



tecnologie & prodotti / products & technologies

ITALIA / ITALY

Federica Bertola
Buzzi Unicem S.p.A.

Soluzione innovativa per i solai

Innovative solution for concrete slabs

IN COLLABORAZIONE CON I DIVERSI PARTNER DEL PROGETTO SMARTCONCRETE, BUZZI UNICEM HA PARTECIPATO ALLA MESSA A PUNTO DI UNA SOLUZIONE INNOVATIVA PER LA REALIZZAZIONE DI SOLAI, PIÙ RAPIDA E DI MINOR IMPATTO AMBIENTALE.

TOGETHER WITH THE VARIOUS PARTNERS IN THE SMARTCONCRETE PROJECT, BUZZI UNICEM CONTRIBUTED TO THE DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE SOLUTION FOR CONSTRUCTING CONCRETE SLABS MORE QUICKLY AND WITH LOWER ENVIRONMENTAL IMPACT THAN IN THE TRADITIONAL WAY.

I solai sono di solito in calcestruzzo o calcestruzzo e laterizio. In entrambi i casi la realizzazione prevede: il posizionamento dei puntelli e della cassetta (struttura provvisoria), la preparazione del solaio tramite posa dei ferri di armatura e di eventuali pignatte sul cassero in legno, il getto del calcestruzzo che riempie lo spazio tra le pignatte e annega il ferro armante e infine la rimozione della cassetta a conclusione della fase di maturazione del calcestruzzo. Il metodo presenta però dei limiti in termini di efficienza realizzativa. La fase di montaggio e rimozione della struttura provvisoria richiede infatti tempi lunghi e può comportare dei rischi. È difficile standardizzare i componenti ed i processi costruttivi, come anche garantire flessibilità di personalizzazioni dopo la realizzazione. Nel sistema costruttivo tradizionale, la realizzazione degli isolamenti e degli impianti viene effettuata in un secondo tempo, sovrapponendo uno strato superiore e/o inferiore al solaio, con un minore sfruttamento dello spazio e il possibile indebolimento della struttura portante per l'ancoraggio e l'alloggiamento degli strati successivi. Anche il risultato finale, in termini di efficienza energetica, non risponde sempre alle aspettative.

Il progetto SmartConcrete

Con il Progetto SmartConcrete, finanziato dalla Regione Piemonte nell'ambito del Programma Operativo Regionale FESR 2007/2013 "I Poli di

Innovazione", si è potuta sperimentare una nuova tecnologia per la realizzazione dei solai. Rispetto alla pratica tradizionale, gli obiettivi erano:

- velocizzare e ridurre i costi delle operazioni in cantiere;
- alleggerire la struttura;
- risparmiare parte dei ferri d'armatura;
- ottimizzare le finiture e gli impianti;
- ottenere un risultato ottimale in termini di efficienza energetica.

Il progetto è stato sviluppato realizzando dei casseri innovativi impilabili (più facilmente trasportabili) ed autoportanti costruiti in materiale plastico da annegare nel getto in calcestruzzo. Il sistema di isolamento termico e gli impianti possono essere installati successivamente alla posa del solaio senza necessità di interventi addizionali, grazie alle predisposizioni nei casseri per il loro montaggio. Si ottiene così una maggior integrazione con la parte strutturale e un miglioramento delle performance termiche.

Il progetto consente inoltre di utilizzare materiali plastici da riciclo, di impiegare una minor quantità di ferri d'armatura, di ridurre notevolmente il quantitativo di legno per la cassetta e di migliorare le prestazioni termiche. I partner del progetto erano: VASS Technologies (coordinatore del progetto); Buzzi Unicem (formulazione in calcestruzzo per il solaio sperimentale); ECNP (design e realizzazione dei casseri); Studio Durbano (progettazione strutturale); Giacomini (impianto di

condizionamento modulare integrato) e Impresa edile Cavallo (posa di cantiere).

