



# Valutazione numerica dei degradi

Un manuale ed un software per condurre la valutazione numerica dello stato di conservazione dei ponti, a seguito di una scrupolosa ispezione visiva e all'uso di schede di valutazione. L'articolo illustra la metodologia già in uso presso diverse Amministrazioni provinciali, che ha consentito di razionalizzare le fasi di censimento e valutazione dello stato di conservazione dei ponti e di allestire efficienti archivi.

**Claudio Bertoluzza**  
Anas Bolzano

La conservazione in efficienza di tutte le opere d'arte delle strade statali è un'incombenza molto complessa, poiché sono coinvolte oltre che alle responsabilità progettuali, quelle dell'esercizio, e quelle dell'esecuzione degli interventi manutentori.

Il ritardo negli interventi ha dimostrato quanto sia costosa l'opera di recupero rispetto ad una manutenzione sistematica.

Le ispezioni periodiche delle opere hanno lo scopo di individuare gli eventuali interventi da programmare al fine del mantenimento della loro efficienza.

Una programmazione cadenzata delle ispezioni, consente di mantenere la sicurezza d'uso e la determinazione degli investimenti necessari nel tempo, limitando al tempo stesso gli impegni finanziari.

Se si devono eseguire degli interventi su un'opera, è bene avere più notizie possibili sull'opera stessa, per essere in grado di adottare le tecniche più idonee.

Diventa quindi molto importante dare corso ad un censimento completo di tutte le opere e quindi la creazione di un archivio, completo di disegni, foto, date delle ispezioni, interventi eseguiti e da eseguire, ed anche una valutazione dello stato di degrado.

La massa enorme di dati da gestire necessita sicuramente di un sistema informatico per la gestione di tutto il patrimonio delle opere d'arte.

La "4 Emme Service SpA" di Bolzano ha preparato un soft-ware per l'archiviazione dei dati, compreso lo stato di degrado dei manufatti elaborando per questo scopo un metodo per la valutazione numerica dello stato di degrado, che, abbinato ad una serie di schede di valutazione, consentono ai responsabili delle opere di avere uno strumento in grado di programmare oculatamente la manutenzione, stabilendo attraverso i parametri numerici l'urgenza dell'intervento e le priorità sulla base delle risorse a disposizione.

Il presente articolo vuole riassumere le indicazioni generali di una proposta di gestione informatica delle opere d'arte, riportando alcuni aspetti contenuti nel "Manuale per la valutazione dello stato dei ponti", Pubblicato dal Centro Internazionale di Aggiornamento Sperimentale-Scientifico, disponibile in internet a pagamento (fig. 1).

## GESTIONE OPERE D'ARTE

La gestione delle opere d'arte significa l'assunzione, da parte dell'Amministrazione, di un insieme di obblighi riguardanti il parco opere, nei confronti dell'utente della strada. Questi obblighi si traducono in obiettivi misurabili a fronte di limiti economici rappresentati dal budget assegnato.

Il diagramma di flusso, riportato in fig. 2, illustra la procedura logica a cui ci si deve ispirare.

Una volta completato il Censimento di tutte le opere (ponti, tombotti, passerelle, sottopassi) deve poi essere eseguita la prima ispezione visiva secondo il Metodo della Valutazione Numerica (MVN). Questa costituirà il riferimento iniziale per il confronto, negli anni, dello stato generale.

Il numero, DR (Difettosità Relativa), identifica-



tivo dello stato di degrado nel suo complesso, imporrà una selezione ragionata, come indicato nel diagramma di flusso fig. 2. Dal punto 2 si procederà ad una suddivisione gerarchica delle necessità e/o urgenze di intervento, riferendosi non tanto ad una decisione presa sulla base di visite casuali o denunce di dissesti, ma attraverso una logica scientifica e sistematica.

**LE ISPEZIONI VISIVE**

I principali fattori che contribuiscono al deterioramento dei materiali e degli elementi strutturali sono:

- intensità della circolazione,
- ambiente aggressivo,
- fattori climatici,
- carichi eccessivi,
- urti occasionali,
- inadeguato sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

L'ispezione rigorosa, da effettuarsi ad intervalli regolari su tutti gli elementi di ciascuna opera consente l'individuazione e l'eliminazione delle cause di degrado e dei relativi effetti, nonché la definizione delle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il degrado può manifestarsi anche in maniera repentina e può svilupparsi con velocità crescente nel tempo e la programmazione di una adeguata cadenza delle verifiche ispettive assume, proprio per questi motivi, rilevanza fondamentale.

