



## Introduzione

---

*“L’acqua è patrimonio dell’umanità.*

*La salute individuale e collettiva dipende da essa.*

*L’agricoltura, l’industria e la vita domestica sono profondamente legate ad essa.*

*Il suo carattere «insostituibile» significa che l’insieme di una comunità umana – ed ogni suo membro – deve avere il diritto di accesso all’acqua, e in particolare, all’acqua potabile, nella quantità e qualità necessarie indispensabili alla vita e alle attività economiche.”*

( Il manifesto dell’acqua - Comitato internazionale per il Contratto Mondiale sull’Acqua )

Il presente estratto è riferito al “Manifesto dell’Acqua” , redatto a Lisbona (Portogallo), nel corso del 1998 da un Comitato internazionale per il Contratto Mondiale sull’Acqua, che ha evidenziato che un 1 miliardo e 400 milioni di persone del pianeta non hanno ormai accesso all’acqua potabile. L’acqua, come il cibo, è un diritto umano universalmente riconosciuto. L’accesso all’acqua, bene comune dell’umanità, è considerato un diritto umano fondamentale sia da un ampio movimento di opinione e da numerose ONG (Organizzazioni Non Governative), sia da istituzioni internazionali come l’Unione Europea e le Nazioni Unite. Tuttavia ciò incontra tuttora ostacoli e opposizioni da parte di alcune grandi organizzazioni e gruppi di interesse, che spingono per la privatizzazione e commercializzazione delle risorse idriche. Se l’acqua è un diritto – e non un “bisogno” che sta ai singoli soddisfare – è essenziale che le risorse idriche appartengano alla collettività e non diventino fonte di guadagno per pochi.

In Italia "i consumi domestici permangono a livelli eccessivi, quindi di spreco, se si pensa che l’Italiano medio consuma 213 litri al giorno d’acqua potabile mentre lo Svizzero si limita a 159 e lo Svedese si “accontenta” di 119 litri" (Il Manifesto dell’Acqua - Comitato Internazionale per il Contratto Mondiale sull’Acqua, 2005).

In Italia le perdite nei sistemi di distribuzione sono pari mediamente al 37%, con punte, in particolare nelle regioni del Sud, fino al 78%. In Svizzera ed in Svezia la percentuale di perdite si attesta intorno al 9%, considerato il tasso di perdita “naturale” al disotto del quale è difficile scendere.

## **Analisi Sperimentale della Relazione Perdite Idriche-Pressioni Per Condotte In Ghisa Sferoidale**

L'Italia si contraddistingue, quindi, purtroppo come un paese caratterizzato da elevata obsolescenza delle infrastrutture idriche, mancanza di adeguamento al progresso tecnico del settore, scarsa manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il presente lavoro di tesi è incentrato sulle problematiche relative alle perdite idriche.

Dopo una prima fase di inquadramento del problema, l'elaborato è stato focalizzato sulle prove sperimentali condotte sull'impianto di circolazione ad alta pressione del Laboratorio di Idraulica del *Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II"*. In esse vengono, dunque, illustrate le caratteristiche dell'istallazione sperimentale e le modalità di svolgimento delle prove.

Successivamente vengono presentati i risultati sperimentali ottenuti, con particolare riguardo alla calibrazione della legge di perdita, punto centrale della sperimentazione.

## Sperimentazione

---

Le prove alla base del presente lavoro di tesi sono state condotte sull'impianto di circolazione ad alta pressione del Laboratorio di Idraulica del *Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II"* ( Fig.1 ).

