

**PAVIMENTAZIONI
IN CALCESTRUZZO
NUOVE TECNOLOGIE E SISTEMI**





INTRODUZIONE

General Admixtures svolge la sua attività nel settore dei prodotti chimici per l'industria delle costruzioni.

Gli Additivi, i Filler e le Aggiunte minerali (quali le Ceneri Volanti) per conglomerati cementizi e cemento sono i materiali sui quali si concentra la sua attività e sui quali si sviluppa la sua ricerca.

Basandosi sul proprio know how e sulle esperienze acquisite, General Admixtures ha sviluppato alcuni sistemi per la progettazione di pavimentazioni industriali e una serie di formulazioni di nuovi tipi di Additivi e di Aggiunte per calcestruzzo che costituiscono un'evoluzione tecnologica importante.

Queste soluzioni tecnologiche migliorano tutti i requisiti dei conglomerati cementizi sotto il profilo reologico delle prestazioni meccaniche e della durabilità.

Il miglioramento delle prestazioni del calcestruzzo comporta anche un aumento della "Vita Utile" della pavimentazione, come previsto e raccomandato dalle Linee Guida del CNR, cioè dovuto alla maggior durabilità del materiale e conseguente beneficio della riduzione dei costi di manutenzione e/o ripristino.

Tutto ciò si ottiene applicando *principi progettuali ben definiti*, mediante l'applicazione delle vigenti normative / raccomandazioni di seguito richiamate e le relative normative di riferimento in esse contenute.

Le fasi salienti da considerare nella progettazione sono:

- Determinazione della vita utile di progetto
- Valutazione della relazione geologico-geotecnica
- Dati di ingresso forniti dal Committente e/o dal Progettista -D.L.
- Requisiti della massicciata di sottofondo. Requisiti minimi di capacità portante mediante prove di carico su piastra
- Strato di scorrimento/barriera al vapore
- Dimensionamento dello spessore della lastra di pavimentazione in funzione dei carichi
- Determinazione della tipologia di armatura della lastra di pavimentazione
- Requisiti del "mix design"
- Giunti di costruzione, dilatazione, contrazione ed isolamento
- Piano di usura per interno e per esterno
- Preparazione del getto
- Procedure esecutive
- Stagionatura protetta
- Planarità ed orizzontalità: parametri di accettazione

L'assenza o la scarsa attenzione ad anche solo uno di questi aspetti può compromettere la qualità complessiva dell'opera.

Scopo di questa pubblicazione tecnica è di presentare a progettisti, confezionatori e imprese, tecnologie e prodotti destinati a essere utilizzati nella realizzazione di pavimentazioni in calcestruzzo di qualità.

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Le pavimentazioni industriali in calcestruzzo devono essere progettate, realizzate e collaudate sulla base delle indicazioni fornite dalle Norme Tecniche per le costruzioni - DM 17/01/2018.

Per specifiche più dettagliate si può fare utile riferimento alle norme UNI 11146 (pavimentazioni in calcestruzzo), UNI 206-1 (calcestruzzo), Linee guida CNR-DT 211/2014, UNI 11104, al Codice di Buona Pratica CONPAVIPER, alle Linee Guida Sul Calcestruzzo Strutturale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, allo standard statunitense ACI 302.1R-04.

Foto 1
PRIMIUM PAV



SPECIFICHE TECNICHE

Per progettare correttamente una pavimentazione industriale non si può prescindere da un'attenta analisi geomeccanica del sottofondo su cui poggia e dalle azioni che vi insistono.

Queste ultime possono essere così classificate:

- poco significative
- importanti
- determinanti

I carichi distribuiti possono essere considerati come AZIONI POCO SIGNIFICATIVE, perchè sono trasferiti semplicemente al sottofondo, il cui comportamento meccanico deve essere comunque valutato in sede di progettazione.

I carichi concentrati vengono classificati come AZIONI IMPORTANTI: si tratta soprattutto di carrelli elevatori con ruote dure e di piccolo diametro e scaffalature. La pressione esercitata sul pavimento oscilla dai 6-8 bar nel caso dello pneumatico di autocarro, ai $\approx 6 \text{ N/mm}^2$ nel caso della ruota in Vulkollan di un carrello elevatore, con ruote di limitata impronta al suolo; nel caso di una scaffalatura, ciascun montante può esercitare una forza fino a 100 kN. La norma UNI 11146 classifica i pavimenti in cinque categorie secondo il carico di progetto.

I valori delle azioni appartenenti alle prime due categorie, insieme allo studio del comportamento meccanico del sottofondo, indirizzano il progettista verso la scelta della classe di resistenza del calcestruzzo e dello spessore della pavimentazione.

General Admixtures propone al progettista una gamma di tecnologie destinate soprattutto alla prevenzione dei problemi legati alle variazioni di volume prodotte dal ritiro igrometrico del calcestruzzo.

Nelle pavimentazioni la contrazione da ritiro è parzialmente o totalmente ostacolata e trasformata in una sollecitazione di trazione. Dal momento che il calcestruzzo è un materiale scarsamente resistente alla trazione, le sollecitazioni di trazione prodotte dal ritiro igrometrico impedito superano facilmente la resistenza a trazione del materiale, determinando la formazione di fessure.

AZIONI DETERMINANTI: ritiro plastico ed igrometrico ed escursioni termiche.

Il ritiro è un fenomeno legato al contenuto di acqua nella miscela di calcestruzzo e alle condizioni termometriche dell'ambiente. Due sono i tipi che interessano le pavimentazioni:

Il ritiro plastico: che consiste in una diminuzione di volume (circa l'1%) del calcestruzzo che avviene prima del completamento della presa, e può essere aggravata dalla perdita d'acqua dovuta all'evaporazione o all'assorbimento da parte delle casseforme o del sottofondo quando non è ancora iniziato l'indurimento. A questo fenomeno si accompagna la formazione di fessure, perché il calcestruzzo in questa fase possiede una resistenza a trazione praticamente nulla. Per limitare questo effetto è necessario evitare le perdite d'acqua dopo il getto, effettuando una stagionatura del calcestruzzo con precoce e prolungata nebulizzazione d'acqua o copertura mediante teli impermeabili (polietilene) e/o specifici prodotti antievaporanti.

SPECIFICHE TECNICHE

Va considerato che durante la stesa del calcestruzzo, soprattutto in ambiente esterno, a causa della ventilazione, della bassa igrometria e per l'irraggiamento solare, dalla superficie del calcestruzzo allo stato fresco può facilmente evaporare 1 o più litri/m²·ora di acqua; tanto più sottile è la lastra, tanto maggiore è percentualmente l'acqua evaporata. Le fessure che ne derivano si formano nelle prime ore dal getto. Si generano così tensioni di trazione sufficienti a produrre fessurazioni che partono generalmente da un vertice, diramandosi spesso in tre direzioni a 120° o come spesso viene definito, a "zampa di corvo". In determinate circostanze il ritiro di fase plastica provoca fessure che riproducono in superficie la maglia della sottostante rete d'armatura.

