

Misure LDV

Caratteristiche, problematiche di misura, caratterizzazione di seeding

- 1 **Versione:** 1.00.00
- 1 **Ultimo aggiornamento:** Maggio 2006
- 1 **Realizzato da:** C.P. Mengoni
- 1 **Originale** Tesi PhD Mengoni
- 1 **Riferimenti**

Ä LDV

- è "Strumenti e metodi di misura", E. O. Doebelin, Mc GRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS
- è "Measurement System - Application and design", E. O. Doebelin, Mc GRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS
- è "Measurements techniques in fluid dynamics – An Introduction", Annual Lecture series, Von Karman Institute for Fluid Dynamics

Ä Seeding

- è Caratterizzazione $SNR = f(\text{Sorgente laser, ottiche, caratteristiche fisiche seeding})$ (Adrian e Earley, 1976)
- è Criteri per valutazione delle caratteristiche dinamiche seeding (da, t e f) e della tecnica d'inseminazione (Menon e Lai, 1991)

Ä Galleria e sistemi d'inseminazione

- è Varie applicazioni (Reubush, 1985, Scheiman et al. 1985, Seegmiller 1985)

Ø Introduzione

Ø LDV

- ü Introduzione al sistema

- ü Caratteristica del sistema utilizzato

Ø Galleria per caratterizzazione Seeding

- ü Specifiche

- ü Architettura

- ü Strumentazione della galleria

- ü Accesso ottico

- ü Sistema d'inseminazione

- ü Caratterizzazione della galleria: analisi numerica, pneumatica e con LDV

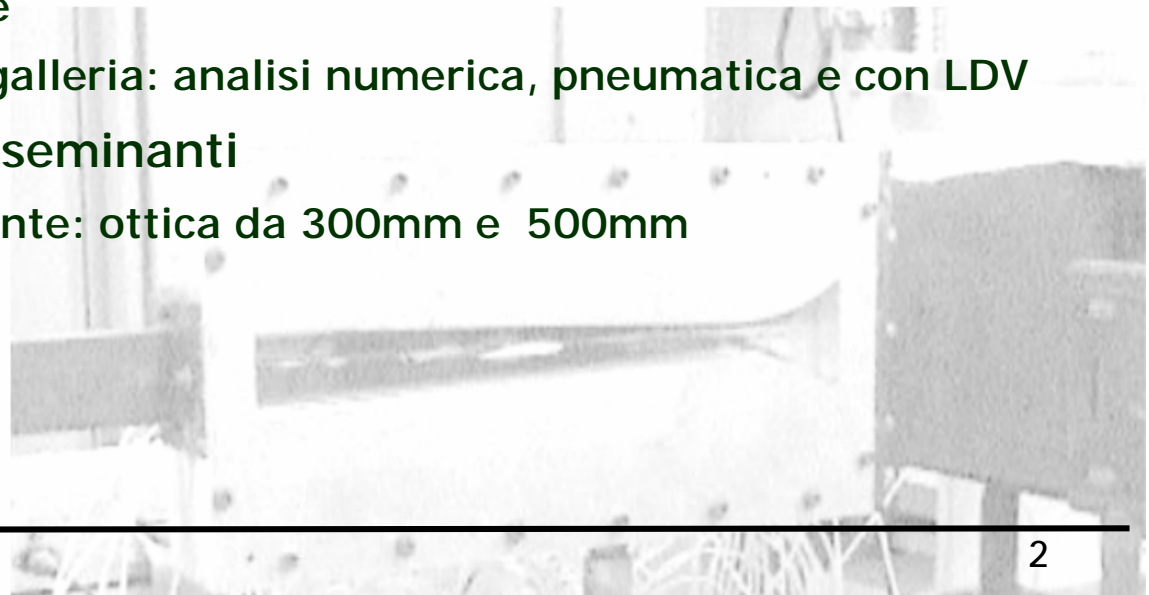
Ø Caratterizzazione degli inseminanti

- ü Prove in profilo accelerante: ottica da 300mm e 500mm

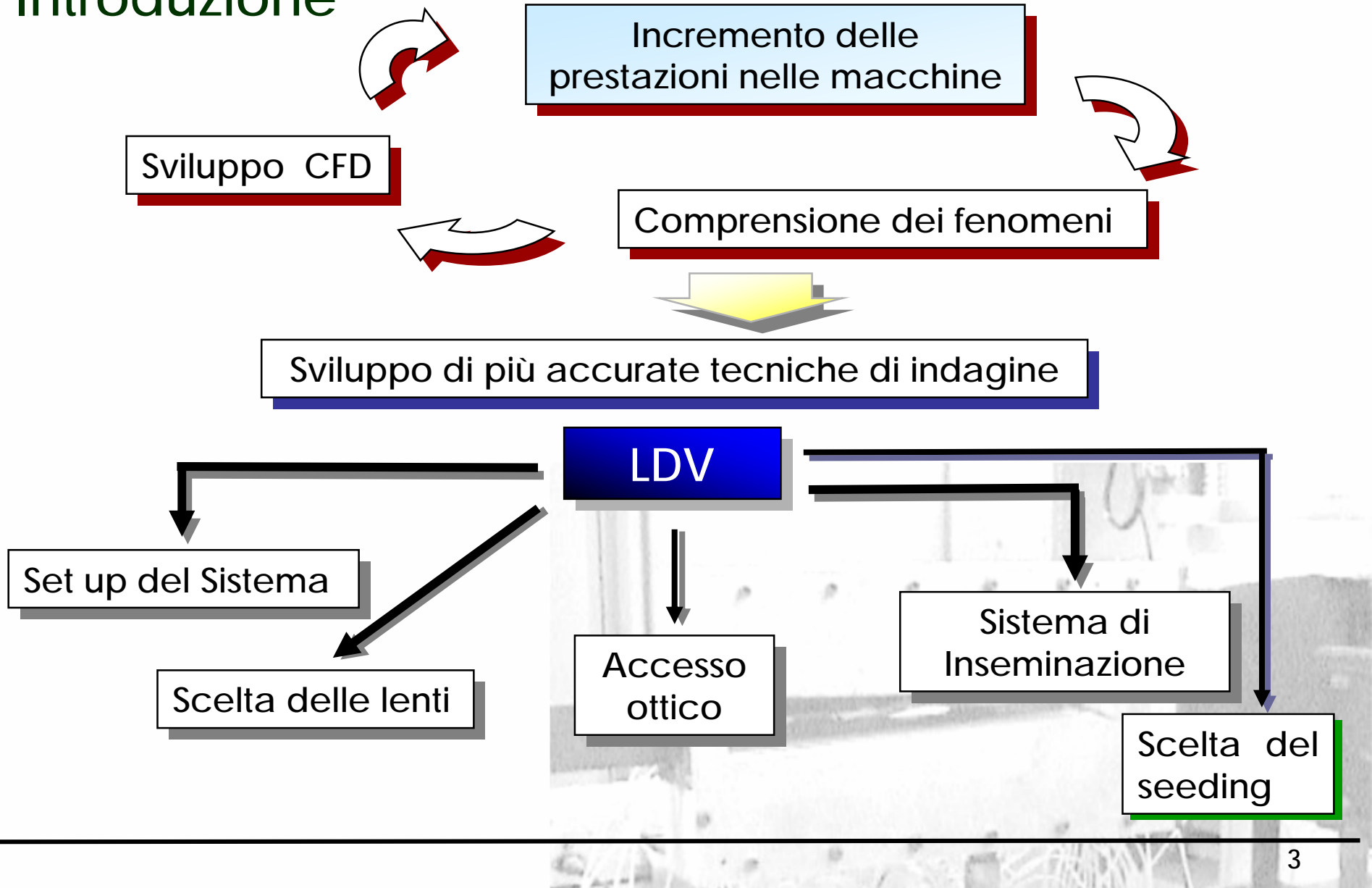
- ü Prove su urti retti

Ø Applicazioni

Ø Conclusioni

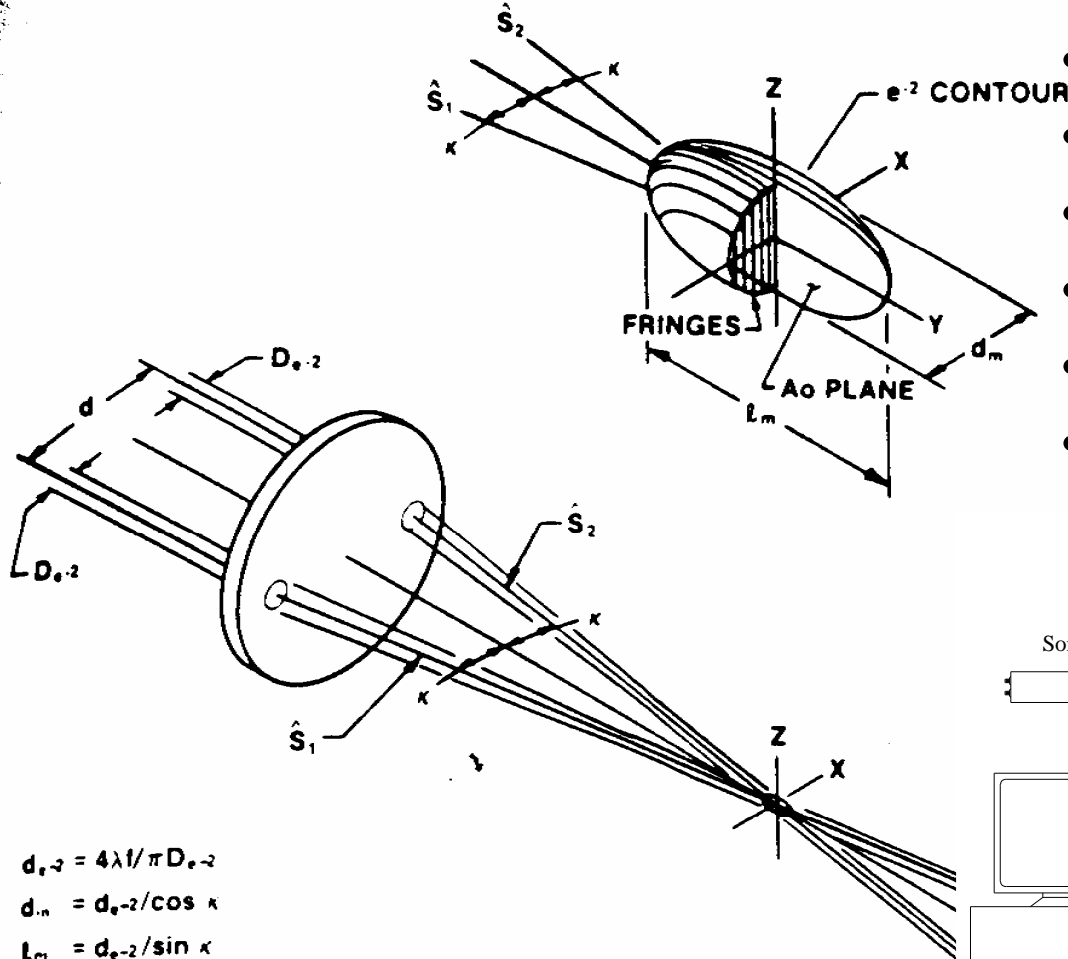


Introduzione



LDV introduzione al sistema

- non intrusivo
- elevata risposta in frequenza
- misure puntuali
- ampio campo di misura
- necessita di un accesso ottico
- misura la velocità del seeding



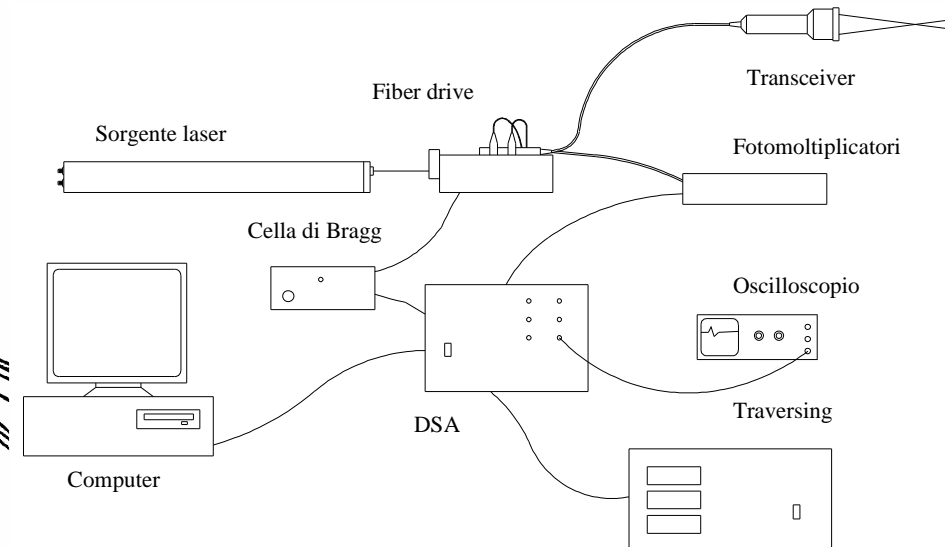
$$d_{e-2} = 4\lambda / \pi D_{e-2}$$

$$d_m = d_{e-2} / \cos \kappa$$

$$l_m = d_{e-2} / \sin \kappa$$

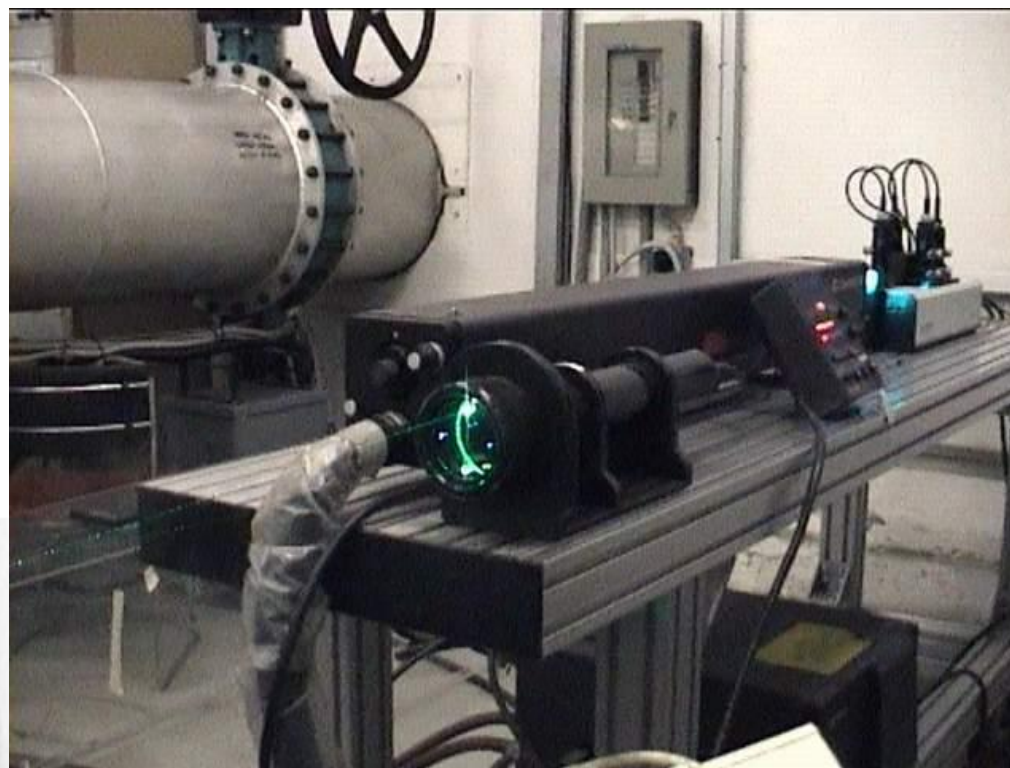
$$V_{FR} = \pi d_{e-2}^3 / 6 \cos \kappa \sin \kappa \text{ (FRINGE VOL.)}$$

