



DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO  
**DIVISIONE DELLE COSTRUZIONI**  
AREA DEL SUPPORTO E DEL COORDINAMENTO  
CASELLA POSTALE 2170 - 6501 BELLINZONA

# **PIANO CONTROLLO QUALITÀ**

**dei prodotti per il restauro e la manutenzione  
delle strutture in calcestruzzo**

## Struttura documenti dell'offerente

<b>0.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>2</b>
<b>1.</b>	<b>CALCESTRUZZI, BETONCINI E MALTE A BASE CEMENTIZIA</b>	<b>2</b>
1.1.	Introduzione	4
1.4.	Malte MT3	11
1.6.	Malte MC2	14
1.7.	Betoncini BC1	17
1.8.	Calcestruzzi CS1	21
1.9.	Malte MR1	24
1.10.	Malte MR2	27
<b>2.</b>	<b>SISTEMI DI PROTEZIONE SUPERFICIALE</b>	<b>30</b>
2.1.	Introduzione	30
2.2.	Rivestimenti protettivi RPRA/OS5	32

## 0. INTRODUZIONE

Il “Piano di controllo qualità dei prodotti per il restauro e la manutenzione delle strutture in calcestruzzo” contiene i principi generali per la scelta dei prodotti destinati al restauro delle strutture in calcestruzzo unitamente alle voci di capitolato e alle schede di cantiere per i materiali da utilizzare per la manutenzione e il ripristino delle strutture esistenti. E’ stato redatto in accordo alla normativa svizzera vigente e alle norme europee armonizzate di riferimento - EN 1504 - per questa categoria di prodotti.

In particolare fornisce i criteri per definire:

- le prestazioni e le modalità con cui debbono essere determinate le specifiche di capitolato richieste per un determinato prodotto da valutarsi attraverso l’acquisizione di una **certificazione preliminare (obbligatoria)** che dovrà essere esibita dall’impresa su richiesta della committenza prima dell’inizio dei lavori, per accertare che il prodotto prescelto dall’impresa possiede i requisiti fissati;
- le prestazioni richieste, le relative modalità di prova e la frequenza con cui le stesse debbono essere effettuate per la **qualifica (facoltativa a discrezione della direzione lavori)** dei prodotti durante l’esecuzione dell’opera onde accertare che il prodotto prescelto possiede i requisiti dichiarati nella certificazione preliminare. La qualifica ha come obiettivo quello di accertare che, durante l’esecuzione dei lavori, soprattutto quando gli stessi dovessero protrarsi per tempi lunghi, il produttore assicuri la fornitura di prodotti di prestazioni costanti e conformi alla certificazione preliminare. In generale, la qualifica dei prodotti in corso di esecuzione dei lavori di restauro e manutenzione è discrezionale da parte della Direzione lavori per tutti i prodotti contenuti nel presente documento con la sola eccezione dei betoncini e calcestruzzi superfluidi per i quali la qualifica deve intendersi, invece, obbligatoria;
- le prestazioni richieste, le modalità e la frequenza dei **controlli di qualità (obbligatori)** da effettuarsi preliminarmente, in corso d’opera e ad opera ultimata direttamente sulle strutture.

Più in dettaglio, con la terminologia sopra riportata si intende:

### **CERTIFICAZIONE PRELIMINARE (obbligatoria):**

le specifiche di capitolato indicano le prestazioni che un determinato prodotto deve possedere sia allo stato fresco che allo stato indurito, valutate con prove standardizzate in accordo alle normative nazionali ed europee vigenti. La certificazione preliminare deve poter dimostrare che le indicazioni fornite dal produttore, attraverso le schede tecniche del prodotto o attraverso certificazioni aggiuntive basate, ad esempio, su prove condotte presso laboratori pubblici o privati, siano conformi a quelle richieste dalle voci di capitolato. Questa fase ha come obiettivo quello di evitare che vengano utilizzati prodotti le cui prestazioni siano indicate in maniera puramente qualitativa (ad esempio, “ottima adesione” e non un valore medio, minimo o caratteristico della resistenza allo strappo per trazione diretta oppure che il prodotto venga indicato “a ritiro compensato” senza specificare il valore della espansione contrastata misurata nel tempo in condizioni di umidità relativa e di temperatura standardizzate).

**PROVE DI QUALIFICA (facoltativa a discrezione della direzione lavori):**

individuato il prodotto che in base alla certificazione preliminare possiede prestazioni conformi a quelle specificate nella voce di capitolato, le prove di qualifica hanno come obiettivo quello di accertare, sia preliminarmente che durante l'esecuzione dei lavori, soprattutto quando le forniture di prodotto dovessero protrarsi per tempi lunghi (per almeno tre mesi), che il prodotto prescelto possieda le prestazioni specificate in capitolato e dichiarate nella certificazione preliminare. In linea di massima, al fine di rendere agevole e particolarmente snello il processo di qualifica verranno effettuati dei controlli a discrezione della direzione lavori. solo sulle prestazioni più significative in relazione alla tipologia di prodotto utilizzato. Per i soli betoncini e calcestruzzi le prove di qualifica debbono intendersi obbligatorie e non discrezionali come invece richiesto per tutte le altre tipologie di prodotti contenuti nel presente documento.

**CONTROLLI DI QUALITA' (obbligatorie):**

preliminarmente all'esecuzione, durante e ad ultimazione dei lavori, il controllo di qualità ha come obiettivo quello di verificare che le prestazioni del prodotto utilizzato non subiscano penalizzazioni rilevanti a seguito dell'applicazione. In sostanza, il controllo di qualità si basa su una serie di specifiche di capitolato consistenti nella valutazione di alcune prestazioni per il prodotto posto in opera direttamente sulle strutture interessate (o su aree campione) dai lavori di ripristino e manutenzione. Questa fase ha come obiettivo anche quello di valutare la bontà di esecuzione del lavoro da parte dell'impresa.

La certificazione preliminare (obbligatoria), la qualifica dei prodotti in corso d'opera (discrezionale per tutti i prodotti ad eccezione dei soli betoncini e calcestruzzi per i quali le prove di qualifica debbono intendersi obbligatorie) ed il controllo di qualità sulle strutture (obbligatorie) concernono le seguenti 4 tipologie di prodotti:

**CALCESTRUZZI, BETONCINI E MALTE A BASE CEMENTIZIA**

- MT:** Malte tissotropiche a ritiro compensato per applicazioni manuali e/o a spruzzo su superfici verticali e all'intradosso di superfici orizzontali per spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm.
- MC:** Malte colabili a ritiro compensato per applicazioni all'estradosso di superfici orizzontali o per getto entro cassero per spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm.
- BC:** Betoncino cementizio colabile a ritiro compensato confezionato con aggregati di pezzatura massima minore o uguale a 8 mm (spessore di riporto 60-80 mm) oppure minore o uguale a 12 mm (spessore di riporto 80-100 mm) per il ripristino all'estradosso di superfici orizzontali e per il getto entro cassero.
- CS:** Calcestruzzo superfluido a ritiro compensato confezionato con aggregati di pezzatura massima minore o uguale a 16 mm (spessore di riporto 100-130 mm) oppure minore o uguale a 32 mm (spessore di riporto 130-200 mm) per il ripristino all'estradosso di superfici orizzontali e per il getto entro cassero.
- MR:** Malte cementizie per la rasatura (ammannitura) di superfici in calcestruzzo da applicare in spessori millimetrici (1-3 mm).

