



*Centro Internazionale di  
Aggiornamento Sperimentale – Scientifico*

SEMINARIO SUL TEMA  
“EVOLUZIONE NELLA SPERIMENTAZIONE  
PER LE COSTRUZIONI”

---

Ing. Roberto Bruson – 4 Emme Service SpA  
*“Le ispezioni visive sui ponti – pratica esecutiva e gestione dei dati”*





## LE ISPEZIONI VISIVE SUI PONTI - PRATICA ESECUTIVA E GESTIONE DEI DATI

**Roberto Bruson**

4 EMME Service S.p.A.

### ***Sommario***

*L'ispezione visiva delle opere d'arte stradali, eseguita con delle procedure codificate, rappresenta un momento fondamentale per la conoscenza dello stato di fatto e per la programmazione della manutenzione.*

*Verrà esposto il metodo della Valutazione Numerica dello stato di degrado mettendo in luce le possibilità di gestione automatizzata di un gran numero di informazioni con la possibilità di ricavarne dati statistici utili per una corretta gestione delle risorse finanziarie.*

*Dalle stesse elaborazioni statistiche si ricaveranno utili indicazioni sulle tipologie di degrado ricorrenti e sui frequenti "piccoli errori" di progettazione.*

## 1 INTRODUZIONE

L'ispezione visiva è un'operazione che va effettuata in modo rigoroso ed a intervalli regolari, su tutti gli elementi di ciascun'opera e che consente l'individuazione, e poi l'eliminazione, delle cause di degrado e delle relative conseguenze, nonché la definizione delle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria. È il punto di partenza e nello stesso tempo il più importante per chi, avendo in carico la gestione delle infrastrutture, ha come scopo la sicurezza delle opere, del transito dei mezzi e l'impiego dei mezzi finanziari.

L'intensità della circolazione, l'ambiente aggressivo, i fattori climatici, i carichi eccessivi, gli urti occasionali <sup>[1]</sup> e soprattutto l'inadeguato del sistema di smaltimento delle acque meteoriche, sono tutti fattori che contribuiscono al deterioramento dei materiali e degli elementi strutturali.

Il degrado può manifestarsi anche in maniera repentina, può apparire su elementi diversi, può svilupparsi con velocità crescente nel tempo. Per questi motivi la programmazione di un'adeguata cadenza delle verifiche ispettive "Piano Programmatico di Ispezione", assume rilevanza fondamentale.

Il pronto intervento di manutenzione, conseguente all'ispezione, deve essere volto principalmente ad eliminare le cause scatenanti. Successivamente si dovrà programmare un intervento di manutenzione straordinario per intervenire sulle conseguenze.

Il problema della sorveglianza, attraverso regolari e programmate ispezioni dei ponti, è stato affrontato in numerose normative italiane ed estere, come vedremo successivamente, ma solamente nell'ultimo decennio la sensibilità dei gestori è aumentata tanto da consentire in gran parte del nostro territorio un'effettiva applicazione di quei principi legislativi.

L'esecuzione accurata dell'ispezione visiva, pone le basi solide per una gestione automatizzata efficiente ed intelligente, che, è bene ricordarlo, è un'operazione impegnativa dal punto di vista tecnico che economico.

In questa memoria si vuole presentare l'operazione di ispezione basata sul **Metodo della Valutazione Numerica (MVN)**, <sup>[2]</sup> dapprima attraverso la teoria e poi affrontando la pratica vera e propria con la restituzione ed elaborazione dei dati, che permette una classificazione delle opere in funzione di vari parametri ed una gestione del budget economico a disposizione.

In conclusione vedremo come questa fonte di informazioni tecniche permetterà anche utili valutazioni sulle progettazioni o manutenzioni future, bocciando o promuovendo delle tecniche piuttosto che altre in base alla tipologia strutturale, alla luce, al materiale costituente, ecc..

Il metodo è stato sviluppato e modificato sul campo, adattandolo alle esigenze delle Amministrazioni, ma tutti i suoi cambiamenti sono sempre stati eseguiti tenendo a mente uno scopo che risulta essere fondamentale per tutte le valutazioni successive:

garantire la migliore ripetibilità delle valutazioni indipendentemente dagli operatori impiegati, essere quindi il più possibile un metodo oggettivo.

## 2 LA NORMATIVA VIGENTE

La nostra legislazione è carente a riguardo della programmazione e della metodologia di esecuzione delle ispezioni.

Bisogna tornare alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 19 luglio 1967 <sup>[3]</sup>, n.6736/61/AI “*Controllo delle condizioni di stabilità delle opere d'arte stradali*” che già in premessa recava:

*“Recenti gravi avvenimenti interessanti la stabilità delle opere d'arte e manufatti stradali ripropongono la considerazione della necessità di organizzare nel modo più efficiente il necessario controllo periodico delle condizioni statiche delle opere stesse.”*

Nella frase appena letta si evidenziano due concetti fondamentali:

- già negli anni '60 si preoccupavano seriamente di ponti e viadotti;
- i “*Recenti gravi avvenimenti*”, testimonianza che spesso ci si dimentica del passato e che le strutture non sono eterne.

Si invitano i più volenterosi e curiosi ad approfondirne la lettura, in quanto nei capitoli successivi la Circolare affronta in modo preciso ed adeguato proprio quello che in termini moderni si definisce gestione automatizzata: l'unica differenza sta nel fatto che al tempo non esistevano mezzi hardware e software sufficienti.

La normativa successiva è la Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 25 febbraio 1991 <sup>[4]</sup>, n.34233 “*Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali*” L'art. 9.3 cita testualmente: “*Gli Uffici Tecnici delle Amministrazioni proprietarie delle strade, o alle quali la gestione delle strade è affidata, devono predisporre un sistematico controllo delle condizioni statiche e di buona conservazione dei ponti. La frequenza delle ispezioni deve essere commisurata alle caratteristiche ed alla importanza dell'opera, nonché alle risultanze della vigilanza.*”

Il DM 14 gennaio 2008 <sup>[5]</sup> non riprende il tema.

Le normative estere dei Paesi a noi più vicini seguono una disciplina come quella indicata dalla Circolare del '67.

Alla fine del 2011 è stato emesso il Decreto del Presidente della Provincia di Bolzano del 28 novembre 2011 <sup>[6]</sup>, n. 41 “*Disposizioni tecniche sul collaudo e sul controllo statico e periodico dei ponti stradali*” che definisce in modo chiaro cadenzare le prime ispezioni dei ponti, quelle successive e definisce l'uso delle prove di carico statiche e dinamiche.

Questo decreto, basato su una lunga e sostanziosa esperienza del personale dell'Amministrazione, è un riferimento importante da seguire e migliorare.

Nella pagina seguente si riporta un'immagine con le differenze indicate nelle varie normative in vigore.