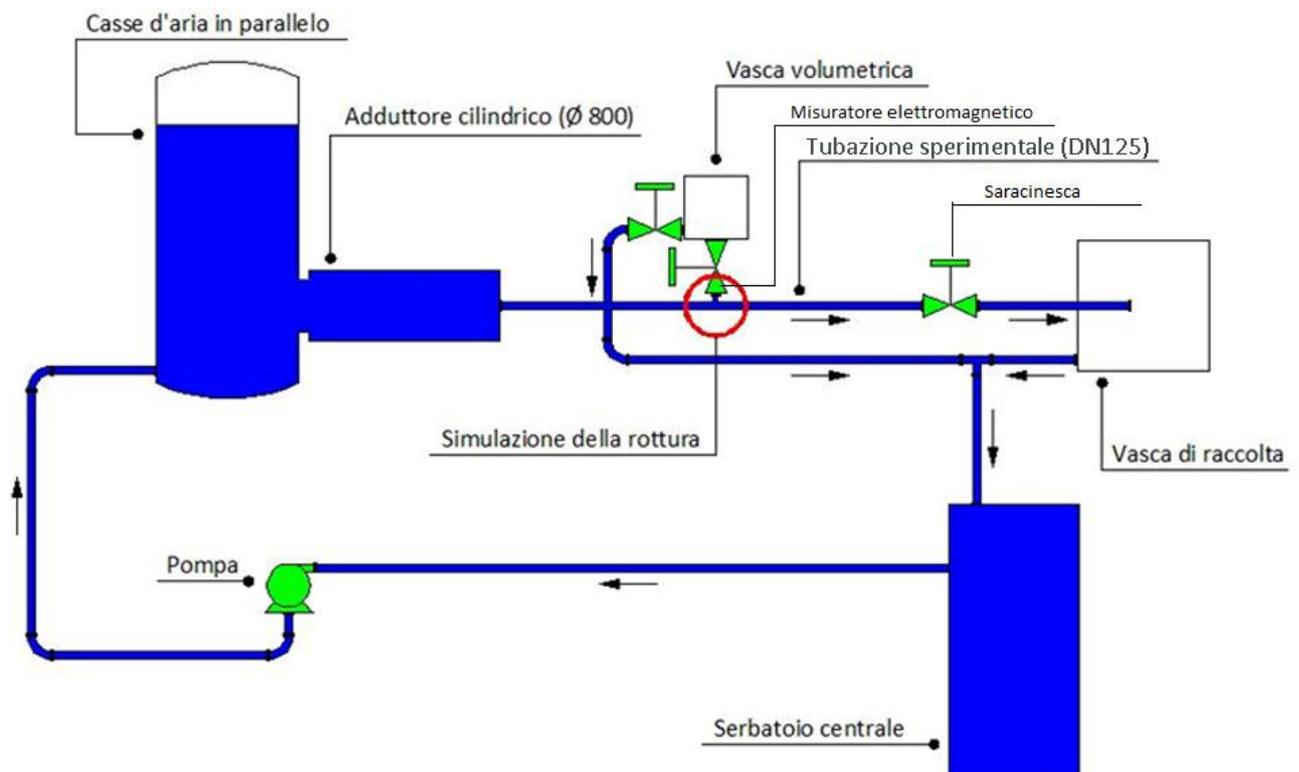


Figura 1 - Schema di funzionamento dell'installazione sperimentale

L'alimentazione idrica dell'impianto è assicurata da due casse d'aria alimentate mediante pompe di ricircolo, in grado di fornire portate massime superiori ai 100 l/s, gestite da un quadro di comando. Ad una delle casse d'aria è collegato un adduttore cilindrico di 800 mm di diametro; al centro del piatto che chiude a valle l'adduttore, è installata la tubazione sperimentale in ghisa sferoidale di 125 mm di diametro nominale (DN 125) e spessore 3 mm, di lunghezza pari a 6.0 m con pendenza nulla.

## Analisi Sperimentale della Relazione Perdite Idriche-Pressioni Per Condotte In Ghisa Sferoidale

All'estremità terminale della tubazione è stata installata una valvola, al fine di regolare il flusso durante le prove, simulando le diverse fasi di esercizio di un sistema idrico. A valle di essa è inserito un tronchetto in acciaio del diametro DN 125 che restituisce la portata direttamente al circuito di ricircolo del Laboratorio ( Fig. 1)

Al fine di analizzare vari scenari di perdite, in mezzzeria della tubazione ed ortogonalmente ad essa, sono stati collocati: un primo tronchetto  $\Phi$  25, un misuratore elettromagnetico di portata, un secondo tronchetto, che termina in una valvola a sfera che permette di regolare il deflusso dall'orifizio. Le diverse forme e dimensioni dei fori sono state simulate attraverso degli ugelli.

In particolar modo sono stati utilizzati ugelli di forma circolare, rettangolare e irregolare (Fig. 2), effettuando test con riferimento ad un range di pressioni  $0,5 \div 7$  bar.