Il ritiro igrometrico: che consiste in una diminuzione di volume del calcestruzzo indurito ed avviene quando parte dell'acqua contenuta al suo interno evapora. La sua durata non è limitata nel tempo come nel caso del ritiro plastico e si mette in relazione con:

- condizioni termo-igrometriche ambientali
- mix di progetto (in particolare i rapporti acqua/cemento, inerti/cemento e tipo di aggregato)
- spessore fittizio della lastra
- età della struttura

Il ritiro termico: le variazioni di temperatura del calcestruzzo durante la fase di idratazione del cemento (reazione esotermica con sviluppo di calore) generano tensioni meccaniche sulle lastre che possono produrre fessurazioni. Le pavimentazioni industriali in calcestruzzo sono opere dove il controllo dei fenomeni di ritiro assume un'importanza critica. Infatti le deformazioni dovute al ritiro igrometrico, ad esempio, sono impedito dall'attrito con il sottofondo, dalla presenza di pilastri, tombini, aiuole (vincolo al movimento), generando così nel calcestruzzo tensioni di trazione superiori alla resistenza del materiale, con conseguenti effetti fessurativi.

Normalmente nelle strutture in calcestruzzo armato la resistenza a trazione è affidata interamente all'armatura metallica, consentendo al calcestruzzo di fessurarsi. Nel caso di pavimenti, ciò non viene accettato per motivi sia estetici che funzionali, quindi si progetta in modo che le sollecitazioni di trazione indotte dai carichi siano assorbite senza fessurazione della sezione di calcestruzzo.

Le armature metalliche (reti elettrosaldate) sono previste allo scopo di assorbire gli sforzi di trazione indotti dal ritiro. La sola armatura metallica, da posizionarsi all'estradosso, non è tuttavia sufficiente ad impedire la formazione di fessure; il sistema tradizionale per contrastare la formazione di fessure dovute alle tensioni di trazione causate dal ritiro igrometrico, consiste nel realizzare giunti di contrazione, per favorire la formazione delle fessure, il cui dimensionamento è calcolabile utilizzando la così detta "regola svedese".

Foto 2
Taglio dei giunti
di contrazione



I GIUNTI DI CONTRAZIONE

Per far sì che la fessurazione non pregiudichi la pavimentazione, generalmente si effettuano dei tagli (detti giunti di contrazione) nella parte superiore del pavimento, per almeno 1/4 del suo spessore. Questo intervento, effettuato in un momento in cui il calcestruzzo non è troppo resistente ma nemmeno troppo plastico, consente di controllare le fessure e indirizzarle verso la sezione così indebolita:

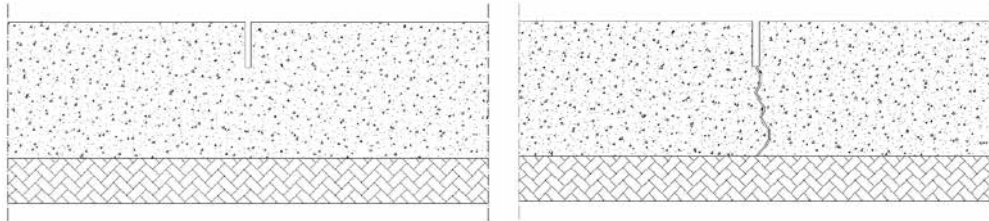


Figura 1
Taglio dei giunti di contrazione

La norma UNI 11146 descrive la corretta esecuzione e la distanza fra due giunti di contrazione secondo la seguente formula:

$$L_{gs} = 18 \cdot h + 100, \text{ dove } 18 \text{ e } 100 \text{ sono delle costanti}$$

Con: h = spessore del pavimento in cm; L_{gs} = distanza fra due giunti in cm

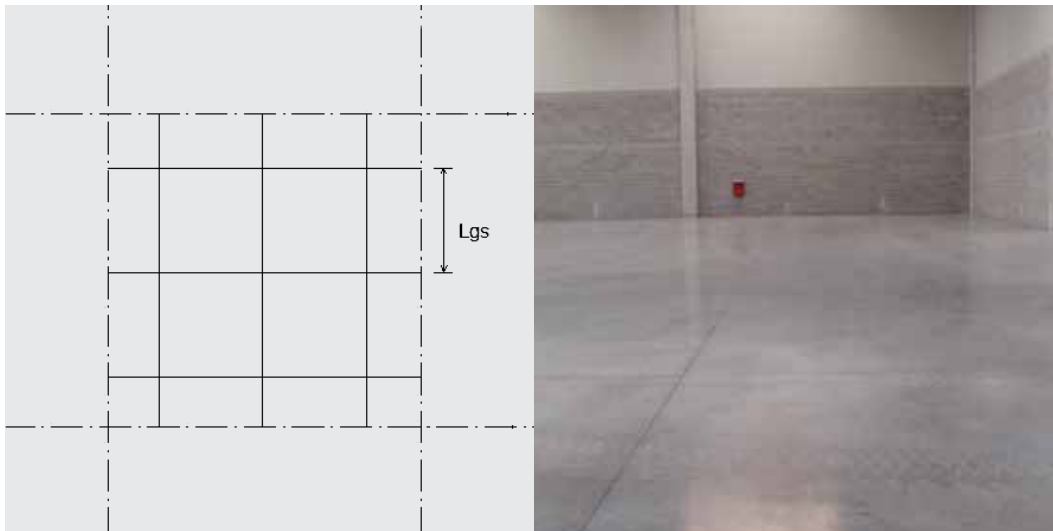


Figura 2
Distanza fra i giunti di contrazione

Foto 3
Riquadri tra i giunti di contrazione

I GIUNTI DI CONTRAZIONE

La stessa norma prevede una riduzione di L_{gs} del 20% per pavimenti poggianti su barriere al vapore: così la superficie superiore dei pavimenti è esposta all'evaporazione dell'acqua diversamente da quella inferiore (qualora la superficie della pavimentazione non venga precocemente coperta con teli di polietilene a prevenire ogni evaporazione per almeno 2 settimane).

Ciò crea una differenza di deformazione igrometrica tra intradosso ed estradosso che ha come risultato un incurvamento concavo bidirezionale e il sollevamento degli spigoli (basti pensare a come si deformano per lo stesso motivo le croste di fango dopo una giornata di sole estivo).

