

# MATERIA



62

euro 11,00 (in Italia)  
rivista trimestrale - giugno 2009  
Motta Architettura

Poste Italiane SpA spedizione in abb. postale  
D.L. 353/2003 (conv. 27/02/2004 n°46)  
art. 1 comma 1, DCB Milano

**CEMENTO  
E CONGLOMERATI**  
CONCRETE AND  
CONGLOMERATES  
**KHANNA SHULTZ**  
**DAVID CHIPPERFIELD**  
**MDN MARCO VISCONTI  
& PARTNERS**  
**ARCHEA ASSOCIATI**  
**ENZMANN + FISHER**  
**JACKSON CLEMENTS  
BURROWS**  
**ANDREAS FUHRIMANN  
GABRIELLE HÄCLER**  
**RENÉ VAN ZUUK**  
**URBANUS**

# LE MILLE FACCE DEL CEMENTO ARMATO

TULLIA IORI

TECNICA

150

TECHNICAL

## THE MANY FACES OF REINFORCED CONCRETE

TULLIA IORI

Dalla fine dell'Ottocento, quando ha cominciato ad affermarsi nella costruzione, il cemento armato ha conosciuto mille vite, mille mutazioni genetiche, mille sperimentazioni formali. Sebbene gli ingredienti per il confezionamento siano sempre gli stessi – il cemento, gli inerti, l'acqua, l'acciaio per le armature, e da un certo momento in poi qualche additivo – con la loro combinazione è stata ottenuta un'infinità di prodotti diversi.

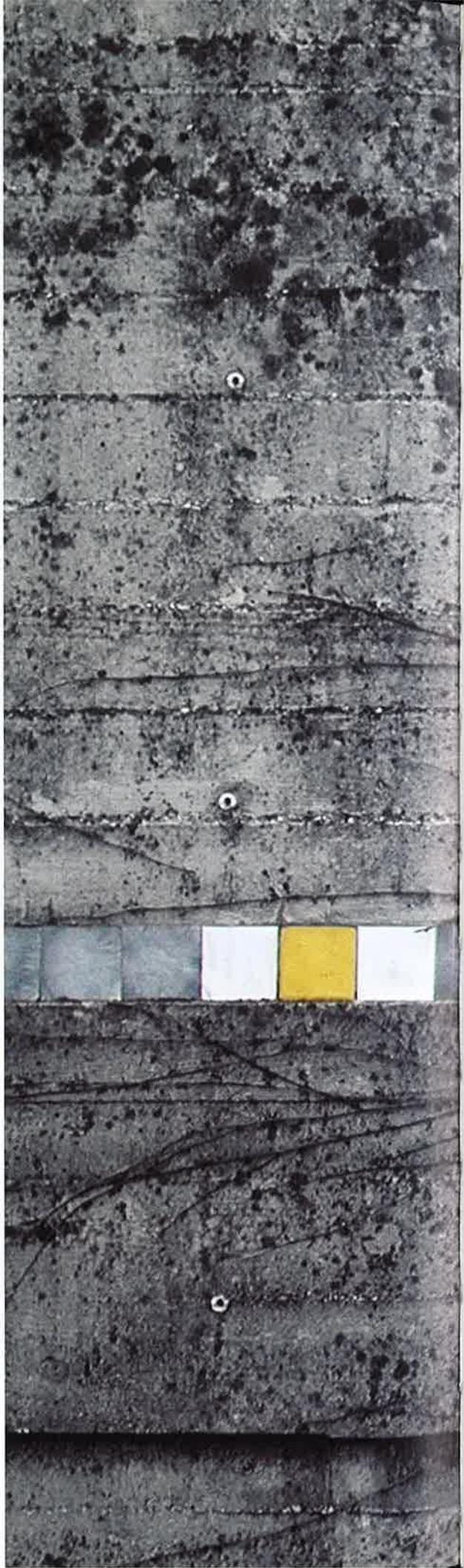
Non esiste una versione uguale all'altra: tutti i grandi progettisti che hanno privilegiato questo materiale nella loro ricerca architettonica hanno anche sperimentato nuove tecniche di posa, modificato la miscela, perfezionato il disegno delle armature fino a creare il loro particolare cemento armato. Il cemento armato di Hennebique era soprattutto pubblicizzato per le sue qualità di resistenza al fuoco; Maillart ne esaltava la plasmabilità creando forme inedite per ponti e coperture; Torroja lo sagomava secondo superfici anticlastiche, in spessori terribilmente sottili, ottenendo strutture resistenti solo per forma; Nervi brevettava il suo speciale ferrocemento, mutazione del cemento armato ordinario, inventato appositamente per modellare onde di appena 3cm di spessore che arrivano a coprire però 100m di luce. Nel frattempo sopraggiungeva la sperimentazione di Freyssinet e di Morandi, e il rapporto tra conglomerato e armatura mutava completamente, trasformandosi in quella coazione dalla quale è nato il cemento armato precompresso (ma il nuovo materiale

Since reinforced concrete became widespread in construction in the late 19<sup>th</sup> century, it has gone through a great many incarnations, variations, and formal experimentations.

Though the ingredients for making it never change (cement, inert materials, water, steel for the reinforcements, and, eventually, some additives) an infinite array of different products have been made from the combination. No one version is like the others. All great architects who favored this material in their work experimented with new installation techniques, changed the mixture or perfected the design of the reinforcements, to the point of designing their own particular reinforced concrete.

Hennebique's reinforced concrete was mainly advertised for its quality of fire resistance; Maillart enhanced its moldability, creating new shapes for bridges and roofs; Torroja shaped it into incredibly thin, anticlastic surfaces; Nervi patented his special ferrocement, a variation on regular reinforced concrete specifically invented to shape waves just 3cm thick to cover 100m spans.

Then came the experiments by Freyssinet and Morandi, radically changing the relationship between the mix and reinforcements, becoming the compression from which pre-compressed reinforced concrete originated (though the new material should have had its own name separate from its predecessor).



1 Carlo Scarpa, Tomba Brion,  
San Vito d'Altivole, Treviso,  
Italia, 1969-1978

avrebbe dovuto avere un suo nome autonomo, indipendente dall'antenato).

E già così il quadro sarebbe sufficientemente ricco: cementi armati di natura diversa, con problemi statici e di durabilità singolari, con soluzioni costruttive da ricercare e mettere a punto caso per caso.

Ma non basta: esaurita la sperimentazione di tipo statico, nel secondo dopoguerra si è avviata una ricerca di tipo formale, incentrata sulla superficie lasciata in vista dopo il disarmo (che aveva conosciuto solo qualche sperimentazione anche nel periodo fra le due guerre, soprattutto ad opera di Perret). Così il cemento armato è divenuto il materiale rude, potente, pieno di energia, grezzo, senza più finiture superficiali protettive, esposto pericolosamente all'attacco lento ma inarrestabile della natura. Ma anche l'esperienza brutalista, che mirava a lasciare impressa nei getti la fatica del costruire, ha ceduto rapidamente il posto ad una nuova sperimentazione, non più condizionata dalla vicenda terrificante della guerra. E allora il cemento armato faccia a vista si è trasformato ancora, questa volta in un materiale raffinato, elegante, con visibili sulla superficie non più i segni della fatica dell'operaio ma quelli dell'abilità e del talento dell'artigiano cui si affida l'esecuzione delle casseforme, vere e proprie opere di ebanisteria.

