

# Durabilità di ponti e viadotti: come garantire la sicurezza dei ponti esistenti

di Mario de Miranda

1. Attualità e urgenza del tema Durabilità
2. La situazione attuale: cemento armato e acciaio, le cause del degrado
3. Compiti e obiettivi: Che fare?
4. Conclusioni

\*\*\*\*\*

## 1. Attualità e urgenza del tema Durabilità

Recenti eventi hanno messo in luce lo stato di degrado di parte dei ponti esistenti ed hanno imposto, con urgenza, una semplice domanda: sono sicuri i nostri ponti?

La risposta, in termini generali, è semplice: per la gran maggioranza sono sicuri, per una piccola parte quasi certamente non lo sono.

E tuttavia quella “piccola parte” di ponti che “quasi certamente” non sono sicuri richiede risposte più puntuali, ma non semplici.

Lo stato dei ponti esistenti infatti, fatte salve alcune aree geografiche e alcuni Enti Gestori, non è conosciuto in maniera sufficiente: manca per gran parte dei manufatti, un registro che ne attesti lo stato, la storia, le precedenti ispezioni, le attività (manutenzione, adeguamento, rinforzo) da svolgere su di essi. Questo perché mancano, allo stesso tempo:

- La consapevolezza che il degrado possa portare a conseguenze estreme, con gravi responsabilità da parte dei soggetti delegati alla gestione del manufatto.
- La consuetudine di realizzare ispezioni sistematiche atte a verificare e valutare lo stato di degrado.
- Le risorse economiche per svolgere le attività di controllo e gestione.
- La disponibilità di strumenti tecnici, metodi di indagine e analisi, che consentano di valutare efficacemente sia lo stato di degrado che il livello di sicurezza del ponte.

Sul primo e secondo punto i recenti eventi citati in apertura hanno dato, drammaticamente, un inequivocabile contributo.

Sul terzo occorre intervenire a livello politico e amministrativo.

Sul quarto, sugli aspetti tecnici, vale la pena fare qualche considerazione.

## 2. La situazione attuale: cemento armato e acciaio, le cause del degrado

I ponti, inevitabilmente, in piccola o grande misura, si deteriorano nel tempo. Come tutto quanto sta sulla terra e naturalmente come tutte le opere dell'uomo.

È possibile limitare il deterioramento attraverso il controllo e la manutenzione.

Esaminiamo quindi le tre principali tipologie costruttive oggi adottate: acciaio, cemento armato e precompresso, nel loro rapporto con la durabilità.

- **Acciaio**

Nei ponti in acciaio la **corrosione** è il principale elemento di degrado che tuttavia si può controllare agevolmente con tre semplici mosse:

- **Protezione**, mediante verniciatura, zincatura, o uso di acciai autoprotetti ove le condizioni ambientali lo consentono.
- Ispezione e **ritocchi** periodici.
- **Rinnovo** del sistema di protezione dei ponti verniciati, ossia riverniciatura, di solito della sola finitura, dopo un tempo variabile, in base alle condizioni ambientali ed alla qualità dei materiali utilizzati, da 20 a 50 anni. Per i ponti realizzati con acciaio autoprotetto la verniciatura è comunque una opzione possibile nel caso in cui si riscontrano nel tempo situazioni di corrosione.

La **“fatica”**, ossia la possibile nascita nel tempo, per effetto di cicli di carico sufficientemente elevati e numerosi, è il secondo elemento di vulnerabilità, e la si controlla attraverso il preventivo calcolo e dimensionamento ed i controlli successivi, nonché le eventuali riparazioni.

È chiaro che nei ponti metallici l'elemento chiave per una lunga durata nel tempo è l'ispezionabilità, ossia il facile accesso per le attività sopra descritte.

È anche chiaro che questa ispezionabilità deve essere garantita e salvaguardata in fase di progetto.

Così come devono essere salvaguardate, a livello di progetto, situazioni e dettagli che non consentano il ristagno di acqua e umidità.

Ma certamente le possibilità di ispezionare, vedere, controllare, riparare, ripristinare, rinforzare sono impagabili opportunità per garantire la sicurezza di questi ponti e assicurarne una lunga vita.

