

Analisi critica dei metodi di valutazione numerica dello stato di degrado dei ponti

Settimo Martinello – Direttore Generale della 4 EMME Service Spa

Gennaio 2020

Introduzione

I recenti fatti di cronaca, che hanno visto il cedimento di ponti in maniera “inaspettata”, mettono in luce l'importanza di una valutazione corretta dello stato di degrado e delle condizioni di sicurezza attuata attraverso le ispezioni visive.

L'ispezione visiva ha come primo obiettivo la determinazione delle condizioni generali dell'opera, allo scopo di programmare una corretta gestione delle manutenzioni ordinarie o straordinarie. Nello stesso tempo deve rilevare, attraverso una attenta analisi dei dati raccolti, l'eventuale necessità di una temporanea riduzione dei carichi transitabili o, addirittura, una chiusura al traffico. Queste scelte possono essere preventive ad una diagnosi completa che, attraverso indagini sui materiali, prove di carico e dinamiche e successiva modellazione numerica, arrivi alla valutazione della capacità portante residua.

Qualunque sia il criterio adottato dalla metodologia ispettiva, non sempre i difetti potenzialmente riducenti la capacità portante possono essere individuati. In particolare, nei casi di corrosione puntuale, dove l'elemento difettoso non si mostra e non produce effetti deformativi; nei fenomeni degradanti non visibili, come la riduzione dello stato tensionale dei cavi di post o precompressione; nella mancanza di fondazioni adeguate che garantiscano, anche a fronte di eventi meteorologici pesanti, una adeguata capacità resistente delle pile e delle spalle.

L'ispezione, pertanto, qualunque sia la procedura utilizzata, non potrà garantire al cento per cento la scoperta dell'insorgere di un fenomeno che comporta un potenziale cedimento repentino, ma sarà in grado di ridurre al minimo la possibilità.

Di seguito si vogliono confrontare i due metodi ispettivi adottati dagli enti proprietari di ponti in Italia.

Il primo ^[1], definito come “metodo soggettivo”, impiegato da molte società concessionarie di autostrade, si basa sulla valutazione soggettiva espressa attraverso una definizione numerica dei difetti rilevati, dove il voto dell'Ispettore comporta delle scelte di intervento con vari livelli di urgenza.

Il secondo ^[2], definito come “metodo oggettivo”, adottato dalla gran parte delle amministrazioni provinciali e comunali (e da qualche autostrada), fornisce, attraverso una valutazione numerica dell'intensità ed estensione dei singoli difetti, l'indicazione precisa dello stato di conservazione e dell'entità economica dei costi di ripristino. La decisione per l'intervento di manutenzione o la procedura di urgenza, con una riduzione temporanea della transitabilità, viene lasciata ad una Commissione tecnica, che, con cadenza programmata, analizza ingegneristicamente le risultanze delle ispezioni.

Metodo soggettivo

La maggior parte delle concessionarie autostradali italiane utilizza il metodo ispettivo soggettivo basato su un manuale dal titolo *“Manutenzione programmata delle opere d’arte stradale”*, dove è inserita la scheda di valutazione numerica con le indicazioni interpretative di voto ed il catalogo dei difetti.

Come riporta specificatamente il Manuale *“Il sistema per l’ispezione risulta soggettivo in quanto ogni Ispettore ha un suo modo di operare: c’è chi opera per singola parte strutturale e chi per campata, chi cerca di riportare tutto effettuando una sola “passata” e chi effettua più passaggi; chi riporta i difetti uno per uno riservandosi poi di assemblarli e chi usa tutto quando ha terminato l’ispezione.*

Ci si può limitare a consigliare il metodo seguente che consiste in due ‘passate’ da sotto: la prima per individuare i difetti (indipendentemente dalla parte strutturale in cui compaiono), la seconda per riassumere le estensioni; ed una da sopra. Se esistono scalette di accesso durante questa ‘passata’ ci si cala sui pulvini.”

