

Daide Poggi

Filippo Miotto

Eliana Perucca

RISCHIO IDRAULICO ASSOCIATO AI PICCOLI INVASI

Stefania Grimaldi

Michela Pozzallo

Andrea Cagninei



INTRODUZIONE

AMBITO



Ridefinizione delle competenze regionali in
materia di piccoli sbarramenti

Contratti di ricerca

Regione Piemonte

Settore pianificazione difesa del suolo - dighe

*“Definizione di una metodologia speditiva
per il calcolo del coefficiente di rischio globale per
gli sbarramenti di competenza regionale”*

“Archivio anomalie sbarramenti”



LA VULNERABILITA'

BASE DATI

Database Regione Piemonte (Circa 600 invasi)

COMUNO	TIPOLOGIA	STATO	CATEGORIA	DENOMINAZ	PROVINCIA	COMUNE	X_cine	Y_cine	ALTEZZA_M	SUPERFICIE	VOLUME_M3
AL10007	Diga	piemonte	A	LA FORCADE	ALESSANDRIA	ALESSANDRIA	486044.4710	581740.1810	10.28	3000	2420
AL10008	Diga	piemonte	A1	CAMBIO VALMARA	ALESSANDRIA	ALESSANDRIA	470747.85727	587024.8818	3.5	3000	3000
AL10009	Diga	piemonte	A2	MONTIBELLO	ALESSANDRIA	BAIGALLICO	479833.80727	587223.18727	6.18	6040	1980
AL10010	3 Invasi	piemonte	A1	ORICA	ALESSANDRIA	BRUFORTE NOVERRATO	472747.7000	584144.1800	2	0.4	200
AL10011	2 Diga	piemonte	A1	NEZZA WOLFPIRATO	ALESSANDRIA	BERGAMONDO	454818.485	580736.5072	6	1.7	430
AL10012	Diga	piemonte	B	NEZZA	ALESSANDRIA	BERGAMONDO	454833.3800	580236.0000	6	6800	4917
AL10018	Diga	piemonte	B	PERASSO	ALESSANDRIA	VALENZA	480719.84384	580307.44384	3.2	10.8	7125
AL10019	Diga	piemonte	A1	LAIO D'ORO	ALESSANDRIA	VALENZA	472302.98384	580238.4200	7.31	7.8	2080
AL10021	Diga	piemonte	B	CASORNA CARINATA	ALESSANDRIA	VALENZA	473017.4237	580633.9718	4	11	4500
AL10022	Diga	piemonte	A2	CASORNA CASCONARI	ALESSANDRIA	VALENZA	480837.7000	580633.9072	3.8	110	1931
AL10024	Diga	piemonte	A2	CASORNA CASCONARI	ALESSANDRIA	VALENZA	480833.8000	580633.9000	2.1	8.1	1980
AL10025	Diga	piemonte	A	BRIVIA	ALESSANDRIA	CASINAVE	481133.8811	580547.8538	3.4	8.4	4300

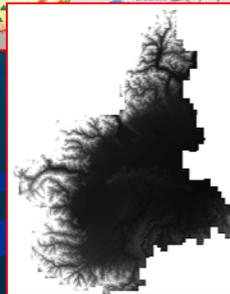
- ✓ Altezza
- ✓ Volume
- ✓ Lunghezza



Categoria
Coordinate X e Y
Denominazione

CARATTERIZZAZIONE TERRITORIO

DEM Digital Elevation Model (50 m)



SCOPO DEL LAVORO

❖ Fornire una metodologia di indagine del rischio legata ai bacini di competenza regionale

Sintetica

Rapidamente applicabile

Scientificamente basata

❖ DEFINIZIONE DEL RISCHIO

$$R = P * V * Dp$$

(P = 0-1) Pericolosità

(V = 0-1) Vulnerabilità

Danno potenziale



IL CALCOLO DEL RISCHIO

TEORIA

$$R = P * V * D_p$$

P probabilità di collasso o di malfunzionamento

Vulnerabilità. Funzione di:
V a) velocità e profondità onda
b) curve di vulnerabilità

valore economico o numero di unità esposte all'evento
D_p

IL CALCOLO DEL RISCHIO

Le quattro fasi di studio

- P** FASE 1: Valutazione della pericolosità legata alle anomalie riscontrabili su ogni vaso
- V** FASE 2: Valutazione delle caratteristiche fisiche dell'onda di dam break (velocità media e profondità)
- V** FASE 3: Valutazione e quantificazione delle curve di vulnerabilità
- D** FASE 4: Valutazione del danno potenziale nei territori a valle degli sbarramenti

