

— Il calcestruzzo fluido
nell'industria della
prefabbricazione

Advanced Admixture Solutions

Zero Energy System e Crystal Speed Hardening

Lo standard di riferimento per la produzione
dei prefabbricati in calcestruzzo

L'industria dei prefabbricati in calcestruzzo è caratterizzata da una vasta gamma di elementi e di processi produttivi: strutture semplici o specializzate, elementi strutturali come plinti, travi, solai, pilastri costruite in calcestruzzo fluido armato ordinario oppure precompresso, ma anche elementi non strutturali come facciate, tegole, pannelli non portanti, ecc.



Nonostante le diverse tipologie di manufatti, l'industria del prefabbricato in calcestruzzo persegue costantemente la cura nella produzione degli elementi impiegando calcestruzzo di elevata qualità, ottimizzando i processi produttivi, affrontando nel contempo le quattro grandi sfide per l'industria sostenibile delle costruzioni:

- processi efficienti
- riduzione dei consumi energetici
- ottimizzazione dei materiali
- specifiche di alta qualità.

Nel mondo di oggi, così competitivo in particolare quando la macroeconomia attraversa un periodo di crisi, la principale preoccupazione di questo settore manifatturiero è di riuscire a equilibrare il suo impegno con il miglior rapporto costo/beneficio e la massima flessibilità di produzione. Quindi per risparmiare tempo e denaro si persegue l'obiettivo di una maturazione veloce del calcestruzzo. L'industria della prefabbricazione deve inoltre mantenere un buon margine di profitto nonostante l'aumento dei costi dei materiali, della

manodopera e delle attrezzature, in un ambiente di mercato molto competitivo.

Lo sviluppo accelerato delle resistenze meccaniche, in particolare alla brevi stagionature, è un punto chiave per i produttori di elementi prefabbricati. In un processo produttivo, spesso automatizzato, dove sono richiesti elevati standard qualitativi, un fattore di criticità è rappresentato dal veloce riutilizzo dei casseri o dalla possibilità di movimentare all'area di stoccaggio gli elementi finiti per poter produrre più velocemente.

La necessità di avere resistenze meccaniche a breve stagionatura indirizza il mix design all'uso di un cemento più performante come il CEM I 52.5 R mentre gli standard europei consigliano l'uso di materiali a base cementizia con ridotto contenuto in clinker.

Per soddisfare questi requisiti, parzialmente in contrasto fra loro, offriamo a questo comparto due nuove soluzioni: il sistema Zero Energy System e il concetto Crystal Speed Hardening, entrambi basati su tecnologie uniche.

Analizziamo a fondo l'industria della prefabbricazione in calcestruzzo

Il nostro team vi affiancherà con soluzioni pensate e studiate specificatamente per l'industria degli elementi prefabbricati in calcestruzzo.

A complemento delle nostre soluzioni per la realizzazione di calcestruzzo fluido, offriamo anche soluzioni di rinforzo alternativo con la linea MasterFiber®, disarmanti della linea MasterFinish®,

soluzioni per la protezione e la durabilità con le linee MasterKure® e MasterLife®.

Questo completo portafoglio di prodotti rende Master Builders Solutions® il partner ideale per offrire le migliori soluzioni nell'industria del prefabbricato in calcestruzzo.



Zero Energy System: MasterGlenium® ACE

Il concetto di Zero Energy System proposto dalla linea Master Builders Solutions® considera tutti gli aspetti del processo produttivo degli elementi prefabbricati.

Il concetto di Zero Energy System proposto dalla linea Master Builders Solutions® considera tutti gli aspetti del processo produttivo degli elementi prefabbricati. Zero Energy System permette di eliminare l'energia necessaria per la compattazione del calcestruzzo nei casseri, riduce drasticamente o elimina del tutto il consumo energetico per la maturazione a vapore dei manufatti, garantendo una maggiore durabilità del calcestruzzo.

L'elemento chiave di questo concetto è MasterGlenium® ACE, un superfluidificante di ultima generazione a base di polycarbossilati eteri ad elevate prestazioni, sviluppato dai nostri ricercatori appositamente per l'industria della prefabbricazione in calcestruzzo.

Zero Energy System vuol dire riduzione di tutta l'energia richiesta dal processo di produzione dei prefabbricati; quando parliamo di forme di energia non ci riferiamo solo all'utilizzo di combustibili fossili e all'elettricità, ma anche alla manodopera diretta, al consumo di materiali e alla produttività.

