

MASTER®
» BUILDERS
SOLUTIONS



MasterGlenium® PAV

**Sistema modulare
per le 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 e 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.

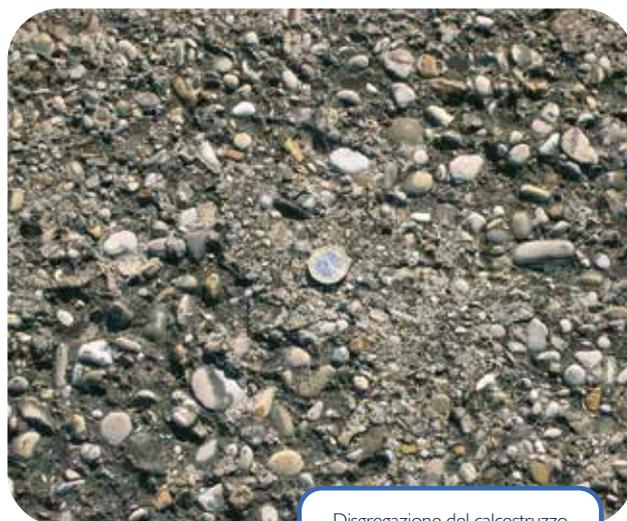
Nelle strutture in calcestruzzo, caratterizzate da una superficie esposta all'aria molto estesa, quali appunto le pavimentazioni industriali, le fessurazioni da ritiro plastico si manifestano nella classica forma detta "a piede di corvo".

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.



Esempio di danno da ritiro plastico



Disgregazione del calcestruzzo per effetto dell'azione del gelo-disgelo

Le problematiche delle pavimentazioni in calcestruzzo

Il ritiro igrometrico

Il calcestruzzo si deforma al variare dell'umidità relativa ambientale. In particolare, se l'umidità è bassa esso subisce una deformazione da 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'imbarcamento 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.

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 m³) provenienti o dal cemento o dall'acqua d'impasto o da acque di contatto.



MasterGlenium® PAV: 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 Master Builders Solutions® 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.

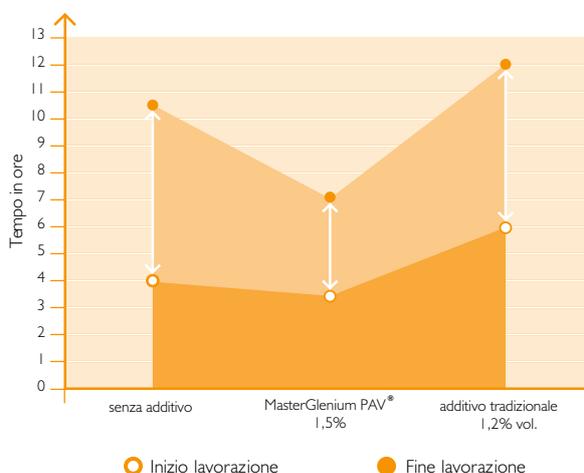
Il Sistema Modulare per Pavimentazioni è un efficace strumento nelle mani dell'impresa esecutrice e del fornitore di calcestruzzo preconfezionato per affrontare e dare la migliore risposta alle realizzazioni di una pavimentazione.

Superfluidificante specifico per pavimentazioni in calcestruzzo

MasterGlenium® PAV è il superfluidificante specifico per pavimentazioni in calcestruzzo, studiato e messo a punto nei laboratori di Master Builders Solutions®. È il componente base del Sistema Modulare per Pavimentazioni. Grazie a MasterGlenium® 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 MasterGlenium® 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.



Prodotti ausiliari per pavimentazioni

Micro fibre per il ritiro plastico

MasterFiber® 012 e MasterFiber® 018

Le micro fibre in polipropilene MasterFiber® 012 e MasterFiber® 018 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 m³ di calcestruzzo.

MasterFiber® 050

Le micro fibre naturali in basalto MasterFiber® 050 sono ottenute per fusione di roccia di natura basaltica, filatura in fibra e taglio alla lunghezza desiderata. Sono agglomerate in piccoli fiocchi e caratterizzate da elevata superficie specifica, espressamente studiate per il rinforzo del calcestruzzo e la prevenzione del ritiro plastico. Sono ecologicamente sicure, non tossiche, possiedono un'elevata stabilità al calore, caratteristiche isolanti e hanno una struttura elastica. Sono inoltre estremamente resistenti e durevoli. L'uso di MasterFiber® 050 risulta compatibile con gli aggregati presenti nelle miscele di calcestruzzo ed il suo peso specifico, simile a quello del conglomerato cementizio, ne evita l'affioramento in superficie. Il dosaggio consigliato varia da 0,5 kg a 3,0 kg per m³ di calcestruzzo.