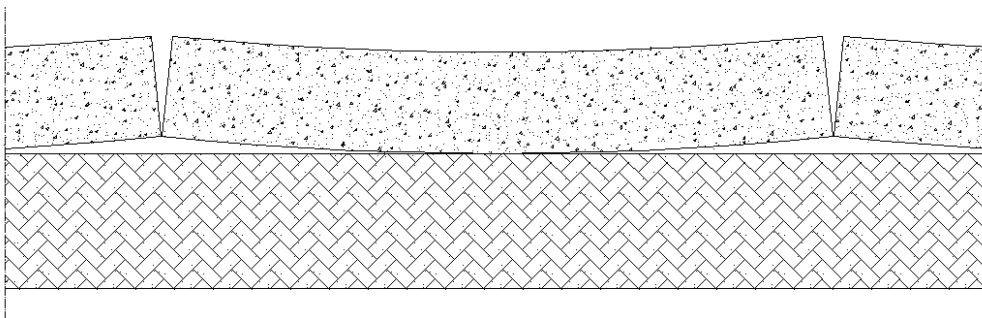


Figura 3
Imbarcamento
delle lastre



Foto 4, 5
Curling, imbarcamento
delle lastre dovuto ad
una scarsa stagionatura



Foto 6
Giunto di costruzione (a sx)
e di isolamento (a dx)

Questo porta ad una rottura o comunque ad una fessurazione dopo uno o ripetuti passaggi di un carico in prossimità degli spigoli stessi.

Esistono anche altre due tipologie di giunto:

Giunti di isolamento: estesi a tutto lo spessore, hanno lo scopo di isolare la pavimentazione da elementi fissi (per es. pilastri, muri) che ne impedirebbero le deformazioni se messi a contatto fra loro.

Giunti di costruzione: separano due porzioni di pavimento gettate in tempi diversi, sono estesi a tutto lo spessore e devono essere realizzati in modo che parte del carico presente su una piastra sia trasferito a quella adiacente. Generalmente fungono anche da giunti di contrazione.

FLOOR SYSTEM: SISTEMI PER PAVIMENTAZIONI IN CALCESTRUZZO

Le pavimentazioni costituiscono circa il 10 % delle opere in calcestruzzo. Sono strutture importanti che richiedono manodopera specializzata e qualità nei materiali. Il risultato finale dipende dalla corretta posa in opera, dai tempi di lavorazione, dalle condizioni termo igrometriche ambientali e dalla qualità del calcestruzzo. È necessario quindi rendere questo materiale:

- **allo stato fresco**, coesivo, omogeneo, non segregabile, di facile scarico, pompabilità e stesura sia meccanica che manuale; privo o di limitata capacità di bleeding e con un contenuto di aria intrappolata < 3%;
- **allo stato indurito**, conforme ai requisiti strutturali di progetto, denso, compatto, di elevata resistenza all'impatto e all'abrasione e con buona impermeabilità.

Tutto ciò, è realizzabile intervenendo nel mix design con opportuni additivi ed aggiunte che consentano di prevenire particolari problematiche che possono generarsi durante la posa in opera o durante la Vita Utile della struttura. Le tecnologie di seguito presentate offrono soluzioni per limitare il ritiro igrometrico e altri aspetti negativi che potrebbero presentarsi in fase di esercizio. Esse costituiscono un valido aiuto sia per quanto riguarda i tempi e le modalità di esecuzione, sia per gli aspetti legati alla qualità e durabilità del manufatto. La distanza fra i giunti di contrazione rappresenta una delle scelte più importanti nella progettazione di una pavimentazione in calcestruzzo, per la necessità di dover conciliare l'esigenza di avere una pavimentazione quanto più possibile continua con quella di evitare la formazione di fessure, quasi sempre a tutto spessore (superficiali).

Nella fattispecie i sistemi di pavimentazione proposti prevedono l'esecuzione dei giunti di contrazione a distanze variabili in funzione della tecnologia adottata. Eccone le principali caratteristiche:

- **PRiMIUM PAV:** calcestruzzo per pavimenti a ritiro controllato, grazie agli additivi della serie **PRiMIUM FLOOR**;
- **GiNIUS PAV:** calcestruzzo per pavimenti a ritiro ridotto, grazie agli additivi **PRiMIUM FLOOR** e il riduttore di ritiro **GiNIUS SRA 1**;
- **FIBER PAV:** calcestruzzo per pavimenti senza armatura a ritiro fortemente ridotto, grazie alla sinergia tra gli additivi della serie **PRiMIUM FLOOR**, il riduttore di ritiro **GiNIUS SRA 1** e le fibre della serie **FIBERCOLL** strutturali;
- **STABIL PAV:** calcestruzzo per pavimenti a ritiro compensato, grazie alla sinergia tra gli additivi della serie **PRiMIUM FLOOR**, il riduttore di ritiro **GiNIUS SRA 1** e l'agente espansivo **EXPANCOLL**.



Foto 7
GiNIUS PAV,
stagionatura con teli
in polietilene

FLOOR SYSTEM: SISTEMI PER PAVIMENTAZIONI IN CALCESTRUZZO

Sistemi	PRiMIUM PAV	GiNIUS PAV	FIBER PAV	STABIL PAV
Prodotti utilizzati	PRiMIUM FLOOR	PRiMIUM FLOOR GiNIUS SRA 1	PRiMIUM FLOOR GiNIUS SRA 1 FIBERCOLL	PRiMIUM FLOOR GiNIUS SRA 1 EXPANCOLL
Rinforzo	Rete metallica	Rete metallica	Fibre, nessuna rete metallica	Doppia rete metallica
Ritiro	Ritiro ridotto, rispetto ad un calcestruzzo non additivato di pari prestazioni, di circa il 50%.	Ritiro ridotto, rispetto al PRiMIUM PAV, di circa il 50%.	Ritiro ridotto, rispetto al PRiMIUM PAV, di circa il 50%. Riduzione delle fessure ad opera delle fibre della serie FIBERCOLL strutturali.	Ritiro annullato, grazie alla sinergia GiNIUS - EXPANCOLL.
Taglio giunti	Taglio dei giunti ogni 3-4 m, in funzione dello spessore del pavimento e dell' R_{ck} utilizzato.	Taglio dei giunti ogni 5-6 m, in funzione dello spessore del pavimento e dell' R_{ck} utilizzato.	Taglio dei giunti ogni 6-8 m, in funzione dello spessore del pavimento e dell' R_{ck} utilizzato.	Nessun giunto di contrazione per quadrature di 1000 m ² circa.
Stagionatura	Consigliata una stagionatura umida, per almeno 2-3 giorni, con acqua nebulizzata, teli bagnati, prodotti stagionanti, etc.	Consigliata una stagionatura umida, per sole 24 ore, con semplici teli bagnati.		
a/c Rck Durabilità	Riduzione (circa 20%) acqua di impasto Riduzione di a/c Aumento di R_{ck} Aumento di durabilità			
Lavorabilità e suo mantenimento nel tempo	Incremento della lavorabilità fino a classi di consistenza S5 rispetto ad un calcestruzzo non additivato di pari a/c e mantenimento della lavorabilità per oltre 1 ora.			
Tempi di presa	Nel periodo estivo vengono ritardati in modo da facilitare la messa in opera dello spolvero superficiale e le operazioni di finitura. Nel periodo invernale vengono accelerati in modo da ridurre i tempi di realizzazione.			