Le molecole di MasterGlenium® ACE vengono rapidamente assorbite sulla superficie dei granuli di cemento e riescono a disperderne efficacemente le singole particelle. La struttura molecolare dei polimeri è essenziale per lo sviluppo della resistenza sin dalle fasi iniziali.

Con i tradizionali superfluidificanti a base di polycarbossilati eteri, le molecole coprono gran parte della superficie dei granuli di cemento, creando una barriera all'acqua che ne rallenta significativamente il processo di idratazione, in particolar modo alle brevissime stagionature ed a freddo. La struttura delle molecole di MasterGlenium® ACE, unica nel suo genere e brevettata, espone una maggiore superficie dei granuli di cemento alla reazione con l'acqua: ne consegue che è possibile sviluppare il calore di idratazione con anticipo, ottenendo velocemente i prodotti da idratazione ed una maggiore resistenza meccanica a compressione, anche alle basse temperature.

Crystal Speed Hardening: Master X-Seed®

Con il nostro concetto Crystal Speed Hardening e grazie alla tecnologia unica nel suo genere del nuovo accelerante di presa Master X-Seed®, la produzione sostenibile di calcestruzzo diventa una realtà.

La nuova tecnologia permette all'industria di produzione del calcestruzzo prefabbricato di ottimizzare i processi con risparmio di tempo ed energia, di ottenere manufatti durevoli e di ridurre l'impatto ambientale in termini di riduzione di emissioni di CO₂ in atmosfera.

Master X-Seed® è composto da una sospensione acquosa di nano-particelle, appositamente studiate per promuovere il processo di idratazione del cemento alle brevi stagionature.

I metodi tradizionali di maturazione, come la stagionatura a vapore, sono costosi e influenzano negativamente la durabilità del calcestruzzo. Con Master X-Seed® la maturazione viene attivata in modo naturale beneficiandone anche sulle resistenze meccaniche a lungo termine e sulla durabilità. Con Master X-Seed® abbiamo verificato che è possibile realizzare nuove linee produttive di manufatti in calcestruzzo senza il trattamento termico per la maturazione accelerata, consentendo di non investire nell'acquisto di nuove attrezzature.

Questo significa che l'impianto che realizza gli elementi prefabbricati può adattarsi alle richieste del mercato in maniera molto più flessibile ed economicamente vantaggiosa rispetto al passato: l'innovazione nel settore della prefabbricazione in calcestruzzo, con Master X-Seed®, diventa possibile.

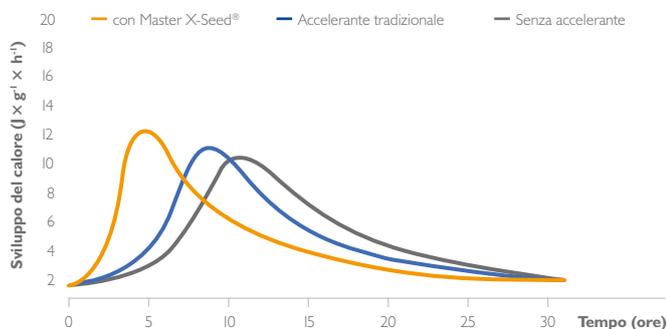


Meccanismo d'azione di Master X-Seed®

Nel processo di idratazione del cemento, le fasi silicatiche presenti nel clinker, C_3S e C_2S , reagiscono con l'acqua per formare cristalli di silicati di calcio idrati (CSH) e calcio idrossido. La nucleazione dei cristalli di silicati di calcio idrati è una reazione esotermica che avviene sulla superficie del granulo di cemento. Richiede un contributo iniziale di energia necessaria a far crescere i primi cristalli che, una volta formati contribuiscono a far procedere le reazioni di idratazione con lo sviluppo delle resistenze meccaniche.



La nucleazione dei cristalli, con l'aggiunta di Master X-Seed® avviene senza alcuna necessità di energia per la crescita dei cristalli. La crescita della «struttura» cristallina risulta così veloce da dare un contributo rilevabile allo sviluppo delle resistenze meccaniche anche alle brevissime stagionature. L'impasto cementizio finale e idratato non presenta cambiamenti microstrutturali rispetto al cemento idratato con metodi tradizionali. Anzi, la densità dei cristalli CSH migliora la qualità della pasta di cemento indurito e offre dei vantaggi in termini di durabilità.

