

Federica Bertola  
Buzzi Unicem S.p.A.

## Il Progetto SEACON per un calcestruzzo sostenibile

### The SEACON Project to develop a Sustainable Concrete

**BUZZI UNICEM COLLABORA AL PROGETTO SEACON, FINANZIATO DA UN PROGRAMMA DI RICERCA EUROPEO, PER METTERE A PUNTO CALCESTRUZZI ECONOMICI, DUREVOLI E SOSTENIBILI, UTILIZZANDO ACQUA DI MARE, LEGANTI E AGGREGATI CONTAMINATI DA CLORURI, IN COMBINAZIONE CON BARRE DI ARMATURA NON CORRODIBILI.**

**BUZZI UNICEM IS COLLABORATING WITH THE SEACON PROJECT, FUNDED BY A EUROPEAN RESEARCH PROGRAM, TO DEVELOP INEXPENSIVE, DURABLE AND SUSTAINABLE CONCRETES USING SEAWATER, CHLORIDE-CONTAMINATED BINDERS AND AGGREGATES IN COMBINATION WITH NON-CORROSIVE REINFORCEMENT.**

Secondo la World Meteorological Organization, entro il 2025, mancherà l'acqua potabile a più della metà della popolazione mondiale.

L'industria delle costruzioni usa diversi miliardi di tonnellate di acqua dolce per lavare gli aggregati e miscelare e stagionare il calcestruzzo. È necessario quindi cercare di ridurre fin d'ora la quantità di acqua dolce utilizzata, intervenendo anche sugli altri suoi due componenti di base: gli aggregati e il cemento.

La sabbia dragata e gli aggregati da calcestruzzo riciclato (RCA), anche quando contaminati da cloruri dopo anni di esposizione, possono essere una valida alternativa all'aggregato tradizionale. Essi sono disponibili, economici e facili da estrarre con un ridotto impatto sull'ambiente.

Inoltre, alzando le soglie del contenuto di cloruri nel cemento, si possono ottenere importanti risultati anche a livello di produttività ed efficienza. I vantaggi includono la possibilità di utilizzare rifiuti solidi con maggior contenuto di cloruri come combustibili e di impiegare sottoprodotti della produzione del clinker, ora smaltiti in discarica come rifiuti.



LOGO DEL PROGETTO SEACON  
SEACON PROJECT LOGO

## Il GFRP come rinforzo non corrosivo

Nella maggior parte dei casi, l'uso di acqua di mare e di aggregati contaminati da cloruri nella realizzazione di armature in acciaio è proibito da norme e regolamentazioni internazionali a causa del rischio di corrosione. L'impiego di barre di armatura non corrosive, ottenute con polimeri fibrorinforzati con fibre di vetro (GFRP), può rappresentare una valida alternativa alle armature tradizionali. I rinforzi non-metallici possono essere utilizzati in ambienti ad alta concentrazione di cloruri, sono duraturi e garantiscono le necessarie prestazioni meccaniche ad un costo inferiore rispetto all'acciaio inossidabile. La crescente richiesta di strutture resilienti, sostenibili e durevoli ha portato a una forte espansione del mercato del rinforzo non-metallico, grazie anche a un serio supporto normativo a livello internazionale.

## Il progetto SEACON

Il 1° Ottobre 2015, un consorzio internazionale di diversi partner industriali e istituzioni accademiche, guidato dall'Università di Miami, ha avviato un progetto di ricerca della durata di due anni e mezzo. Il progetto dal titolo "Sustainable concrete using seawater, salt-contaminated aggregates, and non-corrosive reinforcement", o SEACON, è stato finanziato dal programma di ricerca europeo "Infravation".

SEACON ha l'obiettivo di favorire l'industria del calcestruzzo mettendo a punto un prodotto più economico, durevole e sostenibile. Lo scopo è quello di ridurre l'uso di risorse naturali, sostituendole con alternative contaminate da cloruri, in combinazione con armature non soggette a corrosione. Questo nuovo approccio estenderebbe la longevità e la durabilità degli elementi anche in condizioni ambientali aggressive.

I tre obiettivi di questo programma di ricerca sono:

- confermare, attraverso prove sperimentali, che la presenza dei cloruri non è dannosa per le proprietà del calcestruzzo (reologia, prestazioni meccaniche e durabilità);
- verificare, attraverso indagini di laboratorio, l'adeguatezza di rinforzi alternativi all'acciaio tradizionale



1

(black steel), quali per esempio GFRP e barre in acciaio inossidabile; dimostrare il successo di questa tecnologia tramite la costruzione di due prototipi in vera grandezza; ed eventualmente redigere manuali d'uso o linee guida da adottare sia a livello nazionale che internazionale;

- verificare l'impatto e i costi dell'implementazione di SEACON.

