

 **BASF**

The Chemical Company

# Glenium® PAV

Sistema modulare per pavimentazioni



*Adding Value to Concrete*



# Glenium® PAV

## Sistema modulare per pavimentazioni

### **Il mercato**

Fra tutte le opere d'ingegneria civile, le pavimentazioni industriali in calcestruzzo sono certamente considerate quelle di più facile realizzazione.

Un tale approccio ha sempre portato a sottovalutare l'importanza di alcuni aspetti fondamentali che, mentre per altre strutture non sono determinanti, per le pavimentazioni in calcestruzzo diventano essenziali.

Basti pensare che l'impiego di calcestruzzi di qualità, e quindi durabili, è una condizione certamente necessaria ma non sufficiente a garantire la buona riuscita di un pavimento, se non vengono considerati, oltre agli aspetti progettuali, anche quelli tecnologici ed esecutivi legati a volte a problematiche di difficile valutazione.

La qualità del pavimento industriale in calcestruzzo è fortemente dipendente dal raggiungimento di una superficie resistente, durevole, piana ed esente da fessure. Le proprietà della superficie della pavimentazione sono influenzate, oltre che dalla qualità del calcestruzzo, anche dalla qualità delle operazioni di getto e posa in opera. La variabile "tempo", nelle operazioni di getto e di finitura, è una variabile estremamente critica da cui dipende in buona parte il successo o meno del lavoro, in termini di risposta alle aspettative dell'utilizzatore finale.

I tempi di presa e di indurimento, le deformazioni da ritiro plastico ed igrometrico, la tendenza alla segregazione, il rapporto acqua/cemento, la lavorabilità sono tutti fattori che, nella realizzazione di una pavimentazione, sono estremamente importanti da controllare in quanto influiscono sul processo di finitura sulle prestazioni del pavimento stesso.

Anche la lavorazione, specialmente il processo di finitura della superficie in calcestruzzo, può influenzare la buona riuscita della pavimentazione. Una prematura operazione di finitura oppure la presenza di acqua di bleeding sulla superficie del calcestruzzo, determinano un aumento localizzato del rapporto acqua/cemento con la formazione di uno strato di malta caratterizzato da bassi valori di resistenza meccanica, una bassa resistenza all'usura e una forte tendenza alla fessurazione ed alla delaminazione (scartellamento). Inoltre, una finitura non eseguita nei tempi giusti, rispetto ai tempi di indurimento del calcestruzzo, può condurre ad una difettosità della pavimentazione in termini di planarità e di imbarcamento (effetto curling).

## Le problematiche delle pavimentazioni in calcestruzzo

In generale, le caratteristiche della superficie del calcestruzzo determinano la capacità di esercizio di una pavimentazione.

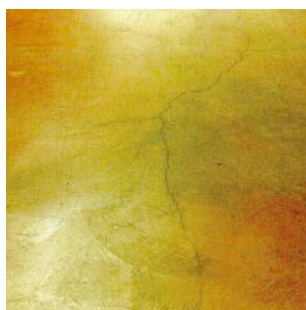
In tal senso è necessario controllare tutti quei fenomeni che possono condurre alla fessurazione del calcestruzzo.

Il ritiro plastico, il ritiro igrometrico, la reazione alcali-aggregato, i cicli di gelo e disgelo, le variazioni dimensionali conseguenti alle variazioni termiche sono tutti fenomeni che possono indurre stati di coazione all'interno del calcestruzzo, con formazione di fenomeni fessurativi che potrebbero compromettere il buon esercizio della pavimentazione.



### Il ritiro plastico

Il ritiro plastico è un fenomeno che si manifesta nelle prime ore di vita del calcestruzzo in conseguenza dell'instaurarsi di tensioni capillari superficiali che si sviluppano quando la velocità di evaporazione dell'acqua è maggiore della velocità di bleeding. Nelle strutture in calcestruzzo, caratterizzate da una superficie esposta all'aria molto estesa, quali appunto le pavimentazioni industriali, le fessurazioni da ritiro plastico si manifestano nella classica forma detta "a piede di corvo".



### L'azione dei cicli di gelo e disgelo

Qualsiasi calcestruzzo in esercizio è soggetto in misura variabile a diversi gradi di permeazione d'acqua.

Se la temperatura ambiente scende sotto 0°C, l'acqua gela e il suo volume aumenta, tanto da provocare una pressione capace di danneggiare il calcestruzzo.

