

Gruppo di ricerca:

Fabio De Luca
Simone Mancini
Claudio Pensa
Riccardo Pigazzini
Vincenzo Sorrentino

Carene veloci con insufflaggio d'aria sul fondo

Struttura:

1. Il sostentamento idrodinamico delle carene
2. Insufflaggio sotto carena
 - Principio di funzionamento
 - Potenzialità, limiti di applicazione e criticità
2. Ipersostentatori
 - Principio di funzionamento
 - Potenzialità, limiti di applicazione e criticità
3. Applicazione sinergica di entrambi i dispositivi
4. Valutazione dei risultati (caso di studio)
 - Procedura sperimentale
 - Procedura numerica

La R_f è proporzionale a:

- V^2
- W_s
- densità del fluido

e dipende da $Re \Rightarrow (V, L, \nu)$

Non c'è vo contributo determina totale

$W \tan \tau$

Intgr. forze tangenziali

!!!

NB: noi intendiamo agire su:

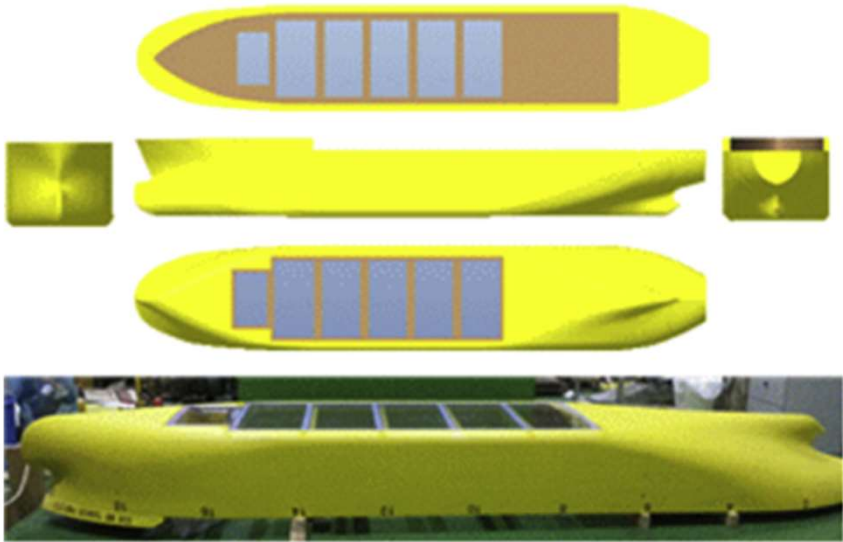
- τ
- W_s
- densità del fluido

[illegible]

Linea a velocità nulla \Rightarrow completa trasformazione dell'energia cinetica in energia di pressione (a rigore, non è esattamente così)