### SISTEMI DI PROTEZIONE SUPERFICIALE

**RPRA/OS5:** Rivestimenti protettivi elasto-plastici a base di resine in dispersione acrilica.

**RPRA/OS2:** Rivestimenti protettivi a base di resine in dispersione acrilica.

**TI/OS1:** Trattamenti idrorepellenti.

**AG:** Trattamenti antigraffiti.

### SISTEMI INIETTANTI PER LA SIGILLATURA DELLE LESIONI

**SI:** Sistemi iniettanti per la sigillatura di fessure di ampiezza maggiore di 0.3 mm.

**SS:** Sistemi epossidici a stucco per la sigillatura superficiale delle lesioni.

### SISTEMI PER L'INCOLLAGGIO DI MATERIALI COMPOSITI

**SA:** Sistemi epossidici per l'incollaggio di lamine pultruse o in acciaio.

## 1. CALCESTRUZZI, BETONCINI E MALTE A BASE CEMENTIZIA

### 1.1. Introduzione

In questa sezione vengono riportate le specifiche di capitolato per i calcestruzzi preconfezionati, per i betoncini e le malte a base cementizia da utilizzarsi negli interventi di ripristino di elementi in calcestruzzo armato degradati e/o che necessitano di un adeguamento statico. Le prescrizioni riguardano sia i calcestruzzi preconfezionati prodotti in centrale di betonaggio che i betoncini e le malte confezionate direttamente in cantiere ricorrendo all'impiego di prodotti in polvere premiscelati di origine industriale cui aggiungere soltanto acqua (malte) o acqua e aggregati grossi (betoncini).

#### 1.1.1 MT: malte tissotropiche a ritiro compensato per applicazioni manuali e/o a spruzzo su superfici verticali e all'intradosso di superfici orizzontali (spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm)

Sono previste le seguenti tipologie di malte tissotropiche:

**MT1:** malta cementizia premiscelata tissotropica a ritiro compensato, strutturale di classe R3, di tipo PCC, in accordo alla EN 1504-3, per applicazioni a spruzzo o manuale su superfici verticali o all'intradosso di elementi a sviluppo orizzontale per spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm. Per applicazioni superiori a 30-35 mm e in assenza di armatura strutturale si deve prevedere la predisposizione di una rete elettrosaldata. Il supporto deve essere preparato mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm. La malta MT1 è da utilizzarsi su strutture con calcestruzzi la cui resistenza a compressione in opera è inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup> e, indipendentemente dalla resistenza, all'intradosso di elementi inflessi.

**MT2:** malta cementizia premiscelata tissotropica a ritiro compensato, strutturale di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla EN 1504-3, per applicazioni a spruzzo o manuale su superfici verticali o all'intradosso di elementi a sviluppo orizzontale per spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm. Per applicazioni superiori a 30-35 mm e in assenza di armatura strutturale si deve prevedere la predisposizione di una rete elettrosaldata. Il supporto deve essere preparato mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm. La malta MT2 è da utilizzarsi su strutture con calcestruzzi la cui resistenza a compressione in opera è superiore a 30 N/mm<sup>2</sup>. Per la ricostruzione dell'intradosso di elementi inflessi è preferibile ricorrere all'utilizzo delle malte MT1 oppure MT3.

**MT3:** malta cementizia premiscelata tissotropica bicomponente a ritiro compensato, strutturale di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla EN 1504-3, per applicazioni a spruzzo o manuale su superfici verticali o all'intradosso di elementi a sviluppo orizzontale per spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm. Per applicazioni superiori a 30-35 mm non è necessaria la predisposizione di una rete elettrosaldata. Il supporto deve essere preparato mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm. Questo tipo di malta può essere applicato anche su supporti preparati mediante sabbiatura in quei contesti dove, per la difficoltà di accesso, non si può operare la scarifica con martelli o con idrodemolizione.

La malta MT3 può essere impiegata su qualsiasi struttura indipendentemente dalla resistenza a compressione in opera del calcestruzzo. Questo tipo di malta risulta particolarmente indicata per la ricostruzione all'intradosso di elementi inflessi.

### **1.1.2 MC: malte colabili a ritiro compensato per applicazioni all'estradosso di superfici orizzontali o per getto entro cassero** *(spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm)*

Sono previste le seguenti tipologie di malte colabili:

**MC1:** Malta cementizia premiscelata colabile a ritiro compensato, strutturale di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla EN 1504-3, per applicazioni all'estradosso di superfici orizzontali, per spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm. Per applicazioni superiori a 30-35 mm e in assenza di armatura strutturale si deve prevedere la predisposizione di una rete elettrosaldata. Il supporto deve essere preparato mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm. La malta può essere utilizzata anche per getti entro casseri purché lo spessore di riporto sia maggiore di 35-40 mm, ma comunque inferiore a 60 mm.

**MC2:** Malta cementizia premiscelata colabile a ritiro compensato, strutturale di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla EN 1504-3, per ripristinare in tempi brevissimi anche a basse temperature (0-5°C) l'estradosso di superfici orizzontali, per spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm. Per applicazioni superiori a 30-35 mm e in assenza di armatura strutturale si deve prevedere la predisposizione di una rete elettrosaldata. Il supporto deve essere preparato mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm.

### **1.1.3 BC: betoncini colabili a ritiro compensato per applicazioni all'estradosso di superfici orizzontali o per getto entro cassero** *(spessori di riporto compresi tra 60 e 100 mm)*

Betoncini colabili a base cementizia a ritiro compensato da mettere in opera per collaggio all'estradosso di superfici orizzontali o da gettare all'interno di casseri, da utilizzarsi allorché gli spessori di applicazione diventano superiori a 60 mm, ma comunque inferiori a 100 mm, come avviene quando occorre aumentare la sezione originaria di elementi strutturali che necessitano di un adeguamento dal punto di vista statico e/o il degrado risulta particolarmente intenso.

Sono previste le seguenti tipologie di betoncino colabile:

**BC1:** Betoncino cementizio colabile a ritiro compensato, strutturale di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla EN 1504-3, confezionato con aggregati di pezzatura massima minore o uguale a 8 mm (spessore di riporto 60-80 mm) oppure minore o uguale a 12 mm (spessore di riporto 80-100 mm), per il ripristino all'estradosso di superfici orizzontali e per il getto entro cassero. Se il rinforzo della sezione non prevede la predisposizione di armatura aggiuntiva è necessario ricorrere all'impiego di reti elettrosaldate. Il supporto deve essere preparato mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm.

**1.1.4 CS: calcestruzzi superfluidi a ritiro compensato per applicazioni all'estradosso di superfici orizzontali o per getto entro cassero**  
*(spessori di riporto maggiori di 100 mm)*

Calcestruzzi superfluidi a base cementizia a ritiro compensato da mettere in opera per colaggio all'estradosso di superfici orizzontali o da gettare all'interno di casseri, da utilizzarsi allorché gli spessori di applicazione diventano superiori a 100 mm, come avviene quando occorre aumentare la sezione originaria di elementi strutturali che necessitano di un adeguamento dal punto di vista statico e/o il degrado risulta particolarmente intenso.

Sono previste le seguenti categorie di calcestruzzi superfluidi:

**CS1:** Calcestruzzo superfluido a ritiro compensato, strutturale di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla EN 1504-3, confezionato con aggregati di pezzatura massima minore o uguale a 16 mm (spessore di riporto 100-130 mm) oppure minore o uguale a 32 mm (spessore di riporto 130-200 mm), per il ripristino all'estradosso di superfici orizzontali e per il getto entro cassero. Il supporto deve essere preparato mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm.

**1.1.5 MR: malte cementizie polimero-modificate per rasatura**  
*(spessori di riporto compresi tra 1 e 3 mm)*

Malte cementizie polimero-modificate da utilizzare per la rasatura superficiale delle strutture in calcestruzzo, da applicare in spessori di 1-3 mm, allorché l'obiettivo primario è quello di ottenere una superficie uniforme dal punto di vista estetico.