Per ciascun difetto il voto viene attribuito per valutare la gravità della situazione riscontrata in rapporto alla riduzione che il difetto stesso può indurre sul coefficiente di sicurezza, alla sua evoluzione nel tempo, all’importanza della parte strutturale in cui si manifesta.

Si riporta un esempio di scheda di valutazione numerica.

La scala dei valori parte da un minimo di 10 ad un massimo di 70, con il seguente significato per ciascuno dei voti dal punto di vista della sicurezza strutturale.

I voti da 10 a 30 sono per difetti che non richiedono interventi.

10: il difetto non si evolve in altri difetti;


20: il difetto si può evolvere in altri difetti che non richiedono interventi;

30: il difetto si può evolvere in altri difetti che richiedono interventi.

I voti da 40 a 60 sono per difetti che richiedono interventi programmabili:

40: il difetto necessita di un intervento a medio lungo termine;

50: il difetto necessita di un intervento a medio - breve termine;

CATALOGO DIFETTI		MANUALE DELLA SORVEGLIANZA
4 - ARMATURA ORDINARIA SCOPERTA/OSSIDATA		
Classe: arm Parti Strutturali: Tutte meno G		
Descrizione: in questo difetto lo “scoprimto” 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 scoprimto essendo inusuale l’uso dell’acciaio inossidabile.		
Cause: la mancanza di ricopertura è causata dal deterioramento del cls (distacco o dilavamento) oppure da errori in fase esecutiva (vespai o mancanza di copriferro) o da cause accidentali (urti di automezzi); 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 scoprimto.		
Correlazioni: è da distinguere da 34-STAFFE SCOPERTE/OSSIDATE che si usa per gli elementi dove le staffe sono univocamente distinguibili dall’armatura principale. Una fase anteriore di degrado è rappresentata dal 56-LESIONI IN CORRISPONDENZA FERRI D’ARMATURA; se l’ossidazione provoca una sensibile riduzione di sezione si usa 94-RIDUZIONE SEZIONE ARMATURA.		
Note: è da sottolineare come questo difetto faccia riferimento solo all’armatura lenta, quindi non è da utilizzare per riportare gli “scoprimti” e le ossidazioni delle armature di precompressione. Occorre fare attenzione a non confondere per armature affioranti alcuni distanziatori metallici usati nel passato.		
Tipo:	Estensione: dipende dal rapporto tra la superficie occupata dal difetto e quella descritta in ubicazione.	Voto:
E		30 + 50
		
Voto 30		

FONDAZIONI		
Obiezione	traslazione lenta e discontinua verso valle in particolare la 4e la 5 di entrambe le vie	27/09/1996
Estensione		Voto 30 2 100
SPALLE		
Obiezione	pericolamenti con cls dilavato /ammalorato	24/05/1999
Estensione	tutta l’opera 80 % della superficie	Voto 20 4 60
PILE-ELEVAZIONI		
Obiezione	armatura principale scoperta e cornea con staffe rotte o fortemente ridotte di diametro	24/05/1999
Estensione	pilati esterni, via sx pile 1,3,5, via dx pile 1,3	<... (*) Voto 50 5 70
IMPALCATI TRAVI		
Obiezione	pericolamenti con cls fortemente disgregato, armature profondamente ossidate e staffe rotte	24/05/1999
Estensione	travate travi e seggiole Garber 100 % della superficie	<... (*) Voto 50 8 15
IMPALCATI TRAVESSALI		
Obiezione	cls ammalorato, distaccato ed armature profondamente ossidate	20/11/1998
Estensione	via D1 campata 4 e 5 trave 4 - via S1 campata 4 e 5 trave 1 m.2 in dx. e m.1 in sx della lunghezza	Voto 50 4 5
IMPALCATI TRASVERSI		
Obiezione	cls dilavato ed ammalorato con tratti di armature scoperte e fortemente ossidate	24/05/1999
Estensione	in corrispondenza delle gerber e delle spalle 50 % della superficie	Voto 50 8 20
IMPALCATI SOLETTE		
Obiezione	umidità con armature affioranti	24/05/1999
Estensione	in sx campata 1,2,4,5 in dx. campata 1 20 % della superficie	Voto 20 5 20
IMPALCATI SBALZI		
Obiezione	tracce di umidità con tratti localizzati di cls ammalorato	19/02/1992
Estensione	su tutta l’opera 20 % della superficie	Voto 20 11 20
A POGGI APPARECCHI		
Obiezione	fortemente ossidati	07/12/1997
Estensione	appoggi sulle spalle 100 % della superficie	Voto 40 4 100
OSSERVAZIONI:	l’opera pur non presentando attualmente difetti che ne pregiudicano la stabilità strutturale, risulta in avanzato stato di degrado.	07/12/1997