Il Metodo della Valutazione Numerica (MVN) di seguito descritto, consente di giungere alla classificazione numerica delle opere per gravità di degrado, sulla base di dati oggettivi.

La prima ispezione condotta seguendo il metodo numerico è detta Ispezione Primaria e costituirà il riferimento per la valutazione e il confronto dello stato complessivo dell'opera, tenendo conto di tutti gli eventi successivi ivi compresi gli interventi di manutenzione.

L'ispezione visiva deve rappresentare l'esatta fotografia della situazione delle strutture e dei materiali costituenti e quella dei fenomeni di dissesto in atto. La raccolta delle informazioni deve essere sistematica, ripetibile ed esaustiva di tutte le possibili condizioni di degrado.

La MVN e l'analisi critica dei risultati consentiranno di programmare, nei casi meno gravi modesti interventi mirati all'eliminazione delle cause. Nei casi più complessi, o che implicano un rischio strutturale, sarà opportuno eseguire indagini sperimentali e verifiche teoriche volte ad individuare origini e conseguenze dei fenomeni osservati essendo in grado di stabilire idonei strategie di intervento.

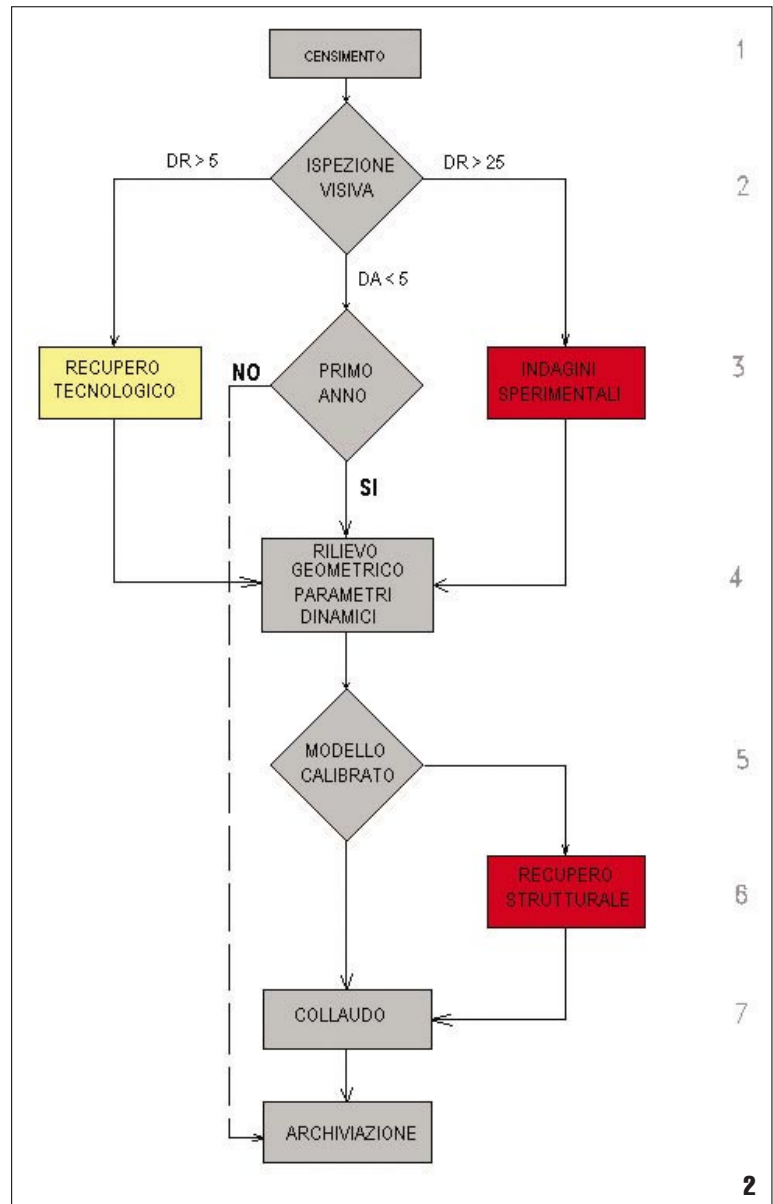
**L'ISPETTORE**

L'operatore addetto all'ispezione opera impiegando strumenti piuttosto semplici che consentono tuttavia un'attenta e precisa raccolta di informazioni (fig. 3).

