

FLOODS DUE TO EARTHFILL DAM FAILURES

Luciana FILOMENA (*), Consuele MORRONE (*), Carmine VACCA (*).

*PhD Student, Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra - DiBEST

INTRODUZIONE

Un’accurata stima dell’idrogramma di piena conseguente al collasso di sbarramenti (*dam break*) è argomento di rilevante interesse tecnico ai fini della valutazione delle aree vallive soggette a rischio inondazione. Il calcolo dell’idrogramma di piena conseguente alla rottura di una diga in materiali sciolti presenta molteplici aspetti che rendono il problema piuttosto complesso. Quali che siano le cause che innescano la rottura di una diga di questo tipo - piene, fessurazioni e franamenti del corpo diga, cedimenti del coronamento, sismi, frane nel serbatoio, etc. - queste possono dar luogo a tracimazione o sifonamento che generalmente comportano la distruzione completa del rilevato per erosione. La necessità di valutare l’entità di un’inondazione conseguente all’ipotetico collasso di uno sbarramento ha indirizzato la ricerca verso la formulazione di metodi di calcolo che forniscano le caratteristiche essenziali dell’idrogramma di piena conseguente alla rottura.

1. CASI STUDIO

DIGA REDISOLE



Situata sul torrente Fiumarella-Neto (CS) progettata per uso irriguo – in costruzione.

DATI CONSIDERATI

- Curva altezze-volumi $W_M = 1,8 \cdot Z^4$
- Z_M = Altezza Massimo Invaso = 38,2 m

DIGA NOCELLE



In normale esercizio sul lago Arvo (CS), progettata a scopo idroelettrico.

DATI CONSIDERATI

- Curva altezze-volumi $W_M = 20850 \cdot Z^{2,678}$
- Z_M = Altezza Massimo Invaso = 25,5 m

DIGA CASTAGNARA



Sbarramento sul fiume Metramo (RC) a scopo irriguo –Invaso Sperimentale.

DATI CONSIDERATI

- Curva altezze-volumi $W = 97,9 \cdot Z^{2,93}$
- Z_M = Altezza Massimo Invaso = 75,5 m

DIGA MELITO



Valle del F. Melito (CZ), diga ad uso irriguo e per la fornitura di acqua potabile – Lavori sospesi.

DATI CONSIDERATI

- Curva altezze-volumi $W_M = 138 \cdot Z^{2,931}$
- Z_M = Altezza Massimo Invaso = 105,5 m

DIGA DEL MENTA



Diga sul Torrente Menta (RC), invaso in fase di costruzione per la fornitura di acqua potabile.

DATI CONSIDERATI

- Curva altezze-volumi $W_M = 47,9 \cdot Z^{2,96}$
- Z_M = Altezza Massimo Invaso = 84,75 m

2. METODO UTILIZZATO

Il modello fisicamente basato utilizzato è quello riportato in Macchione (2008) e Macchione e Rino (2008).

Le assunzioni del modello sono le seguenti:

- La rottura avviene per tracimazione;
- In corrispondenza della breccia si ritiene di poter considerare il moto in regime critico;
- La breccia evolve con un andamento nel tempo, di tipo lineare, con forma prima triangolare, Fig.1(b) e poi trapezoidale, Fig. (c).
- In particolare è stato utilizzato il modello matematico-numerico fisicamente basato proposto in Macchione e Rino (2008).
- Questo modello permette di calcolare l’idrogramma di piena conseguente al collasso della diga, con il semplice uso di abachi e formule interpolanti.

Si ipotizza che la rottura dello sbarramento avvenga per tracimazione, cioè con l’invaso pieno fino alla quota di coronamento patì a Z_M .

Il calcolo dell’idrogramma di piena richiede che sia definito il parametro adimensionale G :

$$G = v_e \frac{W_M}{\sqrt{g} Z_M^{7/2}}$$

in cui v_e è il parametro di taratura del modello pari a 0,07 m/s come suggerito dagli autori; W_M è il volume invasato fino alla quota di coronamento della diga e Z_M è l’altezza della diga misurata fino alla quota di coronamento.