60: il difetto ha influenza sulla statica, ma riduce in maniera non significativa i coefficienti di sicurezza, necessita di un intervento a breve termine.

Per il voto 70 sono previsti dei provvedimenti immediati: limitazioni di traffico, fino alla chiusura della carreggiata, seguiti generalmente da interventi di tipo provvisorio quindi da un intervento in somma urgenza.

70: il difetto provoca una riduzione dei coefficienti di sicurezza.

Nella definizione dei voti occorre tenere presente quanto segue:

- in prima approssimazione si può indicare come "breve termine" un tempo inferiore a 2 anni, come "medio termine" un periodo che va da 2 a 5 anni, ed infine come "lungo termine" un tempo superiore a 5 anni;
- la riduzione dei coefficienti di sicurezza non significativa è intesa come quella minore del 5% dove la percentuale si riferisce all'intera parte strutturale; ad esempio nel valutare la rottura dei cavi di precompressione ci si riferisce non alla singola trave ma all'intero impalcato.

Poiché numerosi difetti possono comparire in parti strutturali diverse, ciascuno con una gravità diversa, e poiché in alcuni casi i valori del voto possono essere legati all'entità del difetto, il voto per uno stesso difetto può assumere valori diversi.

Nella illustrazione seguente "Analisi da svolgere per l'assegnazione del voto" è riportato il diagramma logico che viene utilizzato in campo dagli Ispettori per l'attribuzione dei voti.

Nella attribuzione del voto è anche da considerare l'aspetto legato alla sicurezza nei confronti degli utenti o dei soggetti terzi (strade sottostanti, ecc.) pur mantenendo l'utilizzo dei voti più elevati per la sicurezza strutturale dell'opera.

Ad un difetto che dal punto di vista strutturale ha la stessa valenza possono essere attribuiti voti diversi in funzione del rischio che lo stesso rappresenta per le persone o le cose.

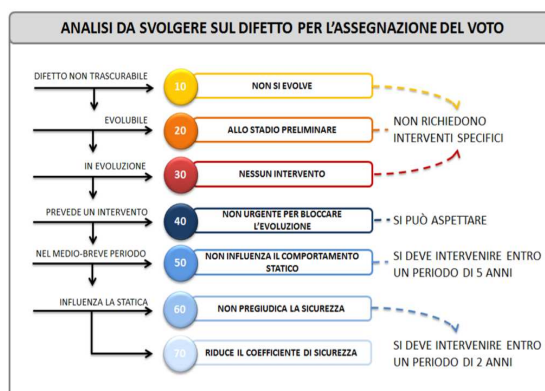
Per esempio, distacchi di calcestruzzo o cadute di inerte dai vespai assumono una valenza diversa sulla calotta di una galleria o su un piedritto della stessa, in modo analogo per un ponte è differente il voto da assegnare se il medesimo difetto è riscontrato sulla testata di una trave o sulla sua mezzera, a maggior ragione se direttamente prospiciente o sovrastante strade, case o zone con evidente urbanizzazione.