$$N_{FR} = \frac{d_m}{d_1} = \frac{1.27d}{D_{e-2}} \text{ (NO. OF FRINGES)}$$



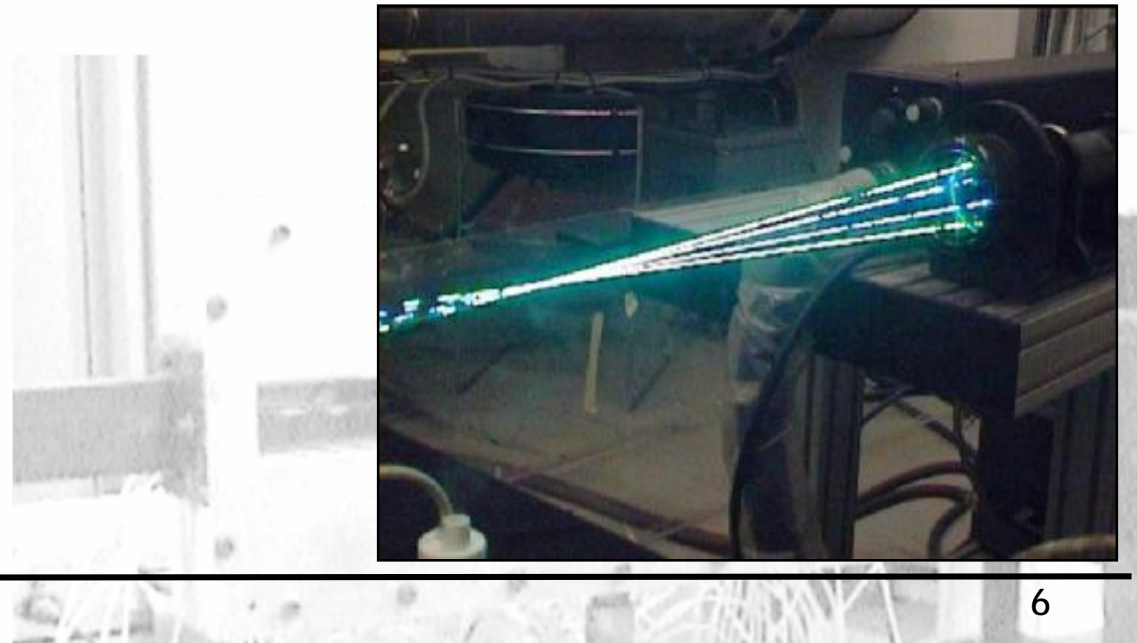
LDV caratteristiche del sistema DE (esempio)

ØLaser ad Argon (6W)
Coherent INNOVA 90
 •300 mW verde
 •150 mW blu
ØDSA3000
ØSistema a 3 assi



	Lp =500 mm		Lp =300 mm	
	Blu	Verde	Blu	Verde
d_m (mm)	0.135	0.142	0.08	0.09
l_m (mm)	2.417	2.548	0.87	0.92
d (mm)	4.36	4.60	2.626	2.768
N_{fr}	31	31	31	31
$V_{max\ mis.}$ (m/s)	523	552	315.1	332.1

LDV caratteristiche del sistema DE (esempio)

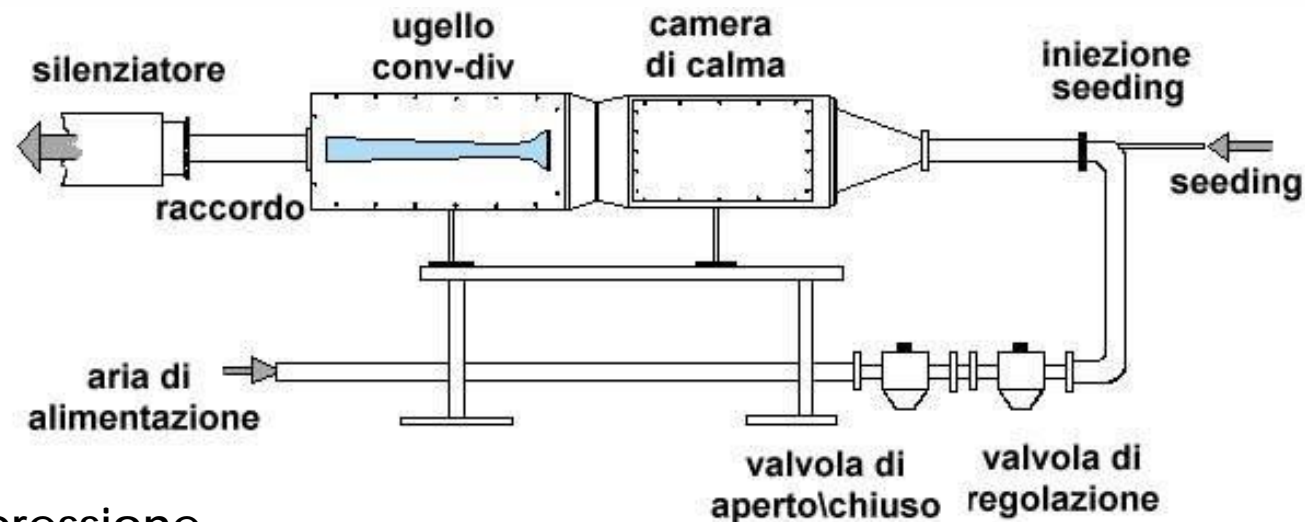


Galleria specifiche

- ∅ Possibilità di simulare range di velocità caratteristici delle turbomacchine
- ∅ Elevato numero di Mach
- ∅ Accesso ottico per misure di flusso con LDV
- ∅ Possibilità di misurare in un ampio campo di velocità
- ∅ Strumentazione della galleria con sistemi tradizionali per il confronto con i dati LDV
- ∅ Possibilità di iniezione del flusso
- ∅ Realizzare in contemporanea misure LDV e "classiche"



Galleria architettura



Galleria in pressione

Ugello conv.- div. con sezione rettangolare

Gola 30x30mm Lunghezza 600mm

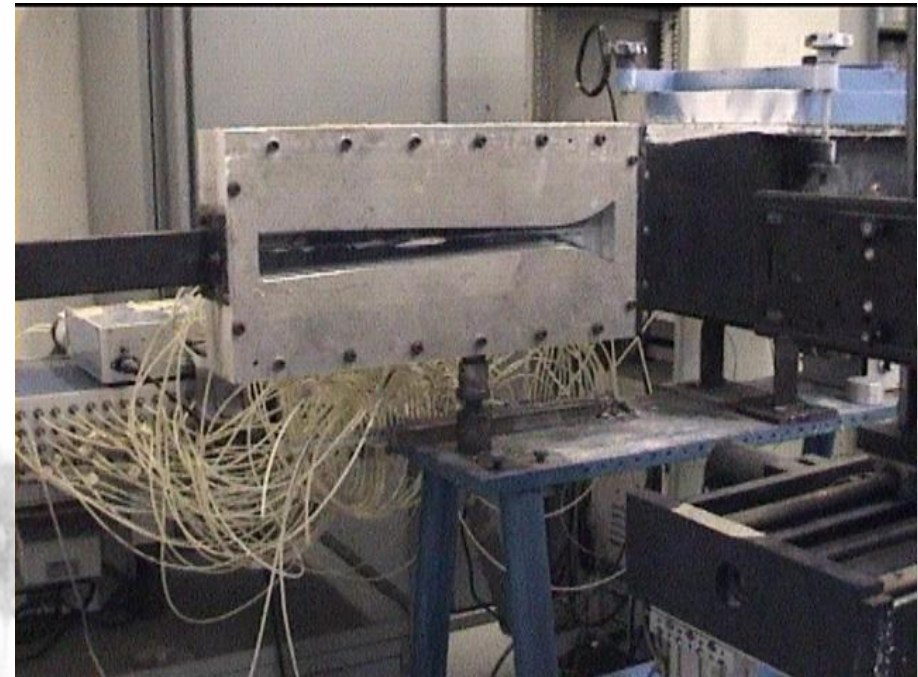
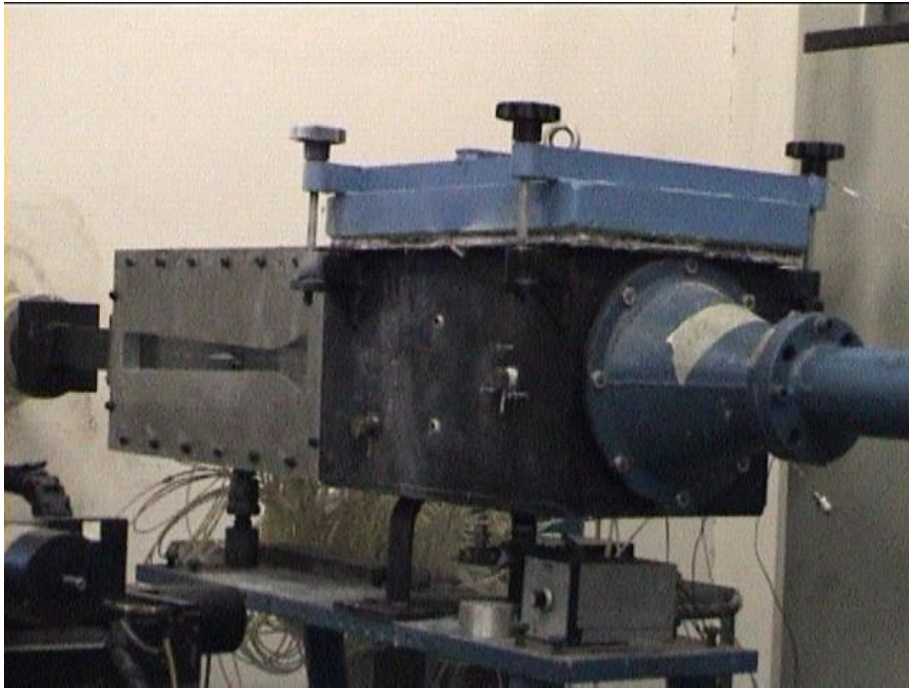
Accesso ottico su tutta la lunghezza

Valvole regolazione

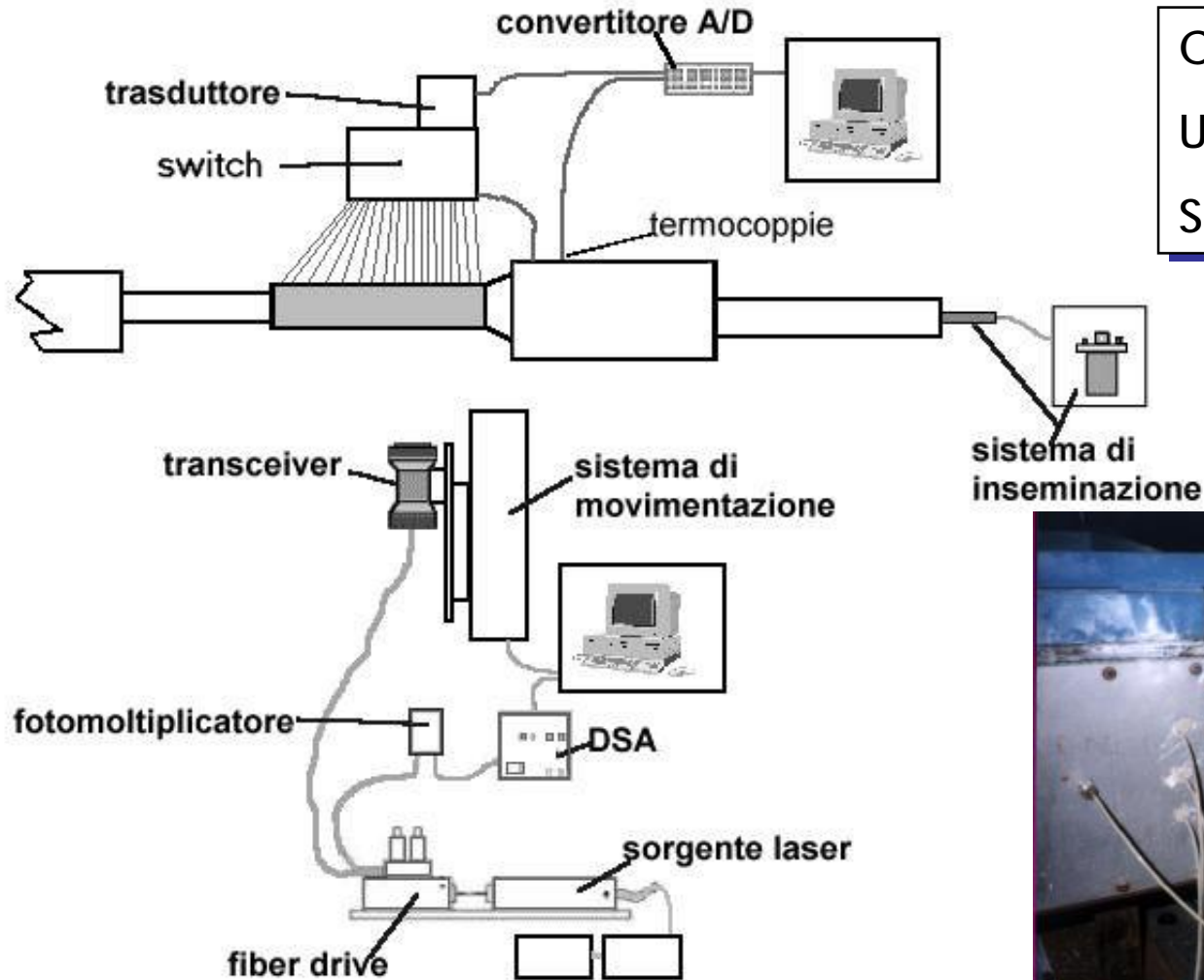
Accesso per iniezione seeding a monte della camera di calma