Tabella 1
Sistemi di base per pavimenti e vantaggi

FLOOR SYSTEM: SISTEMI PER PAVIMENTAZIONI IN CALCESTRUZZO

Per meglio inquadrare il comportamento dei calcestruzzi realizzati con le tecnologie riportate in tabella si può far riferimento al seguente grafico, in cui si rappresenta il comportamento di miscele della stessa classe di consistenza e resistenza, con il medesimo assortimento granulometrico, realizzate per confronto in laboratorio:

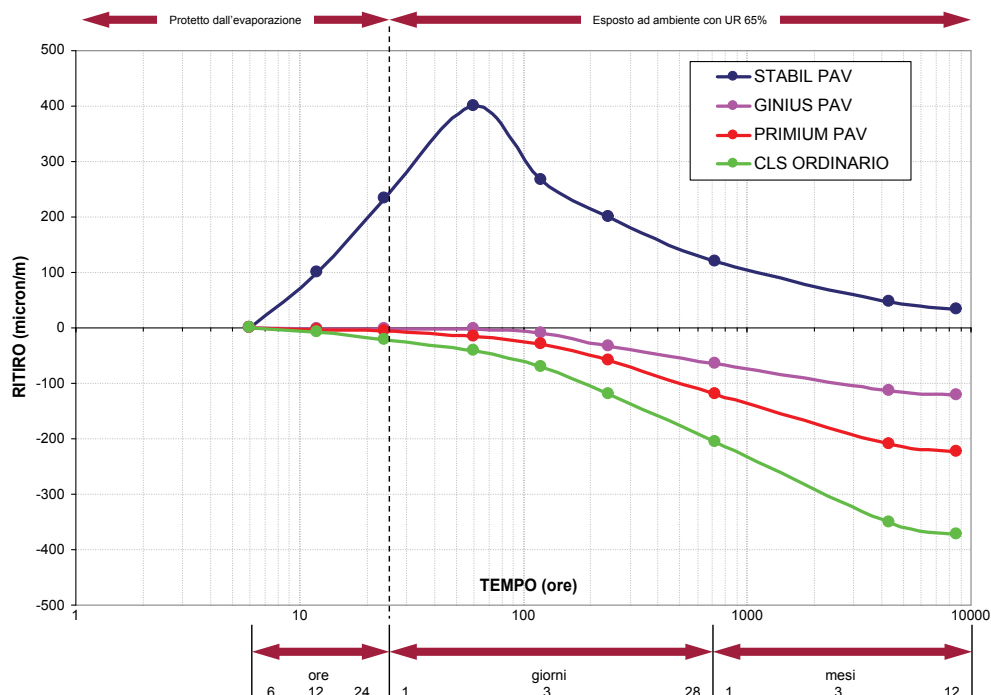


Figura 4
Grafici sull'andamento del ritiro nel tempo

Le prestazioni dei calcestruzzi realizzati, riscontrate attraverso metodo di prova ASTM C878 appositamente adattato, sono:

calcestruzzo	Mix di riferim.	PRIMIUM PAV	GINIUS PAV	STABIL PAV
Acqua	220 litri	175 litri	175 litri	175 litri
Cemento	380 kg	305 kg	305 kg	305 kg
Aggregati	1720 kg	1900 kg	1900 kg	1900 kg
a/c	0,58	0,58	0,58	0,58
i/c	4,53	6,23	6,23	6,23
Slump	21 cm	20 cm	21 cm	20 cm
R_{ck}	30 MPa	30 MPa	30 MPa	30 MPa
ϵ_{sh} (60 dd)	-207 $\mu\text{m/m}$	-119 $\mu\text{m/m}$	-65 $\mu\text{m/m}$	120 $\mu\text{m/m}$
ϵ_{sh} (365 dd)	-372 $\mu\text{m/m}$	-224 $\mu\text{m/m}$	-122 $\mu\text{m/m}$	33 $\mu\text{m/m}$

Tabella 2
Esempi di mix design a confronto

PRiMIUM PAV

GiNIUS PAV

PRiMIUM PAV

L'utilizzo della tecnologia PRiMIUM PAV consente una riduzione del ritiro dell'ordine del 50% rispetto ai calcestruzzi tradizionali non additivati. L'additivo superfluidificante regolatore di presa **PRiMIUM FLOOR** consente di ridurre entrambi i rapporti acqua/cemento e cemento/aggregati, conferendo più stabilità dimensionale al calcestruzzo. Grazie all'utilizzo di questa tecnologia si può mantenere una distanza fra i giunti, in funzione dello spessore del pavimento e della R_{ck} considerata, di 3÷4 metri, aumentando al contempo il coefficiente di sicurezza.



Foto 8
PRiMIUM PAV
dimensione dei riquadri

GiNIUS PAV

Con la tecnologia GiNIUS PAV si può ridurre il ritiro del 50% rispetto alla tecnologia PRiMIUM PAV, grazie all'impiego del superfluidificante **PRiMIUM FLOOR** e del riduttore di ritiro **GiNIUS**, che incorpora nella sua struttura molecolare un gruppo chimico SRA (Shrinkage Reducing Admixture) in grado di contrastare il ritiro plastico e quello igrometrico. Grazie all'utilizzo di questa tecnologia la distanza fra i giunti può essere aumentata, in funzione dello spessore del pavimento e della R_{ck} considerata, fino a 5÷6 metri.



Foto 9
GiNIUS PAV
dimensione dei riquadri

FIBER PAV STABIL PAV

FIBER PAV

Un'altra soluzione innovativa è la tecnologia FIBER PAV, che prevede l'utilizzo del superfluidificante **PRIMIUM FLOOR** e del riduttore di ritiro **GINIUS** e la sostituzione dell'armatura metallica con l'aggiunta in miscela delle fibre polimeriche strutturali **FIBERCOLL**. L'utilizzo di questa tecnologia permette di risparmiare nei tempi di esecuzione dell'opera, di gettare con scarico diretto dalla canale, senza l'aiuto della beton pompa e, poiché le fessure dovute al ritiro igrometrico vengono intercettate dalle fibre che ne impediscono così la propagazione, la distanza fra i giunti può essere aumentata, in funzione dello spessore del pavimento e della R_{ck} considerata, fino a 7÷8 metri.



Foto 10
FIBER PAV
dimensione dei riquadri

STABIL PAV

È possibile spingersi oltre e realizzare pavimenti senza giunti di contrazione grazie all'utilizzo della tecnologia STABIL PAV: l'uso degli additivi **PRIMIUM FLOOR**, **GINIUS** ed **EXPANCOLL**, combinato con l'inserimento di una doppia armatura metallica in prossimità dei due lembi della sezione, consente di creare uno stato di coazione del tutto simile a quello della precompressione, che compensa il ritiro igrometrico. Con questo sistema sono state realizzate quadrature anche di 1000 m² senza giunti di contrazione.