Questo fenomeno, che si manifesta in maniera ciclica in zone con clima rigido, avanza in modo progressivo con la disgregazione dello strato più superficiale del calcestruzzo .

Un tipico esempio di strutture soggette al fenomeno sono le pavimentazioni industriali situate all'esterno, in zone in cui il clima è molto freddo.



## La reazione alcali-aggregato

Quando gli aggregati contengono una certa quantità di silice reattiva (silice mal cristallizzata o microcristallina), questi possono reagire con gli alcali presenti nel cemento (sodio e potassio) per produrre, in ambienti umidi, un silicato sodico/potassico idrato espansivo e quindi portare alla fessurazione del calcestruzzo.

Un tipico esempio di reazione alcali-aggregato è quella che si sviluppa sulle superfici dei pavimenti industriali, dove si forma il cosiddetto pop-out: un granulo di aggregato reattivo situato 1 o 2 mm dalla superficie del calcestruzzo, di dimensione da 2-3 mm fino a 20-30 mm, reagisce espandendosi o formando un prodotto di reazione espansivo, provocando il distacco di una o più schegge a forma di cono. Nei casi più gravi si arriva a contare fino a 100 pop-out per metro quadrato di superficie.

Una diagnosi preliminare della reattività degli aggregati è piuttosto difficile, rendendo problematico valutare l'idoneità degli inerti prima del loro impiego. L'entità e l'intensità di questa reazione sono legate sia alla quantità di silice reattiva presente nell'aggregato, sia alla concentrazione di sodio e potassio nel calcestruzzo. Più alto è il tenore di alcali, maggiore diventa la reattività degli inerti.

In tal modo, inerti solo "potenzialmente reattivi" con un certo tenore di alcali, diventano sicuramente reattivi in presenza di una maggiore concentrazione di alcali. La reazione alcali-aggregato dipende da:

- presenza di aggregati contenenti forme di silice reattiva;
- presenza nel calcestruzzo di un tenore di alcali solubili maggiore di un certo valore (4-5 kg m<sup>3</sup>) provenienti o dal cemento o dall'acqua d'impasto o da acque di contatto;
- condizioni di esercizio favorevoli, come l'alta temperatura acqua a contatto del calcestruzzo e la concomitanza di cicli di gelo e disgelo.

## Il ritiro igrometrico

Il calcestruzzo si deforma al variare dell'umidità relativa ambientale.

In particolare, se l'umidità è bassa esso subisce una deformazione di contrazione. Poiché la resistenza a trazione del calcestruzzo è molto minore della resistenza a compressione (circa 1/10), in una struttura vincolata il ritiro induce uno sforzo di trazione che provoca uno stato fessurativo; l'entità del ritiro del calcestruzzo dipende dal rapporto acqua/cemento e dal rapporto inerte/cemento.

L'aumento del rapporto acqua/cemento provoca un ritiro maggiore sia perché aumenta il grado di evaporazione dell'acqua dal calcestruzzo, sia perché aumenta il grado di porosità del calcestruzzo stesso.

La diminuzione del rapporto inerte/cemento induce, invece, un aumento del ritiro a causa del maggior volume di pasta cementizia nella miscela di calcestruzzo. L'entità del ritiro dipende anche dalla forma e dalle dimensioni della struttura. Infatti, all'aumentare del rapporto superficie/volume, il ritiro aumenta perché è maggiore la superficie esposta all'evaporazione dell'acqua.

Il fenomeno dell'imbarco delle lastre di pavimentazione (effetto curling) è una conseguenza diretta del ritiro. Questo fenomeno si manifesta per contrazioni crescenti dall'intradosso verso l'estradosso, lungo lo spessore delle lastre, a causa di ritiri differenziali, con conseguenti difetti di planarità e fessurazioni sui bordi dei giunti.



## Sistema modulare per pavimentazioni

Molte, quindi, sono le cause che possono portare una pavimentazione in calcestruzzo ad un precoce deterioramento. Bisogna inoltre considerare che le azioni sopra descritte possono sommarsi tra loro, producendo fessurazioni e distacchi in tempi molto rapidi. Per tali motivi la Basf Construction Chemicals Italia Spa propone il Sistema Modulare per Pavimentazioni.

Questo sistema permette di affrontare tutte le problematiche che possono presentarsi nell'esecuzione di un pavimento industriale, attraverso la più opportuna combinazione di differenti prodotti, ognuno dei quali specializzato a risolvere un singolo problema.

