

LA RIABILITAZIONE DEI PONTI STRADALI A TRAVATA

FACENDO SEGUITO AI LAVORI GIÀ PUBBLICATI SU QUESTA TESTATA SUL TEMA DELLA MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEI PONTI A TRAVATA ITALIANI, L'ARTICOLO ANALIZZA I TRE ASPETTI DIRIMENTI NELLA SCELTA TRA RIABILITAZIONE E SOSTITUZIONE: QUELLO FINANZIARIO, QUELLO TECNOLOGICO E QUELLO DELLA SICUREZZA SISMICA

Dopo il crollo del Polcevera, è inevitabilmente iniziato un processo di verifica e rinnovamento del nostro parco ponti. Le attività in corso sono molto concitate e spesso affette da debolezze e criticità.

Sul tema sono stati pubblicati tre articoli dagli scriventi su questa rivista, uno all'anno, sempre sul fascicolo di Luglio-Agosto [1, 2 e 3].

A complicare le cose contribuisce certamente la forte peculiarità socio-economica degli anni che stiamo vivendo. Una pandemia che ha devastato i nostri stili di vita e molti processi produttivi e distributivi ci ha finalmente messo di fronte a tutta una serie di criticità che erano presenti da almeno un decennio ma che ora sono diventate finalmente evidenti in tutta la loro crudezza. Stiamo attraversando un periodo di bassa crescita, modesto sviluppo tecnico-scientifico e ora anche un forte aumento del costo delle materie prime di cui abbiamo comunque bisogno come ne avevamo all'inizio della rivoluzione industriale, con la differenza che oggi siamo 8 miliardi e produciamo anche tanta anidride carbonica.

Le attività di verifica e rinnovamento dello stock dei ponti italiani procedono quindi un po' a rilento salvo delle sacche di efficienza di alcuni validi Gestori/Concessionari. I primi progetti che stanno vedendo la luce sono spesso discutibili e comunque non si riescono a cantiere considerata l'impennata dei prezzi delle materie prime ma anche delle altre componenti che hanno sofferto della crisi della logistica, crisi che non è dovuta solo alla pandemia ma anche e soprattutto

dalla messa in discussione di un sistema di produzione e distribuzione carbon-intensive senza che si sia trovata una alternativa concreta. A fronte quindi di grandi risorse paventate dai piani nazionali ed europei di rilancio post-pandemia, le opere effettivamente realizzate scarseggiano.

Di seguito alcune riflessioni e qualche esempio basati sull'esperienza diretta degli autori.

La presente memoria si articola su tre temi principali: quello finanziario, quello del degrado e quello della sismica.

L'obiettivo è provare a fare un po' di chiarezza onde fornire alcune linee di indirizzo per i gestori che si trovano a dover scegliere tra le diverse soluzioni disponibili per rinnovare il parco ponti Italiano. Purtroppo non aiuta il fatto che in Italia ci sono da sempre 50 milioni di CT della Nazionale di calcio e da qualche anno anche decine di migliaia di Esperti di ponti quando, solo dieci anni fa, noi del mestiere ci conoscevamo tutti di persona.



1. Il ponte sul Prino a Imperia (IM)

L'OTTIMIZZAZIONE DEL VALORE

Capita molto spesso di sentire Dirigenti pubblici e privati del settore affermare con piglio decisionista e una invidiabile sicurezza che "non vale la pena spendere tutti quei soldi per riparare tale opera per poi ritrovarsi da capo dopo dieci anni".

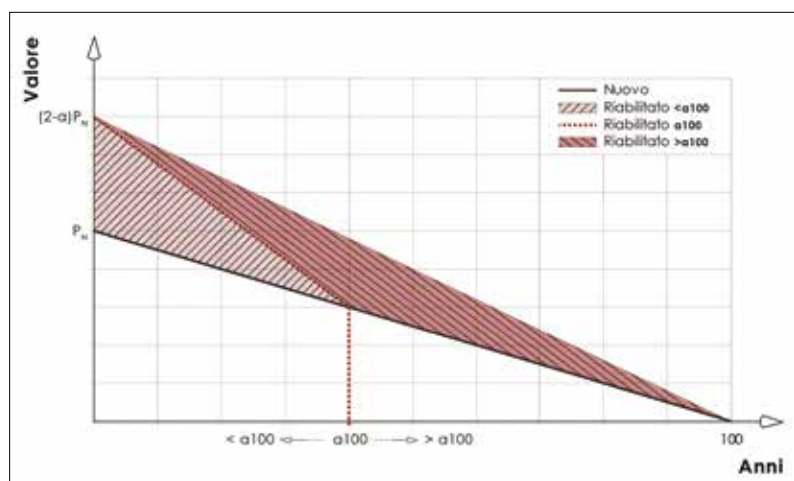
Ora, è vero che si sono avuti interventi maldestri di riabilitazione che non hanno saputo prolungare la vita utile delle opere come avrebbero dovuto, ma prima di essere così trancianti converrà ricordare le caratteristiche finanziarie salienti della manutenzione infrastrutturale.