Realizzazione del solaio sperimentale

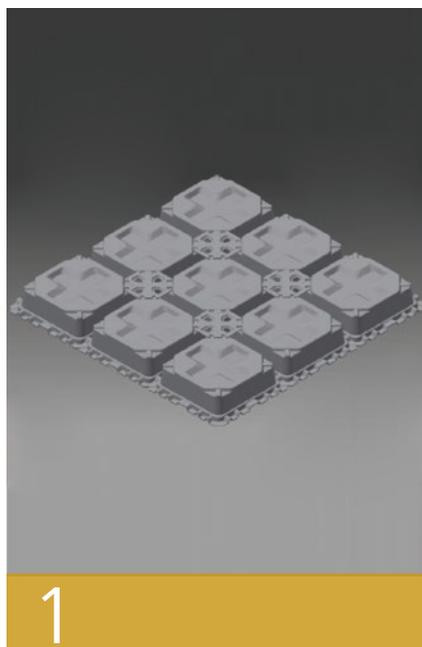
Dopo aver raccolto tutti i risultati delle attività dei diversi partner, presso il laboratorio Ricerca & Sviluppo di Trino è stato realizzato un solaio sperimentale, per verificare in scala reale le prestazioni dei casseri in fase di montaggio e il comportamento sotto carico dell'intera struttura a maturazione del calcestruzzo avvenuta. I casseri di dimensioni 74x74 cm sono stati progettati in modo da essere autoportanti a moduli di 3x3 elementi mediante l'uso di un sistema di rivetti e piastre (Foto 1 e 2). Di conseguenza, il sistema di puntelli per la struttura provvisoria può essere limitato alla cassetta delle travi perimetrali e ad un unico elemento di sostegno ogni modulo 3x3. Il prototipo, montato su 12 cubi in calcestruzzo, è stato progettato in due distinti solai: il primo, di dimensioni maggiori, costituito da moduli 9x9 casseri e il secondo da moduli

1. SISTEMA 3X3 DI CASSERI PLASTICI AUTOPORTANTI SMARTCONCRETE

SMARTCONCRETE SYSTEM OF SELF-SUPPORTING, PLASTIC 3X3 BLOCKS MODULES

2. MONTAGGIO DEI MODULI DEI CASSERI PLASTICI SMARTCONCRETE CON RIVETTI E PIASTRE

ASSEMBLING THE SMARTCONCRETE PLASTIC BLOCK MODULES WITH PLATES AND RIVETS



1



2

5

3. POSA DELLE ARMATURE DELLE TRAVI E DEL SOLAIO TRA I MODULI SMARTCONCRETEE
INSTALLING THE BEAM AND SLAB REINFORCEMENTS BETWEEN THE SMARTCONCRETE MODULES
4. GETTO IN CALCESTRUZZO FIBRORINFORZATO RCK 30
CASTING THE RCK 30 FIBER-REINFORCED CONCRETE
5. INTRADOSSO DEL SOLAIO DI DIMENSIONI MINORI CON SISTEMA INTEGRATO DI RISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO MESSO A PUNTO DA GIACOMINI
THE UNDERSIDE OF THE SMALLER SLAB, WITH THE BUILT-IN HVAC SYSTEM DEVELOPED BY GIACOMINI

3x9 casseri. Il montaggio dei moduli 3x3 casseri è stato effettuato a terra. I casseri sono poi stati sollevati a mano da due operatori ed appoggiati alla struttura provvisoria. Durante la fase successiva sono stati disposti i ferri di armatura del solaio nelle scanalature tra i casseri al di sotto delle piastre, collegandoli poi all'armatura delle travi perimetrali (Foto 3). Il solaio è stato completato con il getto delle travi perimetrali e di consolidamento dei casseri con un calcestruzzo Rck 30 in S4 fibrorinforzato con fibra metallica strutturale gettato con betonpomba e vibrato (Foto 4). Dopo 28 giorni di maturazione del calcestruzzo il solaio di dimensioni maggiori è stato sottoposto a cicli di carico e scarico (Tabella), utilizzando dei bancali di cemento come pesi. I dati relativi alla deformazione del solaio sono stati acquisiti tramite estensimetri. Il massimo abbassamento elastico sotto carico di progetto al netto degli assestamenti è stato misurato al centro del solaio ed è pari a circa 14,3 mm, mentre le deformazioni residue alla fine dei cicli di carico sono di circa 0-1 mm. Il solaio di dimensioni inferiori è servito per simulare il montaggio dei pannelli modulari in cartongesso di rifinitura dell'intradosso in cui è stato inserito l'impianto di riscaldamento/raffrescamento (Foto 5). La realizzazione del prototipo ha permesso di esplorare le modalità operative più idonee al montaggio di questo tipo di solaio e di ottimizzare alcuni aspetti trascurati nella progettazione quali, ad esempio, la forma dei casseri, la reologia del calcestruzzo e la scelta dei rivetti. Lo sviluppo del progetto SmartConcrete dimostra che c'è spazio per soluzioni costruttive innovative e rispettose dell'ambiente.



