

2007

Trimestrale

Anno XII

Numero 36

Marzo

ENCO JOURNAL

PERIODICO SULLA TECNOLOGIA DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

“Focus - Via delle Industrie, 18/20 - 31050 Ponzano Veneto (TV). Spedizione in abbonamento postale D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 N° 46) art. 1, comma 1 DCB-TV”



NON ACCETTARE AGGREGATI DAGLI SCONOSCIUTI



La Marcatura CE per i
prodotti da
costruzione
è un
OBBLIGO DI LEGGE

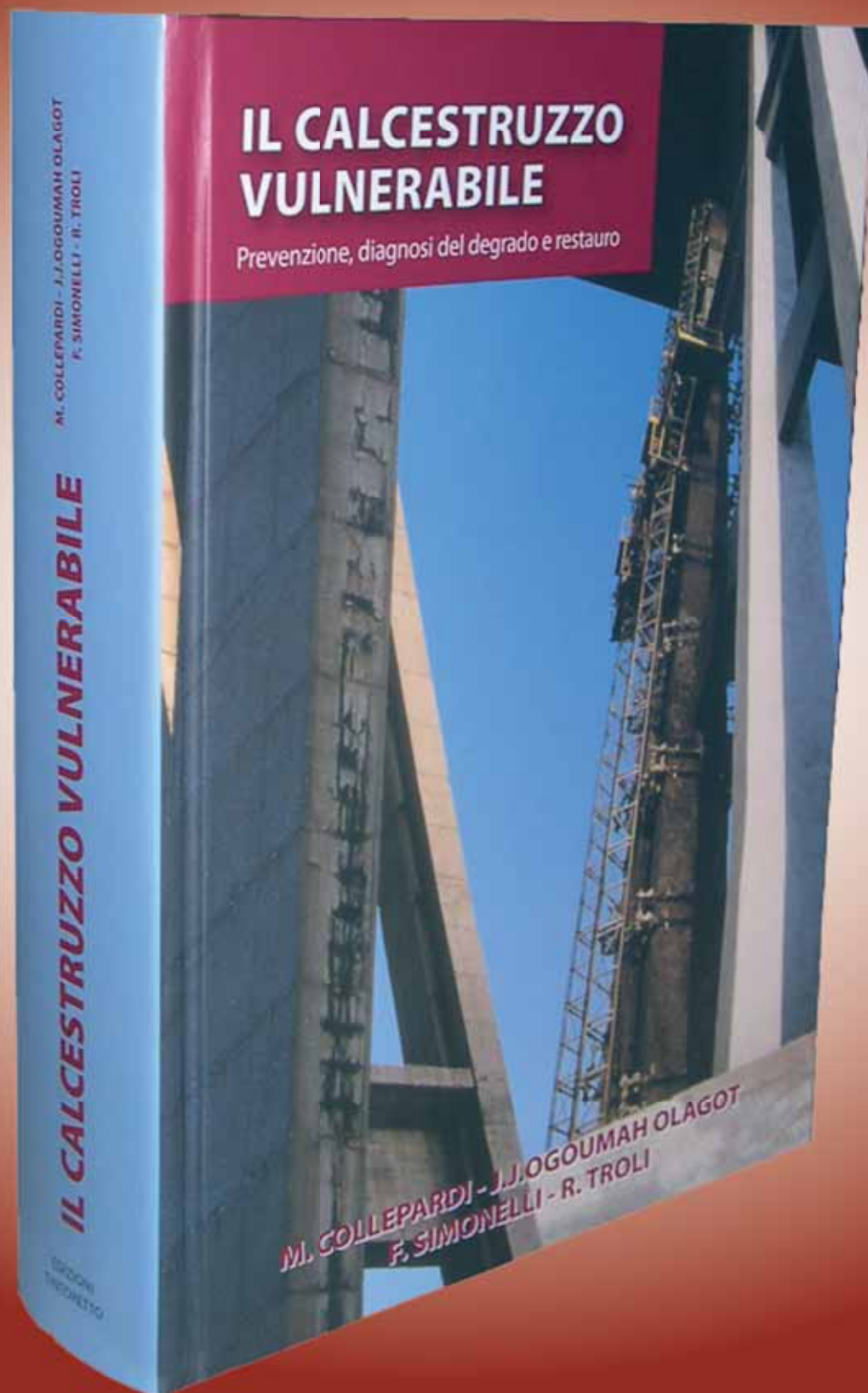
ENCO

info@encosrl.it

IL VOSTRO PASSAPORTO PER L'EUROPA



**...se vuoi la durabilità
sai dove trovarla...**



Enco Srl - Via delle Industrie 18/20 - 31050 Ponzano Veneto (TV)
Tel. 0422 963771 - Fax 0422 963237 - www.encosrl.it - E-mail: info@encosrl.it

Acquistabile tramite il sito internet www.encosrl.it oppure telefonando al 0422 963771

THE NEW CONCRETE



by Mario Collepardi

Professor Pierre-Claude Aïtcin, Honorary Member of the American Concrete Institute: In his most recent book "The New Concrete" Mario Collepardi produced a scientific book easy and pleasant to read, even for a specialist like me. This book deserves to be a best seller. I am convinced that architects, civil engineers, contractors, technicians and students will take advantage of Mario's remarkable work for the benefit of the most widely used construction material: concrete.

Prof. Carmel Jolicoeur, University of Sherbrooke, Quebec, Canada:

It is unquestionably a unique document, collecting a vast amount of knowledge and know-how on concrete and related subjects: cements, pozzolans, supplementary materials, admixtures, etc. It covers virtually all topics relevant to modern concrete technology, with information sufficiently fundamental to be useful for teaching purposes, and ample description of technical issues for practitioners. The artwork is distinctive, colourful and very effective. The incorporation of complete key bibliographic references in the text is appropriate and very useful. The book is definitely a timely contribution to an increasingly complex field. I trust it will rapidly diffuse in all organisations interested in the science and technology of concrete."

Dr V. Mohan Malhotra, Emeritus Scientist, Natural Resources Canada:

"The New Concrete" book is a welcome addition to the available literature on concrete. The book is very well written and covers aspects of modern concrete

technology. The book is unique in several aspects, but two deserve special mention. First, the book follows European Standards (EN), and secondly, the book is profusely illustrated with coloured sketches, photographs, and line drawings, that make it easy to read and to follow. I hope future authors

will follow the example of this book in this respect. Both, students and professional practicing engineers will find this lovely volume a useful and helpful addition to their library.

Prof. P. Kumar Mehta, Professor Emeritus at the University of California, Berkeley, USA:

"The New Concrete" is an excellent book on concrete. I am sure that it will be a valuable addition to other available books on concrete especially due to excellent graphics and a lot of new and useful data on current concrete practice.

Prof. Narayan Swamy, Professor Emeritus at the University of Sheffield, UK:

This book, thoughtfully and exquisitely illustrated by Mario's charming wife Isabella, to clarify and convey the basics and complexities of the material is a gem of a treatise that combines the science, engineering and practicalities of concrete in all its aspects. This is a book that will be an unfailing friend and guide to all professionals associated with concrete and the construction industry.



PERIODICO SULLA TECNOLOGIA DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

Trimestrale - Anno XII - Numero 36 - Marzo

Direttore Mario Collepari

LE NOZZE CON I FICHI SECCHI

Il titolo di questo editoriale, cui si riferisce anche la prima pagina di questo numero di Enco Journal, riguarda il ben noto comportamento di chi, pur non avendo le necessarie risorse, pensa di raggiungere un obiettivo molto ambizioso. Questo atteggiamento è molto diffuso nel mondo delle costruzioni ed in particolare di quelle in calcestruzzo. Come dice il mio amico Franco Mola la committenza se la cava dicendo ai progettisti: *“Questo è il budget disponibile per il calcestruzzo. E ora arrangiate!”*

E pensare che l'incidenza economica del costo del materiale non supera spesso qualche punto percentuale rispetto al costo totale dell'opera. Ma la scarsa qualità del calcestruzzo spiega il mediocre comportamento nel tempo delle strutture in c.a., che spesso si degradano nel giro di qualche anno o decennio perché per la confezione e la messa in opera del calcestruzzo erano disponibili solo fichi secchi.

I calcestruzzi innovativi ad alta resistenza meccanica o auto-compattanti non sembra che riscuotano molto successo. Secondo le statistiche dell'ERMCO (l'Associazione Europea dei Produttori di calcestruzzo preconfezionato) nel 2005 solo il 10% del calcestruzzo prodotto in Italia ha superato il valore di 30 MPa per la R_{ck} ! La quantità del calcestruzzo auto-compattante, del quale molto si è parlato e sul quale molto si è scritto (anche su Enco Journal), è stata 0,0% (sic!) del calcestruzzo totale prodotto in Italia nel 2005! Ma forse si tratta di uno 0,04% che arrotondato a due cifre significative diventa 0,0%.

Ciò non di meno la ricerca su calcestruzzi innovativi non si arresta. Calcestruzzi per pavimenti industriali, senza rete metallica o senza giunti di contrazione, sono presentati in questo numero di Enco Journal come esempi di innovazione nel mondo delle costruzioni per i quali forse varrebbe la pena di far le nozze con caviale e champagne al posto dei soliti fichi secchi.

Mario Collepari

In copertina: fotomontaggio Enco

SOMMARIO

La REDAZIONE informa...
HONORARY MEMBER OF ACI (pag. 7)

PAVIMENTI INDUSTRIALI
SENZA RETE METALLICA
di A. Borsoi, S. Collepari,
R. Troli e E. N. Croce (pag. 12)

PAVIMENTI INDUSTRIALI
SENZA GIUNTI DI CONTRAZIONE
di S. Collepari, R. Troli,
J.J. Ogoumah Olagot e G. Fazio (pag. 17)

NUOVI AGENTI VISCOSIZZANTI
PER IL CALCESTRUZZO
AUTOCOMPATTANTE
di T. Izumi, S. Dikry, e H. Yamamuro (pag. 22)

WORKSHOP IN INGLESE SUL
MIX DESIGN DEL
CALCESTRUZZO DAL
28 MAGGIO AL 1 GIUGNO 2007 (pag. 29)

ENCO Journal
PERIODICO SULLA TECNOLOGIA
DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE
Ponzano V.to (TV) - Via delle Industrie, 18/20
Tel. 0422.963771 - Fax 0422.963237
info@enco.srl

**Direttore
Responsabile**
MARIO COLLEPARDI

Redazione
ROBERTO TROLI
SILVIA COLLEPARDI
ANTONIO BORSOI
J. JACOB OGOUMAH OLAGOT
FRANCESCA SIMONELLI

EDITORE
FOCUS
Ponzano V.to (TV) - Via delle Industrie, 18/20
Tel. 0422.963771 - Fax 0422.963237
info@encosrl

COMPOSIZIONE
ISABELLA CAPOGNA
ALESSANDRA GALLETTI
MARA MENEGHEL

Grafica e Stampa
GRAFICHE TINTORETTO
di Rino Lucatello & C. S.R.L.
31050 Castrette di Villorba (TV)
Via Verdi 45/46

Registrazione al Tribunale di Treviso n.990 26/01/1996 - Iscrizione al RNS n. 06461

**... saperle costruire
è un'arte**



Enco Srl - Via delle Industrie, 18/20 - 31050 Ponzano Veneto (TV)
Tel. 0422 963 771 - Fax 0422 963237 - www.encosrl.it - info@encosrl.it

Acquistabile tramite il sito internet www.encosrl.it oppure telefonando al 0422 963771

La REDAZIONE informa.... HONORARY MEMBERS OF ACI

La redazione di Enco Journal è orgogliosa di annunciare che il suo direttore, **Mario Collepari**, è il quarto italiano eletto “**Honorary Member of the American Concrete Institute**” dopo **Franco Levi** nel 1965, **Pier Luigi Nervi** nel 1969, e **Guido Oberti** nel 1982.

Mario Collepari
2007



I riconoscimenti per il 2007 sono stati conferiti a **Mario Collepari**, **Bernard Erlin**, **Howard R. May**, **Jan Moksnes**, and **Shigeyoshi Nagataki**.

I prestigiosi riconoscimenti sono avvenuti inizialmente in modo discontinuo dal 1926 al 1951, e con frequenza annuale dal 1953 ai nostri giorni.

