



Viadotto Sfalassà

La durabilità nel ripristino del calcestruzzo armato

Il ripristino e la protezione di una struttura in calcestruzzo armato è un'operazione che richiede conoscenze specifiche in tutte le sue fasi, dalle indagini preliminari per valutare lo stato dell'opera fino alla realizzazione dell'intervento, da eseguire con tecniche e materiali idonei. Un esempio di grande sinergia tra tutte queste componenti è l'intervento di recupero del Viadotto Sfalassà, sull'autostrada A3 Salerno-Reggio Calabria, effettuato tra il 2010 e il 2012.

Il viadotto è il ponte ad arco portale spingente più alto d'Italia, nonché uno dei più alti d'Europa. Progettato dall'ing. Silvano Zorzi nel 1967 e costruito tra il 1968 e il 1972, è alto dal fondo valle circa 250 m. È composto da

pile cave in calcestruzzo e da una campata centrale in acciaio di 376 m di luce, poggiata su due puntoni inclinati che confluiscono nelle pile principali e determinano la struttura a portale spingente.

L'intervento di ripristino del calcestruzzo ha riguardato le superfici interne ed esterne delle pile 3 e 4, alte circa 130 m dallo spiccato di base. Sono le pile più elevate e, dovendo collaborare anche con il telaio centrale in fase di esercizio, garantiscono un'enorme funzione statica.

L'intervento di ripristino

Le indagini preliminari hanno evidenziato di-



verse cause di degrado:

- il differenziale termico tra l'ambiente esterno e l'interno della pila e il ritiro del calcestruzzo – contrastato dalla struttura di fondazione e dalla successione dei getti – avevano generato uno stato fessurativo verticale, nei primi 25 m circa, che si è accentuato negli anni fino ad assumere in alcuni casi una caratteristica passante sui 4 lati;
- la vicinanza al mare aveva causato la corrosione delle armature, dovuta alla presenza dei cloruri.

Tenendo in considerazione questi dati è stato progettato l'intervento di ripristino, da effettuarsi in varie fasi:

- Idrodemolizione a profondità variabile di tutto il calcestruzzo ammalorato.
- Risanamento di tipo strutturale dei primi 30 m della pila, per ridare la necessaria integrità al calcestruzzo. L'intervento è stato eseguito sigillando le principali fessure e realizzando il nuovo intonaco di rivestimento con malta

cementizia strutturale armata con una maglia metallica.

- Risanamento dello spessore di copriferro utilizzando una malta cementizia strutturale per tutta l'altezza delle pile, ad esclusione dei primi 30 m.
- Protezione delle armature dalla corrosione nella parte inferiore ed esterna della pila, effettuata applicando anodi interni di zinco per la protezione catodica galvanica dell'acciaio nel calcestruzzo;
- Protezione finale di tutte le superfici esterne con una rasatura cementizia elastica in grado di incrementare la durabilità della struttura anche in presenza di agenti aggressivi, come carbonatazione e cloruri.

Tutti i prodotti utilizzati sono stati scelti tra quelli certificati secondo la norma europea EN 1504 "Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità".



IN PRIMO PIANO

MAPEGROUT EASY FLOW

Malta monocomponente tissotropica fibrorinforzata, a ritiro compensato e resistente ai solfati. È particolarmente indicata per il ripristino di strutture degradate in calcestruzzo mediante intonacatrici. MAPEGROUT EASY FLOW non indurisce nei tubi della pompa: è possibile perciò eseguire con estrema sicurezza il ripristino di superfici verticali anche notevolmente estese e pompare anche per lunghe distanze. Dopo l'indurimento, resiste all'aggressione dei sali solfatici, è impermeabile all'acqua e aderisce perfettamente alle superfici in calcestruzzo, purché ben preparate. Può contribuire all'assegnazione della certificazione LEED per un massimo di 2 punti.