I ponti hanno la peculiarità di essere opere che durano molto. Volendo essere trancianti, possiamo porre la vita utile di un ponte al numero tondo di 100 anni. Alcuni ponti mal fatti li abbiamo dovuti demolire dopo meno di 50 anni, altri molto longevi sono lì da secoli, ma a grandi linee un ponte dovrebbe poter durare un centinaio di anni.

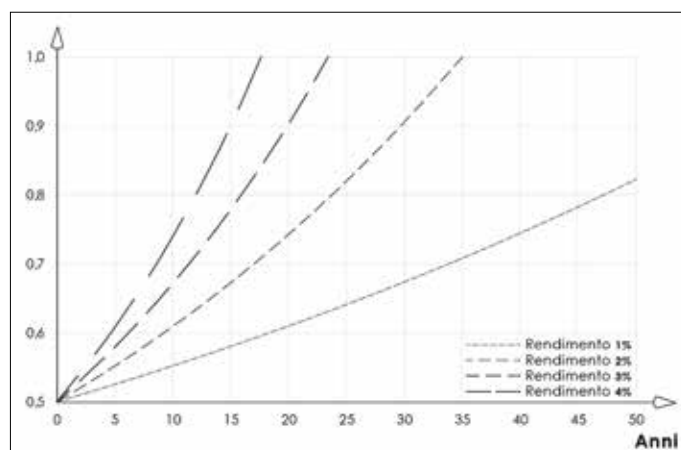
Ipotizziamo quindi di poter riabilitare un ponte con un costo che è una frazione α di quello di sostituzione PN. Ipotizziamo altresì che questo ponte riabilitato abbia la stessa funzionalità del nuovo. Salvo il caso di piattaforme e geometrie molto insufficienti questo caso non è affatto raro anche perché i mezzi che lo percorrono sono sempre gli stessi, immutati da decenni nel peso e nelle caratteristiche dinamiche indipendentemente dal tipo di propulsione. Anche i volumi di traffico non sono più in forte espansione come un tempo: d'altronde siamo in un periodo di decrescita (in)felice.

Vediamo quindi di graficare l'andamento del valore della nostra allocazione delle risorse nei due casi di sostituzione di un ponte ovvero di sua riabilitazione. Nel caso di sostituzione, possiamo immaginare che il ponte nuovo avrà un valore linearmente decrescente con l'età tra l'anno di costruzione e quello di fine vita utile VU che poniamo appunto a 100 anni. I ponti riabilitati avranno un valore pari al nuovo in quanto di pari funzionalità, ma tale valore decrescerà più rapidamente in quanto hanno una vita utile minore.

A prezzi costanti e ipotizzando un rendimento nullo dei risparmi finanziari (il rendimento dell'opera è influente nel confronto in quanto lo si ha sia per il nuovo che per il riabilitato), l'andamento di valore è quello tracciato nel grafico di Figura 2.



2. Il valore dell'investimento a prezzi costanti



3. La rivalutazione capitale

La soluzione di riabilitazione parte da un valore che è pari al nuovo (PN) in quanto ho un ponte funzionale, più la minor spesa (risparmio) che si è avuta riabilitando rispetto alla ricostruzione $(1-\alpha)P_N$, quindi $(1+\alpha)P_N$. Si vede ovviamente che affinché l'intervento di riabilitazione sia competitivo, il suo costo di riabilitazione αP_N deve assicurare una vita utile pari almeno a $\alpha 100$ anni, dove 100 anni è la vita utile ipotizzata per la nuova opera. In questo caso, alla fine della vita utile del ponte riabilitato i valori delle due soluzioni coincidono, ovvero il valore residuo del ponte nuovo sarà pari ai soldi risparmiati riabilitando.