Il Sistema Modulare per Pavimentazioni è un efficace strumento nelle mani dell'impresa esecutrice e del fornitore di calcestruzzo preconfezionato per affrontare e dare la migliore risposta alle realizzazioni di una pavimentazione a prestazione garantita, in accordo con le aspettative dell'utilizzatore finale e del committente.



## Superfluidificante specifico per Pavimentazioni in Calcestruzzo Glenium® PAV

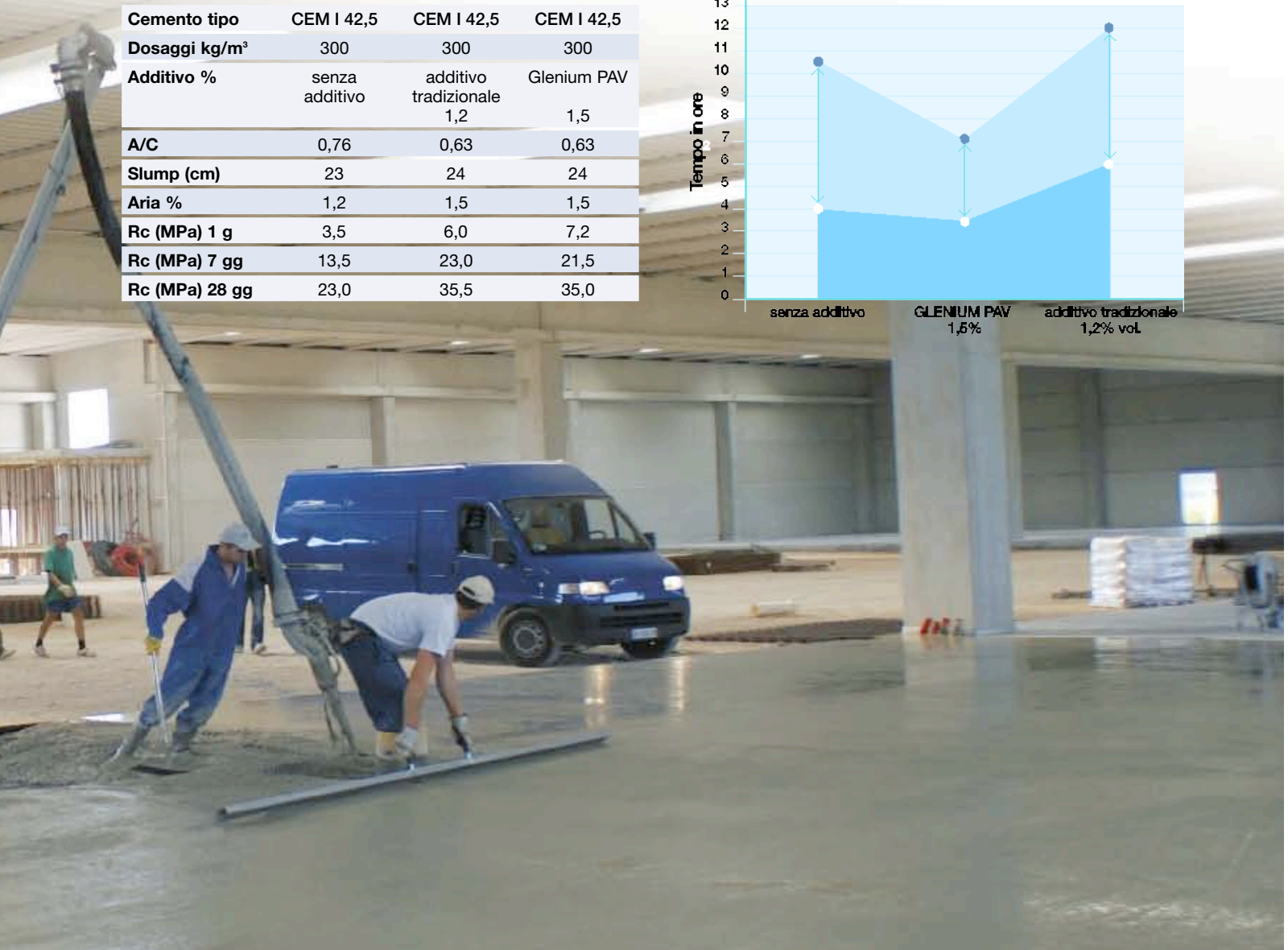
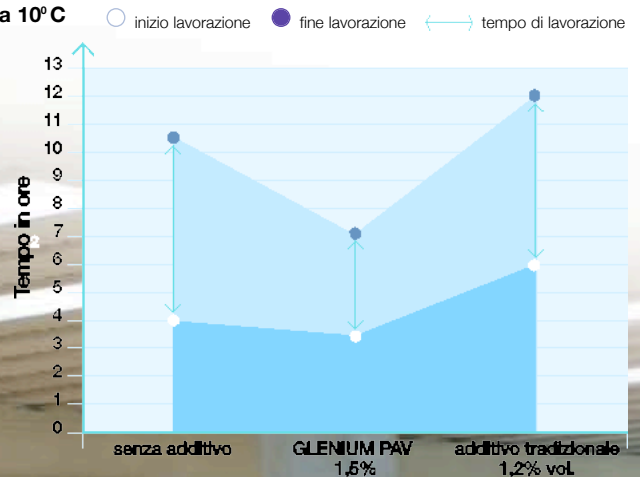
Glenium PAV è il superfluidificante specifico per pavimentazioni in calcestruzzo, studiato e messo a punto nei laboratori della BASF Construction Chemicals. È il componente base del Sistema Modulare per Pavimentazioni. Grazie a Glenium PAV è possibile ottenere un calcestruzzo da pavimentazione caratterizzato da un basso rapporto acqua/cemento, da lavorabilità elevate (S5) senza rischi di segregazione e da una forte riduzione dei tempi di finitura, in particolare durante il periodo invernale. È disponibile anche un prodotto studiato per la realizzazione di calcestruzzo da pavimentazione, da utilizzare durante il periodo estivo.