Da questo deriva anche una diversa impostazione delle tempistiche di lavoro che quando il difetto risulta "da segnalare" per la sicurezza di quella che in sintesi nel seguito è definita sicurezza dell'utente, pur non attribuendo un voto elevato (di regola si assegna un voto di classe 40) l'intervento relativo alla messa in sicurezza deve essere eseguito a breve termine.

Metodo oggettivo

Prendiamo ora in esame la procedura ispettiva descritta nel *Manuale per la Valutazione dello Stato dei Ponti*, edizione CIAS, denominata "metodo MVN" Metodo di Valutazione Numerica.

L'ispezione ha come obiettivo l'individuazione e la misurazione di tutti i tipi di difetti riscontrabili sulle strutture. La raccolta delle informazioni è esaustiva di tutte le possibili condizioni di degrado. Avviene attraverso una procedura ripetibile che permette di costituire il



riferimento per il confronto nel tempo dello stato dell'opera, attraverso un rilievo che determina una valutazione numerica che definisce l'intensità e l'estensione dei singoli difetti.

Le schede utilizzate producono una valutazione numerica dello stato di degrado.

La valutazione numerica deriva dalla sommatoria dei pesi "G" attribuiti ai singoli difetti, moltiplicati per i coefficienti d'estensione ed intensità, K_1 e K_2 .

Il Manuale individua un totale potenziale di 101 difetti. Tutti i difetti sono codificati in apposite schede dove vengono riportati i valori di G, K_1 e K_2 oltre a delle immagini utili per riconoscerli e delle indicazioni sulle origini e sulle modalità di indagine diagnostica per individuarne l'entità.

È definita *Difettosità Relativa*, D_R , il valore finale della valutazione fatta per singoli elementi strutturali che rappresenta l'indice dello stato di degrado, dove $D_R = \sum(G \cdot K_1 \cdot K_2)$.

È definita *Difettosità Assoluta*, D_A , il numero derivante dalla sommatoria dei difetti moltiplicati per il numero N dei singoli elementi strutturali. Tale valore ha assunto, nell'evoluzione ed applicazione pratica del sistema di controllo, anche una significativa valenza prettamente economica, dato che rappresenta un indice utile per stimare l'onere per un risanamento tecnologico, dove $D_A = \sum(N \cdot G \cdot K_1 \cdot K_2)$.

Il valore attribuito a G, variabile da 1 a 5, deriva dal peso che il difetto assume rispetto alla gravità derivante dalle seguenti considerazioni:

- costituire un pericolo (rischio attuale);
- possibilità di ridurre le capacità portanti (rischio potenziale);
- costituire un innesco di altri difetti (rischio indotto);
- alto onere economico per il ripristino (rischio economico).

I coefficienti K_1 di *Estensione* e K_2 di *Intensità* del difetto possono assumere il valore variabile 0,2 – 0,5 – 1,0 e sono indicati nelle singole schede difettologiche.

La fase ispettiva in campo è impostata sulla compilazione di una serie di schede divise per elemento strutturale e materiale costituente.

Sono predisposte schede per: spalle, pile, giunti, piedritti, archi, travi e traversi, solette, elementi accessori, a loro volta suddivise secondo il materiale: calcestruzzo, muratura, acciaio, legno, per un totale di 18.

In questa fase l'ispettore deve eseguire un sopralluogo accurato dell'intera struttura compilando le schede che obbligano a valutare tutti i potenziali difetti riscontrabili sull'elemento strutturale in esame. In particolare, l'apposizione del "Visto", in assenza di eventuali coefficienti di *Intensità* ed *Estensione* K_1 e K_2 , equivale ad una dichiarazione ufficiale che quel difetto, al

DISTACCO DEL COPRIFERRO					1.5	
G	Estensione K_1			Intensità K_2		
	0,2	0,5	1	0,2	0,5	1
2	Appena presente	~50% della superficie	~tutta la superficie	Sempre = 1		




DESCRIZIONE
 È un difetto che si manifesta inizialmente con lesioni parallele agli spigoli o in corrispondenza con i ferri d'armatura. Successivamente si determina il distacco parziale o totale del copriferro con messa a nudo dell'armatura.

