


19 dicembre 2018  Ricerca - Sistema energetico

Grandi dighe, l'arma del monitoraggio continuo contro l'invecchiamento

La sfida tecnica della gestione dei fenomeni di espansione del calcestruzzo. I progetti Rse per migliorare sicurezza, economicità e compatibilità ambientale

 di M. Berra*, E. Rondena*

Tutte le grandi infrastrutture di ingegneria civile devono fornire, nell'arco del loro intero ciclo di vita, il servizio previsto in condizioni di sicurezza strutturale (prevenzione di crolli ed incidenti), in condizioni di sostenibilità ambientale (impatto ambientale ridotto o tendenzialmente nullo) ed a costi accettabili (gestione dell'opera efficiente). D'altra parte, con il passare del tempo, è inevitabile l'insorgere di un naturale deterioramento di queste opere legato all'età (invecchiamento), che può comportare anomalie di comportamento. Le cause dell'invecchiamento, oltre ad essere legate alle condizioni di esercizio (tipo di utilizzo e manutenzione), sono spesso già insite nelle fasi che precedono la vita in servizio delle opere, cioè in quelle di progettazione e/o di costruzione.

Solo il costante monitoraggio del loro comportamento consente di rilevare per tempo eventuali anomalie nella risposta strutturale, così come solo specifiche indagini sulle caratteristiche dei materiali sono in grado di identificare i fenomeni di deterioramento in atto.

Per alcuni tipi di queste infrastrutture la prevenzione e la mitigazione del rischio associato al loro invecchiamento è da tempo oggetto di grande attenzione in Italia, sia da parte dei gestori delle opere che dell'autorità pubblica. E' il caso delle grandi dighe.

Attualmente, sono in esercizio circa 540 grandi dighe, di cui quasi 300 in calcestruzzo, con una età media prossima ai 60 anni e, se ci si limita alle Alpi, anche superiore ai 70 anni (Figura 1). L'autorità pubblica di controllo nazionale di queste opere, oggi Direzione Dighe del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, garantisce un controllo indipendente sulle attività svolte dai gestori delle grandi dighe, sovrintendendo alle attività di prevenzione e mitigazione del rischio di cedimento degli sbarramenti o di un loro serio danno, a garanzia dell'incolumità delle persone residenti a valle.

Questa particolare attenzione alla sicurezza delle grandi dighe in Italia è il frutto di anni di esperienza, anche sulla base della memoria collettiva di tragiche vicende, come quelle delle dighe del Gleno (1923), di Sella Zerbino (1935), del Vajont (1963) e di Stava (1985).

Tra i processi di invecchiamento delle grandi dighe in calcestruzzo rientrano, oltre all'azioni dilavante/aggressiva sui calcestruzzi da parte delle acque "pure" o contenenti anidride carbonica, tipiche degli invasi dei bacini di montagna, i fenomeni termici ambientali, associati alle variazioni termiche stagionali e giornaliere e ai cicli di gelo e disgelo, ed i fenomeni di degrado per rigonfiamento del calcestruzzo.

Tra questi ultimi, quelli che sembrano presentarsi sempre più frequentemente in Italia sono i fenomeni associati alle cosiddette reazioni Alkali-Agregato, reazioni chimiche tra l'ambiente alcalino del calcestruzzo (principalmente associabile alla presenza di idrossido sodio, NaOH, e di potassio, KOH) e certi tipi di aggregati presenti nel calcestruzzo stesso (aggregati reattivi, prevalentemente di natura silicea).

L'espansione del calcestruzzo che ne deriva è lenta, ma già dopo qualche decina d'anni può essere in grado di compromettere l'operatività delle opere (ad esempio mal funzionamento o addirittura blocco del movimento delle paratoie, disallineamenti di macchinari, filtrazioni e perdite) sino a pregiudicarne la sicurezza (fessurazioni, filtrazioni e spostamenti anomali come innalzamenti del coronamento e derive irreversibili, verso monte o verso valle) (Figura 2).