Insufflaggio sotto carena

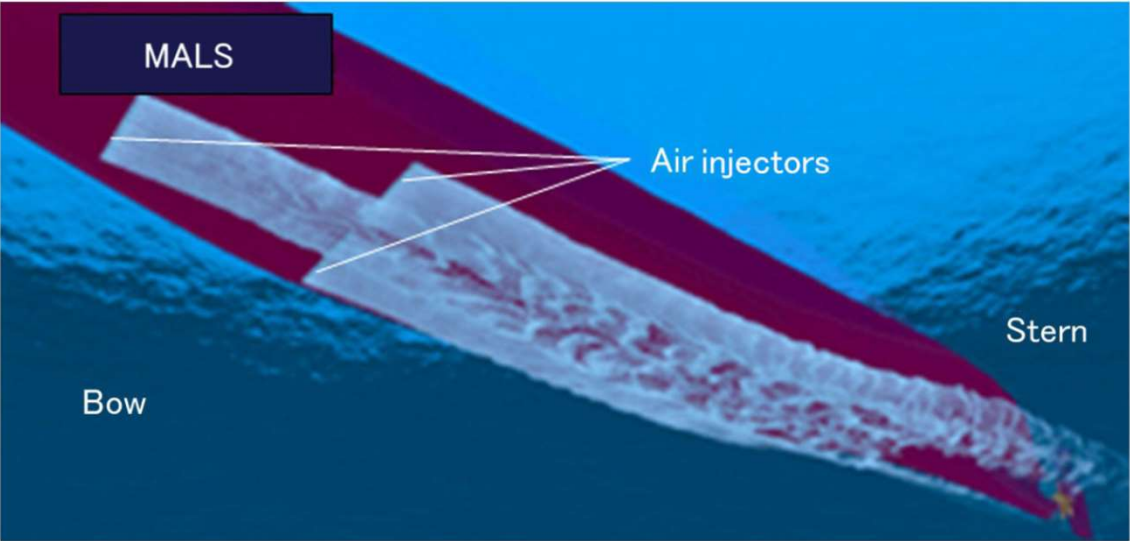
MALS: Mitsubishi Air Lubrication System



Principio di funzionamento

Riduzione della resistenza viscosa (\approx di attrito): l'aria è

- 10^3 volte meno densa e
- 10^2 volte meno viscosa (viscosità dinamica)



Criticità

- confinamento dell'aria
- energia necessaria all'insufflaggio
- ventilazione dei propulsori

Discontinuità di forma \Rightarrow resistenze locali

Proporzionale alle portate ed alla pressione idrostatica (profondità del fondo)

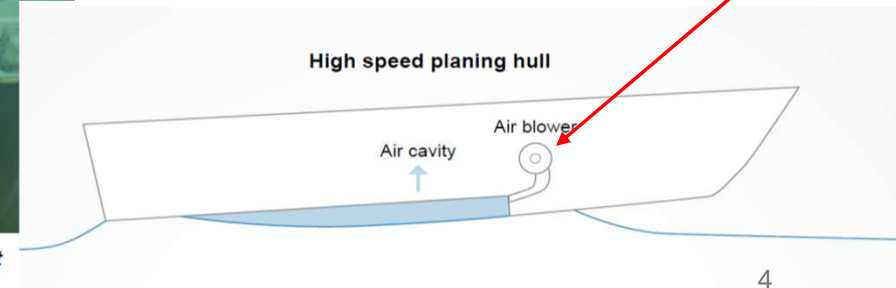
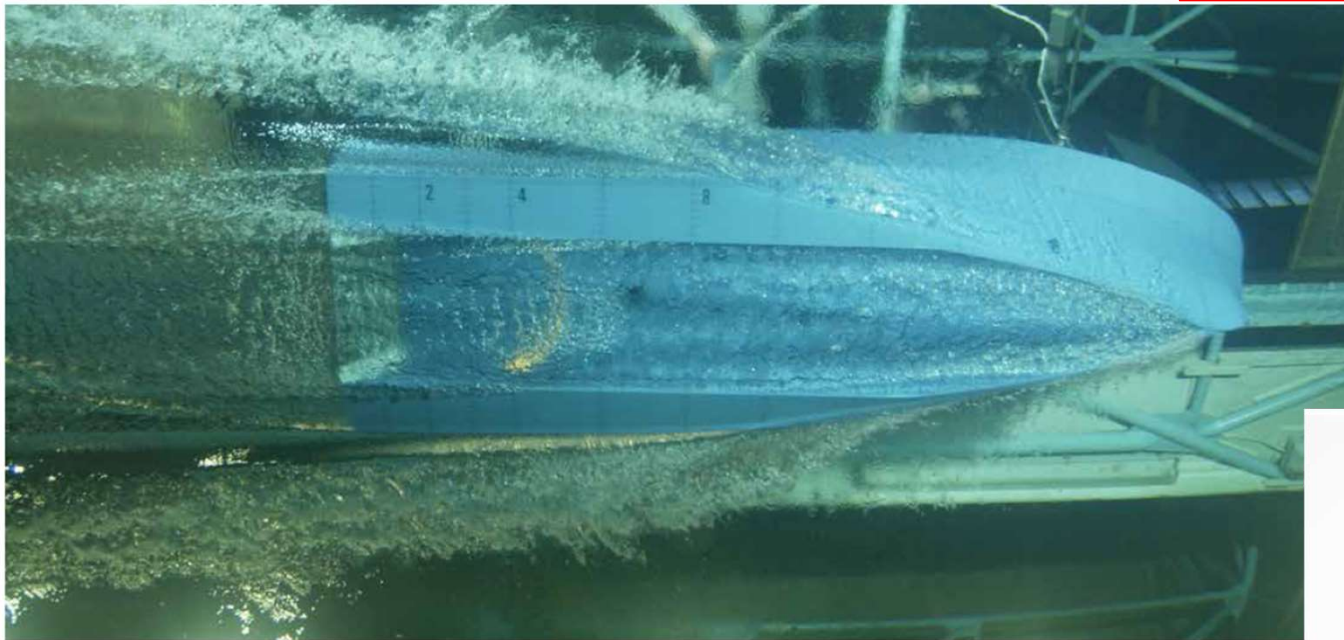
Riduzione dell'efficienza propulsiva