		Circ. minist. 1967 6736/61/A1		Circ. minist. 1991 34233	UNI EN 1337-10:2004 + CNR 10018-'99 (appoggi)	CNR UNI 10011 (ponti in acciaio)	RVS 13.03.11	DIN 1076	Normativa Provincia Autonoma di Bolzano
SORVEGLIANZA	frequenza	quotidiana	permanente				quotidiana	quotidiana	quotidiana
	chi	capocantoniere	capocantoniere				capocantoniere	capocantoniere	capocantoniere
	come	visivo a piedi	?				in auto	visivo	visivo in auto
	cosa	piano viabile, barriere, scarpate,	piano viabile				piano viabile, barriere e tutto quanto	piano viabile, barriere	piano viabile, barriere e tutto quanto visibile
	verbale scritto	NO in generale SI anomalie	?				NO in generale SI anomalie	NO in generale SI anomalie	NO in generale SI anomalie particolari
VIGILANZA	frequenza	3 mesi	prestabilita	Ispezione visiva da vicino senza misurazioni, effettuata ad intervalli ragionevolmente frequenti	1° visita entro un anno dalla costruzione		4 mesi	6 mesi	3 mesi
	chi	capocantoniere	capocantoniere				capocantoniere	capocantoniere	capocantoniere
	come	?	visivo				rimanando in auto	visivo, a piedi senza by-bridge	visivo, a piedi senza by-bridge
	cosa	piano viabile, barriere, scarpate, intradosso, erosioni	piano viabile, barriere, scarpate, intrad, erosioni				piano viabile, barriere, scarpate	piano viabile, barriere, scarpate	piano viabile, barriere, scarpate, intradosso, erosioni
	verbale scritto	SI e una scheda per ogni ponte	SI e ...scheda per gruppo di ponti				NO in generale SI anomalie particolari	NO in generale SI anomalie particolari	NO in generale SI anomalie particolari
ISPEZIONE SEMPLICE	frequenza	?	?	...controllata visivamente, almeno alla frequenza dell'ispezione periodica della struttura ...	Visita successiva massimo entro 10anni a seconda delle caratteristiche e dalla località		2 anni o dopo evento eccezionale	3 anni o dopo evento eccezionale	2 anni o dopo evento eccezionale
	chi	?	?				ingegnere o personale formato	ingegnere	capocant. + diplomato
	come	?	?				visivo, a piedi senza by-bridge	visivo, a piedi senza by-bridge	visivo, a piedi senza by-bridge
	cosa	?	?				piano viabile, barriere, scarpate, intradosso, erosioni	piano viabile, barriere, scarpate, intradosso, erosioni	piano viabile, barriere, scarpate, intradosso, erosioni
	verbale scritto	?	?				SI sempre + scheda numerica	SI sempre + scheda numerica	SI sempre + scheda numerica
ISPEZIONE COMPLESSA	frequenza	ogni anno	commisurata alle caratteristiche dell'opera e secondo esito della vigilanza	La frequenza delle ispezioni successive alla prima dovrebbe essere specificata dal proprietario della struttura e può essere basato sulle direttive indicate dai progettisti dell'appoggio e della struttura.			3 anni dalla costruzione e poi ogni: 3 anni ponti post tesi 6 anni ponti a travata 10 anni tomboni	al collaudo, allo scadere della garanzia e poi ogni 6 anni	al collaudo e poi: 2,4m<L<6m = solo in caso di anomalie 6m<L<10m = 10 anni 10m<L<20m = 6 anni L>20m = 3 anni
	chi	ingegneri	ingegnere				< 20m pers. formato > 20m ingegneri	ingegneri	< 20m diplom. formato > 20m ingegneri
	come	visivo, prelievo materiali, con by-bridge	visivo				visivo, prelievo materiali nei casi dubbi, con by-bridge (+ scheda numerica)	visivo, prelievo materiali nei casi dubbi, con by-bridge (handnah) + scheda numerica	visivo, prelievo materiali nei casi dubbi, con by-bridge + scheda numerica
	cosa	tutte le parti strutturali, giunti, appoggi, tiranti, fondazioni anche con saggi, ecc...e secondo isp. precedente	tutte le parti strutturali, giunti, appoggi, tiranti, fondazioni, ecc...e quanto evidenziato dalla isp. precedente				tutte le parti strutturali, giunti, appoggi, tiranti, fondazioni anche sommerse, ecc...e quanto evidenziato dalla isp. precedente	tutte le parti strutturali, giunti, appoggi, tiranti, fondazioni anche sommerse, ecc...e quanto evidenziato dalla isp. precedente	tutte le parti strutturali, giunti, appoggi, tiranti, fondazioni, ecc...e quanto evidenziato dalla isp. precedente
	verbale scritto	SI, con parere sulla validità transitabilità	SI, con parere sulla validità transitabilità				SI, con parere sulla validità transitabilità	SI, con parere sulla validità transitabilità	SI, con parere sulla validità transitabilità e conferma frequenze

Fig. 1: confronto tra le varie normative

### 3 IL METODO DELLA VALUTAZIONE NUMERICA

La rigidità dell'esecuzione dell'ispezione è garantita dal *Metodo della Valutazione Numerica (MVN)*, che 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 nel tempo 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 valutazione numerica (MVN) e l'analisi critica dei risultati consentiranno di programmare, nei casi meno gravi, "piccoli" 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.

Si potrà così stabilire un'adeguata strategia d'intervento.

#### 3.1 L'ispettore

L'operatore addetto all'ispezione opera impiegando strumenti piuttosto semplici che consentono tuttavia un'attenta e precisa raccolta delle informazioni.

E' necessario che lo zaino dell'ispettore sia munito almeno di:

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

L'ispettore deve inoltre disporre di scala, corda con moschettone, guanti e scarpe adeguate, stivali. Oltre, ovviamente, al presente Manuale ed al raccoglitore delle *Schede di Valutazione Ispettiva*. I dati delle schede compilate in campo sono successivamente trasferiti nel software di gestione. <sup>[7]</sup>

L'Ispezione Primaria rappresenta il riferimento delle ispezioni successive. E' quindi una fase delicata ed importante e va eseguita da personale preparato adeguatamente attraverso dei corsi specifici e relativa Certificazione di II livello <sup>[8]</sup> che ne certifichi l'idoneità.

#### 3.2 Le schede di valutazione

L'ispezione condotta visivamente, con il Metodo della Valutazione Numerica, consente di riconoscere tutti i tipi di degrado riscontrabili sulle strutture, riportandoli con precisione in apposite schede predisposte per elemento strutturale e 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 condizione generale.

La valutazione numerica deriva dalla sommatoria dei *pesi* “G” attribuiti ai singoli difetti, moltiplicati per i coefficienti d'*estensione* ed *intensità*,  $K_1$  e  $K_2$ .<sup>[9]</sup>

Scheda Ispezione Ponti										Nome amministrazione	
<b>3 Pile</b>		N°		Posizione		Materiale: calcestruzzo		LOGO			
Struttura:		Località:		km:		Ispettore:		data: / /			
N°	Descrizione difetto	Mete	G	Estensione $K_1$			Intensità $K_2$			N° Foto	Note
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1		
1.1)	Macchie di umidità passiva	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.2)	Macchie di umidità attiva	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.3)	Cis dilavato / ammatorato	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.4)	Vespai	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.5)	Distacco del copriferro	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.6)	Armatura ossidata	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.13)	Lesioni a ragnatela modeste	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.14)	Fessure orizzontali	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.15)	Fessure verticali	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.16)	Fessure diagonali	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.20)	Staffe scoperte / ossidate	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.21)	Lesioni attacco pilastri	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.23)	Armatura verticale deformata	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.25)	Riprese successive deteriorate	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.29)	Danni da urto	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.30)	Danni causati dagli app. d'appogg.	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.1)	Fuori piombo	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.2)	Scalzamento	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.5)	Difetti d'appoggio in neoprene	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.6)	Difetti pendoli	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.7)	Difetti carrelli	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.8)	Difetti d'appoggio compositi	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Fig. 2: esempio di scheda di valutazione

### 3.3 Gli indici di Difettosità ed i difetti potenzialmente pericolosi

Si definisce *Difettosità Relativa*,  $D_R$ , il valore finale della valutazione fatta per singoli elementi strutturali e rappresenta l'indice dello stato di degrado.