Va infine ricordato che nel ponte in acciaio è sempre esistita la consapevolezza della necessità di contrastare la corrosione, e questo ha portato ad una Cultura Tecnica che ha prodotto ponti durevoli, naturalmente quando la manutenzione è stata applicata, come testimoniano numerosi esistenti ponti ultra-centenari.

- **Cemento armato**

Anche nei ponti in cemento armato la **corrosione dell'acciaio** è il principale fattore di degrado.

Infatti il calcestruzzo, pur essendo talvolta soggetto a dilavamenti e reazioni chimiche, è in genere un materiale molto resistente nel tempo. Lo testimonia il Pantheon a Roma, ad esempio.

Purtroppo la presenza di barre o cavi di acciaio, indispensabili per rendere il materiale resistente anche a trazione, rendono anche i ponti in calcestruzzo vulnerabili alla corrosione.

E tuttavia, pur essendo l'acciaio naturalmente protetto dall'immersione nel conglomerato cementizio - alcalino e relativamente impermeabile - nelle strutture in calcestruzzo tale vulnerabilità è più difficile da controllare che nei ponti in acciaio a causa della difficile o impossibile accessibilità alle parti metalliche.

La difficoltà di controllo, comunque, può essere superata attraverso differenti livelli di indagine.

Quando non vi sono evidenze visive di degrado, e si vuole capire se la struttura ha bisogno di intervento, o valutare quando ne avrà eventualmente bisogno:

- Si può controllare la qualità del calcestruzzo nel copriferro, la profondità di carbonatazione o di penetrazione dei cloruri, la resistività. Si può quindi valutare quanto il copriferro sia ancora efficace nel proteggere l'acciaio e definire un tempo d'intervento.
- Si può controllare il potenziale elettrico delle armature e verificarne l'eventuale presenza di fenomeni ossidativi in atto.
- Si può anche controllare la difettosità delle barre, ossia il livello di corrosione o di integrità, attraverso metodi magnetoscopici.
- Si possono realizzare aperture esplorative per verificare "de visu" la situazione.

Quanto invece le evidenze esistono, sotto forma di fessure o distacchi del copriferro causate dall'ossidazione dell'acciaio ormai in corso, le indagini sono – per certi aspetti – più semplici. Ma si ha di fronte una situazione più deteriorata, che richiede immediato intervento.

È chiaro, da queste sintetiche note operative, che queste attività sono onerose e di non facile progetto. Infatti devono necessariamente essere realizzate "a campione" ossia su un limitato numero di elementi/zone, i cui risultati vanno estrapolati all'intera struttura.

Si tratta quindi di un lavoro molto delicato, che richiede le competenze degli specialisti di ponti, e che non può essere relegata ad attività di routine, con valenza burocratica, o a sintetici sistemi "a punteggio", né delegato a soggetti di non sufficiente competenza specifica.

Va anche ricordato che la conoscenza dei meccanismi di degrado del copriferro, e in generale del calcestruzzo, è stata consolidata e formalizzata con adeguati Codici di Pratica solo negli anni 90. I copriferri oggi considerati necessari a garantire vite utili di 50 anni sono doppi rispetto a quelli di ieri. Per cui il patrimonio di ponti degli anni 60 - 80, in particolare quelli collocati in aree umide o con atmosfera aggressiva, e sui quali la manutenzione è stata carente, hanno certamente bisogno di cure e interventi.

Va d'altra parte evidenziato, aspetto molto positivo, che i **calcestruzzi di oggi** sono straordinariamente più **performanti** di quelli di ieri soprattutto in termini di compattezza e impermeabilità e quindi durevolezza. E quindi, quando ben realizzati, del tutto in grado di garantire durate lunghissime.

#### • **Precompresso**

Nei ponti in precompresso la situazione è analoga, ma con qualche difficoltà in più.

Infatti i cavi di precompressione si trovano, normalmente, più immersi nel calcestruzzo di quanto non siano le barre d'armatura e questo, pur aumentandone la protezione, rende difficile l'adozione di indagini magnetoscopiche.