Insufflaggio sotto carena

Carene a sostentamento
idrodinamico parziale o totale

Criticità:

- Nessuna cavità per il confinamento dell'aria (troppo onerose) ma maggiori portate per la velocità di fuga e per la maggiore dispersione
- Alte potenze necessarie per l'insufflaggio per:
 - Le maggiori portate
 - la pressione idrodinamica e
 - la posizione dei canali di accesso dell'aria



ASV hull designed by Effect Ships International AS (SES Europe AS) and tested in SSPA's facility. Read more about the BB GREEN project at www.bbgreen.info. Photo: Anders Mikaelsson, SSPA.

Per capire, osservare l'evidente !!



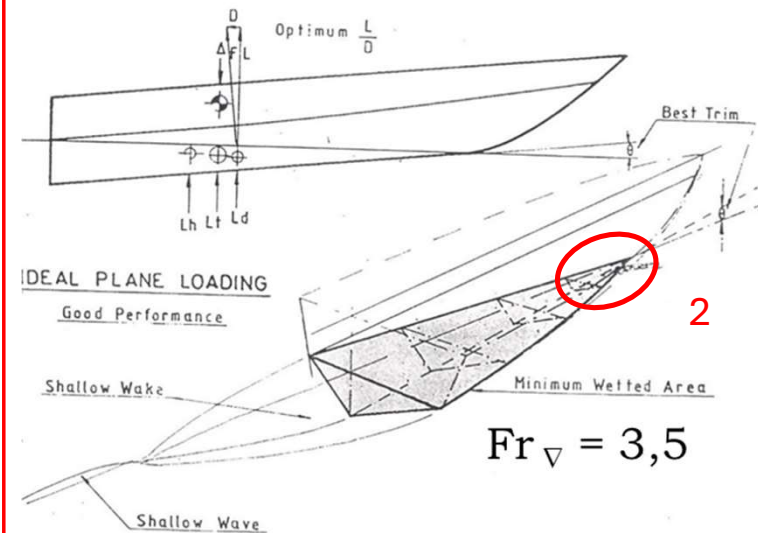
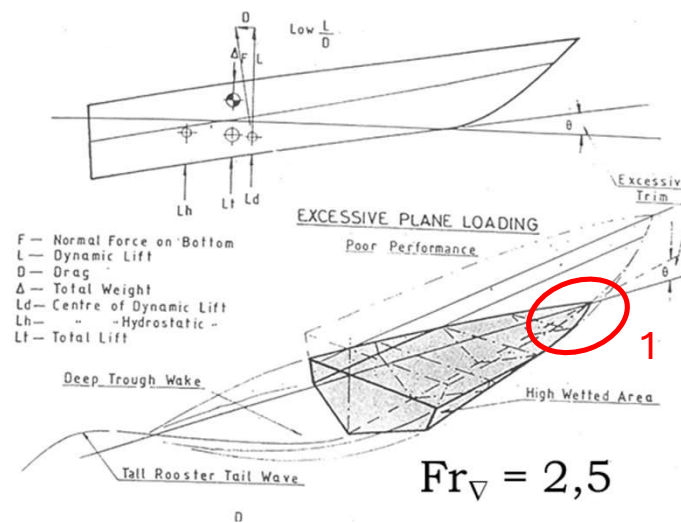
Sostentamento idrodinamico parziale



