

Studio su

La resistenza meccanica delle malte a presa rapida impiegate nella messa in quota dei chiusini

Test su un modello in scala reale e su provini



La resistenza meccanica delle malte a presa rapida impiegate nella messa in quota dei chiusini

Test su un modello in scala reale e su provini

di Giovanni Gabelli e Antonio Miglio ●●●

L'utilizzo di materiali di qualità per la messa in quota dei chiusini è fondamentale per garantire la stabilità e la durabilità del sistema "pozzetto-chiusino" e, quindi, la sicurezza ai veicoli e pedoni.

Per tali ragioni è opportuno utilizzare malte cementizie a indurimento rapido, capaci di sviluppare un'elevata resistenza a compressione in un ridotto intervallo temporale. Nei casi in cui le operazioni di messa in quota vengano effettuate su sede stradale, tale caratteristica consente di riaprire la strada in tempi brevi, evitando così prolungati disagi alla circolazione. Oltre a un'elevata resistenza a compressione, le suddette malte devono essere capaci di resistere alle aggressioni chimico-fisiche e ai carichi ciclici. Tali carichi, generati soprattutto dal traffico veicolare pesante (automezzi), oltre a essere i più gravosi, sono quelli che sollecitano con maggior frequenza lo strato di malta compreso tra il telaio del chiusino e la testa del pozzetto, mettendone a dura prova la resistenza meccanica nel tempo.

L'azienda Nuova ConTec snc insieme alla ditta tedesca ERGELIT GmbH – rispettivamente distributore esclusivo per l'Italia e casa produttrice – hanno fatto svolgere specifiche prove di carico sulle malte

a indurimento rapido Colata Rapid 40 e Superfix 35F, normalmente impiegate nelle operazioni di messa in quota dei chiusini stradali. Le prove sono state progettate con l'intento di verificare le prestazioni meccaniche delle citate malte quando sottoposte a gravose condizioni di carico di tipo ciclico e statico, realizzando un apposito modello in scala reale costituito dalla parte apicale di un pozzetto stradale completo di chiusino classe D400. Le prove sono state condotte presso l'Istituto Giordano, un ente terzo ufficialmente riconosciuto dal Ministero dei Lavori Pubblici per le prove sui materiali e accreditato Sincert.

Sempre presso lo stesso istituto, sono stati svolti dei test di compressione su provini costituiti dalle suddette malte. I valori sono stati successivamente confrontati con quelli riportati nel Rapporto Tecnico UNI/TR 11256 "Guida all'installazione di dispositivi di coronamento e di chiusura in zone di circolazione pedonale e/o veicolare (chiusini e caditoie)", entrato a far parte del corpo normativo nazionale il 20 settembre 2007. Nei successivi paragrafi, dopo un breve richiamo della normativa di riferimento, si illustrano i risultati di tutti i test svolti.

RIFERIMENTI NORMATIVI

In Italia l'unico documento ufficiale che specifica le indicazioni per l'installazione e la posa in opera di dispositivi di coronamento e chiusura in zone soggette a circolazione di veicoli e/o pedoni è il Rapporto Tecnico UNI/TR 11256, entrato a far parte del corpo normativo nazionale il 20 settembre 2007. Tale rapporto è stato sviluppato per poter essere utilizzato dalle parti coinvolte (enti locali, studi di progettazione, direzione dei lavori, imprese stradali ed appaltatori) e costituire un punto di riferimento per determinare e controllare le modalità operative minime, fondamentali per una corretta installazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento.

Nel seguito si illustrano sinteticamente i requisiti minimi che devono possedere i materiali impiegati nella messa in quota dei chiusini nonché le principali indicazioni fornite dal Rapporto Tecnico UNI/TR 11256 (per un approfondimento si rimanda al Rapporto Tecnico UNI/TR 11256 "Guida all'installazione di dispositivi di coronamento e di chiusura in zone di circolazione pedonale e/o veicolare - chiusini e caditoie -").

Riguardo ai materiali impiegati per la posa, determinanti nel garantire l'efficacia e la durata prevista dell'opera, il citato rapporto prevede che "qualora si possa predisporre la chiusura della strada, è ammesso l'utilizzo di malta cementizia con resistenza caratteristica a compressione (R_{ck}) maggiore o uguale a 50 N/mm², rispettando i tempi di maturazione prescritti dal fabbricante". Invece, nei casi in cui sia necessario operare velocemente, il rapporto prevede l'utilizzo di materiali a indurimento rapido le cui caratteristiche minime sono riportate nella tabella 1.

Inoltre, il punto 5 "Materiali per la posa" del Rapporto Tecnico UNI/TR 11256 stabilisce che il materiale deve garantire la durata e costanza nel tempo delle prestazioni. Per tale ragione è necessario che il materiale a indurimento rapido impiegato per la posa abbia le seguenti caratteristiche:

- resistenza al gelo/disgelo
- impermeabilità all'acqua
- esente da solfati e cloruri.