FASE 1: Valutazione della pericolosità

Esigenza:

- Proporre una metodologia di calcolo della pericolosità applicabile a tutte le dighe di competenza della Regione Piemonte (640 invasi)
- La metodologia deve essere semplice, robusta, ricorsiva ed in grado di fornire un risultato in tempi molto rapidi
- Deve essere applicabile a tutti i tipi di sbarramenti

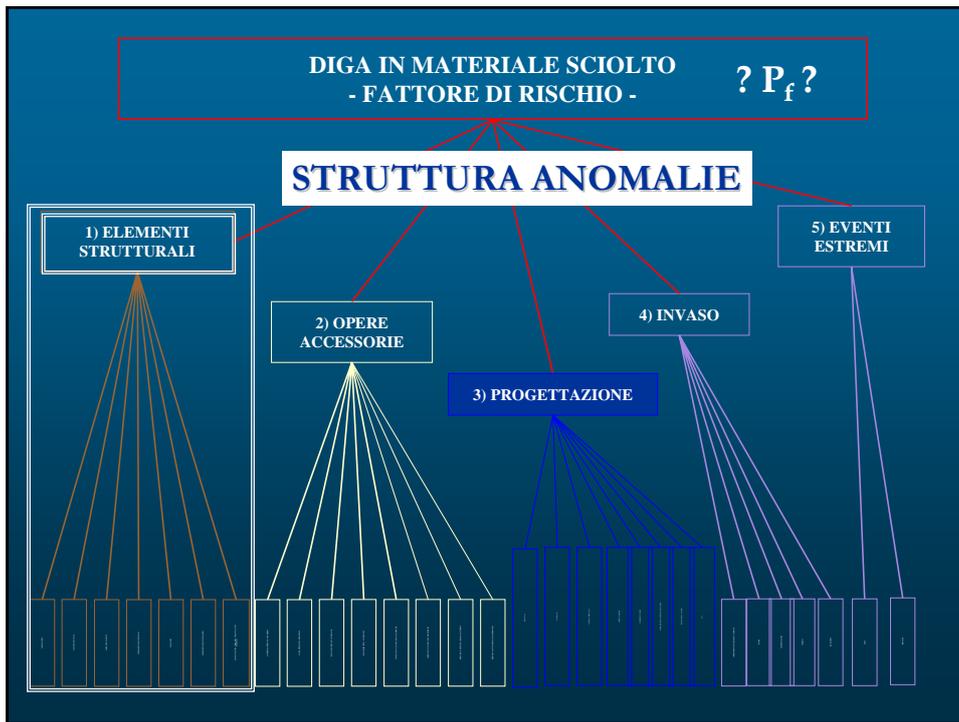
SCHEDE della pericolosità degli elementi strutturali

Procedura proposta:

- ispezione allo sbarramento
- rilevazione delle caratteristiche e delle anomalie
- valutazione quantitativa delle anomalie
- assegnazione del livello di **PERICOLOSITA'** dell'invaso

Possibili anomalie interessanti uno sbarramento





FASE 1: Valutazione del rischio di collasso dello sbarramento

Stima semi-quantitativa della probabilità di accadimento

Livello	Descrizione qualitativa	Descrizione estesa	Fascia di probabilità interessata	Probabilità di accadimento adottata
A	Virtualmente improbabile	Potrebbe occorrere solo in seguito a cause eccezionali	0,001 – 0,01	0,01
B	Molto improbabile	Non è da escludere a priori la possibilità che si generino le condizioni necessarie al suo verificarsi	0,01 – 0,10	0,10
C	Completamente incerto	Potrebbe verificarsi in alcuni casi	0,10 – 0,90	0,50
D	Molto probabile	Si possono verificare con una certa facilità le condizioni per il suo verificarsi	0,90 – 0,99	0,90
E	Virtualmente certo	E' molto probabile che le condizioni necessarie si verifichino	0,99 – 0,999	0,99



