

The maintenance and rehabilitation of dams and hydraulic works

La manutenzione e riabilitazione delle dighe e delle opere idrauliche

F. Fornari

ENEL S.p.A., Turin - Italy

ABSTRACT: ITCOLD, the Italian Committee on Large Dams, is a cultural and scientific association that promotes studies on all problems connected with dams. The Italian patrimony is noteworthy having more than 500dam with an average age above 60 years. The main engagement of the technicians of developed countries as Italy is mostly devoted to maintain and guarantee the safety and the optimal management of these works that are often considered integral part of the natural environment in which they are located. A Permanent Observatory was established whose aim is to collect and disseminate information about the refurbishment activities carried out so far, favoring the technical debate and the growth of the know-how in the dam community. / ITCOLD, il Comitato Italiano Grandi Dighe, è un'associazione culturale e scientifica che promuove studi sui problemi relativi alle dighe. Il patrimonio italiano è notevole con oltre 500 dighe la cui età media supera i 60 anni. L'impegno principale dei tecnici dei paesi sviluppati come l'Italia è in gran parte dedicato a mantenere e garantire la sicurezza e la gestione ottimale di queste opere che sono ormai parte integrante dell'ambiente. ITCOLD ha istituito un Osservatorio Permanente il cui scopo è di raccogliere e diffondere informazioni sulle attività di ripristino finora svolte, favorendo il dibattito tecnico e la crescita del know-how nella comunità tecnica.

KEYWORDS: dam, maintenance, rehabilitation / dighe, manutenzione, riabilitazione

1 INTRODUZIONE

L'età media delle dighe italiane è prossima ai 60 anni e supera anche i 70 anni se ci si limita alle Alpi come territorio di riferimento. La vetustà di queste opere risulta quindi confrontabile con la vita utile prevista in sede di progetto e pertanto la valorizzazione delle attività di esercizio, manutenzione, miglioramento o riabilitazione delle dighe esistenti ha trovato grande sviluppo, fino a prevalere sulle attività connesse alle nuove realizzazioni.

Si pone quindi evidente la necessità di armonizzare la gestione di un patrimonio infrastrutturale tra i più importanti d'Europa – e che fornisce un supporto fondamentale allo sviluppo del nostro Paese soprattutto sul piano energetico e in termini di disponibilità della risorsa idrica – con il quadro normativo di settore.

2 LE GRANDI DIGHE IN ITALIA

Le prime dighe dell'era moderna in Italia risalgono alla fine del '800: a scopo potabile Bunnari (SS-1879), la prima idroelettrica Trezzo d'Adda (MI-1906).

L'incremento nella realizzazione di nuove dighe si è avuto soprattutto nel periodo tra le due guerre mondiali, delimitato dalle stasi nei due periodi bellici, e tra il 1950 e il 1990 (Fig. 1).

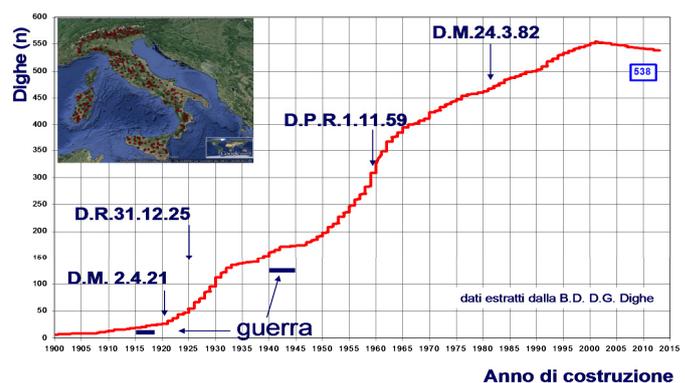


Figure 1. Evolution of the construction of large dams in Italy / Evoluzione della realizzazione delle grandi dighe in Italia.

Attualmente le 534 grandi dighe (altezza massima $\geq 15\text{m}$ o volume del serbatoio $\geq 1\text{Mm}^3$) presenti sul territorio italiano risultano così suddivise:

– esercizio normale	381
– esercizio limitato	28
– esercizio sperimentale	84
– fuori esercizio	30

Nella Tabella 1 si propone un raggruppamento delle dighe italiane in funzione dell'utilizzazione prevalente del serbatoio, mettendo in evidenza il relativo volume totale d'invaso.