La lunga la lista dei riconoscimenti conferiti a vario titolo (strutturista, progettista, tecnologo) include alcuni mostri sacri del calcestruzzo armato:

solo per citarne alcuni si possono ricordare i nomi di Freyssinet, Torroja, L’Hermite, Powers, Lea, Mather, Mehta, Malhotra, Neville.



American Concrete Institute

Guido Oberti
1982



Pier Luigi Nervi
1969



Franco Levi
1965



ACI HONORARY MEMBERS DAL 1927 AL 2006

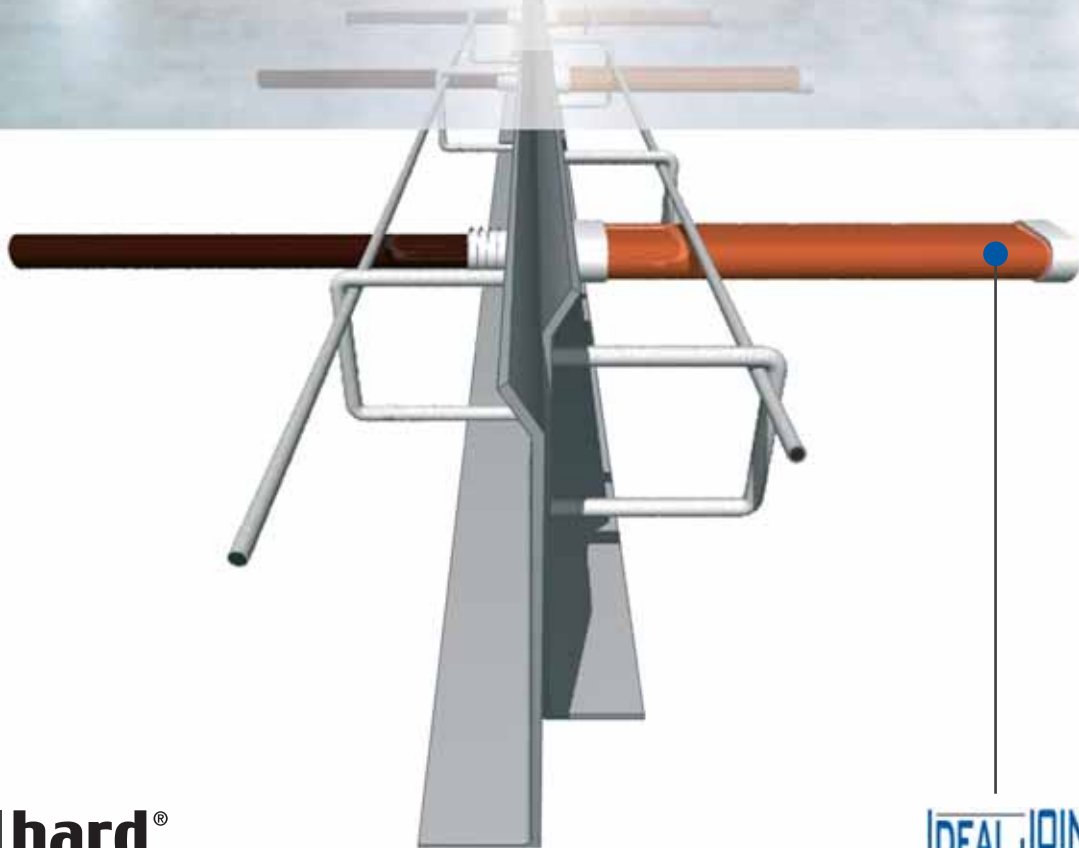
<p>2006 Carl Bimel P. Kumar Mehta R. Narayan Swamy Richard N. White</p>	<p>2005 Pierre-Claude Aitcin Samuel J. Henry Arthur H. Nilson Hajime Okamura James S. Pierce</p>	<p>2004 Robert F. Mast Roberto Meli Edward G. Nawy Ramesh N. Raikar James M. Shilstone, Sr.</p>	<p>2003 David P. Billington W. Gene Corley Francis J. Principe Dean E. Stephan Augusto Carlos Vasconcelos</p>
<p>2002 Vitlmo V. Bertero George C. Hoff George F. Leyh Bertold E. Weinberg</p>	<p>2001 Hiroyuki Aoyama Joseph Dobrowolski James MacGregor Alex Scordelis</p>	<p>2000 I. Leon Glassgold Charles G. Salmon John M. Scanlon, Jr. Loring A. Wyllie, Jr.</p>	<p>1999 John M. Hanson Daniel P. Jenny Raymundo Rivera-Villarreal James E. Roberts Mete A. Sozen</p>
<p>1998 Mary K. Hurd George Somerville Paul Zia</p>	<p>1997 W. Burr Bennett Richard D. Gaynor Robert Park</p>	<p>1996 T. E. (Gene) Northup W. G. J. (Mick) Ryan Joseph H. Walker</p>	<p>1995 Eugene H. Boeke, Jr. Teodoro E. Harmsen Ivar Holand Walter E. Kunze René Walther</p>

<p>1994 James R. Libby Alan H. Mattock Norman L. Scott Peter Smith</p>	<p>1993 Peter D. Courtois Emery Farkas Yves Saillard</p>	<p>1992 John E. Breen Ignacio Martin Floyd O. Slate</p>	<p>1991 Bengt F. Friberg Charles J. Pankow</p>
<p>1990 Carl E. Ekberg, Jr. Noel J. Everard George W. Washa</p>	<p>1989 T. Z. Chastain Robert G. Lee Stewart C. Watson Robert E. Wilde</p>	<p>1988 Boris Bresler Milos Polivka Paul F. Rice Jorg Schlaich</p>	<p>1987 Bertrand Goldberg Jean M. Muller Thomas Paulay</p>
<p>1986 Milo S. Ketchum V. Mohan Malhotra Adam M. Neville Thomas J. Reading</p>	<p>1985 Paul Klieger Shu-T'ien Li Katharine Mather Alfred L. Parme</p>	<p>1984 Alexander Major John F. McLaughlin</p>	<p>1983 William M. Avery Richard C. Mielenz Bruno Thurlimann</p>
<p>1982 Russell S. Fling Guido Oberti</p>	<p>1981 Gunnar M. Idorn</p>	<p>1980 Edward Cohen W. C. Hansen Robert G. L'Hermite</p>	<p>1979 Edward A. Abdun-Nur Francisco de Assis Basilio John A. Blume Felix Candela Ben C. Gerwick</p>
<p>1978 William A. Cordon T. Y. Lin Robert E. Philleo R. E. Rowe A. A. Yee</p>	<p>1977 Julio Ferry-Borges Michael A. Lombard Walter J. McCoy George Winter Hubert Woods</p>	<p>1976 Paul W. Abeles Samuel Burks Eivind Hognestad W. Gordon Plewes Emilio Rosenblueth John P. Thompson</p>	<p>1975 Miles N. Clair William F.H. Schmidt Joseph J. Shideler Branko Zezelj</p>
<p>1974 Graydon E. Burnett Samuel Hobbs Masatane Kokubu Telemaco van Langendonck</p>	<p>1973 Anton Tedesco Clyde E. Kesler</p>	<p>1972 Arthur R. Anderson Fritz Leonhardt</p>	<p>1971 A. Allan Bates Philip H. Gooding Ben Moreell Georg Wastlund</p>
<p>1970 Roger H. Corbetta Carl A. Menzel Walter H. Price</p>	<p>1969 Roy W. Carlson Bryant Mather Pier Luigi Nervi Raymond C. Reese Chester P. Siess</p>	<p>1968 Phil M. Ferguson Hubert Rusch</p>	<p>1967 Frederick M. Lea Nathan M. Newmark Lewis H. Tuthill</p>
<p>1966 P. H. Bates William Glanville Joe W. Kelly</p>	<p>1965 Franco Levi Douglas McHenry</p>	<p>1964 Ulrich Finsterwalder Kiyoshi Muto Bryam W. Steele</p>	<p>1963 S.C. Hollister Maxwell M. Upson</p>
<p>1962 T. Goldbeck Inge Lyse</p>	<p>1961 Trevall C. Powers</p>	<p>1960 Charles H. Scholer William Lerch</p>	<p>1959 Hardy Cross Herbert J. Gilkey Eduardo Torroja</p>
<p>1958 Eugene Freyssinet Douglas E. Parsons Stanton Walker</p>	<p>1957 Arthur R. Lord</p>	<p>1956 Morton O. Withey</p>	<p>1955 Frank H. Jackson Thomas E. Stanton</p>
<p>1954 Raymond E. Davis</p>	<p>1953 Roderick B. Young</p>	<p>1951 Harrison F. Gonnerman Frank E. Richart</p>	<p>1943 John J. Earley Franklin R. McMillan</p>
<p>1940 Benjamin F. Affleck</p>	<p>1935 Alfred E. Lindau</p>	<p>1932 Edward D. Boyer Fritz Emperger William K. Hatt Robert W. Lesley Arthur N. Talbot Sanford E. Thompson Frederick E. Turneure Henry C. Turner Leonard C. Wason</p>	<p>1927 Adolph Buhler</p>
<p>1926 Richard L. Humphrey</p>			



L'UNIONE FA LA FORZA

ProCom



idealhard[®]
the best solution for your concrete floor

IDEAL HARD è un'esclusiva soluzione chimica incolore che incrementa la resistenza superficiale delle superfici in calcestruzzo soggette ad alto traffico pedonale e veicolare. **IDEAL HARD** penetra in profondità nelle superfici in calcestruzzo per sigillarle, densificarle, indurirle e renderle meno permeabili all'acqua. I pavimenti trattati con **IDEAL HARD** si mantengono più a lungo, costano meno per la manutenzione e sono antipolvere per moltissimi anni.

IDEAL HARD è il miglior prodotto sul mercato (richiedi la copia del test comparativo svolto dal laboratorio indipendente CTL - Illinois). Le caratteristiche primarie sono quelle di essere antipolvere, facile da mantenere e soprattutto resistente all'abrasione. E' il solo prodotto ad essere sigillante, densificante e corazzante chimico per calcestruzzo. **GARANZIA ANTIPOLVERE 10 ANNI**

IDEAL JOINT SYSTEM[®]
giunto di costruzione - construction joint

La distribuzione dei carichi tra le piastre di calcestruzzo è fondamentale e se non è affrontata fin dalla progettazione rischia di compromettere il risultato dell'opera finita. A tutto questo si aggiungono i costi di manutenzione e di fermo produzione, che per i giunti sono davvero elevati. Spesso ad una progettazione adeguata, non segue una corretta realizzazione: i sistemi tradizionali sono molto complicati e richiedono tempo e manodopera specializzata. **IDEAL WORK** è pronta ad affrontare questa problematica con il proprio sistema brevettato per giunti di costruzione: **IDEAL JOINT SYSTEM**, studiato e realizzato per offrire ai progettisti un sistema moderno e scientifico per riprendere il trasferimento dei carichi tra le piastre di calcestruzzo con una semplice e poco costosa applicazione in opera. **IDEAL JOINT SYSTEM** è l'unico giunto Bidirezionale progettato per pavimenti in calcestruzzo.

www.giunto.it/idealwork

Ideal WORK Srl - via Kennedy, 52/A - 31030
Vallà di Riese Pio X (TV) Italia
tel. (+39) 0423 748430 - fax (+39) 0423 748429
info@idealwork.it - www.idealwork.it

ideal
WORK[®]
SOLUZIONI INNOVATIVE PER LE PAVIMENTAZIONI
INNOVATIVE SOLUTIONS FOR CONCRETE FINISHING





CORSI DI FORMAZIONE 2007

➤ DIAGNOSTICA E RESTAURO DELLE OPERE IN C.A. Ponzano Veneto, 10-11 Maggio 2007

PROGRAMMA
DEL CORSO

- Prove in sito ed in laboratorio
- Calcestruzzi speciali per il restauro
- La fisica dell'acqua nelle costruzioni
- Diagnosi del degrado nelle strutture in calcestruzzo
- Il degrado del calcestruzzo armato
- Il restauro delle opere in calcestruzzo
- L'impiego dell'FRP nel restauro delle opere in c.a.
- Introduzione ai materiali FRP. Le fibre in carbonio, in aramide ed in vetro. Le resine epossidiche
- I materiali compositi e determinazioni delle caratteristiche meccaniche
- Calcolo del rinforzo degli elementi inflessi con il metodo agli stati limite
- Esempi di applicazione degli FRP nel rinforzo strutturale
- Applicazione dei rinforzi in FRP nel restauro degli edifici danneggiati dal sisma
- Materiali leganti e calcestruzzo
- Materiali polimerici
- Modellazione della penetrazione del cloruro nelle strutture in c.a.: quantificazione della via di servizio