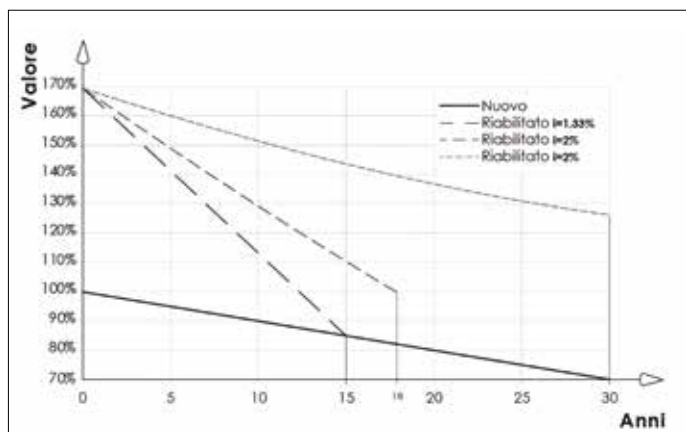
Dato che un investimento in un'opera infrastrutturale deve però poter assicurare un certo ritorno, si suppone che lo stesso ritorno si possa avere sul capitale che si risparmia adeguando l'esistente anziché sostituirlo. Potremo ad esempio impiegare i soldi risparmiati adeguando anziché ricostruendo per intervenire su altre opere che hanno bisogno di essere mantenute ma i cui interventi si dovrebbero procrastinare dato che le risorse non sono illimitate.

Questi soldi risparmiati si rivalutano quindi in progressione esponenziale sulla base di tale rendimento (Figura 3). Se ipotizziamo ad esempio che riabilitando abbiamo risparmiato il 50% rispetto al costo di nuova costruzione ($\alpha = 0,5$) possiamo graficare la rivalutazione di questo capitale per diversi

tassi di rendimento fintanto che esso non sia pari al costo del nuovo PN. Stiamo quindi ipotizzando che il rendimento sia quello al netto dell'inflazione ovvero di stare ragionando a prezzi costanti.

Come si vede, il risparmio del 50% sul costo di costruzione permette di disporre nuovamente dell'intero capitale per un nuovo ponte in tempi relativamente brevi se comparati alla vita utile delle opere. Con un rendimento del capitale risparmiato di solo il 2% in 23 anni si dispone nuovamente dell'importo totale per una nuova costruzione.

Se ora componiamo i due grafici di cui sopra, dato che i tempi in gioco sono molto lunghi, si vede come la riabilitazione sia spesso vantaggiosa rispetto alla sostituzione. Nel grafico di Figura 4 si è analizzato il caso di una riabilitazione "leggera" con un costo pari al 30% del nuovo ($\alpha = 0,3$):

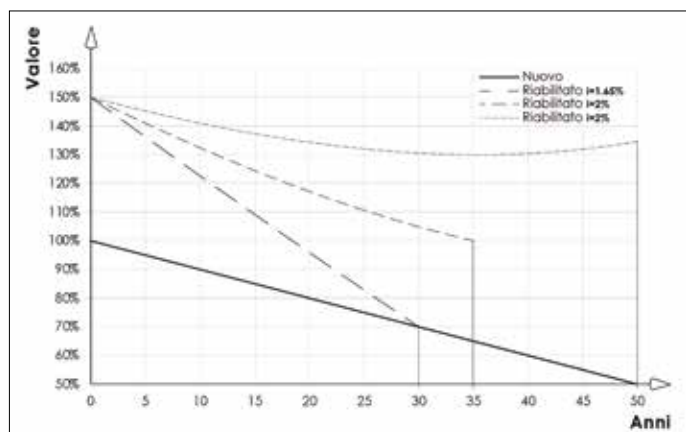


4. Il valore dell'investimento con rivalutazione del capitale

- la prima curva simula il caso di un intervento che abbia avuto scarso successo, ovvero una riabilitazione che abbia prolungato la vita utile di soli 15 anni. Si vede che affinché l'intervento ci dia la stessa efficacia del nuovo, ovvero che alla fine della vita utile della struttura riabilitata ci si ritrovi con lo stesso valore rispetto ad una nuova costruzione, basta impiegare i soldi risparmiati ad un tasso dello 1,33%.
- la seconda curva ipotizza invece che sia stato possibile impiegare i soldi risparmiati a un tasso del 2%. In questo caso, dopo 18 anni, se anche l'opera riabilitata è da buttare, si dispone del capitale per costruirne una nuova;
- la terza curva si riferisce al caso in cui la riabilitazione abbia prolungato la vita utile di 30 anni e che i soldi risparmiati siano stati nel frattempo impiegati a un tasso del 2%. Bene, a fine vita utile della struttura riabilitata (30 anni appunto) ci ritroveremo con un capitale sufficiente a costruire un nuovo ponte ed a riabilitarne un altro simile.

