

## **CENSIMENTO DEGLI INVASI E CATASTO DEGLI SBARRAMENTI DI RITENUTA**

Pasquale EVANGELISTA (\*)

(\*) Abruzzo Engineering, via S.Andrea n. 3 67100 L'Aquila, tel. 0862.4721  
e-mail: p.evangelista@abruzzoengineering.com

**Riassunto:** L'idea di realizzare il catasto degli sbarramenti di ritenuta (dighe), di competenza regionale e provinciale, nasce dalla necessità di far fronte al bisogno di conoscenza diretta sullo stato dei sistemi di bacino d'accumulo, la loro gestione e utilizzo, nonché la potenziale pericolosità espressa e il rischio in relazione alla presenza antropica a valle degli sbarramenti stessi.

Il piano di lavoro presenta la strada per finalizzare e raggiungere un obiettivo tendente a soddisfare la crescente necessità di raccolta, catalogazione e riorganizzazione dei dati territoriali, progettuali e finanziari, inquadrati in un sistema di conoscenza e verifica di progresso storico e visualizzazione cartografica georeferenziata degli sbarramenti.

**Abstract:** The aim of this project is to realize an inventory of regional and county dams to know the real state of dams, in terms of their management and use, still less their potential danger related to the human settlement downstream.

Workplan symbolized the way to reach the target to satisfy the increasing necessity of collection, catalogue and reorganization of territorial, planning and financial data. The dam data are stored in a system able to know and verify their previous state and viewed in geographical map.

**Obiettivi pianificati:** A fronte delle necessità espresse, il progetto rappresenta un'ampia panoramica di verifica che, prendendo in carico un numero consistente di sbarramenti, ha lo scopo di redigere il piano delle attività di rilievo e la conseguente restituzione dei dati catalogati in sistema informativo.

In tal modo si è teso a realizzare un sistema di riferimento per il monitoraggio delle opere di sbarramento, considerando le possibili aree a rischio idraulico sottostanti ai volumi invasati.

Nel concreto, il progetto ha previsto una schedatura di dettaglio degli interventi eseguiti sul territorio regionale, da restituire in formato digitale e monografico, ottenendo un quadro aggiornato sullo stato di fatto degli interventi, sullo stato di manutenzione e le rispettive funzionalità di ogni complesso ingegneristico visitato.

In ottemperanza alle richieste della committenza, il progetto si è prefissato il raggiungimento di una serie di obiettivi primari:

- avere un quadro conoscitivo approfondito sul numero degli sbarramenti presenti sul territorio regionale;
- verificare le condizioni di stato degli sbarramenti e delle opere accessorie;
- caratterizzare lo stato dei bacini di accumulo dal punto di vista geomorfologico;
- verificare le relazioni con gli interlocutori che hanno la gestione degli sbarramenti e provvedono al loro utilizzo;
- realizzare le indagini conoscitive sugli elementi esposti al rischio a valle degli sbarramenti;
- permettere di valutare qualitativamente lo stato degli interventi.

**Lettura tecnica delle schede di raccolta dati:** Per raggiungere gli obiettivi sopra elencati, e in considerazione della complessità dei dati richiesti nel progetto, sono state preparate più schede di rilevamento differenziando le informazioni relative ai dati generali, ingegneristici, geomorfologici e di esposizione al rischio.

In particolare sono state predisposte:

- una scheda A dove vengono raccolte le informazioni di tipo amministrativo e dati generali;
- una scheda B relativa ai dati ingegneristici e geomorfologici;
- una scheda C sui dati di esposizione al rischio;
- una scheda D riguardante i problemi strutturali dello sbarramento.

**Rilievo fotografico e plansito:** Il rilievo fotografico è servito a completare l'attività di sopralluogo presso i siti per meglio inquadrare gli interventi. Pertanto, si è ritenuto opportuno effettuare un adeguato numero di foto sia d'inquadramento dell'area che di porzioni d'intervento. Le foto sono poste a corredo del database e compaiono sul supporto informatico assieme ai relativi interventi georeferenziati. Esse trovano correlazione tramite il codice identificativo di intervento e le relative coordinate di rilevamento in sito.