CAUSE
 Il deterioramento del copriferro deriva dal suo esiguo spessore, dalla cattiva qualità del conglomerato, da una concentrazione di armatura (scarso interferro), dal fenomeno della carbonatazione. L'aria, penetrando all'interno del conglomerato, permette l'ossidazione dell'armatura producendo un aumento di volume e la conseguente espulsione del copriferro.

CORRELAZIONI
 Cfr. *diagnostica generalizzata* - 1.3. *Vespai* - 1.4. *Armatura ossidata* - 1.6, etc.

INTERVENTI
 Rimozione del calcestruzzo ammalorato attraverso l'uso di una idropulitrice ad acqua in pressione fino ad eliminare le parti incoerenti o in fase di distacco. Sostituzione delle parti di armatura che presentano una significativa insufficiente. Trattamento dell'armatura a vista, dopo la necessaria pulizia meccanica, mediante l'applicazione a pennello di malta cementizia anticorrosiva, applicata a due mani, ed atta a riportare il pH a 12. Il prodotto utilizzato dovrà avere una adesione minima di 1,8 N/mm² ed un pH dell'impasto pari a 12,6. Ricostruzione del copriferro prevedendo una delle alternative sotto indicate:
 - con malta cementizia mono o bicomponente, fibrorinforzata a ritiro compensato da applicare a cazzuola od a spruzzo, con forte adesione al supporto (≥ 2 N/mm²), buona traspirabilità al vapore acqueo, resistente alla penetrazione del CO₂ e dei sali cloruri, contenente sinergie multiple anticorrosione ed inibitori di corrosione migratori organici. Resistenza meccanica a compressione da 38 a 55 MPa, resistenza meccanica a flessione da 7 a 11 MPa e modulo elastico modulare da 2000 a 24000 Mpa, secondo le esigenze progettuali;
 - con malta o betoncino cementizio fibrorinforzato a ritiro compensato da colare in cassero o in situazioni confinanti, con forte adesione al supporto (≥ 2 N/mm²) ed al tendino d'acciaio (pull out ≥ 20 N/mm²), con buona traspirabilità al vapore acqueo, resistente alla penetrazione del CO₂ e dei sali cloruri, contenente sinergie multiple anticorrosione ed inibitori di corrosione migratori organici. Resistenza meccanica a compressione da 65 a 90 MPa, resistenza meccanica a flessione da 7,5 a 11 MPa, modulo elastico modulare da 26000 a 34000 Mpa, secondo le esigenze progettuali.

NOTE
 Indagini:
 Riferimenti bibliografici:

momento dell'ispezione, non è presente. Questa dichiarazione implica che l'eventuale difetto riscontrato in una ispezione successiva, si è prodotto nell'arco temporale tra le due ispezioni; tale situazione, facilmente individuabile dal sistema informatico di gestione dei dati, rappresenta di per sé un fattore di allarme.

Dalle schede di campo, generalmente gestite direttamente su tablet, si passa all'introduzione dei dati nella piattaforma informatica gestionale, mediante la quale verranno elaborati consentendone la gestione gerarchica e l'apposizione di filtri per evidenziare le situazioni più critiche sulla base delle foto e delle misurazioni di intensità ed estensione dei difetti.