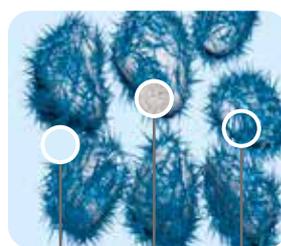


Evoluzione di calore – Effetto accelerante
(380 kg/m³ CEM I 52.5 R)

La nucleazione di cristalli

La formazione di una singola particella solida, il germe di cristallizzazione, costituisce il punto d'inizio del processo di cristallizzazione: tale singola entità funge da agglomerante, «catalizzando» la formazione del solido per accrescimento successivo. Tutto ciò che favorisce la formazione dei primi germi cristallini (nucleazione) e l'accrescimento successivo, favorisce anche la solidificazione. Master X-Seed® è una sospensione sintetica di nano particelle di silicato di calcio idrato che può essere utilizzata come «germe di cristallizzazione» nella soluzione interstiziale dei granuli di cemento nelle primissime fasi di idratazione.

Rappresentazione schematizzata dei prodotti di idratazione del cemento



Acqua Cemento CSH



4 ore senza Master X-Seed®

4 ore con Master X-Seed®

La tecnologia unica di Master X-Seed® permette di accelerare il processo di idratazione ad una velocità mai raggiunta prima, sin dalle prime fasi e in molti processi produttivi. Si basa su una tecnologia registrata Master Builders Solutions®, ed è una sospensione stabile di nano-particelle di cristalli CSH di produzione sintetica. Queste particelle agiscono come «germi di cristallizzazione» nella miscela di calcestruzzo. Master X-Seed® è attivo a tutte le temperature, in inverno, in estate e con la maturazione a vapore.

Vantaggi: produttivo, economico, senza vibrazioni

Aumenta la produttività

Nell'industria del calcestruzzo prefabbricato, la produttività dipende direttamente dalla velocità di maturazione del calcestruzzo, indipendentemente dal processo produttivo utilizzato.

MasterGlenium® ACE, grazie al suo principio unico che agisce sulle particelle di cemento, aumenta in maniera significativa la cinetica dell'idratazione senza interferire sulla morfologia dei prodotti di idratazione.

La naturale reazione esotermica prodotta nelle prime ore è in grado di accelerare i processi di cristallizzazione e sviluppare più velocemente la resistenza a compressione del calcestruzzo.

Il significativo miglioramento delle prestazioni rispetto ai superfluidificanti tradizionali può ottimizzare l'efficienza dei cicli produttivi fino a raddoppiarli!

Riduce la maturazione termica

L'energia necessaria per la maturazione a vapore è un parametro basilare nel calcolo del costo di produzione degli elementi prefabbricati in calcestruzzo, quindi è un importante fattore economico.

Uno degli obiettivi dello Zero Energy System è quello di ottimizzare l'apporto dell'energia necessaria al ciclo produttivo per ottenere quanto richiesto nelle specifiche.

L'azione dello speciale polimero contenuto in MasterGlenium® ACE unita a Master X-Seed® con l'aggiunta del controllo sui parametri di produzione, permettono di usare al meglio l'energia naturale per l'idratazione, che quindi si completa in tempi più brevi! È possibile ridurre o eliminare l'apporto di energia dall'esterno e la maturazione a vapore può non essere più necessaria.

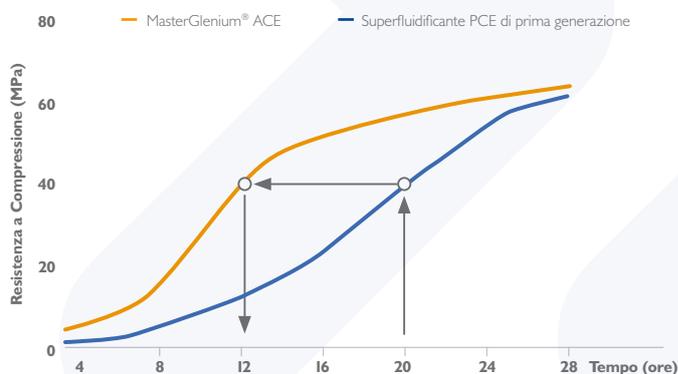
Questa caratteristica dello Zero Energy System non farà solo risparmiare denaro: influirà anche sulla durabilità del calcestruzzo, limitando la formazione di micro fessure che potrebbero crearsi durante la maturazione termica (shock termico, gradiente di temperatura, essiccazione, ecc.).

Elimina le vibrazioni

L'energia necessaria per la compattazione nei casseri del calcestruzzo è un ulteriore fattore chiave nel calcolo dei costi degli elementi prefabbricati.