Docenti: Prof. M. Collepari, Ing. R. Troli, Ing. S. Collepari - Orario: Primo giorno: 10.30-12.30 ; 14.00-18.30 - Secondo giorno: 8.30-13.30

Costo: €300,00 + IVA Materiale Didattico: Libro "IL CALCESTRUZZO VULNERABILE"

➤ STRUTTURE IN CALCESTRUZZI SPECIALI Ponzano Veneto, 4-5 Giugno 2007

PROGRAMMA
DEL CORSO

- Calcestruzzi al alta resistenza meccanica
- Calcestruzzi leggeri strutturali
- Calcestruzzi autocompattanti
- Calcestruzzi fibrorinforzati
- Calcestruzzi a ritiro compensato
- Calcestruzzi proiettati (Spritz Beton - Shotcrete)
- Calcestruzzi polimero-impregnati (PIC)
- Calcestruzzi a durabilità secolare
- Calcestruzzi riciclati
- Calcestruzzi leggeri
- Esercitazioni pratiche in laboratorio

Docenti: Prof. M. Collepari, Ing. R. Troli, Ing. S. Collepari

Orario: Primo giorno: 10.30-12.30 ; 14.00-18.30 - Secondo giorno: 8.30-13.30 - Costo: €250,00 + IVA per i corsisti già in possesso del libro "IL NUOVO CALCESTRUZZO" in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni - Costo: €300,00 + IVA Materiale Didattico: Quarta Edizione de "IL NUOVO CALCESTRUZZO" in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni; CD Easy & Quick per le prescrizioni di capitolato; copia elettronica delle Norme Tecniche per le Costruzioni, pp. 406 del Servizio Tecnico Centrale

➤ PAVIMENTAZIONI INDUSTRIALI IN CALCESTRUZZO Ponzano Veneto, 25-26 Giugno 2007

PROGRAMMA
DEL CORSO

- Modello di interazione terreno-sottofondo
- Classificazione dei terreni
- Resistenza a trazione per flessione: normativa per il calcolo del modulo di rottura
- Resistenza a fatica e fattori di sicurezza per il progetto delle pavimentazioni
- Classificazione dei carichi uniformemente distribuiti e carichi concentrati su piedritti e ruote veicolari
- Dimensionamento dei giunti di contrazione: ritiro plastico e igrometrico
- Esempi pratici di giunti di contrazione: calcolo dell'armatura metallica, imbarcamento dei pavimenti, barriera a vapore
- Giunti di isolamento e di costruzione
- Esame dei difetti nei pavimenti

Docenti: Ing. R. Troli, Ing. S. Collepari

Orario: Primo giorno: 10.30-12.30 ; 14.00-18.30 - Secondo giorno: 8.30-13.30 - Costo: €300,00 + IVA

Materiale Didattico: Libro "PAVIMENTAZIONI INDUSTRIALI IN CALCESTRUZZO"

ENCO WORKSHOP ON

FULL IMMERSION ON CONCRETE ENGLISH

IMPROVE YOUR ENGLISH BY LEARNING CONCRETE

IMPROVE YOUR CONCRETE BY LEARNING ENGLISH

➤ CONCRETE MIX DESIGN

Ponzano Veneto, 28-31 May 2007

PROGRAMME

➤ Workability of fresh concretes and slump loss as a function of environmental conditions, aggregate humidity and the presence of chemical admixtures ➤ Mechanical properties: compressive, flexural, tensile strength ➤ Influence of temperature and chemical admixtures on the strength development ➤ Concrete durability and prevention measurements to avoid concrete deterioration according to EN 206 ➤ Dry shrinkage of concrete and determination of shrinkage in reinforced concrete structures as a function of relative humidity, structure size, concrete composition and presence of metallic reinforcements ➤ Calculation of creep in reinforced concrete structures as a function of concrete composition, age of loading, size of structures and time of loading ➤ Combination of individual aggregates to find an optimal composition very close to the ideal composition (Fuller, Bolomey, etc.) ➤ Practical exercises for using a computerized mix design (CMD EN 206) to elaborate the concrete composition on the bases of technical requirements

Trainers: Prof. M. Collepardi, Ing. R. Troli, Ing. S. Collepardi

Cost: €650,00 VAT included before 31 March 2007 - Cost: €800,00 VAT included after 31 March 2007

INCLUDING: Book "CONCRETE MIX DESIGN"; Software CMD EN 206 for automatic concrete mix-design, Lunch and Coffee Break

➤ BASIC CONCRETE TECHNOLOGY

Ponzano Veneto, 18-21 June 2007

PROGRAMME

- ➤ Concrete ingredients: portland and blended cements, aggregates - ➤ Production of concrete
➤ - Fresh concretes: workability, bleeding, segregation ➤ - Hardened concrete: porosity, permeability and strength
➤ Deterioration and durability of concrete structures ➤ Superplasticizers, shrinkage-reducing admixture, accelerating admixture, inhibitors of ASR and corrosion ➤ Temperature and concrete: heat of hydration and influence of temperature on concrete strength ➤ - Plastic, drying and autogenous shrinkage crack-free concrete ➤ - Creep

Trainers: Prof. M. Collepardi, Ing. R. Troli, Ing. S. Collepardi

Cost: € 600,00 VAT included before 18 May 2007 - Cost: € 750,00 VAT included after 18 May 2007

INCLUDING: Book "THE NEW CONCRETE"; Software Easy & Quick for automatic prescriptions, Lunch and Coffee Break

SEDE DEI CORSI: Sala Conferenze Enco srl

Via delle Industrie, 18

31050 Ponzano Veneto (TV)

Tel. 0422 963 771 - Fax 0422 963237 - www.encosrl.it - info@encosrl.it

PAGAMENTO: da effettuarsi prima dell'inizio del corso mediante

bonifico bancario sul c/c 000001085060

(Codice CIN: J Codice ABI 03069 - Codice CAB12031)

intestato a Enco srl presso Banca Intesa, Filiale 525 Treviso



Informazioni

PAVIMENTI INDUSTRIALI SENZA RETE METALLICA



*Antonio Borsoi, Silvia Collepardi,
Roberto Troli, Emanuela N. Croce
Enco Srl, Ponzano Veneto (TV) - info@encosrl.it*



1. INTRODUZIONE

I pavimenti industriali solitamente sono armati con una rete metallica che dovrebbe essere posizionata correttamente a un terzo dello spessore dalla superficie. Il ruolo della rete è quello di ridurre l'ampiezza delle fessure causate dal ritiro da essiccamento. Tuttavia la rete può muoversi dalla sua posizione corretta perchè gli operai vi camminano sopra durante l'esecuzione del pavimento o per il passaggio delle autobetoniere in fase di getto del calcestruzzo preconfezionato se non sono munite di pompa. In questi casi la rete metallica perde in gran parte la sua funzione e le fessure da ritiro si aprono a dismisura sulla superficie quando questa si asciuga.

Una possibile alternativa all'impiego della rete metallica è rappresentata dal combinato impiego delle seguenti aggiunte:

- additivo antiritiro SRA (*Shrinkage-Reducing Admixture*) di cui si è già discusso più volte ed in particolare nel numero 29 di Enco Journal ("Calcestruzzo a ritiro ridotto o nullo");
- additivo superfluidificante a base polycarbosilica (PCS) per ridurre l'acqua di impasto;
- macro-fibre polimeriche a base di polipropilene (PPF).

2. SCOPO DELLA RICERCA

Al fine di comprendere il ruolo di ciascuna aggiunta, sono stati confezionati i seguenti conglomerati:

- calcestruzzo senza alcuna aggiunta;
- calcestruzzi con una sola aggiunta (SRA oppure PCS oppure PPF);
- calcestruzzi con un'aggiunta binaria (SRA + PPF; SRA + PCS; PCS + PPF);
- calcestruzzo con aggiunta ternaria (SRA + PCS + PPF).

3. PARTE SPERIMENTALE

Sono state eseguite prove di laboratorio su provini, di campo su lastre, e di applicazione reale in pavimenti industriali.

3.1 Prove di Laboratorio

I materiali impiegati per la confezione dei vari calcestruzzi sono stati:

- cemento CEM II A-V 42.5 N contenente 15 % di cenere volante;
- inerti naturali che comprendevano una sabbia (0-4 mm), un ghiaietto (4-16 mm) ed un aggregato grosso (16-32 mm);
- una soluzione acquosa al 20% di polycarbosilato come additivo superfluidificante dosato allo 0,6 % sul peso del cemento capace di ridurre l'acqua di impasto del 15 %;
- un polietilen-glicole come SRA dosato in misura di 4,5 kg/m³ di calcestruzzo;
- macro-fibre polipropileniche (PPF) lunghe 30 mm con diametro da 0.95 mm (Fig.1) dosate in misura di 3,5 kg/m³ di calcestruzzo.



Fig. 1 - Vista delle macro-fibre in polipropilene (PPF).

La Tabella 1 mostra le composizioni del calcestruzzo senza alcuna aggiunta (Control Mix), e quelle dei calcestruzzi con una sola aggiunta (PCS Mix, SRA Mix e Fibre Mix), tutti in consistenza superfluida (slump = 220-240 mm).

Tabella 1 - Composizione dei calcestruzzi (in kg/m³) con e senza superfluidificante (PCS), o additivo antiritiro (SRA) o macro-fibre (PPF).

INGREDIENTI (kg/m ³)	CONTROL MIX	PCS MIX	SRA MIX	FIBRE MIX
CEM II A-V 42.5 N	350	297	345	350
Sabbia 0-4 mm	915	982	927	910
Ghiaia 4-16 mm	395	424	400	393
Ghiaia 16-32 mm	483	519	490	482
Acqua	210	178	207	210
PCS	----	1.8	----	----
SRA	----	----	4.5	----
PPF	----	----	----	3.5
a/c	0.60	0.60	0.60	0.60
i/c	5.1	6.5	5.3	5.1
Slump (mm)	230	240	235	220

Rispetto al Control Mix nel PCS Mix (PCS = 1,8 kg/m³) l'acqua di impasto è diminuita del 15% (178 contro 210 kg/m³); a pari rapporto a/c (0,60) anche il contenuto di cemento viene diminuito da 350 kg/m³ nel Control Mix a 297 kg/m³ nel PCS Mix; conseguentemente il rapporto inerte/ cemento (i/c) aumenta da 5,1 nel Control Mix a 6,5 nel PCS Mix. Nei calcestruzzi con SRA o macro-fibre non si registrano significative variazioni nei rapporti a/c ed i/c rispetto al calcestruzzo senza aggiunte.

Nella Tabella 2 sono mostrate le composizioni dei calcestruzzi con due o tre aggiunte.

Il rapporto a/c è eguale a 0,60 in tutti i calcestruzzi. Nei calcestruzzi con additivo superfluidificante la riduzione di acqua e di cemento comporta un aumento del rapporto inerte/cemento rispetto al calcestruzzo SRA-Fibre Mix (da 5,5 a circa 6,7).

La riduzione di acqua e cemento a pari a/c con conseguente aumento del rapporto i/c comporta una riduzione del ritiro di essiccamento per la diminuzione del componente che subisce il ritiro (pasta di cemento) e l'aumento del componente stabile (inerte) che si oppone al ritiro.

Sono state eseguite determinazioni di resistenza meccanica a compressione su provini cubici con 100 mm di lato (U.R. ≥ 95%) e di ritiro su provini prismatici (100 x 100 x 500 mm) esposti ad aria molto asciutta (U.R. = 55%).

La Fig. 2 mostra i risultati di resistenza meccanica sui calcestruzzi le cui composizioni sono riportate in Tabella 1. Non si registra alcuna significativa differenza tra il calcestruzzo Control Mix senza alcuna aggiunta ed i calcestruzzi con una sola aggiunta (PCS oppure SRA oppure PPF). Ana-

logamente non si registra alcuna differenza nella resistenza meccanica tra il Control Mix ed i calcestruzzi con due o tre aggiunte le cui composizioni sono mostrate in Tabella 2, e pertanto questi risultati non sono qui riportati.

