

ALLEGATO F

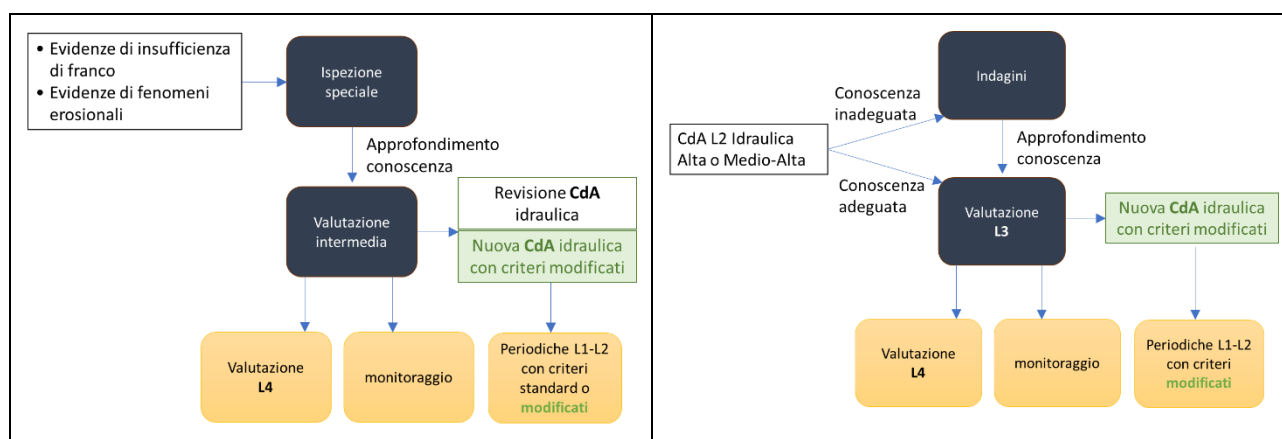
Ispezioni Speciali e Valutazione preliminare L3 per il rischio idraulico

Sommario

1. Premessa	2
2. Ispezioni speciali idrauliche	2
2.1 Ispezioni per evidenza di insufficienza di franco idraulico.....	3
Indicatori.....	3
Rilievi, misure, dati	3
2.2 Ispezioni per evidenza di fenomeni erosivi.....	3
Indicatori.....	3
Rilievi, misure, dati	4
2.3 Ispezioni per evidenza di ulteriori criticità.....	4
Indicatori.....	4
Rilievi, misure, dati	4
3. Valutazioni approfondite idrauliche	5
3.1 Valutazione del franco idraulico	5
Approccio modellistico	5
Revisione della CdA	5
3.2 Valutazione dei fenomeni erosivi	6
Approccio modellistico	6
Revisione della CdA	6
3.3 Altre valutazioni	7

1. Premessa

Il presente documento illustra lo schema operativo proposto per affrontare le ispezioni speciali e le criticità che per gli aspetti idraulici si possono manifestare a valle dell'analisi cosiddetta di livello L2. Viene proposto un primo livello di valutazione approfondita di natura semplificata rispetto alla valutazione accurata di livello L4 e meno oneroso rispetto ad essa. Sono previsti due casi di applicazione di tale valutazione: (i) a valle di un'ispezione speciale; (ii) a valle di una valutazione idraulica L2 ALTA o MEDIO-ALTA permettendo, eventualmente, di modificare tale valutazione; in tal caso si definisce valutazione di livello L3 laddove le L2 idrauliche sono in molti casi insufficienti ad un'affidabile definizione delle criticità; si prevede allora un livello preliminare di analisi approfondita da svolgersi sulla base di conoscenze più accurate e approcci di modellazione più adeguati rispetto al livello L2, che permetta di chiarire se proseguire con ulteriori livelli di conoscenza (monitoraggio) e valutazione (L4) oppure rientrare nel ciclo di ispezioni e valutazioni periodiche, mantenendo però i criteri del superiore livello di approfondimento.



Il livello approfondito sviluppa una valutazione di compatibilità idraulica che supera le sole valutazioni idrologiche e idrauliche previste dalle LLGG, contemplando anche gli effetti legati alla presenza di trasporto solido e vegetale e all'evoluzione della morfologia fluviale. Sia la valutazione intermedia che la valutazione di livello L3 possono essere condotte anche relativamente ad uno solo dei fenomeni che influenzano la classe di attenzione idraulica o per una rivalutazione parziale della CdA (per esempio: franco, ma non erosione). In particolare, l'analisi di tipo L3 può essere attivata autonomamente per i soli aspetti idraulici e non richiede quindi di proseguire con le analisi relative agli aspetti strutturali.