## Risultati preliminari

Il progetto prevede una fase di sperimentazione in laboratorio e la realizzazione di dimostratori in scala reale. Alla fine del 2016 è stato realizzato un primo prototipo nell'impianto della società Pavimental a Pontenure in provincia di Piacenza. Il dimostratore, che in questo caso consiste in un canale per il deflusso delle acque

provenienti dall'adiacente autostrada, consentirà di verificare l'effetto che i cloruri, sia presenti nel manufatto che derivanti dall'utilizzo di sali disgelanti sulla pavimentazione, hanno sui diversi tipi di armatura impiegati per il rinforzo strutturale del canale. Il secondo prototipo è un ponte carrabile a cinque campate (Halls River Bridge) progettato dal Florida Department of Transportation (FDOT) e realizzato da Astaldi.

La costruzione è iniziata a gennaio 2017 a Homosassa in Florida, e il completamento è previsto per la fine dell'anno impiegando su alcune sezioni del ponte un calcestruzzo realizzato con acqua di mare ed armature in GFRP. Il ponte costituisce uno dei primi esempi di questa tecnologia ed è monitorato dal FDOT come caso

di studio all'interno di un iter di standardizzazione.

### Il contributo di Buzzi Unicem

Per il progetto SEACON, lo stabilimento di Trino ha prodotto un cemento dedicato ad alto contenuto di cloruri (fuori norma EN 197-1 con lo 0.3% di cloruri destinato al dimostratore posizionato in Italia) e il Servizio R&D si è occupato dello studio in laboratorio dell'effetto che i cloruri, provenienti da diversi materiali, possono avere sia sull'idratazione del cemento che sulla durabilità del calcestruzzo. Il laboratorio ha inoltre seguito la progettazione e la produzione dei calcestruzzi impiegati nella realizzazione del dimostratore italiano. I risultati della fase sperimentale preliminare sono promettenti: i cloruri non influiscono negativamente sulle prestazioni meccaniche del calcestruzzo, e sia le barre in GFRP che quelle in acciaio inossidabile usate, sia all'interno del calcestruzzo (ambiente alcalino) che in condizioni di esposizione ambientale aggressive, hanno dimostrato un'ottima resistenza.

Per maggiori dettagli: <http://www.infraction.net/projects/SEACON>



2



3

According to the World Meteorological Organization, over half the world's population will lose access to drinking water by 2025. The construction industry alone uses several billion tons of fresh water to wash aggregates and to mix and cure concrete, so it is essential that we try to reduce the amount of fresh water currently used, impacting also on the other two basic components of concrete; aggregates and cement. Dredged sand and recycled concrete aggregates (RCA) offer a promising option to substitute traditional aggregates even if they are contaminated by chlorides from years of exposure. They are readily available, inexpensive and easy to extract with little impact on the environment. Moreover, by raising the limits for the amount of chlorides permitted in cement we can significantly improve productivity and efficiency. The advantages include the ability to use both the solid waste with a higher chloride content as fuel and the byproducts from the production of clinker, which are currently landfilled as waste.

### GFRP as Non-corrosive Reinforcement

The use of seawater and chloride-contaminated aggregates in the manufacture of steel reinforcement is prohibited, in most cases, by international standards and

1. BARRE DI ARMATURA NON CORRODIBILI (GFRP)  
NON-CORROSIVE REINFORCEMENT (GFRP)
2. PRIMO DIMOSTRATORE: CANALE DI DEFLUSSO DELLE ACQUE PROVENIENTI DALL'AUTOSTRADA ADIACENTE  
FIRST PROTOTYPE: CHANNEL TO DISCHARGE THE WATER FROM THE NEARBY HIGHWAY
3. HALLS RIVER BRIDGE IN FLORIDA  
HALLS RIVER BRIDGE IN FLORIDA

regulations, due to the risk of corrosion. The use of non-corrosive reinforcement, obtained with glass fiber reinforced polymers (GFRP), can be a viable alternative to traditional reinforcement. Non-metallic reinforcement can be used in environments with a high concentration of chlorides. It is durable and provides the required mechanical performance at a lower cost than stainless steel. The growing demand for resilient, sustainable and durable structures has led to expansion in the non-metallic reinforcement market, aided also by significant regulatory support at the international level.

**The SEACON Project**

On October 1, 2015, an international consortium of several industrial partners and academic institutions led by the University of Miami, launched a two and half-year project known as “Sustainable Concrete Using Seawater, Salt-contaminated Aggregates and Non-corrosive Reinforcement”, or SEACON, funded by the European “Infravation” research program. The goal of SEACON is to advance the concrete industry by developing a less expensive, more durable and sustainable product and reduce the consumption of natural resources by replacing them with chloride-contaminated alternatives used in combination with non-corrosive reinforcement. This new approach will also extend the longevity and durability of the elements even in harsh

environmental conditions. The three targets for this research program are to:

- Confirm, through experiments, that the presence of chlorides is not harmful to the properties of concrete (rheology, mechanical performance and durability);
- Verify, through laboratory investigations, the suitability of alternative reinforcements to traditional steel (black steel), such as GFRP and stainless steel, demonstrating the success of this technology by building two full-scale prototypes and eventually creating national and international user manuals or guidelines;
- Verify impacts and costs of the implementation of SEACON technology.