I vantaggi derivanti dall'uso di MasterGlenium® ACE ed il modificatore di viscosità MasterMatrix® SDC in miscele autocompattanti nell'eliminazione della vibrazione per la posa in opera del calcestruzzo sono molteplici: ottimizzazione del costo del lavoro in termini di impegno di personale (posa in opera più veloce con meno persone impegnate per le operazioni di compattazione), produzione più veloce, eliminazione del rumore dovuto alla compattazione del calcestruzzo mediante la vibrazione nell'ambiente di lavoro in conformità alle direttive CEE 86/188, diminuzione della «perdita» di ore lavoro dovuta alle possibili malattie professionali causate dalla frequenza, intensità e tempo di esposizione alle vibrazioni, eliminazione dei vibratori e dei relativi costi operativi e di manutenzione.

Offre inoltre possibilità di produrre elementi prefabbricati più sottili e maggiore libertà nella progettazione delle forme, possibilità di isolare/coibentare le piste in modo da conservare il calore sviluppato dalla reazione di idratazione ed ottenere maggiori resistenze, migliore facciavista, con aspetto più omogeneo ed uniforme, calcestruzzo omogeneo senza alcuna problematica di segregazione o bleeding causati da una vibrazione eccessiva, completo riempimento dei casseri e assenza di ritocco dei pezzi con relativi costi aggiuntivi.



Sviluppo a breve della resistenza
(calcestruzzo fluido 350 kg/m³ CEM I 52.5 a 20 °C)



Vantaggi: ottimizzazione dei costi, risparmio energetico e sostenibilità

Un processo veloce e flessibile:

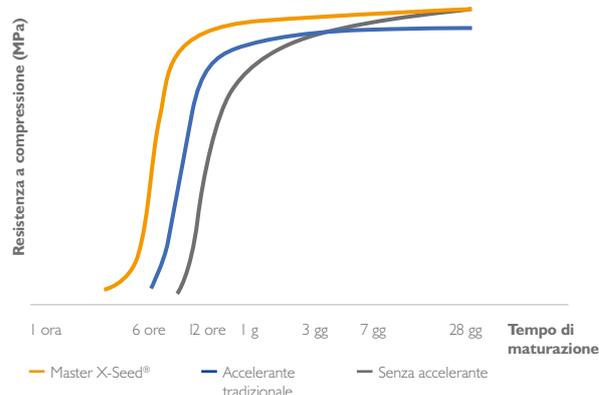
Il beneficio prestazionale dell'innovativo concetto di «Crystal Speed Hardening» è lo sviluppo delle resistenze meccaniche alle brevi stagionature, a basse temperature, a temperatura ambiente ed anche a caldo. Un aumento della produttività ha un impatto diretto sulla redditività. La flessibilità e la possibilità di aumentare la capacità produttiva, se richiesto, è un vantaggio aggiuntivo. L'uso di Master X-Seed® velocizza i processi di produttivi: può portare ad un aumento di produttività anche nel ciclo standard e la possibilità di raddoppiare i cicli produttivi permette di ottimizzare l'uso dei casseri esistenti.

I vantaggi della presa – Risparmio energetico:

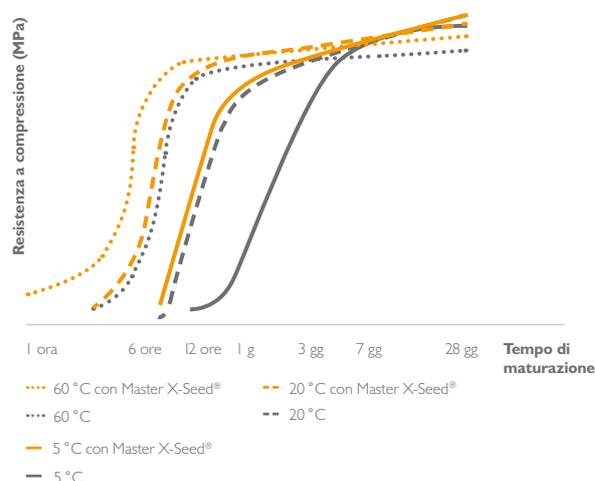
La maturazione a vapore è una tecnica costosa in termini energetici ed è necessaria per ottenere le resistenze meccaniche iniziali per poter produrre, movimentare e stoccare i manufatti in calcestruzzo, in particolare durante il periodo invernale o quando i cicli di produzione devono soddisfare le necessità di mercato. Tuttavia, l'applicazione di calore diretto o indiretto per il calcestruzzo deve essere ben controllato in modo da minimizzare gli effetti sulla durabilità (tensioni interne, formazione di ettringite).