Figura 2 - Ugelli di forma differente utilizzati nelle prove per la simulazione delle perdite

Nel corso di ciascuna prova è stato effettuato il rilievo, per un tempo di acquisizione di lunga durata ( da 30 minuti ad 1 ora ), dell'andamento delle pressioni e della portata dispersa, al fine di valutare il legame intercorrente tra pressioni e perdite. Una più precisa conoscenza di esso consentirebbe, infatti, di programmare una riduzione selettiva della pressione in rete, diminuendo in tal modo l'entità delle perdite di fondo (pressure management).

La relazione tra perdite idriche e pressioni viene in generale interpretata mediante una legge di tipo monomio:

$$Q_p = a P^b$$

## Analisi Sperimentale della Relazione Perdite Idriche-Pressioni Per Condotte In Ghisa Sferoidale

in cui:

- $Q_p$  è la portata attribuita alle perdite [ l/s ];
- $a$  è il coefficiente della legge monomia, noto in letteratura come *emitter coefficient*  $\left[ \frac{l}{s \cdot bar^b} \right]$ ;
- $P$  è la pressione media in rete [ bar ];
- $b$  è l'esponente adimensionale della legge monomia, noto in letteratura come *emitter exponent*.

Ovviamente  $a$  e  $b$  sono coefficienti variabili in funzione delle caratteristiche della tubazione e del tipo di perdita.

Ai fini di una migliore comprensione delle prove sperimentali effettuate, si riporta a titolo d'esempio un test sperimentale, relativo all'ugello circolare da 6 mm ( Fig. 3).

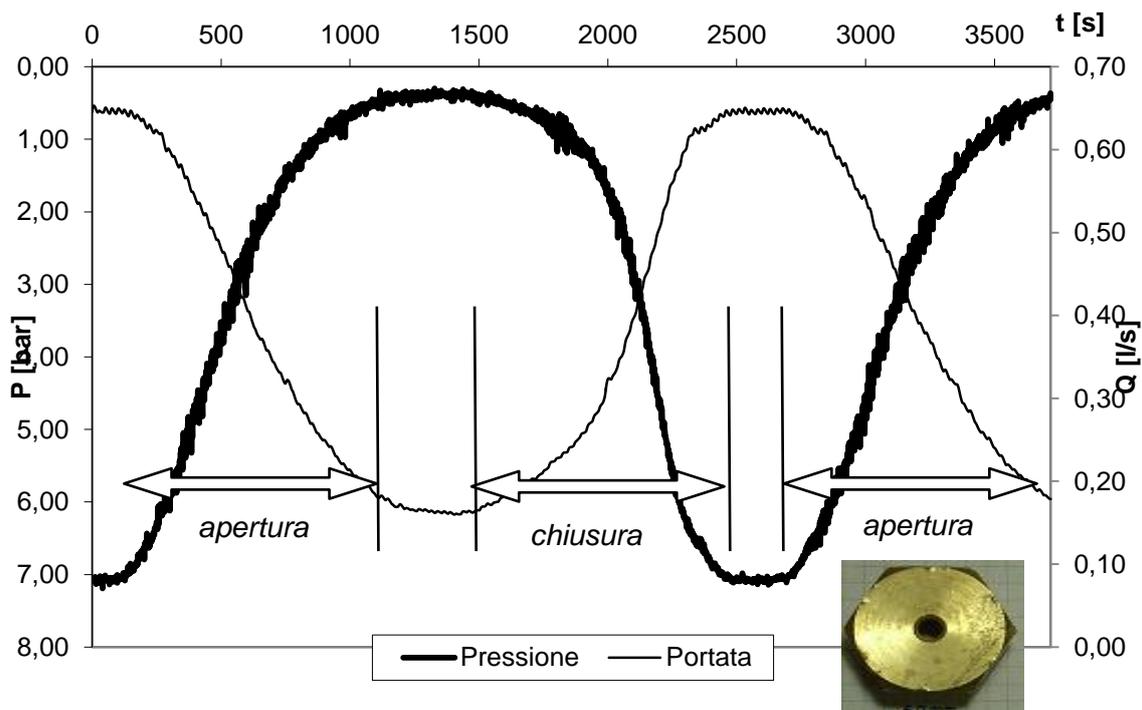


Figura 3 - Andamento pressione - portata per ugello circolare da 6mm

Sulla scorta dei dati sperimentali è stata effettuata la calibrazione dei coefficienti  $a$  e  $b$  per ogni ugello, mediante l'utilizzo di un Algoritmo Genetico.