Nella lunga storia sperimentale del materiale appaiono le superfici di "legno artificiale" di Carlo Scarpa, che disegna una ad una le tavole per

confezionare le casseforme dei muri della Tomba Brion, le pareti lisce di Louis Kahn con impresse le sagome dei distanziatori delle casseforme, i pannelli setosi di Tadao Ando gettati tra tavole di legno laccato. Architetti che segnano il passaggio del cemento armato dallo status di materiale economico, strutturale, grigio, triste, povero, rozzo al cemento armato prezioso, esibito in superficie, bianco o perlato, raffinato, cangiante, sulla cui faccia a vista si animano infinite tessiture, dalle più tradizionali venature del legno alle immagini fotografiche, trasferite con innovative tecniche artistiche.

In questo tormentato passaggio i progettisti sono stati sostenuti dalle ricerche dell'industria, soprattutto quella chimica: cementi speciali, additivi per l'impasto, inerti preziosi hanno consentito una sperimentazione formale inesauribile, sulla cui scia si è innestata la ricerca architettonica più recente, da quella di Richard Meier a quella di Zaha Hadid. Oggi poi che la sperimentazione è concentrata sulle manipolazioni dei materiali alla nanoscala, le potenzialità di mutazione del cemento e le successive ricadute sul linguaggio sono davvero difficili da immaginare. Trascurando intenzionalmente le innovazioni più propriamente statiche, quelle relative ai cementi ad altissime prestazioni, dagli SCC ai cementi ultraduttili fibrorinforzati, alcune delle ricerche tecnologiche più interessanti si concentrano proprio sulle proprietà "superficiali" del cemento armato.

1 Carlo Scarpa, Brion Tomb,  
San Vito d'Altivole, Treviso,  
Italy, 1969-1978

If we stopped there, the range would already be extensive, including reinforced concrete of different kinds, with unique static and durability issues with construction solutions to be found and fine-tuned on a case-by-case basis. But it doesn't end there. After experiments on static type being tapped out, after World War II, formal experimentation began, focused on the surface left exposed after removal from the formworks (having been experimented on only a few times between the two wars, most notably by Perret). Reinforced concrete was turned into a rough, powerful material, energetic, and no longer bearing protective surface finishes, dangerously exposed to the slow, unstoppable attack of nature. However, the brutalist movement, which wanted to leave the effort of building impressed on the castings, quickly gave way to a new experiment, no longer conditioned by the terrifying experience of the war. And exposed reinforced concrete changed again, now into a refined, elegant material, whose surface no longer bore the visible marks of the worker's effort, instead displaying the skill and talent of the craftsmen who crafted the formworks, which became proper works of carpentry art.

Reinforced concrete's long experimental history includes "faux wood" surfaces by Carlo Scarpa, who designed the boards one-by-one to make the formworks for the walls of the Brion Tomb; the smooth walls by Louis Kahn impressed with

the contours of the formwork spacers; and Tadao Ando's ultra-smooth panels cast between boards of lacquered wood. These architects marked a shift for reinforced concrete from the status of an inexpensive, structural, poor, rough, sad, grey, material to that of beautiful reinforced concrete, displayed on surfaces, white or pearly, sophisticated and iridescent, whose exposed face can vaunt an infinite array textures, from the most traditional veining of wood to photographic images, transferred with innovative artistic techniques. On this challenging path, architects were supported by research from industry, especially the chemical industry. Special cements, additives for the mixture, and fine inert materials enabled infinite formal experimentation, in whose tracks the latest architectural research has walked, from that of Richard Meier to Zaha Hadid. Now that experimentation has concentrated on manipulating materials on the nanoscale, there are unimaginable potentials for concrete's variations and resulting repercussions on style. Leaving aside, for now, innovations that are more strictly static, those for very high performing concrete, from SCC to ultraductile, fiber-reinforced concrete, some of the most interesting technological research is focused on the "superficial" properties of reinforced concrete.

**UNI 10157:1992**

Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti ad espansione geometrica e forzata/ Hardened concrete. Determination of the extraction force by means of post-inserted inserts with geometric and forced expansion

**UNI 10319:1994**

Calci aeree. Terminologia / Aerated lime. Terminology

**UNI 10397:1994**

Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata / Cements. Determination of the lime dissolved in the concrete by washing away with distilled water

**UNI 10595:1997**

Cementi resistenti ai sulfati e al dilavamento. Determinazione della classe di resistenza. Metodo chimico di prova / Cements resistant to sulphates and to washing. Determination of the class of resistance. Chemical test method

**UNI 10764:1999**

Leganti idraulici microfini - Definizioni e requisiti / Microfine hydraulic binders - Definitions and prerequisites

**UNI 10766:1999**

Calcestruzzo indurito - Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ / Hardened Concrete - compression tests on samples obtained by micro-corings for estimate of the local cubic resistance of the concrete on site

**UNI 10834:1999**

Calcestruzzo proiettato / Projected concrete

**UNI 10892 Parti 1 e 2**

Legante idraulico per costruzioni / Hydraulic binder for constructions

**UNI 11037:2003**

Fibre di acciaio da impiegare nel confezionamento di conglomerato cementizio rinforzato / Steel fibre to use for preparation of reinforced cement conglomerate

**UNI 11039 Parti 1 e 2**

Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio / Concrete reinforced with steel fibre

**UNI 11040:2003**

Calcestruzzo autocompattante - Specifiche, caratteristiche e controlli / Self-compacting concrete - Specifications, characteristics and controls

**UNI 11041:2003**

Prova sul calcestruzzo autocompattante fresco - Determinazione dello spandimento e del tempo di spandimento / Test on self-compacting green concrete - Determination of the spreading and the time of spreading

**UNI 11042:2003**

Prova sul calcestruzzo autocompattante fresco - Determinazione del tempo di efflusso dall'imbuto / Test on self-compacting green concrete - Determination of the time of flow

from the funnel

**UNI 11043:2003**

Prova sul calcestruzzo autocompattante fresco - Determinazione dello scorrimento confinato mediante scatola ad L / Test on self-compacting green concrete - Determination of the confined flow by means of L-shaped box

**UNI 11044:2003**

Prova sul calcestruzzo autocompattante fresco - Determinazione dello scorrimento confinato mediante scatola ad U / Test on self-compacting green concrete - Determination of confined flow by means of U-shaped box

**UNI 11045:2003**

Prova sul calcestruzzo autocompattante fresco - Determinazione dello scorrimento confinato mediante anello a J / Test on self-compacting green concrete - Determination of confined flow by means of J-shaped ring

**UNI 11104:2004**

Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1 / Concrete - Specifications, performance, production and compliance with standards - Complementary instructions for application of EN 206-1

**UNI 11152:2005**

Sospensioni acquee per iniezioni a base di leganti idraulici - Caratteristiche e metodi di prova / Aqueous suspensions for injection based on hydraulic binders - Characteristics and test methods

**UNI 11164:2005**

Calcestruzzo - Determinazione della permeabilità all'ossigeno / Concrete - determination of permeability to oxygen

**UNI 11201:2007**

Prova sul calcestruzzo fresco - Determinazione del contenuto di acqua / Tests on green concrete - determination of water content

**UNI 11259:2008**

Determinazione dell'attività photocatalitica di leganti idraulici - Metodo della rodamina / Determination of the photocatalytic activity of hydraulic binders - Rhodamine method

**UNI 6131:2002**

Prelevamento campioni di calcestruzzo indurito / Taking of samples of hardened concrete

**UNI 6556:1976**

Prove sui calcestruzzi. Determinazione del modulo elastico seccante a compressione / Tests of concrete. Determination of elastic secant module by compression

**UNI 7087:2002**

Calcestruzzo - Determinazione della resistenza al degrado per cicli di gelo e disgelo / Concrete - determination of resistance to deterioration due to cycles of freezing and thawing