Foto 11
STABIL PAV

TECNOLOGIE PER LA PREVENZIONE E PER IL RIPRISTINO

Oltre ai sistemi finora presentati, General Admixtures propone alcune tecnologie per la prevenzione di patologie che potrebbero insorgere dall'utilizzo di particolari materie prime per la produzione del calcestruzzo o per presenza di ambienti aggressivi.

Sono inoltre stati studiati prodotti specifici per la riparazione delle strutture degradate.

RITIRO PLASTICO

Il ritiro plastico si manifesta su superfici di calcestruzzo non casserate quali quelle delle pavimentazioni, esposte direttamente verso ambienti ventilati, soleggiati o con bassa umidità relativa. Il problema è dovuto alla repentina evaporazione dell'acqua dalla superficie della pavimentazione verso l'ambiente, quando il calcestruzzo è ancora in fase plastica. Gli effetti che si generano dal ritiro plastico sono delle cavillature dovute al fatto che il modulo elastico del calcestruzzo in fase plastica E_p è molto minore del modulo elastico del calcestruzzo in fase indurita E_i .

Gli effetti del ritiro plastico sono rappresentati nella foto seguente.

Foto 12
fasi di spolvero e
successiva finitura



Il fenomeno può essere prevenuto con precoce e prolungata nebulizzazione d'acqua o copertura mediante teli impermeabili (polietilene) e/o con l'applicazione, subito dopo la fase di finitura, degli agenti stagionanti liquidi della linea CURING. Questi prodotti, applicabili con un nebulizzatore, aiutano a conservare l'umidità superficiale della pavimentazione. All'interno della linea CURING troviamo i prodotti elencati in Tabella:

PRODOTTO	DESCRIZIONE
CURING S	Agente stagionante pronto all'uso, per pavimentazioni interne ed esterne in qualsiasi condizione climatica
CURING WF	Agente stagionante ad alta efficacia, pronto all'uso, per pavimentazioni interne ed esterne non soggette a particolare ventilazione, nel caso di getti in climi miti e non esposti ad insolazione diretta estiva.
CURING HC	Agente stagionante ad altissima efficacia, utilizzabile concentrato o diluito, per pavimentazioni interne ed esterne, nel caso di getti in climi caldi o temperati o in presenza di ventilazione.

EFFLORESCENZE

Il fenomeno può essere prevenuto con l'inserimento nella miscela di calcestruzzo di aggiunte pozzolaniche quali le **MICRO-POZZ DSF** o le **MICRO-POZZ PFA** al fine di ridurre attraverso la reazione pozzolanica la calce libera dovuta all'idratazione del cemento che tenderebbe altrimenti a migrare in superficie combinandosi poi con la CO₂ e formare le famose chiazze biancastre in superficie.

Inoltre la superficie della pavimentazione può essere trattata subito, dopo la posa in opera, con i prodotti della linea **FLOOR PROTECT**.

PRODOTTO	DESCRIZIONE
FLOOR PROTECT 300	Impregnante in soluzione acquosa a base di litio ad elevatissime prestazioni, per la protezione di superfici in calcestruzzo, con ottima resistenza all'abrasione.
FLOOR PROTECT 400	Impregnante in soluzione acquosa a base di silicati di sodio per la protezione di superfici in calcestruzzo.
FLOOR PROTECT 500	Impregnante in soluzione acquosa a base di silicati complessi, ad elevate prestazioni, per la protezione di superfici in calcestruzzo.
FLOOR PROTECT 600	Impregnante in soluzione acquosa a base di polimeri fluorati con funzione di protezione antimacchia per superfici in pietra, terracotta, marmo e calcestruzzo.



Foto 13, 14
fasi di spolvero e
successiva finitura

LA REAZIONE ASR

Il trattamento superficiale (strato anti-usura), che generalmente viene applicato sui pavimenti, consiste nella “semina” sul calcestruzzo fresco di uno spolvero indurente costituito da una miscela di sabbia di quarzo o minerali di elevata durezza e cemento in elevato dosaggio (700-800 kg/m³), dunque molto ricca in alcali. Alcuni aggregati potenzialmente reattivi, in presenza di un’alta concentrazione di alcali, subiscono un aumento di volume a causa della formazione di un gel espansivo che può causare sia fessurazioni che il distacco della parte corticale del calcestruzzo, generalmente a forma di tronco di cono (pop-out).

Per prevenire tale problema si può usare uno spolvero a basso contenuto di alcali, contenente aggiunte minerali con capacità pozzolaniche tipo **MICRO-POZZ DSF**.



Foto 15
fasi di spolvero e
successiva finitura

Il calcestruzzo inoltre deve essere realizzato con la cenere volante **MICRO-POZZ PFA**, che reagisce con gli alcali provenienti dal cemento riducendone l’aggressività.

Per intervenire su un pavimento in cui la reazione ASR è già incominciata, è necessario prima bloccarla e poi procedere alla rimozione delle parti ammalorate. Con l’applicazione superficiale a rullo o a spruzzo di **INHIBITOR ASR** è possibile fermare il decorso della reazione alcali – aggregato alle prime avvisaglie di manifesto degrado.

INHIBITOR ASR è una soluzione acquosa a base di litio che va applicata sulla superficie del pavimento, prima di procedere al ripristino delle zone danneggiate.

Foto 16
Degrado da reazione
ASR



CICLI DI GELO – DISGELO

Come ogni struttura, i pavimenti esterni in calcestruzzo possono essere soggetti a cicli di gelo – disgelo. Un rilevante abbassamento della temperatura porta l'acqua contenuta nei pori alla fase solida, con un aumento di volume di circa il 10%. Questo aumento di volume è contrastato dalla matrice cementizia, con conseguenti tensioni in grado di disintegrare il calcestruzzo. Per prevenire questo inconveniente è opportuno progettare la miscela di calcestruzzo rispettando il valore acqua/cemento raccomandato dalle UNI 11104, in conformità alle classi di esposizione XF3-XF4 (rapporto A/C $\approx 0,50 \div 0,45$), ed utilizzare un additivo aerante della linea **AIR VOID**, modulandone il dosaggio, al fine di inglobare nel calcestruzzo una quantità di micro aria compresa tra i 40 e 60 litri per m³.