MasterFiber® 012 e 018



MasterFiber® 050



Macro fibre per il calcestruzzo rinforzato

MasterFiber® 246 SPA

MasterFiber® 246 SPA è una macrofibra sintetica ottenuta per estrusione di polimeri sintetici a base di polipropilene, con un profilo "ondulato", ottimizzato per incrementare l'adesione alla matrice cementizia del conglomerato. L'utilizzo delle MasterFiber® 246 SPA permette di realizzare 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 risultano 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 MasterFiber® 246 SPA variabili tra 1,5 e 2,0 kg per m³. Le fibre strutturali MasterFiber® 246 SPA, 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 per m³.



MasterFiber® 320

MasterFiber® 320 è una macro fibra sintetica poli-olefinica ad elevate prestazioni con una forma "twisted" con funzioni strutturali.

L'utilizzo delle macro fibre polimeriche MasterFiber® 320 può avvenire in completa o parziale sostituzione dell'armatura primaria. In questo caso si ricorda che FRC, calcestruzzo fibrorinforzato strutturale deve essere conforme a quanto riportato nel DM. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) e Circolare n. 7/2019.

Il dosaggio delle macro fibre MasterFiber® 320 può variare da 1 a 3 kg per m³ di calcestruzzo, in funzione delle specifiche caratteristiche prestazionali richieste.



Prodotti ausiliari per pavimentazioni

Gli aeranti e le aggiunte minerali

Gli aeranti MasterAir®

Se la pavimentazione in calcestruzzo dovrà affrontare cicli di gelo e disgelo, occorre usare un additivo aerante della linea MasterAir®. Infatti, un 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, nella pasta di cemento del calcestruzzo.

MasterAir® è stato specificatamente messo a punto per sviluppare, in funzione del suo dosaggio, il volume d'aria adatto a conferire la giusta resistenza al gelo e disgelo alla pavimentazione industriale esposta a climi rigidi in classe XF.

Le aggiunte minerali MasterLife® MS 610

MasterLife® 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 MasterLife® MS 610 è del 10% sul peso del cemento.

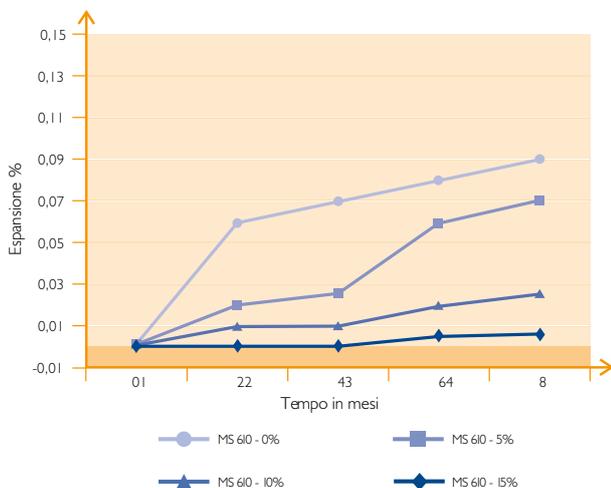
L'uso di MasterLife® MS 610 è raccomandato per ottenere matrici cementizie estremamente compatte, in modo da raggiungere un'elevata garanzia nei confronti della corrosione delle armature e della penetrazione di eventuali sostanze aggressive. È essenziale inoltre per ridurre i rischi legati alla reazione di aggregati reattivi con gli alcali presenti nel cemento (drastica riduzione dei fenomeni di pop-out).

La stabilità volumetrica MasterLife® SRA 150

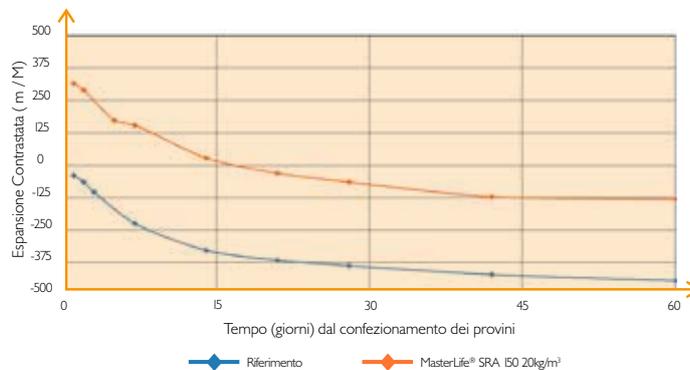
Quando si vuole annullare l'effetto del ritiro igrometrico e limitare i rischi di imbarcamento delle pavimentazioni è necessario impiegare l'espansivo MasterLife® SRA 150, da aggiungere insieme a tutti gli altri componenti della miscela.