Tabella 2 - Composizione dei calcestruzzi con due o tre aggiunte.

INGREDIENTI (kg/m ³)	SRA-PCS MIX	SRA-FIBRE MIX	SRA-PCS-FIBRE MIX	PCS-FIBRE MIX
CEM II A-V 42.5 N	290	345	294	300
Sabbia 0-4 mm	1010	964	990	989
Ghiaia 4-16 mm	434	416	427	427
Ghiaia 16-32 mm	534	510	524	524
Acqua	174	207	176	180
PCS	1.8	----	1.8	1.8
SRA	4.8	4.8	4.8	----
PPF	----	3.5	3.5	3.0
a/c	0.60	0.60	0.60	0.60
i/c	6.8	5.5	6.6	6.5
Slump (mm)	240	220	230	220

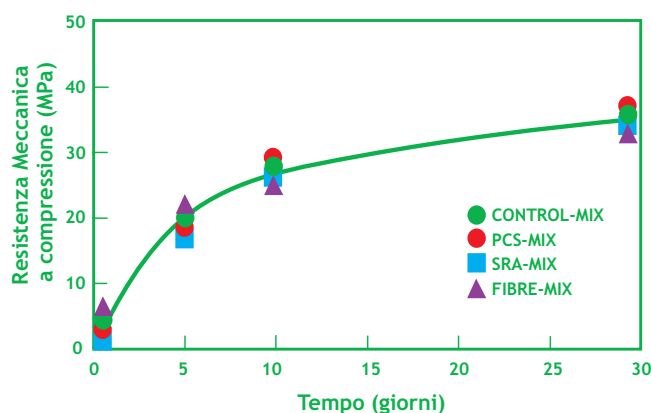


Fig. 2 - Resistenza meccanica dei calcestruzzi mostrati in Tabella 1.

Nella Fig. 3 sono riportate le misure di ritiro del Control Mix e dei calcestruzzi con una sola aggiunta. Nei calcestruzzi con superfluidificante (PCS Mix) o con additivo anti-ritiro (SRA Mix) il ritiro da essiccamento a sei mesi diminuisce sensibilmente da circa 650 µm/m nel Control Mix, a circa 400 µm/m nel Super Mix e nel calcestruzzo con SRA. Il meccanismo di riduzione del ritiro è tuttavia diverso: per effetto del maggior rapporto i/c nel PCS Mix (1) e per effetto della riduzione della tensione superficiale nell'SRA Mix (2). Nel calcestruzzo con sole macro-fibre (Fibre Mix) non si registra alcuna significativa differenza nel ritiro da essiccamento rispetto al calcestruzzo di riferimento senza alcuna aggiunta (Control Mix).

Nella Fig. 4 sono riportati i ritiri da essiccamento dei cal-

cestruzzi con due o tre aggiunte rispetto al ritiro del calcestruzzo senza alcuna aggiunta Control Mix). La diminuzione del ritiro è del 65% quando si impiegano congiuntamente il superfluidificante PCS e l'additivo antiritiro SRA, mentre l'aggiunta delle macro-fibre PPF ai calcestruzzi con PCS o SRA non provoca alcun ulteriore diminuzione del ritiro da essiccamento. In sostanza le macro-fibre non influenzano il ritiro da essiccamento.

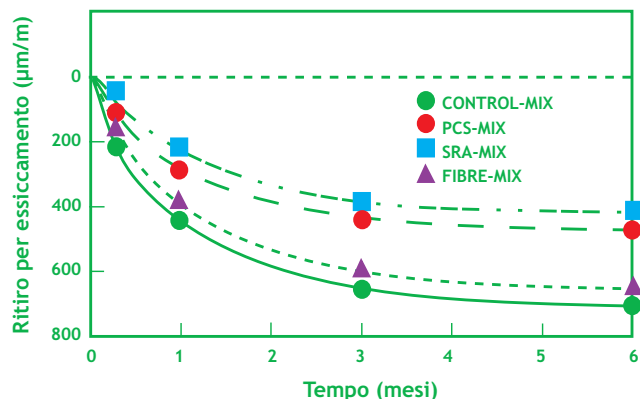


Fig. 3 - Ritiro per essiccamento nel calcestruzzo di riferimento (Control Mix) ed in quelli additivati.

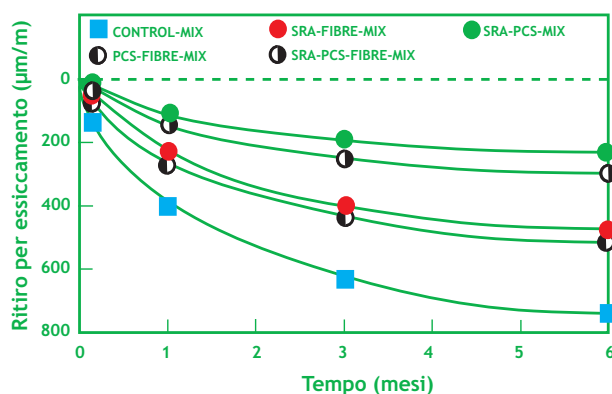


Fig. 4 - Ritiro da essiccamento nel calcestruzzo di riferimento (Control Mix) ed in quelli con due o tre additivi.

3.2 Prove di Campo

Sono state gettate alcune lastre in calcestruzzo lunghe 8 m, larghe 40 cm, e spesse 6 cm, lasciate all'aria in ambiente esterno, ed esposte alle stesse condizioni di umidità relativa e di velocità del vento (Fig. 5). Alle due estremità le lastre sono state fissate mediante viti metalliche al substrato in modo da trasformare il ritiro in una tensione di trazione capace di provocare fessure nelle lastre quando la tensione di trazione (σ_t) supera la resistenza meccanica a trazione (R_t):

$$\sigma_t > R_t$$

L'influenza delle varie aggiunte sul numero di fessure e sulla dimensione della loro apertura è mostrata in Tabella 3. Si registra una riduzione del numero di fessure e soprattutto della loro apertura quando si impiega il superfluidificante (Su-

per Mix) o l'additivo antiritiro (SRA) o una combinazione di questi due additivi (una sola fessura di 0,2 mm di apertura) come è mostrato in Fig. 6.



Fig. 5 - Vista delle lastre esposte all'aria aperta.

Tabella 3 - Numero ed apertura delle fessure.

MIX	Numero di FESSURE	Massima apertura della FESSURA
CONTROL-MIX	5	2.13
PCS-MIX	4	1.05
SRA-MIX	2	0.63
SRA-PCS-MIX	1	0.20
SRA-PCS-FIBRE-MIX	0	----

Solo nel calcestruzzo con i due additivi (PCS e SRA) unitamente alle macro-fibre non si osserva alcuna fessura.

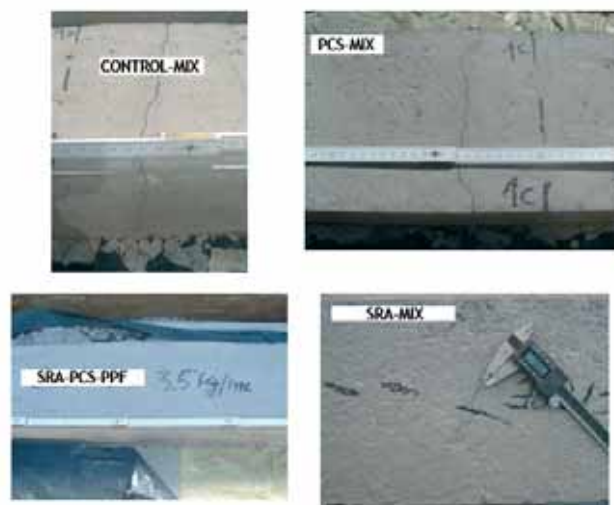


Fig. 6 - Misura dell'ampiezza delle fessure nelle lastre delle prove di campo.

3.3 Pavimentazioni Industriali

Sulla base dei risultati nelle prove di campo (Tabella 3) sono state realizzate due pavimentazioni industriali entrambe di 800 m² in ambiente aperto:

- una pavimentazione **senza rete metallica** con il calcestruzzo a consistenza superfluida S5 che non ha presentato fessure nelle prove di campo contenente i due additivi (PCS ed SRA) oltre alle macro-fibre in polipropilene (PPF);
- una pavimentazione **con rete metallica** con il calcestruzzo a consistenza superfluida contenente i due additivi PCS ed SRA senza fibre.

La Fig. 7 mostra la stesura del calcestruzzo gettato con una pompa per costruire la pavimentazione con rete metallica. La Fig. 8 mostra la stesura del calcestruzzo gettato dall'autobetoniera direttamente sul sottofondo (e quindi senza l'ausilio di una pompa) in assenza della rete metallica. Appare evidente la semplificazione operativa del getto senza rete metallica rispetto a quello con rete metallica, la cui corretta posizione rischia comunque di essere compromessa dal camminamento degli operai al momento della stesura del conglomerato ancorché il getto e la messa in opera avvenga con l'ausilio di una pompa.

Entrambe le pavimentazioni sono state frattazzate e trattate con spolvero cementizio (Fig. 9) per migliorare la resistenza all'abrasione provocata dal passaggio di automezzi



Fig. 7 - Stesura del calcestruzzo in presenza di rete metallica.



Fig. 8 - Stesura del calcestruzzo gettato in assenza di rete metallica.

pesanti.

Entrambe le pavimentazioni sono state protette con telo di plastica impermeabile per proteggere il calcestruzzo fresco dal momento del getto fino al giorno successivo da eventuali pioggia o insolazione. Entrambe le pavimentazioni sono state lasciate all'aria senza alcuna stagionatura umida che solitamente si richiede soprattutto nelle pavimentazioni all'aperto esposte a rischio di asciugamento superficiale e quindi di fessurazioni da ritiro.

Sul calcestruzzo indurito sono stati realizzati i giunti di contrazione. Le distanze tra i giunti di contrazione sono state di:

- 5 metri nella pavimentazione con calcestruzzo contenente PCS ed SRA in presenza di rete metallica;
- 8 metri nella pavimentazione con calcestruzzo contenente anche le macro-fibre oltre ai due additivi in assenza di rete metallica.

A distanza di oltre un anno non si sono registrate fessure se si eccettua qualche piccola cavillatura localizzata per non avere rifinito i giunti di isolamento in corrispondenza di alcuni tombini (Fig.10) o di muri adiacenti alla pavimentazione con rete metallica.



Fig. 9 - Applicazione dello spolvero cementizio per rinforzare la superficie della pavimentazione .



Fig. 10 - Esempio di cavillatura per difettosa finitura dei giunti di isolamento.

PALLADIO

Sistemi per la Bioedilizia ed il Restauro delle murature storiche

durabilità e sostenibilità

è questa la filosofia che ha animato lo sviluppo di questa linea di sistemi per la bioedilizia ed il recupero di edifici storici

Palladio Bioedilizia

Malte per muratura e faccia a vista
Intonaci - Finiture e Rasanti - Massetti

Palladio Restauro

Leganti da iniezione (consolidamento)
Intonaci strutturali (pareti e cappe armate)
Intonaci deumidificanti



Grigolin

evoluzioni costruttive

Fornaci Calce Grigolin spa
T +39 0438 4461
info@fornacigrigolin.it
www.gruppogrigin.com

- Cemento, Calce e derivati
- Malte e Intonaci
- Massetti autolivellanti
- Massetti alleggeriti
- Bisacco • Adesivi e Collanti
- Finiture e Rasature • Colori per l'edilizia • Restauro calcestruzzo
- Risananti • Bioedilizia • Sistemi a cappotto
- Forniture per il cantiere • Inerti

4. CONCLUSIONI

L'aggiunta di macro-fibre propileniche (lunghe 30 mm, con diametro di 0,95 mm) ad un calcestruzzo a basso ritiro per la presenza di un superfluidificante policarbossilico e di additivo anti-ritiro SRA non provoca alcuna ulteriore riduzione nel ritiro. Tuttavia migliora significativamente la tenacità del calcestruzzo e consente di produrre pavimentazioni industriali di 800 m² così caratterizzate :

- assenza di rete metallica;
- rapidità di getto in assenza di pompa attraverso una canaletta dell'autobetoniera;
- esecuzione semplificata per l'assenza di rete metallica;
- taglio dei giunti di contrazione ogni 8 metri
- assenza di fessure indotte da ritiro da essiccamento ancorché non sia stata effettuata alcuna stagionatura umida della superficie della pavimentazione.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Geologo Dott. Ennio Strazzer per la preziosa collaborazione nell'esecuzione dei pavimenti industriali presso la Società General Beton di Colle Umberto (TV).