Table 1. Dams grouped according to their main use / Dighe raggruppate in base all'utilizzo prevalente.

Utilizzazione prevalente	Numero dighe	Volume totale (milioni mc)
Idroelettrico	313	4.298
Irriguo	139	7152
Potabile	40	391
Industriale	15	182
Laminazione	7	127
Varie	9	13
DL 79	11	0
TOTALE	534	12.164

Per completezza, si chiarisce che nel novero dei volumi totali sono conteggiati anche i circa 3.230 Mm³ determinati dagli sbarramenti regolatori dei 6 grandi laghi prealpini: Garda, Maggiore, Como, Iseo, Orta, Varese, nella misura determinata dai sopralti delle traverse.

3 IL MANTENIMENTO DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA

Il mantenimento delle condizioni di sicurezza delle dighe viene operato, come per tutte le opere ingegneristiche, da un lato attraverso la raccolta di tutti i dati e le notizie sull'opera e la valutazione del suo comportamento passato e presente in confronto agli obiettivi di progetto e dall'altro promuovendo, in caso di riscontrate carenze, l'adozione di interventi manutentivi finalizzati ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture alle azioni agenti e quindi alla riabilitazione dell'opera per ripristinare le condizioni originarie di progetto.

L'attività di controllo delle condizioni di sicurezza è effettuata dai Concessionari delle dighe, ma disciplinata dall'Autorità di controllo; le attività manutentive e quindi riabilitative vengono preliminarmente disposte ed approvate dall'Autorità di controllo, ma sono programmate ed attuate dai Concessionari.

3.1 Le attività manutentive e riabilitative

Le attività che i Concessionari, sotto la vigilanza dell'Autorità di controllo, eseguono per garantire l'esercizio in sicurezza delle opere di sbarramento loro affidate possono riassumersi in:

- attività di monitoraggio, per la verifica della risposta dell'opera alle sollecitazioni di progetto;

- attività di manutenzione, per consentire all'impianto di ritenuta di continuare a svolgere efficientemente la funzione prevista dal progetto approvato senza modificare lo stato di fatto;
- attività di riabilitazione, per il recupero delle caratteristiche di sicurezza o funzionalità dell'impianto di ritenuta, previste dal progetto approvato e per il miglioramento delle medesime caratteristiche ovvero per il loro adeguamento ai requisiti prestazionali richiesti per le nuove costruzioni.

4 GLI INTERVENTI DI RIABILITAZIONE

L'esame di una diga finalizzato alla valutazione del suo comportamento durante i primi invasi e nel prosieguo degli anni di esercizio deve tenere conto delle precipue caratteristiche dei diversi fattori che caratterizzano l'opera ed incidono sul suo comportamento.

Fra questi ve ne sono alcuni che potremmo considerare praticamente intangibili ed invariabili, degli "a priori", a parte le dovute eccezioni:

- l'ubicazione;
- la tipologia;
- le dimensioni;
- le scelte progettuali;
- le caratteristiche dell'ambiente coinvolto;
- le metodologie costruttive adottate;
- la qualità esecutiva conseguita.

Altri sono invece da considerarsi evolutivi:

- le variazioni antropiche del territorio;
- le trasformazioni socio-economiche;
- il progresso tecnologico;
- lo sviluppo normativo;
- le istanze di variazione nell'utilizzo delle risorse;
- le disponibilità economico-finanziarie;
- le scelte politiche.

Motore di un'attività di riesame di uno sbarramento sono le anomalie del comportamento strutturale o di esercizio, nonché gli eventuali segnali di non conformità delle opere e dell'ammasso roccioso costituente l'imposta ed i versanti dell'invaso.

Fra questi i principali sono senz'altro:

- l'effetto indotto da eccezionali eventi naturali;
- il degrado strutturale e/o dei sistemi operativi;
- l'alterazione dei materiali;
- le anomalie segnalate dal sistema di monitoraggio;
- i "segni" di spostamenti anormali, specie se soggetti a possibile evoluzione;
- le eventuali modifiche delle condizioni di esercizio;
- l'incidente da malfunzionamento o errore umano;
- la verifica della risposta dell'opera a sollecitazioni non considerate nella progettazione originaria.