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

Si definisce *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 metodo, una valenza prettamente economica nell'ottica di individuare un indice che rappresenti l'onere che si dovrà affrontare per un risanamento tecnologico.

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

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 peso  $G=5$  è stato affidato solo a difetti dove è presente anche solo una delle condizioni  $a$  o  $b$ .

I coefficienti  $K_1$  di *estensione* e  $K_2$  di *intensità* possono assumere valore pari a 0,2 – 0,5 – 1,0:

- attribuendo il valore 0,2 al coefficiente di estensione  $K_1$  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 s'intende la superficie, lunghezza, numero che caratterizza l'elemento indagato. Le singole *Schede Difettologiche* presenti nel Manuale dei Ponti <sup>[2]</sup> individuano le specifiche zone o quantità di pertinenza.

Analogamente, il coefficiente di intensità  $K_2$ , ha un valore pari a 0,2 – 0,5 – 1,0 in funzione dell'intensità o gravità assunta dallo specifico difetto.

I valori che possono assumere  $K_1$  e  $K_2$ , sono indicati nelle singole schede difettologiche.

I valori indicati nelle Schede di Valutazione Ispettiva saranno riportati successivamente nel sistema informatico che effettuerà automaticamente il calcolo di  $D_R$  e  $D_A$ . Tali indicazioni forniscono una precisa valutazione dello stato generale dell'opera consentendo l'individuazione delle priorità di intervento.

I numeri  $D_R$  e  $D_A$ , calcolati attraverso MVN, hanno valore comparativo nel tempo; la loro grandezza fornisce un'indicazione dello stato di degrado che non esime da un'analisi attenta delle singole ispezioni, in particolar modo in caso di difetti con peso  $G=5$ .

Di seguito sono riportati tutti i difetti con l'indicazione dei parametri  $G$ ,  $K_1$  e  $K_2$ .

<b>Parte 1: CALCESTRUZZO</b>	<b>G</b>	<b>K<sub>1</sub></b>	<b>K<sub>2</sub></b>
1.1 Macchie di umidità passiva	1	0,2/0,5/1	1
1.2 Macchie di umidità attiva	4	0,2/0,5/1	1
1.3 Cls dilavato/ammalorato	2	0,2/0,5/1	1
1.4 Vespai	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.5 Distacco del copriferro	2	0,2/0,5/1	1
1.6 Armatura ossidata	<b>5</b>	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.7 Lesioni capillari ancoraggi	1	0,2/0,5/1	1
1.8 Testate di ancoraggio non sigillate	2	0,2/0,5/1	1

1.9	Distacco tamponi testate	1	0,2/0,5/1	1
1.10	Lesioni su anima lungo cavi	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.11	Lesioni lungo suola del bulbo	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.12	Guaine in vista	2	0,2/0,5/1	1
1.13	Lesioni a ragnatela modeste	1	0,2/0,5/1	1
1.14	Fessure orizzontali	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.15	Fessure verticali	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.16	Fessure diagonali	5	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.17	Fessure longitudinali	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.18	Fessure trasversali	5	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.19	Lesioni/distacco travi/traversi	3	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
1.21	Lesioni attacco pilastri	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.22	Lesioni attacco trave/soletta	2	0,2/0,5/1	1
1.23	Armatura longituninale deformata	5	1	1
1.24	Distacco del timpano	3	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.25	Riprese successive deteriorate	1	1	1
1.26	Riduzione armatura di precomp.	5	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.27	Umidità dall'interno	2	0,2/0,5/1	1
1.28	Armatura scoperta/ossidata testate	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
1.29	Danni da urto	4	1	0,2/0,5/1
1.30	Danni dagli apparecchi d'appoggio	4	1	0,2/0,5/1

**Parte 2: MURATURA**

	<b>G</b>	<b>K<sub>1</sub></b>	<b>K<sub>2</sub></b>	
2.1	Fessure orizzontali	3	1	0,2/0,5/1
2.2	Fessure verticali	4	1	0,2/0,5/1
2.3	Fessure diagonali	4	1	0,2/0,5/1
2.4	Distacco del timpano	3	1	0,2/0,5/1
2.5	Macchie di umidità / risalita	1	0,2/0,5/1	1
2.6	Macchie da dilavamento	2	0,2/0,5/1	1
2.7	Porzione di muratura mancante	3	0,2/0,5/1	1
2.8	Riprese successive deteriorate	1	1	1
2.9	Macchie di colore scuro	1	0,2/0,5/1	1
2.10	Efflorescenze	1	0,2/0,5/1	1

2.11 Patina biologica	1	0,2/0,5/1	1
2.12 Polverizzazione	3	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
2.13 Esfoliazione	1	0,2/0,5/1	1
2.14 Fessure longitudinali	4	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
2.15 Fessure trasversali	5	1	0,2/0,5/1

<b>Parte 3: ACCIAIO</b>	<b>G</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>
3.1 Difetti di saldature	4	0,2/0,5/1	1
3.2 Rottura di saldature	5	0,2/0,5/1	1
3.3 Sfogliamento vernice	2	0,2/0,5/1	1
3.4 Difetti chiodatura	5	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
3.5 Bulloni allentati	4	0,2/0,5/1	1
3.6 Bulloni tranciati	5	0,2/0,5/1	1
3.7 Deformazioni anime/piattabande	3	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
3.8 Deformazioni pareti travi scatolari	3	0,2/0,5/1	1
3.9 Ristagni d'acqua	1	0,2/0,5/1	1
3.10 Lesioni ai nodi	5	0,2/0,5/1	1
3.11 Corrosione	4	0,2/0,5/1	1
3.12 Ossidazione	2	0,2/0,5/1	1

<b>Parte 4: LEGNO</b>	<b>G</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>
4.1 Macchie di umidità	3	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
4.2 Attacco di funghi	5	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
4.4 Fessurazioni elicoidali	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
4.5 Fessurazioni longitudinali	1	0,2	0,2/0,5/1
4.6 Fessurazioni trasversali	5	1	1
4.7 Ristagni d'acqua (trappole)	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
4.9 Bulloni allentati	1	1	0,2
4.10 Delaminazione (legno lamellare)	1	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
4.11 Connessioni deteriorate	5	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1

<b>Parte 5: APOGGI E ACCESSORI</b>	<b>G</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>
5.1 Fuori piombo	5	1	0,2/0,5/1
5.2 Scalzamento	5	1	1
5.3 Dilavam. del rilevato di appoggio	1	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
5.4 Dissesto del rilevato di appoggio	2	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
5.5 Difetti app. appoggio in neoprene	4	1	0,2/0,5/1
5.6 Difetti pendoli (metallici o cls)	4	1	0,2/0,5/1
5.7 Difetti carrelli (metallici)	4	1	0,2/0,5/1
5.8 Difetti app. d'appoggio compositi	4	1	0,2/0,5/1
5.9 Dislivello giunto-pavimentazione	1	0,2/0,5/1	0,2/0,5/1
5.10 Massetti lesionati	2	1	1
5.11 Distacco tampone	1	1	1
5.12 Deformazione tampone	1	1	1
5.13 Ammaloramento profilati	2	1	1
5.14 Scossalina permeabile o assente	2	0,2/0,5/1	1
5.15 Dislivello tra rilevato e impalcato	1	1	1
5.16 Presenza di dossi	1	1	1
5.17 Fessure/anomalie pavimentazione	0,5	1	1
5.18 Parapetti assenti	3	1	1
5.19 Parapetti non a norma	2	1	
5.20 Parapetti danneggiati	2	1	1
5.21 Guardrail danneggiati	1	1	1
5.22 Guardrail corrosi per ossidazione	0,5	1	1
5.23 Cordoli degradati	2	1	1
5.24 Convogliamento acque assente	3	1	1
5.25 Pozzetti intasati	1	1	1
5.26 Scarichi corti	2	1	1
5.27 Scarichi ostruiti	1	1	1
5.28 Scarichi danneggiati	2	1	1
5.29 Cattiva pavimentaz. marciapiedi	1	1	1
5.30 Pali d'illuminazione mal ancorati	2	1	1
5.31 Pali d'illuminazione danneggiati	2	1	1
5.32 Pali d'illuminazione arrugginiti	0,5	1	1
5.33 Sottoservizi mal ancorati	2	1	1