Sono previste le seguenti tipologie di malte per rasatura:

- MR1:** Malte cementizie polimero-modificate mono o bi-componenti, non strutturali di classe R2, di tipo PCC, in accordo alla EN 1504-3, per la rasatura (ammannitura) di superfici in calcestruzzo non sottoposte ad azioni abrasive, da applicare in spessori millimetrici (1-3 mm). Il supporto deve essere preparato mediante sabbiatura o idropulizia a pressione e deve presentare asperità non inferiori a 1-2 mm. Questo tipo di malte è indicato per la rasatura di strutture per le quali la ricostruzione centimetrica della sezione è avvenuta utilizzando malte tissotropiche di tipo MT1 oppure MT2 o MT3.
- MR2:** Malte cementizie polimero-modificate mono o bi-componenti, strutturale di classe R3, di tipo PCC, in accordo alla EN 1504-3, per la rasatura (ammannitura) di superfici in calcestruzzo sottoposte o meno ad azioni abrasive, da applicare in spessori millimetrici (1-3 mm). Il supporto deve essere preparato mediante sabbiatura o idropulizia a pressione e deve presentare asperità non inferiori a 1-2 mm. Questo tipo di malte è particolarmente indicato per la rasatura di strutture per le quali la ricostruzione centimetrica della sezione è avvenuta utilizzando malte tissotropiche di tipo MT2.

## FLOW-CHART esplicativi

Al fine di agevolare l'individuazione dei campi di impiego dei prodotti a base cementizia e le relative modalità di applicazione si riportano nel seguito due flow-chart esplicativi.



Nella Tabella che segue, quale ulteriore strumento di facilitazione nella scelta del tipo di malta / betoncino / calcestruzzo da utilizzare, si riporta un quadro sinottico che consente di definire la tipologia di prodotto di natura cementizia in base:

- alla superficie da sottoporre all'intervento di ripristino: verticale, orizzontale all'intradosso e orizzontale all'estradosso;
- alle modalità di applicazione: a cazzuola o a spruzzo, per colaggio o per getto entro cassero, mediante rasatura o spatolatura;
- allo spessore di materiale da applicare.

Per ognuna delle malte di rasatura (MR), tissotropiche (MT), colabili (MC), per i betoncini colabili (BC) e per i calcestruzzi superfluidi (CS), viene indicata la classe strutturale in accordo alla EN 1504-3 e segnalate le situazioni ove è necessario ricorrere ad una armatura integrativa (strutturale o in forma di rete elettrosaldata).

	<b>Tipo di malta, betoncino o calcestruzzo</b>	<b>Classe strutturale (EN 1504-3)</b>	<b>Elemento da ripristinare</b>	<b>Tipo di applicazione</b>	<b>Armatura integrativa (strutturale o rete elettrosaldata)</b>	
0						0
1	MR1 MR2	R2	Qualsiasi superficie verticale o orizzontale sia all'intradosso che all'estradosso	Manuale: mediante rasatura o spatolatura	NO →	1
2		R3				2
3	MT1	R3	Per superfici verticali o all'intradosso di elementi orizzontali	A cazzuola o a spruzzo	NO → (per spessori ≤ 30-35 mm)	3
10						10
20						20
30	MT3	R4	All' estradosso di superfici orizzontali	Per colaggio o getto entro cassero	SI → (per spessori > 30-35 mm)	30
40	MC1	R4				40
50	MC2	R4				50
60	BC1	R4	Per strutture verticali e per elementi orizzontali sia all'estradosso che all'intradosso	Per colaggio (estradosso elementi orizzontali) e/o per getto entro cassero (superfici verticali o all'intradosso di elementi orizzontali)	SI → (per spessori > 60 mm)	60
70						70
80						80
90						90
100	CS1	-	Per strutture verticali e per elementi orizzontali sia all'intradosso che all'estradosso	Per colaggio (estradosso elementi orizzontali) e/o per getto entro cassero (superfici verticali o all'intradosso di elementi orizzontali)	SI → (per spessori > 100 mm)	100
>100						>100

## 1.4. Malte MT3

**MT3: malte cementizie premiscelate tissotropiche modificate con polimeri, bicomponenti, a ritiro compensato, per applicazioni a cazzuola oppure a spruzzo, per il ripristino (riprofilatura) della sezione originaria della struttura, da applicare in spessori compresi tra 10 e 60 mm, strutturali di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

In particolari contesti, quali i lavori di ripristino della sezione originaria (riprofilatura), che prevedono l'applicazione della malta in piccoli spessori (comunque mai inferiori a 1.0 cm) e/o laddove esistono condizioni geometriche (elevato rapporto tra superficie e volume) e climatiche (bassa umidità relativa e forte ventilazione) che esasperano i fenomeni di ritiro, e quindi la tendenza alla fessurazione del materiale cementizio, il progettista dovrà prendere in esame la necessità di utilizzare malte cementizie bicomponenti modificate con l'aggiunta di polimeri, le cui prestazioni vengono riportate nelle tabelle che seguono. Allorquando lo spessore di riporto dovesse superare i 30-35 mm, ma comunque rimanere inferiore a 60 mm, e in assenza di armatura strutturale, è necessaria la predisposizione di una rete elettrosaldata. Queste malte possono essere utilizzate anche laddove, per la difficoltà di asportazione del calcestruzzo, il supporto viene sottoposto ad una semplice operazione di sabbiatura. La malta MT3 è da utilizzarsi su qualsiasi struttura indipendentemente dalla resistenza a compressione in opera del calcestruzzo. Questo tipo di malta risulta particolarmente indicata per la ricostruzione all'intradosso di elementi inflessi. La malta MT3 è strutturale di classe R4 in accordo alla EN 1504-3. Si precisa inoltre che, per gli interventi di ripristino su strutture che in servizio operano fuori terra, le prestazioni minime riportate nelle tabelle che seguono debbono essere ottenute con le procedure di maturazione previste per le malte di tipo PCC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura all'aria).

Per gli elementi strutturali che in servizio operano a contatto permanente con acqua o che risultano permanentemente interrati, le prestazioni minime debbono essere conseguite con le modalità di prova previste per le malte di tipo CC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura in acqua).

## MT3

**Malte cementizie premiscelate tissotropiche modificate con polimeri, bicomponenti, a ritiro compensato, per applicazioni a cazzuola oppure a spruzzo, per il ripristino (riprofilatura) della sezione originaria della struttura, da applicare in spessori compresi tra 10 e 60 mm, strutturali di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Cantiere:	.....
Committente:	Divisione delle costruzioni
Progettista:	.....
Direzione lavori:	.....
Impresa esecutrice:	.....
Elemento costruttivo:	.....
Preparazione substrato:	.....
Modalità di messa in opera della malta:	.....
Spessore min. di applicazione (mm):	.....
Spessore max. di applicazione per strato (mm):	.....
Modalità di maturazione (post-trattamento):	.....
Tipo di malta MT3 e nome commerciale:	.....

### Certificazione preliminare obbligatoria - Requisiti prestazionali:

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO MATERIALE PROPOSTO
Modulo elastico (statico) secante a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%) <b>[1]</b>	EN 13412	$\leq 25'000 \text{ N/mm}^2$ <b>[1]</b> $\geq 20'000 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 12190	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$	.....
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 1542	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza alla carbonatazione	EN 13295	$dk \leq$ al calcestruzzo di controllo (MC 0.45)	.....
Contenuto di cloruri:	EN 1015-17	$\leq 0.05\%$	.....
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%): valore di adesione	EN 13687-1	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$	.....
Espansione contrastata a 1 giorno all'aria (T= 20°C e U.R.= 50%) <b>[2]</b>	UNI 8147	$\geq 20 \mu\text{m/m}$	..... <b>[2]</b>
Assorbimento capillare	EN 13057	$\leq 0.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0.5}$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 1 giorno (T= 18-22°C e U.R.=95%):	EN 196-1	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 196-1	$\geq 5 \text{ N/mm}^2$	.....
Lavorabilità: spandimento <b>[3]</b>	EN 13395-1	150-180 mm <b>[3]</b>	.....