5 LE ATTIVITA' DEI GRUPPI DI LAVORO ITCOLD

5.1 Riabilitazione delle dighe

Il gruppo di lavoro sulla Riabilitazione delle dighe in Italia si è formato all'inizio del 2008 con una prima fase di approfondimento tematico da cui è scaturita la definizione degli obiettivi e della tempistica. La raccolta delle informazioni ha richiesto più di due anni al termine dei quali si sono potute tirare le conclusioni esposte nel corso della Giornata di studio ITCOLD del 16 maggio 2012. L'attività sta proseguendo attraverso l'istituzione di un Osservatorio permanente attivato a valle dei primi positivi riscontri.

Nel corso del censimento si sono manifestate non poche difficoltà nella raccolta dei dati relativi agli interventi soprattutto per la numerosità dei Concessionari irrigui ed idropotabili.

Nonostante tutto, la consolidata comunità dei tecnici che si occupano di queste tematiche ha fornito elementi che si ritengono sufficienti a raffigurare un quadro ben rappresentativo di questa importante tematica. Lo screening dei dati raccolti è sintetizzato nella tabella 2 in cui gli interventi sono classificati per il periodo in cui sono stati eseguiti e per categorie tipologiche.

Table 2. Classification of interventions / Classificazione degli interventi.

Periodo	Corpo diga	Paramento monte	Opere di scarico	Fondazione e sponde	Totale
Non definito	6	1	4	1	12
ante 1970	0	3	0	1	4
1970-1979	1	4	5	0	10
1980-1989	2	11	8	3	24
1990-1999	7	17	4	4	32
2000-2009	23	30	32	21	106
2010-2016	11	5	7	6	29
totale	50	71	60	36	217

In diversi casi gli interventi su di un'opera hanno riguardato diversi lavori effettuati sulla medesima diga, quindi le dighe oggetto delle attività di riabilitazione sono 170, pari al 42% del totale.

Per quanto riguarda il periodo in cui sono stati eseguiti i lavori, è notevole l'incremento degli interventi negli anni più recenti, tanto da non poter essere giustificato con il solo incremento dell'età degli impianti. L'interpretazione richiama la già segnalata maggior attenzione rivolta alle attività per il prolungamento della vita utile degli impianti ma anche l'emissione di norme più stringenti in materia di sicurezza (Fig. 2).

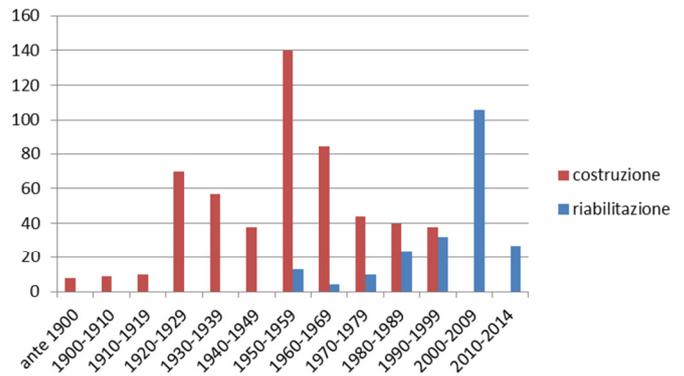


Figure 2. Evolution of the rehabilitation works / Evoluzione temporale degli interventi riabilitativi.

Ciò ha senz'altro determinato una significativa evoluzione nel settore gestionale degli impianti e in quello degli Organi di vigilanza.

Molto interessante è anche la ripartizione delle dighe sul territorio italiano rapportata agli interventi eseguiti. La concentrazione delle informazioni derivanti dall'area Nord Ovest, ancorché influenzata da un'età media delle dighe più elevata e da una maggiore concentrazione di gestori idroelettrici, fa presupporre che esista ampio spazio per ulteriori segnalazioni di interventi effettuati e non ancora censiti (Fig. 3).



Figure 3. Spatial distribution of the surveyed rehabilitation works / Distribuzione geografica degli interventi censiti.

Pur nella incompletezza delle informazioni disponibili si può anche rilevare che il costo tipico degli interventi non si discosta significativamente da una cifra media intorno al milione di euro, cioè di un valore raramente superiore al 5% del valore presumibile dell'opera al nuovo.