L'uso di Master X-Seed® permette l'eliminazione o la riduzione di calore supplementare per la stagionatura del calcestruzzo, di risparmiare i costi di installazione e della gestione delle apparecchiature per la produzione di vapore e di ridurre le emissioni di CO₂ in atmosfera.

Sviluppo della resistenza – Effetto dell'accelerante (calcestruzzo fluido con 380 kg/m³ CEM I 52.5 R)



Sviluppo della resistenza – Effetto della temperatura (calcestruzzo fluido con 380 kg/m³ CEM I 52.5 R)



Ottimizzazione dei materiali:

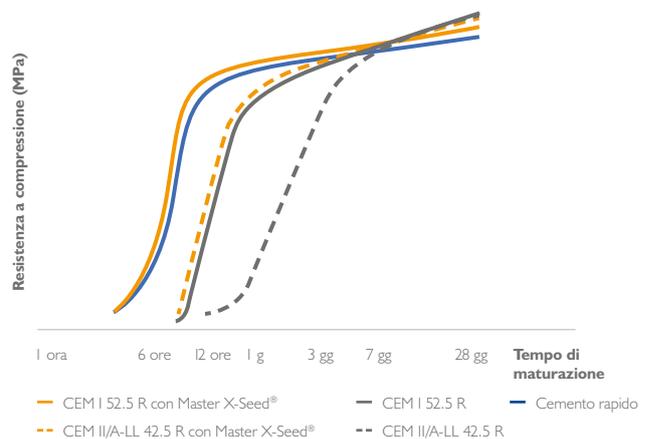
I cementi compositi e l'impiego di materiali supplementari con proprietà cementizie (SCM) sono strumenti importanti per ottimizzare i costi delle miscele ma un minor contenuto di clinker può penalizzare lo sviluppo della resistenza iniziale essenziale per la produzione di manufatti prefabbricati.

Master X-Seed® permette di ottimizzare la quantità di legante mantenendo i valori di resistenze meccaniche alle brevi stagionature, senza modificare le prestazioni del calcestruzzo fresco, con un impatto positivo e quantificabile sulla resistenza finale e un contributo alla diminuzione delle emissioni di CO₂ in ambiente.

Specifiche di alta qualità:

Grazie al suo meccanismo d'azione Master X-Seed® permette di ottenere una pasta di cemento molto compatta e di ridurre le porosità capillari. Questo ha un impatto positivo sulla riduzione del ritiro, sulla tendenza alla fessurazione, sulla riduzione dell'assorbimento di acqua ed in generale sulla durabilità. Il suo uso in combinazione con MSC rafforza le caratteristiche di durabilità e supporta il ciclo di vita complessivo del calcestruzzo. Sempre più, le specifiche di alta qualità per il calcestruzzo comprendono aspetti ecologici e richiedono un profilo ottimizzato ECO- (vantaggio ecologico equilibrato rispetto al costo economico per tutto il ciclo di vita completo). Con Master X-Seed® il produttore di calcestruzzo ha tutti i mezzi per ottenere elevate caratteristiche di qualità ottimizzando i costi operativi quotidiani ed il raggiungimento degli obiettivi richiesti da un'edilizia sostenibile.

Sviluppo della resistenza – Effetto del tipo di cemento (calcestruzzo fluido con 380 kg/m³ CEM I 52.5 R)



Connessione a ogni livello

La nostra missione

Noi di Master Builders Solutions® ci siamo dati la missione di progettare dei materiali che soddisfino le esigenze dell'utente finale. Aggiungiamo valore per i nostri clienti con un impegno continuo in ricerca e sviluppo. I nostri team di Ricerca e Sviluppo si consultano con i nostri partner che sono i leader incontrastati a livello mondiale nel campo della chimica, della progettazione e della capacità applicativa. Sempre concentrati sulle esigenze dei nostri consumatori, gli esperti di Master Builders Solutions® hanno elevato i parametri di riferimento per le prestazioni del calcestruzzo grazie ad una ricerca approfondita e puntuale dal livello molecolare alla soluzione finita.

Nel settore della prefabbricazione si percepisce il costante bisogno di migliorare il processo nella sua interezza, di aumentare la qualità e la produttività entro gli stretti tempi di produzione, sempre tenendo i costi sotto controllo. Con il marchio Master Builders Solutions® abbiamo sviluppato una gamma completa di prodotti e sistemi che vanno ad affrontare proprio queste sfide e che ridefiniscono gli standard del settore per la qualità, la sicurezza e l'efficienza produttiva del calcestruzzo prefabbricato.



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