[1] 25'000 N/mm<sup>2</sup> limite massimo indicativo del modulo elastico del prodotto offerto. Un modulo elastico superiore a quello indicato è permesso a condizione che sia inferiore al modulo elastico del sottofondo/supporto/substrato cementizio sul quale viene applicata la malta.

[2] Dato da fornire su espressa richiesta del committente per particolari lavori e/o condizioni climatiche.

[3] Valore puramente indicativo purchè il premiscelato confezionato con la percentuale di acqua suggerita dal produttore sia applicabile a mano e/o spruzzo senza sfridi e/o rimbalzi eccessivi.

**Controllo di qualità obbligatorio**

<b>PRESTAZIONE</b>	<b>NORMATIVA RIFERIMENTO</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>FREQUENZA</b>
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni (valore medio):	EN 1542	$\geq 1.6 \text{ N/mm}^2$	1 prova (5 strappi su 1 m <sup>2</sup> ) ogni 50 m <sup>2</sup>

**PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO/SUPPORTO/SUBSTRATO**

La preparazione della superficie dell'elemento sul quale applicare la malta deve essere effettuata mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm. Queste malte possono essere utilizzate anche laddove, per la difficoltà di asportazione del calcestruzzo, il supporto viene sottoposto ad una semplice operazione di sabbiatura.

## 1.6. Malte MC2

**MC2: malte cementizie premiscelate colabili a ritiro compensato, a rapido indurimento per interventi da eseguirsi anche in clima molto freddo, per il ripristino all'estradosso di superfici orizzontali quali pavimentazioni e rampe in calcestruzzo sottoposte al traffico veicolare, per spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm, strutturali di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Le malte colabili a base cementizia a rapido indurimento da utilizzarsi per il ripristino, anche in climi particolarmente freddi ( $T=0-5^{\circ}\text{C}$ ), di pavimentazioni, strade e rampe in calcestruzzo ammalorate a causa delle azioni di abrasione promosse dal passaggio dei veicoli, laddove lo spessore di applicazione è compreso tra 10 e 60 mm e/o allorquando si richiede una rapida messa in esercizio del manufatto. Per applicazioni superiori a 30-35 mm e in assenza di armatura strutturale si deve prevedere la predisposizione di una rete elettrosaldata. Si precisa inoltre che, per gli interventi di ripristino su strutture che in servizio operano fuori terra, le prestazioni minime riportate nelle tabelle che seguono debbono essere ottenute con le procedure di maturazione previste per le malte di tipo PCC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura all'aria).

Per gli elementi strutturali che in servizio operano a contatto permanente con acqua o che risultano permanentemente interrati, le prestazioni minime debbono essere conseguite con le modalità di prova previste per le malte di tipo CC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura in acqua).

## MC2

**Malte cementizie premiscelate colabili a ritiro compensato, a rapido indurimento per interventi da eseguirsi anche in clima molto freddo, per il ripristino all'estradosso di superfici orizzontali quali pavimentazioni e rampe in calcestruzzo sottoposte al traffico veicolare, per spessori di riporto compresi tra 10 e 60 mm, strutturali di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Cantiere:	.....
Committente:	Divisione delle costruzioni
Progettista:	.....
Direzione lavori:	.....
Impresa esecutrice:	.....
Elemento costruttivo:	.....
Preparazione substrato:	.....
Modalità di messa in opera della malta:	.....
Spessore min. di applicazione (mm):	.....
Spessore max. di applicazione per strato (mm):	.....
Modalità di maturazione (post-trattamento):	.....
Tipo di malta MC2 e nome commerciale:	.....

### Certificazione preliminare obbligatoria - Requisiti prestazionali:

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO MATERIALE PROPOSTO
Modulo elastico (statico) secante a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%) [1]	EN 13412	$\leq 32'000 \text{ N/mm}^2$ [1] $> 20'000 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a compressione a 4h (U.R. = 95%) alla T di 5/20/35 °C	EN 12190	$\geq 15/20/25 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a compressione a 8h (U.R. = 95%) alla T di 5/20/35 °C	EN 12190	$\geq 20/30/40 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a compressione a 24h (U.R. = 95%) alla T di 5/20/35 °C	EN 12190	$\geq 30/40/50 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a compressione a 7 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%) e alla T di 5/20/35 °C:	EN 12190	$\geq 40/50/60 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%) e alla T di 5/20/35°C:	EN 12190	$\geq 50/60/70 \text{ N/mm}^2$	.....
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 1542	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza alla carbonatazione	EN 13295	$dk \leq$ al calcestruzzo di controllo (MC 0.45)	.....
Contenuto di cloruri:	EN 1015-17	$\leq 0.05\%$	.....
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%): valore di adesione	EN 13687-1	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$	.....
Espansione contrastata a 1 giorno all'aria (T= 20°C e U.R.= 50%) [2]	UNI 8147	$\geq 20 \mu\text{m/m}$	.....[2]



PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO MATERIALE PROPOSTO
Assorbimento capillare	EN 13057	$\leq 0.5 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0.5}$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 1 giorno (T= 18-22°C e U.R.=95%):	EN 196-1	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 7 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 196-1	$\geq 5 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 196-1	$\geq 8 \text{ N/mm}^2$	.....
Lavorabilità: spandimento [3]	EN 13395-1	250-280 mm [3]	.....

[1] 32'000 N/mm<sup>2</sup> limite massimo indicativo del modulo elastico del prodotto offerto. Un modulo elastico superiore a quello indicato è permesso a condizione che sia inferiore al modulo elastico del sottofondo/supporto/substrato cementizio sul quale viene applicata la malta.

[2] Dato da fornire su espressa richiesta del committente per particolari lavori e/o condizioni climatiche.

[3] Valore puramente indicativo purchè il premiscelato confezionato con la percentuale di acqua suggerita dal produttore sia colabile e si possa gettare entro cassero.

### **Controllo di qualità obbligatorio**

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	FREQUENZA
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni (valore medio):	EN 1542	$\geq 1.6 \text{ N/mm}^2$	1 prova (5 strappi su 1 m <sup>2</sup> ) ogni 50 m <sup>2</sup>

### **PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO/SUPPORTO/SUBSTRATO**

La preparazione della superficie dell'elemento sul quale applicare la malta deve essere effettuata mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm. Si potrà ricorrere, inoltre, ad ulteriori accorgimenti richiesti e/o suggeriti dal produttore della malta.

## 1.7. Betoncini BC1

**BC1: betoncini cementizi colabili a ritiro compensato confezionati con aggregati di pezzatura massima minore o uguale a 8 mm (spessore di riporto 60-80 mm) oppure minore o uguale a 12 mm (spessore di riporto 80-100 mm), per il ripristino all'estradosso di superfici orizzontali e per il getto entro cassero, strutturali di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Allorquando gli spessori di applicazione diventano superiori a 60 mm, ma comunque inferiori a 100 mm, come avviene quando la sezione è interessata da un degrado molto intenso o quando occorre aumentare la sezione originaria di elementi strutturali che necessitano di un adeguamento dal punto di vista statico, è necessario ricorrere all'impiego di betoncini colabili a base cementizia da mettere in opera per colaggio all'estradosso di superfici orizzontali o da gettare all'interno di casseri. Se il rinforzo della sezione non prevede la predisposizione di armatura aggiuntiva, è necessario ricorrere all'impiego di reti elettrosaldate. I betoncini dovranno essere confezionati ricorrendo all'impiego delle malte di tipo MC1 cui verranno aggiunti aggregati grossi di opportuna curva granulometrica. In linea di massima per spessori di riporto compresi tra 60 e 80 mm verranno impiegati aggregati (ghiaietto) di pezzatura massima minore o uguale a 8 mm. Per spessori compresi tra 80 e 100 mm si farà ricorso ad aggregati di pezzatura massima minore o uguale a 12 mm. A puro titolo indicativo la percentuale di ghiaietto da aggiungere alle malte di tipo MC1 per ottenere il betoncino BC1 risulta compresa nell'intervallo 30-40%.