#### 4 L'ISPEZIONE IN CAMPO

Il metodo della Valutazione Numerica dello stato di degrado è impostato sulla compilazione in campo di una serie di *Schede di Valutazione* divise per elemento strutturale e materiale.<sup>[10]</sup>

Sono state 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 schede.

Ogni scheda riporta tutti i difetti riscontrabili sull'elemento strutturale di quel materiale. Le schede, di cui se ne presenta un esempio, vanno compilate con sistematicità e precisione.

Scheda Ispezione Ponti						Nome amministrazione					
<b>3 Pile</b>			N° _____	Posizione _____		Materiale: <b>calcestruzzo</b>					
Struttura: _____		Località: _____		km. _____	Ispettore: _____		data: ___/___/___				
N°	Descrizione difetto	foto	G	Estensione K <sub>1</sub>			Intensità K <sub>2</sub>			N° Foto	Note
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1		
1.1)	Macchie di umidità passiva	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.2)	Macchie di umidità attiva	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.3)	Cis dilavato / ammalorato	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.4)	Vespai	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.5)	Distacco del copriferro	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.6)	Armatura ossidata	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.13)	Lesioni a ragnatela modeste	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.14)	Fessure orizzontali	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.15)	Fessure verticali	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.16)	Fessure diagonali	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.20)	Staffe scoperte / ossidate	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.21)	Lesioni attacco pilastri	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.23)	Armatura verticale deformata	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.25)	Riprese successive deteriorate	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.29)	Danni da urto	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.30)	Danni causati dagli app. d'appogg.	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.1)	Fuori piombo	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.2)	Scalzamento	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.5)	Difetti d'appoggio in neoprene	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.6)	Difetti pendoli	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.7)	Difetti carrelli	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5.8)	Difetti d'appoggio composti	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Fig. 3: scheda di valutazione delle pile in calcestruzzo

In alto, 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).

Nella prima colonna, DESCRIZIONE DIFETTO, sono riportate le identificazioni dei difetti stessi. La numerazione corrisponde a quella identificativa della Scheda Difettologica. Nella terza colonna, G, sono riportati i pesi numerici attribuiti ai singoli difetti.

I difetti con peso 5 sono stati evidenziati, ad indicare la particolare attenzione cui devono essere sottoposti. E' possibile che la loro origine sia di tipo strutturale rappresentando un ipotetico rischio intrinseco.

Nella quarta e quinta colonna si trovano le caselle da barrare per l'attribuzione del valore dei coefficienti K1 e K2 riportato specificatamente nelle singole schede difettologiche.

Nella seconda, 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.

Va considerato che l'indicazione precisa di aver valutato un difetto, ma di non averlo riscontrato, rappresenta un riferimento fondamentale per le successive ispezioni. Infatti, un difetto che dovesse insorgere nell'ispezione successiva assume una valenza notevolmente superiore a difetti che sono presenti da tempo ed in qualche modo consolidati. L'insorgere di un nuovo difetto è pertanto una "lampadina di allarme" che va considerata con attenzione.

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.

La sesta colonna, N° FOTO, riporta la numerazione digitale delle foto effettuate.

Nell'ultima, NOTE, si riportano delle osservazioni aggiuntive utili per localizzare con precisione il difetto.

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, e di trascrizione su carta di quanto rilevabile a vista o con strumenti semplici.

In sostanza l'ispettore è un bravo "fotografo" della situazione in grado di rappresentare attraverso i numeri lo stato di degrado complessivo.

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, con particolare attenzione alle opere che presentano i più alti valori di DR o la presenza di difetti con peso G uguale a 5.

La pratica in campo richiede metodo e rigorosità e mentre il primo obiettivo si raggiunge seguendo il Metodo della Valutazione Numerica, per la rigorosità entra in gioco la dedizione e la concentrazione da parte dell'ispettore che non deve mai sottovalutare la struttura che si accinge ad ispezionare, perchè di dimensioni minori o perchè non presenti d'impatto difetti rilevanti.

Il primo passo esecutivo è l'osservazione generale dello stato di degrado della struttura volto ad identificare la tipologia delle schede ispettive da utilizzare e compilare:

- un'unica scheda ispettiva per più elementi strutturali uguali (spalle, pile, ecc.) nel caso i difetti presenti in ogni elemento **siano più o meno gli stessi**;
- più schede ispettive per più elementi strutturali uguali (spalle, pile, ecc.) nel caso i difetti presenti in ogni elemento **siano completamente differenti**.

Successivamente l'ispettore dovrà compilare le schede ispettive con sistematicità e precisione, tenendo sempre a mente i punti precedenti e seguendo numericamente le schede ispettive riga dopo riga, spuntare la colonna del "Visto" solamente se il difetto viene effettivamente ricercato, anche se la tipologia del difetto non è presente per quell'elemento strutturale (es: difetti del c.a.p. in travi in c.a.), mentre se il difetto è anche presente selezionare gli appositi coefficienti di estensione ed intensità.

Nel caso il difetto non possa essere ricercato il visto non va inserito, di conseguenza il completamento % finale non sarà del 100%

Per ogni difetto rilevato va scattata almeno una fotografia che rappresenterà la storicità della difettologia in campo. La numerazione della fotografia è quella della macchina digitale.

Ad ogni singola riga delle schede ispettive corrisponde un preciso difetto nel Manuale per la Valutazione dello Stato dei Ponti, nel quale sono riportate le descrizioni e le cause di tutti i difetti analizzabili durante un'ispezione.

Nelle caselle dedicate alle annotazioni scrivere sempre tutte le rilevazioni che si eseguono in campo, come le posizioni dei difetti, la loro estensione, o nel caso ad esempio delle fessure indicare la direzione, la lunghezza, l'ampiezza, ecc...

L'indicazione sistematica è utile in seguito, nella stesura delle relazioni di degrado, dove sono riportati difetto per difetto tutte le note con le relative fotografie.

Durante la fase ispettiva in campo porre attenzione:

- alle correlazioni ed alla descrizione del difetto riportata sul Manuale;
- a non segnalare due volte lo stesso tipo di difetto, per esempio, se viene riportato il difetto “1.13 Lesioni a ragnatela modeste” non segnalare pure “1.16 Fessure diagonali”;
- non confondere il difetto “1.5 Distacco del copriferro” con fessure che hanno tutta un'altra valenza;
- ai difetti con peso  $G = 5$ , evidenziati nelle schede ispettive con una colorazione differente.

