

Interventi specifici su Pile Snelle

Perimetro di Intervento

- ✓ A valle dello studio condotto sulla vulnerabilità all'urto da parte dei mezzi pesanti si è convenuto di intervenire sulla tipologia di cavalcavia «A - portale senza architrave» ;

Descrizione Interventi Tipologia A

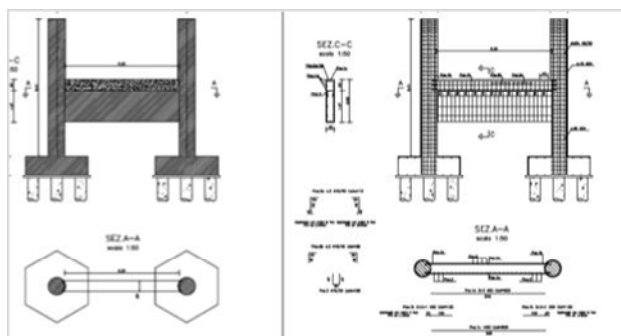
- ✓ La tipologia A è il tipo di cavalcavia avente pile a sezione circolare in assenza di architrave superiore.
- ✓ In alcuni cavalcavia si distingue la presenza di un traverso di irrigidimento tra le elevazioni già presente all'epoca di primo impianto.
- ✓ su di essi è pertanto possibile intervenire in modo "diretto" sulla struttura mediante un intervento che, a seconda della presenza o meno del traverso esistente, si esplicita rispettivamente in un rialzamento di quest'ultimo o nella realizzazione di un traverso ex novo.

Cavalcavia con traverso esistente

Intervento di rialzamento traverso esistente 1.1

Si prevedono le seguenti lavorazioni:

- ✓ Idrodemolizione dell'estradosso del traverso esistente per uno spessore medio di 3cm (estensione intervento pari al 100% della superficie);
- ✓ Posa in opera di armatura aggiuntiva opportunamente inghisata alla struttura esistente, cassetatura e getto di un setto di calcestruzzo tipo CE ($R_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$) per uno spessore medio pari a 40cm pari a quello del traverso esistente.

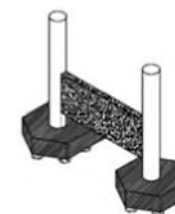
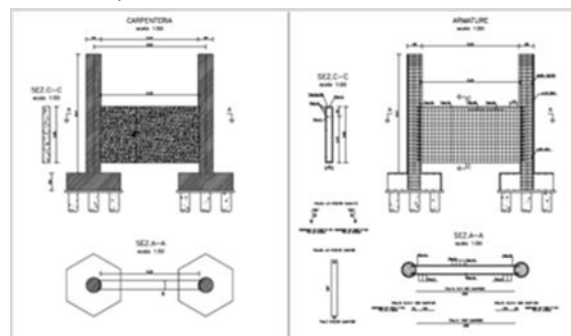


Cavalcavia senza traverso esistente

Intervento di realizzazione traverso 1.2

Si prevedono le seguenti lavorazioni:

- ✓ Scavo a sezione obbligata fino a scoprire l'estradosso della fondazione;
- ✓ Asportazione del calcestruzzo ammalorato di una fascia interna della superficie laterale delle elevazioni e per un'altezza variabile (1.50 m dal piano di rotolamento);
- ✓ Posa in opera di armatura aggiuntiva opportunamente inghisata alla struttura esistente, cassetatura e getto di un setto di calcestruzzo $R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$;
- ✓ Ripristino mediante malta cementizia tipo "MT1" sp. medio 4 cm lungo le pareti delle elevazioni a ridosso del nuovo getto;
- ✓ Riposizionamento terreno di scavo.



Protezione con Verniciatura Trave in Acciaio - Caratteristiche difetto e tecniche di intervento

Difetto per strutture in acciaio:

- ✓ **Ossidazione/corrosione strutture in acciaio:** ossidazione travi o trasversi come conseguenza distacco vernice protettiva;

Cause:

- ✓ cattiva esecuzione verniciatura di primo impianto;
- ✓ malfunzionamento sistema raccolta acque;



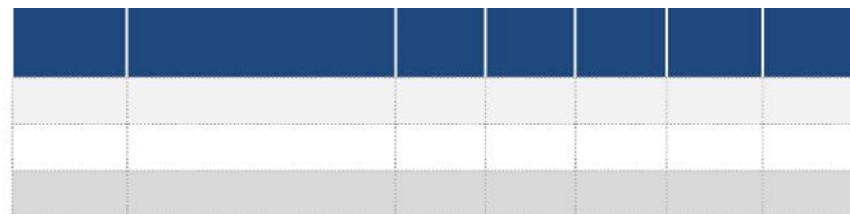
Sfogliamento vernice trave di bordo



Ossidazione travi

Intervento di Verniciatura

- ✓ Sabbatura impalcato;
- ✓ Ciclo di verniciatura acciaio;



Prima mano verniciatura trave Impalcato riverniciato

Zona cerniere cavalcavia struttura mista - Caratteristiche difetto

Caratteristiche del Difetto

- ✓ Corrosione con riduzione di sezione dell'anima della trave portata;
- ✓ Corrosione con riduzione di sezione dei fazzoletti di collegamento;
- ✓ Corrosione con riduzione di sezione deformazione delle piastre di collegamento;
- ✓ Corrosione perni di collegamento;
- ✓ Corrosione bulloni;

Cause:

- ✓ Fenomeni di carattere chimico (attacco dei cloruri);
- ✓ Fenomeni di carattere fisico (cicli di gelo e disgelo) legati anche alle caratteristiche climatiche;

Correlazioni:

- ✓ Malfunzionamento giunti e percolazione acqua di piattaforma;



Corrosione cerniera



Anima trave in zona cerniera forata



Inizio corrosione cerniera



Anima trave in zona cerniera forata



Particolare inizio corrosione

Zona cerniere cavalcavia struttura mista - Tecniche di intervento

Tecniche di intervento: Interventi su altre tipologie di giunti in zona cerniera

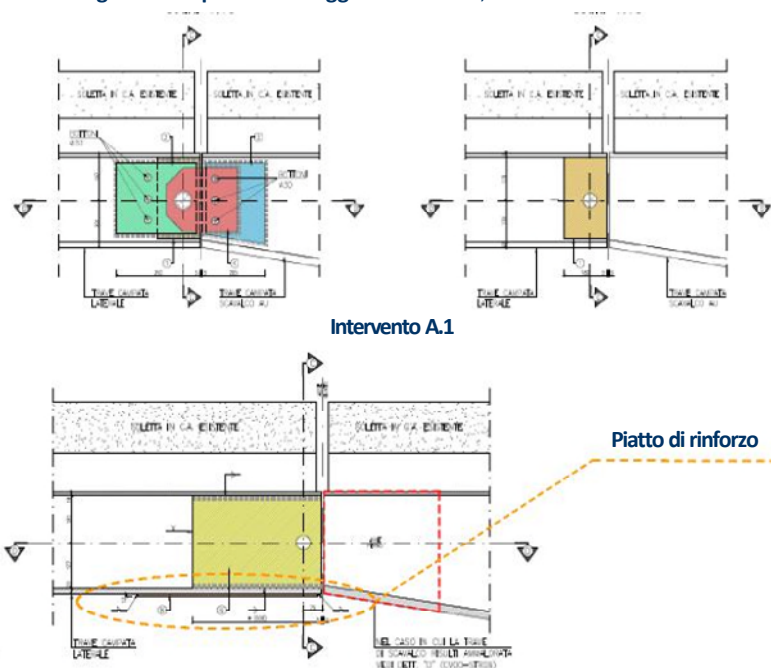
Ripristino della funzionalità statica del collegamento