Medesimo discorso vale per i Plansito che sono il risultato di immagini in formato PDF dell'intervento su cui sono localizzati sia i punti di presa delle foto che i punti GPS battuti.

I Plansito si compongono di cinque restituzioni:

- inquadramento planimetrico territoriale (E1);
- inquadramento fotografico (E2);
- inquadramento geomorfologico (E3);
- planimetria aree a valle e sezioni (E4);
- planimetria dell'invaso e computo dei volumi stoccati (E5).

**Relazioni di rilievo:** Per ogni sbarramento rilevato è stata redatta una relazione che contiene le notizie generali sull'invaso.

**Georeferenziazione:** La georeferenziazione dei siti di giacenza degli invasi è stata curata con particolare attenzione, tanto riguardo al posizionamento degli sbarramenti che dei sistemi d'invaso. Essa ha permesso, peraltro, la correzione dei posizionamenti GPS rilevati in sito.

Gli sbarramenti artificiali sono rappresentati con il sistema lineare, con almeno due punti di coordinata (spalla dx e spalla sx) e, quando necessario, sono state rilevate coordinate intermedie (punto di cuspide e intermedi cuspide spalla).

Gli sbarramenti naturali hanno un solo punto georeferenziale, preso al centro circa dell'invaso quando di modeste dimensioni, altrimenti seguendo la normale procedura degli artificiali.

Gli invasi derivanti da ambiti naturalmente o artificialmente depressi, che non necessariamente debbono essere annoverati tra le categorie di sbarramento, hanno un sistema di coordinata puntuale.

### **Valutazioni specifiche sull'andamento del progetto**

**Rilievo indiretto di primo livello – presso gli Enti gestori:** L'attività "rilievo indiretto di primo livello" ha impegnato il personale tecnico di rilevamento e, nella primissima fase, è servita a standardizzare in maniera definitiva la schedatura di tipo A. Nell'ambito di questa attività, i tecnici

sono stati impegnati presso gli Enti detentori di dati ufficiali e gestori. Se ne rende un elenco per dovere di cronaca:

ENEL Produzione, Consorzi di bonifica, Province, Comuni interessati, Acea, Consorzi, Gestori privati.

**Rilievo diretto - presso i siti di intervento:** L'attività di rilievo svolta presso i siti, utile per la compilazione delle schede B e C, è risultata la fase più complessa del progetto richiedendo adeguata competenza da parte dei tecnici rilevatori, accurata conoscenza delle opere e della loro localizzazione. La presenza di un supporto valutativo competente da parte dei tecnici operanti nel settore (tecnici degli Enti gestori) ha portato a redigere schedature accurate, in relazione ai dati oggettivi rilevabili.

**Riepilogo degli sbarramenti rilevati:** In questa fase di progetto era inizialmente previsto il rilievo di 185 unità, distinte in 31 di competenza regionale e 154 di competenza provinciale; in realtà sono stati rilevati 44 sbarramenti regionali, 152 sbarramenti provinciali, 5 sbarramenti comunali, per un totale di 201 sbarramenti.

Il sistema di rilievo ha distinto i siti per una prima approssimazione in potenzialità di rischio alto, moderato, basso e nullo; successivamente è stata applicata una metodologia diversa di calcolo del rischio.

#### **Valutazione sul rischio e metodologie adottate**

**Il rischio dighe in Abruzzo:** Il problema del rischio connesso con la presenza nel territorio di dighe e invasi va affrontato considerando gli effetti di due categorie di eventi:

- l'evento antropico, derivante dall'essere, la diga, una modificazione ambientale prodotta dall'uomo;
- l'evento naturale, dovuto al fatto che il manifestarsi di un fenomeno calamitoso ha cause e caratteristiche di andamento simili ai fenomeni di dissesto idrogeologico.

Un riferimento metodologico per la definizione del rischio è il documento "Metodo per la determinazione del rischio potenziale dei piccoli invasi esistenti" proposto dal Dipartimento della Protezione Civile (luglio 1991).