PRODOTTO	DESCRIZIONE
MICRO POZZ DSF	Fumo di silice densificato per calcestruzzi ad alte prestazioni
MICRO-POZZ PFA	Aggiunta minerale fillerizzante ad elevata attività pozzolanica

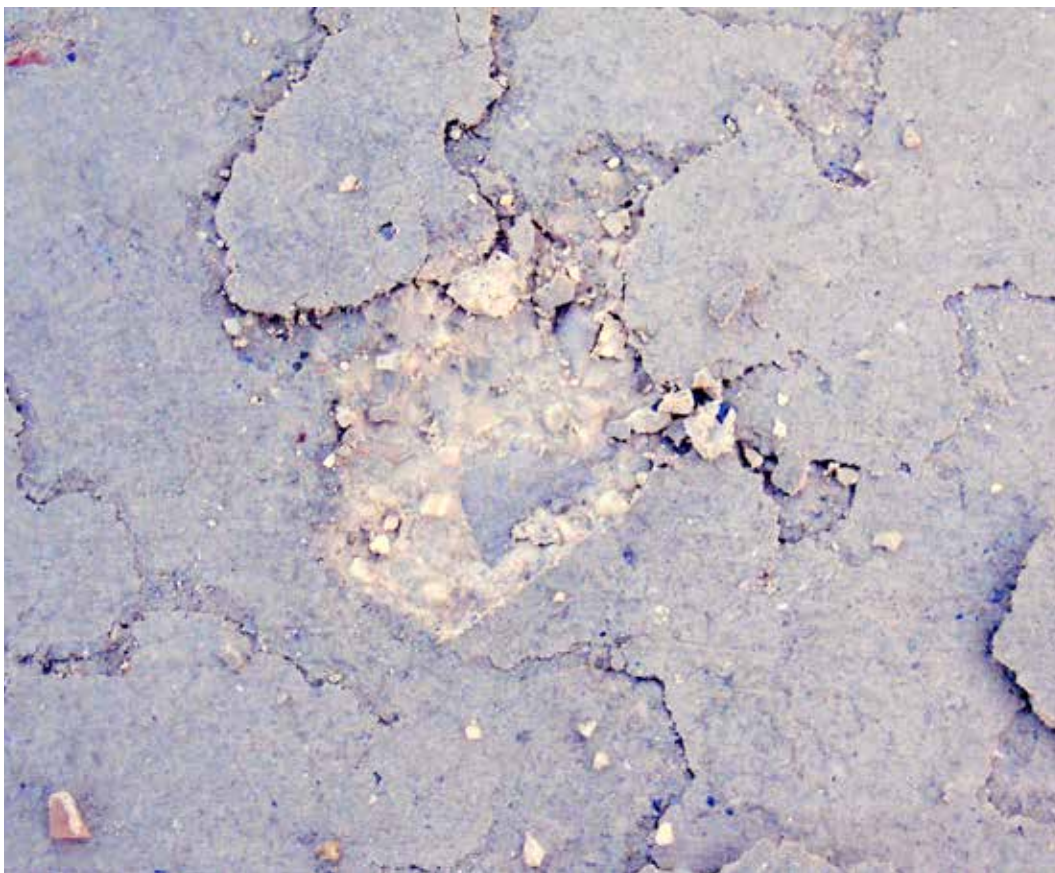


Foto 17
Danni da cicli
di gelo - disgelo



SUGGERIMENTI PER LE PRESCRIZIONI DI CAPITOLATO

Secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni il progettista deve specificare almeno quattro dati per l'identificazione del tipo di calcestruzzo calcestruzzo a prestazione garantita. Essi sono:

- la classe di esposizione
- la classe di resistenza
- la classe di consistenza
- il diametro massimo dell'aggregato

La classe di esposizione viene scelta solo in parte, perché dipende dal tipo di attacco cui il calcestruzzo sarà sottoposto dall'ambiente in cui sarà messo in esercizio (v. Prospetto 1 della UNI 206-1).

Un calcestruzzo può avere più di una classe di esposizione.

Il tipo di ambiente influenza la classe di resistenza fissandone un limite inferiore, secondo le UNI EN 206-1 e UNI 11104. Nel caso di calcestruzzi aventi più di una classe di esposizione, bisogna scegliere la più restrittiva.

La classe di resistenza viene scelta per necessità strutturali, sulla base delle caratteristiche geometriche della pavimentazione, del sottofondo e dell'entità delle sollecitazioni.

La classe di consistenza ideale per la maggior parte dei pavimenti con stesura manuale è quella S5, perché permette una stesura più facile e permette di evitare incontrollate riaggiunte d'acqua in cantiere. Nel caso di stesura meccanica mediante laser screed (pavimenti di grandi dimensioni) si richiede una classe di consistenza S3 - S4.

La scelta di un **diametro massimo** di 32,5 mm, anziché 16 o 12 mm, aiuta a contenere il fenomeno del ritiro perché, a parità di prestazioni, necessitando il diametro massimo di 32,5 mm di una minore quantità di acqua efficace, permette di ridurre proporzionalmente il dosaggio di cemento, migliorando così il rapporto aggregati/cemento e quindi il ritiro.

Altre prescrizioni, come per esempio il contenuto minimo di cemento, il rapporto acqua-cemento, l'utilizzo di aggregati resistenti al gelo o di cementi resistenti ai solfati, derivano dalle rispettive classi di esposizione.

Le normative implicitamente richiamate quando si prescrive un calcestruzzo a prestazione garantita ai sensi della UNI 206-1 sono:

- UNI – EN 1008 (acqua di impasto)
- UNI – EN 934-2 (additivi)
- UNI – EN 12620 (aggregati)
- UNI – EN 450-1 (ceneri volanti)
- UNI – EN 197-1 (cemento)

ESEMPIO DI PRESCRIZIONI DI CAPITOLATO

(XC2, Rck 30 MPa, S5, D_{max} 25 mm) PER PAVIMENTAZIONE INDUSTRIALE INTERNA

CALCESTRUZZO A RITIRO CONTROLLATO PRIMIUM PAV

a) Prescrizioni per le materie prime utilizzate per il calcestruzzo

- a.1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008;
- a.2) Additivo superfluidificante a base acrilica con caratteristiche acceleranti o ritardanti (in funzione della temperatura ambientale) conforme alla UNI EN 934-2 del tipo PRIMIUM FLOOR della General Admixtures;
- a.3) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alla UNI – EN 12620;
- a.4) Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1 di classe non inferiore alla 42.5 R;
- a.5) Ceneri volanti MICRO-POZZ PFA conformi alla norma UNI-EN 450-1.

b) Prescrizioni per il calcestruzzo

- b.1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1);
- b.2) Classi di esposizione ambientale: XC2;
- b.3) Classe di resistenza: Rck 30 MPa (C25/30);
- b.4) Classe di consistenza al getto: S5;
- b.5) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%.

c) Prescrizioni per la struttura

- c.1) Rete elettrosaldata Ø 6 mm 20 x 20 cm disposta ad una distanza dall'estradosso pari a 1/3 dello spessore del pavimento in acciaio B450C conforme al D.M. 17/01/2018;
- c.2) Copriferro teorico minimo: 35 mm; effettivo ≥ 50-60 mm, per permettere il taglio dei giunti di contrazione senza interferire con la rete d'armatura;
- c.3) Posa di nastri autoadesivi deformabili per la realizzazione di giunti di isolamento in adiacenza a tutte le strutture presenti all'interno (pilastri e pozzetti) e lungo il perimetro della pavimentazione;
- c.4) Realizzazione di giunti di costruzione, possibilmente utilizzando giunti tecnici metallici, con inserimento predisposto di barrotti di acciaio liscio disposti orizzontalmente ad un interasse prestabilito sulla linea mediana della superficie di ripresa del getto;
- c.5) Corazzatura mediante applicazione di spolvero a basso contenuto di alcali integrato con MICRO-POZZ DSF;
- c.6) Stagionatura umida, per 2-3 giorni, con acqua nebulizzata, teli bagnati, prodotti stagionanti del tipo CURING (S o WF) della General Admixtures;
- c.7) Taglio dei giunti di contrazione dopo 18/24 ore secondo le condizioni termiche ambientali e comunque quando il disco diamantato non produce sbrecciamento del taglio, per la realizzazione di giunti distanti ≤ 4 m.