Galleria architettura



Galleria Strumentazione

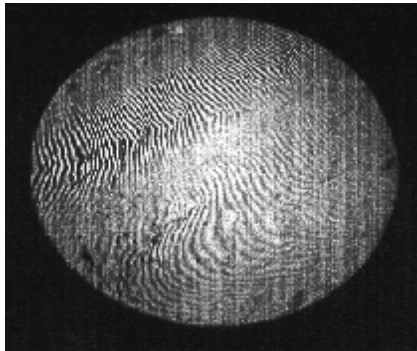


Camera di calma P_{tot} e T
 Ugello 100 P_s
 Scarico P_{tot}

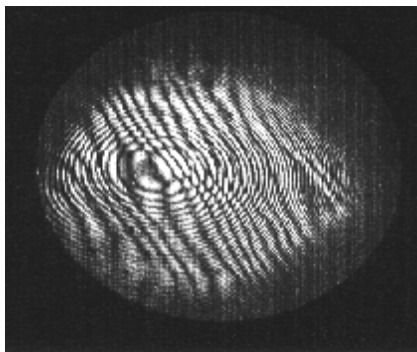


Galleria accesso ottico

Parallelismo



Lastra non lavorata



Lastra lavorata

Singola faccia

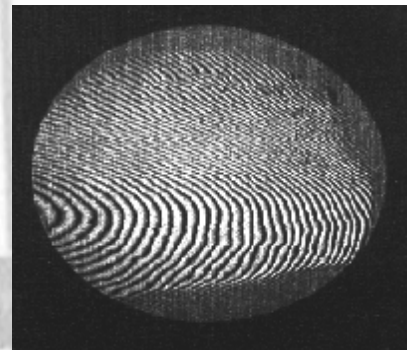
Problemi legati a
pressurizzazione

- Resistenza meccanica
- Serraggio

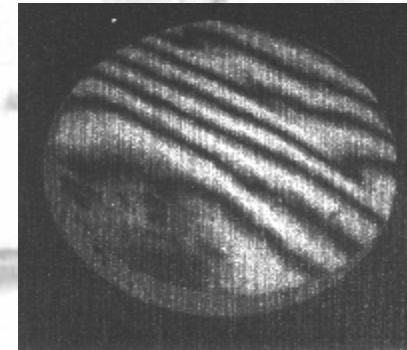
Problemi legati alla
finitura superficiale

- ü Distorsione del volume sonda
- ü Aumento del rumore
- ü Interferenza

Planarità



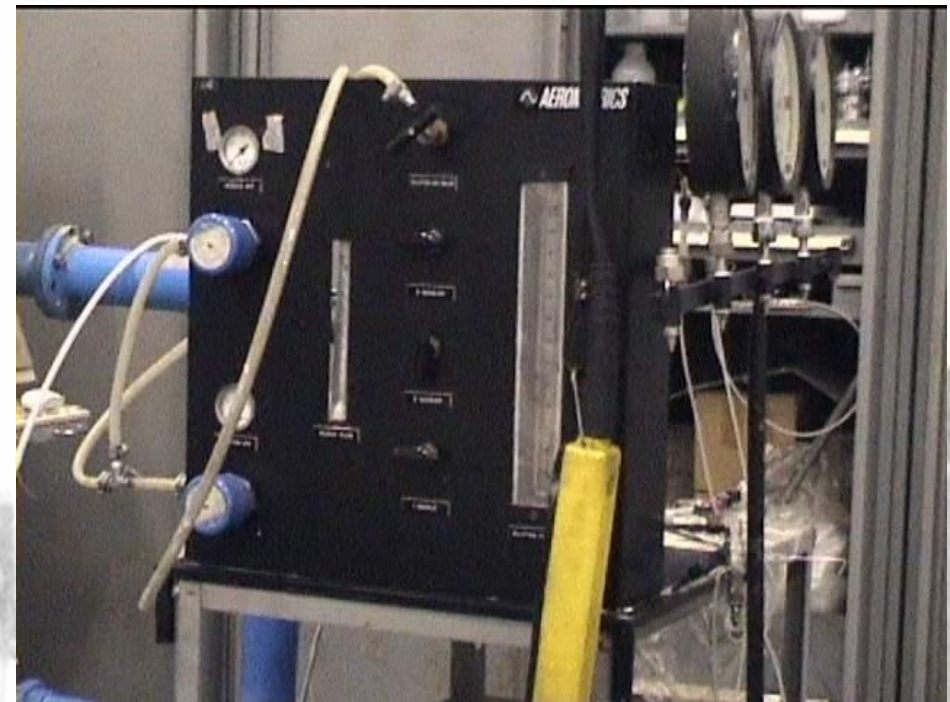
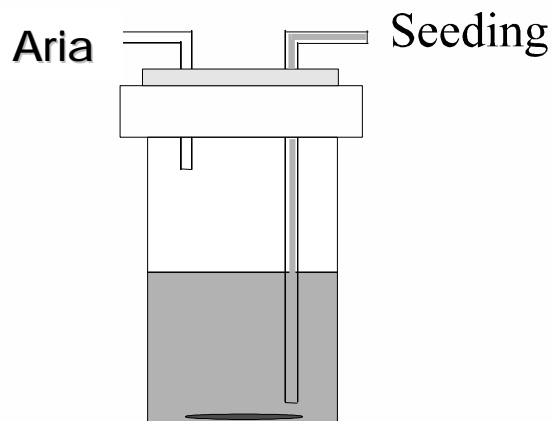
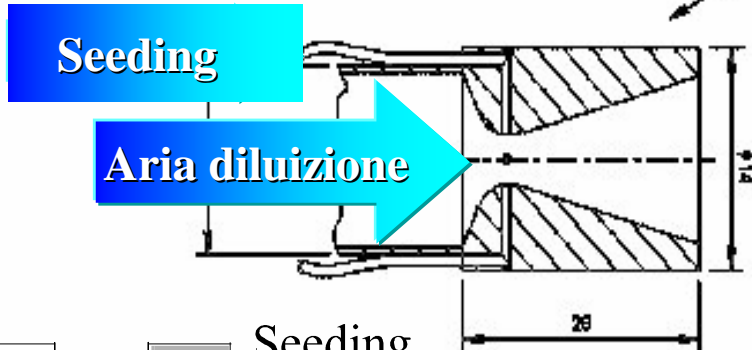
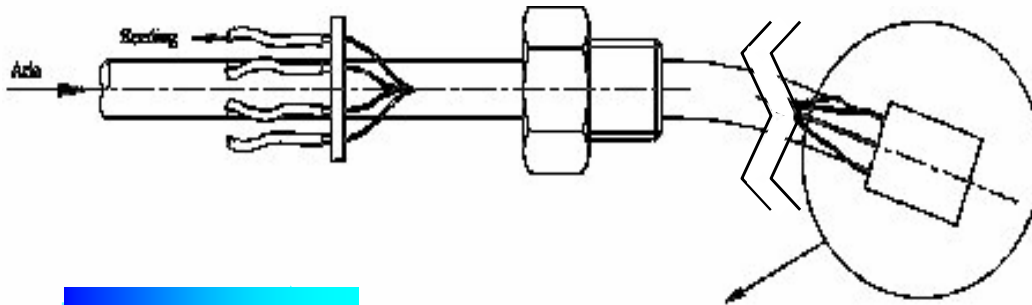
Lastra non lavorata



Lastra lavorata

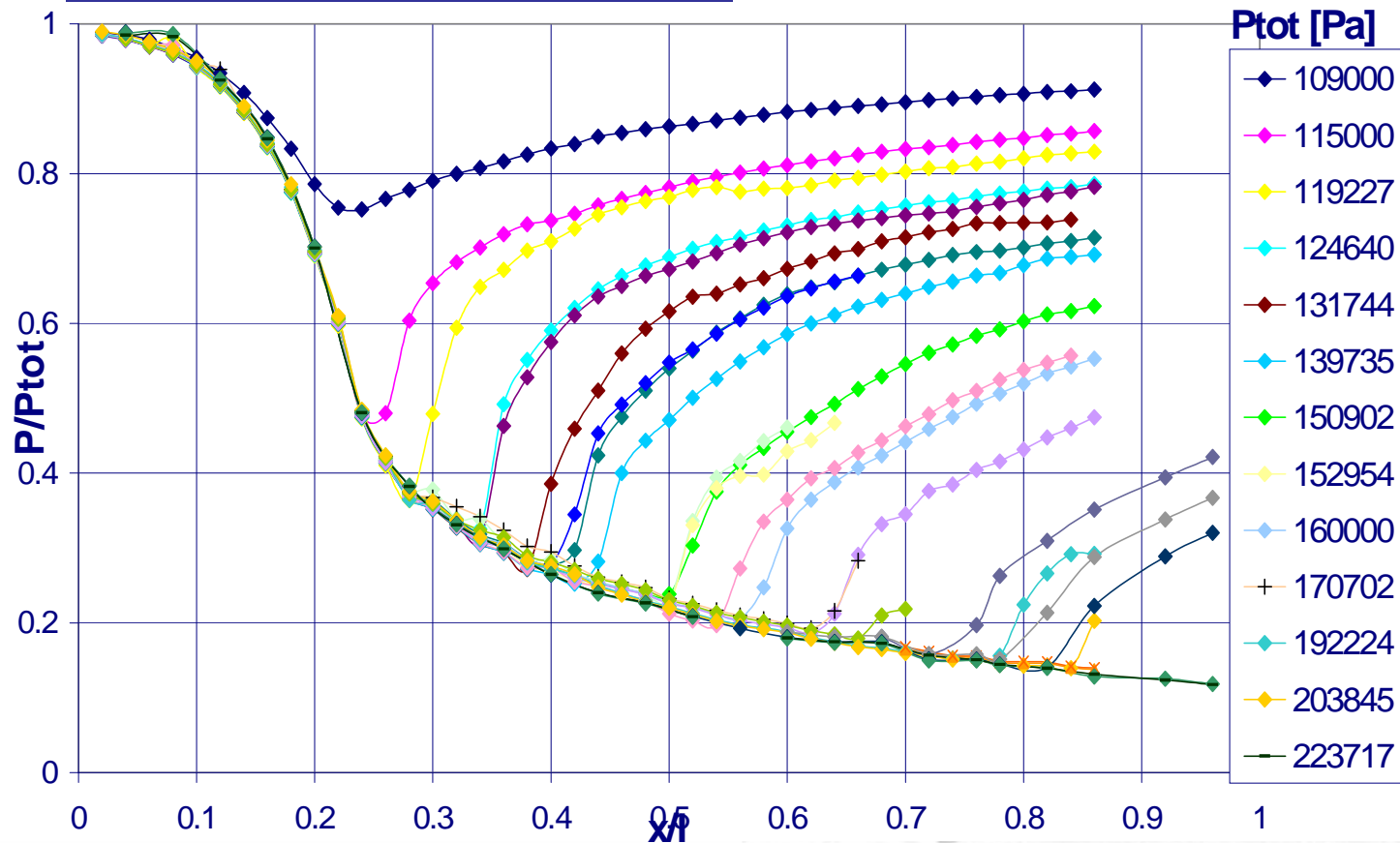
In trasparenza

Galleria Sistema d'inseminazione

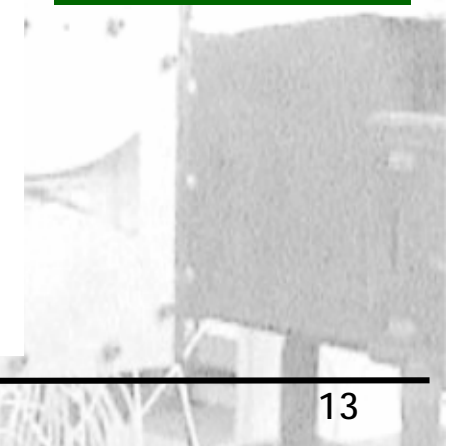


Galleria Caratterizzazione

Funzionamento stabile
Condizioni ripetibili nel tempo

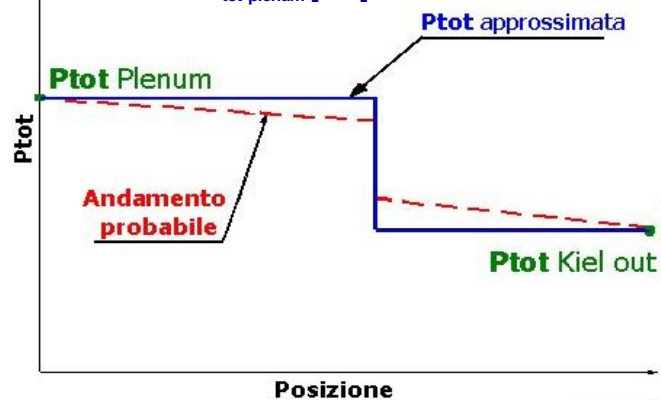
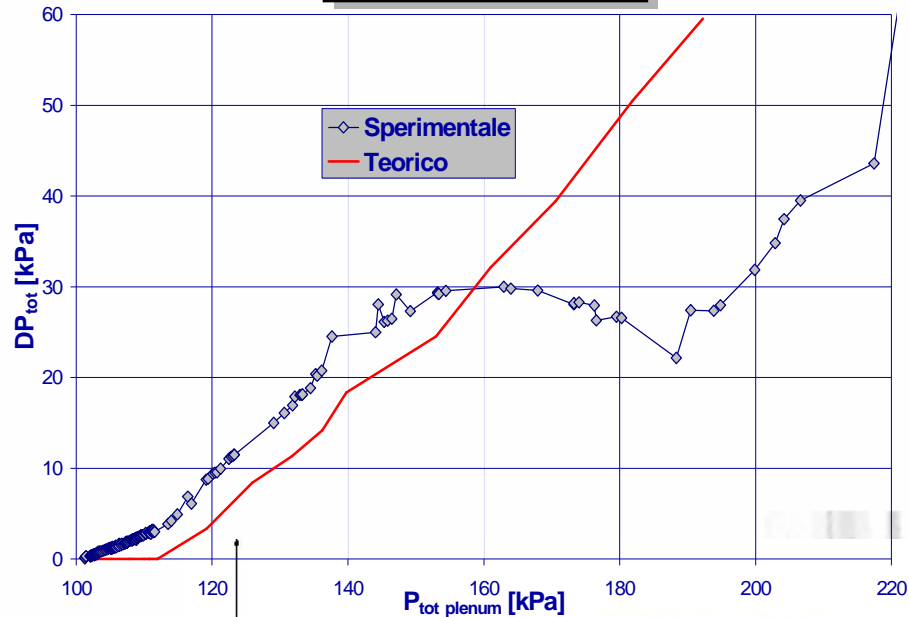


