

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

**Analisi dell'interazione Perdite idriche – Pressioni
per una condotta in PEad interrata**

Relatore

Ch.mo Prof. Ing. Maurizio Giugni

Correlatori

Ch.mo Prof. Ing. Francesco De Paola

Ch.mo Prof. Ing. Gianfranco Urciuoli

Candidata

Diana Fiorillo

N49/353

INTRODUZIONE

- L'acqua è un bene comune fondamentale per la vita, tuttavia i cambiamenti climatici e gli elevati livelli di inquinamento ambientale, associati alla crescita demografica e dei consumi, stanno provocando un assottigliamento delle risorse idriche disponibili.
- È ormai chiara la necessità di un uso sostenibile dell'acqua, mirato al contenimento degli sprechi e basato sull'adozione da parte dei gestori delle reti acquedottistiche di provvedimenti atti alla salvaguardia dall'inquinamento di tale risorsa.
- Una gestione efficiente e razionale dei sistemi idrici non può prescindere dalla ricerca e dal contenimento delle perdite idriche.

IL PROBLEMA DELLE PERDITE IDRICHE

- Attualmente il problema delle perdite affligge in maniera rilevante i sistemi idrici che risultano di frequente poco efficienti ed affidabili: pur essendo il nostro Paese complessivamente ricco d'acqua, la domanda idropotabile in alcune aree non è del tutto soddisfatta.
- Dal rapporto della *Commissione Nazionale di Vigilanza sulle Risorse Idriche* relativo all'anno 2009 emerge un valore medio nazionale delle perdite idriche totali di circa il 37%, in un range compreso tra il 21% ed il 61%.



Esempi di perdite idriche fisiche

LEGGE DI PERDITA

Nello studio dell'efflusso da una luce a battente si utilizza la nota legge della foronomia:

$$Q = \mu \cdot A \sqrt{2gh}$$

dove:

- μ = coefficiente d'efflusso
- A = area della sezione
- g = accelerazione di gravità
- h = carico sulla luce



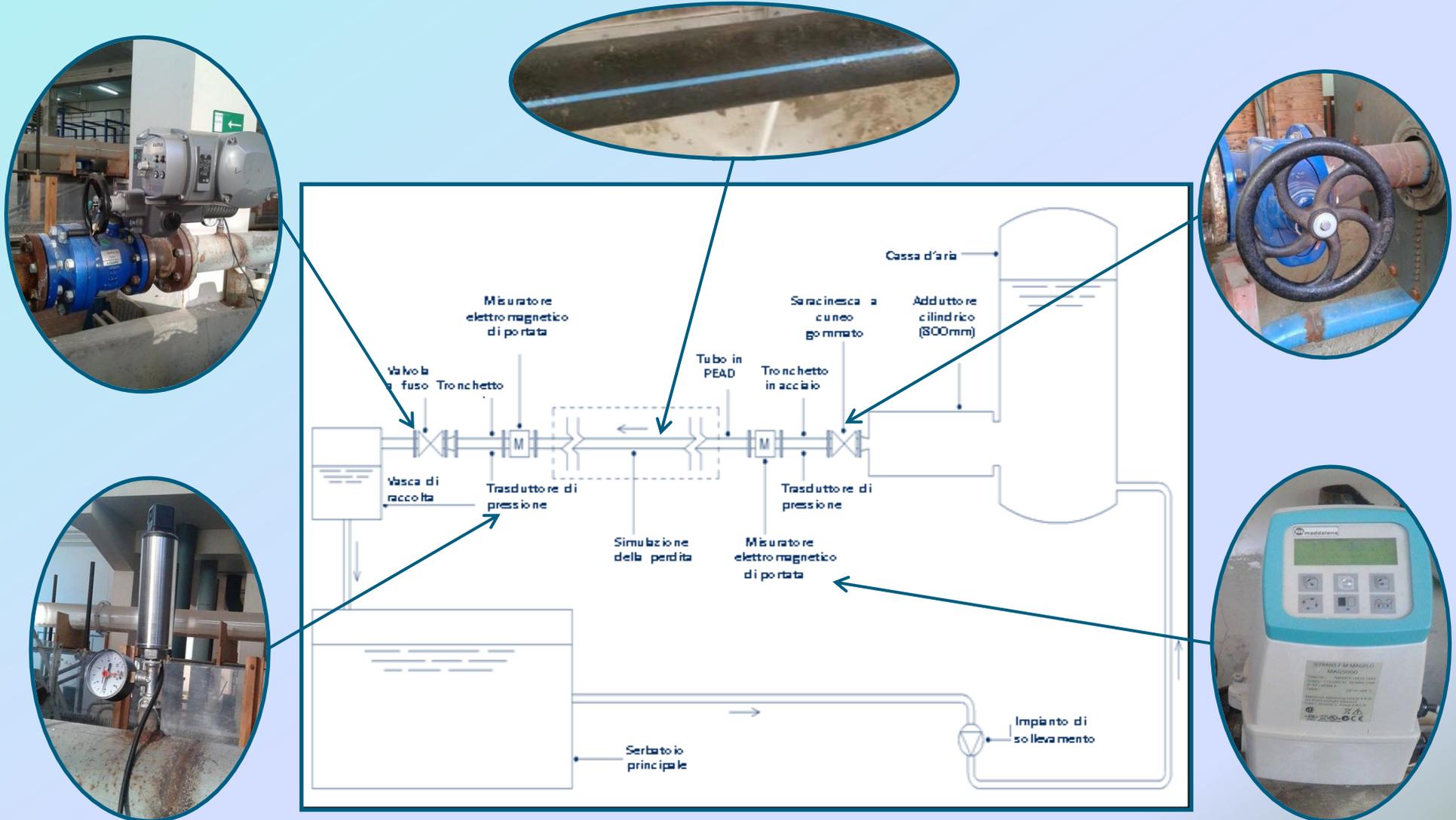
Attualmente la legge comunemente utilizzata nella modellazione dei sistemi acquedottistici per esprimere la relazione tra perdite idriche e pressioni di esercizio è una legge monomia:

$$Q = \alpha \cdot P^\beta$$

dove:

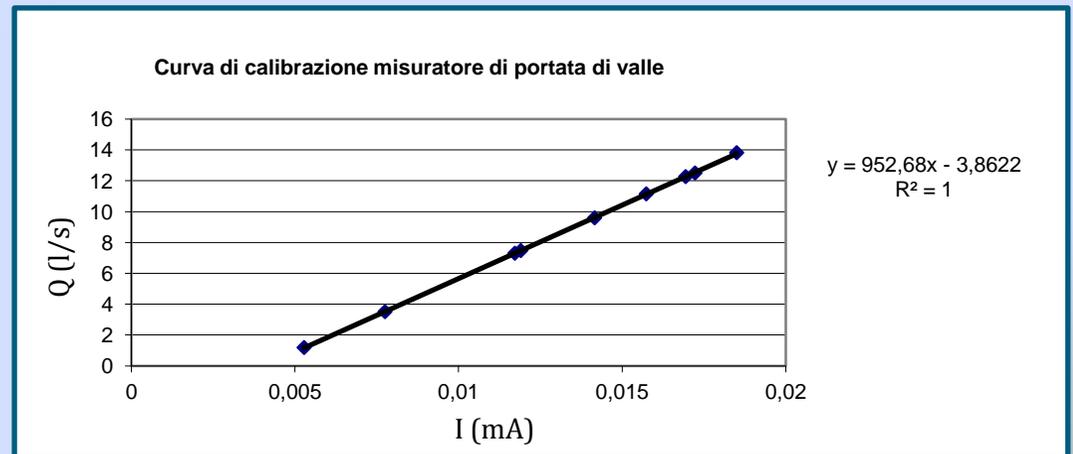
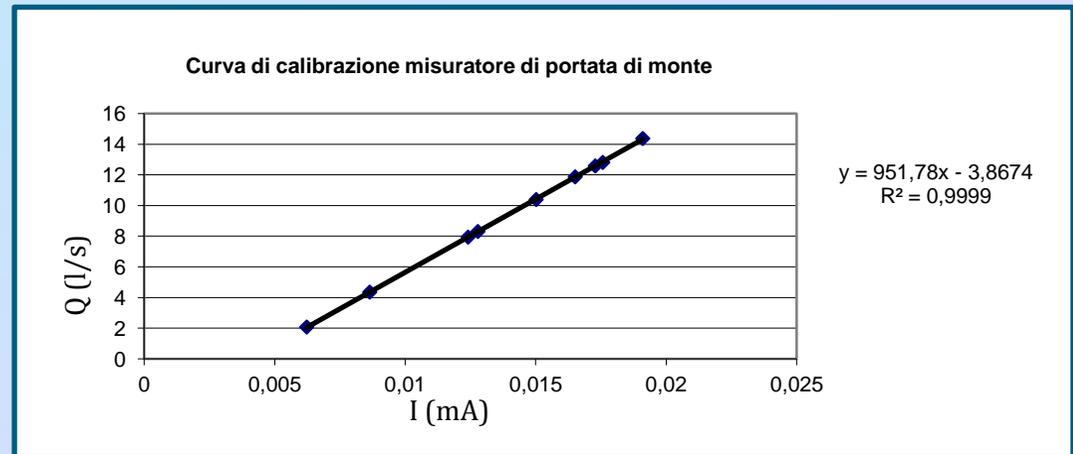
- Q = portata dispersa
- α = coefficiente dimensionale della legge monomia noto in letteratura come "discharge coefficient"
- β = esponente adimensionale della legge monomia definito in letteratura "leakage exponent"
- P = pressione in rete