Le principali indicazioni fornite dal citato rapporto nei lavori di ripristino risultano essere le seguenti:

- i tagli da effettuare nella pavimentazione in previsione della rimozione del chiusino/caditoia dovrebbero creare un vano di alloggiamento che sia di almeno 1,6 volte maggiore della dimensione massima esterna del telaio del dispositivo da rimuovere/installare, per avere la possibilità di realizzare un consistente ed uniforme cordolo di calcestruzzo

Caratteristiche dei materiali a indurimento rapido secondo il Rapporto Tecnico UNI/TR 11256		
Caratteristiche		Valori previsti dalla norma UNI/TR 11256
granulometria massima degli aggregati		4 mm
massa volumica della malta fresca		2300÷2600 kg/m ³
aumento volumetrico in 1 giorno		+0,5%
tempo di lavorabilità		~15 min
resistenza a compressione	dopo 30 minuti	>1,5 N/mm ²
	dopo 1 ora	>8,0 N/mm ²
	dopo 24 ore	>35,0 N/mm ²
	dopo 28 giorni	>50,0 N/mm ²
resistenza caratteristica a compressione del materiale a fine indurimento		50,0 N/mm ²

●●● Tabella 1

attorno allo stesso (punto 8.2)

- l'operazione di rimozione delle installazioni esistenti dovrebbe coinvolgere almeno due persone (punto 8.2)
- il riutilizzo dei coperchi è subordinato all'approvazione della Direzione Lavori (punto 8.3)
- le condizioni del pozzetto devono essere analizzate bene per constatarne l'assoluta integrità strutturale (punto 8.4)
- la sede del letto di posa deve avere una superficie sufficiente per permettere un completo appoggio del telaio
- il letto di posa deve avere uno spessore da 2 cm a 4 cm del materiale di posa (punto 8.4, rimando 7.2)
- la giunzione fra i materiali reintegrati e quelli esistenti deve essere sigillata con materiale bituminoso o equivalente (punto 8.6)
- attendere e rispettare i tempi di maturazione forniti dal fabbricante del cemento o del prodotto equivalente utilizzato prima di rendere transitabile il chiusino; in mancanza di indicazioni diverse, rispettare un tempo di attesa di almeno 72h
- è necessario che si possiedano le necessarie capacità e l'esperienza (punto 9).

PROVE DI CARICO SU UN MODELLO IN SCALA REALE

Come già anticipato nella premessa, al fine di verificare le prestazioni meccaniche delle malte a indurimento rapido ERGELIT Colata Rapid 40 e Superfix 35F quando sottoposte a gravose condizioni di carico di tipo ciclico e statico, sono state svolte specifiche prove su un apposito modello in scala reale (figura 1) costituito dalla parte apicale di un pozzetto stradale completo di chiusino classe D400. Il fissaggio del chiusino alla testa del pozzetto è stato realizzato con la malta da testare. Nel caso della malta Colata Rapid 40, è stata eseguita sul modello solo una prova di carico ciclico, mentre nel caso della malta Superfix 35F, sul modello sono state svolte in successione: una prova di carico ciclico, una prova di tipo statico con carico pari a 150 kN, un'altra prova di tipo statico ma con carico pari a 650 kN.

Al termine di ciascuna delle suddette prove non è stato registrato alcun cedimento strutturale né delle malte né degli altri elementi costituenti il modello, come indicato nei paragrafi seguenti.

Riguardo alle prove cicliche, iniziate dopo appena un'ora dal termine delle operazioni di messa in quota, si fa osservare che il carico massimo adottato è stato assunto pari a 100 kN (10 t), equivalente al peso scaricato sul chiusino da una coppia di ruote gemellate di



Figura 1: Modello in scala reale del sistema "chiusino-malta-testa del pozzetto"

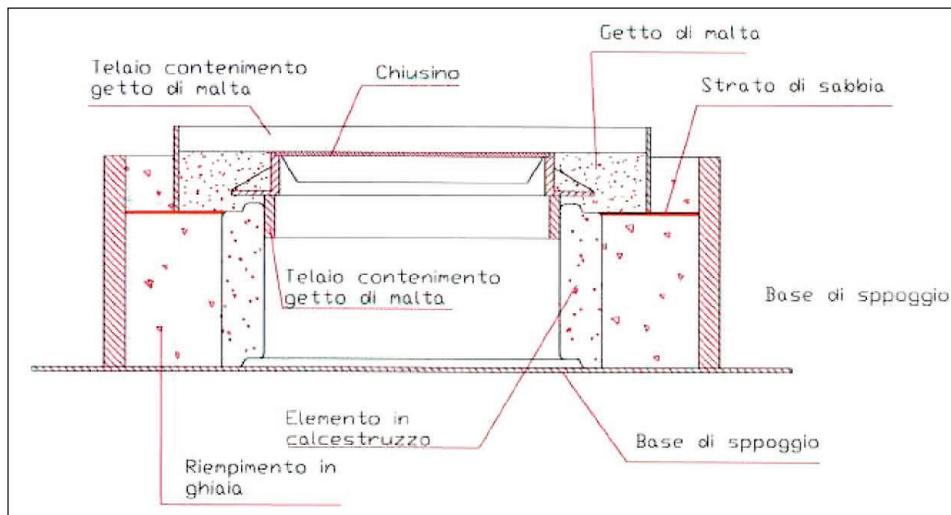


Figura 2: Disegno schematico del modello testato

un mezzo convenzionale a tre assi a cui il D.M. LL.PP. del 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali" fa riferimento per la progettazione dei ponti soggetti a traffico veicolare pesante.