2. Ispezioni speciali idrauliche

Al paragrafo 3.6 delle Istruzioni operative 2022 si legge che le ispezioni speciali dei ponti, in aree ad evidenza di fenomeni alluvionali e di erosione, riguardano:

- i ponti che sono stati interessati da un evento alluvionale recente (avvenuto, cioè, negli ultimi 5 anni) che, come risulta da informazioni testimoniali e/o da tracce dell'evento di piena sulla struttura o sulle sponde, abbia prodotto un franco inferiore a 1 m nel caso di strade comunali e provinciali o di 2 m per strade statali o di livello superiore, soprattutto se in presenza di materiale vegetale o di sovralluvionamento dell'alveo;
- i ponti in cui si siano manifestati fenomeni erosivi tali da far temere una significativa perdita della capacità portante dell'insieme fondazione/terreno.

Peraltro, al paragrafo 4.5 si legge che l'eventuale collocazione delle strutture in aree coinvolte da accadimenti pregressi (fenomeni di escavazione, allagamenti, modificazioni delle sezioni idriche, riduzione delle capacità idrovetriche dell'alveo, ecc.), inducono la necessità di proseguire con ispezioni speciali, con grado di approfondimento maggiore rispetto alle ispezioni iniziali previste per la valutazione della classe di attenzione.

Nella sostanza l'ispezione speciale può essere attivata ogniqualvolta un'ispezione di livello L1, ma anche un sopralluogo a valle di un evento, evidenzia condizioni per cui l'ispettore valuti la necessità di un approfondimento conoscitivo.

L'ispezione speciale idraulica deve necessariamente essere condotta da un tecnico con specifiche competenze nell'ambito dell'idraulica fluviale.

Le ispezioni speciali sono eseguite su base documentale, visuale, strumentale.

2.1 Ispezioni per evidenza di insufficienza di franco idraulico

Indicatori

Costituisce indicazione di necessità di un'ispezione speciale la presenza di:

- Deposito di materiale flottante sulla struttura o nell'intorno della stessa a distanza in verticale minore di 2 m dalla quota minima dell'intradosso dell'impalcato per ponti statali e di categoria superiore, o minore di 1 m per ponti provinciali e di categoria inferiore;
- Tracce di alluvione sui terreni adiacenti al manufatto a quote indicative di franco inferiore a 2 m per ponti statali o superiori, inferiore a 1 m per ponti provinciali o inferiori;
- Evidenza di passaggio della piena sulle pile o sulle spalle (ad esempio segni derivanti da sedimenti in sospensione) a distanza in verticale minore di 2 m dalla quota minima dell'intradosso dell'impalcato per ponti statali e di categoria superiore, o minore di 1 m per ponti provinciali e di categoria inferiore
- Segni di urti sull'impalcato (tipicamente a monte);

L'elenco precedente è indicativo delle situazioni più ricorrenti e non è da considerarsi esaustivo delle situazioni che possono suggerire l'opportunità di un'ispezione speciale.

Rilievi, misure, dati

L'approfondimento di conoscenza è volto ad acquisire informazioni utili per la calibrazione e validazione di modelli idraulici; tipicamente prevede di definire:

- La geometria dell'alveo a cavallo del ponte (sezioni idrauliche, DTM, batimetrie), con riferimenti altimetrici rispetto ai segnali sopra elencati.
- Evidenze dei livelli raggiunti al ponte in eventi passati (foto, filmati).
- Eventuali evidenze di allagamenti in eventi passati.
- Dati storici idrometrici sull'asta fluviale (livelli e portate di piena) e idrologici sul bacino idrografico (piogge intense).

2.2 Ispezioni per evidenza di fenomeni erosivi

Indicatori

Costituiscono indicazione di necessità di un'ispezione speciale l'evidenza di:

- Evidenza di scalzamento della fondazione su pila o spalla visibile
- Presenza di pila o spalla nell'alveo con fondazione sotto livello idrico anche in condizioni di magra.
- Scalzamento o danneggiamento di eventuali interventi di protezione della fondazione di pile o spalle.
Scalzamento, sifonamento o danneggiamento di eventuali opere di stabilizzazione altimetrica del fondo alveo (briglie, soglie) presenti a valle dell'attraversamento.

L'elenco precedente è indicativo delle situazioni più ricorrenti e non è da considerarsi esaustivo delle situazioni che possono suggerire l'opportunità di un'ispezione speciale.