Riguardo alle quattro macrocategorie in cui sono stati suddivisi gli interventi, si può sottolineare la prevalenza di interventi riguardanti la tenuta del paramento diga rispetto agli interventi sul corpo murario e, soprattutto, sull'ammasso di imposta. Per valutare la significativa percentuale (28%) riferita agli

interventi sugli organi di scarico, bisogna considerare le rivalutazioni idrologiche che hanno spesso portato all'incremento delle onde di piena massime prevedibili con l'effetto di spingere i Concessionari ad intervenire per incrementare la sicurezza idraulica degli sbarramenti.

Dal punto di vista delle parti di infrastruttura oggetto degli interventi, le quattro categorie individuate presentano tutte un buon numero di casi che verranno analizzati nel seguito (Fig. 4).

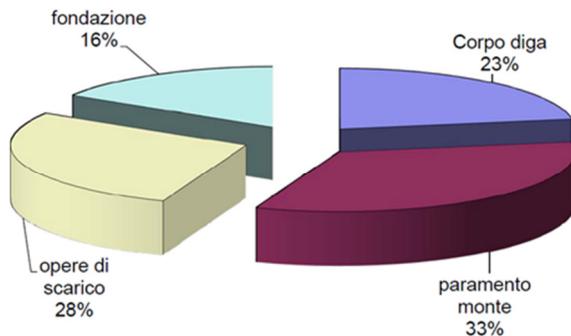


Figure 4. Macro categories of the rehabilitation works / Macro-categorie degli interventi riabilitativi.

Metodo di classificazione

Tutta una serie di problematiche importanti e delicate riguardanti varianti anche sostanziali ad un progetto approvato e legate ad evidenze emerse in fase realizzativa o durante gli invasi sperimentali non sono oggetto della presente indagine in quanto risolte prima del collaudo.

E' confermato anche da statistiche internazionali come una gran parte degli incidenti o dei grandi interventi correttivi anche nel campo degli sbarramenti si concentrano durante gli invasi sperimentali.

In questa sede invece vengono presi in esame quei provvedimenti adottati dai Concessionari nella fase di maturità di un'opera e legati quindi alle evidenze che emergono nel periodo di vero e proprio esercizio.

Gli interventi segnalati si possono organizzare in:

- carenze strutturali;
- inadeguatezza delle opere di scarico;
- instabilità del territorio circostante.

Carenze strutturali

A questa categoria appartengono oltre il 60% delle segnalazioni e sono così ulteriormente articolabili:

a) Carente assetto statico

Si tratta evidentemente del caso più significativo, in quanto prefigura un potenziale carente equilibrio strutturale in determinate situazioni di sollecitazione in funzione della configurazione dell'opera.

b) Insufficiente tenuta idraulica del corpo diga e/o dello schermo in fondazione

La tenuta idraulica di uno sbarramento è un contributo essenziale alla sua funzionalità, ma anche una protezione nei riguardi di indesiderate ed anche pericolose filtrazioni in corpo diga o nell'ammasso costituente la sua imposta.

Si tratta di una caratteristica difficile da preservare nel tempo, perché frutto di un complesso di dispositivi soggetti ad importanti sollecitazioni da parte dell'ambiente esterno.



Figure 5. Camposecco dam: PVC geomembrane on the upstream face / Diga Camposecco (ENEL - VB): paramento in geomembrana (PVC), 1991.



Figure 6. Lago Baitone dam: new concrete upstream face / Diga Lago Baitone (ENEL - BS): nuovo paramento in calcestruzzo, 2008.

c) Insufficiente sistema di drenaggio

Argomento strettamente legato a quello precedente è indubbiamente il corretto dimensionamento del sistema di drenaggio in corpo diga ed in fondazione.

Nel corso dell'esercizio dell'opera, in correlazione all'efficienza del sistema di impermeabilizzazione, questo apparato costituisce un elemento essenziale per il controllo delle sottopressioni sul piano di fondazione e nell'ammasso di imposta e per l'evacuazione corretta delle permeazioni.



Figure 7. San Giacomo dam: integration of the draining curtain / Diga San Giacomo (A2A – SO): integrazione dello schermo drenante, 2007.

d) Inadeguata risposta alle azioni esterne o interne

In questa categoria rientrano una serie di fenomeni quali:

- lesioni o deformazioni anomale per sollecitazione termica;
- rigonfiamento corpo diga per sviluppo reazione alcali-aggregati;
- impoverimento del legante per progressivo dilavamento.