INSTALLAZIONE SPERIMENTALE



(PE 100, DN 140, PN 16, lunghezza 3,2 m)

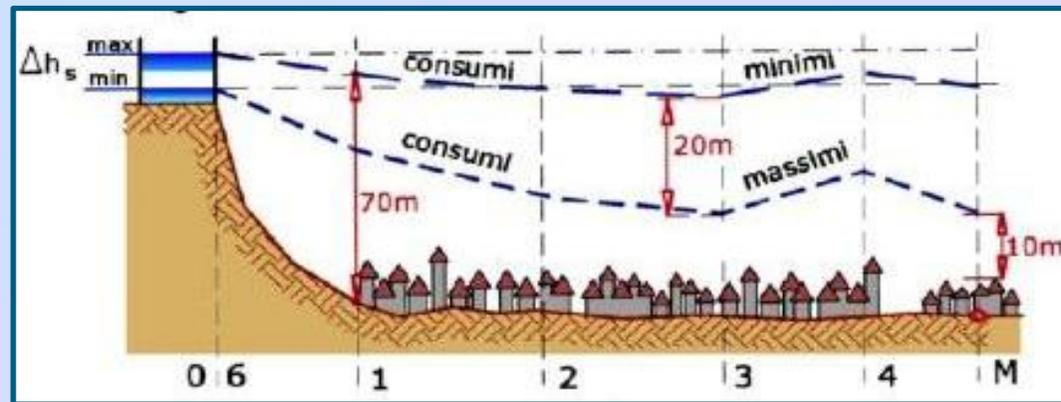
ASSEMBLAGGIO E ACQUISIZIONE



PROVE STATICHE

TUBAZIONE A CONTATTO DIRETTO CON L'ARIA

- Sono state eseguite **sei prove statiche** con il fine di riprodurre le condizioni di funzionamento di un sistema acquedottistico: la condizione di esercizio tipica delle ore notturne di una rete idrica di distribuzione è caratterizzata da una pressione pressoché costante a seguito della ridotta domanda idrica da parte dell'utenza.
- Le prove statiche sono state condotte per tempi variabili da 15 a 100 min, mantenendo completamente aperta la saracinesca posta a monte dell'installazione per l'intera durata del test e variando le condizioni di alimentazione mediante la regolazione della valvola a fuso posta a valle del tratto.



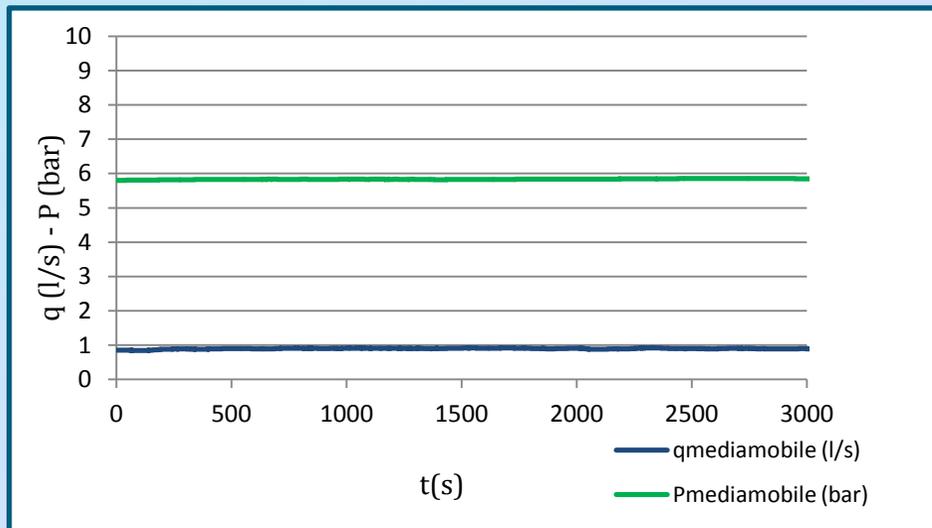
Piezometriche nell'ora di punta e di minor consumo per rete con serbatoio di testata

