a jornada começou

WITHIN A SHORT SPACE OF TIME, HINFRA, THE START-UP OWNED BY BUZZI, HAS GONE FROM A CONCEPT FOR AN INNOVATIVE APPROACH TO THE CONSTRUCTION OF MAJOR WORKS TO THE FIRST APPLICATION ON AN ACTUAL CONSTRUCTION SITE REPAIRING THREE SECTIONS OF A TUNNEL.

*EM POUCO TEMPO, A HINFRA, START-UP DA BUZZI, DEIXOU DE SER UM CONCEITO DE ABORDAGEM INOVADORA DA CONSTRUÇÃO DE GRANDES OBRAS E TEVE SUA PRIMEIRA APLICAÇÃO EM UM CANTEIRO DE OBRAS REAL, REPARANDO TRÊS SEÇÕES DE UM TÚNEL.*

As introduced in Portland no. 84 in April 2022, Hinfra is a technology hub for large, civil engineering construction projects. Taking advantage of industrial and technical support from Buzzi, the goal of this dynamic start-up is to implement innovative technologies based on green “digital concrete” that is mindful of sustainability.

Back then it was just a concept, an idea that had yet to be developed, a testing of the waters to determine its validity and feasibility. But less than two years later, we have now built our first actual tunnel.



1. THE FIRST PROTOTYPE BUILT IN THE TEST LAB AT THE BUZZI UNICEM PLANT IN TRINO (VC)  
*PRIMEIRO PROTÓTIPO CONSTRUÍDO NO LABORATÓRIO DE TESTES DA USINA BUZZI UNICEM EM TRINO (VC)*

But first things first: all the issues that we have faced and the challenges in supporting an innovative method that inevitably clashes with well-established practices and the typical resistance to change have been nothing short of noteworthy.

The material was developed with two main objectives in mind: maintaining its workability (very precisely controlled to between one to two hours to allow for preparation, transport and installation), and very rapid strength development (so that the formwork can be removed to allow construction to continue). This phase has been reduced to about two hours, depending on the ambient temperature. An important factor is that the material is self-supporting, i.e., it maintains its shape after the formwork has been removed, including during the very early stages of strength development. As the concrete was being developed so was the cement, a version of which was developed specifically for Hinfra based on the special SL05 binder produced by the Trino plant.

Reinforced with metallic fibers and with a hardening performance that confers ductility to the structures, this concrete can therefore wholly or partly replace steel reinforcements. The metallic fiber matrix also confers excellent fire resistance performance. Although they have been produced for a while now, structural fiber-reinforced concretes have only just been included in calculation standards and, in Italy, they are subject to ministerial authorization before they can be used – a lengthy, complex process that was pioneered by Hinfra in the field of ready-mix concrete. The experience we have gained will also prove useful for obtaining similar authorizations for Unical's product line. As the product was being developed, we also began the search for our first application. We conducted a series of demonstrations in our full-scale



2



3

2. THE "COLLE" TUNNEL ON THE A1 HIGHWAY NEAR FLORENCE  
O TÚNEL "COLLE" NA AUTOESTRADA A1, PERTO DE FLORENÇA
3. FIRE RESISTANCE TESTS  
TESTES DE RESISTÊNCIA AO FOGO

test field, and invited designers and engineers from construction firms and operators of the Italian highway system, which has plenty of tunnels that are in urgent need of repair. We successfully won a contract with the Autostrade per l'Italia group to repair three tunnels on Italy's main A1 highway in Barberino del Mugello,

near Florence. For this job, we decided to experiment with a "hybrid" method using Hinfra concrete but installed with conventional formwork instead of the extrusion formwork from our ETLR (Extruded Tunnel Lining Regeneration) system. In this case, only a small part of the existing cap is demolished using traditional methods,

and then a new one built that will ensure the necessary structural and durability performance.