Sostentamento idrodinamico totale

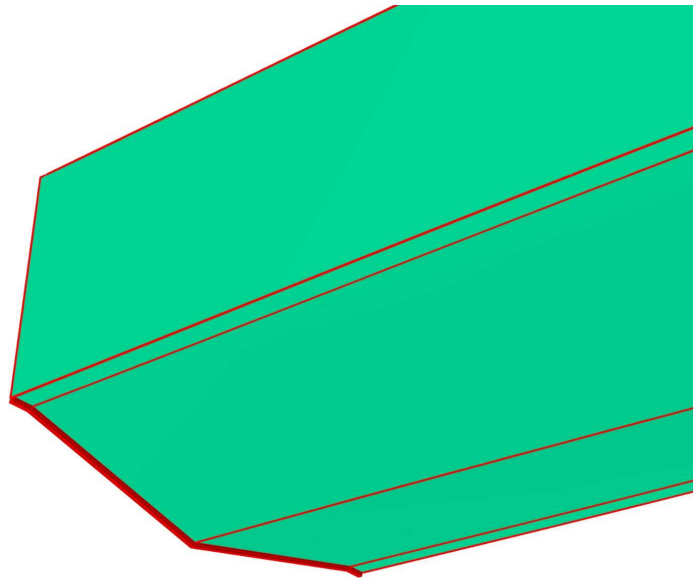
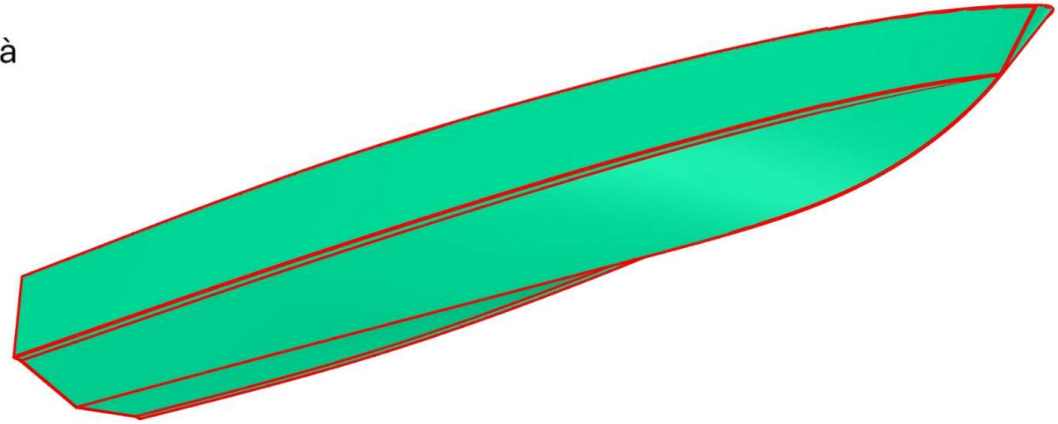
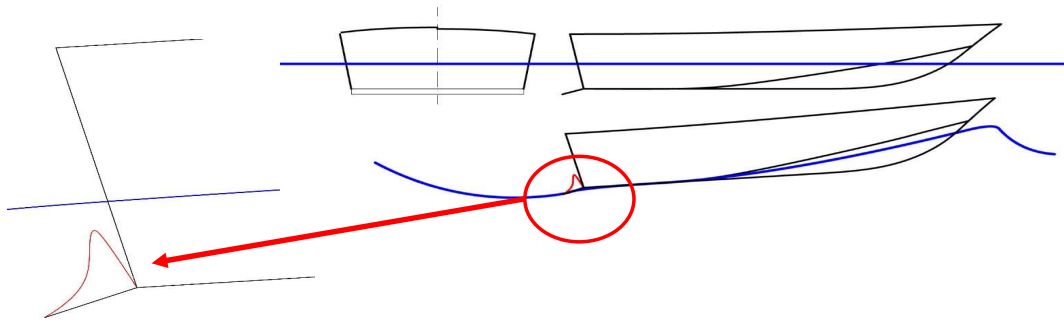
1: piccola divergenza