VEGETAZIONE			
Livello accadimento	Probabilità accadimento	Rilevazione da ispezione	Descrizione
A	0.01	x	Inerbimento superficiale continuo, con copertura prossima al 100% dell'area, di caratteristiche uniformi, assenza di alta vegetazione.
B	0.10		Inerbimento superficiale buono, con copertura tra l'80% ed il 100% dell'area, di caratteristiche quasi uniformi, assenza di alta vegetazione.
C	0.50		Inerbimento superficiale discreto, con copertura tra l'40% ed il 100% dell'area. Sono visibili aree estese con vegetazione con caratteristiche diverse e/o di altezza diversa.
D	0.90		Inerbimento superficiale scarso, con copertura tra il 5% ed il 40% dell'area. Sono visibili aree estese con vegetazione con caratteristiche diverse e/o di altezza diversa.
E	0.99		Inerbimento superficiale pessimo, con copertura minore del 5% dell'area. Sono visibili aree estese con vegetazione con caratteristiche diverse e di altezza rilevante.
A	0.01	RISULTATO INDAGINE	

PARAMENTO DI VALLE

VEGETAZIONE

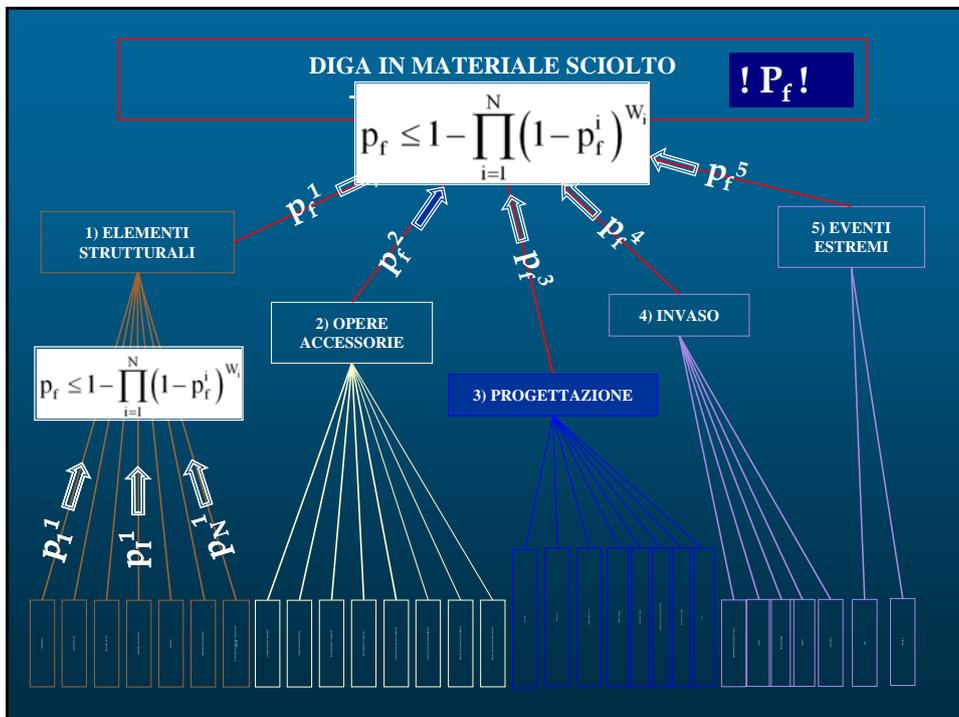
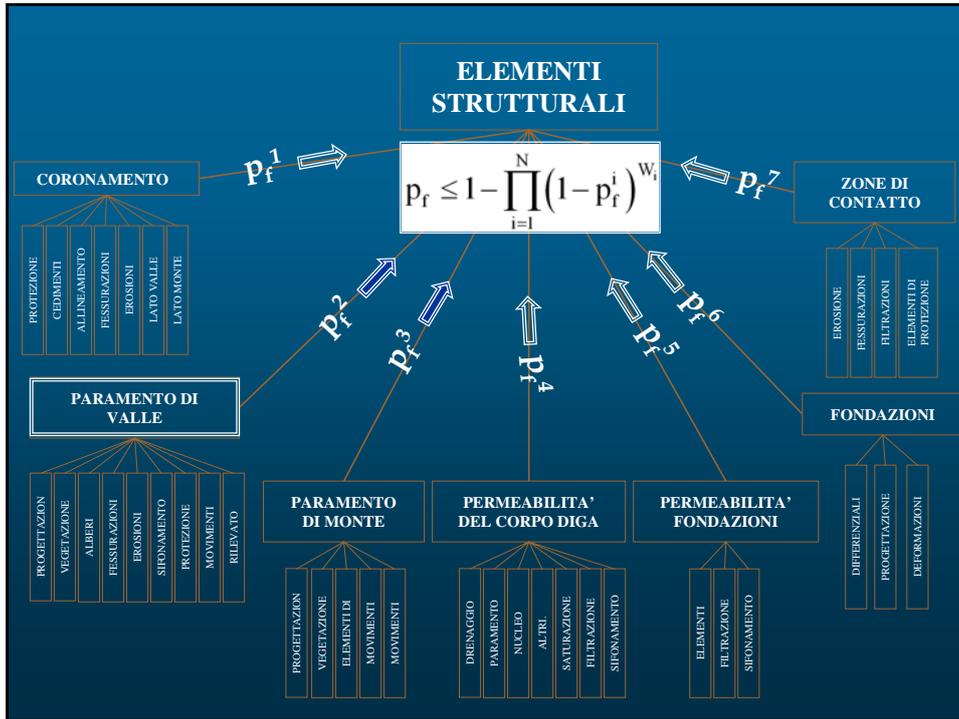
Livello accadimento	Probabilità accadimento	Ril da	Descrizione
			$p_f \leq 1 - \prod_{i=1}^N (1 - p_f^i)^{w_i}$
A	0.01	x	erficiale continuo, con copertura prossima ai 100% dell'area, di caratteristiche uniformi, assenza di alta vegetazione.
B	0.10		Inerbimento superficiale buono, con copertura tra l'80% ed il 100% dell'area, di caratteristiche quasi uniformi, assenza di alta vegetazione.
C	0.50		Inerbimento superficiale discreto, con copertura tra l'40% ed il 100% dell'area. Sono visibili aree estese con vegetazione con caratteristiche diverse e/o di altezza diversa.
D	0.90		Inerbimento superficiale scarso, con copertura tra il 5% ed il 40% dell'area. Sono visibili aree estese con vegetazione con caratteristiche diverse e/o di altezza diversa.
E	0.99		Inerbimento superficiale pessimo, con copertura minore del 5% dell'area. Sono visibili aree estese con vegetazione con caratteristiche diverse e di altezza rilevante.
A	0.01	RISULTATO INDAGINE	

