

## Ispezione 3D di infrastrutture stradali: una proposta

Valentina Nova <sup>(a)</sup>, Daniele Passoni <sup>(a)</sup>, Livio Pinto <sup>(a)</sup>, Davide Marenghi <sup>(b)</sup>  
Katia Merli <sup>(b)</sup>, Valeria Toscani <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> DICA Politecnico di Milano, p.zza L. da Vinci, 32 – 20133 Milano, tel. 0223996525,  
e-mail: [valentina.nova93@gmail.com](mailto:valentina.nova93@gmail.com); [daniele.passoni](mailto:daniele.passoni@polimi.it), [livio.pinto@polimi.it](mailto:livio.pinto@polimi.it)

<sup>(b)</sup> Provincia di Piacenza, Servizio VIABILITA, Corso Garibaldi, 50 - 29121 PIACENZA  
tel. 0523/795529, e-mail: [davide.marenghi](mailto:davide.marenghi); [katia.merli](mailto:katia.merli); [valeria.toscani@provincia.pc.it](mailto:valeria.toscani@provincia.pc.it)

### Abstract esteso

Il crollo del ponte Morandi di Genova dell'agosto 2018 è solo la punta dell'iceberg di una situazione molto delicata che coinvolge i ponti italiani: gran parte di essi, infatti, è stata realizzata alcune decine di anni fa, quando l'attenzione dei progettisti era concentrata sulla resistenza dell'opera. In tempi più recenti, grazie al sensibile aumento delle conoscenze ingegneristiche e del progressivo degrado delle strutture stesse, è cresciuto sempre di più l'interesse per la durabilità dell'opera, intesa come la capacità di mantenere inalterate le sue caratteristiche nel tempo. Affinché questo obiettivo sia raggiungibile, sono fondamentali le attività di manutenzione ordinaria, ossia interventi programmabili ciclicamente dall'ente gestore tesi ad eliminare le cause più comuni del deterioramento nel corpo stradale.

È proprio per questo motivo che le operazioni di ispezione e manutenzione dei ponti hanno assunto un ruolo sempre più centrale nelle attività dei gestori delle reti stradali e ferroviarie. Un recente censimento Anas (Ente nazionale per le strade) ha evidenziato come, su un campione di circa tremila ponti di proprietà incerta lungo la propria rete stradale, più del 50% di essi abbia superato i 40 anni di vita e di questi, quasi la metà ha addirittura più di 58 anni, essendo stati costruiti prima del 1961. A causa di processi di tipo fisico, chimico, meccanico e biologico che affliggono gli elementi strutturali, ed in particolar modo per quelli in c.a. e c.a.p., nelle infrastrutture tendono ad insorgere problematiche quali il distacco dei copriferri, l'ossidazione dell'armatura, la perdita di tiro nei cavi precompressi ecc. Risulta dunque evidente come una corretta ispezione e manutenzione periodica sia fondamentale per prevenire e scongiurare eventi di rottura e crollo.

A tale scopo sia RFI che ANAS (recentemente anche le Pubbliche Amministrazioni che gestiscono strade) prevedono piani specifici di ispezione e manutenzione delle loro infrastrutture; essi si basano su ordinarie visite periodiche (semestrali, annuali) e a ispezioni più approfondite (con periodicità pluriennale) che necessitano di adeguati equipaggiamenti speciali per l'osservazione "a distanza di contatto" di tutti gli elementi strutturali.

Le tecniche di ispezione visiva, meglio note come NDT (Non Destructive Testing), sono spesso alternative e comunque preventive a quelle che

richiedono l'asportazione di campioni di materiale per valutarne in situ o in laboratorio la qualità. Esse consentono di valutare principalmente le condizioni superficiali della struttura e a individuare alcuni tra i difetti più frequenti che un ponte può presentare: la presenza di crepe, la delaminazione, la corrosione dell'armatura e la degradazione del calcestruzzo per i ponti in CA, corrosione e cricche per fatica per quelli in acciaio. Le ispezioni, in particolare al disotto della carreggiata, sono ad oggi effettuate mediante l'utilizzo di mezzi pesanti, manovrati da un personale specializzato affiancato da tecnici formati per tale attività, i quali operano utilizzando semplici strumenti come il metro, il calibro, la fotocamera, markers, torce, fili a piombo, binocoli. E' evidente che le valutazioni visive sono caratterizzate da numerose limitazioni, legate principalmente alle discrepanze nei risultati, dovute alla soggettività del tecnico che ispeziona la struttura, e alla onerosità sia in termini di tempo che di costi.

Queste ispezioni possono essere effettuate per mezzo di droni i quali sempre di più si stanno dimostrando uno strumento attraente per i gestori dei ponti grazie alla loro abilità di raccogliere informazioni critiche in breve tempo e a costi minori rispetto alle tecniche ispettive tradizionali; essi permettono di superare le classiche pratiche di ispezione dei ponti, costose, rischiose e che spesso richiedono molto tempo. Inoltre, il loro accoppiamento con software fotogrammetrici e le grandi quote che raggiungono in volo, consentono agli ingegneri preposti alla manutenzione delle infrastrutture, di comprendere meglio il contesto generale e di ricostruire digitalmente la scena, in modo oggettivo e tridimensionale, per finalità di studio e analisi.

Nell'ambito di una collaborazione tra Provincia di Piacenza e Politecnico di Milano - Polo territoriale di Piacenza-, sono stati recentemente realizzati due test finalizzati a realizzare l'indagine visiva e il rilievo di 2 ponti di proprietà della Provincia di Piacenza. Il primo ponte è in cemento armato, ha dimensioni 140mx11mx8m; è costituito da 6 campate, su 5 pile più due spalle, e attraversa il torrente Lavaiana sulla SP 8. Il secondo, ponte Lanzone, è costituito da un unico arco in muratura e si trova sulla SP 4 in località Dignini, nel comune di Vernasca.

L'indagine e il rilievo sono stati realizzati in due giornate (13.6 e 24.9.2019) con UAS DJI Mavic 2 Pro dotato di fotocamera Hasselblad da 20Mpixel in grado di registrare video 4K a 60fps e 10 bit di profondità radiometrica. Tramite l'estrazione dei singoli frame dai video di ispezione (con frequenza compresa tra 12 fps e 0.4 fps in funzione della velocità del drone) è stato possibile ricostruire geometricamente tutta l'infrastruttura con precisione di qualche cm. La precisione è stata verificata anche con un rilevamento laser realizzato con una Multistation Leica Nova MS60 in parallelo alle riprese con UAV. La co-registrazione dei rilievi è stata garantita da una serie di GCP disposti a coppie su ciascun lato di ogni pila o spalla. Il progetto del rilievo, il rilievo stesso e l'analisi dei dati acquisiti tramite ricostruzione geometrica dell'infrastruttura, sono stati un valido test per individuare una metodologia per analizzare lo stato conservativo delle infrastrutture di proprietà provinciale tramite rilievi da drone. L'obiettivo a breve termine è di predisporre un documento che possa servire la Provincia e in generale le amministrazioni che gestiscono infrastrutture, per indagare lo stato di manutenzione delle infrastrutture stradali.