Intervento A.1:

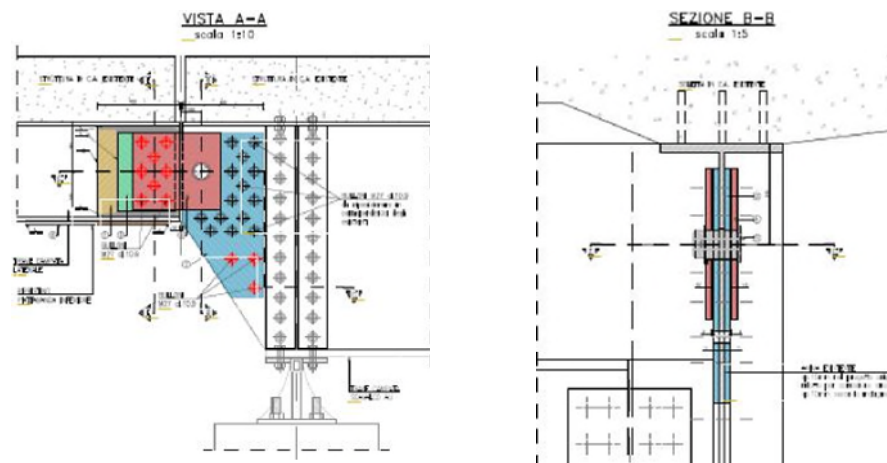
- ✓ Posizionamento **torrini e presa di carico** per sostenere le campate laterali portate;
- ✓ **Taglio di una porzione degradata dell'anima** della trave portata e ripristino della zona mediante saldatura di testa;
- ✓ Saldatura tramite cordoli e bottoni di piatti **in sovrappessore** sia sulla trave portata sia sulla trave portante;
- ✓ Saldatura tramite cordoli e bottoni delle **nuove piastre di cerniera**;
- ✓ Inserimento del **nuovo perno**.

Intervento A.2:

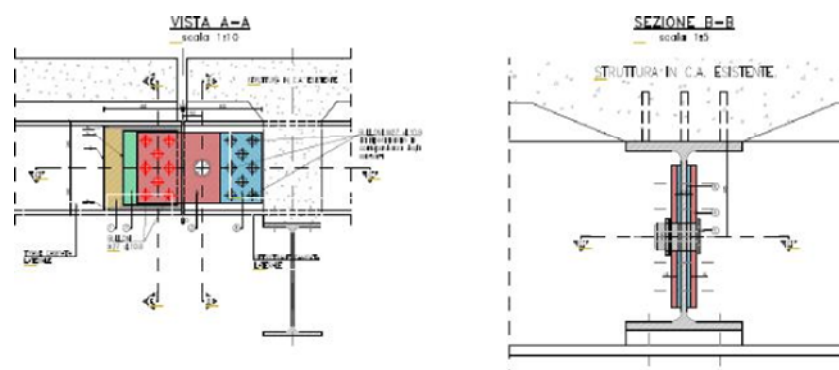
- ✓ L'unica differenza rispetto all'intervento **A.1** è la seconda fase: verrà **tagliata una porzione maggiore di anima**;



Intervento A.2 – Porzione maggiore di anima da sostituire

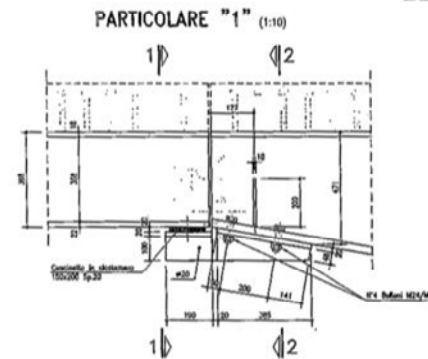
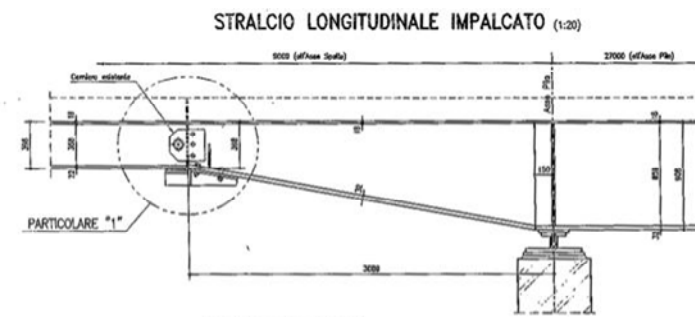
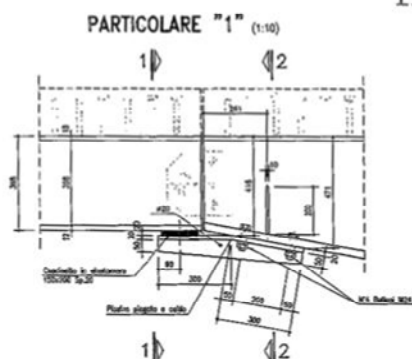
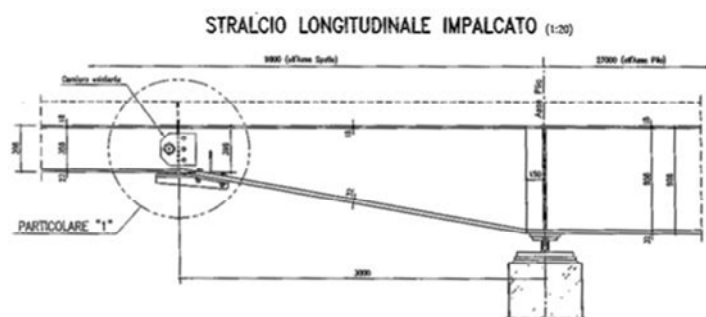


Cerniera con trave portante molto più grande della portata



Cerniera in corrispondenza della trave di spina

Zona cerniere cavalcavia struttura mista - Installazione piastra sull'ala inferiore