Figure 8. Poglia dam: cut of the structural joint / Diga Poglia (EDISON – BS): taglio del giunto strutturale, 2005.

Inadeguatezza organi di scarico

A questa categoria appartengono circa il 28% delle segnalazioni e sono così ulteriormente articolabili:

- insufficiente dimensionamento;
- inadeguatezza organi di intercettazione;
- inadeguata risposta alle azioni esterne (materiale flottante o sedimentato).

Alla revisione ed adeguamento degli organi di scarico ha certamente contribuito l'esperienza di esercizio e l'evoluzione degli studi idrologici con un livello di oggettività maggiore rispetto al concetto di piena di progetto su cui la gran parte delle dighe era stata dimensionata.

La tendenza generale è oggi quella di privilegiare scarichi di superficie a soglia libera e con luci ampie

in modo da ridurre i rischi di occlusione da materiale galleggiante.

L'ampia problematica legata ai fenomeni di interramento che interessano una non trascurabile percentuale delle dighe non solo italiane, porterà nel medio termine a valutare interventi integrativi miranti ad un migliore esercizio dei serbatoi anche attraverso condivise operazioni di gestione dei sedimenti disciplinate dal Progetto di Gestione dell'invaso.

Una categoria di recente sviluppo è poi quella degli organi dedicati al rilascio del Deflusso Minimo Vitale che in qualche caso si configurano come vere e proprie opere accessorie nel corpo diga.



Figure 9. Pian Sapeio dam: reshaping of the spillway / Diga Pian Sapeio (TIRRENO POWER – GE): riprofilatura sfioratori, 2011.

Instabilità del territorio circostante

Si tratta generalmente di problemi connessi all'instabilità di aree più o meno importanti del territorio circostante lo sbarramento o l'invaso con esso realizzato.

A modesti fenomeni localizzati, di facile soluzione, si affiancano casi in cui le aree e i volumi di versante soggetti a frana o a deformazioni gravitative raggiungono valori importanti e richiedono interventi anche drastici.

Il complesso delle segnalazioni censite interessano circa il 15% del parco dighe nazionale.



Figure 10. Beaugard dam: partial demolition of the upper part / Diga Beaugard (CVA – AO): parziale demolizione della parte alta, 2013-2015.

5.2 Opere idrauliche associate alle dighe

Il documento, presentato nel 2012, ha voluto rappresentare lo stato dell'arte relativamente alla sicurezza delle opere idrauliche analizzandone gli aspetti relativi a:

- attività di controllo;
- scenari di deterioramento;
- tipologie dei degradi delle opere;
- interventi di manutenzione e riabilitazione.

Il Gruppo di Lavoro, dopo una fase di indagine su ampia base di segnalazioni fornite dai gestori e dai progettisti, ha proposto una sintetica rassegna delle opere che costituiscono un impianto di derivazione idrica qualunque ne sia la finalità: irrigua, potabile, idroelettrica o industriale.

Le opere sono state trattate con riferimento alla loro funzione e sono state pertanto suddivise nelle seguenti categorie:

- opere di presa;
- opere di derivazione e scarico (canali, gallerie, ponti canali, ...);
- elementi di disconnessione (pozzi piezometrici, vasche di carico);
- condotte forzate.

Dopo una trattazione analitica della casistica di degradi emersa dall'indagine e delle migliori tecnologie adottate per correggerli, è stato prescelto un ristretto numero di case histories che fosse adeguatamente rappresentativo della materia.

L'esperienza dei gestori idroelettrici mette in luce come le opere di adduzione a valle delle dighe siano per la loro stessa estensione ed articolazione più frequentemente soggette a criticità dovute a fenomeni di instabilità del territorio circostante (Fig. 11) e degrado dei materiali (Fig. 12).



Figure 11. Sliding of a channel / Cedimento di un canale.



Figure 12. Damaging and corrosion of a CAP pipe / Danneggiamento e corrosione su una condotta in CAP.

6 IMPORTANZA DELLE RIABILITAZIONI

Il quadro della tematica riabilitativa, come seppur sinteticamente enunciato nei capitoli precedenti, è quanto mai articolato.