PARAMENTO DI VALLE

$$p_f \leq 1 - \prod_{i=1}^N (1 - p_f^i)^{w_i}$$

PARAMENTO DI VALLE

Peso dell'anomalia	Livello accadimento	Probabilità accadimento	ANOMALIA
0,24	A	0,0024	PROGETTAZIONE
0,42	A	0,0042	VEGETAZIONE
0,50	A	0,0050	ALBERI ed ARBUSTI
0,58	A	0,0058	FESSURAZIONI
0,71	A	0,0071	EROSIONI
1,00	A	0,0100	FILTRAZIONE/SIFONAMENTO
0,42	A	0,0042	ELEMENTI DI PROTEZIONE
1,00	A	0,0100	MOVIMENTI GLOBALI DEL RILEVATO
1,00	A	0,0100	MOVIMENTI ALLA BASE DEL RILEVATO
9			Totale anomalie riscontrabili
	B	0,057	Probabilità totale di anomalia dell'elemento





LA VULNERABILITA' DEL TERRITORIO

❖ **VULNERABILITA'**: grado di perdita prodotto su un certo elemento



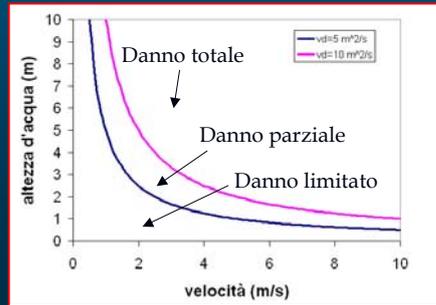
Dipende da :

- ✓ Velocità del flusso v (m/s)
- ✓ Altezza d'acqua d (m)

$$v * d \text{ (m}^2\text{/s)}$$

CURVE DI VULNERABILITA'

- ✓ 3 zone delimitate da rami d'iperbole
- ✓ Range di variazione diversi a seconda dei soggetti esposti



LA VULNERABILITA'