Tipologia 1- Piastra coprigiunto piegata a caldo Tipologia 2 - Piastra coprigiunto con elementi saldati

Opportunità di installare le piastre coprigiunto, utilizzate in fase di getto durante la costruzione, come elemento di presidio per eventuali successivi interventi di manutenzione

Caratteristiche difetti

Caratteristiche del Difetto

- ✓ **Calcestruzzo Ammalorato:** tale definizione indica diversi fenomeni di deterioramento sulla superficie del cls. Genericamente, con il termine "ammaloramento" vengono indicati fenomeni come scagliamento, porosità, perdita di coesione, rigonfiamento reale o apparente.
- ✓ **Cls lievemente ammalorato:** in questo caso è degradata la parete corticale del calcestruzzo, con profondità di contaminazione / degrado minore di 5mm
- ✓ **Cls mediamente ammalorato - degrado compreso tra 5 e 40 mm:** in questo caso gli ammaloramenti possono interessare zone limitate dei singoli elementi strutturali (ammaloramenti localizzati), o riguardare la totalità delle strutture. La profondità del degrado può essere tale da interessare tutto o parte del copriferro fino a coinvolgere anche l'armatura;
- ✓ **Cls profondamente ammalorato - degrado oltre i 40 mm:** in questo caso l'ammaloramento coinvolge ampie aree del manufatto, si interessano quasi sicuramente le armature, e l'intervento assume rilevanza strutturale;

Cause:

- ✓ Fenomeni di carattere chimico (carbonatazione o attacco dei cloruri)
- ✓ Fenomeni di carattere fisico (cicli di gelo e disgelo) legati anche alle caratteristiche climatiche;

Correlazioni:

- ✓ Dilavamento: fase anteriore di degrado
- ✓ Riduzione sezione resistente del cls: fase successiva di ammaloramento
- ✓ Cls Ammalorato su testate travi: fase successiva di ammaloramento sulle travi



Cls in distacco con armatura scoperta



Correlazioni: Cls ammalorato e distaccato con armatura scoperta (V.tto Alento)



Cls dilavato Cls ammalorato in superficie Cls con ammaloramento medio



Tipologici interventi di ripristino

Tecniche di intervento:

Ammaloramento lieve:

- ✓ Rasature con malte cementizie - spessore millimetrico (1-8 mm); **Ammaloramento medio (10-50 mm):**
- ✓ Elementi strutturali verticali ed intradosso di elementi orizzontali: Ripristini di ammaloramenti localizzati o globali mediante applicazione a spruzzo di Malte tixotropiche (MT1, MT2, MT3) tramite macchina intonacatrice;
- ✓ Estradosso di elementi strutturali orizzontali: ripristino per collaggio utilizzando malte fluide tipo MC;

Ammaloramento profondo (50-100 mm):

- ✓ Collaggio su superfici orizzontali con cls espansivi alle brevi stagionature, a stabilità volumetrica alle lunghe stagionature (CE, CS, CF);
- ✓ Collaggio per incamiciatura entro cassero di calcestruzzi (CE, CS, CF);



Ripristino di Travi con Malta MT1.

Intervento A:

Ripristino di calcestruzzo lievemente ammalorato con rasatura

- ✓ Preparazione del supporto mediante sabbiatura o idrosabbiatura;
- ✓ Rasatura con malta, cementizia, polimero modificata, di "tipo MR2", per rasature grosse per uno spessore di 8 mm, premiscelata, tixotropica, bicomponente;
- ✓ Posa in opera di rivestimento protettivo tipo "PP", elastico a base poliuretanica, spess.250 micron;

N.B. Tutte le lavorazioni sono da intendersi estese al 100% delle superfici

Intervento B:

Ripristino di calcestruzzo mediamente ammalorato con malta MT1 sp 5 cm:

- ✓ Asportazione del calcestruzzo ammalorato tramite idrodemolizione per uno spessore pari a 5 cm estensione al 30% delle superfici;
- ✓ Ripristino con Malta cementizia tipo MT1, premiscelata, tixotropica, ad espansione contrastata in aria, con ritentore d'umidità liquido, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili caratterizzate da lunghezza 12 mm, diametro 14 µm, resistenza a trazione 1.700 MPa, modulo elastico 72.000 Mpa, per uno spessore pari a 5 cm ed estensione al 30% delle superfici;
- ✓ Ravvivatura delle superfici non soggette a ripristino (70% delle superfici);
- ✓ Applicazione di protettivo filmogeno tipo PP (100% delle superfici);

Intervento C:

Ripristino di calcestruzzo profondamente ammalorato mediante incamiciatura sp. 8 cm:

- ✓ Asportazione del calcestruzzo ammalorato tramite idrodemolizione per uno spessore pari a 5 cm;
- ✓ Casseratura e getto in calcestruzzo fibrorinforzato tipo CF, per uno spessore pari a 8 cm;
- ✓ Posa in opera di rivestimento protettivo tipo "PP", elastico a base poliuretanica, spess 250 micron;

N.B. Tutte le lavorazioni sono da intendersi estese al 100% delle superfici.

L'intervento è da considerarsi con finalità conservativa e non strutturale

Caratteristiche difetti e tipici interventi di ripristino

Caratteristiche del Difetto

- ✓ **Descrizione:** lo "scoprimento" dell'armatura indica la mancanza del cls di ricopertura e quindi spesso compare abbinato ai difetti del cls; l'ossidazione dell'armatura è una diretta conseguenza dello scoprimento.
- ✓ **Cause:** la mancanza di ricopertura è causata dal deterioramento del cls oppure da errori in fase esecutiva o da cause accidentali; l'ossidazione è causata dal contatto con l'aria e facilitata dalla presenza di acqua; è da notare che nel caso di cls porosi in ambienti aggressivi (carbonatazione) è l'ossidazione dell'armatura che rigonfiando genera il distacco del cls e quindi lo scoprimento.

Correlazioni:

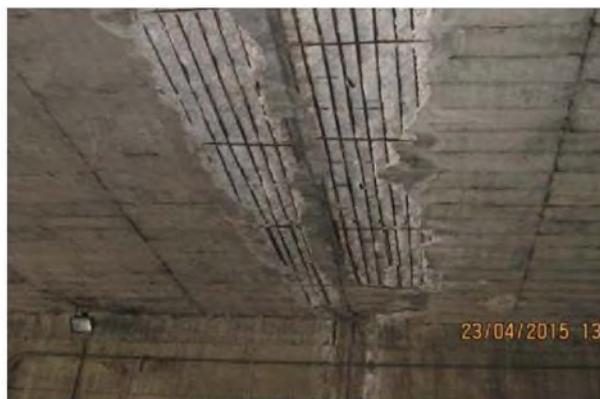
✓ lesioni in corrispondenza ferri d'armatura:

fase anteriore di degrado, il difetto si riferisce ad un gruppo di lesioni, spesso ripetute ad intervalli regolari, che sembrano riprodurre la disposizione dei ferri di armatura;

✓ Riduzione sezione armatura:

quando l'ossidazione dei ferri di armatura delle strutture in c.a. supera lo strato superficiale, si parla di una riduzione di sezione delle barre. Va ovviamente riportata in questo difetto anche la rottura dei ferri, rappresentando lo stadio ultimo di riduzione di sezione.