### Con Glenium PAV è possibile:

- migliorare la reologia del calcestruzzo in termini di miglior pompabilità e facilità di posa in opera;
- facilitare le operazioni di compattazione e di staggiatura del calcestruzzo;
- ridurre sensibilmente i tempi di finitura delle pavimentazioni, in particolare durante il periodo invernale;
- incrementare le resistenze meccaniche iniziali e finali;
- migliorare la durabilità delle pavimentazioni.

### Prove in cantiere - Pavimentazione industriale - Temperatura esterna 10°C

Cemento tipo	CEM I 42,5	CEM I 42,5	CEM I 42,5
Dosaggi kg/m <sup>3</sup>	300	300	300
Additivo %	senza additivo	additivo tradizionale 1,2	Glenium PAV 1,5
A/C	0,76	0,63	0,63
Slump (cm)	23	24	24
Aria %	1,2	1,5	1,5
Rc (MPa) 1 g	3,5	6,0	7,2
Rc (MPa) 7 gg	13,5	23,0	21,5
Rc (MPa) 28 gg	23,0	35,5	35,0



## Microfibre per il ritiro plastico

### **MASTERFIBER® 100 e MASTERFIBER® 24**



Le microfibre poliacriliche MASTERFIBER 100 e le microfibre in polipropilene MASTERFIBER 24 permettono di minimizzare i rischi del fenomeno del ritiro plastico. Grazie al loro ridottissimo diametro, all'alto numero per unità di volume ed al loro particolare legame chimico con la pasta di cemento allo stato fresco, le fibre contrastano efficacemente gli sforzi di trazione originati dal ritiro in fase plastica. L'effetto delle fibre è quello di ridurre drasticamente il rischio di formazione di fessurazioni diffuse che compaiono nell'arco delle prime 24 ore di stagionatura dei getti, soprattutto in condizioni di clima ventilato e secco. Il dosaggio consigliato di fibre necessario per ottenere la resistenza alla fessurazione da ritiro plastico è di 0,5 kg per metro cubo di calcestruzzo.

## Gli aeranti

### **Linea MICRO-AIR®**

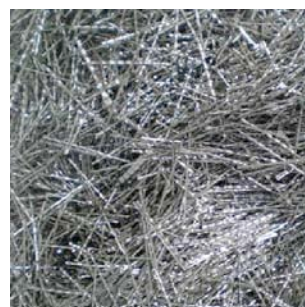
Se la pavimentazione in calcestruzzo dovrà affrontare cicli di gelo e disgelo, occorre usare l'additivo aerante MICRO-AIR. Infatti, l'unico mezzo efficace per ottenere un'adeguata resistenza all'azione ripetuta del gelo e disgelo è quello di sviluppare un appropriato volume di microbolle d'aria opportunamente distanziate tra loro. MICRO-AIR è stato specificatamente messo a punto per sviluppare, in funzione del suo dosaggio, un certo volume d'aria adatto a conferire la giusta resistenza al gelo e disgelo.