Il volume W_M può essere calcolato mediante la curva altezze-volumi, assumendo $Z = Z_M$:

$$W_M = W_0 Z_M^{\alpha_0}$$

Il valore di G ottenuto deve essere confrontato con un valore soglia G^* che dipende da α_0 . Infatti, poiché non è noto il valore dell’angolo β che le sponde della breccia formano con la verticale, è opportuno scegliere cautelativamente il valore di $\tan \beta$ che fornisce la portata al colmo maggiore. Poiché si è visto che nel 90% dei casi di rotture verificatesi nel passato risulta, $0,2 \leq \tan \beta \leq 2$, questi due valori sono stati assunti come due valori estremi (Macchione e Rino, 2008). Dal confronto si è dedotto che per la Diga Nocelle il valore di $\tan \beta$ è pari a 2, mentre per tutte le altre dighe analizzate il valore è pari a 0,2.

Tramite l’utilizzo di abachi (Fig.2) è stato determinato il valore di Q_p^* e di t_p^* : $Q_p^* = \frac{Q_p}{\sqrt{g} z_m^{5/2}}$ $t_p^* = t_p \frac{v_e}{z_m}$. Da esse si ricavano i valori di Q_p e t_p che sono rispettivamente la portata al colmo e l’istante del colmo, nella sezione della breccia.

La ricostruzione completa degli idrogrammi di piena si è ottenuta mediante la funzione **Beta** di seguito riportata:

$$Q(t) = Q_p \left(\frac{t}{t_p} \right)^{\left(\frac{\xi}{\xi-1} \right)} \left(\frac{T-t}{T-t_p} \right)^{(\eta-1)} \quad \text{in cui} \quad T = T^* \frac{z_m}{v_e} \quad T^* = \frac{\xi + \eta - 1}{\xi - 1} t_p^* \quad \text{con i parametri } \xi \text{ e } \eta \text{ sono stati ricavati consultando gli abachi di Fig. 3.}$$

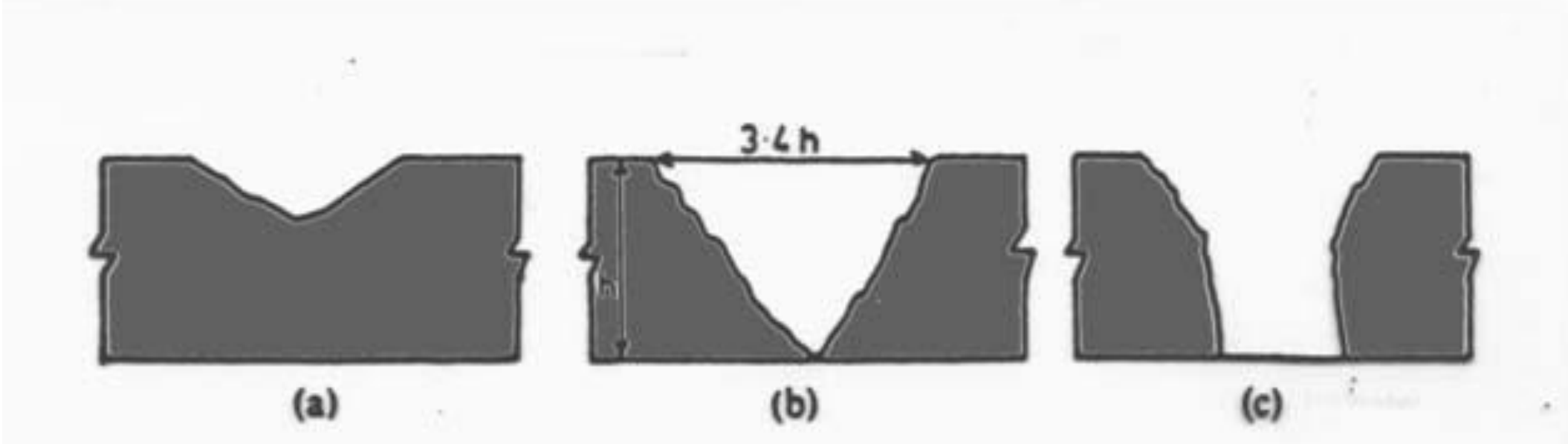


Figura 1. Meccanismo di erosione del rilevato per tracimazione (Johnson and Illes, 1976)