L'eventuale corrosione dei trefoli di un cavo difficilmente viene testimoniata da fessure o distacchi del copriferro in quanto il cavo è contornato dalla guaina.

L'iniezione delle guaine, condizione essenziale per garantire la durata del cavo, è una pratica che in passato è stata spesso sottovalutata, ossia considerata un provvedimento accessorio o superfluo.

E questo ha portato in molti casi - per ignoranza si deve ritenere - a non iniettare i cavi, o a farlo senza la cura necessaria. E l'iniezione a regola d'arte di una guaina è operazione di discreta complessità e che comunque richiede specifici provvedimenti ad elevata attenzione.

La presenza probabile di **cavi non iniettati** nel patrimonio di ponti esistenti, soprattutto di data non recente, rappresenta un problema da affrontare. Ed è un problema per certi aspetti di non facile soluzione in quanto l'affidabilità dei metodi d'indagine dei cavi da precompressione con testate cieche e guaine metalliche non è ancora consolidata.

Se riflettiamo sul fatto che l'ultimo grave dissesto si è verificato sul ponte più monitorato d'Italia, e che un altro recente ha interessato un ponte appena ispezionato e senza alcun segnale di degrado, dobbiamo riconoscere che qualcosa non funziona e molto abbiamo da fare.

### 3. Compiti e obiettivi: Che fare?

Gli interventi da mettere in atto, a mio parere, sono a diversi livelli:

- Innanzitutto va tenuta alta l'**attenzione**, a livello di Comunità Tecnica, di Enti Gestori, di Politica e di opinione pubblica, sul tema Durabilità / Degrado / Sicurezza. Questo è in buona parte compito delle Associazioni Tecniche e degli Organi di Informazione Tecnico-Scientifica. In questo modo si possono creare le condizioni per realizzare i punti seguenti.
- A livello Politico/Governativo vanno reperite e stanziare **le risorse** per operare secondo i concetti espressi in apertura:
  - Effettuare ispezioni sistematiche;
  - Creare un sistema di conoscenza dell'esistente, un censimento organico e integrato;
  - Definire coerentemente gli interventi da effettuare e le loro scale di priorità, facendo emergere quindi:
    - quelli Urgenti/immediati, essenziali alla sicurezza di oggi;
    - quelli Programmati, necessari alla sicurezza di domani.
  - Realizzare gli interventi necessari.

Si tratta di risorse significative, come il semplice seguente calcolo mette in luce.

In Italia la superficie d'impalcata da ponte, in realtà non conosciuta con precisione, può essere stimata in circa 50 milioni di metri quadri.

Ipotizzando mediante un costo di costruzione a nuovo dell'ordine di 1400 €/m<sup>2</sup>, si può stimare il valore del patrimonio esistente in circa 70 Mld.

Il costo annuo di ispezione e manutenzione ordinaria di un ponte, necessario per garantirne la sicurezza, è valutato intorno allo 0.5% del costo di costruzione, che porta ad un costo annuo totale di circa 350 milioni di euro, che rappresenta quanto si sarebbe dovuto spendere e quanto dovrebbe essere messo a budget per il futuro. Ed allocare a tale scopo parte dei **ribassi d'asta** degli appalti per nuove costruzioni sarebbe un sistema semplice e sufficiente per assicurare tali risorse.

Tuttavia di manutenzione in passato in Italia si è fatto poco, si stima si sia speso meno dello 0.15%, per cui i ponti esistenti sono in credito dello 0.35% dal loro valore per ogni anno di vita.

Ipotizzando una vita media dei ponti in servizio di circa 40 anni il recupero della sola manutenzione pregressa risulterebbe pari a circa  $0.35\% \cdot 40 \cdot 70 = 9.8$  Mld. Ma considerando che la carenza di manutenzione pregressa crea un aumento del costo dei successivi interventi di ripristino, che possiamo ipotizzare in prima approssimazione nell'ordine del doppio del costo iniziale, si può stimare che l'importo necessario per recuperare la manutenzione non fatta in passato sia dell'ordine di 20 Mld€.

È un ordine di grandezza, non una stima precisa e forse anche stimato per difetto, che tuttavia vuole dare il senso della **dimensione** del problema.