Nel grafico di Figura 5 si è analizzato il caso di una riabilitazione "pesante" con un costo pari al 50% del nuovo ($\alpha = 0,5$):

- la prima curva simula il caso di un intervento che abbia avuto scarso successo, ovvero una riabilitazione che abbia prolungato la vita utile di soli 25 anni nonostante si sia speso il 50% del costo del nuovo. Anche in questo caso, si vede che affinché l'intervento mi dia la stessa efficacia del nuovo ov-



5. Il valore dell'investimento con rivalutazione del capitale

vero che alla fine della vita utile mi ritrovi con lo stesso valore rispetto ad una nuova costruzione basta impiegare i soldi risparmiati ad un tasso dello 1,65%;

- la seconda curva, invece, ipotizza il caso che sia stato possibile impiegare i soldi risparmiati a un tasso del 2%. In questo caso è sufficiente che la vita utile dell'opera riabilitata sia di 35 anni; al termine di questo periodo si dispone del capitale per costruirne una nuova;
- la terza curva si riferisce al caso in cui la riabilitazione abbia prolungato la vita utile di 50 anni e che i soldi risparmiati siano stati nel frattempo impiegati a un tasso del 2%. Bene: a fine vita utile della struttura riabilitata (50 anni appunto) ci ritroveremo con un capitale sufficiente a costruire un nuovo ponte e a riabilitarne un altro simile.

Le Figure 4 e 5 dimostrano in definitiva come sia sufficiente impiegare il capitale risparmiato a tassi molto contenuti per rendere la riabilitazione conveniente anche quando la stessa garantisca una vita utile dell'opera riabilitata che è una frazione del nuovo ovvero in quei casi dove un giudizio superficiale porterebbe a dire che "non ne è valsa la pena".

Un efficace riabilitazione delle opere esistenti è quindi il più delle volte la scelta più efficiente. Questa conclusione non è ovviamente applicabile alle strutture il cui ammaloramento sia ormai irreversibile, come discusso nel capitolo successivo ovvero per quelle strutture che hanno una geometria o una piattaforma nettamente inadeguata. Quest'ultimo caso è oggi meno frequente di quanto fosse un tempo perché i volumi di traffico non crescono come nel secolo scorso e le velocità di progetto hanno raggiunto un tetto che sembrerebbe intrinseco al traffico su gomma.

Un altro motivo per cui non si riabilita è quando si sostiene che l'opera non possieda un'adeguata resistenza antisismica ed a questo aspetto è dedicato l'ultimo capitolo.

Vi sono però altri motivi per cui si sta scegliendo di demolire e ricostruire dove si potrebbe invece riabilitare, i principali sono i seguenti:

- progettare e costruire il nuovo è spesso più facile che riabilitare;
- le procedure di progettazione ed appalto in Italia sono così farraginose che invogliano a ricostruire in modo da interporre il maggior intervallo di tempo possibile tra un intervento e il successivo;
- la ricostruzione ex novo movimentata importi più elevati e questa è una caratteristica appetibile per tutti gli attori coinvolti in quanto viene preso come indicatore della loro importanza ed efficacia dirigenziale e professionale.

Nei tre punti di cui sopra ci sta tutta la pusillanimità umana e purtroppo italiana e non c'è molto da aggiungere. Fortunatamente il fenomeno è, tra alti e bassi, in faticoso e lento riallineamento con gli standard dei Paesi più avanzati. Alcuni interventi legislativi potrebbero però essere varati al fine di disincentivare atteggiamenti controproducenti.

Sulle procedure di progettazione e appalto si è già discusso nella memoria dello scorso anno [3]: rispetto agli importi di progettazione e costruzione si fa notare che oggi non c'è sufficiente premialità per chi riabilita. Gli scriventi hanno progettato riabilitazioni molto complesse e delicate per importi

relativamente modesti e parcelle altrettanto scarse salvo rimanere basiti quando hanno visto i compensi a parcella piena per la progettazione di viadotti standard a struttura mista in sostituzione di belle opere in c.a. degli anni Sessanta che si sarebbero potute e dovute salvare.

Se è vero che ci vogliamo battere contro il climate change, non credo sia difficile dimostrare che il carbon footprint di una riabilitazione sia una frazione rispetto a quella della demolizione e ricostruzione.