PROVA DI CARICO CICLICO SU MODELLO IN SCALA REALE CON IMPIEGO DI MALTA COLATA RAPID 40

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Il campione sottoposto a prova è un modello in scala reale costituito da un pozzetto stradale con relativo chiusino; esso è composto da:

- base di appoggio del sistema, dimensioni 1800×1800 mm
- cassero di contenimento del sistema costituito da un telaio in pannelli in legno dimensioni interne 1360×1360 mm ed altezza 490 mm
- elemento in calcestruzzo per pozzetti stradali, dimensioni esterne 900×900 mm, altezza 360 mm e spessore di parete 100 mm
- ghiaia per il riempimento dello spazio tra il cassero di contenimento del sistema e l'elemento in calcestruzzo
- strato di sabbia per la rasatura superiore del riempimento in ghiaia
- chiusino in ghisa classe D400 disposto sull'elemento in calcestruzzo e sollevato di circa 40 mm rispetto al bordo superiore dello stesso elemento (simulazione di messa in quota del chiusino rispetto al piano stradale)
- getto di malta a indurimento rapido ERGELIT Colata Rapid 40 per la messa in quota del chiusino
- telaio perimetrale di contenimento del getto di malta
- telaio di contenimento del getto di malta tra il bordo superiore dell'elemento per pozzetto e chiusino disposto all'interno dell'elemento per pozzetto.

Uno schema del modello è illustrato in figura 2.



Figura 3: a) Installazione sperimentale;
 b) fase di getto della malta a presa rapida;
 c) campione dopo il posizionamento del coperchio;
 d) dispositivo per l'applicazione del carico ciclico

REALIZZAZIONE DEL CAMPIONE

Il campione è stato realizzato in data 22 ottobre 2007 presso i laboratori dell'Istituto Giordano a cura del committente in condizioni atmosferiche di pioggia a tratti e con temperatura ambiente di 12°C. In figura 3 sono riportate alcune foto relative alla fase di allestimento.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova è stata utilizzata la seguente apparecchiatura:

- telaio di contrasto
- cilindro oleodinamico
- centralina idraulica di alimentazione del cilindro oleodinamico
- cella di carico per l'individuazione della pressione di alimentazione del cilindro oleodinamico
- calibro per la misura degli abbassamenti del sistema durante la prova.

MODALITÀ DELLA PROVA

Terminata la realizzazione del campione si è atteso l'indurimento del getto di malta, quindi è stato rimosso il telaio di contenimento del getto disposto all'interno dell'elemento in calcestruzzo ed è stato posato il coperchio del chiusino; successivamente si è provveduto a stendere sul getto uno strato di sabbia per evitare la rapida



Abbassamenti in corrispondenza dei punti di misura relativi alla prova di carico ciclico – ERGELIT Colata Rapid 40					
Numero cicli	Stato campione	Abbassamenti rispetto al ciclo 0 (mm)			
		Punti di misura			
		1	2	3	4
0	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,0
1	Carico	0,1	0,0	0,1	0,1
1	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Carico	0,1	0,0	0,1	0,1
10	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,0
100	Carico	0,1	0,0	0,1	0,1
100	Scarico	0,1	0,0	0,0	0,0
1.000	Carico	0,2	0,0	0,1	0,1
1.000	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,0
10.000	Carico	0,1	0,0	0,1	0,2
10.000	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,0
53.000	Carico	0,2	0,0	0,1	0,1
53.000	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,0
110.000	Carico	0,1	0,0	0,1	0,1
110.000	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,1
150.000	Carico	0,2	0,0	0,0	0,2
150.000	Scarico	0,1	0,0	0,0	0,0
207.000	Carico	0,2	0,0	0,2	0,1
207.000	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,0
249.000	Carico	0,1	0,0	0,1	0,2
249.000	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,1
305.000	Carico	0,2	0,0	0,1	0,2
305.000	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,0
350.000	Carico	0,2	0,0	0,2	0,1
350.000	Scarico	0,0	0,0	0,0	0,0

●●● Tabella 2

Figura 4: Rilievo degli abbassamenti mediante calibro

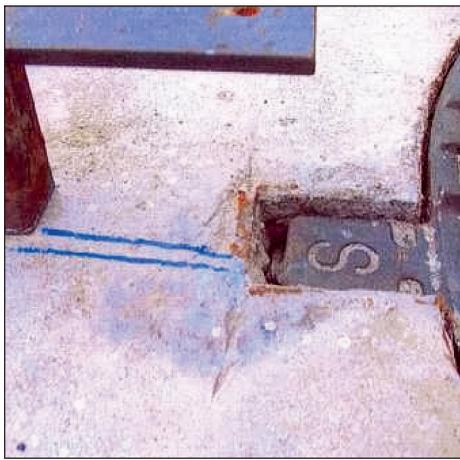


Figura 5: Particolare della zona della microfessura in corrispondenza della cerniera del coperchio