I risultati ottenuti, ossia l'andamento della portata  $Q_p$  e l'espressione della legge di perdita, con riferimento ancora all'ugello circolare da 6 mm, sono stati riportati a titolo d'esempio nella Fig. 4.

## Analisi Sperimentale della Relazione Perdite Idriche-Pressioni Per Condotte In Ghisa Sferoidale

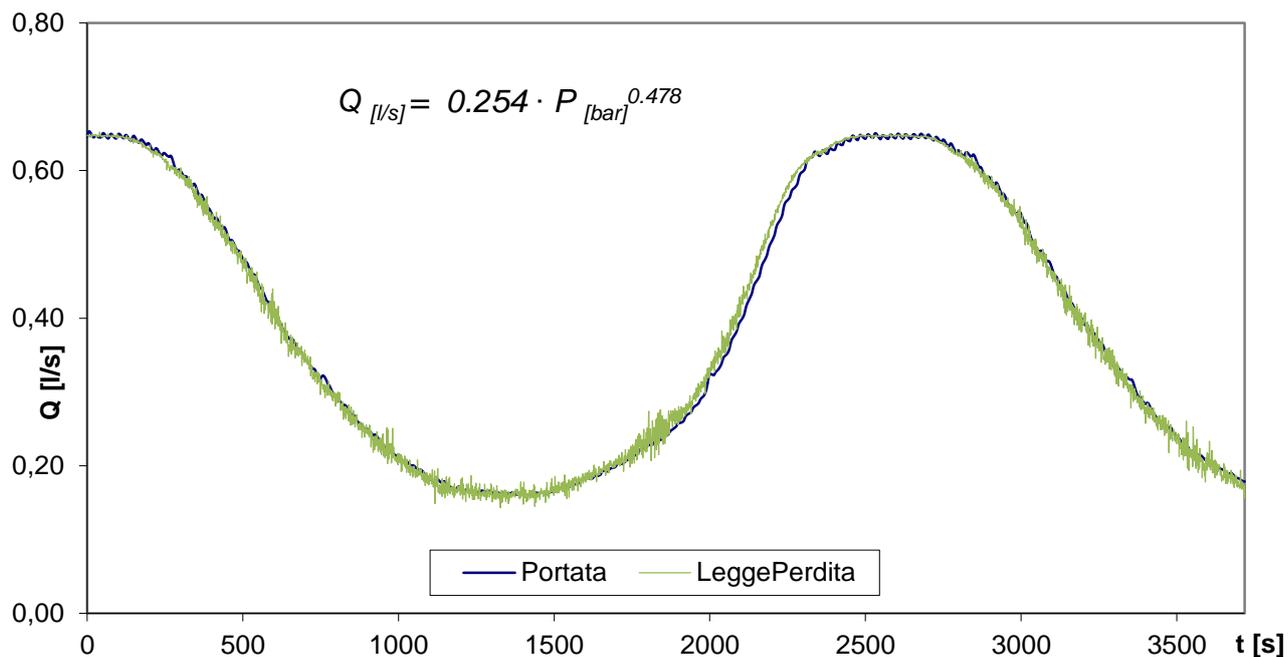


Figura 4 - Andamento curva  $Q_p(t)$  per ugello circolare da 6 mm

È stato possibile, inoltre, analizzare l'andamento della pressione nel tempo riportato in Fig. 5. Appare evidente il soddisfacente riscontro tra i dati sperimentali e la simulazione numerica.

