Prescrizioni per l'esecuzione di risanamento di calcestruzzo

Indice

1. Basi 3

2. In generale 3
2.1. Principi e procedimento 3
2.2. Materiale 4
2.3. Classi 4
2.4. Controllo di qualità 4

3. Prodotti / Prova preliminare 4
3.1. Requisiti di base per tutti gli scopi d'uso previsti 4
3.2. Requisiti supplementari per determinati scopi d'uso 4
3.3. Requisiti supplementari per opere dell'Ufficio Tecnico dei Grigioni riguardo a una durabilità maggiore 4
3.4. Lista delle prove preliminari riconosciute 5

4. Sottofondo 5

5. Prove d'idoneità su superfici campione prima dell'esecuzione 6
5.1. Definizione e scopo 6
5.2. Svolgimento 6
5.3. Superfici campione 6
5.4. Prove / esigenze 6

6. Controlli di qualità durante e dopo l'esecuzione 7
6.1. Definizione e scopo 7
6.2. Svolgimento 7
6.3. Superfici di controllo 7
6.4. Prove / esigenze 7

7. Procedimento delle prove 7
7.1. In generale 7
7.2. Resistenza a compressione 8
7.3. Aderenza....8
7.4. Resistenza ai sali di disgelo 8
7.5. Verifica del comportamento alla RAA 8
7.6. Spessore del sistema 9

8. Rapporto d'esame 9
8.1. Esame preliminare 9
8.2. Prove di idoneità su superfici campione e prove di qualità su superfici di controllo....9

1. Basi

Valgono le norme e le direttive elencate nell'appendice 02 e quelle del contratto d'appalto come pure tutte le loro parti integranti:

- Norma SIA 269/2 Mantenimento di strutture portanti - Strutture in calcestruzzo
- SN EN 1504 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità
  - Parte 3 Riparazione strutturale e non strutturale
  - Parte 9 Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi
  - Parte 10 Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori

2. In generale

Questa appendice regola la scelta dei prodotti e l'esecuzione di riparazioni strutturali e non strutturali di opere in calcestruzzo, in base ai seguenti principi e metodi di procedimento della SN EN 1504. In tale modo sono fissate per opere dell'Ufficio Tecnico dei Grigioni le caratteristiche da verificare ed i relativi requisiti da soddisfare.

2.1. Principi e procedimento

Principio				
	Procedimento			
		Settore di applicazione		
		Malta e calcestruzzo		
		per l'impiego in rinforzi e rilevanti riparazioni strutturali		
		per l'applicazione superficiale a fine protettivo contro carbonatazione		
		per riempire irregolarità nel sottofondo		
Sostituzione del calcestruzzo				
	3.1 Applicazione della malta a mano	X	X	X
	3.2 Riprofilamento tramite getto di calcestruzzo		X	X
	3.3 Applicazione di malta o calcestruzzo con spruzzatura		X	X
Rinforzo				
	4.4 Riprofilamento con malta o calcestruzzo			X
Mantenimento oppure ristabilimento della passività				
	7.1 Aumento del copriferro con malta / calcestruzzo		X	
	7.2 Sostituzione di calcestruzzo contenente sostanze tossiche	X	X	X

2.2. Materiale

I prodotti per il risanamento nel senso di questa appendice sono:

- Malte e calcestruzzi (CC)
- Malta cementizia o calcestruzzi polimeri (PCC)
  con un diamentro di aggregati ≤ 8 mm.

2.3. Classi

Per i tre settori di applicazione previsti, devono essere impiegati di regola, per opere dell'Ufficio Tecnico dei Grigioni, malte e calcestruzzi della classe R3. In comune accordo con il capoprogetto del Ufficio Tecnico, può essere richiesta in caso eccezionale la classe R4.

Per riempire irregolarità locali nel sottofondo possono essere impiegati anche prodotti della classe R2.

2.4. Controllo di qualità

Si distinguono le seguenti tipologie di prova, secondo SIA 269/2:

- Prova preliminare
  - Verifica dell'idoneità di un materiale per l'applicazione prevista.
  - Prova effettuata dal produttore, comprendente prove di autenticità e prestazione.
- Prova d'idoneità su superfici campione
  - Prova tramite la quale si verifica l'idoneità del materiale o sistema per determinate condizioni d'impiego dei procedimenti scelti.
- Controllo della qualità su superfici di controllo
  - Verifica della qualità richiesta durante e dopo l'esecuzione.

3. Prodotti / Prova preliminare

3.1. Requisiti di base per tutti gli scopi d'uso previsti

Requisiti secondo la tabella NA.2 della SN EN 1504-3.