Slabs are usually made of concrete or concrete and hollow bricks. In both cases the construction requires: assembling the supports and the formworks (temporary structures), laying the reinforcement steel on the slab and hollow core blocks on the wooden formwork, casting the concrete to fill the space between the blocks and to submerge the reinforcement steel, and lastly removing the formwork after the concrete has cured.

This is not a particularly efficient method, however. It takes a long time to assemble and remove the temporary structure, and it is also risky.

Moreover, the subsequent activities at the construction site are not considered. It is difficult to standardize the components and the construction processes, as well as ensure that the slab can be customized once it has been built.

The conventional method entails installing the insulation and systems later by placing another layer either above or below the slab, which means that there is less usable space and installing and attaching the layer may weaken the load bearing structure. Energy efficiency may also be compromised.

The SmartConcrete project

Funded by the Piedmont Region as part of the European Regional Development Fund 2007/2013 "Innovation Cluster", the SmartConcrete project involved testing a new technology for building slabs. Compared to conventional practices, the goals were to:

- Speed up operations on-site and reduce costs;
- Lighten the structure;
- Reduce the amount of reinforcement steel used;
- Optimize the finishes and systems;
- Optimize the energy efficiency.

The project consisted of developing innovative, self-supporting and stackable (more easily transportable) hollow core blocks made of plastic that are submerged by the casted concrete.

Thermal insulation and systems can be installed without further intervention after the slab was realized, thanks to the spaces already foreseen in the blocks for their assembly.

This allows for better integration with the structure and a better insulation perfor-

mance. We were also able to use recycled plastic materials and less reinforced steel, to significantly reduce the amount of wood used for the formwork, and to improve insulation performance. The partners in the project were VASS Technologies (project coordinator); Buzzi Unicem (concrete design-mix for the experimental slab); ECNP (design and realization of the plastic blocks); Studio Durbano (structural design); Giacomini [built-in modular HVAC system (HVAC – heating, ventilation and air condition systems)] and Impresa edile Cavallo (construction site setup).

Making the experimental slab

Thanks to the activities performed by the different partners, a full-scale experimental slab was realized by the R&D group in the Buzzi Unicem plant in Trino.

The performance of the innovative blocks during the assembly phase and the slab behavior under the full load of the structure once the concrete had cured were tested. The 74x74 cm blocks were joined into 3x3 self-supporting modules by a system of plates and rivets (Photos 1 and 2) and as a result, we were able to limit the temporary structure supports to the perimetric beam formworks alone and to a single support for each 3x3 module.

The prototype was mounted onto 12 concrete cubes and was divided into two distinct slabs, namely a large slab consisting of 9x9 block modules, and a smaller one of 3x9 block modules. The 3x3 block modules were assembled on the ground and then manually lifted by two opera-

tors onto the temporary structure. The reinforcement steel was then laid between the blocks and below the plates and then connected to the perimetric beams (Photo 3). The slab was completed by casting the perimetric beams and consolidating the blocks using an Rck 30 concrete in S4 reinforced with structural metal fibers. The material was poured by a concrete pump and vibrated (Photo 4). After the concrete had cured for 28 days, the larger slab was subjected to loading and unloading cycles using cement pallets as weight (Table).

The deformations in the slab were measured by extensometers. The greatest reduction of elasticity under the pre-specified load, net of adjustments, was found at the center of the slab measuring approximately 14.3 mm, while the residual deformations at the end of the load cycles were approximately 0-1 mm.

The smaller slab was used to simulate the installation of drywall panels to finish off the underside where the HVAC system was installed (Photo 5).

The prototype allowed us to explore the most suitable methods for assembling this type of slab and to optimize a few aspects that had been neglected during the design phase, such as the shape of the blocks, the concrete rheology and the type of rivets.

Moreover, the performance features determined during the structural design were validated by means of loading tests.

The SmartConcrete project demonstrates that there is still room for innovative construction solutions that have less impact on the environment.

Cicli di carico a cui è stato sottoposto il prototipo Loading cycles of the prototype

	Carico / Loading	Scarico / Unloading
Ciclo 1 Cycle 1	400 kg/m ²	immediato dopo acquisizione dati immediately after obtaining the data
Ciclo 2 Cycle 2	400 kg/m ² + 200 kg/m ²	immediato dopo acquisizione dati immediately after obtaining the data
Ciclo 3 Cycle 3	400 kg/m ² + 200 kg/m ²	dopo un mese per la misura delle deformazioni residue one month later to measure the residual deformations
Ciclo 4 Cycle 4	400 kg/m ² + 200 kg/m ²	immediato dopo acquisizione dati immediately after obtaining the data