COME RIMEDIARE AGLI ERRORI COSTRUTTIVI DEL PASSATO

L'ammaloramento delle strutture in c.a. è dovuto principalmente agli agenti atmosferici. Per anni abbiamo costruito strutture in c.a. senza realizzare che il calcestruzzo è carne viva che manca di pelle. Gli agenti atmosferici si infiltrano dalle superfici esposte di calcestruzzo e corrodono le armature che purtroppo tendono ad essere perimetrali per ottimizzare le proprietà meccaniche della sezione. L'esposizione ad aria e umidità è già di per sé sufficiente; devastante è, invece, quella dovuta all'acqua e le sostanze ivi disciolte, soprattutto quando si tratta di sali antigelo.

I ripristini corticali, per quanto ben fatti con prodotti di cui in Italia siamo all'avanguardia, non garantiscono delle durate comparabili al nuovo ma in molti casi non c'è scelta. Quando l'ammaloramento superficiale è molto diffuso, come ad esempio nelle strutture esposte alla salsedine, conviene probabilmente demolire e ricostruire. Se l'ammaloramento è invece localizzato, come ad esempio nelle zone di percolazione delle acque di piattaforma, conviene intervenire localmente per non buttare tutta l'opera.

Imparata la lezione, conviene prendere delle misure decise affinché tali problemi non si ripetano. Aspettando che si inventi un calcestruzzo autopatinante tipo Cor-Ten, ovvero un calcestruzzo totalmente impermeabile a un costo accessibile è necessario:

- a) proteggere le superfici esposte di calcestruzzo con i prodotti già disponibili;
- b) utilizzare armature resistenti alla corrosione.

Oggi la protezione alla corrosione delle armature si può ottenere con due tipi di prodotti: la zincatura e le resine epossidiche.



6. Un classico ammaloramento di un ponte a travata: pile e impalcato stanno bene ma i pulvini sono molto corrosi a causa della percolazione delle acque di piattaforma

Probabilmente, il primo sistema è più semplice e adatto per le armature aderenti; il secondo è sicuramente più efficace per quelle unbonded tipo cavi di precompressione. Noi le utilizziamo spesso entrambe e mi meraviglio che la cosa non prenda piede più rapidamente. Rimane agli annali invece un signore che durante un congresso sostenne che per i cassoni in c.a. del MOSE non ce ne fosse stato bisogno in quanto non erano a contatto con l'aria. Così una grande opera di ingegneria, ideata e varata dal quel manipolo di Politici laici di fine anni Ottanta a cui dobbiamo altre intuizioni vincenti come ad esempio l'Alta Velocità, potrebbe ammalorarsi in maniera irrimediabile, in quanto le paratoie in acciaio possono essere sostituite con relativa facilità, ma per quei cassoni in calcestruzzo armato che giacciono sul fondo della laguna sarebbe un inferno. Insomma: a una buona intuizione iniziale è seguita una realizzazione faticosa, incerta, piena di errori e furberie.

L'ELIMINAZIONE DEI GIUNTI

Tornando alla riabilitazione dei ponti, l'altro intervento che è necessario mettere sistematicamente in atto è l'eliminazione dei giunti. È un fatto che dovrebbe essere associato invece si vedono ancora progetti di riabilitazione di ponti a travata in semplice appoggio in cui tali giunti non vengono eliminati.

Nella maggioranza dei casi, i giunti non hanno ragione di essere, le deformazioni lente sono totalmente esaurite, quelle termiche possono essere assorbite sostituendo gli appoggi esistenti con degli appoggi in gomma. Insomma: è tassativo eliminare i giunti dei viadotti a trave poggiate realizzando delle catene cinematiche con soletta continua.

Si può arrivare a lunghezze fino a 300 m senza problemi, anche con una variazione termica di ± 20 °C si avrebbero escursioni di 30 mm per estremità, escursioni che si possono tranquillamente assorbire con appoggi in gomma da 10-15 cm che sono per altro quelli generalmente necessari per spostare le frequenze proprie dell'opera fuori dalla parte pericolosa dello spettro sismico.

La riproposizione dei giunti in alcuni casi è dovuta all'ignoranza di Progettisti e Tecnici del Cliente in altri casi alla malafede. Si vedono molti progetti di riabilitazione che prescrivono lavora-



7. La corrosione di una seggiola Gerber causata dalla percolazione delle acque di piattaforma

zioni facili quanto inutili che sono però allo stato attuale delle cose le sole remunerative, soprattutto per chi abbia ereditato contratti con prezzi e ribassi di qualche anno fa. Sostituiamo barriere e giunti lavorando in piattaforma e portiamo a casa i margini su queste forniture affidando queste lavorazioni semplici a manodopera non specializzata di costo contenuto.