Principali Difetti



Armatura scoperta e ossidata Armatura scoperta con voto 40 Riduzione di sezione armatura

Intervento B1:

Ripristino di cls degradato con armatura scoperta con malta MT1 sp 5 cm:

- ✓ Asportazione del calcestruzzo ammalorato tramite idrodemolizione per uno spessore pari a 5 cm estensione al 30% delle superfici, comprensivo di sabbiatura riposizionamento dell'armatura scoperta;
- ✓ Passivazione dei ferri di armatura eseguita mediante applicazione di malta cementizia monocomponente penetrabile a base di leganti idraulici, polveri silicee, inibitori di corrosione e dispersione di polimeri acrilici;
- ✓ Ripristino con Malta cementizia tipo MT1, spessore pari a 5 cm ed estensione al 30% delle superfici;
- ✓ Ravvivatura delle superfici non soggette a ripristino (70% delle superfici);
- ✓ Applicazione di protettivo filmogeno tipo PP (100% delle superfici);

Ripristino di cls profondamente ammalorato ed armatura scoperta in vista corrosa e a tratti anche rotta mediante incamiciatura sp. 10 cm con cls SCC e reintegro delle armature :

- ✓ Asportazione del calcestruzzo ammalorato tramite idrodemolizione per uno spessore pari a 5 cm estensione intervento 100%;
- ✓ Posa di nuova armatura in acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C e staffe con sovrapposizione saldata;
- ✓ Casseratura e getto mediante cls autocompattante tipo "SCC" avente $R_{ck} \geq 67 \text{ MPa}$ (spessore medio 10 cm), estensione intervento 100%;

Efflorescenze, macchie di umidità e tracce di scolo - Caratteristiche difetto ed interventi tipici di ripristino

Caratteristiche del Difetto

✓ **Efflorescenze:** il difetto si presenta come delle macchie o come dei cordoni bianchi sulla superficie del cls, generalmente all'intradosso delle strutture. La colorazione bianca è dovuta al fatto che le efflorescenze sono costituite dalla sedimentazione di carbonato di calcio.

✓ **Cause:** il difetto è generato dal passaggio di acqua aggressiva o attraverso il cls (per porosità o lesioni) o, più raramente, sulla sua superficie ed è dovuto a fenomeni locali di carbonatazione.

Correlazioni:

✓ **Macchie di umidità:** la presenza di umidità penetrata attraverso il cls, è tipica degli elementi orizzontali (ad es. le solette) anche se talvolta è presente sulle pareti verticali per particolari percorsi trovati dall'acqua (ad es. per la presenza di sacche di acqua a tergo delle spalle o di pile cave). oltre la porosità del materiale, sono concause la mancata od imperfetta impermeabilizzazione, le irregolarità dello smaltimento delle acque, la imperfetta tenuta dei giunti.

✓ **Tracce di scolo:** difetto generato dal ripetuto passaggio dell'acqua sulla superficie dell'elemento interessato; è un difetto tipico delle pareti verticali, ma è rilevabile anche in strutture orizzontali, come ad esempio gli sbalzi di soletta, quando l'acqua proveniente dal coronamento ristagna al loro intradosso. Tra le cause la mancata od imperfetta impermeabilizzazione, le irregolarità dello smaltimento delle acque, la imperfetta tenuta dei giunti, ed altre legate a particolari esecutivi come l'assenza di gocciolatoi.

Intervento A1:

Ripristino localizzato di macchie di umidità su calcestruzzo con rasatura al 20%:

- ✓ Preparazione del supporto mediante sabbiatura o idrosabbiatura estensione al 100% delle superfici;
- ✓ Rasatura con malta, cementizia, polimero modificata, di "tipo MR2", per rasature grosse per uno spessore di 8 mm, premiscelata, tixotropica, bicomponente estensione al 20% delle superfici;
- ✓ Posa in opera di rivestimento protettivo tipo "PP", elastico a base poliuretanica, spess.250 micron (100% delle superfici);

Intervento B2:

Ripristino localizzato di calcestruzzo con tracce di scolo con malta MT1 sp 3 cm al 20%:

- ✓ Asportazione del calcestruzzo ammalorato tramite idrodemolizione per uno spessore pari a 3 cm estensione al 20% delle superfici;
- ✓ Ripristino con Malta cementizia tipo MT1, premiscelata, tixotropica, ad espansione contrastata in aria, contenente fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili caratterizzate da lunghezza 12 mm, per uno spessore pari a 3 cm ed estensione al 20% delle superfici;
- ✓ Ravnatura delle superfici non soggette a ripristino (80% delle superfici);
- ✓ Applicazione di protettivo filmogeno tipo PP (100% delle superfici); *N.B.*

La posa di rivestimento protettivo tipo PP non si applica al ripristino di solette



Efflorescenze su sbalzo Macchie di umidità su soletta Tracce di scolo su travi

Caratteristiche difetti e tipologici interventi cavi

Difetto per strutture in c.a.p. a fili aderenti e a cavi scorrevoli

- ✓ **Lesioni capillari ancoraggi:** si presentano superficiali, corte e ravvicinate in corrispondenza degli ancoraggi;

Cause:

- ✓ scarsità armatura ripartizione, messa in evidenza da infiltrazione acqua;



Intervento di sigillatura lesioni capillari (vedi schede difetto 1):

- ✓ Preparazione del supporto mediante sabbiatura o idrosabbiatura estensione al 100% delle superfici;
- ✓ Rasatura con malta, cementizia, polimero modificata, di "tipo MR1", per rasature fine per uno spessore di 3 mm, premiscelata, tixotropica, bicomponente estensione al 20% delle superfici;
- ✓ Posa in opera di rivestimento protettivo tipo "PP", elastico a base poliuretanica, spess.250 micron (100% delle superfici) previa ravvivatura (80% superfici);

Difetto per strutture in c.a.p. a fili aderenti

- ✓ **Fili aderenti in vista/ossidati:** ossidazione di fili o trefoli come conseguenza dello scoprimento;

Cause:

- ✓ Erosione calcestruzzo da parte di acque meteoriche, a volte collegata allo scarso copriferro nonché alla cattiva qualità del cls;



Intervento ripristino cls nella zona ammalorata (vedi schede difetto 1):