3.2. Requisiti supplementari per determinati scopi d'uso

Per opere dell'Ufficio Tecnico dei Grigioni, ai sensi di questa appendice, non hanno valore i requisiti secondo la tabella NA.2 della SN EN 1504-3. In caso di necessità vengono fissati requisiti in relazione al caso specifico.

3.3. Requisiti supplementari per opere dell'Ufficio Tecnico dei Grigioni riguardo a una durabilità maggiore

Oltre ai requisiti base secondo la tabella NA.2 della SN EN 1504-3, per aumentare la durabilità dell'opera possono essere richieste in accordo con il CP dell'Ufficio Tecnico le seguenti proprietà:

- Valore massimo del modulo di elasticità 35 GPa
- Coefficiente di ricezione dell'acqua $w < 0{,}25$ kg / m^2 $h^{1/2}$
- Alta resistenza al gelo ed ai sali di disgelo
- Resistenza alla RAA

Requisiti supplementari vengono fissati in considerazione dei seguenti aspetti:

- Esposizione (umidità, cambiamento di temperetura, ciclo di gelo e disgelo)
- Durata di utilizzazione rimanente (con < 10 anni può essere fatto a meno)
- Danni tollerati alla fine della prevista durata di utilizzazione rimanente
- Conseguenze di difetti e danni sull'efficienza funzionale
- Possibilità di controllo e di risanamento
- Influenza sull'esercizio dovuta a misure di risanamento

3.4. Lista delle prove preliminari riconosciute

Il sezione tecnologia dei materiali stila una lista dei prodotti approvati per interventi di risanamento del calcestruzzo di opere dell'Ufficio Tecnico dei Grigioni.

In questa lista sono raccolte malte e calcestruzzi della classe R3 e R4, le cui seguenti documentazioni vengono fornite all'UTG GR, sezione tecnologia dei materiali:

- Marcatura di conformità CE bzw. Leistungserklärung
- Scheda tecnica con indicazioni sui parametri ammissibili o necessari del relativo prodotto.
- Eventuale verifica dei requisiti supplementari riguardo maggiore durabilità secondo la cifra 3.3.

I requisiti base e quelli supplementari per la prova preliminare sono riassunti nella tabella T1.

La documentazione deve pervenire alla sezione tecnologia dei materiali almeno 5 giorni prima dell'inizio dei rispettivi lavori.

Per la classe R2 valgono le relative norme senza riserve. Questi prodotti non saranno menzionati ulteriormente nella lista e nella tabella T1.

Il periodo di validità dell'approvazione è di 5 anni, salvo cambiamenti dei requisiti secondo la normativa e/o l'Ufficio tecnico dei Grigioni. Attraverso la nuova consegna della marcatura di conformità CE bzw. Leistungserklärung, della dichiarazione di conformità del produttore e della scheda tecnica viene prolungata la validità dell'approvazione per i requisiti base di altri 5 anni.

L'approvazione per i requisiti supplementari in relazione ad una maggiore durabilità può essere prolungata di altri 5 anni mediante la consegna di nuove verifiche sulla relativa efficienza. In riferimento alla RAA è sufficiente la verifica, che le materie prime e la ricetta non sono stati modificati considerevolmente.

Se in seguito a controlli di qualità, durante la messa in opera, i requisiti fossero ripetutamente non soddisfatti, l'approvazione del prodotto di risanamento verrà cancellata dalla lista sopracitata.

4. Sottofondo

La preparazione del sottofondo, incluso eventuali ponti adesivi necessari all'interno del sistema, deve generalmente seguire le indicazioni del fornitore. In particolare deve essere definita in collaborazione tra progettista / direzione lavori, fornitore e impresario. I risultati delle prove d'idoneità su superfici campione devono valere come base.

Se rilevante la resistenza alla trazione del sottofondo può essere verificata attraverso la prova a strappo secondo la SN EN 1542. La valutazione avviene per opera del progettista.

5. Prove d'idoneità su superfici campione prima dell'esecuzione

5.1. Definizione e scopo

Prove d'idoneità su superfici campione servono a comprovare l'idoneità di un prodotto o più prodotti d'opera in relazione alla parte di costruzione, in specifiche condizioni d'impiego e nel contesto di uno svolgimento di lavoro scelto come pure quale campione per strutture superficiali desiderate, colore, ecc. Per questo motivo le superfici campione sono da tenere, se possibile, fino al termine della messa in opera.