L'ALEATORietà SISMICA

La vulnerabilità sismica dei ponti è divenuta un argomento per far propendere la bilancia a favore della demolizione e ricostruzione dei ponti esistenti. Se strumentalizzazioni di questo tipo sono purtroppo non completamente estirpabili, una buona mano gliela ha data la nuova Normativa sismica italiana che è tanto bella quanto complicata e sostanzialmente fuori dalla portata concettuale della grande maggioranza degli Ingegneri, soprattutto quelli che lavorano nella Pubblica Amministrazione dove giocoforza ci si deve concentrare su aspetti molto più importanti ma meno teorici. A peggiorare le cose ci si è messa una università che con l'introduzione della Laurea triennale e specialistica ha prodotto un netto peggioramento della preparazione dei nostri studenti già devastati dall'abuso dei telefonini/social ed ora anche al terzo anno di DAD causa pandemia.

Vediamo quali sono gli errori e le inesattezze più ricorrenti che portano a giudicare inadeguati ponti che in effetti hanno una resistenza sufficiente o comunque adeguabile. Ricordiamo che nei terremoti italiani degli ultimi decenni non vi sono stati crolli significativi dei nostri ponti e comunque assolutamente trascurabile è stato il loro impatto in termini di incolumità e benessere. La prima causa delle valutazioni errate di sicurezza sismica dei nostri ponti è una sopravvalutazione dell'azione sismica di progetto. Se riabilito un ponte provando a dargli altri 30 anni di vita è inutile che si prenda un terremoto con periodo di ritorno 2.000 anni. La Normativa italiana ha visto uno stupido proliferare di Stati Limite. Sarebbe necessario tornare a un solo SLU, con possibilità di accadimento pari al 10% nella vita utile, quindi il terremoto con periodo di ritorno 975 anni per le opere nuove con vita utile 100 anni e sarebbero quindi sufficienti 300 anni per i ponti riabilitati con vita utile di 30 anni. Per altro nei calcoli non sappiamo differenziare tra i diversi Stati Limite Ultimi. Il Collasso e la Salvaguardia della Vita sono risibili nel loro velleitarismo, come se noi fossimo in grado di calcolare la differenza tra uno e l'altro quando ancora oggi non siamo in grado di fare calcoli non-lineari decenti.

Un altro aspetto delicato, anche perché coinvolge la teoria di base ma ha ripercussioni molto concrete è il seguente. Il terremoto è considerato un fenomeno Poissoniano ovvero un fenomeno senza memoria. In parole semplici l'azione sismica è concettualizzata al pari del lancio di una moneta. Se mi è venuta testa, al lancio successivo ho le stesse probabilità che mi venga testa o croce. Nel caso dei terremoti questa ipotesi è debole in quanto sappiamo che l'azione sismica è dovuta al rilascio di energia elastica nel substrato e questa energia richiede del tempo per accumularsi. Se si è adottato un modello Poissoniano è perché questo semplifica i calcoli ed è a favore di sicurezza. In fondo non abbiamo la certezza che non vi sia una faglia accanto a quella che ha causato un terremoto che non abbia rilasciato la sua energia durante il terremoto stesso né negli aftershock

ma decida di farlo dopo dieci anni. Sappiamo però che questo è improbabile e dato che abbiamo deciso di modellare l'azione sismica come un fenomeno aleatorio si dovrebbe forse prenderlo in considerazione.

Comunque oggi le cose stanno così: nel valutare la sicurezza sismica dei viadotti del centro Italia interessati dai fenomeni sismici degli ultimi decenni prendo un'azione sismica con periodo di ritorno elevatissimo, 1.000 o 2.000 anni, e questi viadotti non mi vengono verificati costringendomi quindi o a demolirli ovvero a fare interventi draconiani di isolamento. In effetti questi viadotti hanno resistito egregiamente ai terremoti degli ultimi decenni dell'Appennino Umbro-Marchigiano ad esempio ed è molto improbabile che subiranno scosse più forti nella loro parte restante di vita utile. Cerchiamo di non buttare allora i nostri soldi.