MasterLife® SRA 150 va utilizzato sempre in combinazione con MasterGlenium® 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 MasterLife® SRA 150, agente espansivo in fase di indurimento del calcestruzzo, è necessario predisporre un adeguato mix-design per individuarne il dosaggio ottimale.

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



Espansione contrastata UNI 8148 Metodo B Maturazione 2 gg nel Nylon poi all'aria



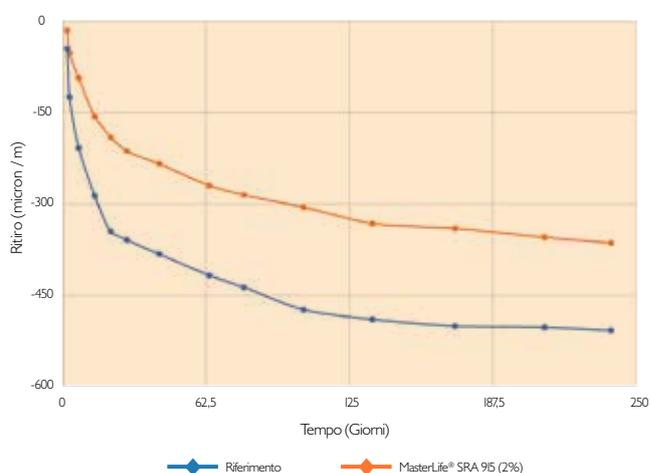
Gli stagionanti e i riduttori di ritiro

Gli stagionanti e i riduttori di ritiro MasterKure® e MasterLife® SRA 915

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 perciò 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 richiede un controllo dei fenomeni di fessurazione a media e lunga stagionatura, l'utilizzo di MasterLife® SRA 915, additivo per la riduzione del ritiro idraulico di conglomerati a base cementizia.



Prodotti consigliati e requisiti tecnici

| PRODOTTI CONSIGLIATI | Riduzione dei tempi di finitura | Riduzione del rapporto acqua cemento | Omogeneità delle miscele | Lavorabilità elevate in climi invernali | Lavorabilità elevate in climi estivi | Ottima reologia | Riduzione del ritiro plastico e delle fessurazioni |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---|--------------------------------------|-----------------|--|
| MasterGlenium® PAV 44 | ● | ● | ● | ● | - | - | ● |
| MasterGlenium® PAV 46 | ● | ● | ● | - | ● | - | ● |
| MasterGlenium® PAV 804 | ● | ● | ● | ● | - | ● | ● |
| MasterGlenium® PAV 806 | ● | ● | ● | - | ● | ● | ● |
| MasterFiber® 012/018/050 | - | - | - | - | - | - | ● |
| MasterFiber® 246/320 | - | - | - | - | - | - | - |
| MasterAir® I08 | - | - | - | - | - | - | - |
| MasterLife® MS 610 | - | - | - | - | - | - | - |
| MasterLife® SRA 150 | - | - | - | - | - | - | - |
| MasterLife® SRA 915/910 | - | - | - | - | - | - | - |
| MasterKure® I27WB | - | - | - | - | - | - | - |

| PRODOTTI CONSIGLIATI | Per la realizzazione di pavimentazioni in cls fibronirforzato | Resistenza ai cicli di gelo e disgelo | Resistenza alla reazione alcali-aggregato | Incremento della durabilità della pavimentazione | Compensazione del ritiro igrometrico e riduzione dell'imbarcamento, pavimenti joint-less | Protezione che rallenta l'evaporazione dell'acqua dalla superficie del calcestruzzo |
|--------------------------|---|---------------------------------------|---|--|--|---|
| MasterGlenium® PAV 44 | ● | - | - | - | - | - |
| MasterGlenium® PAV 46 | ● | - | - | - | - | - |
| MasterGlenium® PAV 804 | ● | - | - | - | - | - |
| MasterGlenium® PAV 806 | ● | - | - | - | - | - |
| MasterFiber® 012/018/050 | ● | - | - | - | - | - |
| MasterFiber® 246/320 | ● | - | - | - | - | - |
| MasterAir® I08 | - | ● | - | - | - | - |
| MasterLife® MS 610 | - | - | ● | ● | - | - |
| MasterLife® SRA 150 | - | - | - | - | ● | - |
| MasterLife® SRA 915/910 | - | - | - | - | - | ● |
| MasterKure® I27WB | - | - | - | - | - | ● |