## 5 LA RESTITUZIONE DEI DATI

La restituzione dei dati è un passaggio fondamentale per il completamento dell'ispezione dell'opera e va dal controllo e riordino delle immagini fotografiche, alla revisione delle schede ispettive di campo da parte di un altro ispettore esperto, all'inserimento delle schede stesse e delle immagini nel software di archiviazione<sup>[11]</sup>.

L'inserimento delle immagini, che segue una procedura ben definita, viene accompagnato dalla descrizione del difetto riscontrato sulla base delle indicazioni riportate nella colonna delle “Note” delle schede ispettive, cercando di essere il più dettagliato possibile.

Al termine dell'inserimento delle schede, delle immagini, dei coefficienti K1 di estensione e K2 di intensità il programma di calcolo restituisce automaticamente, sulla base del Metodo della Valutazione Numerica MVN, il numero di difetti potenzialmente pericolosi con NG5, la Difettosità Relativa, quella Assoluta ed il Completamento %.

### 5.1 Le Non Conformità e le Azioni Correttive/Preventive

I difetti potenzialmente pericolosi, individuati dall'ispettore, sono analizzati successivamente dal responsabile dell'analisi dei dati, e dove ritenuti realmente pericolosi per la capacità portante o per la sicurezza della struttura, sono trasformati in *Non Conformità* NC che dovranno essere “risolte” o “accettate” sulla base della loro gravità. Dovranno se necessario essere accompagnate da *Azioni Correttive e/o Preventive*.

E' proprio in questo momento che si pongono le basi per una corretta gestione delle strutture in riferimento alla sicurezza.

La scheda successiva mostra il modo di operare.

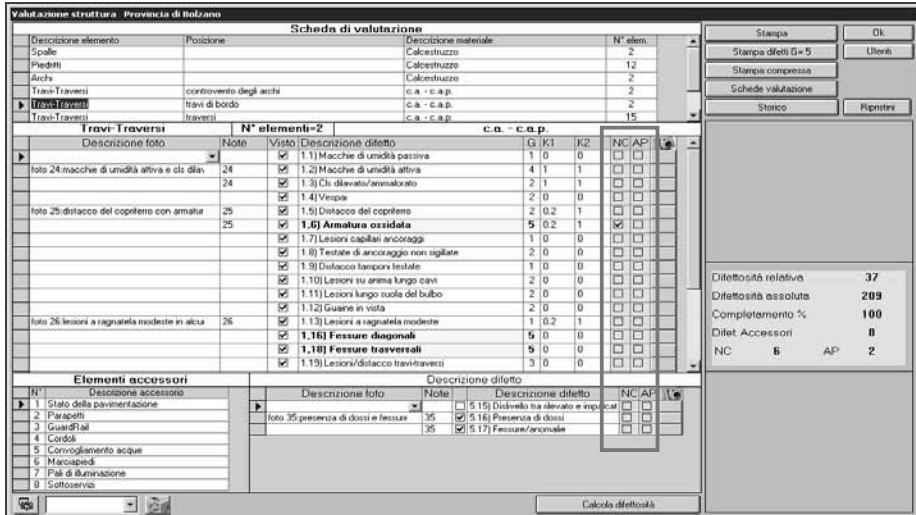


Fig. 4: inserimento delle Non Conformità nel software di gestione

Successivamente a questa analisi, che può comportare la nascita di una serie di *Informative Urgenti* da consegnare immediatamente al gestore delle strutture (per informarlo ove necessario della gravità della situazione), viene redatta una relazione di degrado completa anche dei dati di censimento. Questa documentazione, sia informatica sia cartacea, è la base per l’amministrazione, o per il professionista incaricato, per eseguire ulteriori indagini atte a comprendere e valutare i fenomeni di dissesto e il progetto di risanamento. In questa fase vengono anche “consigliati” tutta una serie di interventi di tipo tecnologico sui materiali per riportare l’opera allo stato originale, con una valutazione complessiva dei costi sulla base dei rilievi eseguiti in precedenza e dei valori di degrado della struttura, ottenendo dei tabelloni in funzione del ponte e dei difetti riscontrati nonche degli interventi di ripristino da eseguire.

	Centina di Bologna																	Bologna Piumazzo	Piumazzo	COSTI TOTALI RIPRISTINO
	Boschero	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione	Castiglione			
<b>RI BOLOGNA</b>																				
<b>STATO STATISTICO PONTI 2016</b>																				
Lunghezza	2938	436	1147	1433	936	694	436	230	440200	2360	540	436	440	1628	936	436	1236	2038		
Superficie	930	153	930	930	1230	930	930	930	1715	930	930	153200	540	2038	570	570	1130	2038		
Carichi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Cl.	0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160		
RI.11 Riparazione calcaturata	2938	436	1147	1433	936	694	436	230	440200	2360	540	436	440	1628	936	436	1236	2038		
RI.21 Profilatura asfáltica																				
RI.31 Manutenzione pavime.																				
RI.41 R. B. Manutenzione calcaturata																				
RI.41 Profilatura asfaltica																				
RI.51 Riparazione tegole																				
RI.71 Riparazione diroccia del solaio																				
RI.81 Pulizie manufatti e travesse regolari- insufficienze																				
RI.91 Riparazione fessure																				
RI.10 Riparazione manufatti anticorrosione																				
RI.11 Riparazione giunti di acciaio																				
RI.12 Riparazione strutture del solaio																				
RI.13 Riparazione strutture di sostegno																				
RI.14 Riparazione ponti stradali																				
RI.15 Pulizie rilevanti di esecuzioni e verifiche																				
RI.16 Esecuzione dei progetti d'opera																				
RI.17 Infiltrazioni in tutto o in parte di rilevanti di SPR																				
RI.18 Infiltrazioni calcaturate																				
RI.19 Manutenzione Sottocoste di impermeabilizzazione																				
RI.20 Manutenzione della manufatti																				
RI.21 Finiture perimetrali																				
RI.22 Manutenzione cordoli																				
RI.23 Conservazione acque piovane																				
RI.24 Calcestruzzo assai vecchio																				
RI.25 Tratture con tagli orizzonti																				
RI.26 Consolidamento delle fondazioni																				
RI.27 Manutenzione dei cantonieri																				
RI.28 Pannelli seggio																				
<b>Totale € 4.265.542</b>																				
inclusi costi generali e parziali di cantiere, oneri professionali per la sicurezza e in deroga ai prezzi																				



## 6 LA GESTIONE AUTOMATIZZATA

Dalle ispezioni, inserite nel software di gestione, si può gestire velocemente le priorità di intervento attraverso le schede logiche che ordinano la difettologia riscontrata.

- In termini di sicurezza, ordinandole per Non Conformità decrescenti; questa classificazione permette al gestore di definire immediatamente le strutture che presentano pericoli reali e nello stesso tempo di prendere decisioni mirate per ogni singola opera (Fig. 5).
- In termini di degrado, investendo sulle strutture che presentano indici di degrado più elevati e quindi meritevoli di interventi al fine di congelare per lo meno la situazione in termine di rischi e di aumenti di costi.