**UNI 7122:2008**

Prova sul calcestruzzo fresco - Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata / Test on green concrete - Determination of the quantity of exuded water from mixture

**UNI 7123:1972**

Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione / Concrete. Determination of times of beginning and end of setting by means of measurement of resistance to penetration

**UNI 7548 Parti 1 e 2**

Calcestruzzo leggero con argilla o scisti espansi / Light concrete with expanded clay or shale

**UNI 7699:2005**

Prova sul calcestruzzo indurito - Determinazione dell'assorbimento di acqua alla pressione atmosferica / Test on hardened concrete - Determination of absorption of water at atmospheric pressure

**UNI 9156:1997**

Cementi resistenti ai sulfati. Classificazioni e composizione / Cements resistant to sulphates. Classifications and composition

**UNI 9606:1997**

Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione / Cements resistant to washing away of the lime. Classification and composition

**UNI CEN/TR 15125:2006**

Progettazione, preparazione e applicazione di sistemi interni di intonaci a base di cemento e/o di calce / Design, preparation and application of systems for plasterwork for interiors based on cement and/or lime

**UNI CEN/TR 15177:2006**

Prova di resistenza al gelo-disgelo del calcestruzzo - Deterioramento interno strutturale / Test of resistance to frost-thawing of concrete - Internal structural deterioration

**UNI CEN/TR 15678:2008**

Calcestruzzo - Rilascio di sostanze pericolose regolamentate nel suolo, nell'acqua di falda e nell'acqua di superficie -

Metodo di prova per costituenti del calcestruzzo nuovi o non approvati e per calcestruzzi in produzione / Concrete - Issue of regulated dangerous substances in the ground, in the ground water and in surface water - Test method for components of new concretes or concretes that have not been approved and for concrete types in production

**UNI CEN/TR 15697:2008**

Cemento - Prove prestazionali di resistenza ai sulfati - Rapporto sullo stato dell'arte / Cement - Test of performance as to resistance to sulphates - Report on the state of the art

**UNI CEN/TR 1964:2008**

Metodi di prova dei cementi - Parte 4: Determinazione quantitativa dei costituenti / Test methods for cements - Part 4: Quantitative determination of components

**UNI CEN/TS 14754:1:2007**

Composti per la maturazione - Metodi di prova - Parte 1: Determinazione dell'efficacia della ritenzione di acqua di composti comuni per la maturazione / Compounds for maturing - Test methods - Part 1: Determination of efficiency of water retention of common compounds for maturing

2 Eduardo Torroja, ippodromo della Zarzuela, Madrid, Spagna, 1935 restauro  
3 Eduardo Torroja, ippodromo della Zarzuela, Madrid, Spagna, 1935 restauro

4 Vignetta del Time

5 Louis Kahn, Istituto di Ricerca Biologica Jonas Salk (Salk Institute for Biological Studies), La Jolla, San Diego, California (USA) 1959-1966

6 Louis Kahn, Sede del Parlamento del Bangladesh, Dacca, Bangladesh, 1962-1983

7 Tadao Ando, padiglione delle conferenze Vitra, Weil am Rhein, Germania, 1991-1993

2 Eduardo Torroja, Zarzuela hippodrome, Madrid, Spain, 1935 restoration

3 Eduardo Torroja, Zarzuela hippodrome, Madrid, Spain, 1935 restoration

4 Cartoon from Time magazine

5 Louis Kahn, Salk Institute for Biological Studies, La Jolla, San Diego, California (USA), 1959-1966

6 Louis Kahn, National Assembly Building, Dhaka, Bangladesh, 1962-1983

7 Tadao Ando, Vitra Conference Pavilion, Weil am Rhein, Germany, 1991-1993

## LA FACCIA "ECOLOGICA"

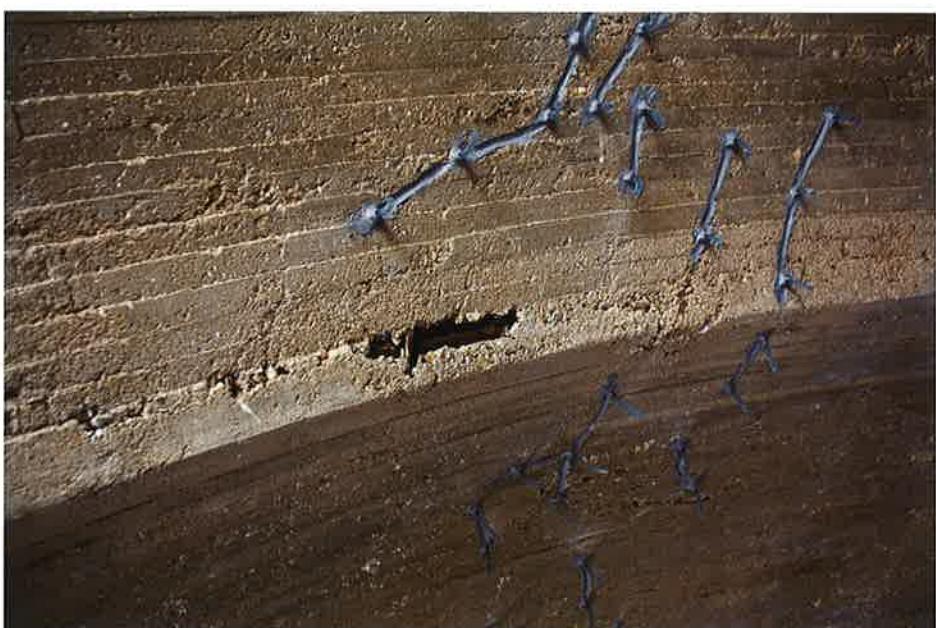
Fino a oggi gli ambientalisti hanno immediatamente associato la parola cemento alla cementificazione, immagine simbolo dell'azione dell'uomo contro l'ambiente naturale. In futuro però l'improprio collegamento, che vorrebbe attribuire al materiale responsabilità di degrado che sono invece del progettista, dell'imprenditore e dell'amministratore, potrebbe essere finalmente smentito. Nelle più recenti ricerche scientifiche e industriali, infatti, il cemento armato (opportunamente additivato) svela proprietà esattamente opposte, simili addirittura a quelle delle foglie delle piante: sembra infatti in grado di favorire un processo chimico efficace quanto la fotosintesi clorofilliana e si propone come un valido strumento per combattere l'inquinamento ambientale.

Favorita dalla nanotecnologia e con un approccio forse involontariamente biomimetico, la ricerca nel settore si è concentrata sui cementi photocatalitici, anche chiamati cementi "mangia smog". Presentata recentemente sul mercato statunitense, l'invenzione è stata inserita dalla rivista Time tra le 50 migliori del 2008, riconoscendo proprio al gruppo imprenditoriale italiano Italcementi un lungo lavoro di ricerca capace di rivoluzionare l'approccio alla costruzione e all'ambiente.

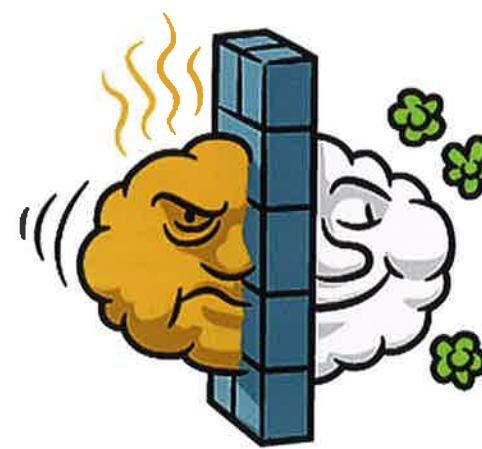
La società è effettivamente impegnata su questa linea di produzione sostenibile dal 1996,



2



3



CRISTOPH NIEMANN  
4

## THE "ECOLOGICAL" FACE

Until now environmentalists have immediately associated concrete with overdevelopment, as the emblematic material of human action against the natural environment. But, in the future, this inaccurate connection may finally be put to rest, as it blames the material for the degradation that is actually the fault of architects, contractors and administrators.