Comprensione accurata del funzionamento della galleria per passaggio da misure di P e T al valore della V di riferimento

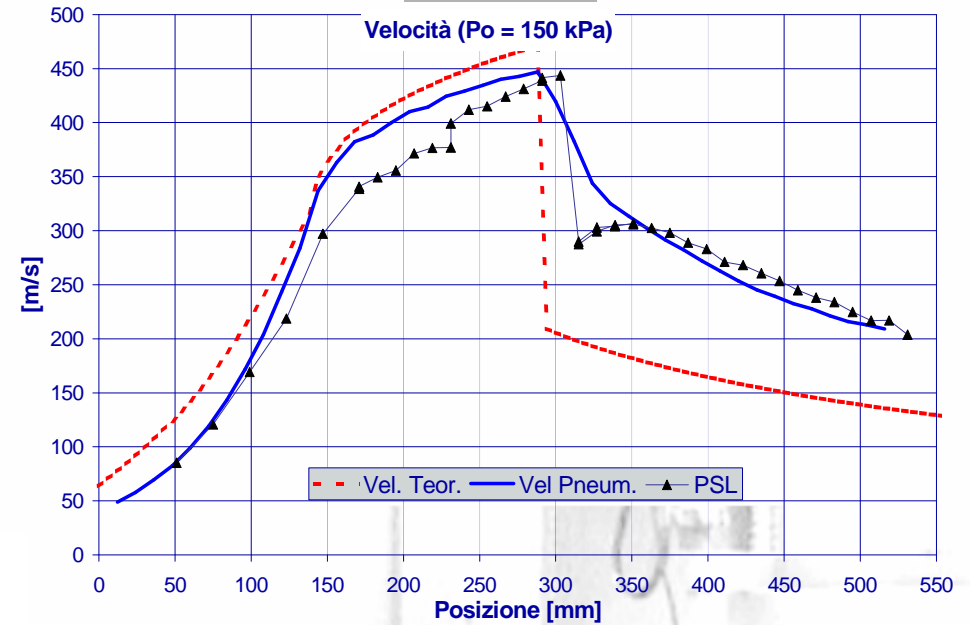


Galleria Caratterizzazione

Pneumatica



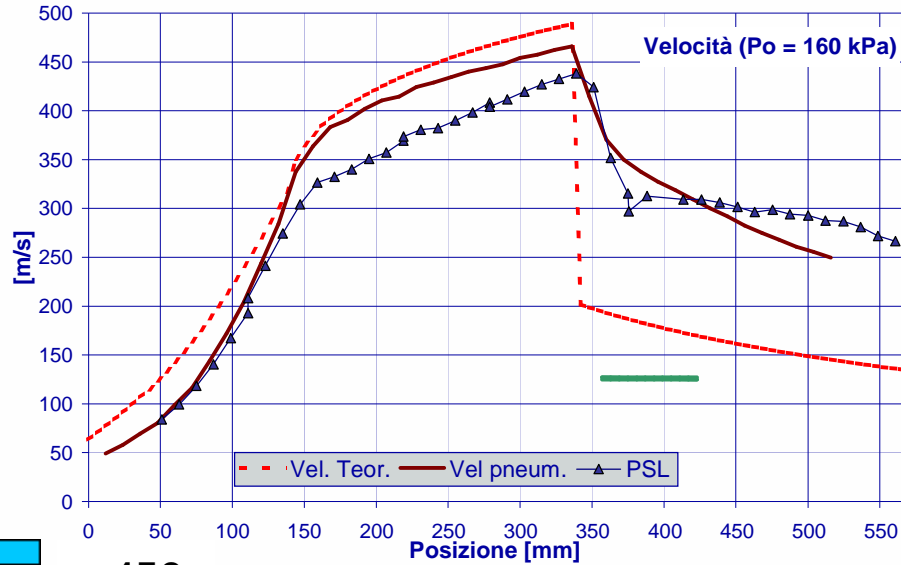
LDV



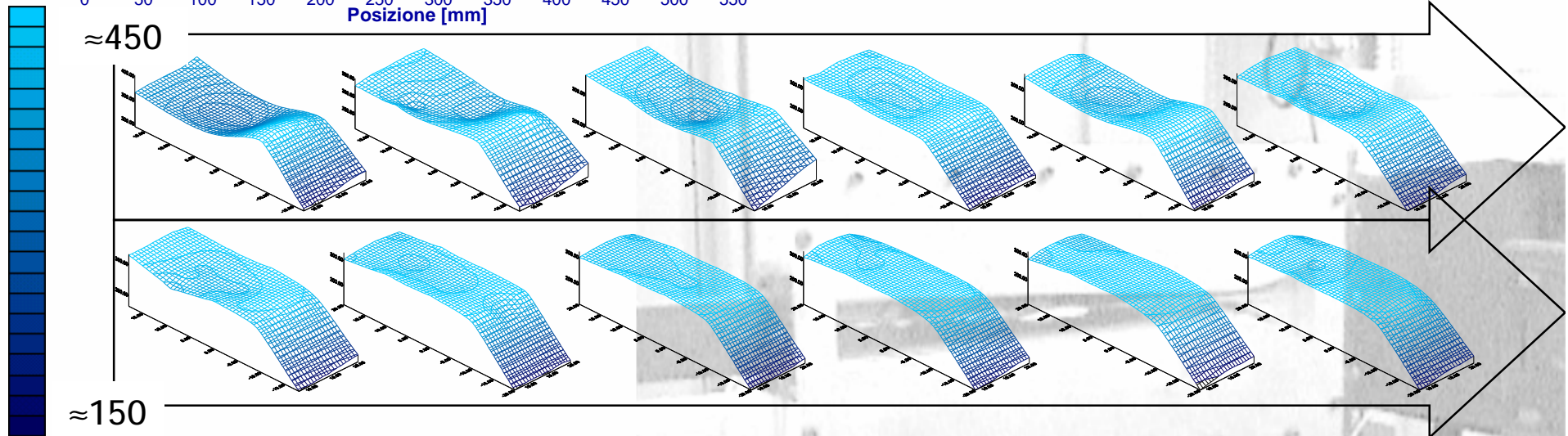
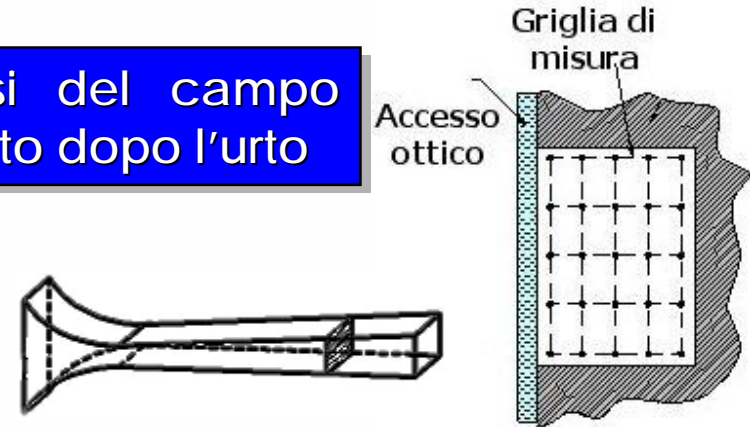
Differenze tra V_{teor} , V_{pn} e V_{LDV}
Andamento su urto

- ritardo del seeding
- brusco rallentamento
- nuova accelerazione

Galleria Caratterizzazione LDV



Analisi del campo di moto dopo l'urto

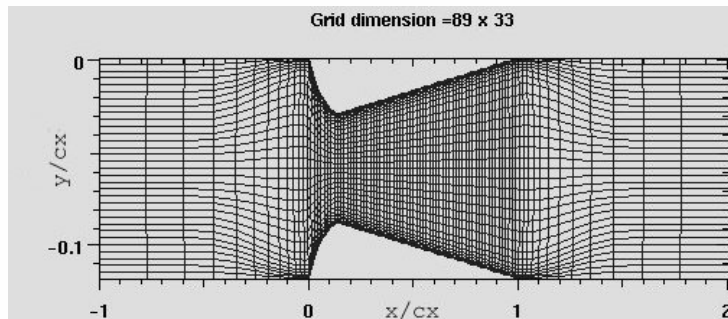
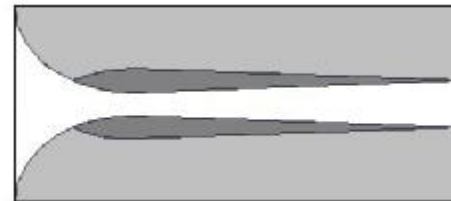
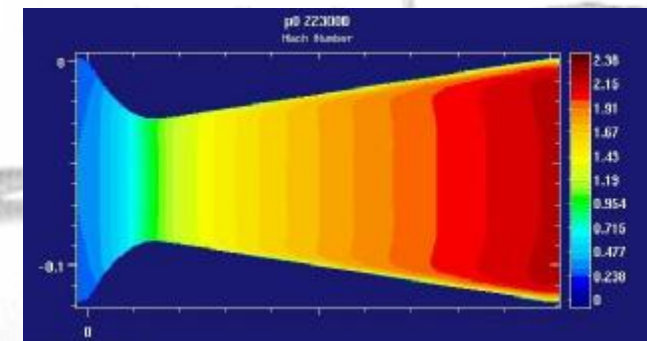
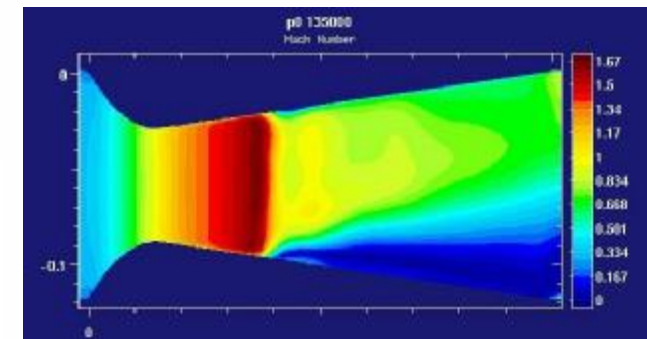
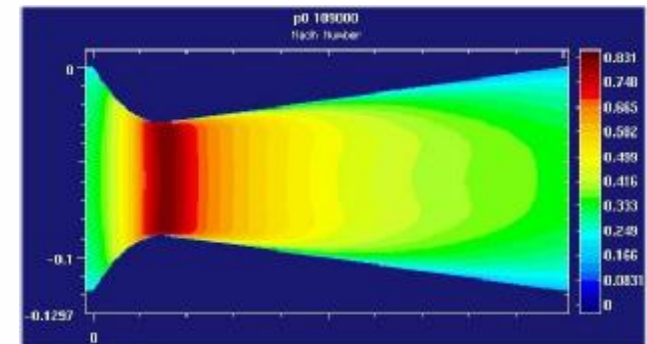


Galleria Simulazione numerica

Codice TRAF2D sviluppato all'interno del D•E

Il codice risolve le equazioni di Navier-Stokes utilizzando griglie di tipo H e C e impiega il modello di turbolenza di Baldwin-Lomax. (Arnone, A., Swanson, R.C., 1993 e Arnone, A., Swanson, R.C., 1993)