Scheda di valutazione

11/11/2014 10:00
Completamento % 100
Data Ispezione
11/11/2014 10:00
Completamento % 100
Data Ispezione

2
N. campo
82,50
Lunghezza [m]
12,00
Larghezza [m]
1
N. S
Non Conformità (NC)
0
Azioni Preventive (AP)
2
D
12
D
100
Completamento %
11/11/2014 10:00
Data Ispezione

Materia: cemento D. max = 64 N. elementi: 5

N. Foto	Vista	Defetto	D	K1	K2	K3	NC	AP
1	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
2	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
3	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
4	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
5	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
6	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
7	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
8	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
9	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
10	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
11	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
12	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
13	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
14	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
15	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
16	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
17	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
18	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
19	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
20	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
21	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
22	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
23	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
24	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
25	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
26	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
27	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
28	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
29	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
30	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
31	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
32	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
33	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
34	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
35	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
36	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
37	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
38	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
39	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
40	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
41	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
42	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
43	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
44	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
45	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
46	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
47	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
48	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
49	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
50	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
51	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
52	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
53	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
54	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
55	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
56	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
57	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
58	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
59	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
60	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
61	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
62	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
63	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
64	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
65	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
66	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
67	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
68	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
69	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
70	X	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0

Di seguito si riporta la scheda relativa all'ispezione di una pila e di un traverso.

4 Emme Service SPA, Programma di catalogazione STRUTTURE, Comune di Ravenna

11/11/2014 10:00
Completamento % 100
Data Ispezione

Materia: cemento D. max = 64 N. elementi: 5

Descrizione	Area	Defetto	D	K1	K2	K3	NC	AP
1.11	1.11	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.12	1.12	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.13	1.13	Chiusura incompleta	2	0	0	0	0	0
1.14	1.14	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.15	1.15	Chiusura del capofila	2	0	0	0	0	0
1.16	1.16	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.17	1.17	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.18	1.18	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.19	1.19	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.20	1.20	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.21	1.21	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.22	1.22	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.23	1.23	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.24	1.24	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.25	1.25	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.26	1.26	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.27	1.27	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.28	1.28	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.29	1.29	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.30	1.30	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.31	1.31	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.32	1.32	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.33	1.33	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.34	1.34	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.35	1.35	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.36	1.36	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.37	1.37	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.38	1.38	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.39	1.39	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.40	1.40	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.41	1.41	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.42	1.42	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.43	1.43	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.44	1.44	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.45	1.45	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.46	1.46	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.47	1.47	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.48	1.48	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.49	1.49	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.50	1.50	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.51	1.51	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.52	1.52	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.53	1.53	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.54	1.54	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.55	1.55	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.56	1.56	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.57	1.57	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.58	1.58	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.59	1.59	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.60	1.60	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.61	1.61	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.62	1.62	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.63	1.63	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.64	1.64	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.65	1.65	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.66	1.66	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.67	1.67	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.68	1.68	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.69	1.69	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.70	1.70	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0

4 Emme Service SPA, Programma di catalogazione STRUTTURE, Comune di Ravenna

11/11/2014 10:00
Completamento % 100
Data Ispezione

Materia: cemento D. max = 64 N. elementi: 5

Descrizione	Area	Defetto	D	K1	K2	K3	NC	AP
1.11	1.11	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.12	1.12	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.13	1.13	Chiusura incompleta	2	0	0	0	0	0
1.14	1.14	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.15	1.15	Chiusura del capofila	2	0	0	0	0	0
1.16	1.16	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.17	1.17	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.18	1.18	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.19	1.19	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.20	1.20	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.21	1.21	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.22	1.22	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.23	1.23	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.24	1.24	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.25	1.25	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.26	1.26	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.27	1.27	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.28	1.28	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.29	1.29	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.30	1.30	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.31	1.31	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.32	1.32	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.33	1.33	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.34	1.34	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.35	1.35	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.36	1.36	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.37	1.37	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.38	1.38	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.39	1.39	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.40	1.40	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.41	1.41	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.42	1.42	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.43	1.43	Macchia di umidità effluvia	0	0	0	0	0	0
1.44	1.44	Macchia di umidità effluvia	0	0	0</			

strutturale comporta l'obbligatorietà e l'urgenza dell'intervento manutentivo ordinario e straordinario. La descrizione dello stato di degrado rimane estremamente sintetica attraverso un giudizio complessivo sull'intero elemento strutturale.