BIBLIOGRAFIA

- (1) A.M. Neville, "Properties of Concrete", 4th Edition, Longman Group Limited, pp. 429-435, 1995.
- (2) M. Collepari, A. Borsoi, S. Collepari, J.J. Ogoumah Olagot, R. Troli, "Effects of Shrinkage-Reducing Admixture in Shrinkage-Compensating Concrete Under Non-Wet Conditions", Cement and Concrete Composites, 27, pp.704-708, 2005.

ENCO

Roberto Troli
troli@encosrl.it
TI 0422 963 771



ASSISTENZA
TECNICO LEGALE

PAVIMENTI INDUSTRIALI SENZA GIUNTI DI CONTRAZIONE



Silvia Collepari, Roberto Troli,
Jean Jacob Ogoumah Olagot, Glenda Fazio
Enco Srl, Ponzano Veneto (TV) - info@encosrl.it



1. INTRODUZIONE

I calcestruzzi a ritiro compensato possono essere vantaggiosamente impiegati per costruire strutture in c.a. senza giunti di contrazione purché venga adottata immediatamente una stagionatura umida. In particolare sono stati realizzati pavimenti industriali di circa 600 m² per esterni o di circa 900 m² per interni senza giunti di contrazione (1). Questa tecnologia è basata sulla espansione contrastata da armature metalliche che si produce per reazione con acqua dei cosiddetti agenti espansivi.

La reazione [1] mostra il processo chimico che si manifesta quando l'agente espansivo è costituito da ossido di calcio (CaO) cotto a temperature molto elevate (>1000 °C):



L'espansione contrastata prodotta dalla reazione dell'ossido di calcio con l'acqua si trasforma in uno stato di trazione dei ferri di armatura e di compressione del calcestruzzo così come si verifica nelle strutture in c.a.p. Questo stato di coazione è gradualmente allentato per effetto del ritiro da essiccamento che inizia al termine della stagionatura umida come è schematicamente illustrato nella Fig. 1.

In assenza di stagionatura umida questa tecnologia non funziona perché, in mancanza di umidità, il processo [1] non avviene e quindi l'espansione non si manifesta. Conseguentemente i giunti di contrazione sono indispensabili se si vuole ottenere una pavimentazione priva di fessure. Tuttavia questa stagionatura umida non è indispensabile se l'agente espansivo è impiegato in combinazione di un additivo anti-ritiro SRA (*Shrinkage-reducing Admixture*) che riduce il ritiro da essiccamento (2) come è schematicamente illustrato nella Fig. 2.

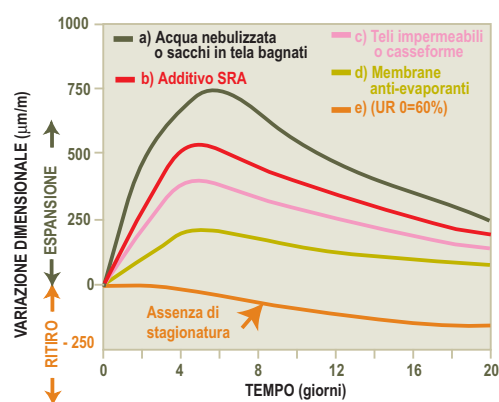


Fig. 1 - Influenza della stagionatura sulla espansione del calcestruzzo in presenza di agenti espansivi.

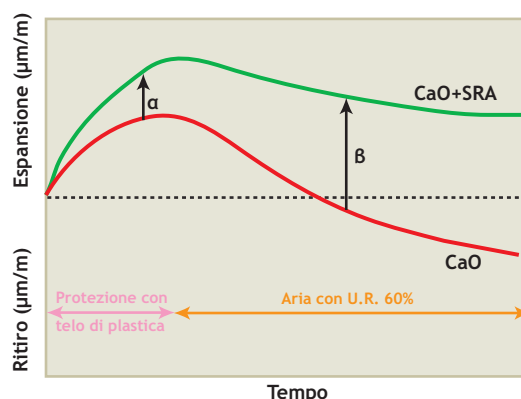


Fig. 2 - Rappresentazione schematica dell'influenza dell'additivo SRA sulla espansione del CaO.

L'influenza dell'SRA sulla variazione dimensionale di un provino armato di calcestruzzo è duplice: l'effetto β mostrato in Fig. 2 è quello dovuto alla riduzione del ritiro quando un calcestruzzo contenente SRA è esposto all'aria con U.R. < 95%; l'effetto α è inatteso e si manifesta con una maggiore espansione contrastata del calcestruzzo con SRA + CaO rispetto a quella del calcestruzzo con solo CaO quando il provino è ricoperto con

un telo di plastica per un giorno dal getto.

2. PARTE SPERIMENTALE

In questo articolo si presentano i risultati di una ricerca finalizzata all'impiego di un agente espansivo a base di CaO con un additivo superfluidificante poli-carbossilico (PCS), che contiene anche l'additivo antiritiro (SRA) che viene identificato con il codice PCS/SRA. Per evidenziare meglio questo effetto combinato CaO + PCS/SRA vengono mostrati i risultati del calcestruzzo nelle seguenti condizioni:

- calcestruzzo senza alcun additivo (Control);
- calcestruzzo con solo superfluidificante PCS;
- calcestruzzo con solo additivo anti-ritiro SRA;
- calcestruzzo con additivo PCS/SRA;
- calcestruzzo con CaO + PCS/SRA.

Le composizioni dei vari calcestruzzi sono mostrate in Tabella 1. Nei calcestruzzi con PCS, oppure PCS/SRA oppure PCS/SRA + CaO l'acqua di impasto che è 215 kg/m³ nel Control viene ridotta di circa il 20%. Conseguentemente a pari rapporto acqua/cemento (a/c) di 0,62 anche il dosaggio di cemento è ridotto della stessa percentuale. La diminuzione del volume di acqua e di cemento è compensata da un eguale aumento di volume di inerte, cosicché il rapporto inerte/cemento (i/c) nei calcestruzzi con PCS, PCS/SRA e PCS + PCS/SRA diventa circa 6,7 contro il valore di 5,1 nel calcestruzzo senza additivi.

La resistenza meccanica a compressione è stata mi-

Tabella 1 - Composizione dei calcestruzzi tutti confezionati in consistenza superfluida S5 (slump = 220-240 mm e con cemento CEM II A-V 42.5 N contenente 15% di cenere volante).

INGREDIENTI (kg/m ³)	CONTROL MIX	PCS MIX	SRA MIX	PCS/SRA MIX	PCS/SRA +CaO MIX
CEM II A-V 42.5 N*	348	290	340	280	285
Acqua	215	180	210	174	176
Sabbia 0-4 mm	900	972	905	975	960
Ghiaia 5-25 mm	765	934	870	937	925
PCS	----	3.0	----	----	----
SRA	----	----	4.0	----	----
PCS/SRA	----	----	----	7.0	7.0
CaO	----	----	----	----	25.0
a/c	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
i/c	5.1	6.6	5.2	6.8	6.6

* Cemento alla cenere volante (15%)

surata su provini conservati a 20°C con U.R. = 100% per stagionature comprese tra 1 e 28 giorni.

L'espansione contrastata è stata determinata in accordo con la norma UNI 8148, mutuata dalla norma ASTM C 878, adottando due procedure nel seguito descritte:

Procedura A: i provini di calcestruzzo (80 x 80 x 240 mm) armati con una barra di armatura con diametro di 6 mm sono stati sformati dopo la presa del conglomerato, (6 ore) protetti con foglio di polietilene per 1 giorno e quindi esposti permanentemente all'aria con U.R. = 55%;

Procedura B: i provini sformati dopo 6 ore dal mescolamento sono stati immediatamente esposti all'aria con U.R. = 55%, per simulare realisticamente la situazione dei pavimenti senza alcuna stagionatura.

E' stata infine eseguita una prova di campo per realizzare due pavimenti industriali all'aperto con U.R. media del 60%.

3. RISULTATI

I risultati vengono suddivisi in quelli ottenuti nelle prove di laboratorio e prove di campo.

3.1 Prove di laboratorio

La Fig.3 mostra i risultati delle misure di espansione contrastata secondo la Procedura A. Si osserva che il calcestruzzo con l'additivo SRA presenta un ritiro da essiccamento inferiore rispetto al calcestruzzo Control senza additivi: la riduzione del ritiro è del 50% alle brevi stagionature (meno di 2 settimane) e del 30 % alle stagionature più lunghe. Questo effetto è dovuto alla riduzione della tensione superficiale dell'acqua contenuta nei pori capillari della pasta cementizia causata dalla presenza dell'additivo SRA (3).

L'aggiunta dell'additivo PCS provoca una riduzione del 16% nell'acqua di impasto e nel contenuto di cemento con conseguente aumento del rapporto i/c da 5,1 a 6,7 (Tabella 1). Diminuisce in sostanza la quantità del componente responsabile del ritiro (pasta cementizia) e aumenta quella del componente che si oppone al ritiro (inerte). A seguito di queste variazioni si registra una riduzione di circa il 40% nel ritiro da essiccamento (Fig. 3).

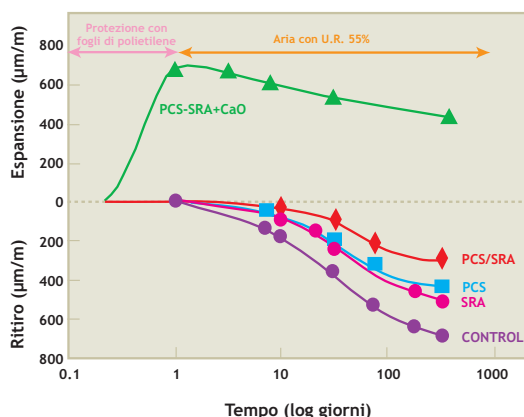


Fig. 3 - Variazione dimensionale dei provini armati di calcestruzzo secondo la Procedura A.

In presenza dell'additivo PCS/SRA la riduzione del ritiro è più evidente rispetto a quella registrata in presenza di uno solo dei due additivi (PCS oppure SRA). Si sommano i due effetti dovuti all'additivo PCSA (riduzione della pasta di cemento e aumento dell'inerte) e all'additivo SRA (riduzione della tensione superficiale dell'acqua nei pori capillari). L'effetto combinato del PA con quello dell'SRA comporta una riduzione del ritiro di circa 80% rispetto a quello del calcestruzzo Control (Fig. 3).

In presenza dell'agente espansivo CaO con l'additivo PCS/SRA si registra una considerevole espansione

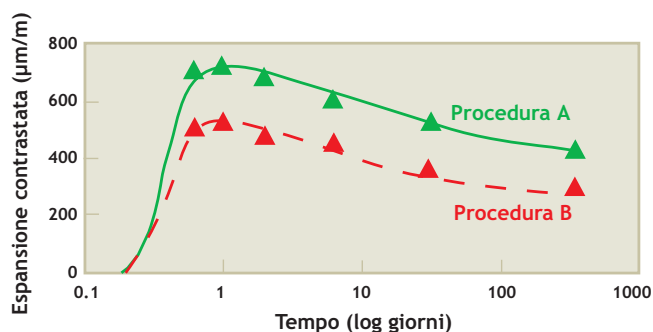


Fig. 4 - Espansione contrastata del calcestruzzo con CaO e PA/SRA misurata secondo la Procedura A e B.

(700 µm/m) durante il primo giorno (Fig.3) ancorché non sia stata applicata alcuna stagionatura umida ma sia stata adottata una semplice protezione dei provini con foglio di plastica in polietilene. Dopo la rimozione di questo foglio, durante la conservazione all'aria (U.R.= 55%) l'espansione contrastata permane anche dopo 1 anno dal mescolamento del calcestruzzo. Se la protezione con foglio di plastica viene rimossa l'espansione misurata in accordo alla Procedura B viene ridotta rispetto a quella misurata secondo la Procedura A (Fig. 4).