2: grande divergenza

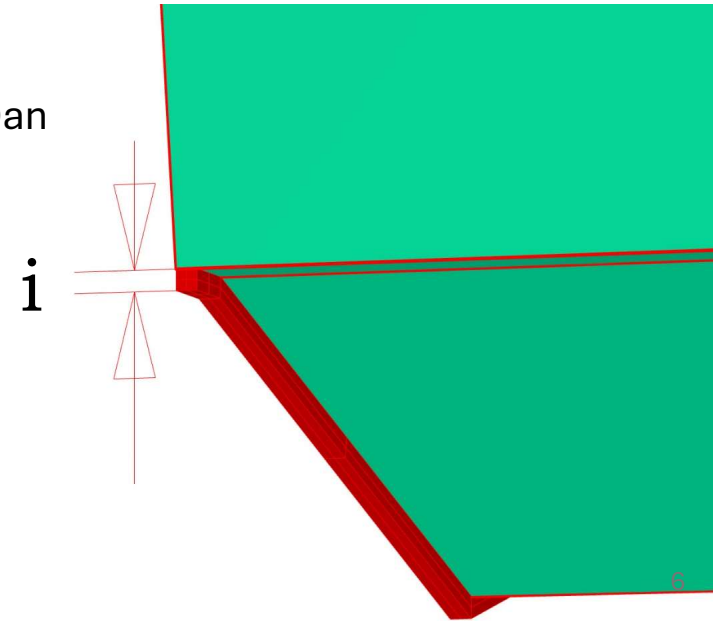


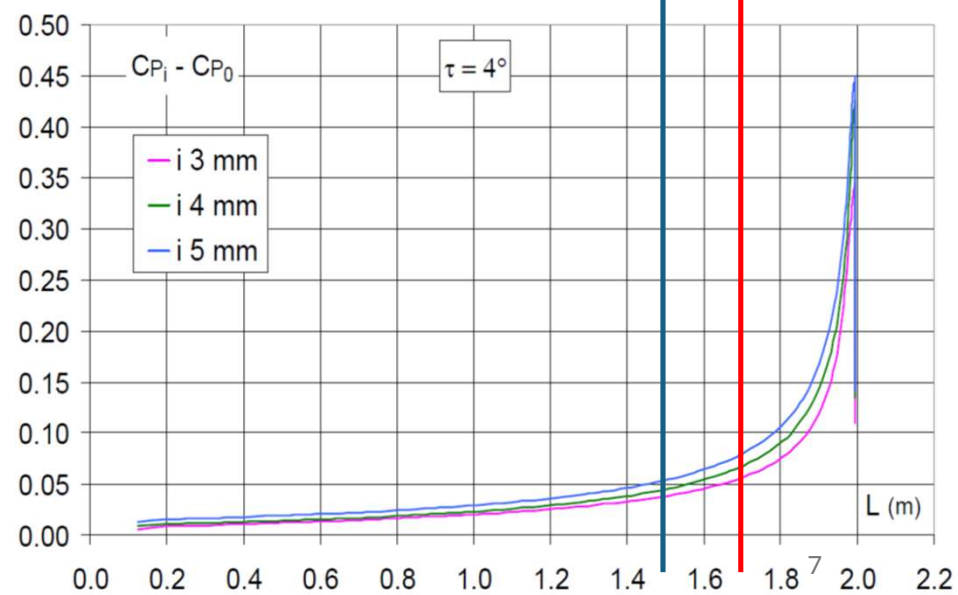