Nelle tabelle che seguono vengono riassunte le prestazioni richieste in fase di certificazione preliminare, di qualifica e di controllo di qualità richieste per il betoncino colabile BC1. Per i betoncini colabili i controlli di qualifica in corso d'opera sono obbligatori. Il betoncino è di classe strutturale R4 in accordo alla norma EN 1504-3. Si precisa inoltre che, per gli interventi di ripristino su strutture che in servizio operano fuori terra, le prestazioni minime riportate nelle tabelle che seguono debbono essere ottenute con le procedure di maturazione previste per i conglomerati di tipo PCC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura all'aria).

Per gli elementi strutturali che in servizio operano a contatto permanente con acqua o che risultano permanentemente interrati, le prestazioni minime debbono essere conseguite con le modalità di prova previste per le malte di tipo CC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura in acqua).

## BC1

**Betoncini cementizi colabili a ritiro compensato confezionati con aggregati di pezzatura massima minore o uguale a 8 mm (spessore di riporto 60-80 mm) oppure minore o uguale a 12 mm (spessore di riporto 80-100 mm), per il ripristino all'estradosso di superfici orizzontali e per il getto entro cassero, strutturali di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Cantiere:	.....
Committente:	Divisione delle costruzioni
Progettista:	.....
Direzione lavori:	.....
Impresa esecutrice:	.....
Elemento costruttivo:	.....
Preparazione substrato:	.....
Modalità di messa in opera della malta:	.....
Spessore min. di applicazione (mm):	.....
Spessore max. di applicazione per strato (mm):	.....
Modalità di maturazione (post-trattamento):	.....
Tipo di malta BC1 e nome commerciale:	.....

### **Certificazione preliminare obbligatoria - Requisiti prestazionali:**

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO MATERIALE PROPOSTO
Spessore di applicazione	-	60-80 mm oppure 80-100 mm	.....
Diametro massimo dell'aggregato	EN 12620	8 mm oppure 12 mm	.....
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%)	EN 12390/3	≥ 45 N/mm <sup>2</sup> (Il valore di resistenza caratteristica a compressione sarà definito dal progettista strutturale se del caso)	.....
Modulo elastico secante a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%) [1]	SIA 262 (G) DIN 1048 Parte 5 UNI 6556	≤ 32000 N/mm <sup>2</sup> ≥ 20'000 N/mm <sup>2</sup> [1]	.....
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%)	EN 1542	≥ 2.0 N/mm <sup>2</sup>	.....
Resistenza alla carbonatazione (non richiesta se è previsto un rivestimento protettivo conforme alla EN 1504-2)	EN 13295	d <sub>k</sub> ≤ al calcestruzzo di controllo (MC 0.45)	.....
Contenuto di cloruri:	EN 1015-17	≤ 0.05%	.....
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%):	EN 13687-1	≥ 2.0 N/mm <sup>2</sup>	.....

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO MATERIALE PROPOSTO
Espansione contrastata a 1 giorno all'aria (T=20°C; U.R. = 50%) [2]	UNI 8148	$\geq 20 \mu\text{m/m}$	.....[2]
Resistenza a trazione per flessione a 1 giorno in acqua (T= 18-22°C e U.R.=95%):	EN 12390/5	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%):	EN 12390/5	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$	.....
Lavorabilità: spandimento [3]	EN 13395-1	250-280 mm [3]	.....

- [1] 32'000 N/mm<sup>2</sup> limite massimo indicativo del modulo elastico del prodotto offerto. Un modulo elastico superiore a quello indicato è permesso a condizione che sia inferiore al modulo elastico del sottofondo/supporto/substrato cementizio sul quale viene applicato il betoncino.
- [2] Dato da fornire su espressa richiesta del committente per particolari lavori e/o condizioni climatiche.
- [3] Valore puramente indicativo purchè il premiscelato confezionato con la percentuale di acqua suggerita dal produttore sia colabile e si possa gettare entro cassero.

### Prove di qualifica in corso d'opera obbligatorie

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO DEL PRODOTTO ACCERTATO
Diametro massimo dell'aggregato	EN 12620	8 mm per spessori di applicazione di 60-80 mm rispettivamente 12 mm per spessori di applicazione di 80-100 mm	.....
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%)	EN 12390/3	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$ (Il valore di resistenza caratteristica a compressione sarà definito dal progettista strutturale se del caso)	.....
Modulo elastico secante a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%) [1]	SIA 262 (G) DIN 1048 Parte 5 UNI 6556	$\leq 32000 \text{ N/mm}^2$ $\geq 20'000 \text{ N/mm}^2$ [1]	.....
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%)	EN 12390/5	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$	.....
Lavorabilità: spandimento [3]	EN 13395-1	250-280 mm [3]	.....

- [1] 32'000 N/mm<sup>2</sup> limite massimo indicativo del modulo elastico del prodotto offerto. Un modulo elastico superiore a quello indicato è permesso a condizione che sia inferiore al modulo elastico del sottofondo/supporto/substrato cementizio sul quale viene applicato il betoncino.
- [3] Valore puramente indicativo purchè il premiscelato confezionato con la percentuale di acqua suggerita dal produttore sia colabile e si possa gettare entro cassero.

**Controllo di qualità a opere ultimate obbligatorio/discrezionale**

<b>PRESTAZIONE</b>	<b>NORMATIVA RIFERIMENTO</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>FREQUENZA</b>
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni all'aria (valore medio)	EN 1542	$\geq 1.6 \text{ N/mm}^2$	1 prova (5 strappi su $1 \text{ m}^2$ ) ogni $50 \text{ m}^2$
Resistenza caratteristica in opera	EN 1504-1	$\geq 0.80$ della resistenza caratteristica di progetto	A discrezione della Direzione lavori.

**PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO/SUPPORTO/SUBSTRATO**

La preparazione della superficie dell'elemento sul quale applicare il betoncino deve essere effettuata mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm. Si potrà ricorrere, inoltre, ad ulteriori accorgimenti richiesti e/o suggeriti dal produttore della malta.

## 1.8. Calcestruzzi CS1

**CS1: calcestruzzi superfluidi a ritiro compensato confezionati con aggregati di pezzatura massima minore o uguale a 16 mm, per il ripristino all'estradosso di superfici orizzontali e per il getto entro cassero, per spessori di riporto maggiori di 100 mm, strutturali di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Allorquando gli spessori di applicazione diventano superiori a 100 mm, come avviene quando occorre aumentare la sezione originaria di elementi strutturali che necessitano di un adeguamento dal punto di vista statico, è necessario ricorrere all'impiego di calcestruzzi superfluidi da mettere in opera per colaggio all'estradosso di superfici orizzontali o da gettare all'interno di casseri. La classe di consistenza del calcestruzzo sarà, compatibilmente con le esigenze di posa in opera, la F5 o la F6 (SN EN 206) da determinarsi mediante la prova di spandimento alla tavola a scosse. In linea di massima per spessori di riporto compresi tra 100 e 130 mm verranno impiegati aggregati (ghiaietto) di pezzatura massima minore o uguale a 16 mm. Per spessori compresi tra 130 e 200 mm si farà ricorso ad aggregati di pezzatura massima minore o uguale a 32 mm. Nelle tabelle che seguono vengono riassunte le prestazioni richieste in fase di certificazione preliminare, di qualifica e di controllo di qualità richieste per il calcestruzzo superfluido CS1. Per i calcestruzzi colabili i controlli di qualifica in corso d'opera sono obbligatori. Il calcestruzzo superfluido è strutturale di classe R4 in accordo alla norma EN 1504-3. Si precisa inoltre che, per gli interventi di ripristino su strutture che in servizio operano fuori terra, le prestazioni minime riportate nelle tabelle che seguono debbono essere ottenute con le procedure di maturazione previste per i conglomerati di tipo PCC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura all'aria).