Questa norma fornisce validi strumenti per ottimizzare l'intervento di ripristino, escludendo l'approccio semplicistico secondo il quale è sufficiente eliminare il materiale degradato e sostituirlo con un qualsiasi prodotto.

L'apporto di Mapei

Grazie alla pluriennale esperienza nel campo del ripristino delle grandi infrastrutture, Mapei ha fornito tutti i materiali per il ripristino del calcestruzzo:

- Per il ripristino delle superfici interne è stato impiegata MAPEGROUT 430, malta premiscelata tissotropica fibrorinforzata a media resistenza meccanica, applicata a spruzzo con una macchina intonacatrice. Il prodotto risponde alla norma EN 1504 e soddisfa i requisiti richiesti dalla EN 1504 - parte 3 per le malte strutturali di classe R3.

- La finitura e la protezione delle superfici interne è stata realizzata applicando ELASTOCOLOR PITTURA, prodotto elastomerico protettivo antifessurazione in

accordo alla EN 1504-parte 2 per quanto riguarda i coating.

- Per la protezione catodica galvanica delle armature è stato utilizzato MA-PESHIELD I, anodo di zinco puro per la protezione delle armature del calcestruzzo contro la corrosione. Gli anodi sono composti da un'anima di zinco multistrato ad elevata superficie, ricoperta da una speciale pasta conduttiva che la mantiene attiva nel tempo. Dopo il collegamento con le armature attraverso connessioni metalliche, all'interno del materiale cementizio, tra l'acciaio e lo zinco, si genera una differenza di potenziale che blocca il processo corrosivo e ne impedisce la formazione anche quando l'ambiente circostante è particolarmente aggressivo per la presenza di cloruri. Infatti quando due diversi metalli sono immersi in un adeguato elettrolita (calcestruzzo), quello con il potenziale elettrico più negativo (zinco) si ossida, mentre quello con il potenziale meno negativo (acciaio delle barre) rimane protetto dalla corrosione.

Incremento significativo della durabilità delle strutture con MAPELASTIC GUARD

MAPELASTIC GUARD è una malta cementizia elastica applicata a spruzzo. Molto resistente alle aggressioni chimiche, protegge efficacemente il calcestruzzo dalla penetrazione della CO₂ (carbonatazione) dei cloruri.

L'anidride carbonica (CO₂) penetra nel calcestruzzo secondo un andamento parabolico:

$$x = K \cdot t^{1/2}$$

dove:

x è lo spessore di calcestruzzo penetrato dalla CO₂

K è il coefficiente di diffusione della CO₂

t è il tempo di esposizione all'atmosfera contenente CO₂.

Sapendo che il valore del coefficiente K dipende principalmente dalle caratteristiche del calcestruzzo, attraverso prove sperimentali effettuate dai laboratori di Società Autostrade per l'Italia, tale coefficiente è stato misurato per calcestruzzi aventi rapporto a/c 0,5 e 0,6.

I risultati mostrano un valore medio di K pari a 7,6 per un calcestruzzo con rapporto a/c di 0,5 e un valore di 8,0 per un calcestruzzo con rapporto a/c di 0,6.

Supponendo un copriferro $X=30$ mm e sostituendo nell'equazione $x = K \cdot t^{1/2}$ tali valori si ha:

$$t_{dis} = \sim 15,6 \text{ anni (a/c = 0,5)}$$

$$t_{dis} = \sim 14 \text{ anni (a/c = 0,6)}$$

che rappresentano il tempo (t) che impiegherebbe la carbonatazione a penetrare tutto il copriferro.

Le stesse prove sono state effettuate su campioni di calcestruzzo protetti con MAPELASTIC GUARD dando un valore K compreso tra 0,25 e 0,29. Assumiamo un valore medio di 0,27 e adottiamo la solita formula:

$$x = K \cdot t^{1/2}$$

dove x , in questo caso, è lo spessore di MAPELASTIC GUARD (2 mm).