La molteplicità delle problematiche che si pongono durante la lunga vita delle dighe è ben più ricca di spunti e sfumature di quanto non si possa sintetizzare in uno studio come quello presente; ogni opera di sbarramento costituisce un unicum con il territorio che la ospita senza contare il peso che assume il contesto climatico.

Altro fattore talvolta determinante è il contesto in cui chi gestisce la diga si trova ad analizzare una anomalia e a progettare un possibile rimedio. Nel descrivere il quadro che emerge da oltre 40 anni di interventi di riabilitazione emergono evidenti i fenomeni evolutivi dettati da un know-how che via via si è affinato anche in relazione ad una maggiore esperienza, a più approfondite analisi e ad una maggiore attenzione ai volumi di spesa.

In generale, laddove le informazioni sui singoli interventi lo hanno consentito, è stato espresso un giudizio positivo sull'efficacia delle attività messe in campo, ma tale quadro va preso con la dovuta prudenza vista la lentezza con cui si sviluppano i fenomeni di deterioramento per grandi opere quali le dighe.

Da notare come, secondo le testimonianze di chi ha collaborato al Gruppo di Lavoro, quasi sempre si sono risolti efficacemente problemi anche gravi all'origine degli interventi messi in atto con costi variabili ma sempre al di sotto del 5% del valore di ricostruzione dell'opera.

6.1 Elementi di riflessione

Il quadro che emerge da questa seppur incompleta indagine statistica evidenzia come la materia presenti una notevole ricchezza di spunti di approfondi-

mento; alcune domande possono indirizzare verso ulteriori sviluppi di ricerca:

- gli interventi posti in essere sono stati risolutivi?
- le tecnologie a suo tempo adottate sono ancora attuali?
- che tempi e quante risorse sono state investite nella fase di analisi pre-intervento?
- si può parlare di best practices? Quanto sono note alla comunità tecnica formata dai gestori, consulenti, autorità tutorie, atenei?
- l'evoluzione normativa ha indirizzato positivamente gli investimenti nell'ambito della sicurezza dighe?

6.2 L'osservatorio permanente

Il Gruppo di Lavoro Riabilitazione Dighe ha prodotto 76 schede di intervento già presentate nel 2012; ad esse se ne sono aggiunte nel frattempo altre 42 raccolte nell'ambito dell'Osservatorio Permanente. Nelle schede sono riportate descrizioni sintetiche dei lavori eseguiti per la riabilitazione di dighe in Italia (Fig. 13).

ITCOLD - Interventi di riabilitazione dighe

cosa Diga di SAN GIACOMO (SO)

quando Tipologia intervento: Fondazione
Periodo di esecuzione: 2003
Motivazione: Realizzazione schermo impermeabile di valle

come Breve descrizione: Iniezioni di impermeabilizzazione nel calcestruzzo e nella roccia di fondazione mediante iniezioni di miscele cementizie

chi Progetto: Studio Lombardi
Direzione lavori: Geotecnica Progetti
Impresa civile: ATI Edilpinta S.r.l. - Falingeo S.r.l.

quanto Impresa elettromecc.: nn
Importo appalto: 0,84 M €
Fine lavori: luglio-03
Riferimento: P. Valgoi
Commento: intervento efficace
Eventuali articoli inerenti: L'acqua n. 4/2009

efficace? Info essenziali su attività (pag 2)

ITCOLD - Interventi di riabilitazione dighe

cosa Diga di SAN GIACOMO (SO)

quando Tipologia intervento: Fondazione
Periodo di esecuzione: 2003
Motivazione: Realizzazione schermo impermeabile di valle

come Breve descrizione: Iniezioni di impermeabilizzazione nel calcestruzzo e nella roccia di fondazione mediante iniezioni di miscele cementizie

chi Progetto: Studio Lombardi
Direzione lavori: Geotecnica Progetti
Impresa civile: ATI Edilpinta S.r.l. - Falingeo S.r.l.

quanto Impresa elettromecc.: nn
Importo appalto: 0,84 M €
Fine lavori: luglio-03
Riferimento: P. Valgoi
Commento: intervento efficace
Eventuali articoli inerenti: L'acqua n. 4/2009

efficace? Info essenziali su attività (pag 2)

Figure 13. Typical form of the rehabilitation works / Scheda tipo degli interventi di riabilitazione.