L'ultimo aspetto su cui è necessario richiamare l'attenzione è sui modelli di calcolo e il tipo di analisi che vengono condotte. La grande maggioranza degli Ingegneri Civili ha familiarità con modelli elastici lineari con cui conduce analisi a forze imposte. Padroneggiare i modelli di calcolo agli elementi finiti in campo elastico lineare è già un ottimo risultato. Nella maggioranza dei casi le sollecitazioni principali indotte nelle nostre strutture sono quelle dovute ai carichi gravitazionali che sono appunto delle forze imposte: in altre parole, se la struttura non è capace di resistere a queste forze crolla. Ecco che le vecchie normative sismiche, quelle per intenderci utilizzate fino agli anni Novanta, definivano l'azione sismica come una forza imposta.

Oggi l'azione sismica non è più definita come una forza imposta ma sostanzialmente come uno spostamento nel caso di analisi con Spettro di Risposta, ovvero come storia di accelerazioni, nel caso di analisi al passo nel dominio del tempo con, appunto, degli accelerogrammi ovvero delle storie di accelerazione che vengono applicate alle fondazioni della nostra struttura.

Entrambi gli approcci sono sicuramente più esaustivi di quelli a forze imposte ma richiedono una padronanza del comportamento non-lineare della risposta delle strutture che è molto velleitario pensare possa essere parte del bagaglio corrente degli ingegneri chiamati ad operare sui nostri ponti.

Tanto è il gap tra la teoria e le effettive conoscenze degli operatori che quest'ultimi pensano di stare ancora lavorando in forze ovvero prendono lo Spettro di Accelerazione rappresentativo del terremoto di progetto e moltiplicandolo per le masse del ponte pensano di ottenere delle forze. In ogni caso lo spettro è applicato ad un modello elastico lineare e le verifiche sono condotte in larga maggioranza in forze.

In effetti padroneggiando la materia e leggendo con attenzione la Normativa Italiana, l'Eurocodice 8 ma soprattutto quelle Americane [4] si trovano tutti gli elementi per non incorrere in errori e fraintendimenti ma il compito richiede studio, applicazione e una buona dose di tempo. È notorio che tutte e tre queste componenti scarseggiano nel nostro mondo abituati come siamo a trovare la risposta spiatellata sul telefonino in tre secondi, risposta che al massimo possiamo confrontare con un'altra, ma sempre spiatellata là senza che nessuno abbia voglia di approfondirla.

Mettiamoci pure la concitazione di questi ultimi anni con cui pretendiamo di verificare e riabilitare un parco ponti dei più grandi ed antichi al mondo ed ecco che otteniamo spesso dei risultati

che sconfinano nel comico o anche tragicomico se non fosse che appunto, la sismicità Italiana non è generalmente così forte da creare grandi sconquassi in un ponte a travata in calcestruzzo armato del dopoguerra mentre è ben più letale per le nostre bellissime case in pietra e mattoni.

Un ripensamento della Normativa Sismica ovvero una integrazione con delle linee guida semplici e chiare che permettano di evitare gli errori più marchiani credo sia necessaria anche per tener conto delle profonde mutazioni che si sono avute nella distribuzione e fruizione del sapere.

Un altro correttivo semplice che si potrebbe mettere in atto è quello che le principali stazioni appaltanti si dotino di comitati tecnici snelli e preparati che vaghino tutte quelle opere per le quali un giudizio di inadeguatezza sismica diventa l'elemento fondamentale che fa propendere per una loro demolizione e ricostruzione.

Demolire un ponte esistente perché due ragazzini - gli adulti e le persone importanti non perdono tempo con queste cose - hanno fatto un modello agli elementi infiniti che dice che il ponte crolla al primo terremoto semplicemente non ce lo possiamo permettere a meno che non decidiamo che tutto il climate change è una sciocchezza e ritorniamo felici ad un modello di sviluppo intensivo a debito dove buttiamo senza remore il vecchio e ricostruiamo tutto nuovo e più grande.

Che dire? Potrebbe essere una soluzione: lo sarà sicuramente se riusciamo a risolvere il problema energetico, dell'emissione di gas serra e del riciclo dei rifiuti.

Resta il fatto che da sempre nel mondo delle costruzioni si è riciclato e riutilizzato l'esistente.

Il motivo ci riporta al primo punto, quella di una ovvia convenienza a prolungare dove possibile la vita delle grandi opere perché è troppo diseconomico sostituirle come siamo abituati ormai a fare con i tanti inutili gadget elettronici che ci circondano ma che hanno una vita utile di pochi anni e che pertanto non è generalmente conveniente riparare, soprattutto se possiamo ignorare gli oneri di smaltimento/inquinamento.