- ✓ Asportazione del calcestruzzo ammalorato tramite idrodemolizione meccanica nella zona ammalorata con particolare attenzione a non scoprire ulteriori tratti di fili/trefoli;
- ✓ Posa di nuova armatura lenta in acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C e staffe eventualmente ammalorate;
- ✓ Posa di Malta MT1 o cassetta e getto mediante cls fibrorinforzato tipo "CF", estensione intervento 100%;

N.B. è necessario verificare le sollecitazioni agenti nella zona dell'ammaloramento considerando l'eventuale perdita localizzata di precompressione. In caso di esito negativo è necessario o ringrossare il bulbo localmente o applicare FRP

Caratteristiche difetti strutture in c.a.p. a cavi scorrevoli

Ammaloramento lieve

- ✓ **Testate di ancoraggio non sigillate:** testate dei cavi di precompressione scoperte e/o ossidate
- ✓ **Distacco tamponi testate:** si riferisce al cls lesionato o distaccato delle testate delle travi

Ammaloramento medio

- ✓ **Lesioni su anima lungo le travi:** le stesse riproducono posizione cavi (soprattutto in zona appoggi) e sono evidenziate da macchie d'umidità
- ✓ **Lesioni lungo suolo del bulbo:** le stesse riproducono posizione cavi (soprattutto in mezzzeria) accompagnate da umidità e talvolta stalattiti
- ✓ **Guaine in vista:** indipendentemente dalla causa

Ammaloramento profondo

- ✓ **Guaine degradate e fili ossidati:** corrosione e/o rottura delle guaine con ossidazione di fili e trefoli

Cause:

- ✓ Mancata sigillatura ancoraggio o distacco della stessa per dilavamento;
- ✓ Ritiro del cls, movimenti delle travi sotto traffico o percolazioni dai giunti;
- ✓ Presenza di acqua nelle guaine o problemi progettuali di concentrazione di tensioni;
- ✓ Ossidazione guaine metalliche che provocano fessurazione cls
- ✓ Presenza vespai, ridotto spessore o scarsa qualità cls di ricoprimento;
- ✓ Penetrazione acqua nelle guaine che causano prima la disgregazione della malta di iniezione e poi il disfacimento della guaina oppure urti.



Testate non sigillate Distacco tamponi testate



Lesione su anima Lesioni sul bulbo Guaine in vista Guaine degradate e fili ossidati in vista

Tipologici e stima costi parametrici cavi scorrevoli



Armatura per ringrosso bulbo Casseratura per getto



Deviatore in acciaio Blocco in acciaio di testata



Deviatore Intervento completato



Interventi

Ammaloramento lieve e medio (vedi schede difetto 1):

- 1 Rasatura localizzata con malta, cementizia, polimero modificata, di "tipo MR1", per rasature fine per uno spessore di 3 mm, premiscelata, tixotropica, bicomponente;
- 1 Ripristino localizzato di calcestruzzo con malta MT1 sp 2-3 cm;
- 1 Eventuale posa di verniciatura protettiva do tipo PP;

Ammaloramento profondo:

Realizzazione precompressione esterna:

- 1 Localizzazione dei cavi;
- 1 Preparazione superfici mediante scalpellatura meccanica di zone della trave per asportare cls degradato;
- 1 Integrazione eventuale armature, casseratura e getto;
- 1 Ossidazione guaine metalliche che provocano fessurazione cls;
- 1 Posizionamento profili in acciaio di testata e deviatori in mezzzeria;
- 1 Posizionamento dei cavi di precompressione esterna e tiro.



Baggioli degradati - difetti e interventi

Caratteristiche del Difetto

- ✓ **Calcestruzzo Ammalorato:** tale definizione indica diversi fenomeni di deterioramento sulla superficie del cls. Genericamente, con il termine "ammaloramento" vengono indicati fenomeni come scagliamento, porosità, perdita di coesione, rigonfiamento reale o apparente.
- ✓ **Cls lievemente ammalorato:** in questo caso è degradata la parete corticale del calcestruzzo, con profondità di contaminazione / degrado minore di 5mm
- ✓ **Cls mediamente ammalorato – degrado compreso tra 5 e 40 mm:** in questo caso gli ammaloramenti possono interessare zone limitate dei singoli elementi strutturali (ammaloramenti localizzati), o riguardare la totalità delle strutture. La profondità del degrado può essere tale da interessare tutto o parte del copriferro fino a coinvolgere anche l'armatura;
- ✓ **Cls profondamente ammalorato – degrado oltre i 40 mm:** in questo caso l'ammaloramento coinvolge ampie aree del manufatto, si interessano quasi sicuramente le armature, e l'intervento assume rilevanza strutturale;
- ✓ **Lesioni da schiacciamento:** specifico per i baggioli ed evidenziato da lesioni a 45° con eventuali distacchi di calcestruzzo;

Cause:

- ✓ Fenomeni di carattere chimico (carbonatazione o attacco dei cloruri);
- ✓ Fenomeni di carattere fisico (cicli di gelo e disgelo) legati anche alle caratteristiche climatiche;
- ✓ Dimensionamento non corretto ed eventuale carenza di armatura o scarsa qualità cls;

Correlazioni:

- ✓ Dilavamento: fase anteriore di degrado;
- ✓ Riduzione sezione resistente del cls: fase successiva di ammaloramento;

Relativamente alle tipologie di intervento si rimanda alla scheda «Calcestruzzo dilavato o ammalorato»:

- ✓ **Ripristino di calcestruzzo lievemente ammalorato con rasatura;**
- ✓ **Ripristino di calcestruzzo mediamente ammalorato con malta MT1 sp 5 cm;**
- ✓ **Ripristinodi calcestruzzo profondamente ammalorato mediante incamiciatura sp. 8 cm:**

N.B. Tutte le lavorazioni sono da intendersi estese al 100% delle superfici.
L'intervento è da considerarsi con finalità conservativa e non strutturale



Ammaloramento calcestruzzi



Lesioni da schiacciamento



Baggiolo ripristinato

Apparecchi ossidati e/o fuori piombo - difetti e interventi

Caratteristiche del Difetto

- 1 **Ossidazione:** degrado dello stato superficiale di acciaio con perforazione della verniciatura protettiva, ammaloramento superficiale riduzione spessore delle lastre d'acciaio inferiori al 5%;
- 1 **Corrosione:** riduzione spessore delle lastre d'acciaio superiori al 5%;
- 1 **Fuori piombo permanente dei pendoli:** posizione permanente di non verticalità al variare delle stagioni o manifestazione di un fuori piombo eccessivo;

Cause:

- 1 Mancanza di manutenzione delle superfici;
- 1 Aggressione da parte di umidità e cloruri (sali antigelo, ambiente marino);
- 1 Errato posizionamento in fase di costruzione;
- 1 Eccessivi fluage o ritiro;

Correlazioni:

- 1 Non utilizzabile per armature metalliche per strutture;
- 1 Errori nella preregolazione, bloccaggio o presenza di detriti;

Interventi:

- 1 **Sabbatura a metallo bianco** delle superfici in acciaio dell'apparecchio di appoggio;
- 1 **Verniciatura** protettiva delle superfici in acciaio;

N.B. Nel caso di pendolo fuori piombo eventuale riposizionamento dello stesso con l'utilizzo di martinetti



Apparecchio ossidato



Apparecchio fuori piombo



Intervento di sabbatura e verniciatura

Difetti relativi agli apparecchi d'appoggio

Appoggi in neoprene

- ✓ **Invecchiamento neoprene:** screpolature superficiali, lesioni ed irregolarità;
- ✓ **Deformazione orizzontale neoprene:** deformazione sezione, distacco o scorrimento;
- ✓ **Schiacciamento e fuoriuscita neoprene:** diminuzione spessore, rifluimento e rotture.