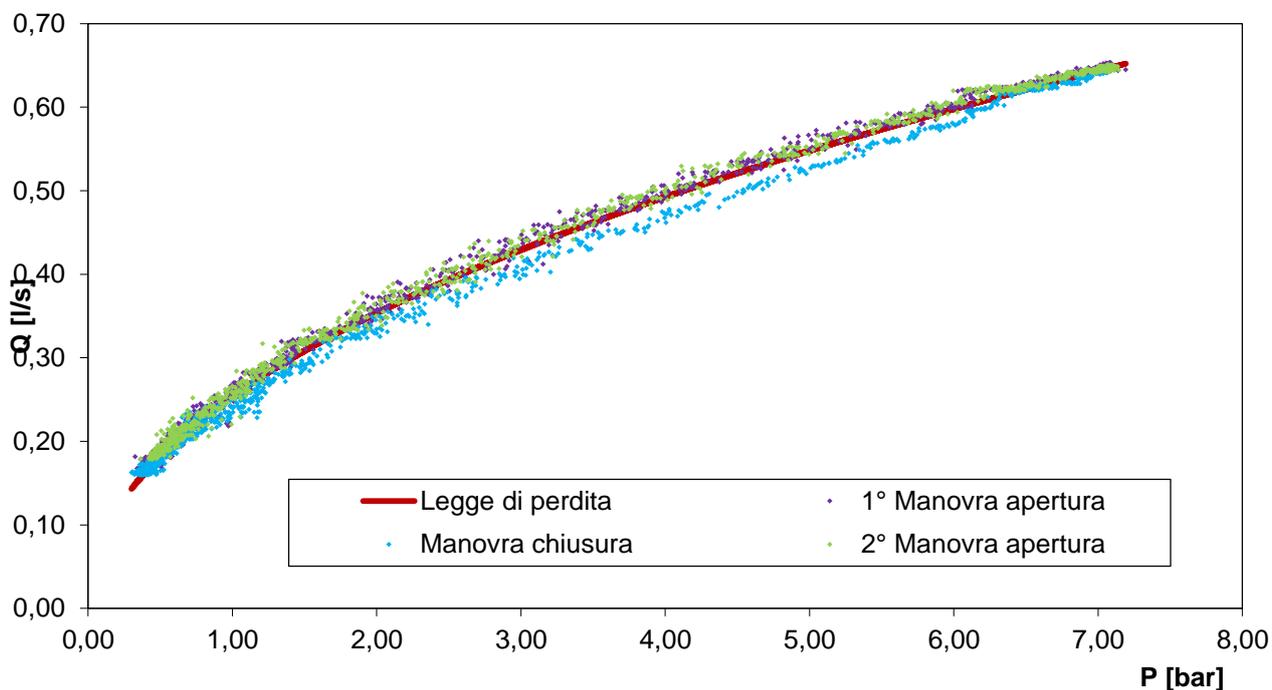


Figura 5 - Andamento della  $Q_p(P)$  per ugello circolare da 6 mm

## Considerazioni conclusive

---

Le prove effettuate nell'impianto di circolazione ad alta pressione del Laboratorio di Idraulica del Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II", con pressioni variabili in un range molto ampio ( 0,5-7 bar, sinora non indagato in altri lavori sperimentali), con modalità dinamiche, hanno messo in evidenza quanto segue:

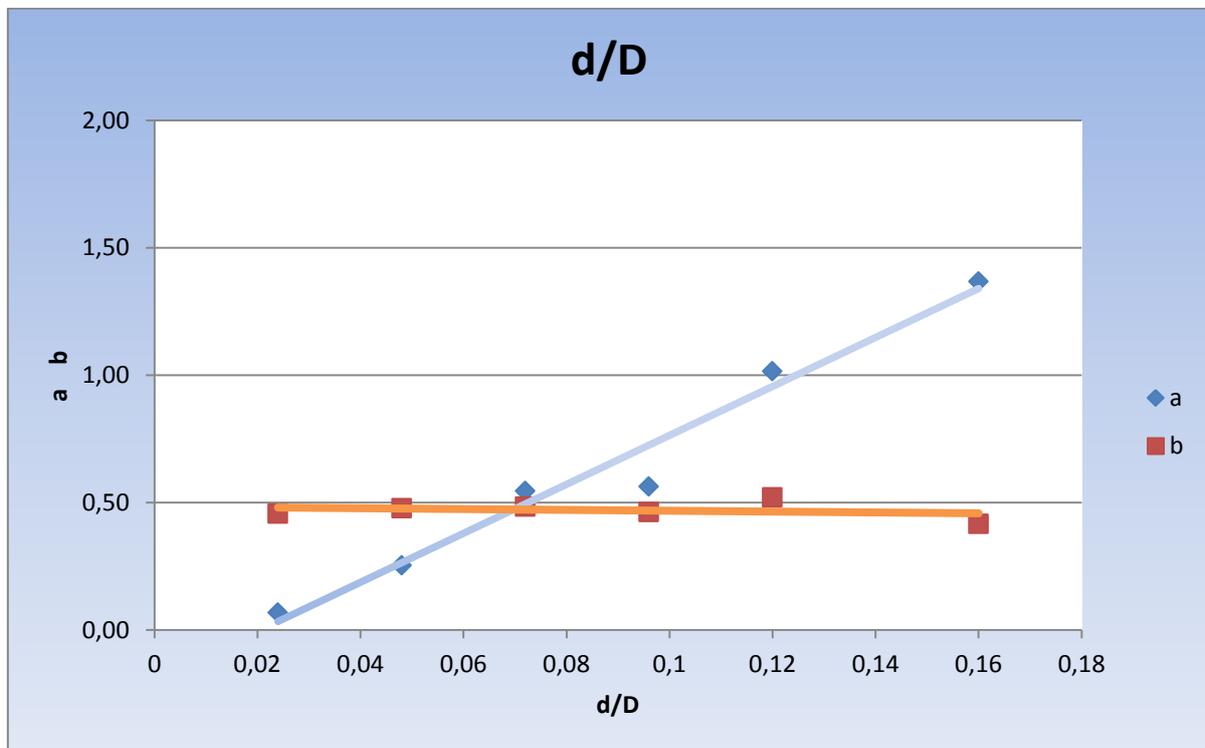


Figura 6 - Valori di a e b riferiti al rapporto d/D per orifizi circolari

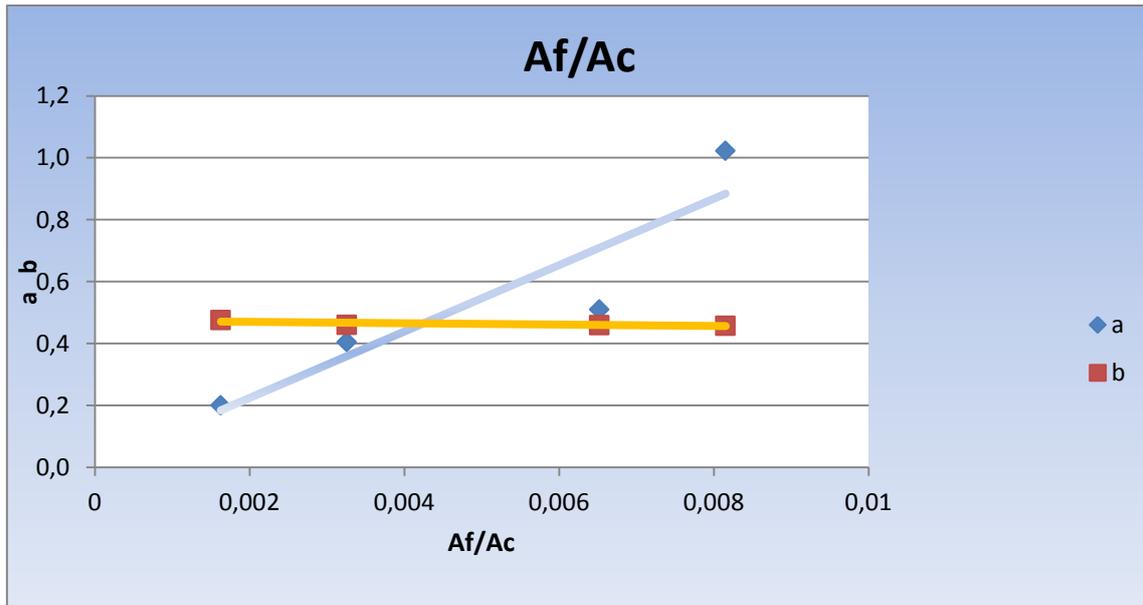


Figura 7 - Valori di a e b riferiti al rapporto Af/Ac per orifizi rettangolari

- la legge monomia  $Q_p = a \cdot P^b$  consente un'attendibile previsione della portata dispersa al variare della pressione, se i valori dei coefficienti a e b sono adeguatamente definiti;
- il valore del coefficiente **a** risulta variabile, con andamento ovviamente crescente all'incrementarsi delle dimensioni dell'orifizio simulante la perdita ma con valori non immediatamente prevedibili ( Fig. 6 e 7);
- l'esponente **b** è risultato non molto discosto dal valore teorico 0.50 sia per fori circolari, che rettangolari e irregolari ( Fig. 6 e 7).