In tale nota si definisce il fattore globale di rischio R, ottenuto come prodotto di tre fattori, in base alla formula:

$$R = A \times B \times C$$

dove:

**R**, parametro globale di rischio

**A**, fattore di rischio ambientale

**B**, fattore di rischio strutturale

**C**, fattore di rischio umano ed economico

L'intero sistema di calcolo si regge sull'analisi di elementi che possono essere schematizzati come segue:

- fattore A (valutazione di rischio 'Ambientale'), valutabile in rapporto a:
  - rischio sismico
  - rischio frane
  - rischio di tracimazione
  - rischio legato alle modalità di esercizio (ciclicità di svuotamento);

- fattore B (valutazione di rischio 'Strutturale'), valutabile in rapporto a:  
stato di conservazione della struttura  
sicurezza della struttura  
funzionalità della tenuta  
qualità della fondazione  
funzionalità degli organi di scarico  
affidabilità della conduzione

- fattore C (valutazione di rischio 'Potenziale'), valutabile in rapporto a:  
potenziale del volume di invaso  
densità di edificazione  
presenza di insediamenti significativi per finalità di protezione civile (categorie da proteggere o da attivare)  
presenza di insediamenti significativi per quantità di popolazione  
presenza di insediamenti significativi per valore.

Il livello di rischio, espresso da un coefficiente, viene calcolato sulla base delle valutazioni attribuite a diversi fattori riguardanti le condizioni ambientali, strutturali e antropiche collegate all'opera in esame a seguito di accertamenti diretti o di consultazione dei documenti tecnici relativi.

La ricerca, effettuata dal Servizio regionale Dighe e unificazione dei procedimenti sulle acque e Abruzzo Engineering, prende le mosse, per ogni sbarramento, da:

- verifica delle dimensioni del bacino,
- tipologia di alimentazione,
- dimensioni dell'opera,
- fattori di rischio presenti a valle.

Essendo il metodo basato sulla speditezza dell'analisi, non viene preso in considerazione l'effetto della piena, che presupporrebbe una valutazione di tipo progettuale, ciò che risulterà fattibile sulla base del rischio previsto dalla proposta di legge regionale sulle dighe.

L'obiettivo è quello di garantire un adeguato livello di sicurezza su tutto il territorio, attraverso uno strumento flessibile che sia proporzionato ai rischi effettivamente posti in essere dalle singole opere. In tal modo si intende evitare di richiedere documentazioni eccessivamente onerose per i piccoli invasi esistenti, al momento dell'entrata in vigore della legge sulle dighe.

Vengono ipotizzate cinque categorie di rischio:

- $R < 5$ .....(rischio minimo)
- $5 < R < 10$ .....(rischio lieve)
- $10 < R < 30$ .....(rischio alto)
- $30 < R < 50$ .....(rischio molto elevato)
- $R > 50$ .....(opera da presidiare).

I fattori di rischio così calcolati sono stati confrontati con le valutazioni relative alla esposizione antropica a valle degli sbarramenti (dati relativi alla scheda C di rilevamento in sito) la quale prevedeva l'analisi del rischio. I risultati sono riportati nelle tabelle successive. Da notare la corrispondenza tra i due metodi nel caso di sbarramenti di una certa entità e nei casi di rischio alto.