PROVE STATICHE

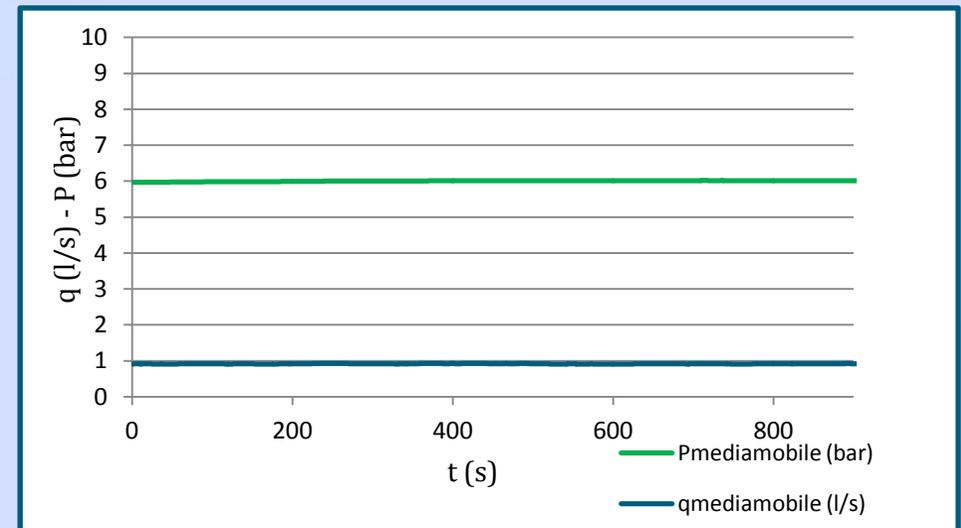
TUBAZIONE A CONTATTO DIRETTO CON L'ARIA

Per ciascuna prova:

1. è stato registrato l'andamento delle pressioni e delle portate a monte e a valle del tronco oggetto di studio;
2. sono state calcolate le portate perse come differenza tra la portata di monte e quella di valle;
3. è stata eseguita un'aggregazione a 100 s per ridurre la variabilità riconducibile all'errore accidentale;
4. la variazione della portata persa e della pressione in funzione del tempo è stata riportata in un grafico.



Prova statica – 50 min



Prova statica – 15 min

PROVE STATICHE

TUBAZIONE A CONTATTO DIRETTO CON L'ARIA

RISULTATI:

- si è riscontrato ovviamente un aumento della portata persa all'aumentare della pressione di esercizio, conformemente con la Legge di Perdita;
- non sono emerse sensibili variazioni degli andamenti della portata persa al variare della durata del test;
- i risultati non si discostano da quelli riportati nella letteratura di settore e da quelli ottenuti da test precedenti effettuati sulla stessa installazione sperimentale;
- il coefficiente di efflusso μ si assesta sul valore medio di 0,8 caratteristico dell'efflusso da parete grossa.

Durata prova (min)	Portata persa media (l/s)	Pressione (bar)	Coefficiente d'efflusso (μ)
100	0,48	2,6	0,71
90	0,71	4,82	0,77
50	0,84	5,82	0,83
20	0,72	4,24	0,83
20	0,31	0,8	0,82
15	0,94	6,0	0,91

PROVE STATICHE TUBAZIONE INTERRATA

Strato drenante:

- I. Foglio di geotessuto
- II. Strato di ghiaia di circa 5 cm
- III. Foglio di geotessuto



Copertura: sabbia piroclastica
disposta per strati adeguatamente
compattati ed umidificati



Prova statica della durata di 14 min



Obiettivo: analizzare l'interazione tra la
portata persa e il terreno di ricoprimento
circostante.