Sulla base dei dati raccolti e precedentemente presentati, risulta che il numero complessivo degli interventi riabilitativi, indipendentemente dalla loro importanza, è di 217 su 170 dighe cui corrisponde il 42% delle dighe italiane in esercizio senza limitazioni. Oltre la metà di questi interventi sono stati eseguiti negli ultimi 10 anni, fatto dovuto sicu-

mente non solo all'incremento di età degli impianti, ma anche alla maggiore attenzione dedicata da parte dei soggetti coinvolti al prolungamento della vita utile degli stessi.

Si segnala inoltre come gli interventi di riabilitazione che attengono a problematiche connesse all'ammasso di fondazione sono solo il 5%, in contrasto con la casistica internazionale in cui queste criticità sono prevalenti. In Italia emergono invece come predominanti gli interventi per il recupero dell'impermeabilità del corpo diga, che rappresentano il 33% del totale di cui circa il 60% con interventi parziali ed il restante 40% con rifacimenti completi.

Questi interventi riguardano una frazione significativa dei lavori di ripristino effettuati sulle 402 grandi dighe italiane in effettivo esercizio.

L'attività del Gruppo di Lavoro prosegue con un Osservatorio permanente che si occupa di mantenere aggiornata, ed eventualmente di completare, la documentazione ad oggi raccolta.

7 CONCLUSIONI

Dam rehabilitation is a topic of great actuality all over Europe where the average age of these works has overcome 60 years with some cases of dams older than 100 years. During the ICOLD European Club Symposium held in Venice in 2013 about 25 papers making reference to dam rehabilitation were presented, to point out the importance of the topic. The problem of finding economic resources to guarantee the operation of these strategic works is essential in order to attain the energy and environmental targets defined by the European policies.

In recent years, on the other hand, major incentives have been mainly devoted to the development of renewable resources such as wind, photovoltaic and biomasses. However, part of the investments should be diverted towards the maintenance and the rehabilitation of hydroelectric infrastructures considering their high value in the energetic sector without forgive their strategic value to water supply and irrigation.

In the meanwhile, the problem of preserving and transfer to new generation the know-how actually at disposal in the technical sector is growing up. ITCOLD, through the activities of Working Groups, contributes in promoting specific training actions in favour of new generation.

La riabilitazione delle dighe è un tema di attualità in tutta Europa dove l'età media degli sbarramenti ha superato i 60 anni con casi di opere che hanno superato il secolo di vita. Nel Simposio del Club Europeo ICOLD tenutosi a Venezia nel 2013 circa 25 memorie presentate facevano esplicitamente riferimento a temi riabilitativi, a indicare l'importanza del tema. Si pone quindi il problema di reperire risorse per man-

tenere in esercizio opere che rivestono una importanza strategica per contribuire al raggiungimento degli obiettivi delle politiche europee in tema di energia ed ambiente.

Negli anni scorsi d'altro canto si è assistito ad una proliferazione di provvedimenti incentivanti lo sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore eolico, fotovoltaico, delle biomasse; anche l'idroelettrico ne ha beneficiato ma solo parzialmente per il rinnovo dei macchinari. Sarebbe tuttavia necessario dirottare parte degli interventi finanziari verso il mantenimento e il recupero delle grandi infrastrutture idrauliche in ragione del loro elevato valore nel settore energetico, senza dimenticare la loro valenza strategiche ai fini idropotabili ed irrigui.

Nel contempo, si pone il problema di preservare e trasferire alle nuove generazioni il know-how presente presso le strutture tecniche del settore. L'ITCOLD attraverso le attività dei gruppi di lavoro concorre a promuovere azioni formative specifiche per le nuove generazioni.

REFERENCES

- ICOLD, 2013. Topic 2: Preservation and development of European hydraulic infrastructural system. *9th ICOLD European Club Symposium*, Venezia.
- Ricciardi C., 2013. Valorizzazione del patrimonio infrastrutturale delle dighe. *Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Intervento alla Celebrazione Giornata Mondiale dell'Acqua*, Torino.
- ICOLD, 2010. Topic A: Sustainability of Know How. *8th ICOLD European Club Symposium*, Innsbruck
- ICOLD, 2016. Topic 2: Advances in the rehabilitation of dams and appurtenant works to extend their service life. *84th ICOLD Annual Meeting*, Johannesburg.