Per gli elementi strutturali che in servizio operano a contatto permanente con acqua o che risultano permanentemente interrati, le prestazioni minime debbono essere conseguite con le modalità di prova previste per le malte di tipo CC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura in acqua).

## CS1

**Calcestruzzi superfluidi a ritiro compensato confezionati con aggregati di pezzatura massima minore o uguale a 16 mm, per il ripristino all'estradosso di superfici orizzontali e per il getto entro cassero, per spessori di riporto maggiori di 100 mm, strutturali di classe R4, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Cantiere:	.....
Committente:	Divisione delle costruzioni
Progettista:	.....
Direzione lavori:	.....
Impresa esecutrice:	.....
Elemento costruttivo:	.....
Preparazione substrato:	.....
Modalità di messa in opera della malta:	.....
Spessore min. di applicazione (mm):	.....
Spessore max. di applicazione per strato (mm):	.....
Modalità di maturazione (post-trattamento):	.....
Tipo di malta CS1 e nome commerciale:	.....

### Certificazione preliminare obbligatoria - Requisiti prestazionali:

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO		REQUISITO DICHIARATO DEL PRODOTTO
Spessore di applicazione	EN- 12620	mm 100-130	mm 130-200	.....
Spessore di applicazione	EN- 12620	mm 100-130	mm 130-200	.....
Spessore di applicazione	EN- 12620	mm 100-130	mm 130-200	.....
Lavorabilità: spandimento	SN EN 206	F5-F6		.....
Modulo elastico secante a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%) [1]	SIA 262 (G) DIN 1048 Parte 5 UNI 6556	$\leq 32'000 \text{ N/mm}^2$ [1] $\geq 20'000 \text{ N/mm}^2$		.....
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%)	EN 12390/3	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$ (Il valore di resistenza caratteristica a compressione sarà definito dal progettista strutturale se del caso)		.....
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%)	EN 1542	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$		.....
Resistenza alla carbonatazione (non richiesta se è previsto un rivestimento protettivo conforme alla EN 1504-2)	EN 13295	dk $\leq$ al calcestruzzo di controllo (MC 0.45)		.....
Contenuto di cloruri:	EN 1015-17	$\leq 0.05\%$		.....
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%):	EN 13687-1	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$		.....

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO DICHIARATO DEL PRODOTTO
Espansione contrastata a 1 giorno all'aria (T=20°C; U.R. = 50%) [2]	UNI 8148	$\geq 20 \mu\text{m/m}$	.....[2]
Resistenza a trazione per flessione a 1 giorno in acqua (T= 18-22°C e U.R.=95%):	EN 12390/5	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%):	EN 12390/5	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$	.....

[1] 32'000 N/mm<sup>2</sup> limite massimo indicativo del modulo elastico del prodotto offerto. Un modulo elastico superiore a quello indicato è permesso a condizione che sia inferiore al modulo elastico del sottofondo/supporto/substrato cementizio sul quale viene applicato il calcestruzzo.

[2] Dato da fornire su espressa richiesta del committente per particolari lavori e/o condizioni climatiche.

### Prove di qualifica in corso d'opera obbligatorie

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO DEL PRODOTTO ACCERTATO
Diametro massimo dell'aggregato	EN 12620	16 mm per spessori di applicazione di 100-130 mm rispettivamente 32 mm per spessori di applicazione di 130-200 mm	.....
Lavorabilità: spandimento	SN EN 206	F5-F6	.....
Modulo elastico secante a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%) [1]	SIA 262 (G) DIN 1048 Parte 5 UNI 6556	$\leq 32'000 \text{ N/mm}^2$ [1] $\geq 20'000 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%)	EN 12390/3	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$ (Il valore di resistenza caratteristica a compressione sarà definito dal progettista strutturale se del caso)	.....
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%)	EN 12390/5	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$	.....

[1] 32'000 N/mm<sup>2</sup> limite massimo indicativo del modulo elastico del prodotto offerto. Un modulo elastico superiore a quello indicato è permesso a condizione che sia inferiore al modulo elastico del sottofondo/supporto/substrato cementizio sul quale viene applicato il calcestruzzo.

### Controllo di qualità a opere ultimate obbligatorio/discrezionale

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	FREQUENZA
Resistenza caratteristica in opera	EN 1504-1	$\geq 0.80$ della resistenza caratteristica di progetto	A discrezione della Direzione lavori.

### **PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO/SUPPORTO/SUBSTRATO**

La preparazione della superficie dell'elemento sul quale applicare il calcestruzzo deve essere effettuata mediante scarifica con martelli leggeri ad aria compressa oppure mediante idrodemolizione e deve presentare asperità non inferiori a 5 mm. Si potrà ricorrere, inoltre, ad ulteriori accorgimenti richiesti e/o suggeriti dal produttore.



## 1.9. Malte MR1

**MR1: malte cementizie, polimero-modificate, mono o bicomponenti per la rasatura (spalmatura) di superfici in calcestruzzo non sottoposte ad azioni abrasive, da applicare in spessori compresi tra 1 e 3 mm, non strutturali di classe R2, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Queste malte cementizie debbono essere utilizzate per la rasatura superficiale delle strutture in calcestruzzo non sottoposte ad azioni abrasive, allorquando l'obiettivo primario è quello di ottenere una superficie uniforme dal punto di vista estetico e l'opera deve rimanere faccia-vista. Le malte possono essere utilizzate anche quando la struttura è sottoposta all'azione abrasiva, ma si prevede di utilizzare un ulteriore rivestimento resistente all'abrasione. Questo tipo di malte è particolarmente indicato per la rasatura di strutture per le quali la ricostruzione centimetrica della sezione è avvenuta utilizzando malte tissotropiche di tipo MT1 o MT3, ma possono essere utilizzate anche per quelle strutture ricostruite con malte di tipo MT2. Per l'eventuale rasatura di strutture ripristinate con malte colabili di tipo MC1 utilizzare le malte per rasatura di tipo MR2 che richiedono, prima dell'applicazione, la preparazione del supporto mediante sabbiatura o idropulizia in pressione, affinché presenti asperità non inferiori a 1-2 mm. Le malte per rasatura di tipo MR1 sono non strutturali di classe R2 in accordo alla EN 1504-3. Si precisa inoltre che, per gli interventi di ripristino su strutture che in servizio operano fuori terra, le prestazioni minime riportate nelle tabelle che seguono debbono essere ottenute con le procedure di maturazione previste per le malte di tipo PCC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura all'aria).

Per gli elementi strutturali che in servizio operano a contatto permanente con acqua o che risultano permanentemente interrati, le prestazioni minime debbono essere conseguite con le modalità di prova previste per le malte di tipo CC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura in acqua).

## MR1

**Malte cementizie, polimero-modificate, mono o bicomponenti per la rasatura (spalmatura) di superfici in calcestruzzo non sottoposte ad azioni abrasive, da applicare in spessori compresi tra 1 e 3 mm, non strutturali di classe R2, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Cantiere:	.....
Committente:	Divisione delle costruzioni
Progettista:	.....
Direzione lavori:	.....
Impresa esecutrice:	.....
Elemento costruttivo:	.....
Preparazione substrato:	.....
Modalità di messa in opera della malta:	.....
Spessore min. di applicazione (mm):	.....
Spessore max. di applicazione per strato (mm):	.....
Modalità di maturazione (post-trattamento):	.....
Tipo di malta MR1 e nome commerciale:	.....