La resistenza meccanica dei calcestruzzi con SRA o PCS/SRA è leggermente inferiore a quella del Control (Fig. 5) che raggiunge circa 30 MPa a 28 giorni: l'effetto è dovuto alla presenza dell'additivo SRA. Questa



Mara Meneghel
info@encosrl.it
TI 0422 963 771



DIDATTICA
EDITORIA

diminuzione non appare quando l'additivo PCS/SRA viene impiegato congiuntamente con l'agente espansivo: è probabile che l'influenza negativa dell'SRA sulla resistenza meccanica sia controbilanciata dal minor rapporto a/c effettivo quando si impiega l'agente espansivo a seguito del consumo di una parte dell'acqua secondo la reazione [1].

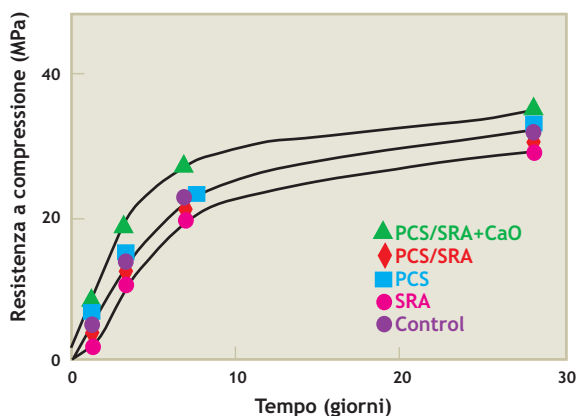


Fig. 5 - Andamento della resistenza meccanica a compressione per i diversi calcestruzzi.

3.2 Prove di campo

Sulla base dei risultati delle prove di laboratorio sono state eseguite le prove di campo realizzando due pavimentazioni industriali all'aperto (circa 700 m²) con rete metallica elettrosaldata. Sono stati impiegati i calcestruzzi contenenti CaO + PCS/SRA oppure solo PCS/SRA. I calcestruzzi gettati a consistenza superfluida sono stati finiti in superficie con frattazzatrice meccanica (Fig. 6), protetti con teli di plastica fino al giorno successivo (Fig. 7), e quindi lasciati all'aria (U.R. ~ 60%) senza alcuna stagionatura umida.

Nel caso del calcestruzzo con CaO + PCS/SRA non sono stati eseguiti giunti di contrazione ma soltanto il giunto di costruzione e di isolamento (Fig. 8).



Fig. 6 - Finitura della superficie del pavimento con "elicottero".

Nel pavimento con calcestruzzo contenente PCS/SRA sono stati eseguiti giunti di contrazione distanti 6 metri l'uno dall'altro.



Fig. 7 - Protezione del pavimento con teli di plastica applicati dopo la finitura della superficie.



Fig. 8 - Vista della pavimentazione priva di giunti di contrazione.



Fig. 9 - Giunto di contrazione (sulla sinistra) e di isolamento da una cordonatura adiacente alla pavimentazione.

In entrambi i pavimenti, a distanza di oltre un anno, non sono state osservate fessurazioni ad eccezione di una cavillatura presente nel calcestruzzo con CaO + PCS/SRA (spessore 0,5 mm lunga 2 m) in corrispondenza di una cordonatura a contatto del pavimento probabilmente per la difettosa realizzazione di un giunto di isolamento.

4. CONCLUSIONI

Sono stati studiati due calcestruzzi per pavimentazioni industriali all'aperto e quindi esposte a variazioni dimensionali maggiori di quelle che si possono registrare in pavimentazioni industriali al coperto.

Il primo calcestruzzo contiene un agente espansivo a base di CaO e di un superfluidificante (PCS/SRA) capace di ridurre l'acqua di impasto e di ridurre il ritiro a seguito della diminuzione della tensione superficiale dell'acqua. Con questa combinazione il calcestruzzo conserva l'espansione iniziale anche **in assenza di stagionatura umida** purché venga protetto con telo di plastica per un giorno dal mescolamento. Con questo calcestruzzo si è realizzato un pavimento industriale di circa 700 m² **senza giunti di contrazione**, in assenza di stagionatura umida e protetto con telo in plastica per 1 giorno dal getto.

Con il secondo calcestruzzo si è impiegato un additivo PCS/SRA per realizzare un pavimento industriale all'aperto con **giunti di contrazione ogni 6 metri, in assenza di stagionatura umida** e protetto con telo di polietilene subito dopo la frattazzatura superficiale.

In entrambi i pavimenti, a distanza di un anno, non sono state osservate fessurazioni ad eccezione di una

cavillatura lungo una cordonatura adiacente al pavimento realizzato con calcestruzzo contenente CaO + PCS/SRA.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Geologo Dott. Ennio Strazzer per la preziosa collaborazione nell'esecuzione dei pavimenti industriali presso la Società General Beton di Colle Umberto (TV).

BIBLIOGRAFIA

- (1) American Concrete Institute 223-93, "Standard Practice for the Use of Shrinkage-Compensating Concrete", Manual of Concrete Practice, Part I: Materials and General Properties, pp 26, Detroit, 1994.
- (2) M. Collepari, A. Borsoi, S. Collepari, J.J. Ogomah Ologot, R.Troli. "Effects of Shrinkage-Reducing Admixture in Shrinkage-Compensating Concrete Under Non-Wet Curing Conditions", Cement and Concrete Composites, 6, pp704-708, 2005.
- (3) N.S. Berke, L. Li, M.C. Hicks and J. Bal, "Improving Concrete Performance with Shrinkage-Reducing Admixtures", Proceedings of the Seventh CANMET/ACI International Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, Editor V.M. Malhotra, pp.37-50, Berlin, 2003.

Francesca Simonelli
simonelli@encosrl.it
TI 0422 963 771



ENCO

DIAGNOSTICA E
PROGETTAZIONE

NUOVI AGENTI VISCOSIZZANTI PER IL CALCESTRUZZO AUTOCOMPATTANTE



Tatsauo Izumi*, Stefan Dikty* e Hotaka Yamamuro**

*Kao Chemicals GmbH (Germany)

**Kao Corporation, (Japan)

1. INTRODUZIONE

Vari tipi di agenti viscosizzanti sono usati per conferire al calcestruzzo una uniforme composizione ed in particolare assenza di segregazione. In genere, gli agenti viscosizzanti influenzano anche le proprietà reologiche ed in particolare la lavorabilità.

Per esempio, i comuni agenti viscosizzanti, che vengono fortemente adsorbiti sulla superficie dei granuli del cemento, fanno diminuire la fluidità del calcestruzzo. Questo effetto è dovuto alla formazione di legami tra i vari granuli di cemento. Ciò provoca una coagulazione dei granuli di cemento in grossi sistemi agglomerati che si oppone alla dispersione del cemento in singoli granuli. Per minimizzare l'effetto coagulante occorre diminuire l'adsorbimento degli agenti viscosizzanti sui granuli di cemento.

Agenti viscosizzanti a base di derivati della cellulosa sono impiegati in diversi settori applicativi quali i detersivi, i cosmetici, ed i prodotti alimentari. Tuttavia nel campo dei calcestruzzi questi agenti viscosizzanti risentono negativamente della presenza di ioni metallici. In particolare, a causa dell'ambiente fortemente basico, che si instaura nell'acqua di impasto a contatto con il cemento, l'effetto viscosizzante diminuisce significativamente (1-4).

In questo articolo si riportano i risultati di una ricerca finalizzata alla messa a punto di un additivo liquido che contenga, accanto ad un superfluidificante a base di polycarbosilati, anche un agente viscosizzante a base di polisaccaridi

denominati **NPD** (*New Polysaccharide Derivatives*) capace di esplicare la funzione viscosizzante anche in ambienti ad elevata forza ionica come si verifica negli impasti cementizi.

Vari tipi di agenti viscosizzanti sono usati per conferire al calcestruzzo una uniforme composizione ed in particolare assenza di segregazione. In genere, gli agenti viscosizzanti influenzano anche le proprietà reologiche ed in particolare la lavorabilità.

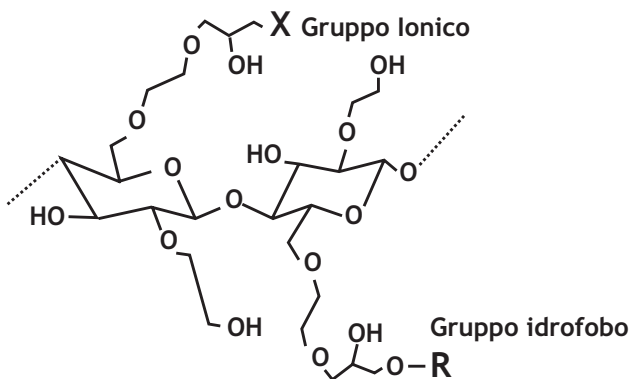


Fig. 1 – Struttura molecolare dell’NPD con i gruppi funzionali ionici (X) e idrofobi (R).

2. MATERIALI E METODI

Sono stati impiegati due cementi Portland (CEM I 52.5 R e CEM I 42.5 R) che presentano differenti resistenze meccaniche. Sono stati impiegati additivi superfluidificanti del tipo PE (5) caratterizzati da lunghe catene laterali in ossido di polietilene (più di 100 molecole) descritti anche nel Numero 32 di Enco Journal, 2006 (*Recenti sviluppi nei superfluidificanti*).

Sono stati impiegati tre tipi di viscosizzanti NPD caratterizzati da un diverso peso molecolare (PM):

- | | |
|-------------------------------|----------------|
| - NPD | PM = 800.000 |
| - MC (metil-cellulosa) | PM = 700.000 |
| - EC (idrossi-etil-cellulosa) | PM = 1.500.000 |
| - XG (Xantan Gum) | PM = 1.200.000 |

Nella Fig.1 è mostrata la struttura chimica di un viscosizzante di tipo NPD. Esso si compone di una catena principale a base di cellulosa dalla quale si dipartono due gruppi laterali di opposta natura : gruppi ionici (X) e gruppi idrofobi (R).

Le caratteristiche viscosizzanti dei vari NPD sono state determinate per miscelazione con l'acqua ottenuta per centrifugazione dalle paste di cemento con rapporto acqua/cemento (a/c) = 0.40. Gli agenti viscosizzanti, diluiti con il liquido acquoso estratto dalla pasta di cemento, sono stati sottoposti a misure di viscosità con il viscosimetro di Tipo B alla velocità di 30 giri per minuto.

Un reometro a cilindri coassiali è stato impiegato per la caratterizzazione reologica degli agenti viscosizzanti diluiti con la fase acquosa proveniente dagli impasti cementizi. Il reometro conteneva un cilindro esterno del diametro di 27 mm, e di un cilindro interno del diametro di 14 mm. Lo sforzo di taglio variava tra 0 sec⁻¹ a 100 sec⁻¹.

Le prove di fluidità sulle malte sono state eseguite su impasti di acqua, cemento e sabbia con rapporto a/c di 0,50 dopo un mescolamento di 2 minuti alla velocità di 62 giri per minuto. La fluidità delle malte è stata misurata con lo spandimento della miscela cementizia da un tronco di cono (100 mm di diametro inferiore, 70 mm di diametro superiore e 60 mm di altezza). Sulle malte sono state anche eseguite misure di bleeding secondo il metodo JIS A-1123. Sono stati inoltre registrati i picchi esotermici delle malte mediante un

calorimetro. Infine sono stati misurati i tempi di idratazione a partire dal secondo picco esotermico dovuto alla idratazione del C₃S.

Un mescolatore a ciclo forzato è stato utilizzato per miscelare i calcestruzzi ottenuti mescolando a secco cemento ed inerti per 10 secondi, e quindi per altri 90 secondi con acqua contenente gli additivi oggetto della ricerca. I calcestruzzi freschi sono stati caratterizzati mediante la misura dello slump-flow, del tempo di flusso per raggiungere uno slump-flow di 500 mm, ed il volume di aria. Dal calcestruzzo è stata ricavata per vagliatura la malta che è stata sottoposta a misure di viscosità. Infine sono stati misurati i tempi di presa secondo la norma JIS A-6204 e la resistenza meccanica del calcestruzzo secondo la norma JIS A-1108.

Infine è stato caratterizzato un calcestruzzo auto-compattante progettato per la costruzione di un serbatoio. In questo caso l'aggregato grosso è stato aggiunto per ultimo ad una malta precedentemente confezionata con acqua, cemento, sabbia ed additivi.