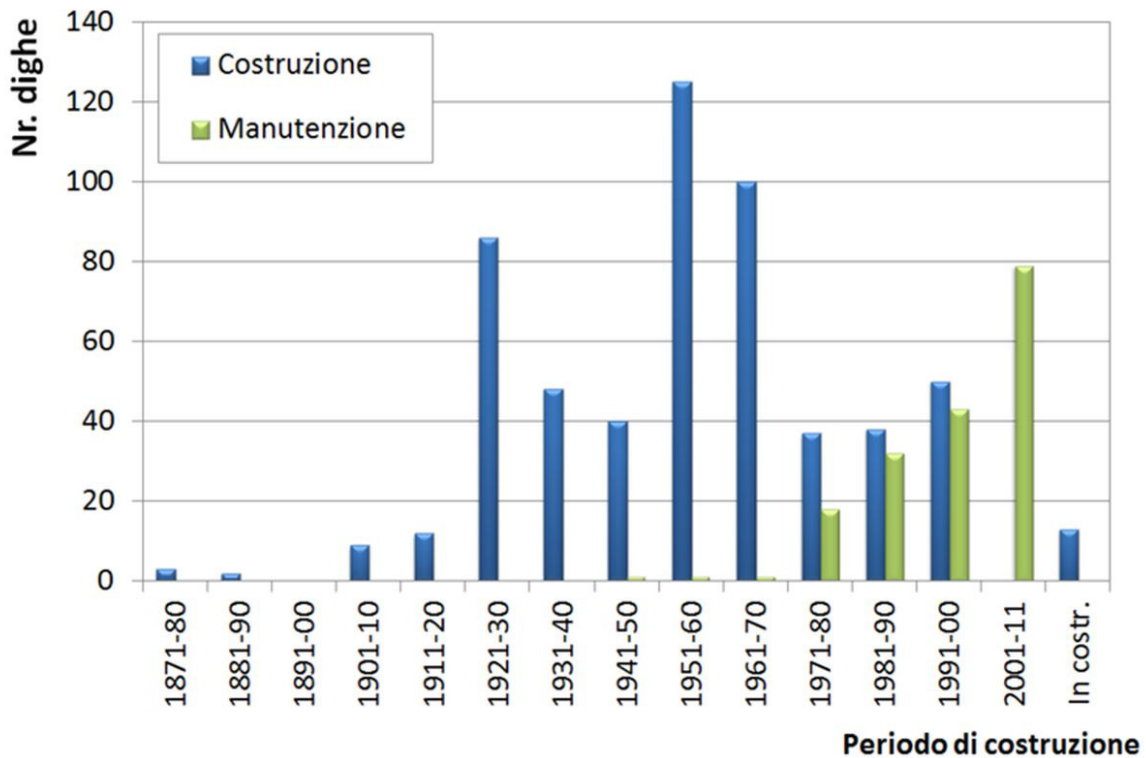


Figura 1 - Evoluzione temporale della costruzione delle dighe italiane e degli interventi di ripristino nell'arco di oltre un secolo