Master Builders Solutions®

Noi di Master Builders Solutions® siamo produttori leader a livello mondiale di soluzioni responsabili per il settore delle costruzioni, focalizzati sulla realizzazione della nostra visione: **ispirare le persone a costruire meglio.**

Forniamo tecnologia a valore aggiunto e capacità di ricerca e sviluppo che punta a migliorare costantemente le prestazioni dei materiali da costruzione e a consentire la riduzione delle emissioni di CO₂ nel ciclo di produzione del calcestruzzo. Il portfolio completo del marchio Master Builders Solutions® comprende additivi ed aggiunte per il calcestruzzo, additivi per la produzione di cemento e soluzioni per le costruzioni sotterranee.

Con il nostro portfolio prodotti ed il nostro supporto tecnico e tecnologico siamo pronti ad aiutarvi ad affrontare e risolvere qualsiasi sfida nel settore delle costruzioni.

Operiamo in oltre 60 nazioni in tutto il mondo attingendo da esperienze di innumerevoli progetti realizzati. Le tecnologie sviluppate a livello globale, unite alla nostra conoscenza approfondita delle diverse esigenze costruttive locali, ci permettono di innovare e contribuire al Vostro successo guidandovi verso un'edilizia sostenibile.

Fondata nel 1909, Master Builders Solutions® gestisce 35 siti di produzione in tutto il mondo. Questo ci consente di supportarvi ed aiutarvi a superare insieme a noi le sfide di oggi e di domani, con l'obiettivo di costruire un futuro decarbonizzato.



Master Builders Solutions® per l'Industria delle Costruzioni

MasterAir®

Soluzioni per il calcestruzzo con aggiunte d'aria

MasterCast®

Soluzioni per l'industria dei manufatti in calcestruzzo terra-umida

MasterCem®

Soluzioni per la produzione di cemento

MasterCO₂re®

Soluzioni per calcestruzzo a ridotto contenuto di clinker

MasterColor®

Soluzioni per calcestruzzi architettonici

MasterEase®

Soluzioni per calcestruzzi a reologia migliorata e bassa viscosità

MasterFiber®

Soluzioni per il calcestruzzo fibro-rinforzato

MasterFinish®

Soluzioni per il disarmo e la finitura superficiale

MasterGlenium®

Soluzioni per calcestruzzi performanti ad elevata lavorabilità e basso rapporto A/C

MasterKure®

Soluzioni per la stagionatura del calcestruzzo

MasterLife®

Soluzioni per calcestruzzi durevoli

MasterMatrix®

Soluzioni per il controllo della reologia

MasterPel®

Soluzioni per l'idrofobizzazione, l'antiflorescenza e la protezione delle superfici

MasterRoc®

Soluzioni per la costruzione in sotterraneo e il miglioramento della superficie

MasterSet®

Soluzioni per il controllo dell'idratazione

MasterSuna®

Soluzioni per sabbia e ghiaia nel calcestruzzo

Master X-Seed®

Soluzioni avanzate di accelerazione per il calcestruzzo

— Sprigiona il potere di MasterCO₂re®:
sistema intelligente di cluster per
calcestruzzi a ridotto contenuto di clinker

info.master-builders-solutions.com/en/masterco2re



Master Builders Solutions Italia Spa

Via Vicinale delle Corti, 21
31100 Treviso, Italy
T +39 0422 429200

infomac@masterbuilders.com

<https://www.master-builders-solutions.com/it-it>

I dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulle nostre attuali conoscenze ed esperienze. Non costituiscono la qualità contrattuale concordata del prodotto e, in considerazione dei numerosi fattori che possono influenzare la lavorazione e l'applicazione dei nostri prodotti, non esonerano gli addetti alla trasformazione dall'effettuare le proprie indagini e prove. La qualità contrattuale del prodotto concordata al momento del trasferimento del rischio si basa esclusivamente sui dati della scheda tecnica. Tutte le descrizioni, i disegni, le fotografie, i dati, le proporzioni, i pesi, ecc. riportati in questa pubblicazione possono essere modificati senza preavviso. È responsabilità del destinatario del nostro prodotto assicurarsi che vengano rispettati i diritti di proprietà e le leggi e le normative vigenti (06/2023).

® marchio registrato di Master Builders Solutions® in molti paesi del mondo