Appoggi in acciaio

- ✓ **Deformazione piastre:** deformazione nel proprio piano o perdita di posizione orizzontale;
- ✓ **Ovalizzazione rulli.**

Appoggi in acciaio-teflon

- ✓ **Bulloni e perni allentati/tranciati:** deformazione e/o rottura bulloni e perni;
- ✓ **Deterioramento teflon:** fuoriuscita, distacco, schiacciamento e rifluimento.

Cause:

- ✓ Età, usura ed escursioni termiche;
- ✓ Ossidazione lamierini;
- ✓ Deformazione permanente dovuta alla mancata rotazione ed aumento attriti;
- ✓ Posizionamento non corretto e movimenti anomali in esercizio;
- ✓ Dimensionamento non corretto, corrosione, fatica.



Deformazione neoprene



Fuori uscita neoprene



Deformazione piastre Ovalizzazione rullo Bulloni tranciati Deterioramento teflon

Caratteristiche difetti

Caratteristiche del Difetto

✓ **Descrizione:** il difetto riguarda i giunti la cui continuità è realizzata con un tampone in asfalto colato o altro materiale con analoghe caratteristiche; si presenta come una rottura della superficie del tampone.

Cause:

✓ dipende principalmente dalla scelta non idonea del materiale del tampone (privo delle caratteristiche di elasticità richieste), dalla sua non corretta posa in opera o dal suo deterioramento per usura del traffico. Talvolta può essere connesso a movimenti delle fondazioni o a dimensionamento non corretto in relazione alla luce degli impalcati.

Correlazioni:

può essere presente insieme ai difetti :

- ✓ DISLIVELLO GIUNTO-PAVIMENTAZIONE
- ✓ DISLIVELLO FRA ELEMENTI CONTIGUI
- ✓ DISTACCO TAMPONE
- ✓ DEFORMAZIONE TAMPONE
- ✓ MOVIMENTI ANOMALI DEI GIUNTI.

Il difetto sostituisce specificatamente per il giunto a tampone il difetto ROTTURA ELEMENTI DI CONTINUITÀ di carattere più generico.

Nota: il difetto è tipico ed esclusivo dei giunti classificati "a tampone".



Deformazione giunto a tampone Distacco giunto a tampone



Rottura localizzata del giunto a tampone



Rottura estesa del giunto a tampone



Tipologici Interventi di Ripristino

Tecniche di intervento :

Ripristino totale del giunto a tampone:

- ✓ Rifacimento completo del giunto per l'intera lunghezza;

Ripristino localizzato del giunto a tampone:

- ✓ Rifacimento del giunto per la sola estensione del difetto;

Ripristino totale del giunto per uno spessore di 5 cm (Top):

- ✓ Rifacimento completo del giunto per l'intera lunghezza, limitato ai primi 5 cm di spessore;

Esempi di intervento



Demolizione giunto a tampone viscoelastico



Ripristino giunto a tampone viscoelastico

Intervento A:

Ripristino totale del giunto a tampone:

- ✓ Demolizione e asportazione del giunto fino a raggiungere l'estradosso della soletta;
- ✓ Eventuale ripristino delle testate di soletta con betoncino fibrorinforzato;
- ✓ Alloggiamento di scossalina in guaina bituminosa nel varco tra le due testate;
- ✓ Installazione di lamierino di acciaio inox sopra il varco tra le due testate;
- ✓ Posa in opera di tubo di drenaggio in alluminio per la raccolta delle acque;
- ✓ Realizzazione del giunto a tampone viscoelastico costituito da legante bituminoso gommato e aggregato lapideo realizzato sul luogo di installazione mediante un procedimento a caldo.

Intervento B:

Ripristino localizzato del giunto a tampone

- ✓ Demolizione e asportazione del giunto (superficie da ripristinare) fino a raggiungere l'estradosso della soletta;
- ✓ Eventuale ripristino delle testate di soletta con betoncino fibrorinforzato;
- ✓ Alloggiamento di scossalina in guaina bituminosa, (da sovrapporre con quella già esistente) nel varco tra le due testate;
- ✓ Installazione di lamierino di acciaio inox sopra il varco tra le due testate;
- ✓ Posa in opera di tubo di drenaggio in alluminio per la raccolta delle acque;
- ✓ Realizzazione del giunto a tampone viscoelastico costituito da legante bituminoso gommato e aggregato lapideo realizzato sul luogo di installazione mediante un procedimento a caldo.

Intervento C:

Ripristino totale del giunto per uno spessore di 5 cm (Top):

- ✓ Demolizione e asportazione del giunto per uno spessore di circa 5 cm;
- ✓ Ripristino del giunto a tampone viscoelastico costituito da legante bituminoso gommato e aggregato lapideo realizzato sul luogo di installazione mediante un procedimento a caldo per lo spessore precedentemente asportato.

Caratteristiche Difetti

Caratteristiche del Difetto

✓ **Descrizione:** il difetto riguarda gli elementi che garantiscono la continuità dei giunti, quali: profilati di neoprene, mattonelle di neoprene armato o non, pettini metallici, ecc. Vanno escluse le rotture dei tamponi in asfalto colato (o in materiale di analoghe caratteristiche), dei massetti e dei profilati metallici. Si presenta con lesioni, rotture, distacchi o porzioni mancanti, ecc.

✓ **Cause:** dipende dalla non corretta posa in opera o dal deterioramento dei materiali per usura del traffico e comunque da un ritardato intervento di manutenzione.

Correlazioni:

nell'evolversi del degrado dei materiali per usura può essere successivo a :

- ✓ Deformazione elementi di continuità;
- ✓ Dislivello giunto pavimentazione;
- ✓ Dislivello tra elementi contigui;
- ✓ Massetti lesionati;
- ✓ Distacchi massetti;
- ✓ Ammaloramento;
- ✓ Profilati metallici;
- ✓ Riparazioni provvisorie giunti;
- ✓ Bulloni/Perni tranciati o allentati nei giunti;
- ✓ Distacco rivestimento in gomma: di carattere più specifico che non si riferisce a parti strutturali ma solo al rivestimento.