Indeed, recent scientific and industrial studies have shown that reinforced concrete (with the right additives) can have exactly the opposite property, even becoming like a plant leaf. It may be able to foster a chemical process that would be as effective as chlorophyll photosynthesis and could be an excellent tool for fighting environmental pollution.

Research in the area, with the support of nanotechnology and an approach that is perhaps unintentionally biomimetic, has been focusing on photocatalytic cement, also called "smog-eating" cement. The invention, recently presented on the market in the United States, was one of Time Magazine's Best 50 Inventions of 2008, recognizing the Italian business group Italcementi for its long research effort that could revolutionize the approach to construction and the environment.

The firm has been focusing on this line of sustainable production since 1996, when it began working with Richard Meier to build

quando è iniziata la collaborazione con Richard Meier per la costruzione della chiesa Dives in Misericordia a Roma. La formulazione del cemento bianco TX, sviluppato in quel momento per garantire alla sequenza di gigantesche vele progettate dall'architetto un bianco brillante e capace di rimanere inalterato nel tempo, si è molto perfezionata e da allora sono stati depositati una decina di brevetti. Oggi i prodotti caratterizzati dalla sigla TX Active si presentano come cementi e leganti che, oltre ad avere proprietà autopulenti, rivendicano la capacità di abbattere gli inquinanti presenti nell'aria grazie all'azione catalitica attivata dalla luce del sole. E molte altre ditte, in Italia e nel mondo, propongono ormai sul mercato prodotti photocatalitici per diversi impieghi, dalle pavimentazioni stradali alle soluzioni per l'architettura, trainate dal crescente impegno anche delle amministrazioni pubbliche verso soluzioni ecosostenibili.

Come lavorano i cementi attivi? Il fenomeno della photocatalisi è noto: la velocità di un processo chimico viene drasticamente modificata grazie all'intervento di un catalizzatore che si attiva quando è irradiato dalla luce. Il catalizzatore non partecipa al processo chimico come un reagente e quindi non si consuma. Tra i photocatalizzatori classici, il più comune è un semiconduttore, il biossido di Titanio ( $TiO_2$ ), già noto (nella forma cristallina rutilo) per il suo alto indice di rifrazione e quindi

usato comunemente come pigmento bianco in molti materiali, per esempio le vernici, e nei cosmetici come filtro solare. Nella forma cristallina anatasio, il  $TiO_2$  viene "attivato" dalla luce ultravioletta e ha l'encomiabile dote di guidare una reazione chimica che ossida gli inquinanti atmosferici organici e inorganici trasformandoli in composti innocui, accelerando di fatto il naturale processo di decomposizione degli inquinanti stessi e impedendone l'accumulo.

Nel cemento photocatalitico il biossido di titanio, in dimensioni nanoparticellari, è opportunamente disperso nella miscela. Quando un manufatto confezionato con questo materiale viene esposto all'irradiazione solare (la luce del sole ha energia UV più che sufficiente per avviare il processo), il semiconduttore diviene in grado di interagire con l'acqua e l'ossigeno presenti favorendo la formazione di specie radicaliche fortemente ossidanti. Sono queste a "bruciare" gli ossidi di azoto e i composti organici volatili, tanto per citare alcuni degli inquinanti più diffusi, che filtrano attraverso la superficie porosa del cemento, continuamente trascinati dalle turbolenze urbane dell'aria, e vi restano intrappolati abbastanza a lungo da consentire l'ossidazione. I prodotti acidi creati durante il processo si staccano dalla superficie del manufatto e sono facilmente lavati via dalla pioggia oppure si combinano con il carbonato di calcio alcalino contenuto nel



the Dives in Misericordia church in Rome. The formulation of TX white cement, developed at the time to make the sequence of enormous waves that Richard Meier had designed in a brilliant white that could survive unchanged over time, it has since been much improved upon and a dozen patents have been registered. Today products bearing the TX Active name include cements and binding agents that, in addition to their self-cleaning properties, claim the ability to decrease pollutants in the air by a catalytic action activated by sunlight. Many other firms, in Italy and abroad, now offer photocatalytic products on the market for various uses, from street paving to architectural solutions, spurred by public administrations' growing commitments to eco-sustainable solutions.

#### How does active cement work?

The phenomenon of photocatalysis is well-known. The speed of the chemical process is drastically modified by the action of a catalyst activated when struck by light radiation.

The catalyst is not part of the chemical process as a reactant and therefore is not consumed. One of the most common of classic photocatalysts is a semiconductor, titanium dioxide ( $TiO_2$ ), already known (in its rutile crystal form) for its high refraction index, making it commonly used as a white pigment for many materials, such as paints and

cosmetics as a solar filter. In its anatase crystal form, the  $TiO_2$  is "activated" by ultraviolet light and has the laudable feature of guiding a chemical reaction that oxidizes organic and inorganic pollutants in the atmosphere, turning them into innocuous compounds, actually accelerating the natural process of decomposition of the pollutants and preventing them from accumulating.

In photocatalytic cement, titanium dioxide in nanoparticles is dispersed throughout the mixture. When a structure made with this material is exposed to solar radiation (sunlight has a UV energy more than adequate to activate the process), the semi-conductor becomes able to interact with water and oxygen to foster the formation of highly oxidizing radical species.

These are what "burn" nitrogen oxides and volatile organic compounds, to mention a few of the most common pollutants, which filter through the cement's porous surface, continuously dragged by urban air turbulence and trapped long enough to allow them to oxidize.

The acid products created during the process separate from the construction's surface and are easily washed away by rain, or they combine with the alkaline calcium carbonate contained in the cement, neutralizing itself and turning into innocuous salts (limestone, sodium nitrates and sodium carbonate).



cemento neutralizzandosi e trasformandosi in sali innocui (calcare, nitrati di sodio, carbonati di sodio).

Le ricerche condotte in questi anni (in parte finanziate dalla Comunità europea nel progetto PICADA e condotte da laboratori di ricerca indipendenti) hanno stabilito che il cemento photocatalitico è efficace nell'abbattimento di composti inorganici e organici, volatili e clorurati, composti aromatici policondensati, ma anche microbi e batteri. Il tutto a temperatura ambiente e pressione atmosferica normale, utilizzando nel processo la risorsa energetica più economica, pulita e rinnovabile che abbiamo a disposizione: la luce solare. Naturalmente il prodotto fotoattivo ha un costo più elevato di un normale cemento ma le potenzialità autopulenti ne rendono competitivo l'impiego, soprattutto se si mettono in gioco le spese di manutenzione nel tempo. La photocatalisi, infatti, agisce impedendo il deposito di quei composti organici che sono i principali responsabili dello sporco – i gas esausti emessi dai tubi di scarico delle autovetture, le muffe, gli agenti inquinanti delle attività industriali e domestiche, ecc. – ma indirettamente anche della polvere, che si aggrappa alle superfici proprio attraverso le molecole organiche. Senza contare che il cemento photocatalitico, agendo sulle sostanze aromatiche e su quelle contenenti zolfo e azoto, purifica anche dagli odori!