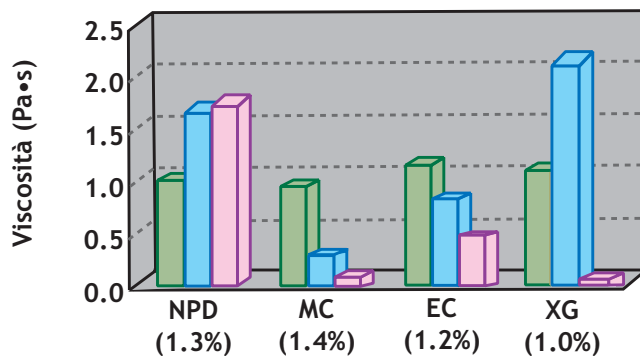


Fig. 2 – Influenza della concentrazione sulla viscosità delle diverse soluzioni acquose.



3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Gli istogrammi della Fig. 2 mostrano i risultati sulla viscosità delle soluzioni acquose nelle quali i vari agenti viscosizzanti sono stati disciolti:

- liquido acquoso estratto per centrifugazione della pasta cementizia (ph 12,9) ⇒ istogramma verde;
- liquido acquoso estratto per centrifugazione e diluito in acqua 7 volte (ph 12,2) ⇒ istogramma azzurro;
- acqua deionizzata per scambio ionico ⇒ istogramma rosa.

La viscosità dei prodotti EC ed MC è progressivamente diminuita all'aumentare della concentrazione degli ioni. Nel caso dell'EC avviene un rigonfiamento della struttura molecolare in acqua deionizzata con un aumento della viscosità. L'agente viscosizzante NPD mostra un comportamento opposto poiché la viscosità aumenta con la concentrazione degli ioni nella soluzione acquosa. L'agente viscosizzante XG mostra un singolare comportamento perché, sebbene la viscosità di XG nella soluzione diluita 7 volte sia molto elevata, essa diminuisce enormemente quando XG è disciolto nel liquido acquoso estratto per centrifugazione dalla pasta cementizia senza alcuna diluizione successiva.

Nella Fig. 3 è mostrato il comportamento reologico degli agenti viscosizzanti NPD ed EC disciolti nel liquido acquoso estratto per centrifugazione. Sono mostrate le curve ascendenti e discendenti dello sforzo di taglio in funzione del gradiente di scorrimento; queste curve non si sovrappongono ed evidenziano un ciclo di isteresi più pronunciato per l'NPD che non per l'EC: l'area del ciclo di isteresi corrisponde a 174,5 Pa/sec nella soluzione con NPD e soltanto 28,0 Pa/sec per la soluzione con EC. Questi risultati indicano che le molecole dell'NPD formano delle strutture reticolate in ambienti acquosi ad alta concentrazione di ioni.

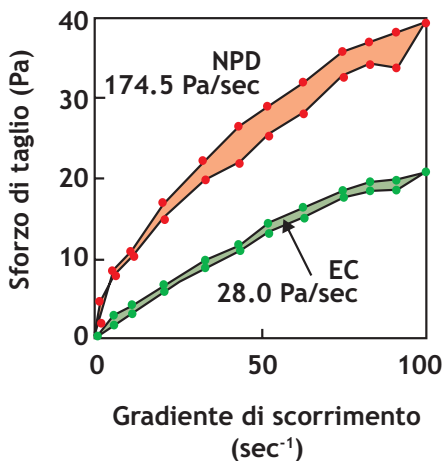


Fig. 3 - Curve reologiche per i viscosizzanti NPD ed EC.

La Fig. 4 mostra l'influenza della concentrazione ionica della fase acquosa sull'area di isteresi dell'NPD. Si registra una leggera riduzione del ciclo di isteresi con la diluizione del liquido estratto per centrifugazione dalla pasta di cemen-

to. Tuttavia anche nella acqua deionizzata l'NPD conserva una certa isteresi e questo comportamento indica che la reticolazione delle molecole di NPD rimane in parte anche in acqua pura.

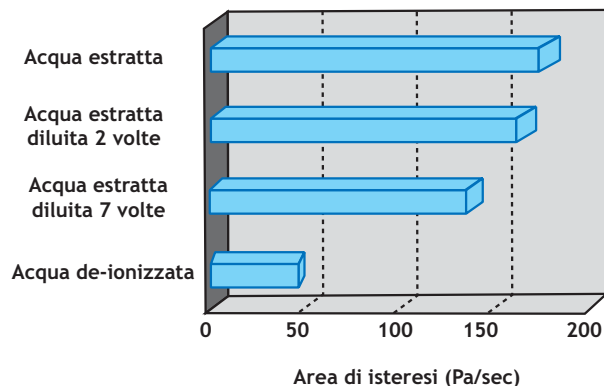


Fig. 4 - Influenza della concentrazione dell'acqua estratta per centrifugazione della pasta cementizia sull'area del ciclo di isteresi nell'NPD.

Sulla base di questi risultati si può disegnare il seguente comportamento delle molecole di NPD in acqua.

Quando è disciolto in acqua deionizzata, il viscosizzante NPD è presente solo in piccole quantità nella forma reticolata a causa della forte repulsione elettrostatica dei gruppi funzionali ionici X come è schematicamente illustrato nella Fig.5.

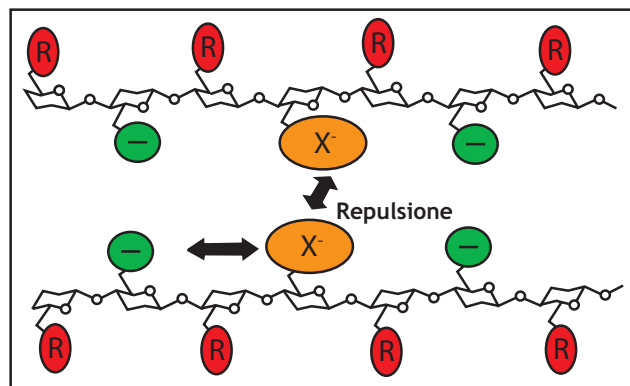


Fig. 5 - Situazione schematizzata delle molecole di NPD in ambienti acquosi poveri di ioni metallici.

Quando le molecole di NPD si trovano in soluzioni acquose con forti concentrazioni di ioni metallici M^+ , la repulsione elettrostatica tra i gruppi X viene significativamente diminuita. Conseguentemente si registra una contrazione delle molecole a seguito della perdita dell'allineamento interno. Inoltre, i gruppi idrofobi R si avvicinano l'un l'altro e accentuano la reticolazione e la loro coesione nella soluzione acquosa. L'interazione dei gruppi idrofobi R riguarda sia quelli presenti nella stessa molecola sia quelli appartenenti a molecole diverse. Questi fenomeni portano a una estesa reticolazione delle molecole NPD nella soluzione acquosa contenenti molti ioni metallici, come è mostrato nella Fig. 6.

D'altra parte, anche gli usuali prodotti cellulósici come MC, EC, ed XC sono influenzati dalla presenza di ioni e subiscono una contrazione nella soluzione acquosa. Tuttavia, a causa della mancanza dei gruppi idrofobi R in questi prodotti cellulósici, le loro molecole rimangono contratte e non si verifica la reticolazione quando sono disciolte in acqua ricca di ioni metallici (Ca^{+2} , Na^+ , K^+) presenti nell'acqua a contatto con cemento. Questo spiega la mancanza di rigonfiamento, cioè di bassa viscosità, nella fase acquosa del cemento ad alta concentrazione ionica come si è mostrato nella Fig. 2

Per riassumere questi risultati si può affermare che i prodotti cellulósici convenzionali non sono efficaci nella fase acquosa a contatto del cemento e richiedono pertanto un dosaggio relativamente elevato per funzionare come agenti viscosizzanti all'interno del calcestruzzo. Al contrario, poiché l'NPD è più efficace proprio nella fase acquosa ricca di ioni metallici come è quella a contatto del cemento, è sufficiente un piccolo dosaggio di NPD per funzionare come agente viscosizzante nel calcestruzzo. Inoltre, data la ridotta viscosità dell'NPD in una soluzione acquosa povera di ioni metallici, come è la

fase acquosa dell'additivo superfluidificante PE, è possibile produrre un unico additivo con duplice funzionalità (fluidificazione ed assenza di segregazione) mescolando l'additivo PE con una piccola quantità di NPD senza far aumentare la viscosità dell'additivo formulato.

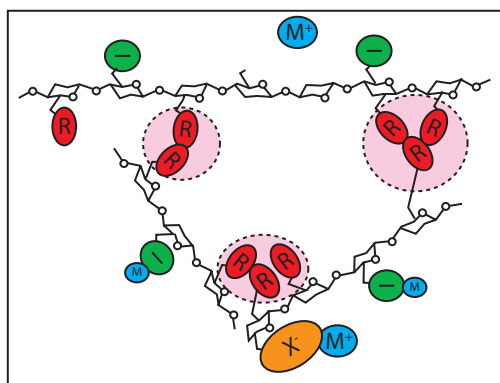


Fig. 6 – Situazione schematizzata delle molecole di NPD in ambienti acquosi ricchi di ioni metallici.

I risultati sulla influenza della combinata presenza del superfluidificante PE e dell'NPD è presentata nelle Tabelle 1 e 2, dove si osserva che malte con rapporto a/c di 0,50 presentano più o meno lo stesso spandimento ma un bleeding ridotto per l'effetto dell'NPD. Si registra anche un lievissimo ritardo nella idratazione del cemento misurata attraverso il tempo dopo il picco termico relativo alla idratazione del C_3S .

I risultati delle prove su calcestruzzi sono mostrati nelle Tabelle 3 e 4. Non si registra alcuna segregazione in calcestruzzi auto-compattanti con uno slump-flow di circa 600 mm per oltre 90 minuti. In confronto all'EC, il viscosizzante NPD presenta la stessa viscosità con un dosaggio molto inferiore. Inoltre, rispetto al calcestruzzo con EC, si registra un ritardo nella presa molto minore quando si impiega il viscosizzante NPD.



Tabella 1 - Proprietà di malte con NPD in presenza di CEM I 52.5 R.

DOSAGGIO PE (%)	DOSAGGIO NPD (%)	FLUIDITA' DELLE MALTE (mm)				BLEEDING (%)	TEMPO DI IDRATAZIONE (h-min)
		2 min	30 min	60 min	90 min		
0.2	0	265	258	249	225	18.9	11-23
0.2	0.0075	225	255	248	238	3.7	11-30
0.2	0.015	210	253	253	242	4.5	11-35

Tabella 2 - Proprietà di malte con NPD in presenza di CEM 42.5 R.

DOSAGGIO PE (%)	DOSAGGIO NPD (%)	FLUIDITA' DELLE MALTE (mm)				BLEEDING (%)	TEMPO DI IDRATAZIONE (h-min)
		2 min	30 min	60 min	90 min		
0.2	0	258	250	241	227	37.0	15-30
0.2	0.0075	244	239	238	224	8.6	15-53
0.2	0.015	230	235	236	233	4.0	16-07

Tabella 3 - Composizioni di calcestruzzi auto-compattanti.

a/c	% sabbia	Composizione (kg/m³)				Aria (% in vol.)
		a	c	s	G	
0.49	53	170	350	918	862	4.5±1.5
Cemento (c):		Portland 42.5 R				
Sabbia (s):		Alluvionale				
Pietrisco (G):		Aggregato frantumato				
Superfluidificante:		Tipo PE con 130 molecole di EO				
Viscosizzante:		NPD a base di polisaccaridi				
		EC a base di cellulosa				

Tabella 4 - Risultati delle prove sui calcestruzzi auto-compattanti mostrati in Tabella 3.

Viscosizzante (%)	Tipo di prova	Tempo dal mescolamento (min)				Svuotamento (sec) subito e dopo 90 min	Tempo di presa (ora-min)	R ₁ (MPa)
		0	30	60	90			
NPD (0.03)	SF	600	620	605	605	0 min. 7.0 90 min. 8.2	Iniziale 9-33 Finale 11-47	5.9
	t	6.5	6.7	7.4	9.9			
	Aria	3.7	3.9	3.9	4.0			
EC (0.06)	SF	605	620	615	590	0 min. 10.0 90 min. 10.3	Iniziale 12-21 Finale 14-20	3.9
	t	7.1	7.2	8.9	13.5			
	Aria	3.5	3.8	3.7	3.5			

SF: slump flow (mm); t: tempo (sec) per slump-flow = 500 mm;

Aria: % in vol. nel calcestruzzo; R₁: resistenza a compressione (MPa) a 1 giorno

Tabella 5 - Composizione di calcestruzzi auto-compattanti per la costruzione di un serbatoio.