Geometria ugello da due profili alari affiancati



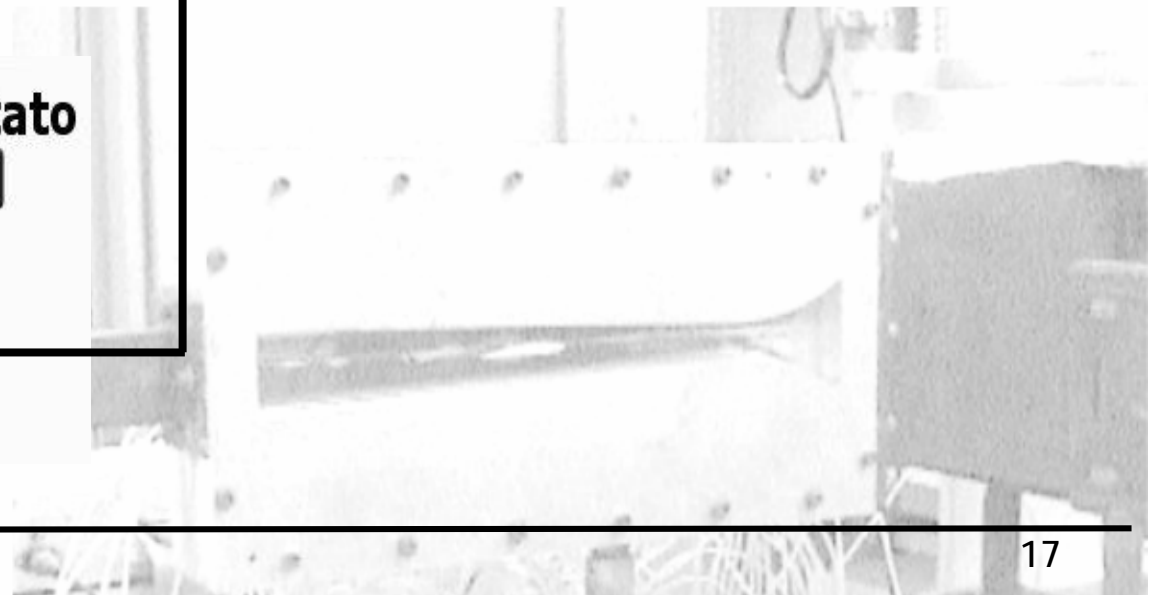
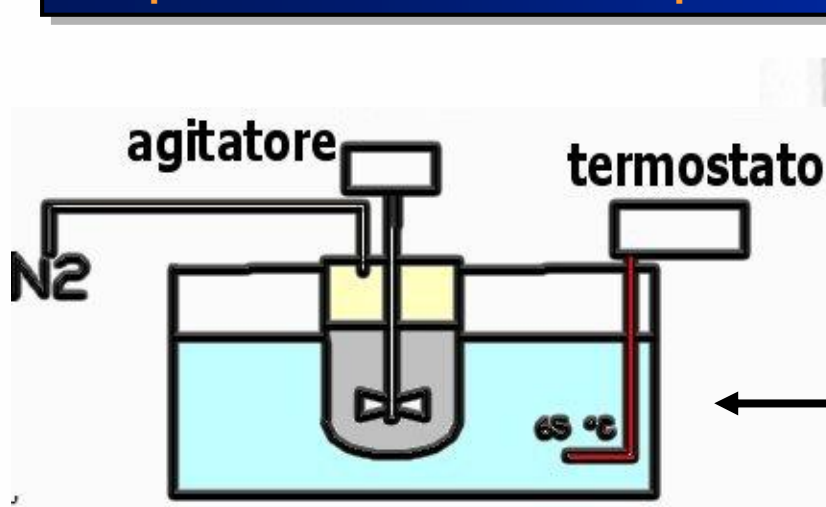
Seeding utilizzati

Sospensioni in acqua al 10% di Allumina (AKP 15, AKP 30 Buehler e Alfa), Ossido di Titanio e Ossido di Zirconio

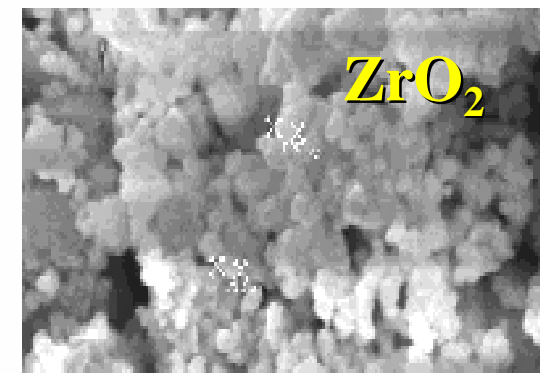
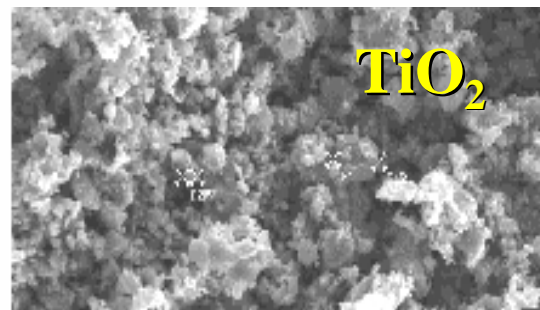
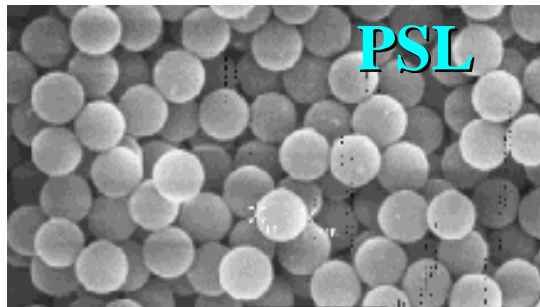
Agitatore e bagno ultrasonico

Sospensione in soluzione acida per creare repulsione tra particelle ed evitare l'agglomerazione (M.P. Wernet, *et al.* 1994)

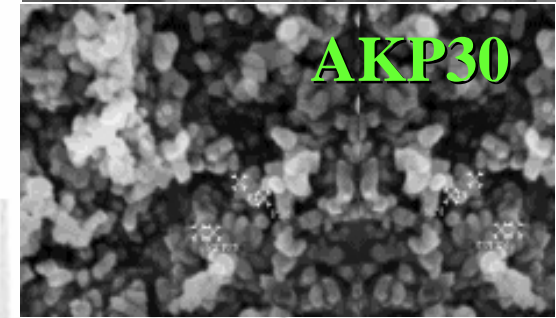
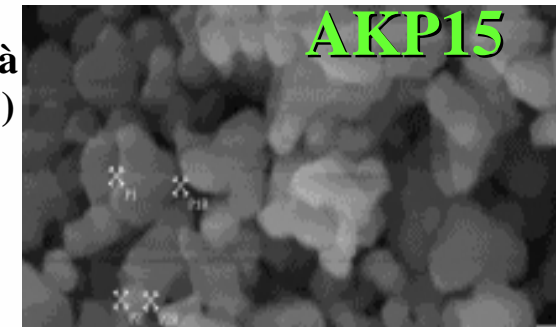
Sospensione di PSL in acqua. Reattore



Seeding utilizzati



	\bar{A}_{med} (mm)	Indice Rifr.	T Fus. (°C)	Densità (g/cm ³)
PSL	0.8	1.6	<200	1.05
TiO ₂	2	2.53	<3000	3.84
ZrO ₂	1-3	2.19	»2700	5.49
AKP15	0.62	1.76	»2000	3.99
AKP30	0.39	1.76	»2000	3.99
Alfa All.	1	1.76	»2000	3.99
Buehler	0.3	1.76	»2000	3.99



Caratterizzazione seeding

ØQualità dinamiche

ØDispersione dati (RMS)

ØData rate

Ø"Pulizia"

Capacità di seguire il flusso

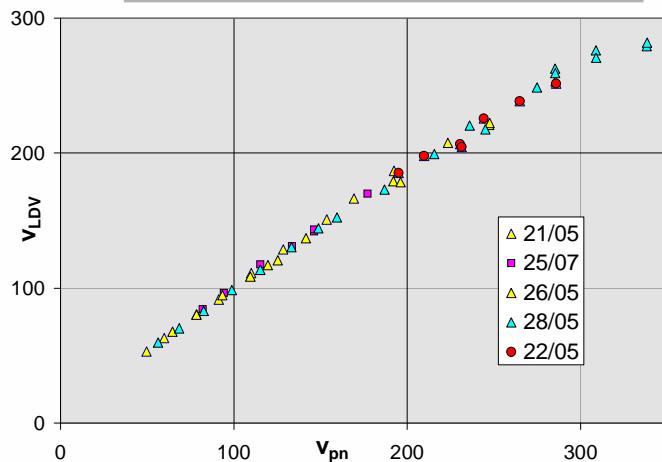
- Elevate accelerazioni
- "Gradini" di velocità