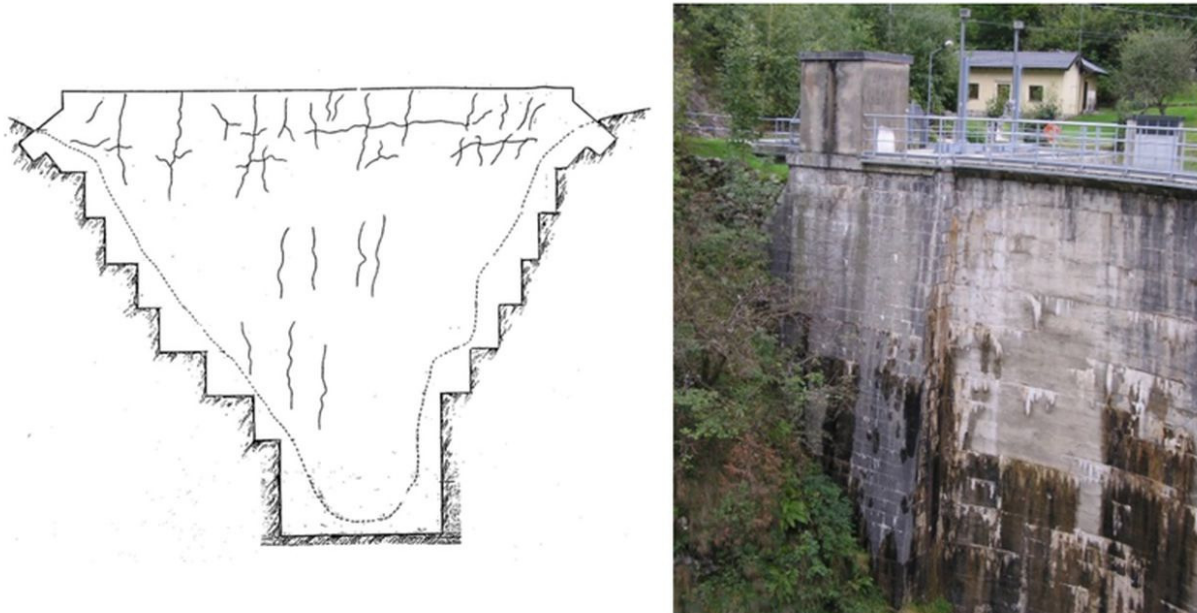


Figura 2 – Schema delle fessure presenti sul paramento di valle di una diga ad arco soggetta a fenomeni espansivi e particolare dello stesso paramento

Il trend crescente dei casi di dighe con fenomeni espansivi in atto in Italia, riconducibili alla reazione Alkali Aggregato, pur sotto il costante controllo di accurati sistemi di monitoraggio, costituisce una indicazione di allerta da non sottovalutare. Inoltre, la loro gestione rappresenta una sfida per il mondo tecnico dell'ingegneria, dato che non esiste una vera e propria cura per bloccare questo fenomeno e gli interventi tendono ad essere solo strutturali, finalizzati a rendere compatibile l'esercizio della diga con danni circoscritti, in condizioni di sicurezza per le opere ed il territorio, anche in presenza di una ulteriore espansione del calcestruzzo. Il problema principale per l'individuazione di idonei interventi di ripristino è quello della prognosi del fenomeno, vale a dire la previsione dell'eventuale futuro sviluppo dell'espansione nel calcestruzzo e del conseguente comportamento della diga (vita residua).

Per affrontare la tematica del comportamento a lungo termine delle dighe in calcestruzzo soggette a fenomeni espansivi, Rse ha sviluppato da diversi anni apposite ricerche, tramite i fondi della Ricerca del Sistema elettrico nazionale (RdS), nell'ambito di progetti finalizzati a migliorarne la sicurezza, l'economicità e la compatibilità ambientale delle infrastrutture idroelettriche.

In particolare, la ricerca di Rse si è concentrata sui due principali fattori che causano l'espansione del calcestruzzo da reazione Alkali-Agregato nelle dighe, vale a dire il grado di reattività dell'aggregato utilizzato nel calcestruzzo ed il livello di alcali del calcestruzzo stesso. Quest'ultimo valore, in particolare, col passare del tempo può aumentare, rispetto a quello iniziale, per effetto del rilascio di nuovi alcali da parte degli aggregati stessi. Ciò può favorire lo sviluppo della reazione espansiva a lungo termine, accelerando l'invecchiamento delle dighe e riducendone la vita utile in servizio.

La ricerca condotta ha consentito la messa a punto di una apposita metodologia sperimentale di tipo diagnostico, basata su prove rapide di laboratorio (*Figura 3*), che, integrata con un semplice modello per la valutazione degli effetti del rilascio di alcali dagli aggregati sull'espansione del calcestruzzo, consente di prevedere la potenziale tendenza all'espansione della diga a lungo termine. Ciò rappresenta un elemento fondamentale nella progettazione di efficaci interventi di ripristino, in grado di prolungare la vita utile in servizio delle dighe in condizioni di piena sicurezza. Apposite indagini diagnostiche sono state condotte da Rse per diverse grandi dighe italiane in calcestruzzo soggette a fenomeni espansivi come, ad esempio, alla diga di Poggia, in Valcamonica (*Figura 4*). Per questa diga, grazie anche alle indicazioni di Rse, sono stati progettati e realizzati efficaci interventi di ripristino che hanno consentito il ritorno alla normale funzionalità dell'opera idraulica.



Figura 3 – Prova di invecchiamento di un provino di calcestruzzo - Misura di espansione.



Figura 4 – Ripristino della diga di Poggia, sulla base delle indagini di R.S.E.

***RSE – Dipartimento Sviluppo sostenibile e Fonti energetiche**

Rubrica a cura di Claudia Imposimato

TUTTI I DIRITTI RISERVATI. È VIETATA LA DIFFUSIONE E RIPRODUZIONE TOTALE O PARZIALE IN
QUALUNQUE FORMATO.

Privacy policy (GDPR)
www.quotidianoenergia.it