Rilievi, misure, dati

L'approfondimento di conoscenza è volto a definire le caratteristiche geometriche e costruttive delle fondazioni e ad acquisire informazioni su eventuali (residui di) fosse erosive; può prevedere:

- Prove penetrometriche
- Sondaggi stratigrafici
- Saggi in fondazione
- Indagini geoelettriche
- Parallel sizing con idrofoni
- Rilievi geometrici di pile e spalle
- Rilievi batimetrici di dettaglio attorno a fondazioni sommerse
- Rilievi difettologici delle opere di protezione

L'elenco precedente è indicativo delle tecniche di rilievo di uso più frequente e non quindi è da considerarsi esaustivo delle possibili indagini.

2.3 Ispezioni per evidenza di ulteriori criticità

Indicatori

Segnali di necessità di ispezione speciale sono, per esempio evidenze di:

- Erosione spondale in prossimità del ponte.
- Accentuata tendenza alla divagazione planimetrica del corso d'acqua nell'intorno del ponte, derivanti ad esempio dal confronto di immagini aeree o di rilievi topografici di epoca diversa.
- Scalzamento o danneggiamento di eventuali opere di stabilizzazione delle sponde longitudinali e/o trasversali (muri, scogliere, pennelli, ...).

Rilievi, misure, dati

L'approfondimento di conoscenza è volto ad acquisire informazioni su eventuali processi di divagazione planimetrica e/o altre criticità per cui è stata attivata l'ispezione speciale; può prevedere:

- Analisi comparative di immagini aeree / satellitari (in particolare a monte del ponte)
- Ispezioni di dettaglio delle sponde, a monte e a valle del ponte
- Rilievi della geometria dell'alveo in prossimità del ponte; confronti con dati storici

3. Valutazioni approfondite idrauliche

Le Istruzioni operative 2022 indicano che, per le verifiche accurate, è opportuno caso per caso specificare o dettagliare maggiormente le fasi di conoscenza, modellazione, analisi e valutazione della sicurezza in funzione delle peculiarità riscontrate.

Si propongono qui percorsi di approfondimento modellistico idraulico rispetto alle valutazioni L2, quali strumenti di revisione delle CdA standard attribuite in base alla procedura indicata dalle LLGG ovvero quali valutazioni intermedie o preliminari da eseguirsi prima dei più onerosi approfondimenti previsti dalle analisi di livello L4.

3.1 Valutazione del franco idraulico

Approccio modellistico

Una valutazione approfondita del franco idraulico richiede un'analisi probabilistica degli eventi idrologici di piena estremi, al fine di determinare le caratteristiche attese per la corrente al variare del tempo di ritorno; in tale analisi, utilissime informazioni possono derivare dalla conoscenza di eventi storici di piena osservati sul corso d'acqua.

Il franco deve essere valutato sulla base del livello idrico a monte del ponte.

Tradizionalmente le valutazioni sono basate su analisi idrologiche-idrauliche a fondo fisso, che non tengono in conto (se non qualitativamente) di possibili variazioni morfologiche o accumuli di legname e/o sedimenti in corrispondenza del ponte. Laddove ci si basi su scenari di questo tipo la CdA deve essere valutata secondo i criteri previsti nel livello L2 delle LLGG.

Viceversa, per una valutazione approfondita che comprenda anche le forzanti idrauliche, si devono considerare diverse combinazioni di scenari, e le relative probabilità congiunte, che includano:

- Flussi idrici
- Flussi e accumuli di piante
- Depositi di sedimenti a scala temporale d'evento
- Modifiche dell'andamento planimetrico dell'alveo.

Le valutazioni approfondite di livello L4 permettono una valutazione di *sicurezza* dell'opera. Ad un livello intermedio tra le valutazioni di livello L2 e quelle di livello L4 sono nel seguito indicati criteri di valutazione che, sulla base di modellazioni idrauliche sufficientemente accurate, permettono una revisione della *Classe di Attenzione* idraulica; in questo approccio, le condizioni che nelle LLGG definiscono la vulnerabilità per l'attribuzione della CdA, vengono direttamente inglobate negli scenari di pericolosità.

Revisione della CdA

Avendo a disposizione uno studio idraulico coerente con le richieste per una valutazione approfondita, che tenga conto degli effetti degli accumuli di piante e delle variazioni morfologiche sul deflusso della corrente in corrispondenza del ponte, si possono ridefinire le CdA secondo la tabella che segue; le tabella corrisponde a quelle delle LG20 avendo posto la vulnerabilità pari alla pericolosità.

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Condizione	$F_{P2} > 3 \text{ m}$	Bassa				
	$1,5 \text{ m} \leq F_{P2} \leq 3 \text{ m}$	Medio-Bassa		Bassa		
	$0,8 < F_{P2} \leq 1,5 \text{ m}$	Medio-Alta		Media		
	Altrimenti	Alta				

Partendo dall'alto si assume la CdA corrispondente alla prima condizione che risulta soddisfatta.