Esasperazione condizioni del flusso per rendere critica la risposta

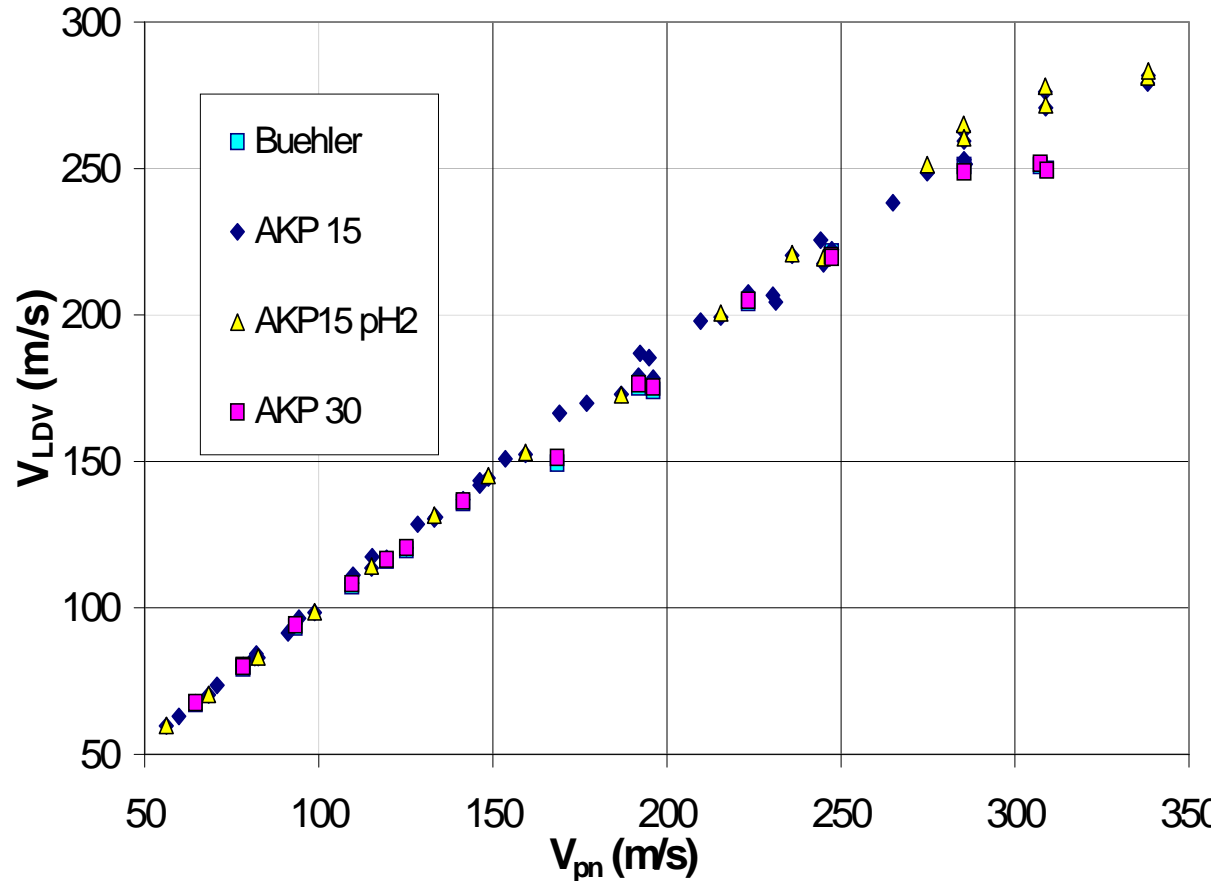
Flusso accelerante

Flusso supersonico con urto

Ripetibilità

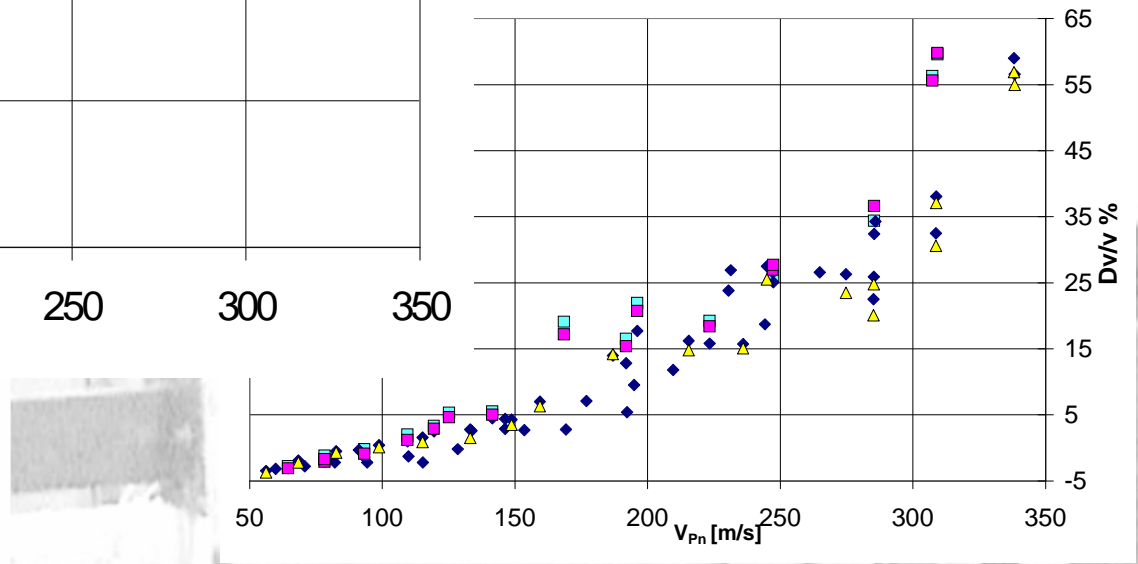


Caratterizzazione seeding Profilo accelerante



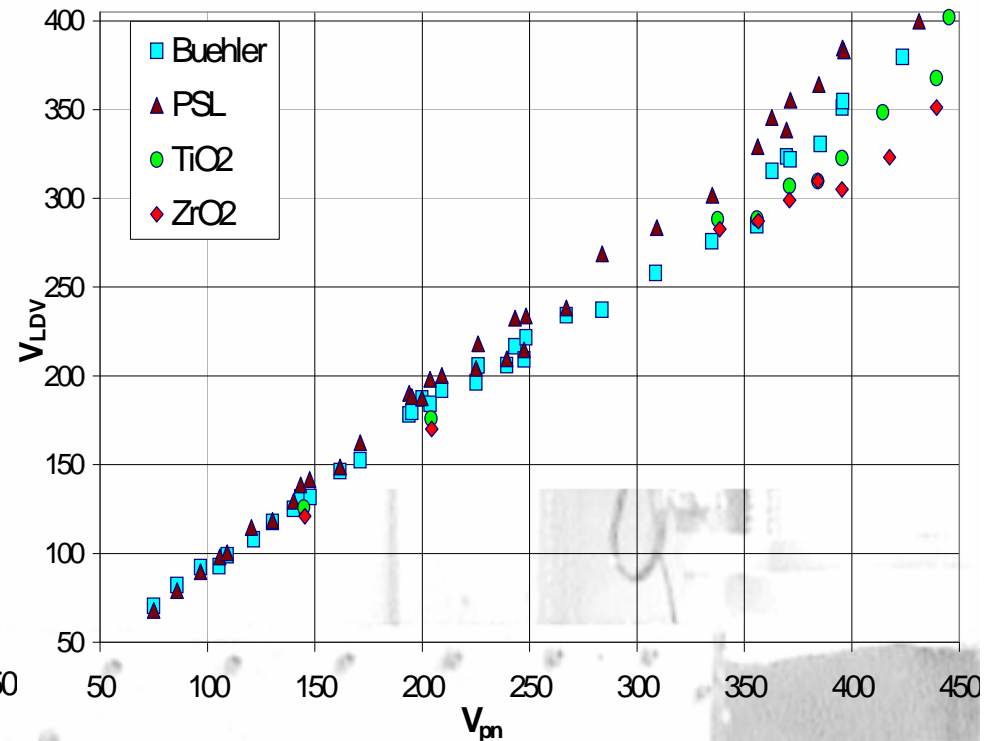
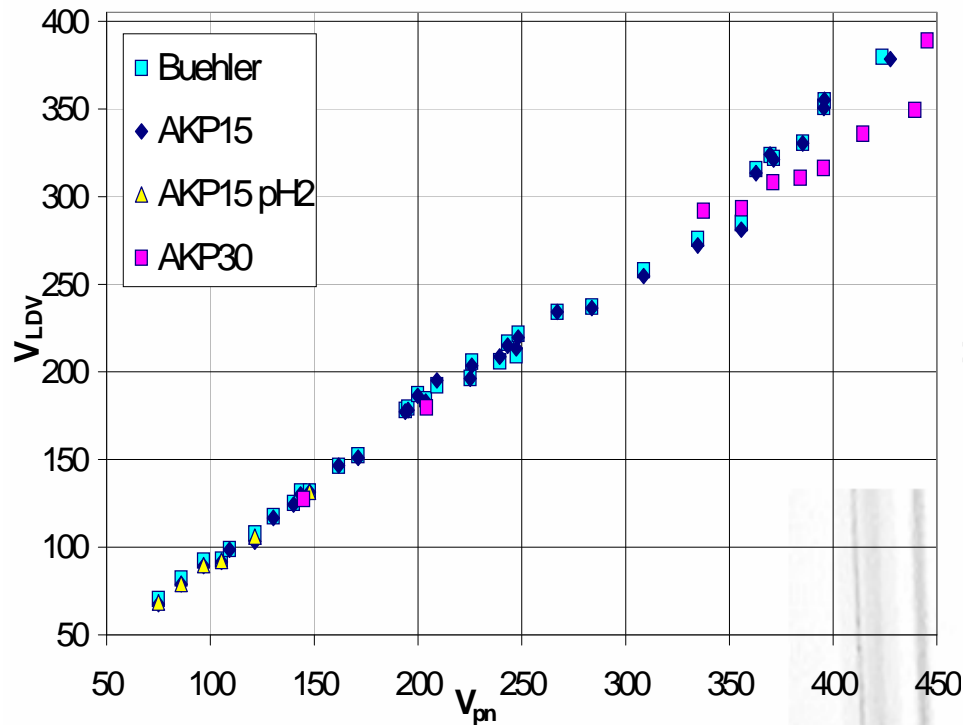
Prove con ottica 300 mm

Sospensione acida non da particolari benefici
AKP30: peggior risposta



Caratterizzazione seeding Profilo accelerante

Prove con ottica 500 mm



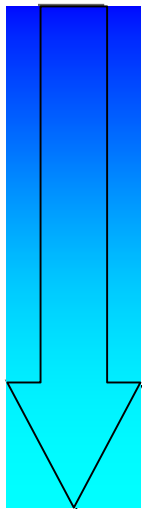
Buehler e AKP15 scarti del 10-12% con data rate di » 2000 camp/s
Nessun effetto della sospensione acida
AKP 30 peggiori scarti e data rate

PSL: minor scarto (6%) e RMS, data rate di » 3000 camp/s
TiO₂: elevati data rate
ZrO₂: scarti fino a 17%

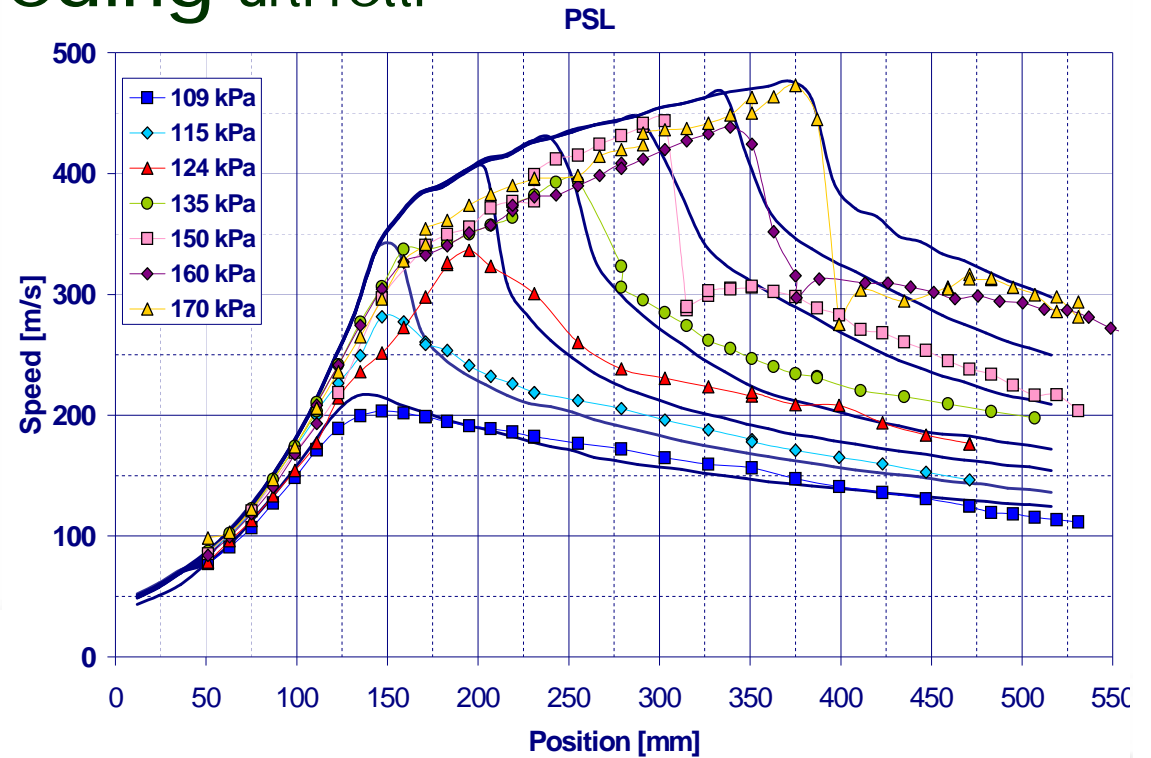
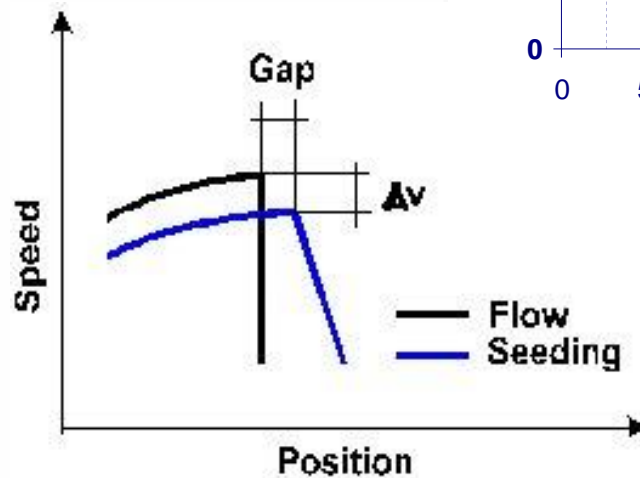
Caratterizzazione seeding urti retti

• 7 valori di P_t nel plenum

- 109 kPa ($v_{max} \approx 216$ m/s)
- 115 kPa ($v_{max} \approx 336$ m/s)
- 124 kPa ($v_{max} \approx 404$ m/s)
- 135 kPa ($v_{max} \approx 429$ m/s)
- 150 kPa ($v_{max} \approx 447$ m/s)
- 160 kPa ($v_{max} \approx 466$ m/s)
- 170 kPa ($v_{max} \approx 476$ m/s)