No.	a/c (%)	Sabbia (%)	COMPOSIZIONE (kg/m ³)					ARIA (%)
			a	c	LP	s	G	
1	0.38	51.6	160	421	135	832	813	4.5±1.5
2	0.38	53.1	160	421	81	884	813	
3	0.34	53.1	160	471	41	884	813	
Cemento (c):			Cemento belitico ricco in C ₂ S					
Filler calcareo (LP):			Polvere di calcare (750 kg/m ²)					
Sabbia (s):			Sabbia alluvionale					
Pietrisco (G):			Pietrisco di frantumazione					
Superfluidificante:			Tipo PE con 130 molecole di EO					
Viscosizzante:			NPD a base di polisaccaridi					

Tabella 6 - Proprietà dei calcestruzzi auto-compattanti mostrati in Tabella 5.

No.	DOSAGGIO (PE+NED)	PROVA	TEMPO DAL MESCOLAMENTO (min)				RESISTENZA A COMPRESSIONE (MPa)	
			5	30	60	90	3 gg	7 gg
			1	1.4%	SF	665	680	690
		t	7.5	7.6	8.7	10.3		
		Aria	3.3	----	----	----		
2	1.4%	SF	670	690	680	670	14.2	24.2
		t	6.4	7.4	7.5	9.7		
		Aria	4.3	----	----	----		
3	1.4%	SF	670	675	685	670	----	29.8
		t	7.2	7.6	9.5	10		
		Aria	3.6	----	----	----		

SF: slump flow (mm); t: tempo in secondi per slump-flow = 500 mm;
Aria: % in volume sul calcestruzzo

Infine vengono presentati i risultati per la costruzione di un serbatoio. Nelle Tabella 5 sono riportate le composizioni dei calcestruzzi e nella Tabella 6 sono riassunti i risultati delle prove. Si osserva che in presenza dell'additivo combinato PE-NPD è possibile produrre calcestruzzi auto-compattanti, anche in presenza di una modesta quantità di filler calcareo (circa 40 kg/m³), che conservano la fluidità iniziale per oltre 90 minuti.

4. CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati descritti in questo articolo, si possono trarre tre conclusioni:

- a differenza di altri prodotti derivati dalla cellulosa, il prodotto NPD (a base di polisaccaridi) presenta una struttura reticolata dovuta alla coesione tra i gruppi idrofobi anche in presenza di ioni metallici come si verifica nell'acqua di impasto a contatto con il cemento; conseguentemente il prodotto NPD funziona da viscosizzante per calcestruzzi;

- il prodotto NPD riduce il bleeding del calcestruzzo auto-compattante anche a bassi dosaggi e non provoca significativi ritardi nella idratazione del cemento;

- la combinazione del prodotto NPD con un superfluidificante policarbossilico del tipo PE consente di produrre un unico additivo bi-funzionale capace di migliorare la lavorabilità e la resistenza alla segregazione di un calcestruzzo auto-compattante.

BIBLIOGRAFIA

1. Yamamuro H., "Property of new polysaccharide derivate as a viscosity agent for self-compacting concrete", 1st International RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete, 1999, pp. 449-459.
2. Yamamuro H., Hamada D., and Shounaka M., "Development of a liquid type admixture for self-compacting concrete", 2nd International Symposium on Self-Compacting Concrete, 2001, pp. 179-186.
3. Yamamuro H., Izumi T., and Mizunuma T., "Study of non-adsorptive viscosity agents applied to self-compacting concrete", 5th CANMET/ACI International Conference on Superplasticizer and Other Chemical Admixtures in Concrete, 1997, pp. 427-444.
4. Wolf J.L., and Pera J., "Study of valorization of Modified Starch in Mortars", 6th CANMET/ACI International Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, 2000, pp. 43-60.
5. Hamada D., Sato T., Yamato F., Mizunuma T., "Development of New Superplasticizer and its Application to Self-Compacting Concrete", 6th CANMET/ACI International Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, 2000, pp. 269-290.
6. Hayakawa M., Matsuoka Y. and Shindoh T., "Development and Application of Super-Workable Concrete", Special Concrete, Proceedings 24, 1993, pp. 183-190.
7. Guidelines for High Flowable Concrete, Concrete Library, JSCE, 1998, No. 93, July, pp. 10-11.

Soluzioni di Durabilità



CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC	Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XD	Corrosione delle armature indotta dai cloruri
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XS	Corrosione delle armature indotta dai cloruri dell'acqua di mare
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XA	Attacco chimico
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XF	Attacco dei cicli gelo/disgelo

www.grafocem.it 08/05



Calcestruzzi
Italcementi Group

A world class local business

www.calcestruzzi.it

VI ASPETTIAMO AL PROSSIMO WORKSHOP IN INGLESE SUL MIX DESIGN: 28 MAGGIO - 1 GIUGNO 2007

Mario Collepari

Sulla importanza della conoscenza della lingua Inglese, ormai diventata la lingua ufficiale in tutto il mondo, non credo ci siano dubbi. Nel settore delle costruzioni in calcestruzzo tutte le informazioni di carattere scientifico e commerciale vengono ormai diffuse in inglese.

Se una industria italiana deve distribuire nella vicina Slovenia o nella lontana Cina macchine o prodotti deve necessariamente comunicare in Inglese. Così pure se un ricercatore deve aggiornarsi sui progressi del settore attraverso la lettura di riviste o la partecipazione a congressi internazionali deve possedere un'adeguata conoscenza dell'Inglese tecnico-scientifica.

Per il Workshop sul Mix Design invitiamo a partecipare tecnici di laboratorio e responsabili di produzione nel settore del calcestruzzo preconfezionato o prefabbricato che abbiano i seguenti requisiti:

- buona conoscenza della tecnologia del calcestruzzo, (granulometria degli inerti, rapporto a/c, classe di esposizione e classe di consistenza, classe di resistenza);
- conoscenza elementare della lingua inglese (capacità di comprendere un testo inglese).

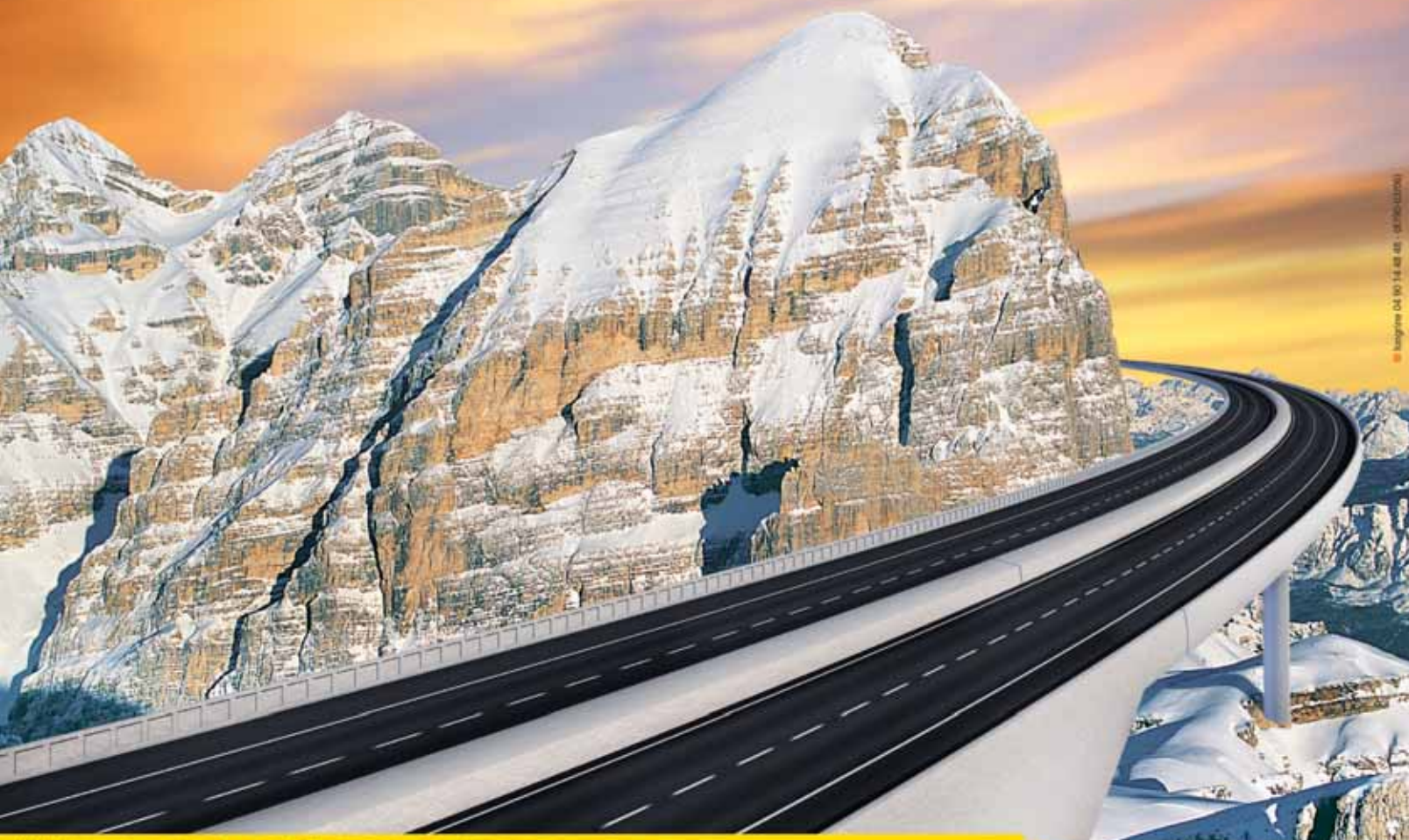


Emanuela N. Croce
croce@encosrl.it
TI 0422 963 771



BENI CULTURALI

Additivi eccezionali per opere d'eccezione



Viadotto di Millau (Francia), Ponte di Rion-Antirion (Grecia), Miniera di Moab Khotsong (Sudafrica), Stadio Croke Park (Irlanda), Ikea di Roma (Italia), Tunnel di Nancy Creek (USA), Strada dei Tamarindi (La Réunion), Porto di Tangeri (Marocco)...

Da oltre 60 anni, **CHRYSO** offre la sua esperienza a professionisti dell'edilizia ed a progettisti, nella formulazione di calcestruzzi, collaborando al successo dei più prestigiosi cantieri internazionali.

La nostra competenza tecnica, le nostre gamme di prodotti innovativi ed il nostro personale vi permetteranno di soddisfare le esigenze tecniche più avanzate, i capitolati più rigorosi, le condizioni geografiche e climatiche più estreme, in tutti gli angoli del mondo.

CHRYSO: Abbiamo le soluzioni per costruire il futuro che immaginate.

CHRYSO

LA CHIMICA AL SERVIZIO DEI
MATERIALI DA COSTRUZIONE

colabeton

il futuro del calcestruzzo

servizio tempestivo



assistenza in cantiere



sistema qualità



ricerca e sviluppo



Ampliamento del G.R.A. Roma

Direzione Generale

via della Vittorina 60, Gubbio (Pg)

t.+39 075 92401

f.+39 075 9273965

Numero Verde
800-102102

www.colabeton.it

info@colabeton.it

Colabeton progetta, realizza e distribuisce calcestruzzi durabili a prestazione garantita e una vasta gamma di prodotti speciali.

Oltre 150 impianti di betonaggio completamente informatizzati distribuiti su tutto il territorio nazionale.

Una capillare rete commerciale integrata dai laboratori di area per la ricerca e lo sviluppo dei prodotti con un servizio tecnologico centrale che è punta avanzata e base dell'innovazione tecnologica.

Tra i leader del calcestruzzo in Italia c'è Colabeton.

SELF-tec®

Premiscelati per calcestruzzi
autocompattanti.

La reologia SELF-tec®: l'eccellenza
qualitativa ed estetica con minor tempo,
fatica e rumore

technology



TECNOCHEM ITALIANA SPA **TECNO ECO LOGIC CHEM**

Via Sorte 2/4 - 24030 Barzana (BG) Italy
Tel. +39 035 554811 - Fax +39 035 554816
info@tecnochem.it - www.tecnochem.it