Cod. struttura	Descrizione	Data	N° G=5	NC	AP	Dr	Da	Com. %	d NG=5	d NC	d AP	d Dr	d Da	d Com.	d/dr
CAD-0001	-	16/04/2001	7	12	1	84	252	100	0	0	0	0	0	0	24
SP27-0001	SP 27 - Km 3+970	17/02/2011	5	6	0	62	231	100	0	0	0	0	0	0	20
SS16S-0002	Via Roma Sud - Fiume Savio sinistra	12/12/2011	9	6	2	65	252	100	0	0	0	0	0	0	25
SS16S-0001	Via Roma Sud - Fiume Savio destra	12/12/2011	4	6	0	46	236	99	0	0	0	0	0	0	18
SS309N0001	Via Roma Nord - Canale Cupa	12/12/2011	4	3	2	47	227	100	0	0	0	0	0	0	25
EURO-0001	Viale Europa - Scolo Bidente	12/12/2011	1	3	0	20	20	100	0	0	0	0	0	0	18
BONIF-0002	Consorzio di bonifica - Ponte 1	16/09/2011	2	3	4	28	65	100	0	0	0	0	0	0	17
GUR-0004	-	06/03/2012	3	2	2	45	242	100	0	0	0	0	0	0	12
LUCAL0001	Tassonaro Km 66+048	13/12/2011	2	2	0	29	167	62	0	0	0	0	0	0	20
ADIGE00001	Snam	21/05/2012	2	1	0	11	544	68	0	0	0	0	0	-2	5
TALVER0001	Roncolo	12/04/2002	5	1	0	34	49	100	5	1	0	34	49	100	12
ENEL-0001	Ponte Pian delle Ere	06/07/2010	1	1	0	10	33	100	0	0	0	0	0	0	6
BONIF-0001	Consorzio di bonifica - Ponte 2	16/09/2011	1	1	2	22	48	100	0	0	0	0	0	0	14
ISARCO0007	Riesia	12/07/2005	4	0	0	50	267	86	2	0	0	5	94	0	23
RIVELL0001	Roncolo	08/06/2004	6	0	0	51	133	100	0	0	0	0	0	0	17
PM2-0001	-	15/05/2012	1	0	1	11	31	100	0	0	0	0	0	0	6
ISARCO0001	Oltone	03/08/2001	0	0	0	28	70	85	0	0	0	0	0	0	13
ISARCO0002	Campiglio	12/09/2002	1	0	0	22	153	98	-1	0	0	-2	-8	0	8
EUROPA0001	Europa	31/08/2001	1	0	0	7	51	97	0	0	0	0	0	0	3
PIT-0001	Ponte rosso	11/02/2012	1	0	0	9	14	100	1	0	0	9	14	100	7

Fig. 5: opere ordinate per NC decrescenti

L'attenzione da parte del gestore, a questo punto, è rivolta solamente ai ponti che stanno mostrando numerose Non Conformità, e le decisioni che assume sono la naturale conseguenza del lavoro svolto dai tecnici che eseguono le ispezioni.

Il gestore è così in grado di conoscere velocemente la situazione del degrado dei propri ponti, e può deliberare su argomenti per i quali prima non aveva reale ed oggettiva percezione.

Alcuni esempi.

- Distribuzione e ripetitività dei difetti onde orientare le nuove progettazioni, evitando tipologie costruttive che in quello specifico territorio e clima presentano in media più Non Conformità e indice di Degrado DR più elevati (Fig. 6).
- Distribuzione e ripetitività dei difetti per luce di ponte e materiale costituente.
- Transito in sicurezza lungo un percorso stradale su cui insistono ponti e viadotti da parte di un carico eccezionale per sagoma o massa, derivante dalla conoscenza non solo dell'aspetto teorico dovuto dalle sollecitazioni ma anche di quello reale rappresentato dalle Non Conformità esistenti. <sup>[12]</sup>

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO STATO DIFETTOLÓGICO PONTI 2006	Lunghezza Completata	ZONA 1								Lunghezza Completata	PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO STATO DIFETTOLÓGICO PONTI 2006			
		SS41 km 1+475	SS41 km 4+073	SS41 km 2+436	SS41 km 1+772	SS41 km 1+815	SS41 km 1+484	SS41 km 0+939	SS40 km 8+746			SS40 km 6+444	SS40 km 4+246	SS40 km 4+195
1.2) Macchie di umidità attiva	4	2	1	1					2	2	1	2	4	1.2) Macchie di umidità attiva
1.3) Cis diavolato/ammalorato	2		2	2	1	2				1	1	2	2	1.3) Cis diavolato/ammalorato
1.4) Vespai	2		1		1	1	1			2	1	1	2	1.4) Vespai
1.5) Distacco del copriferro	2					1	1			1	1		2	1.5) Distacco del copriferro
1.6) Armatura ossidata	3								1	1		1	3	1.6) Armatura ossidata
1.14) Fessure orizzontali	2								1			1	2	1.14) Fessure orizzontali
1.15) Fessure verticali	2								1		1		2	1.15) Fessure verticali
1.17) Fessure longitudinali	2					1			1				2	1.17) Fessure longitudinali
1.20) Staffe scoperte/ossidate	3						1			1		2	3	1.20) Staffe scoperte/ossidate
2.5) Macchie di umidità di risalita	1		2		1								1	2.5) Macchie di umidità di risalita
2.6) Macchie da dilavamento	2		2		1								2	2.6) Macchie da dilavamento
2.12) Polverizzazione	3		1		1		1						3	2.12) Polverizzazione
2.13) Esfoliazione	1		1										1	2.13) Esfoliazione
2.14) Fessure longitudinali	4		1										4	2.14) Fessure longitudinali
5.2) Scalfamento	3											X	3	5.2) Scalfamento
5.3) Diavamento del rilevato	1							X		X	X		1	5.3) Diavamento del rilevato
5.4) Dissesto del rilevato	2									X			2	5.4) Dissesto del rilevato
5.5) Difetti app. d'appoggio in neoprene	4			X									4	5.5) Difetti app. d'appoggio in neoprene
5.10) Massetti lesionati	2				X								2	5.10) Massetti lesionati
5.17) Fessure/anomalie	0,5		X	X	X			X	X	X			0,5	5.17) Fessure/anomalie
5.20) Parapetti danneggiati	2					X						X	2	5.20) Parapetti danneggiati
5.23) Gordoli degradati	2						X						2	5.23) Gordoli degradati
5.24) Convogliamento acque assente	3				X	X	X	X		X	X	X	3	5.24) Convogliamento acque assente
5.26) Scarichi corti	2		X										2	5.26) Scarichi corti
Marcipiedi assenti	0				X	X			X	X			0	Marcipiedi assenti
Pali d'illuminazione assenti	0		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	Pali d'illuminazione assenti
Sottoservizi assenti	0					X	X	X					0	Sottoservizi assenti

**LEGENDA**

	Difetti riscontrati su materiale calcestruzzo
	Difetti riscontrati su materiale muratura
	Difetti riscontrati su materiale acciaio
	Difetti riscontrati di carattere generale

Fig. 6: distribuzione dei difetti per opera

- Verifica nel tempo dell'eventuale variazione, in meglio o in peggio, dei valori medi di DR e DA sulle varie arterie stradali.

- Valutazione dei costi di risanamento sia per singola opera sia per singola lavorazione, appaltando solamente delle classi di lavorazioni, come ad esempio la sistemazione dei giunti, a ditte che ne sono effettivamente specializzate (Fig. 7).
- Fornire una media dei valori di difettosità per l'intero territorio, da tenere come riferimento per gli anni successivi o come obiettivo per diminuirla nel futuro.