È necessario che lo zainetto contenga:

- macchina fotografica digitale;
- binocolo;
- metri rigidi e flessibili;
- lente di ingrandimento;
- martelletto;
- bolla, squadretta, ecc..

L'ispettore deve inoltre disporre di scarpe adeguate, stivali di scorta, corda con moschettone e soprattutto dei raccoglitori delle schede di ispezione.



## METODO DELLA VALUTAZIONE NUMERICA

L'ispezione condotta visivamente deve consentire di riconoscere tutti i tipi di degrado riscontrabili sulle strutture, che saranno riportati in apposite schede predisposte per ogni tipo di materiale. Le Schede di Valutazione forniranno, sulla base dei risultati del MVN, un numero finale correlato con lo stato complessivo del degrado. Più alto è il numero e più grave è la situazione.

PILE		N=	POSIZIONE:		MATERIALE: calcestruzzo						3
FOTO N°	NOTE	Visto	DIFETTO	Estensione K <sub>1</sub>			Intensità K <sub>2</sub>				
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1		
✓		✓	1.1) Macchie di umidità passiva	1							
✓		✓	1.2) Macchie di umidità attiva	4							
			1.3) Cracks dilatato/an. malorato	2							
			1.4) Vespai	2							
			1.5) Distacco del copriferro	2							
			1.6) Armatura ossidata	5							
			1.13) Lesioni a ragnatela modeste	1							
			1.14) Fessure orizzontali	2	< 1	1+3	> 3				
			1.15) Fessure verticali	2	< 1	1+3	> 3				
			1.16) Fessure diagonali	5	< 1	1+3	> 3				
			1.20) Staffe scoperte/ossidate	3							
			1.21) Lesioni attacco pilastri	2							
			1.23) Armatura verticale deformata	5							
			1.25) Riprese successive deteriorate	1							
			1.29) Danni da urto	4							
			1.30) Danni causati dagli app. d'appoggio	4							
			5.1) Fuori piombo	5				24%	4-6%	>6%	
			5.2) Scalzamento	5							
			5.5) Difetti d'appoggio in recoprene	4							4

La valutazione numerica deriva dalla sommatoria dei pesi "G" attribuiti ai singoli difetti, moltiplicati per i coefficienti K<sub>1</sub> e K<sub>2</sub>, indicatori relativamente di estensione ed intensità.

Viene definita Difettosità Relativa, DR il valore finale della valutazione fatta per singoli elementi strutturali ed è l'indice dello stato di degrado:

$$DR = \sum(G \cdot K_1 \cdot K_2)$$

Viene definita Difettosità Assoluta DA, il valore ottenuto da DR moltiplicato per il numero di elementi strutturali componenti il ponte (campate, pile, spalle,.....); rappresenta l'indice complessivo del degrado indicando, attraverso la sua grandezza, la dimensione dell'onere economico che si dovrà affrontare per un risanamento.

$$DA = \sum(G \cdot N \cdot K_1 \cdot K_2)$$

Il valore attribuito a G deriva da una valutazione numerica variabile da 1 a 5, del 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).

Il coefficiente K<sub>1</sub> estensione e di K<sub>2</sub> intensità possono assumere il valore 0,2 – 0,5 – 1,0.

Attribuendo il valore 0,2 al coefficiente K<sub>1</sub> s'intende che il difetto analizzato è "presente"; ma che interessa solo una parte minima della zona o quantità di pertinenza.

Con 0,5 s'intende che il difetto interessa tra il 30 ed il 70 % della zona o quantità di pertinenza.

Con 1,0 s'intende che il difetto interessa l'intera zona o quantità di pertinenza. Per zona o quantità di pertinenza si intende la superficie, lunghezza, numero che caratterizza l'elemento indagato.

Le singole schede difettologiche individuano le specifiche zone o quantità di pertinenza. Analogamente al coefficiente di intensità K<sub>2</sub>, si da un valore variabile 0,2 - 0,5 - 1,0 in funzione del tipo di difetto come specificato nelle singole schede difettologiche.