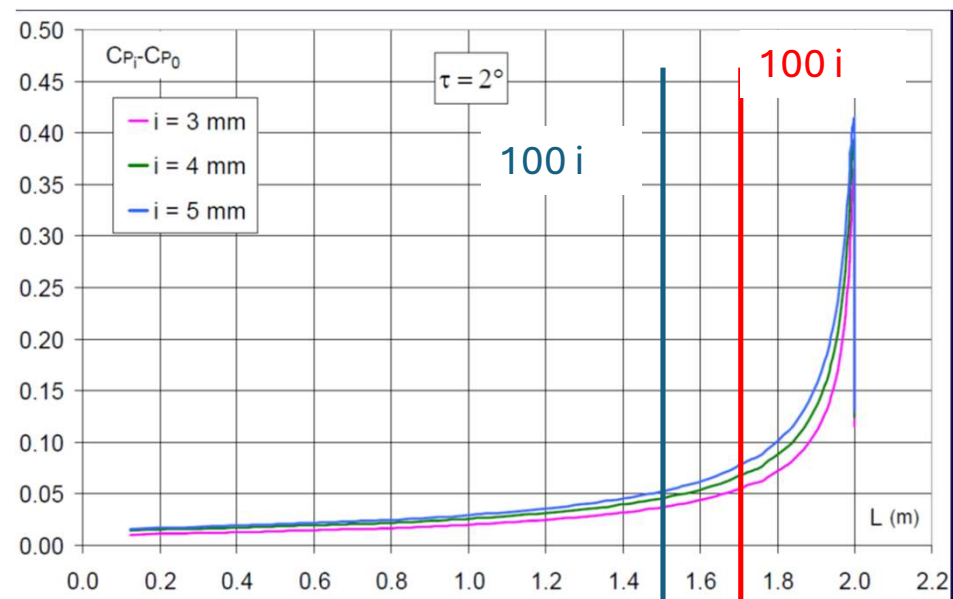
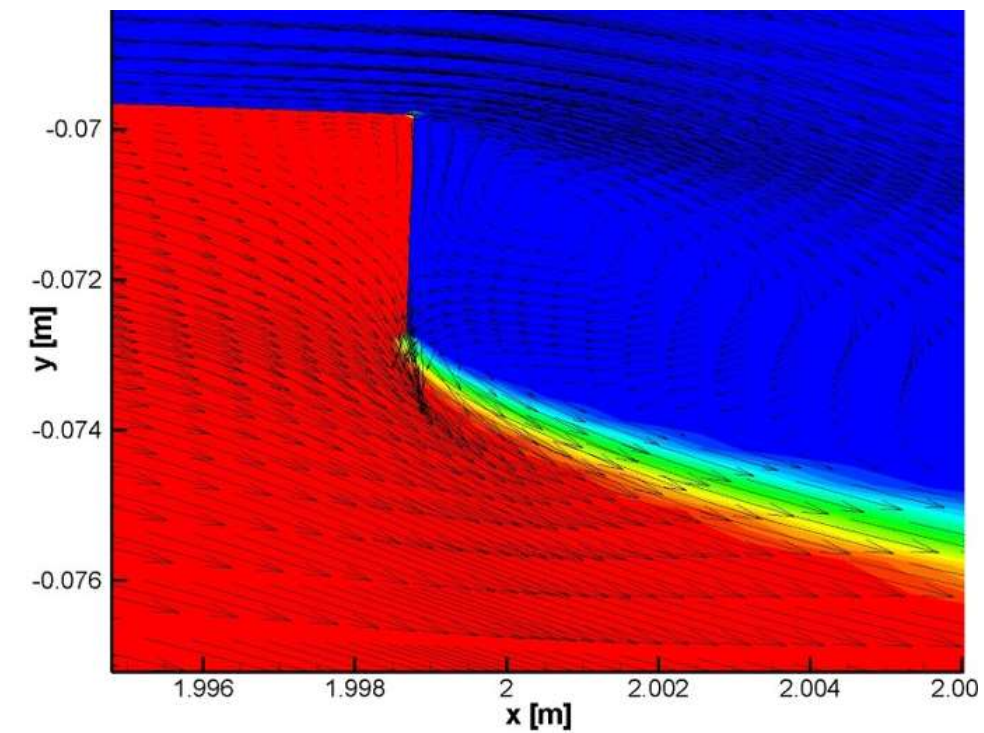
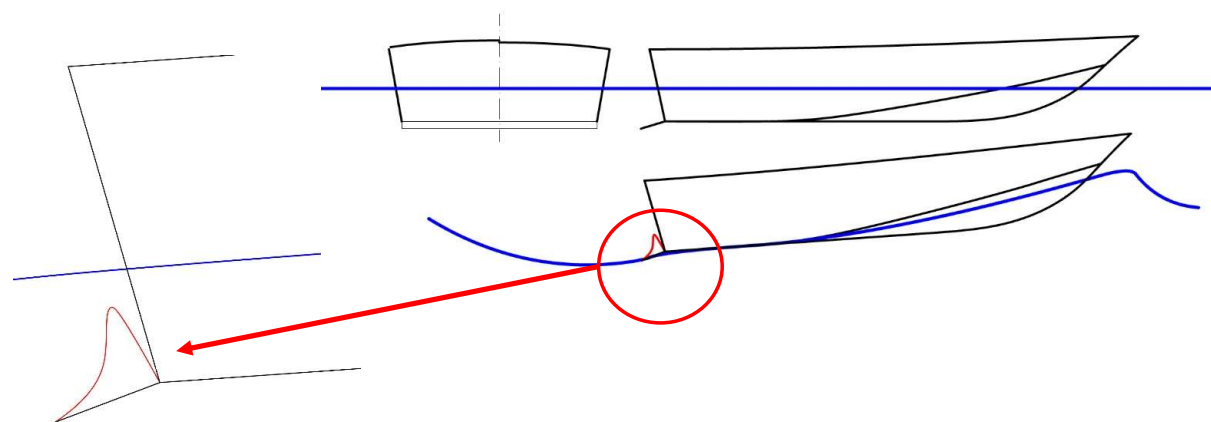
Ipersostentatori