Sulla base delle superfici campione può essere convalidato il sistema più adatto tra i diversi sistemi possibili.

5.2. Svolgimento

In presenza di malta spruzzata, l'impresario deve eseguire prove d'idoneità su superfici campione qualora le superfici siano superiori ai 100 m2.

Se nell'oggetto viene spruzzato l'acciaio d'armatura, bisogna costruire una cassa con un'armatura equivalente e spruzzarla, tramite carotaggi si potrà controllare il completo avvolgimento dell'acciaio d'armatura (zone d'ombra). Il provino estratto deve contenere anche punti d'incrocio dei ferri d'armatura.

L'applicazione su superfici campione deve essere eseguita almeno 2 settimane prima dei lavori di riprofilamento. Se i risultati dopo 7 giorni sono in ordine si può iniziare con i lavori.

5.3. Superfici campione

Di regola è una superficie campione; in presenza di sottofondi diversi e altri parametri d'applicazione sono da eseguire più superfici campione, ognuna di almeno 5m2.

Qualità e pretrattamento del sottofondo come pure spessore dello strato, costruzioni e numero degli strati del riprofilamento sulla superficie campione devono il più possibile corrispondere alle condizioni effettive di tutta la zona di applicazione.

Se lo spessore dello strato effettivo o previsto non corrisponde agli spessori minimi necessari per singole prove, devono essere prelevati provini con un sufficiente spessore parallelamente alle superfici campione.

Le superfici campione devono essere se possibile applicate su un sottofondo privo di fessure. Se ciò non è possibile deve essere preventivamente documentata la struttura delle fessure.

Metodo d'applicazione e parametri, in specialmodo impianto per spruzzare e regolazione come pure metodi per il trattamento successivo e durata per le superfici campione devono corrispondere alle condizioni previste per tutta la zona di riprofilamento.

Per malta spruzzata la superficie campione deve essere eseguita dallo stesso conduttore dello spruzzo che esegue il lavoro. Se si impiegano più conduttori di spruzzo, ognuno dovrà eseguire una superficie campione. Il conduttore di spruzzo è da citare nella relazione tecnica.

5.4. Prove / esigenze

Gli esami da eseguire su superfici campione nell'ambito delle prove d'idoneità e le rispettive esigenze per la malta di riprofilamento o per tutto il sistema impiegato, sono contenuti nella tabella T2.

6. Controlli di qualità durante e dopo l'esecuzione

6.1. Definizione e scopo

I controlli di qualità su superfici campione servono a comprovare la qualità richiesta durante e dopo l'esecuzione dei lavori.

6.2. Svolgimento

Il controllo proprio dell'impresario durante e dopo l'esecuzione è da eseguire su superfici di controllo.

L'impresario deve consegnare su richiesta un concetto per l'esecuzione delle prove.

La direzione lavori determina dopo colloquio col progettista la posizione delle superfici di controllo.

6.3. Superfici di controllo

Di regola la superficie di controllo è una. In presenza di diverse esposizioni, sottofondi e parametri d'applicazione sono da definire più superfici di controllo. La relativa posizione è da documentare e se possibile da segnalare sull'opera.

Le posizioni delle superfici di controllo devono essere rappresentative rispetto esposizione e sollecitazione della superficie riprofilata e parti d'opera.

Le superfici di controllo non devono essere eccessivamente diverse rispetto la rimanente zona di riprofilamento, per quanto riguarda la qualità del sottofondo e preparazione, sistema di costruzione, metodi d'applicazione e trattamento successivo.

Le superfici di controllo devono essere applicate nella stessa fase di lavoro della zona di riprofilamento circostante.

Se il tempo che intercorre tra l'esecuzione delle singole tappe è superiore alle 3 settimane, è da definire per ogni tappa di lavoro una superficie di controllo come sopra descritto.

6.4. Prove / esigenze

Le prove da eseguire sulle superfici di controllo e le rispettive esigenze nell'ambito del controllo di qualità per le malte di riprofilamento o per il sistema totale impiegato sono contenute nella tabella T2.

7. Procedimento delle prove

7.1. In generale

Tutte le prove devono essere eseguite da laboratori accreditati in riferimento alla normativa citata.

Se non specificatamente indicato, i requisiti si riferiscono a risultati di prove a 28 giorni.

Nella pianificazione temporale devono essere considerati tempi di indurimento del calcestruzzo e la durata della prova.

7.2. Resistenza a compressione

La prova di resistenza a compressione su provini estratti dall'opera deve essere effettuata su minimo 3 carote Ø = lunghezza ≥ 75 mm oppure su 9 carote di Ø = lunghezza < 75 mm (1:1 BK).