La compilazione delle schede di valutazione ispettiva, successivamente riportata nel sistema informatico, comporterà il calcolo automatico di DR e DA calcolati attraverso MVN hanno valore comparativo; la loro grandezza fornisce un'indicazione dello stato di degrado che non esime da un'analisi attenta delle singole ispezioni in particolar modo dei difetti con peso G = 4 o 5.

## SCHEDE DI VALUTAZIONE ISPETTIVA

Il metodo della valutazione numerica è impostato sulla compilazione in campo di una serie di Schede di Valutazione divise per elemento strutturale e materiale costituente.

Sono state predisposte schede per:

- spalle,
- pile,
- giunti,
- piedritti,

**DISTACCO DEL COPRIFERRO** 1.5

G	Estensione K <sub>1</sub>			Intensità K <sub>2</sub>		
	0,2	0,5	1	0,2	0,5	1
2	Appena presenti	~10% della lunghezza	~tutto la lunghezza	Appena presenti	~10% della lunghezza	~tutto la superficie




**DESCRIZIONE**  
E' un difetto che si può manifestare degnato con delle lesioni puntuali agli spigoli o lungo i bordi d'angolo o, raramente, con il distacco completo del c/c di spessore del bordi d'angolo.

**CAUSE**  
E' determinato dal calcestruzzo in movimento della fase, da precipitazioni dirette del fenomeno della sfoltatura o dall'azione spinta del capriate, presente nei c/c di Falso, provocando l'effrazione del conglomerato, così l'assenza prolungata un contatto di volume e la conseguente espulsione del capriate.

**CORRELAZIONI**  
C/c sfoltato / assottigliato - 1.1 Riprese - 14. Attacco ragnatela - 1.6

**INTERVENTI**  
Ripristino del calcestruzzo con idoneo grout. Per il caso sfoltatura si deve il blocco e ristagno ogni altro intervento di rigare spigoli o bordi.

**REPERIBILITÀ**  
L'effrazione del calcestruzzo con idoneo grout. Per il caso sfoltatura si deve il blocco e ristagno ogni altro intervento di rigare spigoli o bordi.

**NOTE**  
E' un difetto che si può manifestare degnato con delle lesioni puntuali agli spigoli o lungo i bordi d'angolo o, raramente, con il distacco completo del c/c di spessore del bordi d'angolo.

- archi,
- travi e traversi,
- solette,
- elementi accessori ,

a loro volta suddivise in altre schede a seconda del materiale:

- calcestruzzo,
- muratura,
- acciaio,
- legno,

Ogni scheda riporta tutti i difetti riscontrabili sull'elemento strutturale di quel materiale.

Le schede allegate al manuale, di cui se ne presenta una di esempio, vanno compilate con sistematicità e precisione. In alto a sinistra, (fig. 4) va indicato il numero di elementi strutturali analoghi che possono essere descritti con una singola scheda.

Nel caso di situazioni di degrado diverse per gli stessi elementi, vanno compilate schede separate.

La prima colonna, Foto, riporta la numerazione delle foto effettuate.

Nella seconda, NOTE, si riportano delle osservazioni aggiuntive utili per localizzare con precisione il difetto.

Nella terza, VISTO, va posto un segno ad indicare che quel difetto è stato oggetto di ricerca e non va posto quando la ricerca non è stata effettuata. La quantità di "visti" rispetto alla loro totalità produce il calcolo della percentuale di "Completamento". Valore che il sistema riporta assieme al DR e DA ad indicare il livello di ispezione raggiunto.

Nella quarta colonna DIFETTI, sono riportate le loro identificazioni. La numerazione corrisponde a quella identificativa della Scheda Difettologica.

Nella quinta colonna, G sono riportati i pesi numerici attribuiti ai singoli difetti.

Nelle ultime colonne si trovano le caselle da barrare per l'attribuzione del valore dei coefficienti  $K_1$  e  $K_2$ .

Va ricordato che la funzione dell'ispezione non è quella di determinare le cause o la pericolosità del difetto, ma rappresenta una fase di osservazione attenta con riporto scritto di tutto quanto rilevabile a vista.

Sarà in un momento successivo, attraverso l'analisi dei dati riportati, dopo un'eventuale approfondimento specifico sulle strutture più ammalorate, che si passerà alla fase interpretativa.