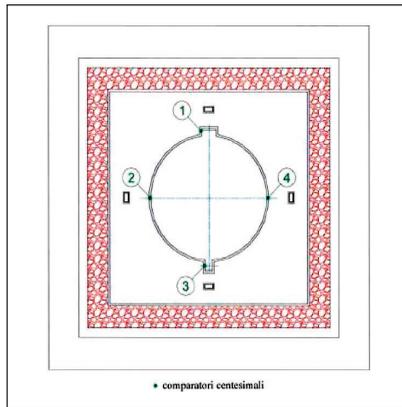
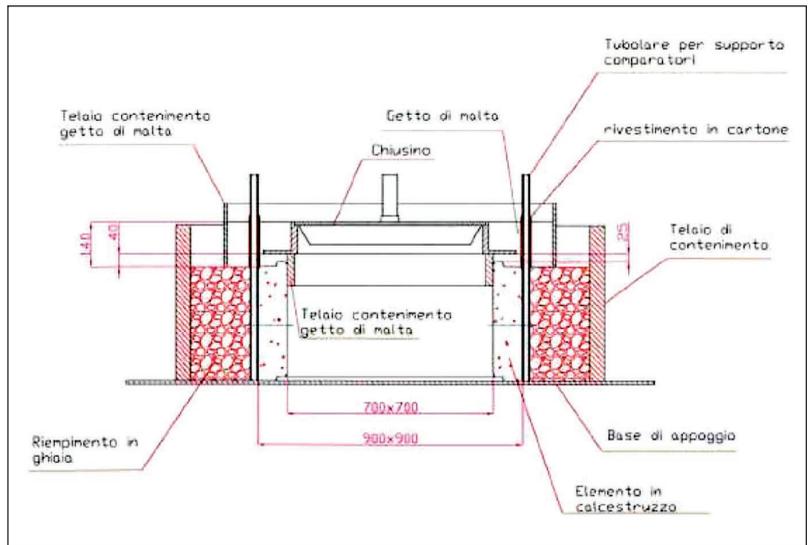


Figura 6: (a fianco e sopra a destra) disegno schematico del modello testato

perdita d'acqua da parte del getto stesso.

Dopo un'ora dal completamento del getto di malta è stato dato corso alla prova di carico ciclico, sottoponendo il sistema per un numero complessivo di 350.000 cicli ad una forza variabile da 0 a 100 kN alla frequenza di 1 Hz; il carico è stato applicato al centro del coperchio del chiusino con un tampone cilindrico di acciaio con diametro di 250 mm; tra tampone e coperchio è stato disposto un tappeto in gomma con durezza di 65/70 Shore A.

La pressione di alimentazione del cilindro è stata determinata nelle fasi preliminari della prova a mezzo di apposita attrezzatura provvista di cella di carico.

Per valutare il comportamento del campione nel corso della prova di carico ciclico sono stati rilevati gli abbassamenti del campione, rispetto ad un riferimento fisso (figura 4). Le misure sono state effettuate, per prestabiliti cicli di carico, in corrispondenza di 4 punti tra loro equidistanti posizionati lungo il bordo superiore del colletto cilindrico del chiusino.

RISULTATI DELLA PROVA

Come si evince dalla tabella 2, gli abbassamenti misurati nel corso della prova sono stati di modestissima entità sia in termini assoluti sia in termini di differenza tra le fasi di carico e scarico.

Secondo quanto riportato nel rapporto di prova dell'Istituto Giordano "Al termine della prova è stato

effettuato un accurato esame visivo del campione; in particolare, è stato esaminato il getto di malta sulla cui superficie in vista sono state individuate unicamente due microfessure con andamento radiale in corrispondenza della cerniera e della presa per l'apertura del coperchio" (figura 5).

PROVE DI CARICO SU MODELLO IN SCALA REALE CON IMPIEGO DI MALTA SUPERFIX 35F

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Il sistema sottoposto a prova è costituito da un pozzetto stradale con relativo chiusino; esso è composto da:

- base di appoggio del sistema, dimensioni 1800x1800 mm
- cassero di contenimento del sistema costituito da un telaio in pannelli in legno dimensioni interne 1360x1360 mm ed altezza 490 mm
- elemento in calcestruzzo per pozzetti stradali, dimensioni esterne 900x900 mm, altezza 360 mm e spessore di parete 100 mm
- ghiaia per il riempimento dello spazio tra il cassero di contenimento del sistema e l'elemento in calcestruzzo
- strato di sabbia per la rasatura superiore del riempimento in ghiaia
- chiusino in ghisa classe D400 disposto sull'elemento in calcestruzzo e sollevato di circa 40 mm rispetto al bordo superiore dello stesso elemento (simulazione di messa in quota del chiusino rispetto al piano stradale)
- getto di malta a indurimento rapido ERGELIT Superfix 35F per la messa in quota del chiusino
- telaio perimetrale di contenimento del getto di malta
- telaio di contenimento del getto di malta tra il bordo superiore dell'elemento per pozzetto e chiusino disposto all'interno dell'elemento per pozzetto.

Lo schema del modello testato è illustrato nella figura 6. Inoltre, in figura 7, è riportata la sequenza fotografica relativa ad alcune fasi di allestimento del sistema da testare.