The use of fiber-reinforced concretes and elimination of traditional reinforcements required an important change in the approach to design, with the calculation criteria and structural testing established by the new Eurocodes but which were still scarcely applied. To support the designers, Hinfra brought its collaborations with the Polytechnics of Turin and Milan which validated the design solutions and facilitated their approval by the Ministry of Infrastructure, the end customer of the works. And all along, the concrete mixture was still being fine-tuned and installation and performance testing in the hardened state was being conducted. To provide further scientific support, tunnel rings produced by us were tested at the Joint Research Centre's laboratory (the research center of the European Commission). These tests involved simulating various load conditions until they reached breaking point to verify their ductility performance. Besides confirming the performance of the material, the tests also confirmed the calculation assumptions and numerical simula-

tions conducted at the project level, reassuring designers in the performance of the works.

The tunnels are located near the Unical plant in Settimello, which is itself situated within the Settimello cement plant. This has greatly simplified the supply logistics since the material can be produced by the plant, we can rely on the quality standards of our company, the existence of an operational laboratory and the availability of transporters that have already been certified.

This allowed us to focus more on specific construction site issues, such as stress-testing the formwork and pumping methods, preparing the equipment washing areas, the material qualification and acceptance procedures, and informing all the workers about the concrete application methods. Indeed, Hinfra assumed responsibility for authorizing the removal of the formwork as quickly as possible to speed up the construction work.

Compared to the usual method of pouring a cap (six meters long) every four days, we are doing one or two pourings a day, reducing construction time to less than a quarter! And we plan to halve these times yet again at

the next construction sites by using our extrusion formwork.

Perhaps not so surprisingly, the easiest part of the process was the commercial negotiations. We did not encounter any problems with our reasonable asking price, especially since our solution provides great customer value.

The keys to success are the combination of several factors, namely an innovative idea, the enthusiasm of our people, the flexibility of a start-up, and the support of a large organization, which provided know-how, equipment, contacts and a good reputation to ensure stability and reliability in transitioning from idea to reality on an industrial scale.

4. TEST FIELD: CAPS FROM WHICH CYLINDRICAL SPECIMENS WERE TAKEN  
CAMPO DE TESTE: COBERTURAS DE ONDE FORAM RETIRADAS AMOSTRAS CILÍNDRICAS



Conforme apresentado na Portland nº 84 em abril de 2022, a Hinfra é um centro de tecnologia para grandes projetos de construção de engenharia civil. Aproveitando o apoio industrial e técnico da Buzzi, o objetivo desta start-up dinâmica é implementar tecnologias inovadoras ancoradas em „concreto digital“ verde que tenham a sustentabilidade em mente. Naquela época, era apenas um conceito, uma ideia que ainda não havia sido desenvolvida, um sondagem para determinar sua validade e viabilidade. Porém, menos de dois anos depois, construímos agora o nosso primeiro túnel de verdade. Mas primeiro de tudo: os problemas que enfrentamos e os desafios de apoiar um método inovador e que inevitavelmente colide com práticas bem estabelecidas, além da resistência típica à mudança, têm sido nada menos do que dignos de nota. O material foi desenvolvido com dois objetivos principais: manter sua trabalhabilidade controlada com muita precisão entre uma e duas horas, a fim de permitir preparação, transporte e instalação; e resistência com desenvolvimento muito rápido, para que a forma possa ser removida e a construção possa, assim, continuar). Esta fase foi reduzida para aproximadamente duas horas, dependendo da temperatura ambiente. Um fator importante é que o material é autossustentável, ou seja, mantém seu formato após a remoção da fôrma, inclusive durante os estágios iniciais do desenvolvimento da resistência. Conforme o concreto estava sendo desenvolvido, o mesmo aconteceu com o cimento, cuja versão foi elaborada especificamente para a Hinfra com base no aglutinante especial SL05 produzido pela fábrica de Trino. Reforçado com fibras metálicas e com um desempenho de endurecimento que confere ductilidade às estruturas, este concreto pode, portanto, substituir total ou parcialmente as armaduras de aço. A matriz de fibra metálica também confere excelente desempenho de resistência ao fogo. Embora tenham sido produzidos há algum tempo, os concretos estruturais reforçados com fibras acabaram de ser incluídos nos padrões de cálculo e, na Itália, estão

sujeitos a autorização ministerial antes de poderem ser usados, um processo longo e complexo em que a Hinfra foi pioneira no campo do concreto pronto. A experiência que adquirimos também será útil na obtenção de autorizações semelhantes para a linha de produtos da Unical. Conforme o produto foi sendo desenvolvido, também iniciamos a busca pela nossa primeira aplicação. Fizemos uma série de demonstrações em nosso campo de testes em grande escala e convidamos designers e engenheiros de empresas de construção e operadores do sistema rodoviário italiano, que tem muitos túneis precisando de reparos urgentes.