### Certificazione preliminare obbligatoria - Requisiti prestazionali:

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO MATERIALE PROPOSTO
Modulo elastico (statico) secante a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%) [1]:	EN 13412	$\leq 20'000 \text{ N/mm}^2$ [1]	.....
Resistenza a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 12190	$\geq 15 \text{ N/mm}^2$	.....
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 1542	$\geq 0.8 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza alla carbonatazione	EN 13295	$dk \leq$ al calcestruzzo di controllo (MC 0.45)	.....
Contenuto di cloruri:	EN 1015-17	$\leq 0.05\%$	.....
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%): valore di adesione	EN 13687-1	$\geq 0.8 \text{ N/mm}^2$	.....
Assorbimento capillare	EN 13057	$\leq 0.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0.5}$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 1 giorno (T= 18-22°C e U.R.=95%):	EN 196-1	$\geq 1 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 196-1	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	.....
Lavorabilità: spandimento [2]	EN 13395-1	140-160 mm [2]	.....

[1] 20'000 N/mm<sup>2</sup> limite massimo indicativo del modulo elastico del prodotto offerto. Un modulo elastico superiore a quello indicato è permesso a condizione che sia inferiore al modulo elastico del sottofondo/supporto/substrato cementizio sul quale viene applicata la malta.

[2] Valore puramente indicativo purchè il premiscelato confezionato con la percentuale di acqua suggerita dal produttore sia applicabile a mano e/o spruzzo senza sfridi e/o rimbalzi eccessivi.

**Controllo di qualità obbligatorio**

<b>PRESTAZIONE</b>	<b>NORMATIVA RIFERIMENTO</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>FREQUENZA</b>
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni (valore medio):	EN 1542	$\geq 0.65 \text{ N/mm}^2$	1 prova (5 strappi su 1 m <sup>2</sup> ) ogni 50 m <sup>2</sup>

**PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO/SUPPORTO/SUBSTRATO**

La preparazione della superficie dell'elemento sul quale applicare la malta deve essere effettuata mediante sabbiatura o idropulizia in pressione e deve presentare asperità non inferiori a 1-2 mm. Si potrà ricorrere, inoltre, ad ulteriori accorgimenti richiesti e/o suggeriti dal produttore della malta.

## 1.10. Malte MR2

**MR2: malte cementizie, polimero-modificate, mono o bicomponenti per la rasatura (spalmatura) di superfici in calcestruzzo sottoposte o meno ad azioni abrasive, da applicare in spessori compresi tra 1 e 3 mm, strutturali di classe R3, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Queste malte cementizie debbono essere utilizzate per la rasatura superficiale delle strutture in calcestruzzo sottoposte o meno ad azioni abrasive, allorquando l'obiettivo primario è quello di ottenere una superficie uniforme dal punto di vista estetico e l'opera deve rimanere faccia-vista. Le malte sono particolarmente indicate per la rasatura di strutture per le quali la ricostruzione centimetrica della sezione è avvenuta utilizzando malte tissotropiche di tipo MT2 o malte colabili di tipo MC1. Prima dell'applicazione della malta il supporto deve essere preparato mediante sabbiatura o idropulizia in pressione e deve presentare asperità non inferiori a 1-2 mm. Le malte per rasatura di tipo MR2 sono strutturali di classe R3 in accordo alla EN 1504-3. Si precisa inoltre che, per gli interventi di ripristino su strutture che in servizio operano fuori terra, le prestazioni minime riportate nelle tabelle che seguono debbono essere ottenute con le procedure di maturazione previste per le malte di tipo PCC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura all'aria).

Per gli elementi strutturali che in servizio operano a contatto permanente con acqua o che risultano permanentemente interrati, le prestazioni minime debbono essere conseguite con le modalità di prova previste per le malte di tipo CC in accordo alla norma EN 1504 (stagionatura in acqua).

## MR2

**Malte cementizie, polimero-modificate, mono o bicomponenti per la rasatura (spalmatura) di superfici in calcestruzzo sottoposte o meno ad azioni abrasive, da applicare in spessori compresi tra 1 e 3 mm, strutturali di classe R3, di tipo PCC, in accordo alla norma EN 1504-3.**

Cantiere:	.....
Committente:	Divisione delle costruzioni
Progettista:	.....
Direzione lavori:	.....
Impresa esecutrice:	.....
Elemento costruttivo:	.....
Preparazione substrato:	.....
Modalità di messa in opera della malta:	.....
Spessore min. di applicazione (mm):	.....
Spessore max. di applicazione per strato (mm):	.....
Modalità di maturazione (post-trattamento):	.....
Tipo di malta MR2 e nome commerciale:	.....

### **Certificazione preliminare obbligatoria - Requisiti prestazionali:**

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO MATERIALE PROPOSTO
Modulo elastico (statico) secante a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.=55-65%) [1]:	EN 13412	$\leq 25'000 \text{ N/mm}^2$ [1] $\geq 15'000 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a compressione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 12190	$\geq 25 \text{ N/mm}^2$	.....
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 1542	$\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza alla carbonatazione	EN 13295	$dk \leq$ al calcestruzzo di controllo (MC 0.45)	.....
Contenuto di cloruri:	EN 1015-17	$\leq 0.05\%$	.....
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%): valore di adesione	EN 13687-1	$\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$	.....
Assorbimento capillare	EN 13057	$\leq 0.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0.5}$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 1 giorno (T= 18-22°C e U.R.=95%):	EN 196-1	$\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$	.....
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni all'aria (T= 18-22°C e U.R.= 55-65%):	EN 196-1	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$	.....
Lavorabilità: spandimento [2]	EN 13395-1	140-160 mm [2]	.....

[1] 25'000 N/mm<sup>2</sup> limite massimo indicativo del modulo elastico del prodotto offerto. Un modulo elastico superiore a quello indicato è permesso a condizione che sia inferiore al modulo elastico del sottofondo/supporto/substrato cementizio sul quale viene applicata la malta.

[2] Valore puramente indicativo purchè il premiscelato confezionato con la percentuale di acqua suggerita dal produttore sia applicabile a mano e/o spruzzo senza sfridi e/o rimbalzi eccessivi.

**Controllo di qualità obbligatorio**

<b>PRESTAZIONE</b>	<b>NORMATIVA RIFERIMENTO</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>FREQUENZA</b>
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni (valore medio):	EN 1542	$\geq 1.2 \text{ N/mm}^2$	1 prova (5 strappi su 1 m <sup>2</sup> ) ogni 50 m <sup>2</sup>

**PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO/SUPPORTO/SUBSTRATO**

La preparazione della superficie dell'elemento sul quale applicare la malta deve essere effettuata mediante sabbiatura o idropulizia in pressione e deve presentare asperità non inferiori a 1-2 mm. Si potrà ricorrere, inoltre, ad ulteriori accorgimenti richiesti e/o suggeriti dal produttore della malta.

## 2. SISTEMI DI PROTEZIONE SUPERFICIALE

### 2.1. Introduzione

In questa sezione vengono riportate le specifiche di capitolato per i sistemi di protezione superficiale degli elementi in calcestruzzo armato. Le specifiche di capitolato sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato dalla norma SIA 162/5 (punto 7.13 e Tabella A8) unitamente ai requisiti richiesti dalla norma europea EN 1504-2. I sistemi di protezione superficiale delle strutture in calcestruzzo si differenziano in sistemi filmogeni e trattamenti idrorepellenti. I sistemi filmogeni vengono utilizzati per la protezione dell'elemento strutturale dagli agenti aggressivi esterni.

Essi, in particolare possono essere utilizzati:

- come sistemi di protezione preventiva allorquando le strutture non presentano fessurazioni o parti di calcestruzzo distaccate e lo spessore di calcestruzzo carbonatato risulta inferiore al copriferro;
- come sistemi di protezione di quegli elementi strutturali che, sottoposti ad interventi di ripristino con malte cementizie per la ricostruzione della sezione originaria, presentano copriferri di basso spessore.