La valutazione della resistenza a 28 giorni si esegue secondo SN EN 13791, cifra 9.2, tabella 8 per un volume limitato come area di prova con 3 punti di misura (3 risultati $f_{c,is}$).

Si presume la conformità della resistenza alla compressione nella limitata area di prova esaminata,

se è soddisfatto il seguente criterio:

Criterio : $f_{c,is,\text{valore minimo},1:1\ BK} \geq 0.85\ (f_{ck,spec,1:1\ BK} - 4)$

$f_{c,is}$ Risultato della prova di resistenza alla compressione del calcestruzzo strutturale in un punto di misurazione ($f_{c,is}$,è in ogni caso: il risultato di un provino con Ø = h e Ø ≥ 75 mm o la media di 3 provini con Ø = h e Ø < 75 mm)

$f_{ck,spec}$ Resistenza alla compressione minima caratteristica della classe di resistenza alla compressione specificata

7.3. Aderenza

La prova di aderenza sulle superfici campione risp. di controllo deve essere effettuata ogni volta su un minimo di 3 carote per ogni periodo di prova. Qualora la frattura di una superfice si verifica prevalentemente nel sottofondo ed i valori ottenuti risultano inferiori ai requisiti richiesti, devono essere effettuate altre prove.

7.4. Resistenza ai sali di disgelo

Se la resistenza ai sali di disgelo BE II secondo SN 640 464 di un prodotto è valutata mittel (WFT > 50 %), allora si può rinunciare alla prova ai cicli di gelo / disgelo con sali disgelanti secondo SN EN 13687.

7.5. Verifica del comportamento alla RAA

La verifica alla RAA comprende per ogni singolo prodotto una prova "Beton-Performance secondo SNR 592042 da effettuare da parte di un laboratorio accreditato.

Per aggregati, i quali in seguito ad una prova "microbar" secondo SNR 592042 sono considerati non reattivi agli alcali, è possibile rinunciare alla prova "Beton-Performance". La prova deve essere effettuata da un laboratorio accreditato. L'identificazione degli aggregati utilizzati deve essere documentata da informazioni sul produttore e sulla provenienza degli aggregati.

I risultati delle prove "microbar" e delle prove di prestazione del calcestruzzo hanno una validità massima di 5 anni.

Nel caso siano utilizzati per più prodotti aggregati con la stessa provenienza e composizione, è sufficiente una prova "Beton-Performance" per ogni fornitore, a condizione che questa venga effettuata sulla ricetta con il più alto potenziale di reattività per RAA. La scelta della ricetta con il più alto potenziale di reattività deve essere esaustivamente argomentata e documentata (contenuto di cemento clinker, parte dei granuli frantumati, composizione, eventuale valore di reattività degli aggregati mediante prova microbar). In caso di incertezza deve essere effettuata la prova "Beton-Performance" su più ricette.

Per aggregati provenienti da luoghi di estrazione differenti è necessario presentare le verifiche per ogni luogo di estrazione. Le prove "Beton-Performance" devono essere estese all'intera gamma di rapporti di miscela utilizzati.

Nel caso di considerevoli variazioni della ricetta o di modifica dei parametri iniziali delle sostanze la verifica alla RAA deve essere ripetuta.

Si riservano cambiamenti delle norme e/o disposizioni dell'Ufficio tecnico dei Grigioni.

7.6. Spessore del sistema

Rilevamento visuale e documentazione sulla base di tutte le carote prelevate dello spessore totale, struttura degli strati, spessore dei singoli strati, come pure un giudizio visuale sulla qualità di aderenza tra gli strati e con il sottofondo.

8. Rapporto d'esame

8.1. Esame preliminare

Le documentazioni da fornire sono elencate alla cifra 3.

8.2. Prove di idoneità su superfici campione e prove di qualità su superfici di controllo

I risultati delle prove di idoneità su superfici campione e delle prove di qualità su superfici di controllo sono da inviare in formato pdf per posta elettronica (e-mail) dal laboratorio direttamente all'Ufficio Tecnico dei Grigioni (Direzione lavori e sezione tecnologia dei materiali).

Il rapporto d'esame deve contenere al minimo le informazioni seguenti. I moduli corretti devono essere riconosciuti come tali e provvisti di data della correzione. Le correzioni devono essere ben visibili.