La seconda metodologia presentata, metodo oggettivo, chiede all'Ispettore di essere un fedele "fotografo" dello stato dell'arte. Lo obbliga a verificare tutti i difetti riscontrabili ed a dichiarare la "non presenza" di difetti tra tutti quelli potenzialmente verificabili sul singolo elemento strutturale. È una dichiarazione importante, in quanto l'eventuale insorgere di un difetto tra una ispezione e la successiva, richiamerà l'attenzione del "Tavolo tecnico", che indirà una specifica riunione coinvolgendo gli esperti del settore. Il Tavolo tecnico ha il compito di valutare i dati raccolti in campo ed in particolare i difetti con peso $G=5$, difetti che rappresentano un potenziale rischio di riduzione della capacità portante o una riduzione della sicurezza.

È compito del Tavolo tecnico la valutazione ingegneristica dei difetti potenzialmente pericolosi basandosi sulla relazione, sulle foto, o su un successivo ulteriore sopralluogo, e decidere quali sono le Non Conformità presenti e le Azioni Correttive o Preventive necessarie.

In sostanza, la decisione di intervenire con urgenza è una scelta che può avvenire anche in condizioni di una situazione generale buona, con indici di degrado bassi, ma con una singola situazione ritenuta, ingegneristicamente, pericolosa o riducente la capacità portante.

Oltre all'aspetto sicurezza, il metodo mette in evidenza quelle situazioni di degrado così diffuse da richiedere a breve un intervento di risanamento urgente, per evitare che l'evoluzione dei difetti comporti costi futuri di molto superiori e/o il passaggio a situazioni che nel breve periodo inficerebbero anche la sicurezza.

Questa valutazione viene effettuata dal Rapporto d'Urgenza R_u , dove $R_u = 100 D_r / D_{rmax}$, dove D_{rmax} rappresenta il valore massimo dell'indice di Degrado relativo D_r che si potrebbe riscontrare su un elemento strutturale.

Nell'esempio riportato si possono calcolare gli R_u dei singoli elementi strutturali: pile 14,8%; traversi longitudinali 7,7%.

Ogni Amministrazione sceglie il valore di R_u che comporta l'obbligatorietà dell'intervento di risanamento. In generale tale limite è posto con R_u tra 15 e 20, anche se il Tavolo tecnico può decidere un intervento urgente per specifiche considerazioni di sicurezza indipendentemente dalla valutazione numerica.

Conclusioni

Il confronto tra le due metodologie ispettive ne ha messo in evidenza la forte differenza concettuale.

Nel primo caso l'ispezione "soggettiva" richiede all'operatore di valutare sia lo stato di degrado sia l'influenza dei difetti sulla sicurezza del transito o della capacità portante. La scheda ispettiva risulta necessariamente sintetica e limitata ai difetti riscontrati. L'Ispettore si assume soggettivamente la responsabilità decisionale per assicurare un potenziale intervento di consolidamento o risanamento nel tempo massimo previsto in base all'attribuzione del voto.

Nel secondo caso l'ispezione "oggettiva" rappresenta una "misura" dello stato di degrado attraverso un rilievo puntuale e codificato di tutti i difetti potenzialmente riscontrabili. Ne risulta un rapporto esaustivo, ripetibile e facilmente comprensibile anche in una fase successiva di lettura, grazie anche ad una relazione accompagnata da fotografie e descrizioni rigorose dei difetti. La valutazione dell'urgenza di un intervento o della necessità di approfondimenti diagnostici viene demandata ad una fase analitica successiva, dove la Commissione tecnica, composta da esperti in più settori, prende le decisioni più opportune.

Bibliografia

- [1] Spea Engineering *Manutenzione programmata delle opere d'arte stradali* - Edizione 2015
- [2] CIAS - *Manuale per la valutazione dello stato dei ponti* – Edizione 2018