Applicato già con successo in tratti di pavimentazioni urbane, dopo una serie di sperimentazioni architettoniche in Francia e in Belgio, sono ora in fase di completamento alcune opere in Italia. In particolare, nel parco scientifico tecnologico Kilometro Rosso, alle porte di Bergamo, lungo l'autostrada Milano-Venezia, dovrebbe essere ormai in fase di completamento il nuovo centro di ricerca della Ital cementi, l'ITCLab, disegnato da Meier sfruttando le potenzialità anche strutturali del cemento bianco Tx Aria. L'edificio, che la società candida al conseguimento di una buona certificazione LEED, sarà interamente rivestito dal materiale attivo, con cui saranno realizzate anche le leggere lastre che formano il brise-soleil. A queste sperimentazioni, già molto avanzate, si aggiungono le recenti proposte di nuovi cementi "ecologici". Basati sui silicati di magnesio, come il Novacem, per esempio, sviluppato da uno spin out dell'Imperial College di Londra, che si dichiara capace di assorbire CO<sub>2</sub> durante la presa, azzerando le emissioni in fase produttiva (già comunque molto ridotte rispetto al cemento Portland tradizionale); o l'appena presentato Alipre, il cemento solfo-alluminoso di Ital cementi, eco-compatibile perché creato con un ciclo produttivo a basso impatto ambientale. La sostenibilità è dunque la parola chiave che orienta ormai la ricerca anche nel comparto industriale, in passato tra i più emblematici del degrado ambientale.

Studies conducted in recent years, partly financed by the European community with the PICADA project, and conducted by independent research laboratories, established that photocatalytic cement is effective in destroying inorganic and organic compounds, volatile and chlorinated compounds, and polycondensed aromatic compounds, as well as microbes and bacteria.

This all occurs at room temperature under normal atmospheric pressure, and its process uses the energy resource that is the cheapest, cleanest and most renewable one we have: sunlight.

Of course, photoactive cement is more expensive than normal cement, but its self-cleaning capacity gives it a competitive edge, especially if maintenance expenses over time are considered. Photocatalysis acts by preventing the deposit of the organic compounds that are the most responsible for dirt, such as exhaust gas from vehicles, mildew, and the polluting agents of industrial and domestic activities. It also indirectly fights dust that clings to surfaces through organic molecules. Not to mention that photocatalytic cement, affecting aromatic substances and those in sulfur in nitrate, even purifies odors! In France and Belgium, it has already been successfully applied to sections of urban paving, after a number of architectural experiments.

Now several works in Italy are under completion.

For example, in the Kilometro Rosso Science and Technology Park, outside a Bergamo, along the Milan–Venice highway, the project for ITCLab should be in the completion phase. This is the new research center for Ital cementi, which Meier designed, also making use of the structural potentials of Tx Aria white cement. After receiving LEED certification, the firm is presenting this building that will be entirely clad with active material, including the lightweight slabs that form the sunbreaker.

These experiments, which are already very advanced, are being joined by recent proposals for new "ecological" cements. Based on magnesium silicates, such as Novacem, developed as a spin out by the Imperial College of London, which vaunts the ability to absorb carbon dioxide when capturing it, nullifying admissions in the production phase (which are already very low compared to traditional Portland cement).

Another example is Alipre, a sulfoaluminate cement from Ital cementi, eco-compatible because it is created with a low environmental impact production cycle. Sustainability is at the top of the agenda, directing research in the industrial sector, once one of the greatest symbols of environmental degradation.



8 Richard Meier,  
ITCLab: centro ricerca e  
innovazione, Bergamo, Italia

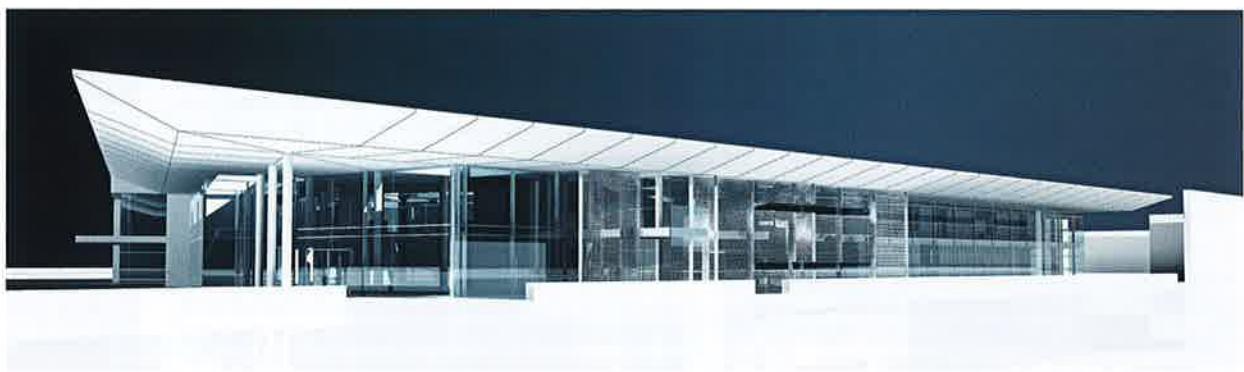
9 Richard Meier,  
ITCLab: centro ricerca e  
innovazione, Bergamo, Italia

10 Richard Meier, la Chiesa  
del Dio Padre Misericordioso,  
Roma, Italia, 1996-2003

11 Zaha Hadid, museo  
MAXXI, Roma, Italia  
cantiere



8



9

8 Richard Meier,  
ITCLab: research and  
innovation center, Bergamo,  
Italy

9 Richard Meier,  
ITCLab: research and  
innovation center, Bergamo,  
Italy

10 Richard Meier, Jubilee  
Church, Rome, Italy,  
1996-2003

11 Zaha Hadid, MAXXI  
museum, Roma, Italy  
under construction



10

**UNI EN 1008:2003**

Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo / Water for mixing with concrete - Specifications for sampling, testing and valuation of the suitability of the water, including water recovered from concrete industry processes, as water from concrete mixing

**UNI EN 12350 Parti da 1 a 7**

Prova sul calcestruzzo fresco / Test on green concrete

**UNI EN 12390 Parti da 1 a 10** Prova sul calcestruzzo indurito / Test on hardened concrete**UNI EN 12504 Parti da 1 a 4**

Prove sul calcestruzzo nelle strutture / Tests on concrete in structures

**UNI EN 13263 Parti 1 e 2**

Fumi di silice per calcestruzzo / Silica fumes for concrete

**UNI EN 1351:1998**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) - Determinazione della resistenza a flessione / Aerated autoclaved concrete (AAC) - Determination of resistance to flexion

**UNI EN 1352:1998**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione del modulo di elasticità statico a compressione / Aerated autoclaved concrete (AAC) or lightweight aggregate concrete with open structure (LAC) - Determination of module of static elasticity in compression

**UNI EN 1353:1999**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) - Determinazione del contenuto di umidità / Aerated autoclaved concrete (AAC) - Determination of humidity content

**UNI EN 1354:2005**

Determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo alleggerito con struttura aperta / Determination of resistance to compression of lightweight aggregate concrete with open structure

**UNI EN 1355:1998**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione dello scorrimento viscoso a compressione / Aerated autoclaved concrete (AAC) or lightweight aggregate concrete with open structure (LAC) - Determination of viscous flowing in compression

**UNI EN 1356:1998**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Prova di carico trasversale su componenti prefabbricati armati / Aerated autoclaved concrete (AAC) or lightweight aggregate concrete with open structure (LAC) - Test of transversal load on reinforced prefabricated components

**UNI EN 13577:2007**

Attacco chimico del calcestruzzo - Determi-

nazione del contenuto di anidride carbonica aggressiva nell'acqua / Chemical attack of the concrete - Determination of the content of aggressive carbon dioxide in the water