- Principio di funzionamento degli interceptor: potenzialità e criticità
- Interceptor non convenzionali : potenzialità e criticità

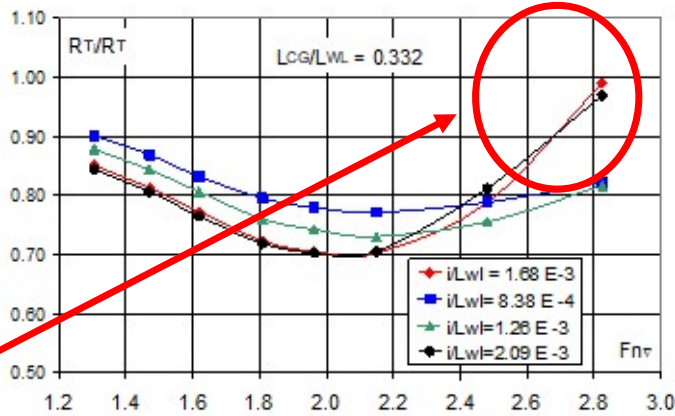


Gli interceptor sono
ipersostentatori inventati da Dan
Gurney

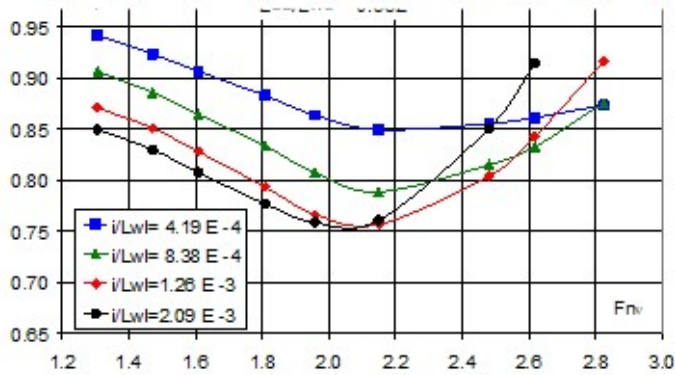




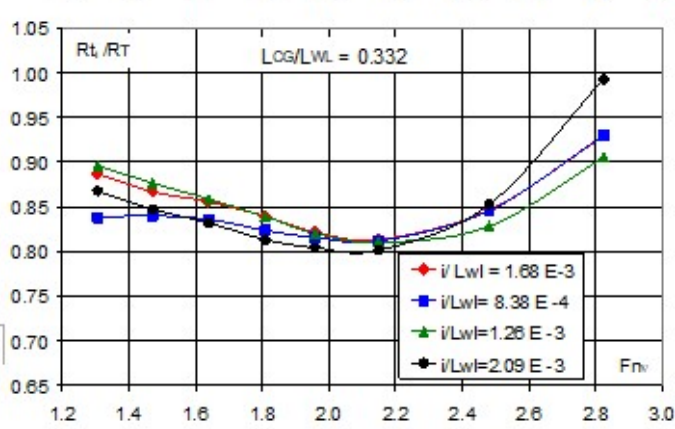
Interceptor:
efficacia in funzione di β



Perché
peggiorano le
prestazioni in
questa zona ?