Opera	Sistema Protezione Civile 1991 (modificato)				Derivanti da schede di rilevamento	
	A	B	C	R	Categoria	Categoria
MS00001	2,75	2,00	6,00	33,00	Rischio Molto Elevato	Rischio Alto
MS00002	2,75	2,00	6,00	33,00	Rischio Molto Elevato	Rischio Alto
MS00003	2,50	2,00	6,00	30,00	Rischio Alto	Rischio Alto
TR00004	3,75	1,00	4,50	16,88	Rischio Alto	Rischio Alto
TR00005	2,50	2,67	1,50	10,00	Rischio Lieve	Rischio Basso
MU00006	2,75	2,67	3,50	25,67	Rischio Alto	Rischio Alto
TR00007	2,50	1,00	3,50	8,75	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00008	2,50	1,00	3,50	8,75	Rischio Lieve	Rischio Alto
TR00009	2,50	1,00	2,00	5,00	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00010	2,25	1,42	2,50	7,97	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00011	2,50	1,42	2,50	8,85	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00012	2,25	1,42	1,50	4,78	Rischio Minimo	Rischio Basso
TR00013	2,25	1,00	4,00	9,00	Rischio Lieve	Rischio Alto
TR00014	2,50	1,00	1,50	3,75	Rischio Minimo	Rischio Basso
TR00015	2,50	1,42	1,50	5,31	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00016	2,50	1,00	1,50	3,75	Rischio Minimo	Rischio Moderato
TR00017	2,50	1,42	2,00	7,08	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00018	2,50	1,00	4,00	10,00	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00019	2,50	1,67	1,50	6,25	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00020	3,25	1,33	5,00	21,67	Rischio Alto	Rischio Moderato
TR00021	2,00	1,33	2,00	5,33	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00022	2,50	1,33	4,50	15,00	Rischio Alto	Rischio Moderato
TR00023	3,50	1,00	1,50	5,25	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00024	3,50	1,00	2,00	7,00	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00025	3,25	1,42	1,50	6,91	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00026	3,25	1,00	2,50	8,13	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00027	2,50	1,00	1,50	3,75	Rischio Minimo	Rischio Basso
TR00028	2,50	3,00	1,50	11,25	Rischio Alto	Rischio Basso
TR00029	2,25	1,33	2,00	6,00	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00030	2,25	1,33	2,00	6,00	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00031	2,00	1,33	2,50	6,67	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00032	2,50	1,75	3,50	15,31	Rischio Alto	Rischio Alto
SN00033	2,50	1,83	6,00	27,50	Rischio Alto	Rischio Moderato
TR00034	2,25	1,75	3,50	13,78	Rischio Alto	Rischio Moderato
TR00035	2,25	1,75	2,50	9,84	Rischio Lieve	Rischio Moderato
TR00036	3,50	1,33	1,50	7,00	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00037	2,50	1,33	1,50	5,00	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00038	2,50	2,08	1,50	7,81	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00039	2,25	2,08	1,50	7,03	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00040	3,25	1,75	1,50	8,53	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00041	2,25	2,00	1,50	6,75	Rischio Lieve	Rischio Basso
TR00042	2,25	1,58	1,50	5,34	Rischio Lieve	Rischio Basso

Opera	Sistema Protezione Civile 1991 (modificato)				Derivanti da schede di rilevamento	
	A	B	C	R	Categoria	
MU04523	3,00	1,00	4,00	12,00	Rischio Alto	Rischio Alto
MU04595	2,50	4,17	5,50	57,29	Opera Da Presidiare	Rischio Alto
MU025NC	2,75	1,00	3,00	8,25	Rischio Lieve	Rischio Moderato
MS032NC	3,75	3,33	2,50	31,25	Rischio Molto Elevato	Rischio Basso
MS021NC	2,75	4,33	4,00	47,67	Rischio Molto Elevato	Rischio Alto
MS04415	2,75	4,58	3,50	44,11	Rischio Molto Elevato	Rischio Moderato
MS04422	2,75	4,58	3,00	37,81	Rischio Molto Elevato	Rischio Moderato
MS99864	2,75	3,08	2,50	21,20	Rischio Alto	Rischio Moderato
MS04424	2,75	3,33	2,00	18,33	Rischio Alto	Rischio Basso
MS04237	2,75	3,08	3,00	25,44	Rischio Alto	Rischio Alto
MS07485	2,50	3,33	4,00	33,33	Rischio Molto Elevato	Rischio Alto
MS07606	2,50	4,58	4,00	45,83	Rischio Molto Elevato	Rischio Alto
MS07612	3,50	3,33	3,50	40,83	Rischio Molto Elevato	Rischio Alto
MS07613	3,50	3,33	3,50	40,83	Rischio Molto Elevato	Rischio Alto
MS07614	2,50	3,33	4,50	37,50	Rischio Molto Elevato	Rischio Alto
MS07655	2,50	4,58	2,00	22,92	Rischio Alto	Rischio Moderato
MS07682	2,50	4,58	3,50	40,10	Rischio Molto Elevato	Rischio Moderato
MS99866	2,50	4,58	4,00	45,83	Rischio Molto Elevato	Rischio Moderato
MS07571	3,00	3,58	2,50	26,88	Rischio Alto	Rischio Basso
MS07692	2,50	4,58	3,00	34,38	Rischio Molto Elevato	Rischio Basso