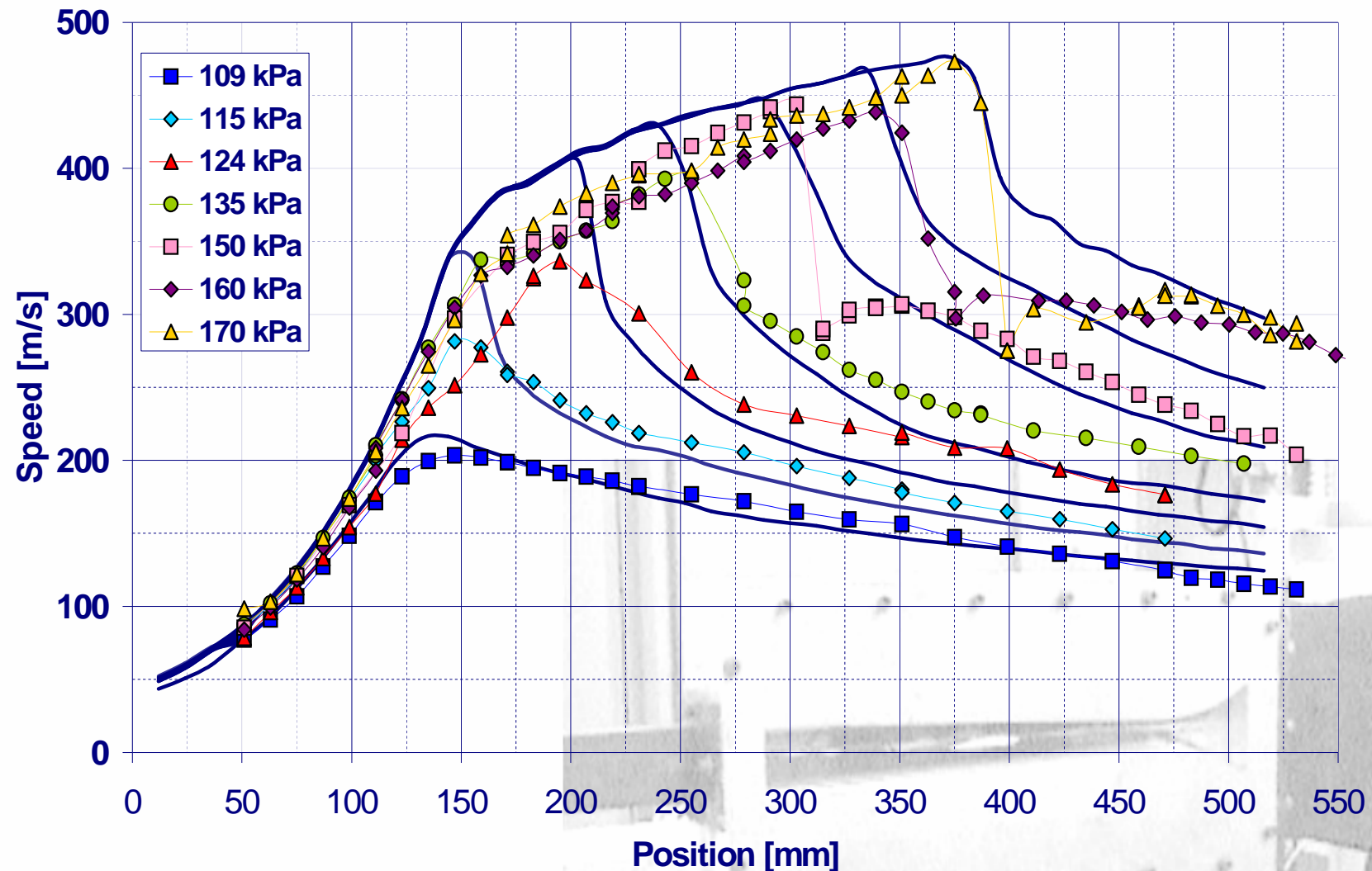
**Intensità
dell'urto
crescente**



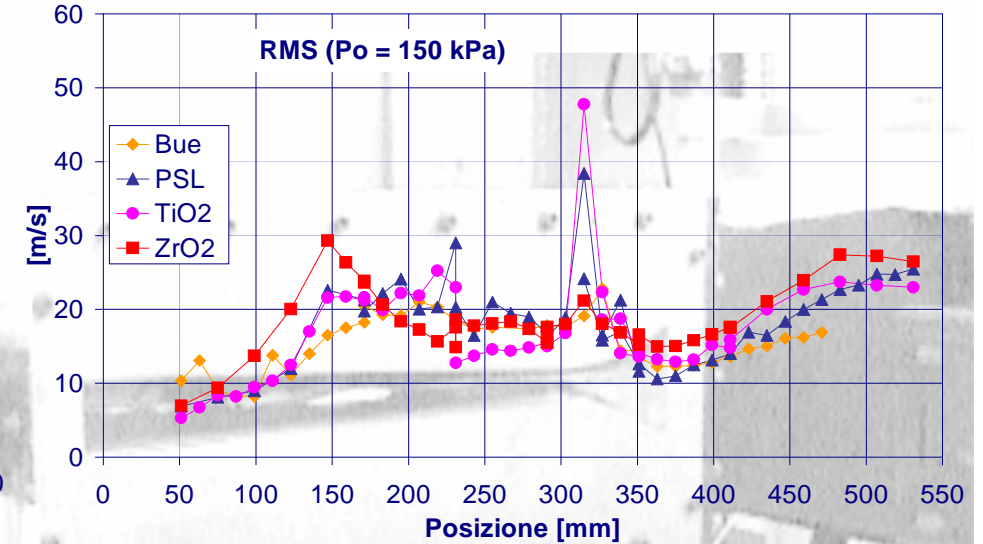
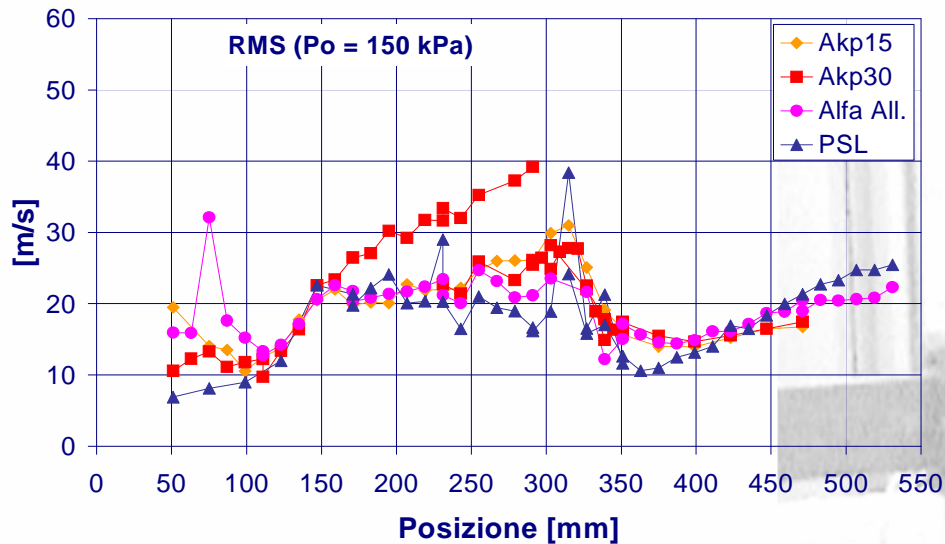
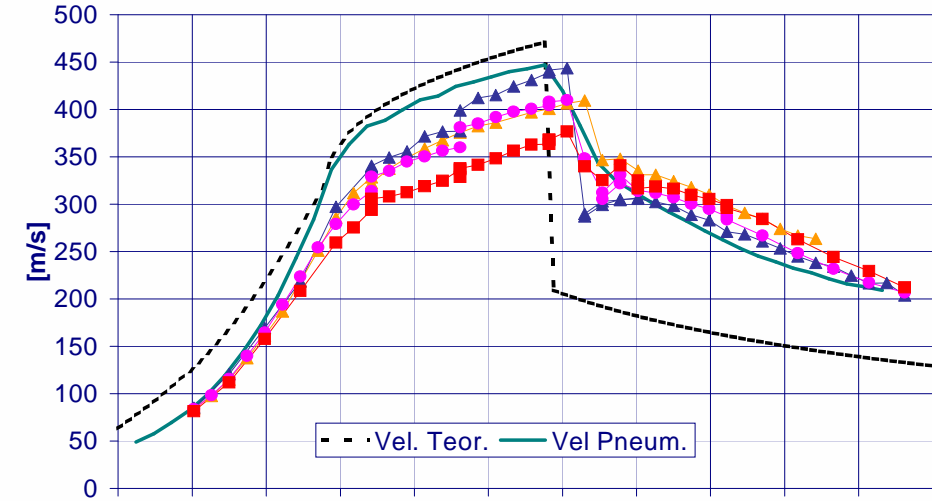
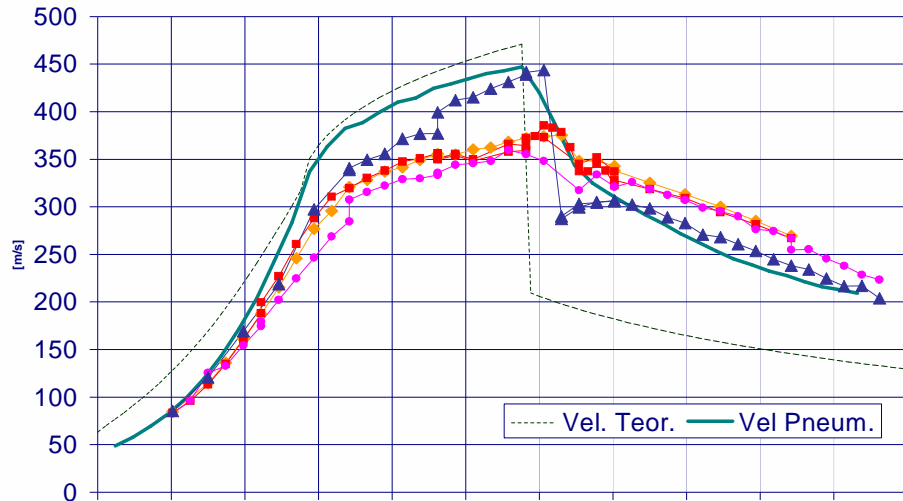
- Curva pneumatica nota
- Perdita di velocità e ritardo
- Efficacia dell'RMS

Caratterizzazione seeding urti retti

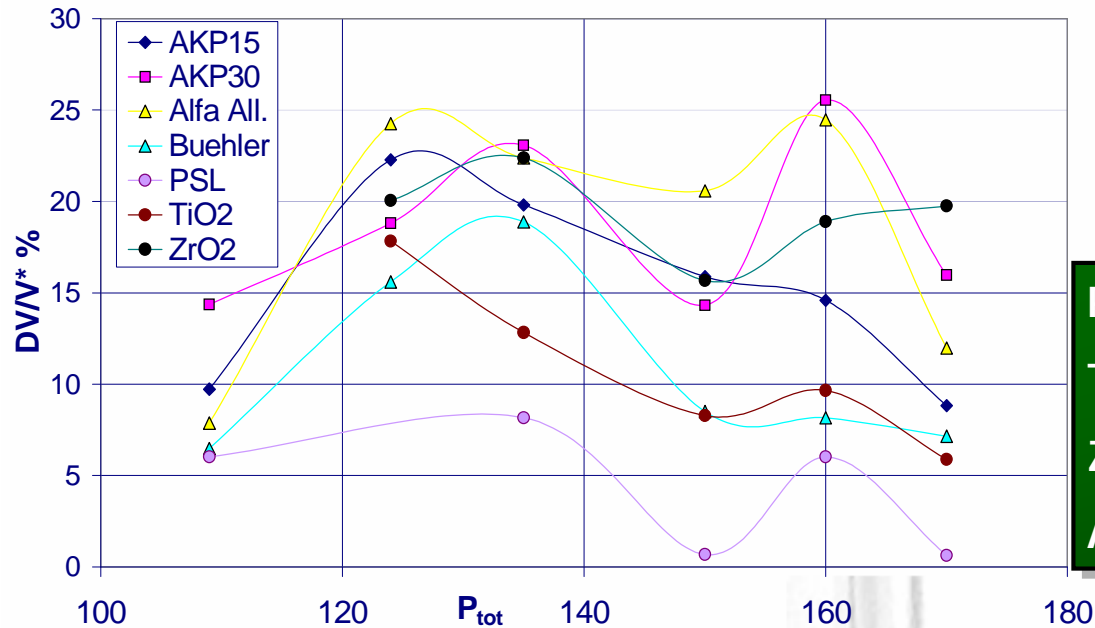
PSL



Caratterizzazione seeding urti retti



Caratterizzazione seeding urti retti

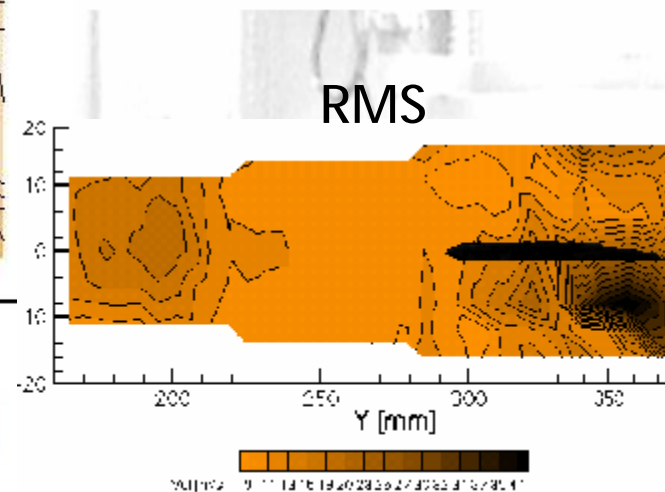
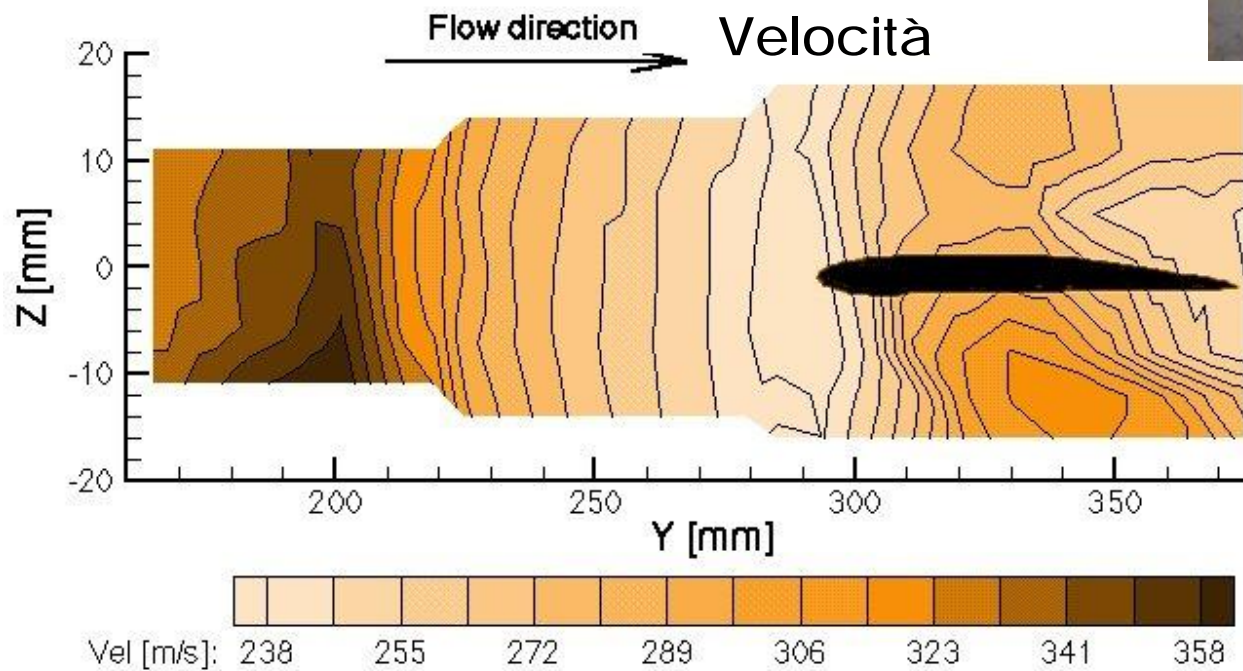
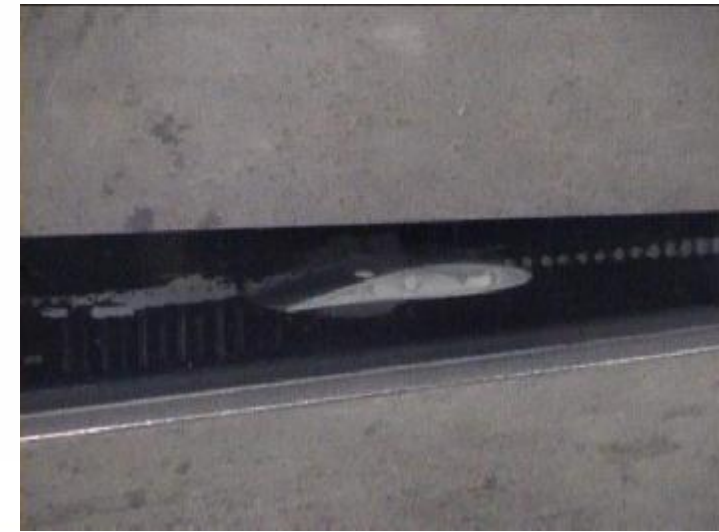


PSL: bassi scarti e RMS, aderisce
 TiO₂: bassi scarti e elevato scattering
 ZrO₂: elevati scattering e inerzia
 Al₂O₃: migliori Buehler e AkP15

	Pressione Totale in Camera di Calma (kPa)					
	170	160	150	135	124	109
AKP15	8.8	14.6	15.9	19.8	22.3	9.7
AKP30	16.0	25.5	14.3	23.1	18.8	14.4
Alfa All.	12.0	24.5	20.6	22.4	24.3	7.9
Buehler	7.1	8.2	8.5	18.9	15.6	6.5
PSL	0.6	6.0	0.7	8.2	...	6.0
TiO ₂	5.9	9.7	8.3	12.8	17.8	...
ZrO ₂	19.7	18.9	15.7	22.4	20.0	...