G
E
O
T
E
S
S
I
L
E

G
H
I
A
I
A

S
A
B
B
I
A

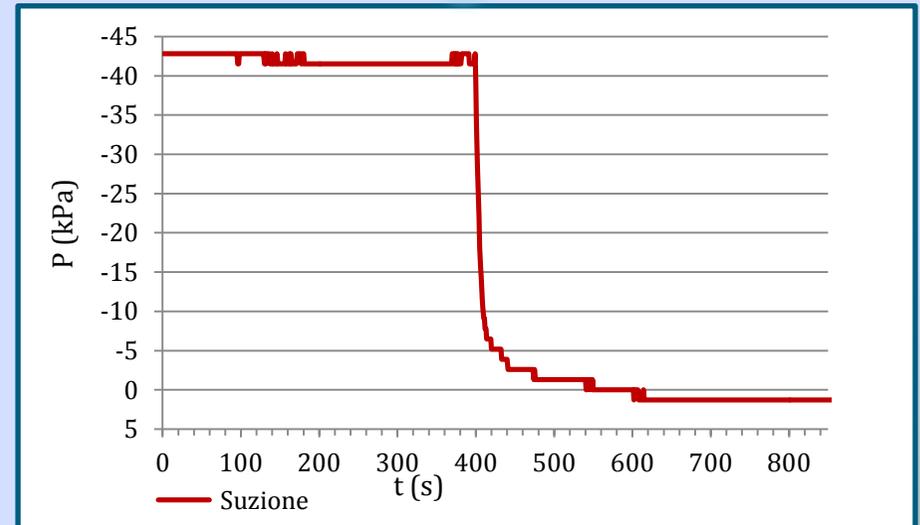
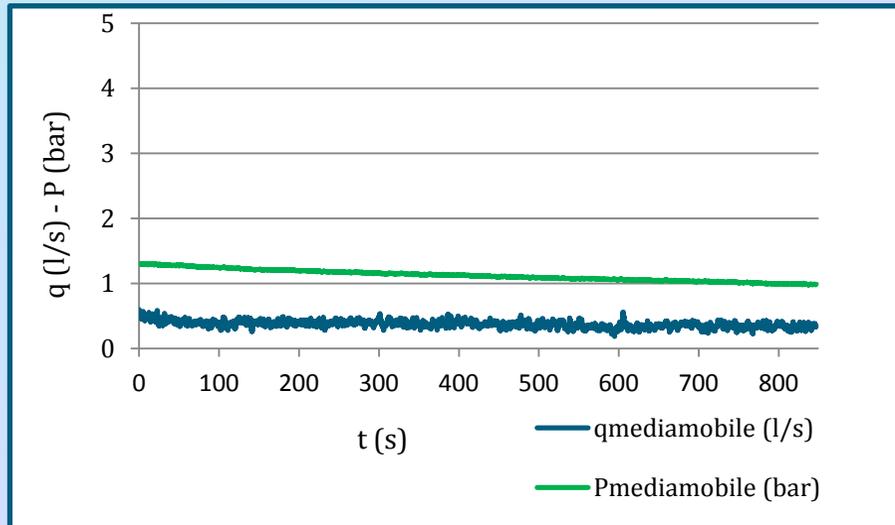
PROVE STATICHE TUBAZIONE INTERRATA

RISULTATI :

Durata prova (min)	Portata persa media (l/s)	Pressione (bar)
14	0,37	1



T
E
N
S
I
O
M
E
T
R
O



PROVE STATICHE

TUBAZIONE INTERRATA

FENOMENO OSSERVATO:

Durante la prova è stata osservata inizialmente una rapida risalita dell'acqua effluente. Tale fenomeno, già riscontrato in prove precedenti, è in linea con quanto si verifica nei casi reali di condotta interrata soggetta a perdite idriche. In seguito si è assistito al deflusso idrico sulla superficie del terreno e all'espulsione dell'acqua attraverso lo strato drenante posto sul fondo della teca. Al termine della prova si è osservato il collasso volumetrico del terreno a seguito del processo di saturazione.



PRIMA



DOPO

PROVE STATICHE

TUBAZIONE INTERRATA

È stato eseguito un calco in gesso dell'escavazione del terreno provocata dalla portata persa:



Volume $\approx 11\text{dm}^3$

CONCLUSIONI

- Per quanto riguarda il comportamento idraulico non sono state osservate differenze sostanziali tra il test svolto su condotta interrata e quelli su condotta a contatto con aria. Tale risultato, già riscontrato in precedenti test condotti nel Laboratorio di Idraulica del DICEA, rafforza l'ipotesi che la sola presenza del terreno non influisca in maniera determinante sulle condizioni di efflusso nell'intorno della perdita, almeno nelle condizioni di prova considerate (strati di terreno compattati).

Prova	Portata persa media (l/s)	Pressione media (bar)	Durata (min)
Condotta interrata	0,37	1	14
Condotta non interrata	0,31	0,8	20

- Come si può notare dal grafico precedente, la suzione ha subito modeste variazioni nei primi 7 minuti del test. Successivamente si nota un repentino aumento della pressione dell'acqua nei pori del terreno rappresentativo del momento in cui la portata dispersa raggiunge il tensiometro.
- Il moto dell'acqua nel terreno sembra essere stato influenzato dal grado di costipamento non perfettamente omogeneo. Infatti si è saturato per primo il volume di terreno adiacente alla parete della teca, zona in cui l'operazione di compattazione è stata eseguita con più difficoltà e quindi probabilmente è risultata meno efficace.
- Sono evidenti gli effetti, estremamente gravi, di una perdita idrica: basti pensare alle dimensioni della cavità prodotta dall'azione dilavante del flusso idrico.