In entrambi i casi l'applicazione dei sistemi protettivi ha lo scopo di impedire o ritardare l'insorgere di fenomeni che possono determinare la comparsa di fessurazioni, la corrosione delle barre, la delaminazione, il rigonfiamento o il distacco di parti di calcestruzzo. Per conseguire questi obiettivi, i rivestimenti filmogeni debbono essere in grado di impedire la penetrazione delle sostanze aggressive nel calcestruzzo quali, ossigeno, acqua, anidride carbonica, cloruri etc. In alcuni contesti l'applicazione dei rivestimenti filmogeni viene effettuata con l'obiettivo di aumentare la resistenza all'abrasione di superfici carrabili. L'applicazione di un rivestimento filmogeno, infine, può avere come finalità anche quella di migliorare l'aspetto estetico dei manufatti.

I sistemi di protezione idrorepellenti vengono applicati al fine di limitare l'assorbimento di acqua del calcestruzzo su quelle strutture laddove è importante non modificare l'estetica dei manufatti. Alcuni trattamenti idrorepellenti possono essere utilizzati per facilitare la pulizia delle superfici in calcestruzzo imbrattate dai graffiti. Come meglio verrà specificato nel seguito la scelta dei trattamenti protettivi deve essere effettuata in funzione del tipo di elemento strutturale da proteggere e in relazione alle possibili aggressioni cui l'elemento stesso è esposto.

Nella presente sezione, in particolare, vengono presi in esame:

**RPRA/OS5:** questi rivestimenti vengono impiegati per aumentare la durabilità delle strutture in calcestruzzo con particolare riferimento all'azione aggressiva promossa dall'anidride carbonica nei confronti delle armature e non risultano indicati per quegli elementi strutturali a contatto permanente con acqua. Devono essere conformi ai requisiti minimi previsti dalla EN 1504-2/C per i prodotti filmogeni [rivestimento (C)] ed essere di classe di deformabilità A3 in accordo alla stessa norma.

- RPRA/OS2:** questi rivestimenti protettivi vengono impiegati per aumentare la durabilità delle strutture in calcestruzzo con particolare riferimento all'azione aggressiva promossa dall'anidride carbonica nei confronti delle armature e non risultano indicati per quegli elementi strutturali a contatto permanente con acqua. Devono essere conformi ai requisiti minimi previsti dalla EN 1504-2/C per i prodotti filmogeni [rivestimento (C)] ed essere di classe di deformabilità A1 in accordo alla stessa norma.
- TI/OS1:** le impregnazioni con prodotti idrofobici sono finalizzate ad ottenere superfici in calcestruzzo idrorepellenti caratterizzate da un ridotto assorbimento di acqua. Devono essere conformi ai requisiti fissati dalla norma europea EN 1504-2 [impregnazione idrofobica (H)].
- AG:** i trattamenti antigraffiti sono destinati a prevenire l'ingresso delle vernici all'interno dei pori capillari favorendo così le successive operazioni di pulizia. Sfortunatamente, né le norme SIA né quelle europee 1504, prevedono alcuna specifica di capitolato per questa tipologia di prodotto. Tuttavia, essendo i trattamenti antigraffiti sostanzialmente basati sull'impiego di sostanze idrorepellenti, le specifiche di capitolato sono simili a quelle dei prodotti TI/OS1.



## 2.2. Rivestimenti protettivi RPRA/OS5

**RPRA/OS5: rivestimenti protettivi elasto-plastici a base di resine in dispersione acrilica conformi alla norma EN 1504-2 per i prodotti filmogeni [rivestimento (C)].**

Questi rivestimenti vengono impiegati per aumentare la durabilità delle strutture in calcestruzzo con particolare riferimento all'azione aggressiva promossa dall'anidride carbonica nei confronti delle armature e non risultano indicati per quegli elementi strutturali a contatto permanente con acqua. Il sistema protettivo applicabile a rullo o a spruzzo, è costituito da un primer acrilico all'acqua applicato in spessore di 50 µm e da una finitura acrilica applicata generalmente in spessore di 150-300 µm per garantire la protezione nei confronti dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), dell'ossigeno (O<sub>2</sub>) e dell'acqua (H<sub>2</sub>O) oltre che dei cicli di gelo-disgelo. Inoltre, il rivestimento protettivo deve essere dotato di capacità di crack-bridging finalizzata alla copertura di fessure presenti sull'elemento strutturale, purché inferiori a 0.3 mm di ampiezza. I rivestimenti debbono essere conformi ai requisiti minimi previsti dalla EN 1504-2 per i prodotti filmogeni [rivestimento (C)] e debbono essere di classe di deformabilità A3 (Metodo A, apertura continua della fessurazione) oppure B1 (Metodo B, apertura ciclica della fessurazione) in accordo alla stessa norma.

## RPRA/OS5

**Rivestimenti protettivi elasto-plastici a base di resine in dispersione acrilica conforme alla norma EN 1504-2 per i prodotti filmogeni [rivestimento (C)].**

Cantiere:	.....
Committente:	Divisione delle costruzioni
Progettista:	.....
Direzione lavori:	.....
Impresa esecutrice:	.....
Elemento costruttivo:	.....
Preparazione substrato:	.....
Modalità di applicazione:	.....
Tipo di rivestimento RPRA/OS5 e nome commerciale:	.....

### **Certificazione preliminare obbligatoria - Requisiti prestazionali:**

PRESTAZIONE	NORMATIVA RIFERIMENTO	REQUISITO	REQUISITO MATERIALE PROPOSTO
Spessore minimo di applicazione	EN ISO 2808	$\geq 200 \mu\text{m}$ (micron) [1]	.....[2]
Resistenza alla diffusione del vapore	DIN 53615 EN ISO 7783/1-2	< 5 m	.....
Resistenza alla diffusione dell'anidride carbonica	EN 1062/6	> 50 m	.....
Adesione al calcestruzzo dopo 7 giorni all'aria (T= 23°C e U.R.=50%):	EN 1542	$\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$	.....
Permeabilità all'acqua (assorbimento capillare)	EN 1062/3	$< 0.1 \text{ kgm}^2\text{h}^{-0.5}$	.....
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti: valore di adesione:	EN 13687/1	$\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$	.....
Capacità di crack-bridging Metodo A - Apertura continua della fessurazione [3]	EN 1062/7	$0.5 < A3 < 1.25$ mm (T= -10°C)	.....[3]
Capacità di crack-bridging Metodo B - Apertura ciclica della fessurazione [3]	EN 1062/7	B1 (T= -10°C)	.....[3]

[1] Spessore minimo a secco richiesto del rivestimento.

[2] Spessore a secco necessario per l'ottenimento dei "Requisiti prestazionali" richiesti (da indicare).

[3] Dato da fornire su espressa richiesta del committente per particolari lavori e/o condizioni climatiche. Il requisito richiesto si riferisce alla temperatura di prova suggerita dalla norma EN 1062/7. Sono ammesse anche altre temperature di prova purchè più restrittive rispetto a quella indicata nei "Requisiti prestazionali".

**Controllo di qualità obbligatorio**

<b>PRESTAZIONE</b>	<b>NORMATIVA RIFERIMENTO</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>FREQUENZA</b>
Spessore secco (valore medio)	EN ISO 2808 - Metodo ottico	≥ di quello indicato per il superamento dei requisiti prestazionali richiesti	1 prova ogni 100 m <sup>2</sup>
Adesione al calcestruzzo dopo 7 giorni all'aria: valore medio	EN 1542	≥ 0.8 N/mm <sup>2</sup>	1 prova (5 strappi su 1 m <sup>2</sup> ) ogni 100 m <sup>2</sup>

**PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO/SUPPORTO/SUBSTRATO**

La preparazione della superficie dell'elemento sul quale applicare il rivestimento protettivo deve essere effettuata mediante idropulizia in pressione al fine di rimuovere ogni traccia di polvere, di sporcizia o di grasso. Si potrà ricorrere, inoltre, ad ulteriori accorgimenti richiesti e/o suggeriti dal produttore del prodotto offerto.