**Preliminary Results**

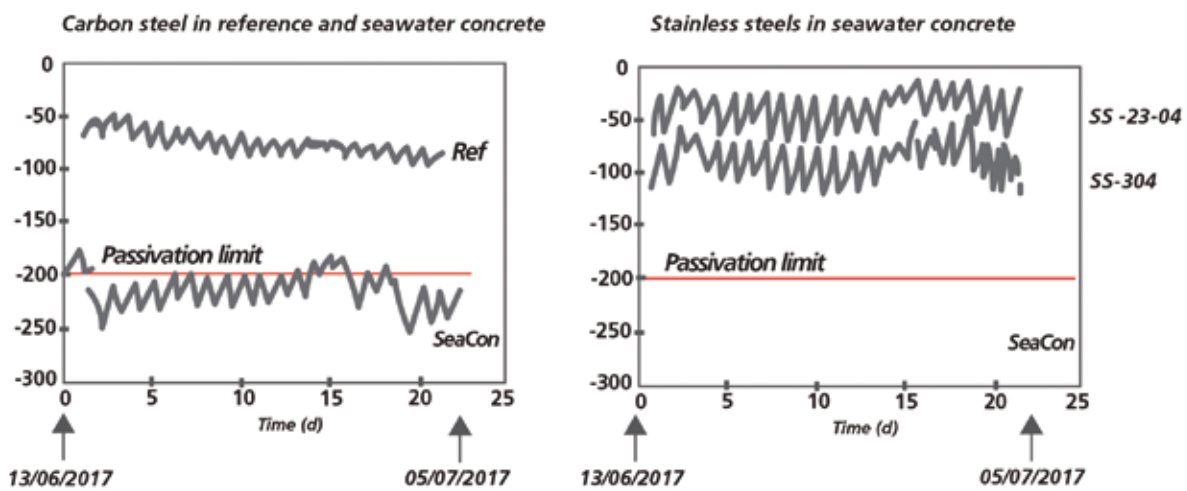
The project includes a laboratory experimental phase and the building of two full-scale prototypes. At the end of 2016, the first prototype was built in the Pavimental Plant in Pontenure near Piacenza. The model, which consists of a channel for discharging water from the nearby highway, will allow for verifying the effect that chlorides, that are present in the raw materials used and stemming from the deicing salts used on the road surface, have on the various types of structural reinforcement used for the channel. The second prototype is a five-span bridge (Halls River Bridge in Homosassa, Florida) designed by the Florida Department of Transportation (FDOT)

and built by Astaldi. Construction began in January 2017 and is expected to be completed by the end of the year. The project will include the use of concrete made with seawater and GFRP reinforcement on some sections of the bridge. The bridge is one of the first examples of this technology and will be monitored by FDOT as a case study for the standardization process.

**Buzzi Unicem’s Contribution**

For the SEACON Project, the Trino Plant produced a dedicated cement for the Italian prototype with a high chloride content that was outside the limits of standard EN 197-1 with 0.3% of chlorides. The R&D laboratory was involved in evaluating the effect of chlorides that had been derived from several different materials on both cement hydration and the concrete durability. The laboratory also supervised the design and production of the concretes used in the Italian model. The results of the preliminary experimental phase are promising. Chlorides have not adversely affected the mechanical performance of the concrete, and both the GFRP and the stainless steel reinforcements used in the concrete alkaline environment, and exposed to harsh environmental conditions, have shown excellent performance.

For further details: <http://www.infravation.net/projects/SEACON>



LE MISURE DI CORROSIONE EFFETTUATE SUL DIMOSTRATORE DI PIACENZA MOSTRANO CHE, SE POSTE ALL'INTERNO DI CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON ACQUA DI MARE, LE ARMATURE IN ACCIAIO INOSSIDABILE (STAINLESS STEEL) HANNO UN COMPORTAMENTO DECISAMENTE MIGLIORE RISPETTO ALL'ACCIAIO ORDINARIO (CARBON STEEL). QUEST'ULTIMO, INFATTI, PRESENTA VALORI AL DI SOTTO DEL LIMITE DI PASSIVAZIONE, GIÀ DOPO POCHI MESI DAL GETTO

THE CORROSION MEASURES PERFORMED ON THE PIACENZA PROTOTYPE SHOW THAT THE STAINLESS STEEL REINFORCEMENT EMBEDDED IN THE CONCRETE MADE WITH SEA WATER BEHAVES MUCH BETTER THAN ORDINARY CARBON STEEL, AND THAT THE LATTER SHOWS VALUES BELOW THE PASSIVATION LIMIT JUST A FEW MONTHS AFTER THE CAST