Conseguimos com sucesso um contrato com o grupo Autostrade per l'Italia para reparar três túneis na rodovia A1 principal da Itália, em Barberino del Mugello, perto de Florença. Para isso, decidimos experimentar um método „híbrido“ com concreto Hinfra, mas instalado com cofragem convencional em vez da cofragem de extrusão do nosso sistema ETLR (Extruded Tunnel Lining Regeneration). Nesse caso, apenas uma pequena parte da cobertura existente é demolida por métodos tradicionais e, em seguida, uma nova cobertura é construída, garantindo o necessário desempenho estrutural e de durabilidade.



5



6

5. FULL-SCALE COMPONENT TESTING AT THE JRC LAB IN ISPRA

TESTE DE COMPONENTES EM GRANDE ESCALA NO LABORATÓRIO JRC EM ISPRA

6. STRESS-TESTING THE FORMWORK

TESTE DE ESFORÇO DA FÔRMA



7

O uso de concretos reforçados com fibras e a eliminação de armaduras tradicionais exigiram uma mudança importante na abordagem do projeto, com os critérios de cálculo e testes estruturais estabelecidos pelos novos Eurocodes, mas que ainda eram pouco aplicados. Para apoiar os projetistas, a Hinfra contou com colaborações dos Politécnicos de Turim e Milão, que validaram as soluções de design e facilitaram a aprovação pelo Ministério da Infraestrutura, o cliente final das obras. E o tempo todo, a mistura de concreto ainda estava sendo refinada e testes de instalação e desempenho no estado endurecido estavam sendo conduzidos.

Para oferecer mais apoio científico, os anéis de túnel produzidos por nós foram testados no laboratório do Joint Research Centre (o centro de pesquisas da Comissão Europeia). Esses testes envolveram a simulação de várias condições de carga, até que atingissem o ponto de ruptura o verificássemos o desempenho de ductilidade. Além de confirmar o desempenho do material, os testes também confirmaram os pressupostos de cálculo e as simulações numéricas de projeto, tranquilizando os projetistas na implementação das obras.

Os túneis estão perto da fábrica da Unical em Settimello, que fica dentro da fábrica de cimento de Settimello. Isso simplificou muito a logística de abastecimento, pois uma vez que o material pode ser produzido pela usina, podemos confiar nos padrões de qualidade da nossa empresa, na existência de um laboratório operacional e na disponibilidade de transportadores já certificados.

Isso permitiu que nos concentrássemos mais em questões específicas do canteiro de obras, como o teste de esforço dos métodos de cofragem e bombeamento, a preparação das áreas de lavagem de equipamentos, os procedimentos de qualificação e aceitação de materiais e a informação de todos os trabalhadores sobre os métodos de aplicação de concreto. Com efeito, a Hinfra assumiu a responsabilidade de autorizar a retirada das fôrmas o mais rápido possível para agilizar as obras. Em comparação com o método usual de derramar uma cobertura (seis metros de comprimento) a cada quatro dias, estamos fazendo uma ou duas derramas por dia, reduzindo o tempo de construção para menos de um quarto! E pretendemos reduzir pela metade esses tempos mais uma vez

nos próximos canteiros de obras, usando nossa cofragem de extrusão. Sem surpresa, a parte mais fácil do processo foram as negociações comerciais. Não encontramos nenhum problema com nosso preço de venda, que é razoável, especialmente porque nossa solução oferece um ótimo valor ao cliente.

A chave para o sucesso é a combinação de vários fatores, notadamente uma ideia inovadora, o entusiasmo das nossas pessoas, a flexibilidade de uma start-up e o apoio de uma grande organização, que ofereceu know-how, equipamentos, contatos e uma boa reputação para garantir estabilidade e confiabilidade na transição de uma ideia para a realidade em escala industrial.