Di seguito vengono riportate le schede di valutazio-

ne nelle quali i parametri  $G$ ,  $K_1$  e  $K_2$  assumono valori indicati nell'elenco riportato in tabella alla pagina successiva. Nel Manuale per la valutazione dello stato dei ponti, sono inserite le schede dei difetti più ricorrenti che si possono riscontrare nella realtà di cui i due esempi sotto riportati in fig. 5.

I risultati dei controlli devono essere certificati ed organizzati secondo una graduatoria di importanza, adatta a descrivere il processo del degrado attraverso tutte le sue manifestazioni visibili.

I difetti di un'opera vanno riportati separatamente per singole parti strutturali, perché diversa può essere la velocità del degrado e diversa l'incidenza su elementi strutturali diversi.

La documentazione di input, sarà costituita da una scheda per ogni elemento costitutivo dell'intera struttura, con una misura adatta a definire il numero di elementi del tipo considerato e con la possibilità di differenziare, per elementi uguali, diversi stati di degrado.

### PARAMETRI DINAMICI COME ELEMENTI DI CONTROLLO AUTOMATIZZATO

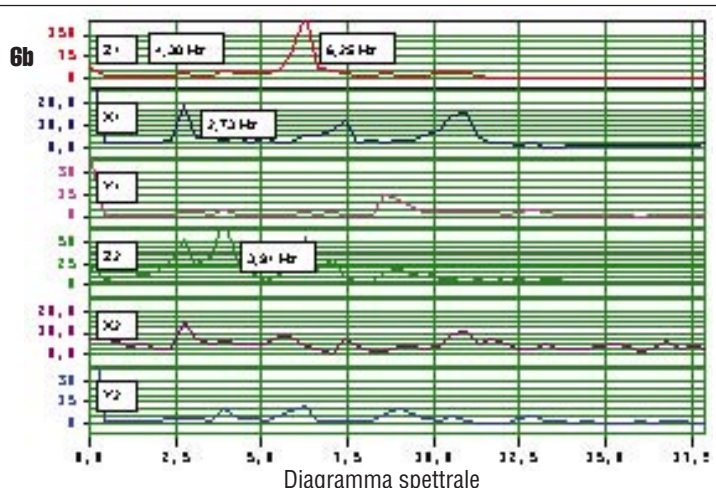
Le moderne tecniche di indagine sperimentale consentono di ricavare, rapidamente ed a costi relativamente bassi, i parametri dinamici strutturali delle opere d'arte stradali che, oltre a rappresentare dei valori di controllo costante delle condizioni di affidabilità, possono costituire gli elementi di verifica delle caratteristiche costruttive (collaudo).

Lo scopo dell'indagine dinamica è quello di individuare sperimentalmente le frequenze libere di vibrazione ed i modi principali per poterli confrontare con quelli teorici ottenuti dalla modellazione numerica. Dal confronto si potrà procedere alla calibrazione del modello variando i parametri di input fino ad ottenere la corrispondenza dei parametri di risposta teorici con quelli sperimentali sia in campo dinamico che statico.

I risultati sperimentali ottenuti, essendo legati a tutti gli elementi geometrici e meccanici della struttura, rappresentano un valido strumento di controllo nel tempo dell'eventuale variazione della capacità portante e delle condizioni generali del materiale. Nel caso dei ponti la tecnica consiste nel posizionare almeno due terne di accelerometri, una sulla mezzera in posizione di bordo ed una ad \_luce.



Sensori accelerometrici



# PONTI & VIADOTTI

## Catasto Ponti

Questo posizionamento consente di valutare con sicurezza l'appartenenza di una frequenza al tipo naturale ed al modo di vibrare sui vari piani X, Y, Z.

Questo parametro essendo legato a tutti gli elementi geometrici e meccanici potrà rappresentare, assieme anche alle frequenze di ordine superiore, la carta di identità, in altri termini il vero "nome e cognome delle struttura.

Per questa sua specificità la precisione della rile-

vazione deve essere spinta almeno fino alla seconda cifra decimale, si tenga conto che la frequenza libera può assumere, nella stragrande maggioranza dei casi, valori tra i 2 e 20 Hz.