- Committente
- Direzione locale dei lavori
- Tratta stradale, oggetto
- Parte dell'opera, schizzo coi dati della superficie campione e di controllo
- Dati delle applicazioni: prodotti, spessori degli strati, ev. ponte adesivo, data
- Esaminatore
- Data delle prove
- Risultati e giudizio sulle esigenze

T1, Requisiti prove preliminari

Prüfung		**R3**	**R4**
Requisiti base per tutti gli scopi d'uso previsti			
Resistenza alla compressione secondo SN EN 12190	MPa	≥ 25	≥ 45
Contenuto di ioni di cloruro secondo SN EN 1015-17	%	≤ 0.05	≤ 0.05
Aderenza secondo SN EN 1542 - Valore medio - Valore minimo	 MPa MPa	 ≥ 1.5 ≥ 1.1	 ≥ 2.0 ≥ 1.5
Resistenza alla carbonatazione secondo SN EN 13295	mm	d_k ≤ calcestruzzo di riferimento	
Coefficiente di permeabilità capillare secondo SN EN 13057	Kg/m2h0,5	≤ 0.5	≤ 0.5
Compatibilità ai cicli di temperatura secondo SN EN 13687 Parte 1, Cicli gelo / disgelo con sali disgelanti - Adesione dopo 50 cicli - Massima fessura media - Nessuna fessura	 MPa mm mm	 ≥ 1.5 ≤ 0.05 ≥ 0.10	 ≥ 1.5 ≤ 0.05 ≥ 0.10
Modulo elastico secondo SN EN 13412	GPa	≥ 15	≥ 20
Requisiti supplementari per opere dell'Ufficio Tecnico dei Grigioni riguardo a durabilità maggiore			
Modulo elastico secondo SN EN 13412	GPa	≤ 35	≤ 35
Coefficiente di permeabilità capillare secondo SN EN 13057	$Kg/m^2h^{0,5}$	≤ 0.25	≤ 0.25
Reistenza ai sali disgelanti secondo SN 640 464 - Prova fisica BE II FT - Resistenza ai sali disgelanti	 WFT-L % regno	 > 80 % alta	 > 80 % alta
Resistenza alla RAA secondo SNR 592042 - Prova Performance oppure - Prova microbar	Valutazione secondo SNR 592042 Resistente alla RAA oppure Aggregati non reattivi		

T2, Prove necessarie e requisiti prove di idoneità su superfici campione
Prove necessarie e requisiti controlli qualità su superfici di controllo

Prove		Prova d'idoneità su superfici campione	Controllo qualità su superfici di controllo	**R2**	**R3**	**R4**
Resistenza alla compressione dopo 28 giorni secondo SN EN 12504-1 - Valore medio - Valore minimo	 MPa MPa	Zx)	O	 ≥ 20 ≥ 9	 ≥ 28 ≥ 17	 ≥ 45 ≥ 34
Aderenza secondo SN EN 1542 età 7 giorni - Valore medio - Valore minimo età 28 giorni - Valore medio - Valore minimo	 Mpa Mpa Mpa Mpa	Z Z	Z O	 ≥ 0.6* ≥ 0.5* ≥ 0.8* ≥ 0.6*	 ≥ 1.1* ≥ 0.8* ≥ 1.5* ≥ 1.1*	 ≥ 1.5* ≥ 1.1* ≥ 2.0* ≥ 1.5*
Resistenza carbonatazione secondo SN EN 13295	mm	O	O		d_k ≤ calcestruzzo di riferimento	
Coefficiente di permeabilità capillare secondo SN EN 13057	$Kg/m^2h^{0,5}$	O	O		≤ 0.25	≤ 0.25
Modulo elastico secondo SN EN 13412	GPa	O	O		≥ 15 ≤ 35	≥ 20 ≤ 35
Prova fisica BE II FT Reistenza ai sali disgelanti secondo SN 640 464 - Resistenza BE II FT - Resistenza ai sali disgelo	 WFT-L % regno	O	O		 > 80 % alta	 > 80 % alta
Spessore degli strati del sistema	Mm	Z	Z	Indicazioni spessore dei singoli strati e confronto con progetto		
Avvolgimento dell'armatura con calcestruzzo spruzzato, su minimo 5 carote	Foto	Z[B)]		Nessuna ombra rilevante		

Z = strettamente necessario (eccezione classe R2)
Z[x)] = se è possibile, in virtù dello spessore dello strato
Z[B)] = strettamente necessario se l'armatura dell'oggetto viene spruzzato con calcestruzzo
O = specifico dell'oggetto a seconda dei requisiti, verrà fissato nel capitolato

* = se non si verifica la rottura nel sottofondo