## Macrofibre per il calcestruzzo fibrorinforzato **MEYCO® FIB SP 540**

L'utilizzo di macrofibre in polipropilene MEYCO FIB SP 540 permettono la realizzazione di pavimentazioni industriali in calcestruzzo senza l'impiego della tradizionale armatura in forma di rete elettrosaldata per il controllo dei movimenti di natura termo-igrometrica. Le operazioni di posa in opera del conglomerato fibrorinforzato sono più agevoli e rapide e vengono effettuate in condizioni di maggior sicurezza per gli operai i quali non sono costretti, come avviene quando si utilizza la soluzione con rete elettrosaldata, a operare in condizioni di precario equilibrio dovendo camminare sulla rete d'armatura.

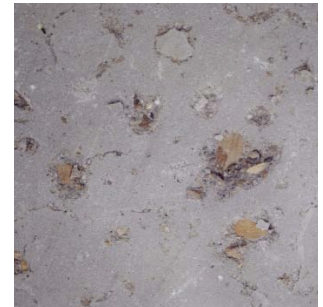
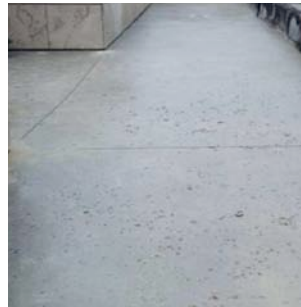
La stessa efficacia della rete nel controllo dei movimenti di natura termo-igrometrica si ottiene con dosaggi di fibre MEYCO FIB SP 540 variabili tra 1.5 e 2.0 kg/m<sup>3</sup>.

Le fibre strutturali MEYCO FIB SP 540, possono essere computate nel calcolo strutturale delle pavimentazioni in calcestruzzo sfruttando la resistenza a trazione per flessione residua dopo la fessurazione della matrice e l'incremento di tenacità derivante dall'aggiunta di fibre in misura almeno pari a 2.5 kg/m<sup>3</sup>.

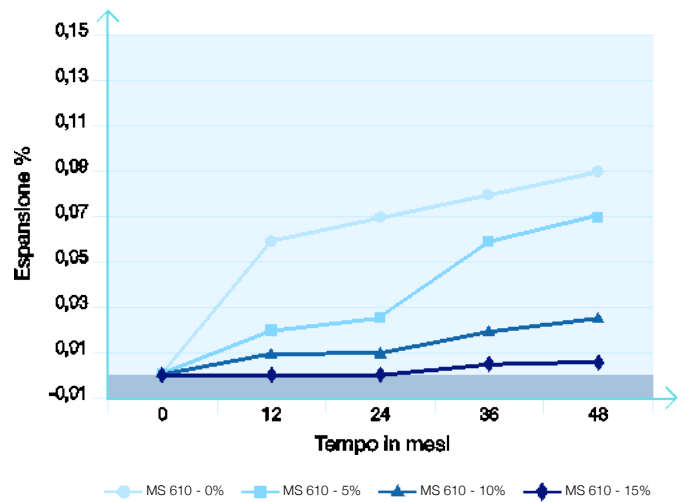


## Aggiunte minerali Fumo di silice MEYCO® MS 610

MEYCO MS 610 consiste in una silice fume compattata che agisce sulla qualità del calcestruzzo sia riducendo drasticamente la porosità capillare, grazie alla sua elevatissima superficie specifica, sia attraverso una forte attività pozzolanica in grado di fissare l'idrossido di calcio proveniente dall'idratazione del cemento. Il dosaggio consigliato di MEYCO MS 610 è del 10% sul peso del cemento. L'uso di MEYCO MS 610 è raccomandato per ottenere matrici cementizie estremamente compatte, in modo da raggiungere un'elevata garanzia nei confronti della corrosione delle armature e della penetrazione di eventuali sostanze aggressive. È essenziale inoltre per ridurre i rischi legati alla reazione di aggregati reattivi con gli alcali presenti nel cemento (drastica riduzione dei fenomeni di pop-out).