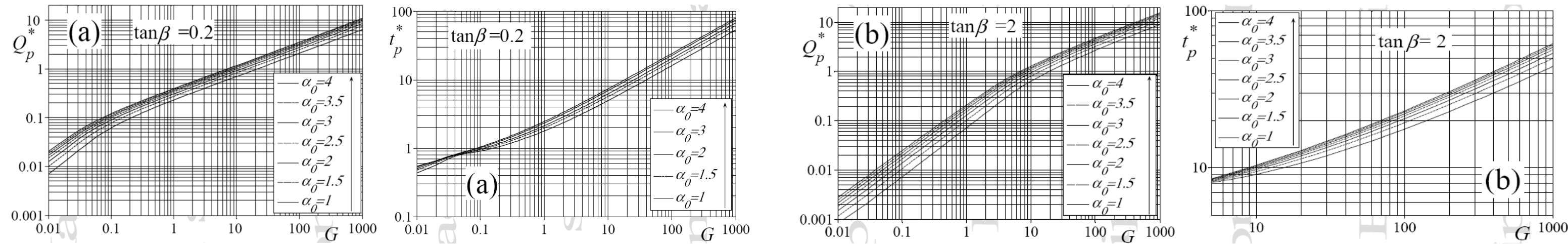


Fig. 2 Abacchi adimensionali per la ricostruzione dell’idrogramma di piena: (a) per $\tan \beta = 0,2$; (b) per $\tan \beta = 2$.

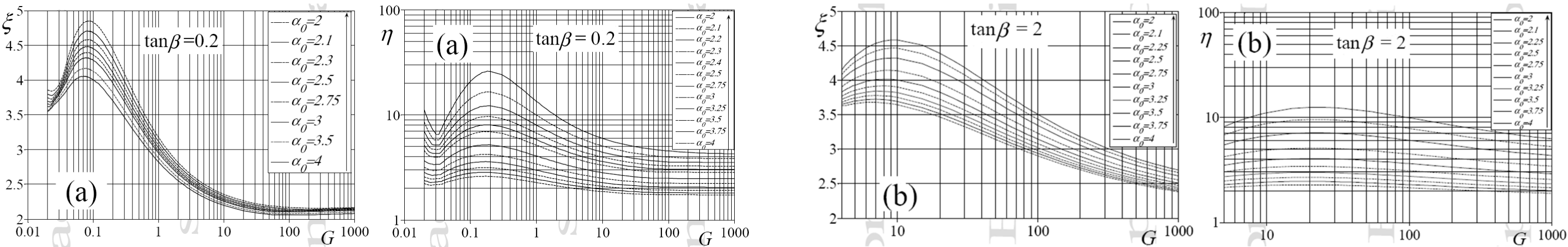


Fig. 3 Abacchi per il calcolo dei parametri ξ e η : (a) per $\tan \beta = 0,2$; (b) per $\tan \beta = 2$.

CONCLUSIONI

Per un evento di rottura per tracimazione di una diga in materiali sciolti, le portate al colmo risultano molto maggiori rispetto a un corrispondente evento di piena idrologica che potrebbe verificarsi nello stesso corso d’acqua. Ne consegue che i danni potenzialmente verificabili siano molto più catastrofici rispetto a un evento di piena idrologica. Confrontando gli idrogrammi di piena delle dighe analizzate si evince che l’andamento delle curve e l’entità della portata al colmo dipendono dalla forma dell’invaso a monte e dall’altezza della diga.

REFERENCES

Johnson F.A. & Illes P. (1976). A Classification of Dam Failures, *Water Power and Dam Construction*, 28(12), 43-45
Macchione F. (2008). Model for predicting floods due to earthen dam breaching. I: Formulation and evaluation. *J. Hydraulic Engineering*, 134(12), 1688–1696.
Macchione F. & Rino A. (2008). Model for predicting floods due to earthen dam breaching. II: Comparison with other methods and predictive use. *J. of Hydraulic Engineering, ASCE*, 134(12), 1697–1707.