3.2 Valutazione dei fenomeni erosivi

Approccio modellistico

Lo scalzamento delle fondazioni è il risultato di quattro possibili processi che si combinano fra loro (non necessariamente sommandosi):

- Erosione localizzata (dovuta alla presenza del ponte).
- Erosione generalizzata / per contrazione (dovuta alla presenza del ponte)
- Variazioni locali d'alveo (forme di fondo, variazioni di geometria della sezione; indipendenti dalla presenza del ponte).
- Abbassamento generale d'alveo (indipendente dalla presenza del ponte).

I primi due processi evolvono tipicamente a scala di evento, con approfondimento dello scavo durante la piena e (parziale) riempimento in coda e/o dopo l'evento. I tempi scala degli altri due processi possono variare in ampi intervalli, dipendenti dalla tipologia fluviale.

Erosione localizzata e generalizzata (per contrazione) possono essere valutate sulla base di condizioni essenzialmente locali; la pratica di progetto suggerisce di calcolarli indipendentemente e poi sommarli. Di fatto questa pratica è da considerarsi cautelativa, sia in quanto i due fenomeni tendono a compensarsi a vicenda, sia per il fatto che i tipici modelli per erosione localizzata sono calibrati a favore di sicurezza quale involuppi di dati sperimentali più che come valore atteso degli stessi.

Protezioni locali di fondo possono annullare gli abbassamenti locali in corrispondenza del ponte; briglie/soglie a valle possono annullare gli abbassamenti generali d'alveo.

La valutazione del potenziale abbassamento del fondo risulta utile solo se congiunta all'informazione della tipologia e profondità della fondazione.

Revisione della CdA

La revisione della CdA richiede:

- La definizione di tipologia e geometria della fondazione (non sono ammissibili le approssimazioni accettate per le analisi di livello L2).
- La verifica della presenza e dello stato di eventuali protezioni di fondo.
- La valutazione / il controllo delle tendenze altimetriche dell'alveo.
- La valutazione del comportamento idraulico del ponte (si veda valutazione del franco).
- Nel caso di briglia a valle in cattive condizioni di manutenzione, che possano fare temere il crollo della stessa, la valutazione anche dell'ipotetica situazione di assenza della briglia.
- La valutazione del valore di scavo totale atteso (d_s) per l'evento di progetto, tenendo conto della presenza di possibili accumuli di detriti e materiale flottante, occlusione luci, curvatura d'alveo, forme di fondo.

Avendo a disposizione i risultati di un'ispezione speciale che consenta di caratterizzare accuratamente lo stato delle fondazioni e delle eventuali protezioni di fondo, si possono ridefinire le CdA secondo la tabella che segue.

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Condizione	Fondazione equivalente a roccia	Bassa				
	Protezioni di fondo efficienti	Media				
	Protezioni di fondo in condizioni critiche	Alta				
	$d_s/d_f > 1,20$	Alta				

	1,00<d _s /d _f ≤1,20	Alta	Medio-Alta		Media
	0,80≤d _s /d _f ≤1,00	Medio-Alta	Media		
	0,60≤d _s /d _f <0,80	Media		Medio-Bassa	Bassa
	d _s /d _f <0,60	Medio-Bassa		Bassa	
	Fondazione incognita	Alta			

Partendo dall'alto si assume la CdA corrispondente alla prima condizione che risulta soddisfatta.

3.3 Altre valutazioni

In tutto il processo di valutazione e in particolare nelle ispezioni speciali occorre prestare particolare attenzione ad eventuali segnali premonitori che facciano temere fenomeni di:

- Erosione spondale / divagazione planimetrica dell'alveo.
- Erosione diretta del rilevato di accesso al ponte (senza spostamenti spondali).

Queste evidenze possono portare ad indicazioni di attenzione al problema laddove si rientri nel ciclo standard di valutazione di livello L1-L2 previsto dalle LLGG.

Qualora si ravvisino elementi di criticità possono indicare la necessità di una valutazione accurata di livello L4, da eseguirsi in accordo con le procedure raccomandate per le verifiche di tale livello, dopo un'ispezione esperta.

Laddove si evidenzino elevati livelli di criticità le indicazioni di intervento che si possono dare prevedono:

- Esecuzione di sistematici monitoraggi continui nel tempo o a cadenza periodica.
- Misure di protezione spondale con effetto di protezione dall'erosione.
- Misure di protezione del rilevato con effetto di protezione dall'erosione.