Rottura totale del giunto acciaio - gomma



Rottura parziale giunto a pettine Distacco massetto Distacco rivestimento in gomma

Tipologici Interventi di Ripristino

Tecniche di intervento :

Ripristino totale del giunto acciaio-gomma:

- ✓ Rifacimento completo del giunto per l'intera lunghezza;

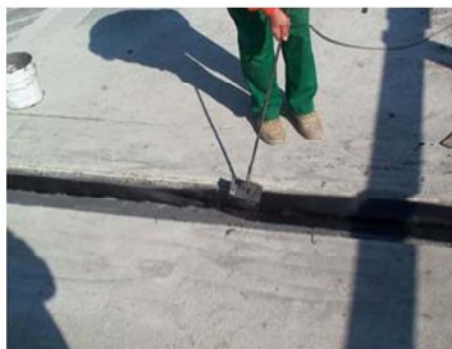
Ripristino localizzato del giunto acciaio-gomma:

- ✓ Rifacimento del giunto per la sola estensione del difetto;

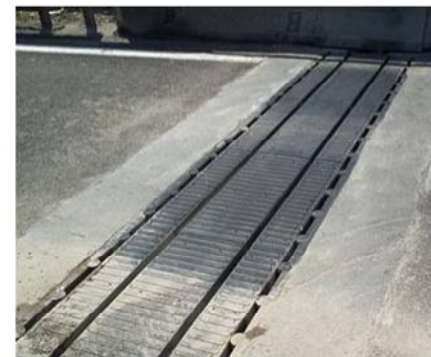
Esempi di intervento



Demolizione giunto Realizzazione massetto



Ripristino delle testate e posa della scossalina Posa giunto



Intervento A:

Ripristino totale del giunto acciaio - gomma

- ✓ Demolizione e asportazione del giunto fino a raggiungere l'estradosso della soletta;
- ✓ Eventuale ripristino delle testate di soletta con malta fibrorinforzata tipo MC4;
- ✓ Realizzazione del getto di malta fibrorinforzata di tipo MC4 con funzione di cuscinetto tra soletta e intradosso della struttura e posa della gabbia di armatura del getto di malta, ancoraggio della gabbia alla soletta;
- ✓ Alloggiamento di scossalina in hypalon nel varco tra le due testate;
- ✓ Posa in opera di canaletta in acciaio inox per la raccolta delle acque;
- ✓ Realizzazione del sistema di ancoraggio con tirafondi di idonea sezione e lunghezza;
- ✓ Posa in opera del giunto;
- ✓ Realizzazione dei massetti di raccordo alla pavimentazione realizzati con malta fibrorinforzata di tipo MC4.

Intervento B:

Ripristino localizzato del giunto acciaio - gomma

- ✓ Demolizione e asportazione del giunto (superficie da ripristinare) fino a raggiungere l'estradosso della soletta;
- ✓ Eventuale ripristino delle testate di soletta con malta fibrorinforzata tipo MC4;
- ✓ Realizzazione del getto di malta fibrorinforzata di tipo MC4 con funzione di cuscinetto tra soletta ed intradosso della struttura e posa della gabbia di armatura del getto di malta, ancoraggio della gabbia alla soletta;
- ✓ Alloggiamento di scossalina in hypalon nel varco tra le due testate (sovrapposizione con quella esistente);
- ✓ Posa in opera di canaletta in acciaio inox per la raccolta delle acque;
- ✓ Realizzazione del sistema di ancoraggio con tirafondi di idonea sezione e lunghezza;
- ✓ Posa in opera del giunto (superficie da ripristinare);
- ✓ Realizzazione dei massetti di raccordo alla pavimentazione realizzati con malta fibrorinforzata di tipo MC4.

Caratteristiche difetto e tecniche di intervento

Caratteristiche del Difetto

1 Descrizione:

si definisce così la presenza di una percolazione dal giunto dovuta o alla rottura di un elemento di tenuta, che non sia la scossalina, o alla mancanza di un elemento che assolva tale funzione.

1 Cause:

l'elemento di tenuta può mancare dall'origine o a seguito della caduta dello stesso, specie se del tipo incollato o spinto a pressione tra le solette; la caduta o la rottura sono dovute al logorio del materiale costituente o alle spinte di detriti non trattiene dall'elemento di continuità. È quindi importante anche il buono stato di quest'ultimo che, peraltro, in alcuni giunti non è distinguibile dall'elemento di tenuta. Altra causa sono i movimenti anomali dei giunti.

Correlazioni:

1 Scossalina permeabile;

1 Elemento tenuta assente o permeabile sul cordolo dislivello giunto pavimentazione;

1 Tracce di scolo;

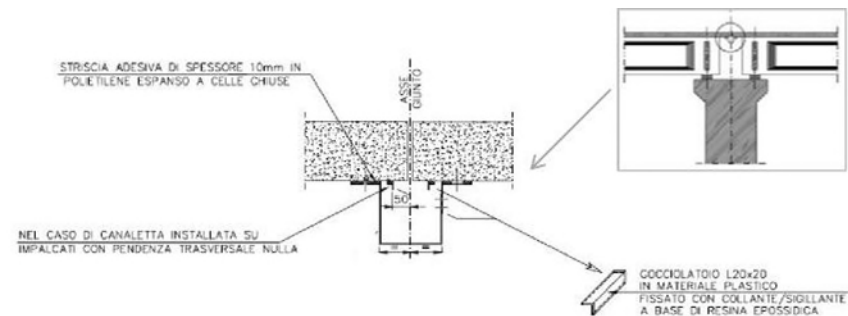
1 Cls ammalorato;

1 Cls dilavato;

Tecniche di intervento:

Per la soluzione della problematica con sostituzione del giunto si rimanda a quanto previsto nei paragrafi «Giunti a tampone», «Giunti acciaio-gomma»

Nei casi in cui si riscontri l'attrezzatura di giunto assente o permeabile si può prevedere l'installazione di canalette sotto il giunto per lo smaltimento delle acque, al fine di salvaguardare le strutture sottostanti.