	A. BRUSON	ZONA 1										A. BRUSON	
		SS45 km 14-426	SS45 km 14-413	SS45 km 24-056	SS45 km 14-772	SS45 km 14-615	SS45 km 14-884	SS45 km 14-839	SS45 km 14-748	SS45 km 14-444	SS45 km 14-296		
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO TABELLA COSTI DI RIPRISTINO PONTI 2008	Compte	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Compte	PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO TABELLA COSTI DI RIPRISTINO PONTI 2008
	Q <sub>u</sub>	12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	Q <sub>u</sub>	
R1.1) Idropulitura cls	Quantità m <sup>3</sup>	70		85					54	59	39	R1.1) Idropulitura cls	
	Prezzo	78	5,478	6,496					6,382	4,548	3,679	78	
R1.2) Tratt. armatura	Quantità m <sup>2</sup>	55		19					121			R1.2) Tratt. armatura	
	Prezzo	23	1,408	1,737					1,688	1,173	1,079	23	
R1.3) Ripiemento fessure	Quantità m <sup>3</sup>	3							3			R1.3) Ripiemento fessure	
	Prezzo	63							193			63	
R1.4) Ricostruzione copriferro	Quantità m <sup>2</sup>	70		35					34	39	134	R1.4) Ricostruzione copriferro	
	Prezzo	86	6,039	7,181					7,238	6,036	13,231	86	
R1.5) Protezione	Quantità m <sup>2</sup>	70		35					54	59	134	R1.5) Protezione	
	Prezzo	45	3,160	3,563					3,798	2,625	6,923	45	
R2.1) Pulitura meccanica della superficie	Quantità m <sup>2</sup>	102				15						R2.1) Pulitura meccanica della superficie	
	Prezzo	10	1,036			163						10	
R2.2) Ripristino maratura	Quantità m <sup>2</sup>											R2.2) Ripristino maratura	
	Prezzo	200										200	
R2.3) Ristrutturazione giunti di malta	Quantità m <sup>3</sup>	10										R2.3) Ristrutturazione giunti di malta	
	Prezzo	43	4,59									43	
R2.4) Bicicida-lavaggio + desmineralizante	Quantità m <sup>2</sup>	102				15						R2.4) Bicicida-lavaggio + desmineralizante	
	Prezzo	45	0,485			1,044						45	
R3.1) Pulitura ossidazione	Quantità m <sup>2</sup>											R3.1) Pulitura ossidazione	
	Prezzo	28										28	
R3.2) Eliminazione ristagni d'acqua	Quantità m <sup>2</sup>											R3.2) Eliminazione ristagni d'acqua	
	Prezzo												
R3.3) Verificare idoneità statica in presenza di riduzioni di spessore	Quantità m <sup>2</sup>											R3.3) Verificare idoneità statica in presenza di riduzioni di spessore	
	Prezzo												
R5.1) Scarichi	Quantità n°											R5.1) Scarichi	
	Prezzo	520										520	
R5.2) Ristestazione appoggi	Quantità n°											R5.2) Ristestazione appoggi	
	Prezzo	2,400										2,400	
R5.3) Sistemazione scossaline	Quantità m											R5.3) Sistemazione scossaline	
	Prezzo	250										250	
R5.4) Riparazione/Sostituzione dei giunti	Quantità m			16								R5.4) Riparazione/Sostituzione dei giunti	
	Prezzo	780		1,240								780	
R5.5) Realizzazione giunti su spalle a o pile	Quantità m			20								R5.5) Realizzazione giunti su spalle a o pile	
	Prezzo	980		19,000								980	
R5.6) Ripristino planarità sede stradale	Quantità m <sup>2</sup>											R5.6) Ripristino planarità sede stradale	
	Prezzo	15										15	
R5.7) Realizzazione nuovo asfalto con impermeabilizzazione	Quantità m <sup>2</sup>	51										R5.7) Realizzazione nuovo asfalto con impermeabilizzazione	
	Prezzo	36	1,944									36	
R5.8) Realizzazione o sistemazione cordoli	Quantità m					22						R5.8) Realizzazione o sistemazione cordoli	
	Prezzo	200				4,400						200	
R5.9) Convogliamento acque piovane	Quantità m	11	30	38	8	6			5	5	11	17	R5.9) Convogliamento acque piovane
	Prezzo	30	393	1,092	24	240	174		150	180	350	110	30
R5.10) Sistemazione dei parapetti	Quantità m											R5.10) Sistemazione dei parapetti	
	Prezzo												
R5.11) Sistemazione ancoraggi sottoservizi	Quantità m											R5.11) Sistemazione ancoraggi sottoservizi	
	Prezzo												
R5.12) Rimozione depositi materiale	Quantità m											R5.12) Rimozione depositi materiale	
	Prezzo												
R5.13) Sistemazione dei parapetti	Quantità m											R5.13) Sistemazione dei parapetti	
	Prezzo	240										240	
R5.14) Sistemazione ancoraggi sottoservizi	Quantità m											R5.14) Sistemazione ancoraggi sottoservizi	
	Prezzo	210										210	
R5.15) Rimozione depositi materiale	Quantità m <sup>2</sup>	262		37					50	50	160	R5.15) Rimozione depositi materiale	
	Prezzo	39	7,869	1,029					1,580	1,580	4,800	39	

<b>Totale 156.000 €</b> <small>compresi 12% oneri generali di cantiere, spese sicurezza, sbiorca, parapetti e sistemazione cordoli, 10% spese locali, progettazione direzione lavori, collaudi e coordinamento sicurezza, 3% impieghi successivi, 20% I.P.T.A.</small>	<b>104.141</b>	<b>34.248</b>	<b>20.602</b>	<b>41.053</b>	<b>240</b>	<b>5.778</b>	<b>0 (non specificato)</b>	<b>0 (non specificato)</b>	<b>21.173</b>	<b>15.090</b>	<b>3.409</b>	<b>40.551</b>
<b>Totale 120.000 €</b> <small>compresi 12% oneri generali di cantiere, spese sicurezza, sbiorca, parapetti e sistemazione cordoli, 10% spese locali, progettazione direzione lavori, collaudi e coordinamento sicurezza, 3% impieghi successivi, 20% I.P.T.A.</small>	<b>80.223</b>											

Fig. 7: valutazione dei costi per opera (in verticale) o per classe di lavorazione (in orizzontale)

La gestione automatizzata diventa più snella nell'esecuzione delle ispezioni successive, in quanto il gestore non pone più la sua attenzione all'attualità, ma analizza solamente quelle strutture che presentano differenze con le ispezioni precedenti, sempre valutando prima l'aspetto sicurezza e poi per il degrado (Fig. 8).

