

# **ABSTRACT PER LA PARTECIPAZIONE AL “BANDO PREMIO TESI DI LAUREA 2020”**

## **NOME E COGNOME**

Gianmichele Innocenzo Rapucci

## **UNIVERSITA’**

Università degli Studi della Basilicata

## **AUTORE**

Gianmichele Innocenzo Rapucci

## **TITOLO TESI**

L’interrimento dei laghi artificiali: analisi dell’influenza degli interventi nel bacino idrografico sul tasso di sedimentazione.

## **DURATA**

5 mesi

## **INDICE**

Introduzione.....	pag. 1
Capitolo I: Interrimento degli invasi artificiali e tecniche di rimozione del sedimento.....	4
1.1 Interrimento degli invasi artificiali: una visione d’insieme.....	4
1.2 Descrizione dei principali processi fisici alla base della sedimentazione delle dighe.....	8
1.3 La sedimentazione nei serbatoi artificiali: cause.....	12
1.4 Strategie di gestione per il controllo della sedimentazione dei serbatoi.....	25
Capitolo II: Metodi e tecniche per la misura della sedimentazione dei serbatoi: stato dell’arte.....	58
2.1 Il rilievo batimetrico.....	58
2.2 Stima indiretta del volume di interrimento di un serbatoio artificiale in un intervallo temporale di N anni.....	66
2.3 Stima diretta del volume di interrimento di un serbatoio in un intervallo temporale di N anni.....	68

2.4	Gli errori di misura e l'incertezza di stima del volume di invaso.....	69
2.5	Calcolo del volume di sedimento attraverso il metodo afflussi deflussi.....	70
2.6	Coefficiente di trattenimento ( $T_e$ ).....	70
2.7	Metodo USLE.....	74
2.8	Metodo di telerilevamento satellitare.....	86
Capitolo III: Sperimentazione: analisi 19 casi di studio.....		93
3.1	Serbatoio Pong, India.....	93
3.2	Serbatoio Gobindsagar, India.....	100
3.3	Serbatoio Ramganga, India.....	106
3.4	Serbatoio Panchet, India.....	114
3.5	Serbatoio Hirakud, India.....	120
3.6	Serbatoio Srisailam, India.....	128
3.7	Serbatoio Vaigai, India.....	137
3.8	Serbatoio Seewood, Regno Unito.....	148
3.9	Serbatoio Camastra, Italia.....	157
3.10	Serbatoio del Sanmenxia, Cina.....	172
3.11	Serbatoio di Xiaolangd, Cina.....	186
3.12	Serbatoio del Three Gorge, Cina.....	193
3.13	Serbatoio di Danjiangkou, Cina.....	202
3.14	Lago Seneca Piccolo, Stati Uniti.....	209
3.15	Serbatoio Triadelphia, Stati Uniti.....	221
3.16	Serbatoio Rocky Gorge, Stati Uniti.....	235
3.17	Serbatoio Altinapa, Turchia.....	241
3.18	Serbatoio Chimhanda, Africa.....	254
3.19	Serbatoio Welbedacht, Africa.....	265
Capitolo IV: Analisi e interpretazione dei risultati.....		277
4.1	Serbatoio Pong, India.....	278
4.2	Serbatoio Gobindsagar, India.....	282
4.3	Serbatoio Ramganga, India.....	285
4.4	Serbatoio Panchet, India.....	288
4.5	Serbatoio Hirahud, India.....	291
4.6	Serbatoio Srisailam, India.....	294
4.7	Serbatoio Vaigai, India.....	297
4.8	Serbatoio Seewood, Regno Unito.....	301
4.9	Serbatoio Camastra, Italia.....	305

4.10	Serbatoio Sanmenxia, Cina.....	309
4.11	Serbatoio Xiaolangdi, Cina.....	322
4.12	Serbatoio Three Gorge, Cina.....	329
4.13	Serbatoio Sanjiankou, Cina.....	333
4.14	Serbatoio Seneca Piccolo, Stati Uniti.....	337
4.15	Serbatoio Triadelphia, Stati Uniti.....	343
4.16	Serbatoio Rocky Gorge, Stati Uniti.....	346
4.17	Serbatoio Altinapa, Turchia.....	379
4.18	Serbatoio Chimhanda, Africa.....	352
4.19	Serbatoio Welbedacht, Africa.....	356
4.20	Confronti e discussione dei risultati.....	360
	Conclusioni.....	378
	Bibliografia .....	395

## SCOPO

Il lavoro di tesi riguarda il fenomeno della sedimentazione degli invasi artificiali e l'influenza che su di esso hanno gli interventi di sistemazione idraulica ed agrario-forestali realizzati nel bacino idrografico a monte dello sbarramento. Nello specifico, lo studio riguarda l'andamento della curva volumi di sedimentazione di un invaso nel tempo in assenza e, alternativamente, in presenza di interventi antropici a monte dell'invaso, realizzati con lo scopo di contenere l'apporto solido alla diga. A tal scopo di sono analizzati i dati di 19 dighe ubicate in diversi continenti e, quindi, in contesti geografico- ambientali differenti tra loro.