CLS dilavato Percolazioni in zona giunto



Tracce di scolo

Tipologici Intervento

Ripristino lastra ortotropa:

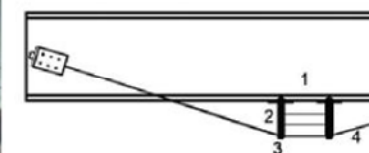
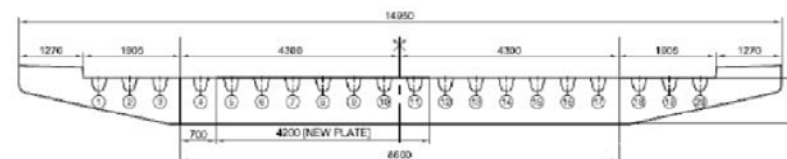
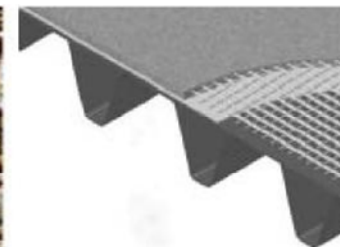
- ✓ **Rinforzo dell'impalcato con soletta in c.a. ad alta resistenza:**
 - ✓ Rimozione del ricoprimento;
 - ✓ Esame visivo e/o ad ultrasuoni della piastra;
 - ✓ Irruvidimento della superficie;
 - ✓ Applicazione di resina epossidica bi-componente;
 - ✓ Posa dell'armatura (rete 8-10mm in 2 o 3 strati);
 - ✓ Getto del cls (C70-110, 50-100mm spessore), rinforzato con fibre (di acciaio o acriliche);
- ✓ **Rinforzo con piastre aggiuntive:**
 - ✓ Rimozione del ricoprimento;
 - ✓ Esame visivo e/o ad ultrasuoni della piastra;
 - ✓ Irruvidimento della superficie;
 - ✓ Rinforzo con piastre aggiuntive previa applicazione di resina epossidica (o fissaggio tramite chiodatura/ bullonatura)
- ✓ **Sostituzione completa della piastra e degli irrigidimenti nel caso di danneggiamento esteso**

Ripristino con materiali compositi:

aumentare la resistenza degli elementi strutturali può rappresentare un valido metodo per limitare gli effetti della fatica

Inserimento di post-tensione esterna:

permette la riduzione delle deformazioni indotte dai carichi permanenti riducendo anche l'entità del momento flettente



Interventi con FRP

Ripristino con uso FRP:

- ✓ Ripristino ed adeguamento statico e sismico di strutture per integrare sezione resistente a trazione
- ✓ Confinamento elementi compressi o presso inflessi (pile) per migliorare capacità portante o duttilità
- ✓ Rinforzo elementi inflessi (travi) anche a seguito di urti



Caratteristiche dispositivi

Finalità dell'intervento:

- ✓ manifeste perdite di precompressione
 - ammaloramento – corrosione di trefoli
 - sviluppo di deformazioni lente non previste (viscoistà cls/rilassamento acciai)
- ✓ danneggiamenti incidentali
- ✓ rinforzo locale, generalmente a taglio (*)

(*) L'intervento di precompressione esterna è scarsamente usato in casi di solo incremento di capacità portante.



Deviatore Rinforzi a taglio

Principali cause di compromissione del sistema:

- ✓ la perdita di tensione del/dei tiranti principalmente intervenuta per sviluppo di fenomeni di rilassamento e/o errori iniziali di chiusura dei terminali
- ✓ Nella rottura di uno o più elementi (rottura che in generale avviene «a catena», dal momento che la perdita di un punto di ancoraggio comporta lo squilibrio generale delle forze principalmente dovuta al degrado per effetto combinato di corrosione/fatica

Caso Ponte su fiume Adige A13

Sull'opera è installato un sistema di precompressione esterna a barre, che corrono «a coppie» sulle travi di bordo con un solo deviatore, in mezzera trave, che conferisce la necessaria eccentricità al sistema.

Si sono manifestate **rotture ricorsive del sistema a causa delle corrosione**, innescata da percolazioni di agenti aggressivi in prossimità delle teste di tiro.



Rottura barre di precompressione Squilibrio e rottura del deviatore

Approfondimenti previsti

Si prevede di mettere in atto una serie di approfondimenti e contromisure, volte a:

- ✓ valutazione della tensione residua presente nel sistema ausiliario
- ✓ valutazione dell'efficacia del sistema nel conferire il corretto grado di precompressione
- ✓ esame dei possibili interventi di riparazione:
 - ripristino, utilizzando la medesima tecnologia (barre)
 - ripristino, impiegando in alternativa sistemi a trefoli

Valutazione tensione iniziale nel cavo

Si prevede di effettuarla attraverso la teoria della corda tesa, noti:

- ✓ massa lineare del cavo/tirante => da progetto
- ✓ lunghezza libera (tra due deviatori successivi) => da progetto
- ✓ frequenza di vibrazione => da leggere mediante accelerometri La

stima della tensione residua è ricavata da:

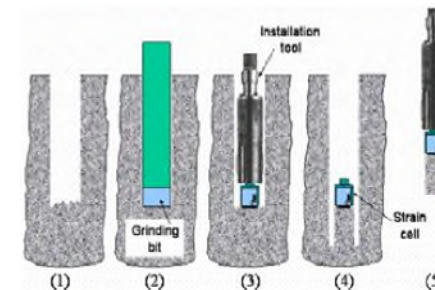
- ✓ confronto con il valore di progetto
- ✓ comparazioni tra vari elementi in situ

Valutazione grado di precompressione del manufatto

Si prevede di effettuarla mediante metodi poco invasivi:

- ✓ ad esempio prove «door stopper»
 - effettuazione di carota e applicazione a fondo foro di rosetta estensimetrica
 - sovracarotaggio e lettura del rilascio delle tensioni

Per il caso del ponte su fiume Adige, le letture verranno effettuate prima e dopo il ripristino del sistema ausiliario => interpretazione «diretta» del beneficio indotto dalla pretesione.



Schema prova di sovracarotaggio

Tipologia Interventi

Incremento della durabilità e valutazione alternative progettuali

Avendo individuato nella corrosione la principale causa di danno ed ammaloramento del sistema, le contromisure previste saranno le seguenti:

- ✓ Nel caso si valuti l'opportunità di non modificare l'attuale «sistema» di tiro, si dovrà prediligere l'utilizzo di elementi ad elevata protezione, quali ad esempio:
 - barre ad alto limite elastico zincate (semplice protezione)
 - barre zincate e viplate con guaina in PVC installata a caldo (doppia protezione)
- ✓ Si potrà valutare, in alternativa, di predisporre, in luogo delle barre, sistemi di precompressione
 - cavi a trefoli, a tripla protezione:
 - Zincati
 - Viplati
 - in guaina ingrassata

Il cambio di tipologia di sistema di pretensione consente di ottenere una protezione ottimale ed una migliore resistenza alla fatica (cavo a trefoli => maggiore adattabilità)

L'applicazione è però condizionata dal numero di elementi di cui si intende procedere alla sostituzione, dal momento che è economicamente più impegnativo (necessario predisporre nuovi ancoraggi e deviatori).



Cavo a trefoli – guaina ingrassata



Testata – cavo a trefoli



Deviatore – cavo a trefoli