Figura 7:



a) parte apicale del pozzetto nel cassero di contenimento



b) getto della malta a presa rapida



c) posizionamento del coperchio

REALIZZAZIONE DEL CAMPIONE

Sul pozzetto sono stati installati 4 pezzi di tubolare a sezione rettangolare per il supporto dei comparatori di misura degli abbassamenti nel corso della prova, come specificato al paragrafo “Modalità di esecuzione delle prove”.

Il campione è stato realizzato in data 9 dicembre 2008 presso i laboratori dell'Istituto Giordano a cura del committente in condizioni atmosferiche di tempo sereno con temperatura ambiente compresa tra 3°C (all'inizio della realizzazione) e 4°C (al termine della realizzazione) e umidità relativa variabile dal 95% (all'inizio della realizzazione) all'85% (al termine della realizzazione).

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova di carico ciclico è stata utilizzata la seguente apparecchiatura:

- telaio di contrasto
- cilindro oleodinamico con capacità di carico max pari a 500 kN
- centralina idraulica di alimentazione del cilindro oleodinamico
- cella di carico per l'individuazione della pressione di alimentazione del cilindro oleodinamico
- 4 comparatori centesimali per la misura degli abbassamenti del sistema durante la prova

- termoisolante per la misura della temperatura e dell'umidità relativa dell'aria.

Per l'esecuzione della prova di carico statico fino a 150 kN – a meno della cella di carico con portata di 200 kN sostituente quella per l'individuazione della pressione di alimentazione del cilindro oleodinamico – è stata utilizzata la medesima apparecchiatura della prova di carico ciclico.

Infine, per lo svolgimento della prova di carico statico fino a 650 kN – a meno della cella di carico con portata di 2000 kN sostituente quella con portata di 200 kN – è stata utilizzata la medesima apparecchiatura della prova di carico statico fino a 150 kN.

MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE

Prova di carico ciclico

Terminata la realizzazione del campione si è atteso l'indurimento del getto di malta, quindi è stato rimosso il telaio di contenimento del getto disposto all'interno dell'elemento in calcestruzzo ed è stato posato il coperchio del chiusino.

Dopo un'ora dal completamento del getto di malta è stato dato corso alla prova di carico ciclico, sottoponendo il sistema per un numero complessivo di 350.000 cicli ad una forza variabile da 0 a 100 kN alla frequenza rispettivamente di 1 Hz per i primi 100 cicli e 0,7 Hz per i restanti cicli.



Figura 8: Comparatori centesimali disposti lungo il bordo del colpetto cilindrico del chiusino

Il carico è stato applicato al centro del coperchio del chiusino con un tampone cilindrico di acciaio con diametro di 250 mm; tra tampone e coperchio è stato disposto un tappeto in gomma con durezza di 65/70 Shore A.

La pressione di alimentazione del cilindro è stata determinata nelle fasi preliminari della prova a mezzo di apposita attrezzatura provvista di cella di carico. Per valutare il comportamento del campione nel corso della prova di carico ciclico sono stati rilevati gli abbassamenti del campione, rispetto ad un riferimento fisso. Tali misure sono state effettuate, per prestabiliti cicli di carico, in corrispondenza di 4 punti tra loro equidistanti posizionati lungo il bordo superiore del colletto cilindrico del chiusino (figura 8).

Prova di carico di tipo statico fino a 150 kN

Al termine della prova di carico ciclico è stata effettuata sullo stesso modello una prova di carico statico secondo la seguente procedura:

- 1) carico fino a 50 kN con una velocità di 1kN/s e rilievo degli abbassamenti al raggiungimento del carico di 50 kN
- 2) dopo 60 s, carico fino a 100 kN con una velocità di 1kN/s e rilievo degli abbassamenti al raggiungimento del carico di 100 kN
- 3) dopo 60 s, carico fino a 150 kN con una velocità di 1kN/s e rilievo degli abbassamenti al raggiungimento del carico di 150 kN
- 4) mantenimento del carico massimo di 150 kN per 10 min e, successivamente, rilievo degli abbassamenti

Abbassamenti in corrispondenza dei punti di misura relativi alla prova di carico ciclico – ERGELIT Superfix 35F