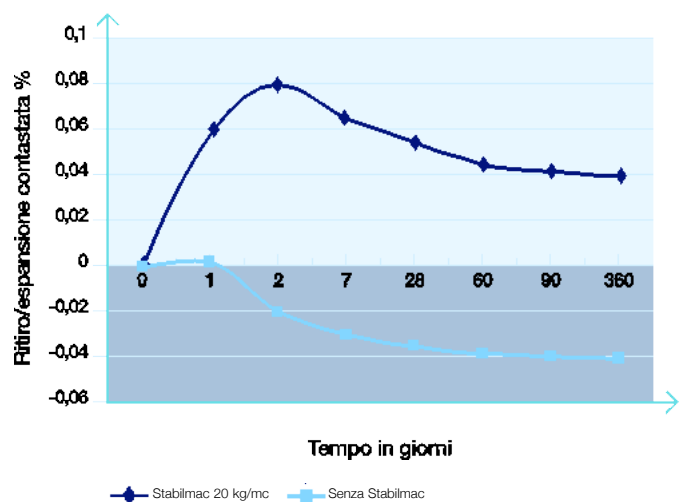


Effetto dell'aggiunta di MEYCO MS 610 su calcestruzzo confezionato con aggregati contenenti silice reattiva



## La stabilità volumetrica STABILMAC®

Quando si vuole annullare l'effetto del ritiro igrometrico e limitare i rischi di imbarcamento delle pavimentazioni è necessario impiegare l'espansivo STABILMAC, da aggiungere insieme a tutti gli altri componenti della miscela. STABILMAC va utilizzato sempre in combinazione con Glenium PAV, in quanto l'azione sinergica di riduzione d'acqua ed espansione permettono di ridurre drasticamente, se non di eliminare, le conseguenze del ritiro. Per l'impiego di STABILMAC, agente espansivo in fase di indurimento del calcestruzzo, è necessario predisporre un adeguato mix-design per individuarne il dosaggio ottimale.



## Gli Stagionanti ed i Riduttori di ritiro **MASTERKURE® e RHEOMAC® 815**

Se la superficie del calcestruzzo, al termine delle operazioni di finitura, non viene opportunamente “protetta” dall’evaporazione dell’acqua, la reazione di idratazione del cemento si blocca.

Le conseguenze saranno il non corretto sviluppo di resistenze meccaniche, una maggiore fessurazione del calcestruzzo e una maggiore permeabilità e quindi un veloce degrado in ambienti aggressivi.

Gli agenti stagionanti della linea MASTERKURE, hanno un’azione protettiva che rallenta l’evaporazione dell’acqua dalla superficie del calcestruzzo fresco.

Vengono consigliati per tutte le lavorazioni effettuate con elevata temperatura esterna, ventilazione, esposizione al sole.

Viene inoltre consigliato, in tutti i casi in cui la progettazione richieda un controllo dei fenomeni di fessurazione a media e lunga stagionatura, l’utilizzo di RHEOMAC 815 additivo per la riduzione del ritiro idraulico di conglomerati a base cementizia.

## Sistema modulare per pavimentazioni (Flooring Modular System)

<b>Glenium® PAV</b>	Riduzione dei tempi di finitura Riduzione del rapporto acqua/cemento Incremento dell’omogeneità delle miscele Lavorabilità elevate
<b>Glenium® PAV Microfibre MASTERFIBER® 100 MASTERFIBER® 24</b>	Riduzione del ritiro plastico e delle fessurazioni
<b>Glenium® PAV Macrofibre MEYCO® FIB SP 540</b>	Per la realizzazione di pavimentazioni in calcestruzzo fibrorinforzato
<b>Glenium® PAV MICRO-AIR®</b>	Resistenza ai cicli di gelo e disgelo
<b>Glenium® PAV MEYCO® MS 610</b>	Resistenza alla reazione alcali-aggregato Incremento della durabilità della pavimentazione
<b>Glenium® PAV STABILMAC®</b>	Compensazione del ritiro igrometrico e riduzione dell’imbarcamento
<b>Glenium® PAV RHEOMAC® 815</b>	Per il controllo dei fenomeni fessurativi a media e lunga stagionatura
<b>Glenium® PAV MASTERKURE®</b>	Protezione che rallenta l’evaporazione dell’acqua dalla superficie del calcestruzzo

**Business Line Admixture Systems**

BASF Construction Chemicals Italia Spa

Via Vicinale delle Corti, 21

31100 Treviso Italia

Tel +39 0422 304251

Fax +39 0422 429485

[infomac@basf.com](mailto:infomac@basf.com)

[www.basf-cc.it](http://www.basf-cc.it)