**UNI EN 13639:2004**

Determinazione del carbonio organico totale nel calcare / Determination of total organic carbon in the lime

**UNI EN 14216:2005**

Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi speciali a calore di idratazione molto basso / Cement - Composition, specifications and criteria of compliance with standards for special cements with very low heat of hydration

**UNI EN 14487 Parti 1 e 2**

Calcestruzzo proiettato / Projected concrete

**UNI EN 14488 Parti da 1 a 7**

Prove su calcestruzzo proiettato / Tests on projected concrete

**UNI EN 14647:2006**

Cemento alluminoso - Composizione, specificazioni e criteri di conformità / Aluminous cement - Composition, specifications and criteria of compliance with standards

**UNI EN 14651:2007**

Metodo di prova per calcestruzzo con fibre metalliche - Misurazione della resistenza a trazione per flessione [limite di proporzionalità (LOP), resistenza residua] / Test method for concrete with metal fibre - Measurement of resistance to traction by flexion (limit of proportionality (LOP), residual resistance)

**UNI EN 14721:2007**

Metodo di prova per calcestruzzo con fibre metalliche - Misurazione del contenuto di fibre nel calcestruzzo fresco e nel calcestruzzo indurito / Test method for concrete with metal fibre - Measurement of the content of fibre in green concrete and in hardened concrete

**UNI EN 14845 Parti 1 e 2**

Metodi di prova per le fibre nel calcestruzzo / Test methods for fibre in concrete

**UNI EN 14889 Parti 1 e 2**

Fibre per calcestruzzo / Fibre for concrete

**UNI EN 1521:1999**

Calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione della resistenza a flessione / Lightweight aggregate concrete with open structure (LAC) - Determination of resistance to flexion

**UNI EN 15304:2007**

Determinazione della resistenza al gelo-disgelo del calcestruzzo aerato autoclavato / Determination of resistance to frost-thawing of aerated autoclaved concrete

**UNI EN 15368:2008**

Legante idraulico per applicazioni non strutturali: definizione, specifiche e criteri di conformità / Hydraulic binder for non-structural applications: definition, specifications and criteria of compliance with standards

**UNI EN 1737:2000**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione della resistenza

a taglio di giunti saldati per reti o gabbie di armatura per elementi prefabbricati / Aerated autoclaved concrete (AAC) or lightweight aggregate concrete with open structure (LAC) - Determination of resistance to cuts of welded joints for reinforcement nets or cages for prefabricated elements

**UNI EN 1738:2000**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) - Determinazione della sollecitazione dell'acciaio in elementi armati non caricati / Aerated autoclaved concrete (AAC) - Determination of stress of the steel in non-loaded reinforced elements

**UNI EN 1740:2000**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione della resistenza di elementi prefabbricati armati sottoposti a carico longitudinale predominante (elementi verticali) / Aerated autoclaved concrete (AAC) or lightweight aggregate concrete with open structure (LAC) - Determination of resistance of prefabricated reinforced elements subjected to predominant longitudinal load (vertical elements)

**UNI EN 1741:2001**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione della resistenza a taglio dei giunti tra elementi prefabbricati in presenza di forze agenti fuori dal piano degli elementi / Aerated autoclaved concrete (AAC) or lightweight aggregate concrete with open structure (LAC) - Determination of resistance to cut of joints between prefabricated elements in the presence of forces acting outside the surface of the elements

**UNI EN 1742:2000**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione della resistenza a taglio tra strati di elementi multistrato / Aerated autoclaved concrete (AAC) or lightweight aggregate concrete with open structure (LAC) - Determination of resistance to cuts between layers of multilayer elements

**UNI EN 196 Parti 1,2,3,5,6,7,8,9,10**

Metodi di prova dei cementi / Test methods for cements

**UNI EN 197-1:2007**

Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni / Cement - Part 1: Composition, specifications and criteria of compliance with standards for common cement types

**UNI EN 197-2:2001**

Cemento - Valutazione della conformità / Cement - Valuation of compliance with standards

**UNI EN 197-4:2005**

Cemento - Parte 4: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale / Cement - Part 4: Composition, specifications and criteria of compliance with standards for blast furnace cements with low initial resistance

**UNI EN 206-1:2006**

Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità / Concrete - Part 1: Specifications, performance, production and compliance with standards

**UNI EN 413 Parti 1 e 2**

Cemento da muratura / Cement for masonry

**UNI EN 450-2:2005**

Ceneri volanti per calcestruzzo - Parte 2: Valutazione della conformità / Fly ash for concrete - Part 2: Valuation of compliance with standards

**UNI EN 451-2:1996**

Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida / Test method for fly ash. Determination of degree of fineness by means of wet sieving

**UNI EN 459 Parti da 1 a 3**

Calci da costruzione / Limes for construction

**UNI EN 678:1994**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC). Determinazione della massa volumica a secco / Aerated autoclaved concrete (AAC). Determination of volumetric mass when dry

**UNI EN 679:2005**

Determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo aerato autoclavato / Determination of resistance to compression of aerated autoclaved concrete

**UNI EN 680:2006**

Determinazione del ritiro da essiccamiento del calcestruzzo aerato autoclavato / Determination of withdrawal from drying of aerated autoclaved concrete

**UNI EN 989:1997**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC). Determinazione dell'aderenza delle armature mediante prova di spinta (push-out) / Aerated autoclaved concrete (AAC). Determination of adherence of reinforcement by push-out method

**UNI EN 991:1997**

Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC). Determinazione delle dimensioni di componenti prefabbricati armati / Aerated autoclaved concrete (AAC) or lightweight aggregate concrete with open structure (LAC). Determination of the dimensions of prefabricated reinforced components

**UNI EN 992:1997**

Calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC). Determinazione della massa volumica a secco / Lightweight aggregate concrete with open structure (LAC) - Determination of dry volumetric mass

**Per la consultazione dei titoli completi delle norme accorpate si rimanda al catalogo presente al sito dell'UNI: [www.uni.com/](http://www.uni.com/)**  
To consult the full titles of the standards together, see the catalog at this website of the UNI: [www.uni.com](http://www.uni.com/)

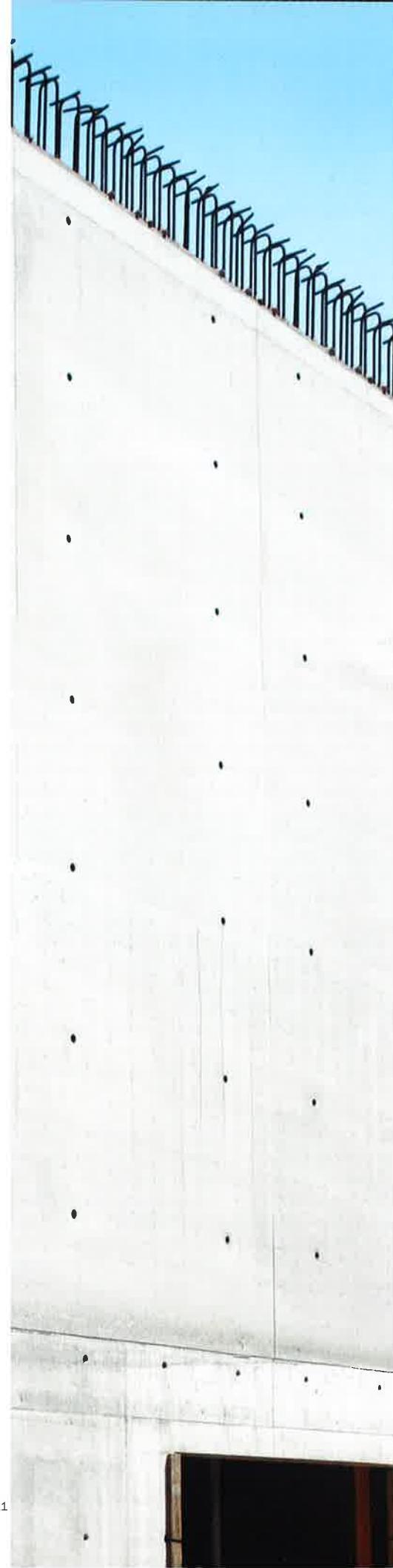
## LA FACCIA "VULNERABILE"