Numero cicli	Temperatura ambiente (°C)	Umidità relativa ambiente (%)	Stato campione	Abbassamenti rispetto al ciclo 0 (mm)			
				Punti di misura			
				1	2	3	4
0	4,1	83,5	Scarico	0,00	0,00	0,00	0,00
1	4,1	83,5	Carico	0,05	0,00	0,01	0,04
			Scarico	0,04	0,00	0,01	0,02
10	4,1	83,5	Carico	0,05	0,01	0,02	0,06
			Scarico	0,05	0,01	0,02	0,06
100	4,1	83,5	Carico	0,05	0,01	0,05	0,12
			Scarico	0,05	0,01	0,05	0,12
1.000	7,0	69,2	Carico	0,05	0,01	0,08	0,22
			Scarico	0,05	0,01	0,08	0,22
10.000	4,5	78,0	Carico	0,05	0,02	0,08	0,32
			Scarico	0,05	0,02	0,08	0,32
53.000	9,4	91,0	Carico	0,05	0,02	0,14	0,40
			Scarico	0,05	0,02	0,13	0,40
100.000	7,1	93,5	Carico	0,05	0,02	0,18	0,40
			Scarico	0,05	0,02	0,17	0,40
155.000	7,9	99,3	Carico	0,04	0,01	0,19	0,40
			Scarico	0,04	0,01	0,18	0,40
213.000	8,1	85,4	Carico	0,05	0,01	0,19	0,40
			Scarico	0,05	0,01	0,18	0,40
255.000	9,4	75,0	Carico	0,05	0,01	0,19	0,40
			Scarico	0,04	0,01	0,18	0,40
320.000	9,9	95,8	Carico	0,05	0,02	0,19	0,40
			Scarico	0,04	0,02	0,18	0,40
350.000	9,7	94,1	Carico	0,07	0,02	0,19	0,42
			Scarico	0,07	0,02	0,18	0,41

●●● Tabella 3

Abbassamenti in corrispondenza dei punti di misura relativi alla prova statica fino a 150 kN per il primo, secondo e terzo ciclo di carico – ERGELIT Superfix 35F						
Temperatura ambiente (°C)	Umidità relativa ambiente (%)	Stato campione	Abbassamenti (mm)			
			Punti di misura			
			1	2	3	4
Primo ciclo di carico						
5,5	95,0	Scarico	0,00	0,00	0,00	0,00
		Carico di 50 kN	0,00	0,00	0,00	0,00
		Carico di 100 kN	0,01	0,01	0,01	0,00
		Carico di 150 kN	0,10	0,01	0,02	0,04
		Dopo 10 min di permanenza al carico di 150 kN	0,11	0,01	0,02	0,04
		Carico di 100 kN	0,10	0,01	0,01	0,03
		Carico di 50 kN	0,10	0,01	0,01	0,03
Secondo ciclo di carico						
6,3	99,0	Scarico	0,00	0,00	0,00	0,00
		Carico di 50 kN	0,01	0,00	0,01	0,01
		Carico di 100 kN	0,01	0,01	0,02	0,03
		Carico di 150 kN	0,02	0,01	0,03	0,04
		Dopo 10 min di permanenza al carico di 150 kN	0,03	0,01	0,03	0,04
		Carico di 100 kN	0,02	0,01	0,02	0,04
		Carico di 50 kN	0,02	0,01	0,01	0,03
		Scarico	0,01	0,01	0,00	0,02
		Dopo 10 min dallo scarico	0,10	0,01	0,00	0,02
Terzo ciclo di carico						
7,0	95,0	Scarico	0,00	0,00	0,00	0,00
		Carico di 50 kN	0,01	0,00	0,01	0,00
		Carico di 100 kN	0,01	0,00	0,02	0,00
		Carico di 150 kN	0,02	0,00	0,03	0,02
		Dopo 10 min di permanenza al carico di 150 kN	0,03	0,00	0,03	0,02
		Carico di 100 kN	0,02	0,00	0,02	0,01
		Carico di 50 kN	0,00	0,00	0,02	0,01
		Scarico	0,00	0,00	0,01	0,00
		Dopo 10 min dallo scarico	0,00	0,00	0,01	0,00

●●● Tabella 4

5) scarico, seguendo a ritroso tutte le fasi e le modalità della fase di carico

6) effettuazione del secondo ciclo di carico-scarico seguendo le stesse modalità precedentemente descritte (dal punto 1 al punto 5)

7) allo scarico completo, effettuazione delle rilevazioni degli abbassamenti dopo 60 s e dopo 10 min

8) effettuazione del terzo e ultimo ciclo di carico-scarico seguendo le stesse modalità del secondo ciclo, allo scopo di verificare eventuali scostamenti rispetto al secondo ciclo.

Anche in tale prova sono stati misurati, per prestabiliti cicli di carico, gli abbassamenti in corrispondenza degli stessi punti di cui alla prova di carico ciclico.

Prova di carico di tipo statico fino a 650 kN

Dopo la prova di carico statico fino a 150 kN, sempre lo stesso modello è stato sottoposto ad una prova di carico fino a 650 kN. Il carico massimo, raggiunto in 65 s (velocità di carico di circa 10 kN/s), è stato mantenuto costante per 5 min, dopodichè si è proceduto allo scarico.



Figura 9. Campione al termine della prova di carico statico fino a 650 kN

RISULTATI DELLE PROVE

Prova di carico ciclico

I valori degli abbassamenti rilevati in corrispondenza dei 4 punti di misura, unitamente ai valori misurati di temperatura e umidità dell'aria, sono riportati nella tabella 3.

Secondo quanto riportato nel rapporto di prova dell'Istituto Giordano *“Durante la prova non si sono verificati cedimenti strutturali del campione”*.

Prova di carico statico fino a 150 kN

I valori degli abbassamenti rilevati in corrispondenza dei 4 punti, unitamente ai valori misurati di temperatura e umidità dell'aria, sono riportati nella tabella 4. Sempre secondo quanto riportato nel rapporto di prova dell'Istituto Giordano *“Durante la prova non si sono verificati cedimenti strutturali del campione”*.