Una parte di questo importo è, a mio modo di vedere, da mettere in campo con grande urgenza.

Il restante andrebbe programmato e realizzato in un numero breve di anni.

- A livello tecnico, ed anche normativo, vanno poi definiti una serie di aspetti analitici e operativi:
  - Individuare e formalizzare i **metodi di indagine** non distruttivi realmente efficaci per armature e cavi da precompressione.
  - Definire i **criteri di valutazione** della capacità portante di ponti esistenti in funzione del livello di degrado, che siano al tempo stesso rinforzi specificatamente, ma di rapida applicabilità.
  - Definire i criteri di definizione delle **azioni di verifica** dei ponti esistenti, diverse da quelle dei ponti di nuova costruzione, tenendo conto delle loro specificità: progettazione e costruzione in periodi lontani, vita utile attesa ridotta, eventuale degrado, possibile accurata conoscenza del manufatto in termini di geometria e qualità dei materiali, carichi e azioni realistici in base a ubicazione e a possibili rimodulazioni dei livelli di affidabilità.
  - In definitiva vanno formalizzati i criteri di **valutazione della sicurezza** delle opere esistenti.

Di tutto questo, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, se ne sta occupando: nell'ambito di un Gruppo di Lavoro stiamo elaborando delle Linee Guida che coprono i temi sopra descritti in modo da rendere disponibili ad Amministrazioni, Enti Gestori e Ingegneri Responsabili, degli strumenti di analisi e valutazione, il più possibile operativi, allo scopo di poter verificare e garantire efficacemente la sicurezza dei ponti esistenti.

Naturalmente le **condizioni essenziali** perché la sicurezza venga effettivamente garantita, e quindi in molti casi ripristinata, consistono nella effettiva attivazione delle citate attività di **Censimento, Ispezione, Controllo e Adeguamento**, e, come detto, nella preventiva assegnazione di adeguate risorse.

Consistono anche nella messa in pratica, da parte degli Enti Gestori, delle prescrizioni dei Piani di Manutenzione che fanno parte, ormai dal 2006, dei progetti di nuove opere e che in troppi casi vengono disattesi.

Infine, riguardo al patrimonio di ponti esistenti, va considerato che la **vita utile** di un ponte, nel momento in cui è stato progettato, è stata considerata nei decenni passati pari a **50 anni**. Oggi si tende, soprattutto per opere importanti, a portarla a 100 anni, ma la maggior parte dei ponti esistenti ha prestazioni, dimensioni, livelli di sicurezza calibrati sui 50 anni. Ciò non vuol dire che a fine vita utile non siano in grado di svolgere ancora le loro funzioni, ma lo possono essere a condizioni modificate: i livelli di sicurezza risultano in quale misura ridotti ed i costi di manutenzione e ripristino aumentano nel tempo a velocità crescente. E non sempre il ripristino consente di rispettare integralmente le prestazioni richieste dalle attuali normative, più esigenti e comunque con prestazioni attese e caratteristiche differenti rispetto a quelle degli anni passati.

La salvaguardia di adeguati livelli di sicurezza, ed una razionale valutazione del rapporto costi-benefici in rapporto ai crescenti costi di manutenzione delle strutture antiche, impongono quindi di affrontare anche il tema della sistematica **sostituzione** dei manufatti, o quanto meno degli impalcati, di età elevata o in evidenti cattive condizioni. Tecnicamente è semplice, utilizzando sia cemento armato che acciaio.

A livello finanziario, guardando a lungo termine, si tratta di un investimento e non di un costo. A livello di salvaguardia della sicurezza delle persone si tratta di un obbligo.

#### **4. Conclusioni**

In relazione agli aspetti correlati alla durabilità ed alla sicurezza dei ponti esistenti è necessario e abbastanza urgente a parere di chi scrive mettere in atto o continuare diverse iniziative: dal censimento razionale dell'esistente ad un piano di sistematici controlli - non di tipo burocratico/compilativo ma da Ingegneri che si fanno carico della sicurezza strutturale - alla attivazione ed al finanziamento di efficaci procedure di manutenzione/adequamento/rinforzo, fino al rinnovamento programmato del patrimonio delle nostre infrastrutture.