CONCLUSIONI

In definitiva, il rinnovamento dello stock dei ponti italiani rimane una priorità forte e molto impegnativa. Le risorse disponibili, finanziarie e produttive, non sono sufficienti per poter procedere con una sistematica sostituzione di tutte le opere ammalorate che hanno 40 o più anni di vita in tempi ragionevoli.

Nel precedente lavoro "Conservazione e rinnovamento" [1] abbiamo stimato il parco ponti Italiano in 250.000 unità. La stima è molto rozza, basata su dati parziali. Ancor più difficile è stimare il valore di tali opere. Se anche dovessimo intervenire riparando o sostituendo nei prossimi dieci anni il 20% dello stock esistente ovvero 50.000 ponti e se il costo medio per opera fosse di un milione si otterrebbe una cifra complessiva di 50 miliardi di Euro. 50 miliardi di Euro non sono una cifra impossibile spalmata su dieci anni anche se a tale importo andrebbe aggiunta la spesa per le nuove opere già programmate e in corso di realizzazione e la manutenzione ordinaria delle restanti.

Il problema è che "mettere a terra" 5 miliardi l'anno per la riparazione/sostituzione dei ponti e ponticelli italiani è oggi irrealistico. Veniamo da più di due anni di pandemia che hanno

danneggiato il sistema di produzione e distribuzione di merci e ora una guerra in Europa che ha continuato a peggiorare la situazione in generale ma anche nello specifico, dato che energia e ferro sono due componenti molto colpite ed essenziali nella costruzione dei ponti.

Il sistema dei prezziari italiani, un curioso retaggio di epoche passate, fa sì che il costo degli interventi debba essere valutato e negoziato sulla base di prezzi che ingessano inutilmente la contrattazione partendo da valori che in questa fase sono spesso al di sotto dei costi di mercato. Senza una liberalizzazione dei prezzi, ovvero lasciando che le imprese possano offrire il loro il prezzo, sia per lavorazioni a misura che a corpo, libere da prezziari prestabiliti, la produzione attuale non può essere aumentata.

Se non riusciamo a sistemare i ponti in tempo utile andiamo incontro a un forte scadimento della efficacia della nostra rete stradale. Già oggi soffriamo da riduzioni di carreggiata e sensi unici alternati e la cosa è destinata inevitabilmente a peggiorare, almeno nel breve, dato che le ispezioni in corso stanno consigliando spesso misure cautelative di limitazione al transito. Ma oltre che accelerare la produzione intervenendo sul sistema di appalto e determinazione del prezzo [3] è necessario progettare efficacemente interventi che ottimizzino le risorse disponibili e quindi approfittino del valore residuo delle opere e i risparmi di soldi e tempo che si possono ottenere utilizzando tale valore residuo anche a costo di accettare, come visto, una riduzione di vita utile.

Una progettazione efficace è sempre un punto di partenza imprescindibile. Però anche sul fronte Imprese dovrà cambiare qualcosa. L'ipotesi più probabile è che entrino nel mercato le grandi Imprese, magari incentivate da una struttura dell'appalto a corpo o anche chiavi in mano.

Con gli attuali appalti a misura dove si vorrebbe remunerare sulla base di elenchi prezzi irrealistici lavorazioni discutibili quando non del tutto inutili, saremo inevitabilmente costretti a vedere un vertiginoso aumento di chiusure sulla nostra rete stradale. ■

⁽¹⁾ Professore, Presidente Integra Srl

⁽²⁾ Direttore Tecnico del Settore Ponti & Infrastrutture di Integra Srl

⁽³⁾ Ingegnere Strutturista del Settore Ponti & Infrastrutture di Integra Srl

Bibliografia

- [1]. M. Petrangeli, I. Lardani, F. Del Drago - "Conservazione e rinnovamento dei ponti stradali italiani", "Strade & Autostrade" n° 136 Luglio/Agosto 2019, pp. 46-56, ISSN 1723-2155.
- [2]. M. Petrangeli - "Collaudo Ergo Sum", "Strade & Autostrade" n° 142 Luglio/Agosto 2020, pp. 40-45, ISSN 1723-2155.
- [3]. Petrangeli M. (2021). "Progettazione, appalto e costruzione", Strade & Autostrade, 148 (4/2021), pp. 91-97, ISSN 1723-2155.
- [4]. U.S. Department of Transportation Publication - no. FHWA-NHI-15-004 Federal Highway Administration October 2014 "LRFD Seismic Analysis and Design of Bridges Reference Manual".