Nel caso in cui venga impiegata la tecnica di eccitazione tramite il passaggio di un mezzo è necessario che l'analisi spettrale venga eseguita nel tratto temporale di fuoriuscita del mezzo eccitante e non certo du-

### SCHEDE DI VALUTAZIONE

PARTE 1: CLS		G	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	CLS	G	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	
1.1	Macchie di umidità passiva	1	0,2/0,5/1	1	1.17	Fessure longitudinali	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.2	Macchie di umidità attiva	4	0,2/0,5/1	1	1.18	Fessure trasversali	5	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.3	Cls dilavato/ammalorato	2	0,2/0,5/1	1	1.19	Lesioni/distacco/travi/traversi	3	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.4	Vespai	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	1.20	Staffe scoperte/ossidate	3	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.5	Distacco del copriferro	2	0,2/0,5/1	1	1.21	Lesioni attacco pilastri	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.6	<b>Armatura ossidata</b>	<b>5</b>	<b>0,2/0,5/1</b>	<b>0,2/0,5/1</b>	<b>1.22</b>	Lesioni attacco trave/soletta	2	0,2/0,5/1	1
1.7	Lesioni capillari ancoraggi	1	0,2/0,5/1	1	1.23	<b>Armat. verticale deformata</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
1.8	Testate ancoraggio non sigillate	2	0,2/0,5/1	1	1.24	Distacco del timpano	3	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.9	Distacco tamponi testate	1	0,2/0,5/1	1	1.25	Riprese successi. deteriorate	1	1	1
1.10	Lesioni su anima lungo i cavi	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	1.26	<b>Riduz. armatura precomp.</b>	<b>5</b>	<b>0,2/0,5/1</b>	<b>0,2/0,5/1</b>
1.11	Lesioni lungo suola del bulbo	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	1.27	Umidità dall'interno	2	0,2/0,5/1	1
1.12	Guaine a vista	2	0,2/0,5/1	1	1.28	Umidità dall'interno	2	0,2/0,5/1	1
1.13	Lesioni a ragnatela modeste	1	0,2/0,5/1	1	1.29	Armat. scoperta/ossidata testate	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.14	Fessure orizzontali	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	1.30	Danni da urto	4	1	0,2/0,5/1
1.15	Fessure verticali	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	1.31	Danni dagli apparecchi d'appog.	4	1	0,2/0,5/1
1.16	<b>Fessure diagonali</b>	<b>5</b>	<b>0,2/0,5/1</b>	<b>0,2/0,5/1</b>					

PARTE 2: MURATURA		G	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	MURATURA	G	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	
2.1	Fessure orizzontali	3	1	0,2/0,5/1	2.8	Riprese successive deteriorate	1	1	1
2.2	Fessure verticali	4	1	0,2/0,5/1	2.9	Macchie di colore oscuro	1	0,2/0,5/1	1
2.3	Fessure diagonali	4	1	0,2/0,5/1	2.10	Efflorescenze	1	0,2/0,5/1	1
2.4	Distacco del timpano	3	1	0,2/0,5/1	2.11	Patina biologica	1	0,2/0,5/1	1
2.5	Macchie di umidità di risalita	1	0,2/0,5/1	1	2.12	Polverizzazione	3	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
2.6	Macchie da dilavamento	2	0,2/0,5/1	1	2.13	Esfoliazione	1	0,2/0,5/1	1
2.7	Porzione di muratura mancante	3	0,2/0,5/1	1					

PARTE 3: ACCIAIO		G	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	ACCIAIO	G	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	
3.1	Difetti di saldature	4	0,2/0,5/1	1	3.7	Deformaz. anime/piattabande	3	0,2/0,5/1/1	0,2/0,5/1
3.2	<b>Rottura di saldature</b>	<b>5</b>	<b>0,2/0,5/1</b>	<b>1</b>	<b>3.8</b>	Deformaz. pareti trave scatolari	3	0,2/0,5/1	1
3.3	Spogliamento vernice	2	0,2/0,5/1	1	3.9	Ristagni d'acqua	1	0,2/0,5/1	1
3.4	<b>Difetti di chiodatura</b>	<b>5</b>	<b>0,2/0,5/1</b>	<b>0,2/0,5/1</b>	<b>3.10</b>	<b>Lesione ai nodi</b>	<b>5</b>	<b>0,2/0,5/1</b>	<b>1</b>
3.5	Bulloni allentati	4	0,2/0,5/1	1	3.11	Corrosione	4	0,2/0,5/1	1
3.6	<b>Bulloni tranciati</b>	<b>5</b>	<b>0,2/0,5/1</b>	<b>1</b>	<b>3.12</b>	Ossidazione	2	0,2/0,5/1	1