Prova di carico statico fino a 650 kN

Nel rapporto di prova dell'Istituto Giordano è riportato quanto segue *“Nel corso della prova non si sono manifestate rotture di componenti del campione”* (figura 9).

TEST SUI PROVINI DI MALTA ERGELIT A INDURIMENTO RAPIDO

Come già riportato nella premessa, nelle operazioni di messa in quota dei chiusini è fondamentale ricorrere all'utilizzo di malte cementizie a indurimento rapido, capaci di sviluppare un'elevata resistenza meccanica in tempi brevi. Inoltre, tali malte devono essere durabili, quindi resistenti al gelo (oltre che ai carichi ciclici), impermeabili all'acqua e prive di cloruri.

Per i materiali a indurimento rapido, il Rapporto Tecnico UNI/TR 11256 – entrato a far parte del corpo normativo nazionale il 20 settembre 2007 – stabilisce al punto 5 “Materiali per la posa” i valori minimi della resistenza meccanica a compressione per fissati tempi di maturazione (si veda tabella 5). Sempre il citato rapporto stabilisce che i materiali a indurimento rapido devono garantire la durata e costanza nel tempo delle prestazioni.

CONFRONTO TRA LE RESISTENZE A COMPRESSIONE PROVINI DELLE MALTE ERGELIT E QUELLE DI CUI NEL RAPPORTO TECNICO UNI/TR 11256

Nella tabella 5 si riportano i valori delle resistenze a compressione delle malte a indurimento rapido ERGELIT Superfix 35F e Colata Rapid 40 (entrambe testate con il 13% di acqua sul peso secco del prodotto e alla temperatura di prova $T=20^{\circ}\text{C}$).

Per quanto la malta a indurimento rapido ERGELIT Superfix 35F, dalla tabella 5 si evince che i valori della resistenza a compressione per i diversi tempi di maturazione risultano essere maggiori a quelli minimi indicati nel suddetto rapporto. Sempre dalla stessa tabella si osserva che anche per la malta ERGELIT Colata Rapid 40 i valori della resistenza a compressione per i diversi tempi di maturazione risultano essere maggiori a quelli minimi indicati nel suddetto rapporto, a meno di quello riguardante la “resistenza a compressione dopo 24 ore”. Nonostante ciò, la prova di carico ciclico – descritta dettagliatamente nel relativo alla prova di carico ciclico su modello in scala reale con malta Colata Rapid 40 – ha dimostrato che tale malta è capace di resistere a carichi ciclici particolarmente gravosi (10 t) già dopo un'ora dal termine delle operazioni di messa in quota e a una temperatura iniziale ($T=12^{\circ}\text{C}$) inferiore a quella con cui sono stati testati i provini ($T=20^{\circ}\text{C}$).

Infine, nella tabella 6 si illustrano i risultati dei test svolti sulle citate malte riguardanti la resistenza al gelo, l'impermeabilità all'acqua e l'assenza di cloruri. I risultati ottenuti mostrano che entrambe le malte soddisfano il requisito richiesto dalla norma in merito alla resistenza al gelo/disgelo, presentano una modestissima profondità media di penetrazione dell'acqua all'interno del provino, contengono una percentuale di cloruri del tutto trascurabile.

CONCLUSIONI

Le prove di carico ciclico effettuate presso l'Istituto Giordano su un apposito modello in scala reale, costituito dalla parte apicale di un pozzetto completo di chiusino, hanno dimostrato che le malte a indurimento rapido ERGELIT Colata Rapid 40 e Superfix 35F sono capaci di resistere a severi carichi ciclici, equivalenti a quelli prodotti da un traffico veicolare di tipo pesante (automezzi), dopo appena un'ora dal termine delle operazioni di messa in quota, e con temperature durante le prove inferiori rispetto a quelle con cui sono stati testati i provini (al termine delle operazioni di messa in quota: $T=3\pm 4^{\circ}\text{C}$ per la Super-

Confronto tra le resistenze a compressione delle malte a indurimento rapido ERGELIT e quelle di cui nel Rapporto Tecnico UNI/TR 11256

Caratteristiche		Valori previsti dalla norma UNI/TR 11256	Valori della malta ERGELIT Colata Rapid 40	Valori della malta ERGELIT Superfix 35F
Resistenza a compressione	dopo 30 minuti	>1,5 N/mm ²	>6,0 N/mm ²	>10,0 N/mm ²
	dopo 1 ora	>8,0 N/mm ²	>12,0 N/mm ²	>20,0 N/mm ²
	dopo 24 ore	>35,0 N/mm ²	>27,0 N/mm ²	>45,0 N/mm ²
	dopo 28 giorni	>50,0 N/mm ²	>50,0 N/mm ²	>75,0 N/mm ²

●●● Tabella 5

Test svolti sulle malte a indurimento rapido ERGELIT riguardanti la resistenza al gelo, l'impermeabilità all'acqua e l'assenza di cloruri