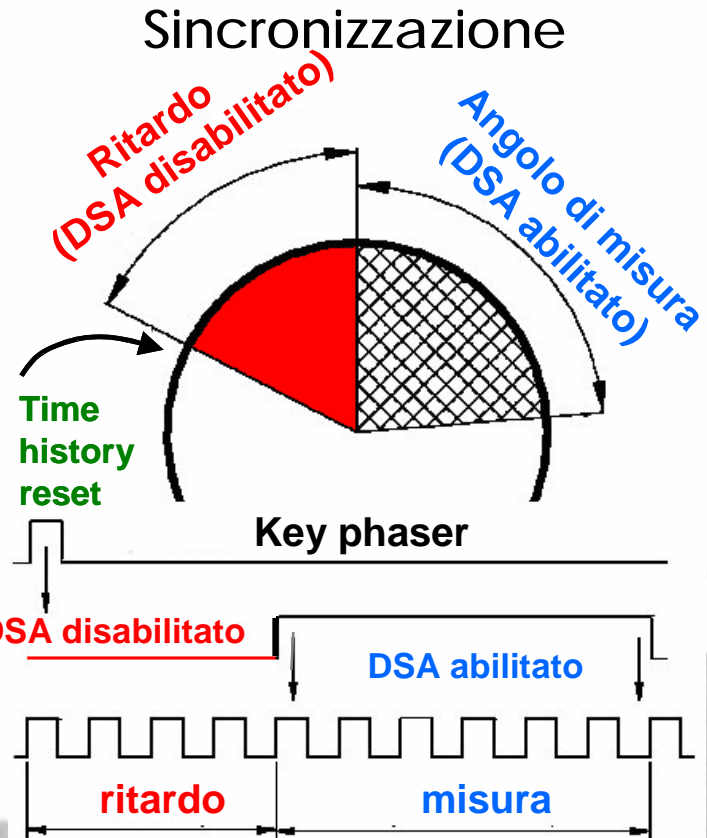
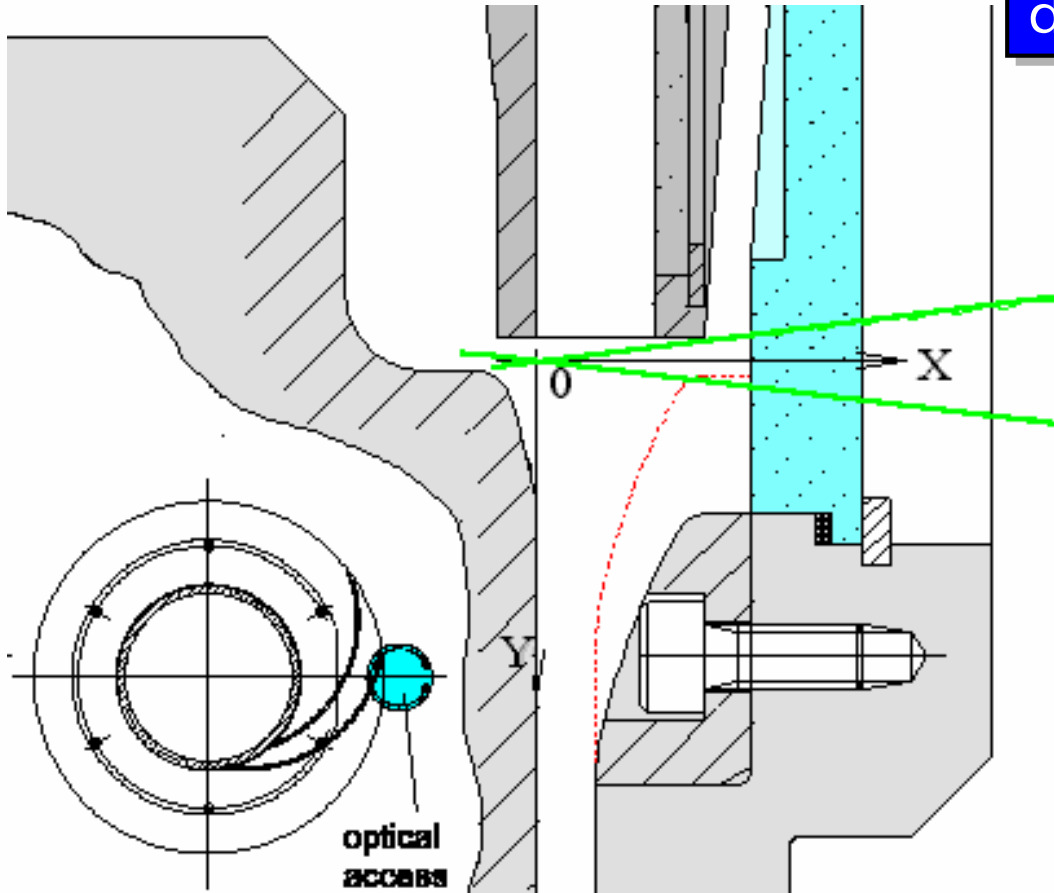
Applicazioni

Profilo all'interno dell'ugello



Applicazioni

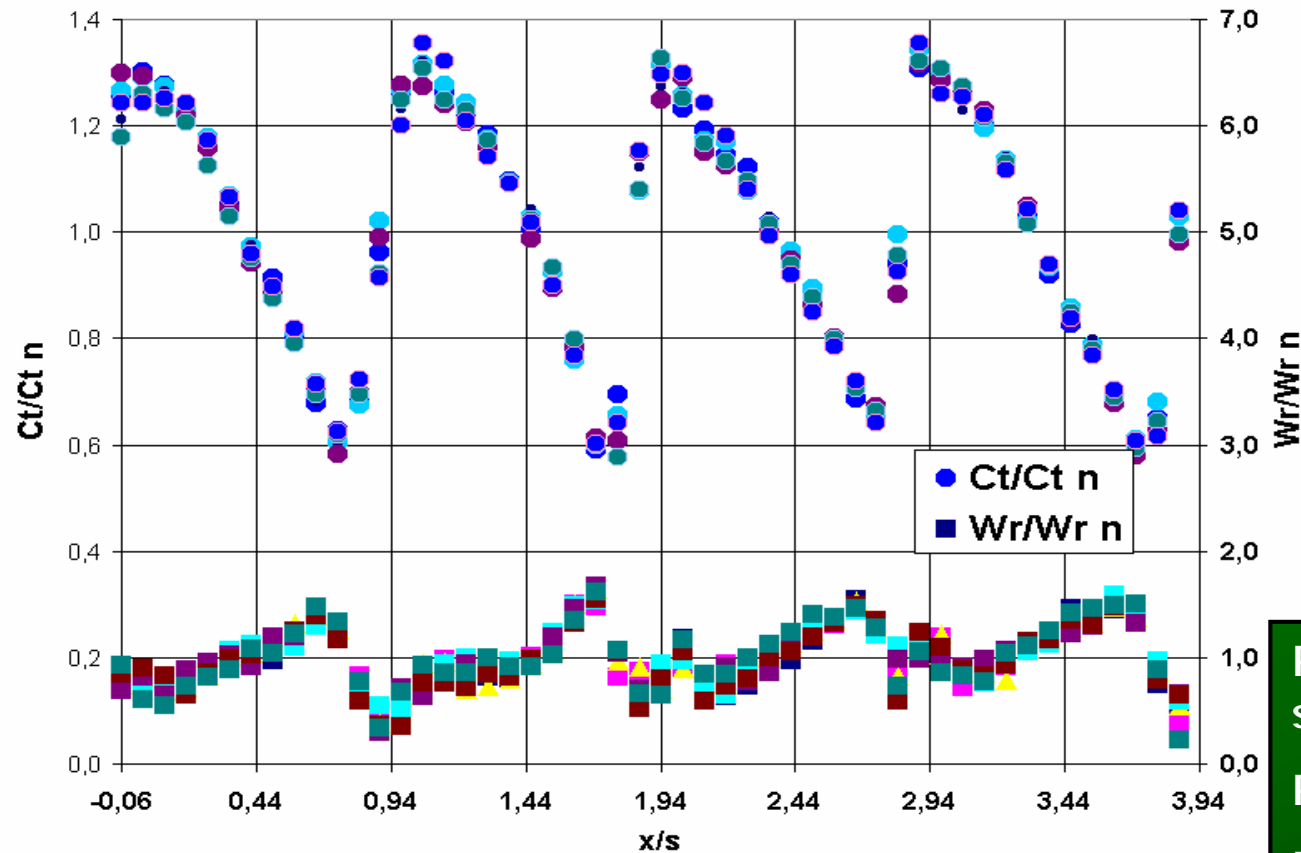
Misure allo scarico della girante di un compressore centrifugo



Diametro esterno	f_{ext}	250 [mm]
N° di pale		13

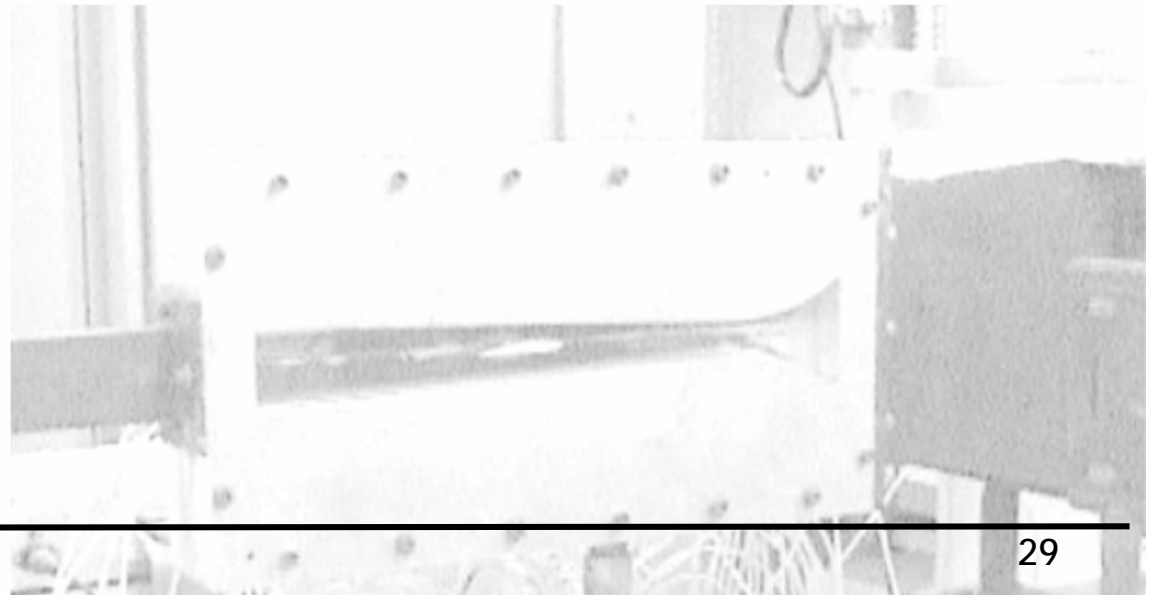
- Key phaser su albero veloce
- Encoder 18000 su albero lento

Applicazioni



Ricostruzione del profilo su sistema rotante
Ripetitività delle misure
Dimensioni vano ridotte





Conclusioni

Ø Galleria

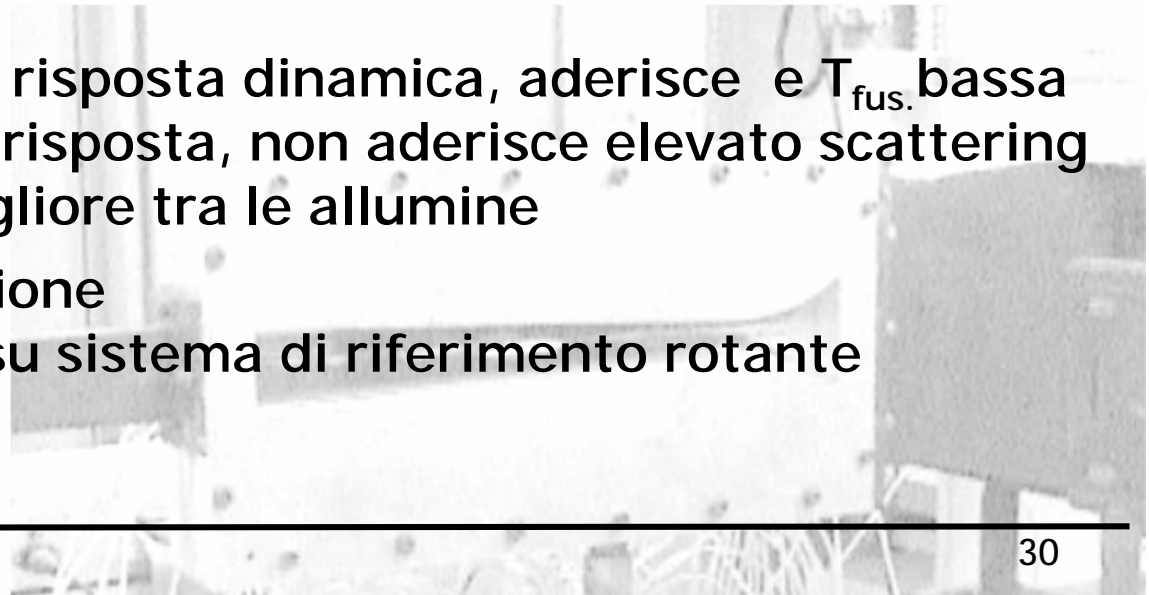
- Simulazione campo di velocità
- Set up del sistema in "ambiente noto"
- Sperimentazione di tecniche di insemminazione
- Caratteristiche dell'accesso ottico
- Valutare le prestazioni di seeding diversi

Ø Caratterizzazione seeding

- 7 diversi tipi di seeding
- Soluzione acida
 - PSL: miglior risposta dinamica, aderisce e $T_{fus.}$ bassa
 - TiO_2 : buona risposta, non aderisce elevato scattering
 - Buehler: migliore tra le allumine

Ø Sistema di sincronizzazione

- Profili di velocità su sistema di riferimento rotante



Stato dell'arte

ØSeeding

Caratterizzazione $SNR = f(\text{Sorgente laser, ottiche, caratteristiche fisiche seeding})$
(Adrian e Earley, 1976)

Criteri per valutazione delle caratteristiche dinamiche seeding (d_a , t e f) e della tecnica d'inseminazione
(Menon e Lai, 1991)

ØGalleria e sistemi d'inseminazione

Varie applicazioni
(Reubush, 1985, Scheiman et al. 1985, Seegmiller 1985)