PARTE 4: LEGNO		G	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	LEGNO	G	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	
4.1	Macchie di umidità	3	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	4.7	<b>Ristagni d'acqua (trappole)</b>	<b>5</b>	<b>0,2/0,5/1/1</b>	<b>0,2/0,5/1</b>
4.2	Attacco di funghi	5	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	4.8	Danni da urto	4	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
4.3	Attacco di insetti	4	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	4.9	Bulloni allentati	1	1	0,2
4.4	Fessurazioni elicoidali	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	4.10	Delaminazione (legno lamellare)	1	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
4.5	Fessurazioni longitudinali	1	0,2	1	4.11	<b>Connessioni deteriorate</b>	<b>5</b>	<b>0,2/0,5/1</b>	<b>0,2/0,5/1</b>
4.6	<b>Fessurazioni trasversali</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>					

PARTE 5: APPOGGI E ACCESSORI		G	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	APPOGGI E ACCESSORI	G	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	
5.1	<b>Fuori piombo</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5.18</b>	Parapetti assenti	3		
5.2	<b>Scalzamento</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5.19</b>	Parapetti non a norma	3		
5.3	Dilavam. del rilevato di approccio	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	5.20	Parapetti danneggiati	3		
5.4	Dissesto. del rilevato di approccio	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	5.21	Guardrail danneggiati	1		
5.5	Difetti app. appoggio in neoprene	4	1	0,2/0,5/1	5.22	Guardrail corrosi per ossidaz.ne	0,5		
5.6	Difetti rulli-penduli	4	1	0,2/0,5/1	5.23	Cordoli degradati	2		
5.7	Difetti carrelli (metallici)	4	1	0,2/0,5/1	5.24	Convogliamento acque assente	2		
5.8	Difetti app. d'appoggio compositi	4	1	0,2/0,5/1	5.25	Pozzetti intasati	1		
5.9	Dislivello giunto-pavimentazione	1	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1	5.26	Scarichi corti	2		
5.10	Massetti lesionati	2	1	1	5.27	Scarichi ostruiti	1		
5.11	Distacco tampone	1	1	1	5.28	Scarichi danneggiati	2		
5.12	Deformazione tampone	1	1	1	5.29	Cattiva pavimentaz. Marciapiedi	1		
5.13	Ammaloramento profilati	2	1	1	5.30	Pali d'illuminazione mal ancorati	2		
5.14	Scossalina permeabile	2	0,2/0,5/1	1	5.31	Pali d'illuminazione danneggiati	2		
5.15	Dislivello tra rilevato e impalcato	1			5.32	Pali d'illuminazione arrugginiti	0,5		
5.16	Presenza di dossi	1			5.33	Sottoservizi mal ancorati	1		
5.17	Fessure anomalie pavimentazione	0,5							

rante il transito. La presenza di una massa, sulla struttura comporta una riduzione dei valori di frequenza.

### L'ARCHIVIAZIONE

Il soft-ware creato dalla "4EMME System SpA" per l'archiviazione e la gestione dei dati derivanti da:

- censimento.
- dai dati storici,
- dai disegni progettuali,
- dalle Ispezioni,
- dalla valutazione numerica del degrado,
- dagli interventi manutentivi,

persegue i seguenti obiettivi:

- a) ordinare in maniera chiara e durevole la massa di dati già esistente e quella in arrivo;
- b) ottenere in qualunque momento, e da una sola fonte, tutta quella serie di dati necessari per avere un'idea precisa dello stato generale;
- c) gestire con precisione e sistematicità le ispezioni, in rispetto delle norme e correlando nel tempo tutti i dati acquisiti;
- d) valutare con un criterio omogeneo, lo stato di conservazione attraverso la Valutazione Numerica derivante dalle ispezioni, valutandone i valori medi e la loro variazione negli anni;
- e) ricavare delle liste gerarchiche sullo stato conservativo consentendo una valutazione economica di massima per la programmazione dei fondi necessari.

Si propongono alcune pagine di schermo che interfacciano l'utente (fig. 8).