**Statistiche Comuni di Bolzano**

Strutture appartenenti a D. | Strutture appartenenti alla strada

**Statistiche ispezionali**

**Valori medi**

N° strutture: 38  
 Difettosità relativa: 25  
 Difettosità assoluta: 110

Cod. struttura	Descrizione	Data	N° G+5	NC	AP	Di	Da	Com. S.	CAMP-E	CAMP-CAD	C-AP	C-AB	C-CP	I/d/r	
TALVE R0001	Roncolo	12/04/2002	5	1	0	34	49	100	5	1	0	34	49	100	12
FITT-0002	via Stazione	12/02/2010	3	0	3	27	56	100	0	0	0	0	0	0	14
ISARCO0002	Campiglio	12/09/2002	1	0	0	22	153	98	-1	0	0	-2	-8	0	8
ISARCO0008	Isarco	08/06/2004	3			37	98	100	0	0	0	0	0	0	22
ISARCO0007	Resia	12/07/2002	4	0	0	50	267	96	2	0	0	5	94	0	23
RIVELLO001	Roncolo	08/06/2004	6	0	0	51	133	100	0	0	0	0	0	0	17
ISARCO0001	Ottono	03/09/2001	0	0	0	28	70	95	0	0	0	0	0	0	13
TALVE R0003	S. Antonio	03/08/2001	0			12	24	58	0	0	0	0	0	0	9
ADIGE00001	Snam	21/05/2012	2	1	0	11	544	68	0	0	0	0	0	-2	5
PM2-0001	-	15/05/2012	1	0	1	11	31	100	0	0	0	0	0	0	6
EUROPA0001	Europa	30/09/2001	1	0	0	7	51	97	0	0	0	0	0	0	3
SS11-0001	-	01/02/2010	1	0	1	16	211	100	0	0	0	0	0	0	7
TALVE R0007	Talveia	03/08/2001	0			3	9	84	0	0	0	0	0	0	1
BONIF 0001	Concezio di bonifica - Ponte 2	16/09/2011	1	1	2	22	48	100	0	0	0	0	0	0	14
GIUR-0004	-	06/03/2012	3	2	2	45	242	100	0	0	0	0	0	0	12
LUGAUL0001	Fassonaro Km 66+048	13/12/2011	2	2	0	29	167	62	0	0	0	0	0	0	20
SS309N0001	Via Roma Nord - Canale Cupa	12/12/2011	4	3	2	47	227	100	0	0	0	0	0	0	25
EURO-0001	Viale Europa - Scuola Biderle	12/12/2011	1	3	0	20	20	100	0	0	0	0	0	0	18
SS165-0002	Via Roma Sud - Fiume Saviro sinist.	12/12/2011	9	6	2	65	252	100	0	0	0	0	0	0	25
SS165-0001	Via Roma Sud - Fiume Saviro destra	12/12/2011	8	6	0	46	236	99	0	0	0	0	0	0	19

Fig. 8: opere ordinate per differenze di NC decrescenti

### 7.1 Il Piano Sistemático di Sorveglianza e Manutenzione (PSSM)

Sulla base delle risultanze dell'ispezione primaria va redatto il Piano Sistemático di Sorveglianza e Manutenzione.

La sorveglianza è a questo punto pianificata in dettaglio sulla base degli indici di degrado ricavati dall'Ispezione Visiva Primaria.

Nel PSSM le strutture si possono suddividere in diverse liste, attraverso l'analisi della presenza o meno di difetti di carattere strutturale, dello stato di degrado tecnologico e dell'urgenza degli interventi manutentivi:

- *lista A*: ponti che richiedono interventi di ripristino strutturale e tecnologico di carattere d'urgenza e significativi e che presentano delle Non Conformità;
- *lista B*: ponti che richiedono lavori di manutenzione di natura non urgente ma che vanno comunque risanati per la presenza di difetti da monitorare ad intervalli regolari o perchè presentano indici di Difettosità relativa superiori a 10;
- *lista C*: strutture che non rientrano nelle prime due categorie e presentano indici di *Difettosità relativa* inferiori a 10, da considerare comunque nei

programmi di manutenzione vista la velocità con cui i degradi progrediscono e si espandono, per limitare le spese future dal fatto che rientrino in una delle due categorie precedenti.

Nel PSSM è riportata, per ogni opera, la cadenza delle ispezioni visive successive sulla base di normative vigenti o di disciplinari interni. La definizione della cadenza ispettiva è eseguita sulla base dell'indice di Difettosità Relativa, delle Non Conformità presenti ed delle caratteristiche dimensionali dell'opera oltre alla sua importanza per intensità di traffico.

## 7 CONCLUSIONI

L'ispezione visiva di un ponte è un'operazione che non si limita, come abbiamo visto, alla parte in campo, ma richiede tutta una serie di azioni che se non supportate da una procedura rigorosa difficilmente convogliano verso un risultato utile all'amministrazione.

Il Metodo della Valutazione Numerica canalizza l'ispezione su binari ben precisi, e come tutte le standardizzazioni richiede un'applicazione attenta ed esperta da parte dell'operatore. La sua forza sta nell'insieme delle operazioni "obbligate" dalle schede di ispezione e dall'inserimento dei dati in un sistema informatico, che assieme permettono di ottenere degli indici, sottoforma di numeri, che possono essere ordinati in classifiche gerarchiche di merito.

E' da sottolineare che una manutenzione programmata che comprende, oltre a tutte le ispezioni periodiche, anche quegli interventi in grado di riportare l'indice di Difettosità Relativa a valori inferiori a 5, è in grado di mantenere un'alta funzionalità della struttura prossima al livello iniziale, garantendo il raggiungimento del tempo di vita richiesto in termini decisamente meno onerosi e ad una funzionalità più alta, di quelli che può garantire una manutenzione straordinaria una tantum.

La sorveglianza si deve orientare all'ispezione sistematica dei ponti allo scopo di promuovere provvedimenti generali tendenti a garantire un'alta funzionalità strutturale ed in seconda fase alla preservazione delle opere d'arte con interventi sistematici di manutenzione o di ripristino strutturale.

Con questo criterio di gestione gli addetti dell'amministrazione hanno uno strumento affidabile, e facilmente consultabile dagli utenti autorizzati, che permette di gestire con cognizione di causa tutte le opere di manutenzione ordinaria o straordinaria, attraverso l'effettuazione di gare specifiche di lavoro manutentivo allargate specialisticamente a tutte le opere.

In ultima analisi, i responsabili della rete, introducendo il Metodo della valutazione Numerica dello stato di degrado attraverso le ispezioni così come descritte, possono gestire in maniera efficiente le potenzialità economiche ed umane messe a loro disposizione, concentrandosi nella gestione oculata delle risorse e riducendo al minimo il rischio di eventi catastrofici o di limitazione del transito.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- [1] *Nuovo codice della strada - titolo I - Disposizioni generali - Art. 10. Veicoli eccezionali e trasporti in condizioni di eccezionalità.* - Decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285 e successive modificazioni
- [2] AA.VV. - *Manuale per la Valutazione dello stato dei Ponti* –Quarta edizione, Edizione CIAS, febbraio 2011
- [3] Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 19 luglio 1967, n.6736/61/AI “*Controllo delle condizioni di stabilità delle opere d'arte stradali*”
- [4] Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 25 febbraio 1991, n.34233 “*Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali*”
- [5] D.M. 14 Gennaio 2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*”
- [6] Decreto del Presidente della Provincia di Bolzano del 28 novembre 2011, n. 41 , n. 41 “*Technische Bestimmungen über die Abnahme und die statische sowie periodische Kontrolle von Straßenbrücken - Disposizioni tecniche sul collaudo e sul controllo statico e periodico dei ponti stradali*”
- [7] S. Martinello - *Ponti. Sorveglianza manutenzione e interventi – Il software Bridge* – Dispense CIAS, Alessandria 5.11.2004
- [8] Regolamento R.I.N.A. per la certificazione degli Ispettori di Ponti e Viadotti – I e II Livello – [www.bridge-online.it](http://www.bridge-online.it)
- [9] C. Bertoluzza – *Valutazione Numerica dei Degradati* – Rivista Le Strade, Edizione CIAS, 1-2/2005, pagg. 1-7
- [10] R. Bruson – *Ponti e viadotti: ispezioni visive e tecniche di ripristino - Le ispezioni visive dei ponti* – Dispense CIAS, Bolzano 10-11-12.12.2008
- [11] Il software Bridge – [www.bridge-online.it](http://www.bridge-online.it)
- [12] S. Martinello – *Valutazione del transito dei carichi eccezionali attraverso una procedura di calcolo automatico* – Dispense CIAS, Convegno Internazionale di Madrid - 2010