Applicando questa malta cementizia elastica sulla superficie del calcestruzzo, è possibile incrementare la durabilità della struttura, contrastando efficacemente la penetrazione della CO₂ per un periodo superiore a 50 anni. Questo significa anche che 2 mm di MAPELASTIC GUARD corrispondono a più di 50 mm di copriferro realizzato con un calcestruzzo con rapporto a/c di 0,5.

I prodotti sono in accordo con quanto descritto nella norma EN 12696 "Protezione catodica dell'acciaio nel calcestruzzo".

Con questo sistema è possibile proteggere le barre anche nel caso in cui non sia stato possibile rimuovere completamente i cloruri dal supporto a causa dell'elevata profondità di penetrazione.

- Ripristino di tutte le superfici esterne delle pile mediante l'applicazione a spruzzo di MAPEGROUT EASY FLOW, malta premiscelata tissotropica fibrorinforzata, ad elevate resistenze meccaniche, a ritiro compensato e resistente ai solfati (presenti anche nell'acqua di mare).

Questa tipologia di malta si è dimostrata particolarmente adatta in quanto applicabile anche in forte spessore senza la necessità di posizionare casseri.

Anche in questo caso, il prodotto risponde alla norma EN 1504 e soddisfa i requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-parte 3 per le malte strutturali di classe R4.

- La protezione finale di tutte le su-

perfici esterne è stata realizzata con MAPELASTIC GUARD, malta cementizia elastica applicata a spruzzo.

MAPELASTIC GUARD risponde ai principi definiti nella norma EN 1504 ed ai requisiti minimi richiesti dalla norma EN 1504 - parte 2 per quanto riguarda i coating.

In conclusione si può affermare che un corretto approccio al recupero del calcestruzzo armato, a partire dalla diagnosi delle cause di degrado, insieme a una progettazione eseguita con cura e a una riparazione realizzata con il giusto sistema di prodotti certificati, permette di raggiungere un livello di durabilità elevato.

Ing. Achille Rilievi. Responsabile controllo qualità lavori e materiali Autostrada SA/RC

Ing. Mario Beomonte. Direttore lavori 5° Macrolotto

Ing. Claudio Muller. Progettista dei Viadotti del 5° Macrolotto

Ing. Federico Laino. Assistenza Tecnica Edilizia Mapei SpA

Per quanto riguarda le aggressioni da cloruri, secondo la certificazione dell'Istituto danese COWI (Consultancy within Engineering, Environmental Science and Economics), 2,5 mm di spessore di MAPELASTIC GUARD corrispondono a 30 mm di copriferro realizzato con un calcestruzzo avente rapporto a/c pari a 0,45.



FOTO 1. Posizionamento di una nuova armatura sulla superficie idrodemolita.

FOTO 2. Posizionamento degli anodi sacrificali MAPESHIELD I 30/20.

FOTO 3. Applicazione e irruvidimento della prima mano di MAPEGROUT EASY FLOW.

FOTO 4. Applicazione della seconda mano di MAPEGROUT EASY FLOW.

FOTO 5. Applicazione a spruzzo di MAPELASTIC GUARD.

Scheda tecnica

Periodo di costruzione: 1968-1972

Periodo di intervento: 2009-2012

Intervento Mapei: fornitura di prodotti per il ripristino di calcestruzzo

Progettista: IN.CO Ingegneri

Consulenti: ingg. Silvano Zorzi, Lucio Lonardo, Sabotino Procaccia

Committente: ANAS SpA

Impresa: Consorzio Impregilo SpA/Condotte d'acqua SpA

Direttore lavori: Cilento Ingegneria Srl

Impresa di posa: Mosconi Srl

Coordinamento Mapei: Pasquale Zaffaroni, Achille Carcagni, Fiorella Rodio, Federico Laino, Michele Malvasi, Luigi Calogiuri, Giovanni Rinaldi (Mapei SpA)