### CONCLUSIONI

L'aspetto più efficace ed originale del sistema, è la novità operativa introdotta con il metodo della Valutazione Numerica dello stato di conservazione dei ponti, eseguito per mezzo della scrupolosa Ispezione Visiva e l'uso delle Schede di Valutazione che consente la reiterazione delle ispezioni con identici criteri indipendentemente dell'ispettore che le esegue.

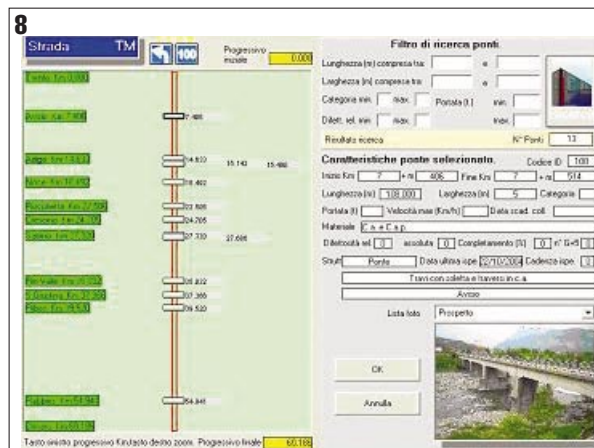
La positività dei risultati nell'applicazione di detto metodo dipende anche dalla organizzazione di una squadra tecnica dedicata a questo compito, struttura che dovrà essere resa partecipe e responsabile nell'attenta esecuzione delle procedure adottando con scrupolo la metodologia indicata dal Manuale.

Si attiva così in modo automatico un processo programmatico di manutenzione, basato su valutazioni oggettive, dove le priorità vengono definite dalla difettosità riscontrata e valutata attraverso una logica scientifica e sistematica.

La media della difettosità assoluta, ottenuta dalla sommatoria del "DA" di ogni singolo ponte diviso il numero di ponti avrà delle oscillazioni nel tempo verso l'alto o verso il basso a seconda dell'incisività della manutenzione, sia in qualità che in quantità.

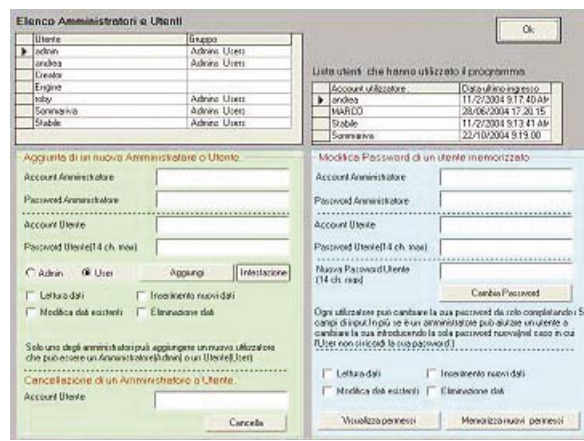
I gestori delle opere acquisiscono uno strumento che consente loro di controllare la spesa manutentoria, verificando la variazione del valore medio della difettosità di un settore, di un comparto o di tutto un'Ente.

L'abbassamento dell'indice di difettosità esprime



### Profili stradali

Permette di costruire i profili delle strade, fiumi o linee ferroviarie su cui porre i ponti rispetto alla chilometrica. Attraverso poi il tasto di **Ricerca ponti**, nella pagina iniziale, si entra nelle maschere che facilitano la loro ricerca rapida. Con il mouse è possibile zoomare un'area ristretta o valutare con precisione la chilometrica. Sono inseribili anche degli ostacoli fissi come incroci o fiumi.



### Sicurezza

Consente di introdurre i limiti di utilizzo, utente per utente, del sistema informatico:

*sola lettura, inserimento dati, modifica ed eliminazione dati.*

Il sistema memorizza, per ogni campo di inserimento, chi e quando ha inserito o modificato un dato. Per le applicazioni in rete, controlla la contemporaneità di operazioni di inserimento o modifica dati. Il sistema sicurezza responsabilizza il personale che inserisce le informazioni.

che il budget assegnato è stato speso con ocultezza poiché gli interventi per il recupero delle opere hanno diminuito i degradi e le fonti che li hanno causati, in caso contrario, l'aumento del valore medio dell'indice può indicare interventi poco incisivi o in alternativa un budget poco consistente.

*Ringrazio il Direttore Generale della 4EMME Service SpA e Presidente del CIAS dott. ing. Settimo Martinello*