BASE DATI

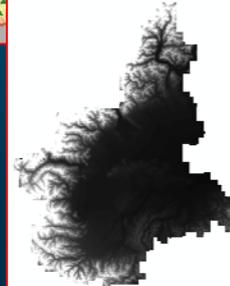
Database Regione Piemonte (Circa 600 invasi)

COMUNO	SPONSORATO	STATO	CATEGORIA	DEMINIMIAZ	PROVINCIA	CORSO	S. classe	V. classe	ALTEZZA (M)	IMPORFAC	VOLUME (M3)
AL30007	Dip. piemontese	inuso	A	LA FORNACE	ALESSANDRIA, AVULSICA	ARNO (4742)	ARNO (4742)	ARNO (4742)	10,34	6000	34200
AL30008	Dip. piemontese	inuso	A1	CANTINA VALMARE	ALESSANDRIA, ALESSANDRIA	ARNO (4742)	ARNO (4742)	1,5	2000	9000	
AL30009	Dip. piemontese	inuso	A2	MONTIBELLO	ALESSANDRIA, SALIZADA	ARNO (4742)	ARNO (4742)	6,18	6040	19800	
AL30010	Dip. piemontese	inuso	A1	OVINGA	ALESSANDRIA, BELFIORE MONFERRATO	ARNO (4742)	ARNO (4742)	2	80	5000	
AL30011	Dip. piemontese	inuso	A1	MEZZA MONFERRATO	ALESSANDRIA, BENVENEGUO	ARNO (4742)	ARNO (4742)	6	1,7	4300	
AL30012	Dip. piemontese	inuso	B	MEZZA	ALESSANDRIA, BENVENEGUO	ARNO (4742)	ARNO (4742)	9	6000	40000	
AL30013	Dip. piemontese	inuso	B	PIRELLA	ALESSANDRIA, VALENZA	ARNO (4742)	ARNO (4742)	9,21	10,0	7120	
AL30014	Dip. piemontese	inuso	A1	LAGO D'ORO	ALESSANDRIA, VALENZA	ARNO (4742)	ARNO (4742)	7,31	7,8	20000	
AL30015	Dip. piemontese	inuso	B	CASINA CARPIATA	ALESSANDRIA, VALENZA	ARNO (4742)	ARNO (4742)	4	1,1	40000	
AL30022	Dip. piemontese	inuso	A2	CASINA CASCONET	ALESSANDRIA, VALENZA	ARNO (4742)	ARNO (4742)	3,3	110	10000	
AL30024	Dip. piemontese	inuso	A2	CASINA CASCONET	ALESSANDRIA, VALENZA	ARNO (4742)	ARNO (4742)	2,1	8,1	10000	
AL30027	Dip. piemontese	inuso	A	INCONTO	ALESSANDRIA, CANTINATA	ARNO (4742)	ARNO (4742)	9,2	1,2	40000	



CARATTERIZZAZIONE TERRITORIO

DEM Digital Elevation Model (50 m)





CONCETTI DI DAM-BREAK

Moto di un'onda di piena:
EQUAZIONI DI DE SAINT VENANT
(moto vario in un canale a pelo libero)



- ✓ Ricerca di $v(x,t)$ e $h(x,t)$
- ✓ Come sfruttare le poche informazioni disponibili?



SEMPLIFICAZIONI ANALITICHE

SOLUZIONI NUMERICHE

SOLUZIONI SPERIMENTALI



CONCETTI DI DAM-BREAK

PROBLEMI:

- Troppi invasi
- Pochi dati
- DEM a bassa risoluzione

PECULIARITA':
VOLUME FINITO

- ✓ Ricerca di $v(x,t)$ e $h(x,t)$
- ✓ Come sfruttare le poche informazioni disponibili?