CALCESTRUZZO A RITIRO RIDOTTO GINIUS PAV

a) Materie prime utilizzate per il calcestruzzo

- a.1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008;
- a.2) Additivo superfluidificante a base acrilica con caratteristiche acceleranti o ritardanti (in funzione della temperatura ambientale) conforme alla UNI EN 934-2 del tipo PRIMIUM FLOOR della General Admixtures;
- a.3) Additivo liquido riduttore di ritiro da introdurre in massa durante il confezionamento del calcestruzzo, del tipo GINIUS SRA 1 della General Admixtures;
- a.4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alla UNI – EN 12620;
- a.5) Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1 di classe non inferiore alla 42.5 R;
- a.6) Ceneri volanti MICRO-POZZ PFA conformi alla norma UNI-EN 450-1.

b) Prescrizioni per il calcestruzzo

- b.1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1);
- b.2) Classi di esposizione ambientale: XC2;
- b.3) Classe di resistenza: Rck 30 MPa (C25/30);
- b.4) Classe di consistenza al getto: S5;
- b.5) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%.

c) Prescrizioni per la struttura

- c.1) Rete elettrosaldata Ø 6 mm 20 x 20 cm disposta ad una distanza dall'estradosso pari a 1/3 dello spessore del pavimento in acciaio B450C conforme al D.M. 17/01/2018;
- c.2) Copriferro teorico minimo: 35 mm; effettivo ≥ 50-60 mm, per permettere il taglio dei giunti di contrazione senza interferire con la rete d'armatura;
- c.3) Posa di nastri autoadesivi deformabili per la realizzazione di giunti di isolamento in adiacenza a tutte le strutture presenti all'interno (pilastri e pozzetti) e lungo il perimetro della pavimentazione;
- c.4) Realizzazione di giunti di costruzione utilizzando possibilmente giunti tecnici metallici, con inserimento predisposto di barrotti di acciaio liscio disposti orizzontalmente ad un interasse prestabilito sulla linea mediana della superficie di ripresa del getto;
- c.5) Corazzatura mediante applicazione di spolvero a basso contenuto di alcali integrato con MICRO-POZZ DSF;
- c.6) Stagionatura umida, per 24 ore, con teli bagnati;
- c.7) Taglio dei giunti di contrazione dopo 18/24 ore secondo le condizioni termiche ambientali e comunque quando il disco diamantato non produce sbrecciamento del taglio, per la realizzazione dei giunti distanti ≤ 6 m.

CALCESTRUZZO FIBRO RINFORZATO FIBER PAV

a) Materie prime utilizzate per il calcestruzzo

- a.1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008;
- a.2) Additivo superfluidificante a base acrilica con caratteristiche acceleranti o ritardanti (in funzione della temperatura ambientale) conforme alla UNI EN 934-2 del tipo PRIMIUM FLOOR della General Admixtures;
- a.3) Additivo liquido riduttore di ritiro da introdurre in massa durante il confezionamento del calcestruzzo, del tipo GiNIUS SRA 1 della General Admixtures;
- a.3) Fibre polimeriche per il controllo delle fessure e il rinforzo strutturale del calcestruzzo del tipo FIBERCOLL (FLAT o FLEX o TOP o STEEL) della General Admixtures;
- a.4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alla UNI – EN 12620;
- a.5) Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1 di classe non inferiore alla 42.5 R;
- a.6) Ceneri volanti MICRO-POZZ PFA conformi alla norma UNI-EN 450-1.

b) Prescrizioni per il calcestruzzo

- b.1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1);
- b.2) Classi di esposizione ambientale: XC2;
- b.3) Classe di resistenza: Rck 30 MPa (C25/30);
- b.4) Classe di consistenza al getto: S5;
- b.5) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%.

c) Prescrizioni per la struttura

- c.1) Posa di nastri autoadesivi deformabili per la realizzazione di giunti di isolamento in adiacenza a tutte le strutture presenti all'interno (pilastri e pozzetti) e lungo il perimetro della pavimentazione;
- c.2) Realizzazione di giunti di costruzione utilizzando possibilmente giunti tecnici metallici, con inserimento predisposto di barrotti di acciaio liscio disposti orizzontalmente ad un interasse prestabilito sulla linea mediana della superficie di ripresa del getto;
- c.3) Corazzatura mediante applicazione di spolvero a basso contenuto di alcali integrato con MICRO-POZZ DSF;
- c.4) Stagionatura umida, per 24 ore, con teli bagnati;
- c.5) Taglio dei giunti di contrazione dopo 18/24 ore secondo le condizioni termiche ambientali e comunque quando il disco diamantato non produce sbrecciamento del taglio, per la realizzazione dei giunti distanti ≤ 8 m.

CALCESTRUZZO A RITIRO COMPENSATO STABIL PAV

a) Materie prime utilizzate per il calcestruzzo

- a.1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008;
- a.2) Additivo superfluidificante a base acrilica con caratteristiche acceleranti o ritardanti (in funzione della temperatura ambientale) conforme alla UNI EN 934-2 del tipo PRIMIUM FLOOR della General Admixtures;
- a.3) Additivo liquido riduttore di ritiro da introdurre in massa durante il confezionamento del calcestruzzo, del tipo GiNIUS SRA 1 della General Admixtures;
- a.4) Agente espansivo per calcestruzzi senza ritiro a base di ossidi di calcio, del tipo EXPANCOLL della General Admixtures;
- a.5) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alla UNI – EN 12620;
- a.6) Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1 di classe non inferiore alla 42.5 R;
- a.7) Ceneri volanti MICRO-POZZ PFA conformi alla norma UNI-EN 450-1.

b) Prescrizioni per il calcestruzzo

- b.1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1);
- b.2) Classi di esposizione ambientale: XC2;
- b.3) Classe di resistenza: Rck 30 MPa (C25/30);
- b.4) Classe di consistenza al getto: S5;
- b.5) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%.

c) Prescrizioni per la struttura

- c.1) Doppia rete elettrosaldata Ø 6 mm 20 x 20 cm in acciaio B450C conforme al D.M. 17/01/2018;
- c.2) Copriferro teorico minimo: 35 mm; effettivo ≥ 50-60 mm, per permettere il taglio dei giunti di contrazione senza interferire con la rete d'armatura;
- c.3) Realizzazione di giunti di costruzione utilizzando possibilmente giunti tecnici metallici, con inserimento predisposto di barrotti di acciaio liscio disposti orizzontalmente ad un interasse prestabilito sulla linea mediana della superficie di ripresa del getto;
- c.4) Corazzatura mediante applicazione di spolvero a basso contenuto di alcali integrato con MICRO-POZZ DSF;
- c.5) Stagionatura umida, per almeno 48 ore, con teli bagnati.