## SINTESI SULL'EVOLUZIONE DEL LAVORO

Per elaborare il seguente lavoro di tesi è stato necessario, per prima cosa, il reperimento e la scelta attenta e accurata del materiale da analizzare, composto da informazioni e dati sulla sedimentazione di 19 dighe di grandezza variabile, localizzate in diverse parti del mondo (Asia Orientale, Asia Meridionale, America e Europa). Le informazioni rilevanti sono state estrapolate da riviste scientifiche internazionali disponibili in rete come report, bollettini idrologici redatti dall'Ente gestore della diga e da studi scientifici ufficiali. Per ogni diga sono state riportate le informazioni geografiche e idrologiche del bacino idrografico sotteso dall'invaso osservato. In un secondo momento è stato analizzato ogni singolo serbatoio riportando le dimensioni geometriche e le proprietà d'invaso. Per ogni diga è stata descritta l'evoluzione storica del suo interrimento.

Infine, dalla ricerca bibliografica, sono stati reperiti i dati sui volumi di sedimentazione medi annuali per ogni serbatoio determinati, nella maggior parte dei casi, attraverso rilevamento batimetrico da natante o stazioni di misura della torbidità installati a monte e a valle delle opere idrauliche o tramite telerilevamento satellitare attraverso l'elaborazione dei dati multispettrali rilevati dal passaggio dei satelliti.

In alcuni casi i dati sui volumi di sedimentazione medi annuali erano assenti e questi ultimi sono stati determinati indirettamente utilizzando i valori della capacità di invaso cioè dalla differenza dei valori della capacità di invaso è stata ottenuta la variazione del volume di sedimento annuale e dalla loro somma è stata calcolata, a sua volta, il volume di sedimento cumulato, l'operazione è stata ripetuta per tutti i dati annuali disponibili. Per ultimo è stato determinato il tasso di sedimentazione medio annuale attraverso il rapporto tra la variazione di capacità o la variazione della sedimentazione per il periodo di tempo in anni.

Si è poi rappresentato in maniera grafica l'andamento dei dati di sedimentazione in funzione del tempo e per tutte e 19 le curve, associate alle 19 dighe, è stata definita una curva di interpolazione che potesse meglio descrivere l'andamento dei dati con la rispettiva equazione matematica.

## CONCLUSIONI

Attraverso lo studio delle caratteristiche di 19 dighe collocate in diverse zone del mondo (Italia, Turchia, Regno Unito, Stati Uniti, Cina e India) e l'analisi della evoluzione delle relative curve di sedimentazione nel tempo, costruite attraverso un'attenta ricerca di dati bibliografici, il primo risultato a cui si è giunti è che la curva di sedimentazione assume, per la maggior parte dei casi studiati (13 casi su 19), un andamento crescente a forte pendenza in un primo tratto e un andamento asintotico orizzontale o un andamento crescente a bassa pendenza in un secondo tratto. Per i restanti casi invece (6 casi su 19) l'andamento è lineare crescente. Quindi si è arrivati a definire 3 tipologie di curve di sedimentazione degli invasi e per ognuna di esse è stata determinata un'equazione. Per il caso di lineare crescente-asintotica orizzontale, l'equazione che la descrive è una polinomiale di secondo grado (una parabola). Per il caso lineare crescente (alta pendenza) - lineare crescente (bassa pendenza), quindi, una doppia lineare, l'equazione che la descrive è una retta e lo stesso vale per la lineare crescente. Poi, si è proceduti al confronto delle curve di sedimentazione ed è stato notato che nei casi in cui la curva assumeva un andamento asintotico orizzontale o lineare a bassa pendenza, a monte della diga erano stati compiuti degli interventi agrario-forestali e idraulici come rimboschimenti, terrazzamenti, batteria di briglie e dighe che fungono da vasca di sedimentazione. Invece, l'andamento lineare crescente è imputabile alla mancanza di interventi di sistemazione idraulica e/o agrario-forestali. Ciò avviene non solo nei bacini idrici di grandi dimensioni (5 casi su 19) ma anche nei piccoli serbatoi (1 caso su 19). Per due casi di studio, gli interventi compiuti direttamente sull'invaso, come la costruzione di vasche di sedimentazione nel punto d'imbocco degli affluenti al serbatoio o la modifica degli scarichi dello sbarramento (ampliandoli), hanno comportato, da un lato, lo stesso risultato affermato

precedentemente e cioè un abbattimento della curva di sedimentazione ma dall'altro sono risultate essere opere e tecniche non risolutive, perché agiscono sull'effetto ma non sulla causa della sedimentazione dei serbatoi. L'abbattimento della velocità di sedimentazione in presenza di interventi antropici si è avuto dopo un periodo mediamente pari a 10 - 15 anni dalla realizzazione degli interventi. Inoltre, si è notato, che per almeno 3 casi su 19, gli interventi sono stati efficaci per un breve periodo perché per un caso gli interventi di rimboschimento sono risultati insufficienti, per un altro la diga a monte era in via d'interrimento e per l'ultimo le pratiche di gestione dell'acqua e sedimento non erano più sufficienti. Per questi 3 casi, la curva di sedimentazione, dopo il tratto asintotico orizzontale, ha assunto nuovamente un andamento lineare crescente. Invece, in uno dei 19 serbatoi studiati è stato riscontrato un interrimento del 90% del suo volume d'accumulo totale e, tale interrimento, ha comportato un appiattimento spontaneo della curva di sedimentazione. Infine, è stato rilevato che il fattore clima gioca un ruolo fondamentale nella produzione dei sedimenti

## **SVILUPPI FUTURI**

Gli esiti a cui si è giunti richiedono una ricerca più approfondita che riguardi un maggior numero di dighe, con la finalità di avvalorare i risultati trovati e di generalizzare gli stessi attraverso l'individuazione dei parametri che meglio interpretano l'influenza degli interventi di sistemazione dei bacini sul fenomeno dell'interrimento degli invasi artificiali.