SOLUZIONE

Ricerca di formulazioni speditive basate su

- Lab numerico
- Lab sperimentale

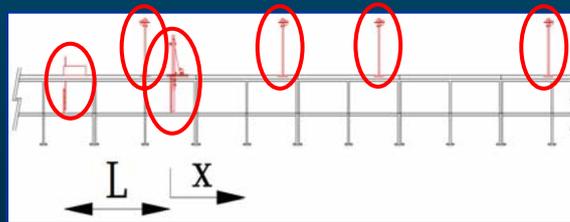
APPARATO SPERIMENTALE /1



Canale di prova

- lunghezza 50 m
- fondo piano orizzontale
- sezione rettangolare

- Paratia sollevabile
- Laser
- Paratia di monte



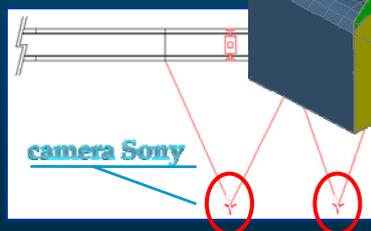
APPARATO SPERIMENTALE /3

Evidenziare superficie libera \longrightarrow Laser

laser Luce laboratorio



Acquisizione onda



ESECUZIONE PROVE

Prove \Rightarrow dry conditions
 \Rightarrow $L = 4, 8, 12$ m
 \Rightarrow $h_0 = 20, 40, 60$ cm

\Rightarrow Acquisizione video



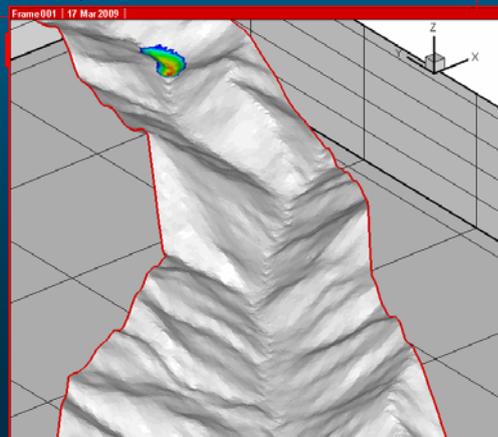
UNA SOLUZIONE NUMERICA: IL SOFTWARE BREZO 4.0

INPUT:

A) Matrice strutturata delle quote del terreno (DEM)

B) Ampia casistica di casi semplici: influenza Volume, altezza diga, morfologia alveo a valle, etc..

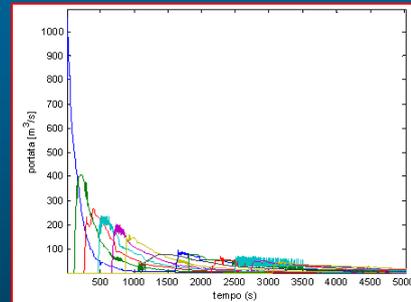
Simulazione e ricostruzione della superficie libera (h e v dell'acqua)



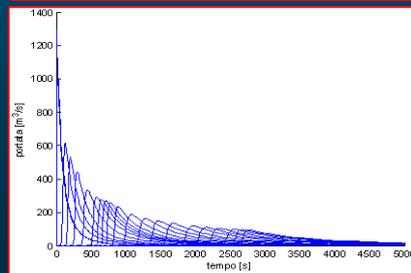


LAB NUMERICI

❖ DEM

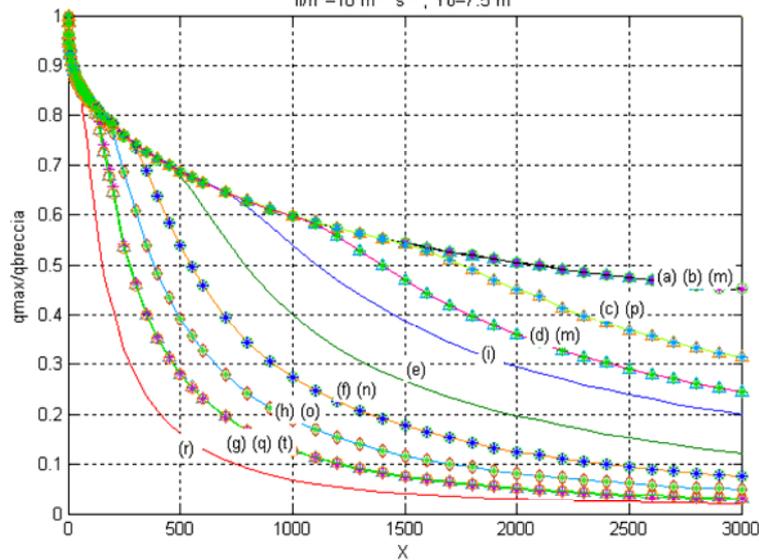


❖ Casi ideali



LAB NUMERICI

$$if/n^2=10 \text{ m}^2/\text{s}^2 ; Y_0=7.5 \text{ m}$$



Daide Poggi

Filippo Miotto

Eliana Perucca

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Stefania Grimaldi

Michela Pozzallo

Andrea Cagninei