3. RISULTATI

I risultati della procedura sopra descritta, in termini di idrogramma di piena nella sezione della breccia sono riportati in Fig.4.

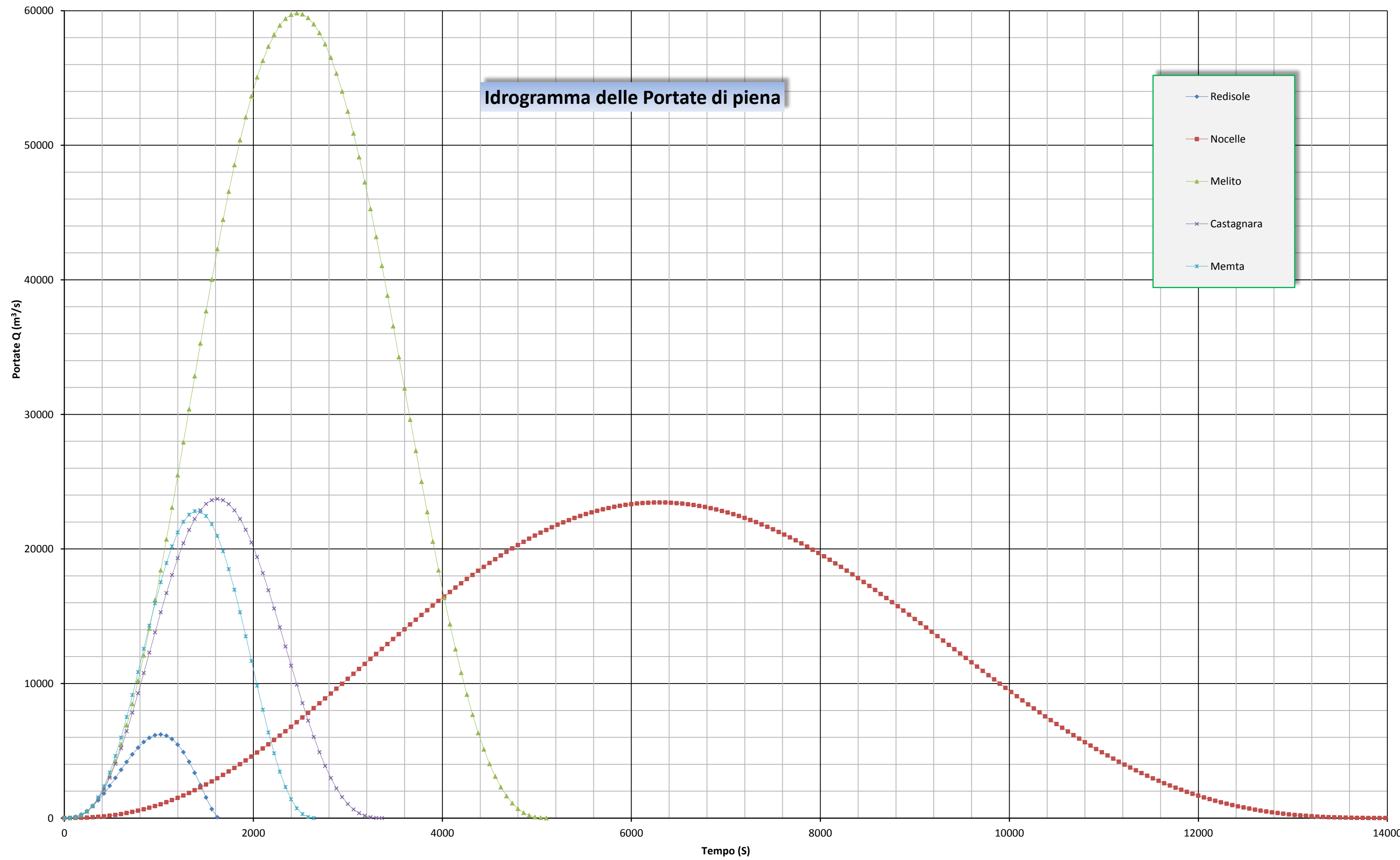


Fig 4 Idrogrammi delle dighe analizzate