Test	Norma di riferimento ed eventuali requisiti	Valori della malta ERGELIT Colata Rapid 40	Valori della malta ERGELIT Superfix 35F
Resistenza al gelo/disgelo con sale antighiaccio	Svolta secondo la norma UNI EN 1340:2004. Tale norma prevede una perdita di massa per unità di superficie valore <1,0 kg/m ² .	0,660 kg/m ²	0,025 kg/m ²
Impermeabilità all'acqua	Svolta secondo la norma UNI EN 12390-8:2002.	Profondità media su tre provini = 4.0 mm	Profondità media su tre provini = 2.5 mm
Assenza di cloruri nella malta	Svolta secondo la norma UNI EN 1015-17:2008.	<0,005%	<0,005%

●●● Tabella 6

fix 35F, T=12°C per la Colata Rapid 40). Inoltre, per la malta Superfix 35F i test di carico di tipo statico hanno messo in evidenza che essa è capace di resistere a carichi statici elevatissimi – ben 650 kN – senza mostrare alcun cedimento strutturale. Infine, le prove di compressione svolte su provini costituiti dalle citate malte hanno mostrato che i valori della resistenza a compressione per diversi tempi di maturazione della malta a indurimento rapido ERGELIT Superfix 35F risultano essere superiori a quelli indicati al punto 5 “Materiali per la posa” del Rapporto Tecnico UNI/TR 11256. Ciò vale anche per la malta a indurimento rapido ERGELIT Colata Rapid 40, tranne per il valore relativo alla resistenza a compressione dopo 24 ore. Nonostante ciò, la prova di carico ciclico ha dimostrato che la malta ERGELIT Colata Rapid 40 è capace di resistere a carichi ciclici particolarmente gravosi (10 t) già dopo un’ora dal termine delle operazioni di messa in quota dei chiusini e ad una temperatura di inizio prova inferiore a quella con cui sono stati testati i provini. Un’ultima considerazione riguarda l’impiego di personale specializzato (o almeno qualificato) per le operazioni di messa in quota dei chiusini. Infatti, per garantire una corretta installazione dei dispositivi di chiusura – oltre all’utilizzo di malte di elevata qualità,

quali quelle illustrate nel presente lavoro – è necessario che il personale che esegue i lavori di messa in quota possieda le necessarie capacità e l’esperienza. Ovviamente ciò comporta un costo orario maggiore rispetto a quello dell’impiego di un operaio comune ma anche, e soprattutto, un’ulteriore garanzia per la durata dell’opera. ●●●

DR. GIOVANNI GABELLI
giovi@nuovacontec.com

Titolare Nuova ConTec Snc azienda specializzata nella produzione e vendita di attrezzature per la pulizia, videoispezione e manutenzione reti fognarie.

È socio ASPI, l’Associazione degli Spurghisti Italiani, dove ha partecipato a gruppi tecnici. Delegato nazionale UNI al CEN CT 165 “Ingegneria della acque di scarico”, WG22.

DR. ING. ANTONIO MIGLIO
a.miglio@nuovacontec.com

Dottore di ricerca in Ingegneria Idraulica per l’Ambiente e il Territorio, ingegnere idraulico, Project Manager Nuova ConTec.

GLI AUTORI



Malte colabili monocomponenti premiscelate Ergelit, con fibre metalliche (Superfix 35F) e senza (Colata Rapid 40), senza ritiro, ideali per la messa in quota dei chiusini

I chiusini fuori livello rappresentano uno dei problemi più diffusi nei centri abitati dove maggiore è la presenza di tombini, sia per la circolazione stradale che per l'integrità della parte apicale dei pozzetti.

Le malte **Ergelit Superfix 35F** (con fibre metalliche) e **Colata Rapid 40** (senza fibre metalliche) rappresentano la soluzione specifica e ideale a questi problemi. Esse consentono di effettuare interventi di messa in quota di chiusini in tempi rapidi e in modo estremamente efficace, garantendo elevate resistenze meccaniche e durabilità.

Le malte **Ergelit Superfix 35F** e **Colata Rapid 40** si caratterizzano per

- una notevole facilità di lavorazione e posa in opera;
- un rapido indurimento;
- un'elevata resistenza alla compressione;
- un'elevata resistenza al gelo e al sale stradale;
- un'elevata durabilità;
- un ripristino immediato consentendo una rapida riapertura al traffico (dopo solo 1 ora!).

Confezione: sacchi da 25 kg, bancale da 1050 kg



Le malte **Ergelit Superfix 35F** e **Colata Rapid 40** sono state sottoposte a test di carico presso l'**Istituto Giordano** – un ente terzo ufficialmente riconosciuto dal Ministero dei Lavori Pubblici per le prove sui materiali e accreditato Sincert – che ha certificato:

- il modesto intervallo temporale (solo 1 ora!) intercorrente tra la fine delle operazioni di messa in quota e la riapertura al traffico;
- la perfetta efficienza strutturale di entrambe le malte dopo essere state sottoposte a gravosi carichi ciclici – 350.000 cicli di carico-scarico con carico ciclico variabile da 0 a 100 kN con frequenze comprese tra 0,7 e 1,0 Hz;
- la perfetta efficienza strutturale della malta Ergelit Superfix 35F dopo essere stata sottoposta a elevatissimi carichi statici, fino a 650 kN.