Uno dei principali problemi messi a fuoco negli ultimi anni è rappresentato dalla necessità di manutenzione delle opere in cemento armato che non solo invecchia, come la pietra naturale, ma muore. A lungo si è pensato che fosse eterno. Invece, già alla metà degli anni Trenta, i primi studi sulla durabilità dimostravano una congenita degenerazione, incontrastabile. Invecchiamento tanto più rapido se la superficie del cemento armato non viene protetta e anzi è lasciata a vista, esposta agli attacchi degli agenti atmosferici. Degenerazione tanto più insidiosa perché provoca la corrosione delle armature e il distacco del coprifero e, oltre alle ovvie complicazioni statiche, determina problemi di carattere estetico difficili da risolvere. Il fenomeno è legato a molti fattori critici ma il più rilevante, almeno per le opere di carattere architettonico inserite in contesti ambientali ordinari, è il processo di carbonatazione, principale causa di innesco della corrosione delle armature. Come è noto, infatti, i tondini di armatura annegati nel getto normalmente sono protetti dalla ruggine per effetto dell'ambiente alcalino del calcestruzzo, che favorisce la formazione di un film passivante sulla superficie metallica. Ma è altrettanto noto che un processo naturale, lento ma continuo, modifica queste condizioni: l'anidride carbonica presente nell'atmosfera (e in concentrazioni sempre maggiori in ambienti molto inquinati) reagisce con gli idrati alcalini del calcestruzzo trasformandoli in carbonati e abbassando di conseguenza il valore del pH. La

carbonatazione comincia sugli strati più esterni e via via penetra all'interno del materiale; quando il fronte supera il coprifero e raggiunge le armature, queste non sono più passive e, in presenza di ossigeno e acqua, si può innescare la corrosione.

Non è facile determinare analiticamente la velocità di progressione del fronte di carbonatazione perché dipende da molti fattori, legati alla qualità dell'impasto e alla correttezza delle modalità di esecuzione. È accertato che questa diminuisce esponenzialmente con il passare degli anni, ma comunque non si arresta. Immaginate ora per assurdo se le astratte superfici a vista di cemento armato fortemente volute da Tadao Ando o da Zaha Hadid nelle loro opere dovessero, tra qualche decennio, manifestare rossastre "rughe" da invecchiamento (cioè fenomeni di degrado dovuto a spalling da corrosione)? Come si potrebbe intervenire su quelle superfici senza comprometterne il valore, senza alterare l'uniformità cromatica e la perfetta planarità?

Certamente non con i metodi oggi diffusi per gli interventi di carattere strutturale come il "patch repair", cioè la ormai tradizionale tecnica di risanamento locale del danno (dalla tipica sequenza: rimozione del calcestruzzo ammalorato, pulizia e ripassivazione delle armature, riparazione della superficie con malte tissotropiche). Anche se prodotti sofisticati, come le avveniristiche malte nano e polimero-modificate arricchite di fibre sintetiche, recentemente presentate sul mercato, fanno sperare nel potenziamento delle capacità di camuffamento,



## THE "VULNERABLE" FACE

One of the key issues to come into focus in recent years is the maintenance need of reinforced concrete works, which not only age, as natural stone does, but perish. For a long time reinforced concrete was thought to be eternal. Yet, starting in the 1930s, the first studies on its durability showed a constitutional degeneration that could not be prevented. This aging is all the more rapid if the reinforced cement surface is not protected, left exposed to the effects of the elements.

The degeneration is even more insidious because it causes the reinforcements to corrode and the concrete covers to detach, which, in addition to obvious static complications, causes aesthetic problems that are not easily resolved.

The phenomenon is related to many critical factors, the most important of which, at least for architectural works located in ordinary environments, is the process of carbonation, a main trigger of the reinforcements' corrosion. For example, we know that reinforcement rods that are sunk in the casting are normally protected from rust by the alkaline environment of the concrete, which helps them form a passive film over the metal surface. Yet, we also know that a natural, slow, but continuous process changes its conditions. Carbon dioxide in the atmosphere (in greater concentration in highly polluted environments) reacts with alkaline hydrates in concrete, turning them into carbonates and lowering the pH value as a result. Carbonation

begins on the outermost layers and gradually penetrates within the material. When the line of carbonation goes past the concrete covers and reaches the reinforcements, these reinforcements become no longer passive and corrosion can be triggered by oxygen and water.

It is difficult to analytically determine the speed of carbonation's progression because it depends on many factors, related to the quality of the mixture and the use of correct methods. It has been verified that this exponentially decreases with the passage of years, though it does not stop.

Just imagine if the abstract surfaces of exposed reinforced concrete that architects like Tadao Ando and Zaha Hadid were so eager to use in their works, within a few decades showed the reddish "wrinkles" of aging (degradation caused by corrosion spalling).

How could we intervene on these surfaces without compromising their value, without altering their color uniformity and their perfect flushness?

Certainly not with common methods available today for structural interventions, such as "patch repair", the now traditional technique for local repair damage (the typical sequence: removal of the deteriorated concrete, cleaning and repassivation of the reinforcements, and repair of the surfaces with thixotropic mortars). Though newly-introduced sophisticated products, such as futuristic nano or polymer-modified mortars enriched with synthetic fibers inspire hope for the potential of their camouflaging capacity, contemporary sophisticated

il raffinato cemento faccia a vista contemporaneo non sembra tollerare l'applicazione di ancora troppo vistosi cerotti. Probabilmente sui capolavori dei grandi architetti citati non sarà necessario intervenire se non in un futuro molto lontano, perché queste opere sono state certamente realizzate con tutti gli accorgimenti per rallentare drasticamente il fenomeno della carbonatazione. E per allora speriamo siano state messe a punto le procedure di restauro non invasivo del cemento armato faccia a vista, stimolate oggi dalla necessità di restaurare il rilevante patrimonio architettonico brutalista del secondo dopoguerra e adottate pionieristicamente in alcune opere di Le Corbusier, che invece non poteva immaginare quanto e come sarebbe invecchiato il suo amato cemento armato. Di fatto accantonate le tecniche di tipo eletrochimico, troppo complesse e incerte come la rialcalinizzazione, che ripristina nel conglomerato il pH precedente la carbonatazione, si spera soprattutto che si confermino alla prova del tempo i positivi risultati dell'applicazione degli inibitori migranti di corrosione. Spalmati direttamente sulla superficie del cemento carbonatato sono attratti dalle armature e penetrano attraverso il coprifero: una volta raggiunta la superficie delle barre, la proteggono dalla corrosione mediante un film monomolecolare. Visto che i rivestimenti nanostrutturati anticorrosione sono già una realtà produttiva, è facile immaginare una rapida manipolazione nanotecnologica dei preziosi migranti che ne garantisca tra l'altro la reale diffusione a tutta la superficie metallica interessata.