FLOOR SYSTEM:

SISTEMI PER LA REALIZZAZIONE DI PAVIMENTAZIONI IN CALCESTRUZZO

Sistemi	Prodotti			
	PRIMIUM FLOOR	GINIUS SRA 1	EXPANCOLL	FIBERCOLL
PRIMIUM PAV	●			
GINIUS PAV	●	●		
FIBER PAV	●	●		●
STABIL PAV	●	●	●	

Tabella 3
FLOOR SYSTEM:
Sistemi di Base

I sistemi di base possono essere a loro volta integrati con altri prodotti per specifiche prestazioni richieste, come riportato nella seguente Tabella.

Requisiti	Prodotti									
	PRIMIUM FLOOR	GINIUS SRA 1	EXPANCOLL	FIBERCOLL	AIR VOID	MICRO-POZZ DSF	MICRO-POZZ PFA	INHIBITOR ASR	CURING	FLOOR PROTECT
Aumento della lavorabilità	●									
Regolazione dei tempi di presa	●									
Aumento delle prestazioni meccaniche	●					●	●			
Riduzione del ritiro	●	●	●			●	●		●	
Eliminazione del ritiro			●							
Eliminazione della rete				●						
Riduzione delle efflorescenze						●	●			
Riduzione del rischio ASR						●	●	●		
Resistenza ai cicli di gelo disgelo					●					
Resistenza all'usura										●
Resistenza agli attacchi chimici						●	●			●
Ripristino								●		●

Tabella 4
FLOOR SYSTEM:
Prodotti



Doha Tower

ADDITIVI

PRODOTTO	DESCRIZIONE
PRIMIUM FLOOR 5	Superfluidificante e accelerante dei tempi di presa in clima invernale/temperato
PRIMIUM FLOOR 110	Superfluidificante e accelerante dei tempi di presa in clima invernale/temperato
PRIMIUM FLOOR 160	Additivo superfluidificante-riduttore d'acqua ad alta efficacia, per la realizzazione di pavimentazioni in calcestruzzo in climi invernali/temperati
PRIMIUM FLOOR 290	Fluidificante, con allungamento dei tempi di presa in clima estivo/temperato
PRIMIUM FLOOR 390	Superfluidificante, ottimo riduttore d'acqua con allungamento dei tempi di presa in clima estivo/temperato
PRIMIUM FLOOR 395	Superfluidificante, con buon mantenimento della lavorabilità e ritardo sui tempi di presa in clima estivo/temperato
PRIMIUM FLOOR 400	Superfluidificante e riduttore d'acqua con effetto accelerante sui tempi di presa in clima invernale/temperato
GINIUS SRA 1	Riduttore di ritiro ad elevata efficacia
GINIUS SRA 955	Riduttore di ritiro
EXPANCOLL	Agente espansivo per il controllo del ritiro nel calcestruzzo
EXPANCOLL SRA	Agente espansivo per il confezionamento di calcestruzzi speciali a ritiro compensato
AIR VOID 11	Additivo aerante per calcestruzzi e malte
AIR VOID 31	Additivo aerante concentrato per calcestruzzi e malte
AIR VOID 150	Additivo aerante con lieve effetto fluidificante

FIBRE

PRODOTTO	DESCRIZIONE
FIBERCOLL GL	Fibra di vetro dritta, lunghezza = 13 mm
FIBERCOLL TOP	Fibra in polipropilene e copolimero poliolefinico fibrillata, lunghezza = 55 mm
FIBERCOLL TOP 20	Fibra polimerica fibrillata, lunghezza = 20 mm
FIBERCOLL TOP 20 MONO	Fibra polimerica dritta, lunghezza = 20 mm
FIBERCOLL FLAT 30	Fibra di poliestere estruso sagomata, lunghezza = 30 mm
FIBERCOLL FLAT 40	Fibra di poliestere estruso sagomata, lunghezza = 40 mm
FIBERCOLL FLEX 30	Fibra di polipropilene additivato ad alta densità, zigrinata, lunghezza = 30 mm
FIBERCOLL FLEX 40	Fibra sagomata in polipropilene additivato ad alta densità, lunghezza = 40 mm
FIBERCOLL FLEX 50	Fibra sagomata in polipropilene additivato ad alta densità, lunghezza = 50 mm
FIBERCOLL MICRA	Fibra sagomata in polipropilene, lunghezza = 6, 12 o 18 mm
FIBERCOLL STEEL 35/65	Fibra di acciaio uncinata, lunghezza = 35 mm
FIBERCOLL STEEL 50/50	Fibra di acciaio uncinata, lunghezza = 50 mm
FIBERCOLL STEEL G35-90	Fibra di acciaio galvanizzato uncinata, lunghezza = 35 mm

LA NOSTRA MISSIONE

FORNIRE TECNOLOGIA E VALORE ALL'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI,
ATTRAVERSO L'INNOVAZIONE ED UN APPROCCIO DI SISTEMA.

INNOVAZIONE

Puntare sulla qualità e innovazione dei propri prodotti, tecnologie e servizi per distinguersi e consolidare la propria immagine.

Garantire attraverso comportamenti consapevoli la sostenibilità ambientale dei propri prodotti.

SISTEMA

Comprendere e soddisfare le esigenze del cliente attraverso l'ottimizzazione dei propri processi elevando così il livello di competitività ed espandendo le opportunità.

Adottare la cultura della prevenzione riducendo qualunque forma di rischio riferita alla qualità del prodotto o dell'inquinamento dell'ambiente.



Created by: Marketing - General Admixtures S.p.A. | Graphic design: Paolo Celotto | Photo: Archivio General Admixtures S.p.A.

REV.04 1303/2026



Azienda certificata per la Gestione dei Sistemi Qualità e Ambiente conformi alle norme UNI EN ISO 9001 e 14001

Certified company for Quality and Environmental System Management according to standards UNI EN ISO 9001 and 14001



General Admixtures S.p.A.

Via delle Industrie n. 14/16
31050 Ponzano Veneto (TV) | ITALY
T. + 39 0422 966911 | info@gageneral.com

Unità produttiva: Via dell'Industria n. 33
26016 Spino d'Adda (CR) | ITALY
T. + 39 0373 980391 | antebiago@gageneral.com

www.gageneral.com | www.antebiago.it