12



13



14

exposed concrete does not seem to tolerate applications that are still too much like fancy Band-Aids. It is likely that the masterworks by the great architects we've mentioned here will need no interventions, other than in a very distant future, because these works were surely built using all of devices to dramatically slow the phenomenon of carbonatation. By then, let's hope that non-invasive restoration methods have been developed for exposed reinforced concrete, inspired today by the need to restore significant works of brutalist architecture from the post-World War II period, and pioneered for some works by Le Corbusier, who would never have imagined how, and how much, his beloved reinforced concrete would age. Having abandoned electric-chemical techniques as too complex and uncertain (techniques such as re-alkalinization that returns the mix's pH to what it was before carbonatation), our greatest hope is that applications of migrating corrosion inhibitors will eventually bear positive results. Spread directly on the surface of the carbonated cement, they are attracted by the reinforcements and penetrate through the concrete covers. Once they reach the surface of the bars, they protect it from corrosion with a monomolecular film. Given that anti-corrosion nanostructured finishes are already being produced, it is easy to imagine a rapid nanotechnological manipulation of valuable migrating inhibitors whose effects include ensuring the actual spread over the entire affected metallic surface.

## LA FACCIA "TRASFORMISTA"

In questo contesto di sperimentazione industriale ultrasofisticata, si colloca a sorpresa l'opera di Peter Zumthor, cui ad aprile è stato assegnato il premio Pritzker per il 2009, il Nobel per l'architettura. Anche il poetico progettista svizzero ha sperimentato una sua versione del cemento armato, sicuramente senza partecipazione della chimica ma sempre frutto di una raffinata ricerca sul materiale e sulla sua posa in opera. Già scelto in alcuni progetti memorabili, come le Terme di Vals, nell'ultima sua opera, la Cappella di Bruder Klaus, a Mechernich, il cemento armato a vista, carbonizzato all'interno e "posato a strati" all'esterno, provoca un'emozione inedita. Come spesso succede per questo materiale, non è solo il risultato ad avere interesse, ma anche la tecnica con cui viene raggiunto. La piccola costruzione è un monolite di cemento armato: appare come un irregolare prisma retto a cinque lati, una specie di isolata torre di avvistamento (quasi un minuscolo Castel del Monte). La cassaforma interna è stata costruita per prima, avvolgendo una superficie rigata, un irregolare conoide a generatrice complessa ottenuto accostando 112 pali ricavati dagli alberi del vicino bosco di proprietà del committente. La cassaforma esterna, invece, è stata montata uno strato alla volta, con tavole piallate, ben lisce, di abete rosso, alte 50 centimetri. Disposta l'armatura per il singolo strato (e poco di più in verticale, di attesa), il conglomerato di cemento bianco e inerti giallo-rossastri è stato posato a mano, pilonato e battuto

da piccole squadre formate da gente del posto: la procedura somiglia a quella adottata dagli operai romani nella costruzione tra paramenti già in opera del nucleo portante dei muri di opus caementicum. Ogni strato corrisponde ad una singola giornata di lavoro: poi è lasciato maturare per qualche settimana, è scassato e diviene la base irregolare su cui impostare lo strato successivo. I tubi distanziatori per i tiranti di collegamento delle piccole casseforme lasciano taglienti fori circolari, che ricordano le buche pontale più che i geometrici disegni formali delle coeve opere architettoniche. I 24 strati, ben distinguibili grazie ai giunti freddi e alle inevitabilmente diverse sfumature cromatiche, sono completati molto lentamente, nel giro di poco meno di un anno. La nettezza geometrica, quasi marmorea, dell'esterno è contraddetta all'interno: non solo perché i tronchi erano appena sboccati ma perché sono stati rimossi con un metodo che evoca la tradizione contadina della produzione del carbone. Come all'interno del cammino di una carbonaia, infatti, è stato acceso un fuoco per tre settimane: i tronchi si sono disidratati e poi hanno subito una combustione imperfetta (il fumo usciva dalla bocca superiore a forma di goccia e dai fori di respiro lasciati dai distanziatori). Il cemento, già grossolano e ruvido, è stato annerito dal fumo, divenendo di fatto simile al carbone. A conferma, ancora una volta, della sua natura camaleontica e trasformista, capace di adattarsi alle più diverse esigenze espressive dell'architettura di oggi.

12 Peter Zumthor,  
cappella dedicata a San  
Nicola de Flüe, Mechernich,  
Germania, 2007

13 Peter Zumthor,  
cappella dedicata a San  
Nicola de Flüe, Mechernich,  
Germania, 2007  
dettaglio

14 Peter Zumthor,  
cappella dedicata a San  
Nicola de Flüe, Mechernich,  
Germania, 2007  
dettaglio

15 Le Corbusier,  
Monastero di Sainte-Marie  
de La Tourette, Eveux, Lione,  
Francia, 1957

## THE "CHAMELEON" FACE

In this context of highly sophisticated industrial experimentation, we unexpectedly find the work of Peter Zumthor, who in April was awarded the Pritzker Prize for 2009, architecture's "Nobel prize". Zumthor, a Swiss architect known for a poetic approach, has also experimented with his version of reinforced concrete, of course, without involving chemistry, though still resulting from sophisticated research into materials and installation techniques. He had already chosen it for some memorable projects, like the Vals thermal baths, and in his most recent work, the Chapel of Bruder Klaus in Mechernich, which has a singular effect. It is made of exposed reinforced concrete, carbonized on the inside and installed in layers on the outside.

As is often the case for this material, it is not only the result that is interesting; it is also the technique with which it was achieved. The small construction is a reinforced concrete monolith. It looks like an irregular, five-sided straight prism, like an isolated observation tower (almost a minuscule Castel del Monte). The internal formwork was the first to be built, wrapped in a striped surface, an irregular cone form with a complex generator made by joining 112 posts made of trees from the nearby woods owned by the client. The external formwork was assembled one layer at a time, with 50cm high, extra smooth planed red fir boards. Having arranged the reinforcement for a single layer (and slightly more

than vertical, at the ready), the mixture of white cement and yellow-reddish inert materials was laid by hand, rammed and hammered by small teams of local people. The procedure is like that used by roman workers to build a core of opus caementicum bearing walls between already existing walls. Each layer corresponds to one day of work. It is then left to mature for a few weeks, and then is taken out of the formwork, becoming the irregular base on which the next layer will be laid. The spacer tubes for the tie rods connecting the small formworks leave sharp circular holes, reminiscent of putlog holes more than of the formal geometric designs of contemporary architectural works. The 24 layers, which are easy to distinguish because of their cold joints and inevitably different color shades, were completed very slowly, in just under a year. The almost marble-like geometric precision of the outside is contrasted by the inside. Not only were the logs very roughly hewn, they were also removed with a method similar to the peasant tradition of coal making. A fire was lit for three weeks, like in a coal cellar. The logs were dried and then underwent an imperfect combustion (the smoke came out of the upper opening in the form of a drop and the breather holes left by spacers). The cement, which was already coarse and rough, was blackened by the smoke, making it like coal. This is yet another confirmation of concrete's chameleon-like nature that can adapt to contemporary architecture's great variety of expressive demands.

12 Peter Zumthor,  
chapel devoted to  
Saint Nicholas de Flüe,  
Mechernich, Germany, 2007

13 Peter Zumthor,  
chapel devoted to  
Saint Nicholas de Flüe,  
Mechernich, Germany, 2007  
detail

14 Peter Zumthor,  
chapel devoted to  
Saint Nicholas de Flüe,  
Mechernich, Germany, 2007  
detail

15 Le Corbusier,  
the Monastery of Sainte-  
Marie de La Tourette, Eveux,  
Lyon, France, 1957