Aumento della
superficie
bagnata



Aumento della
resistenza di
pressione (forme
di prua ...)

β -10·model¶

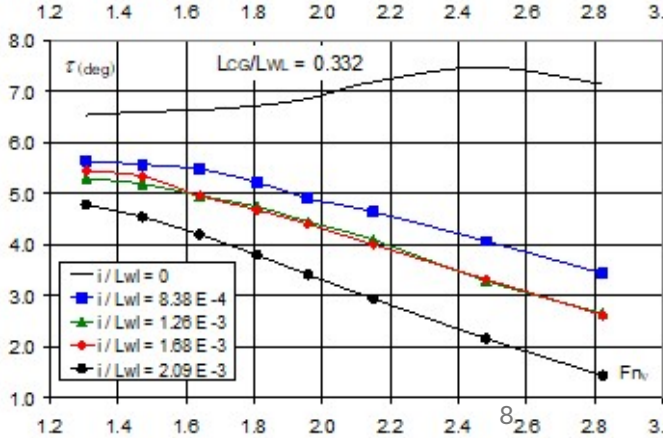
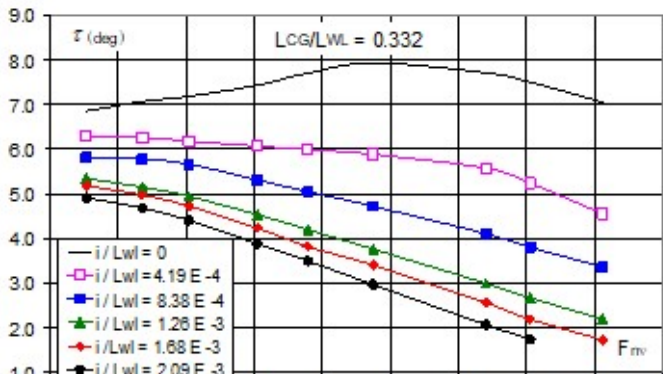
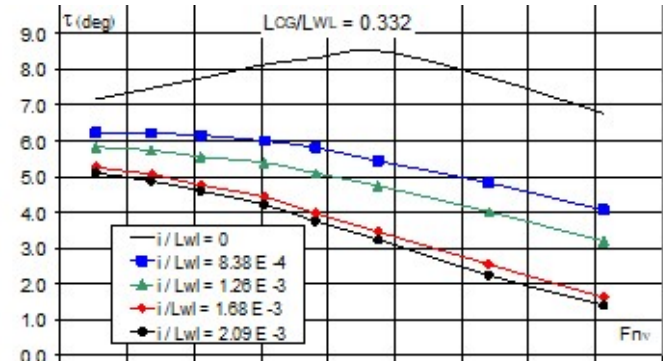
(best·performance·-30%)¶

β -20·model¶

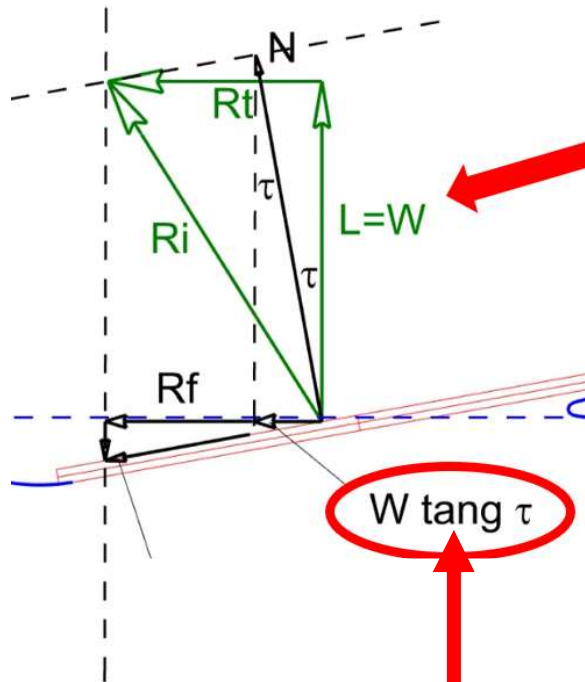
(best·performance·-25%)¶

β -30·model¶

(best·performance·-20%)¶



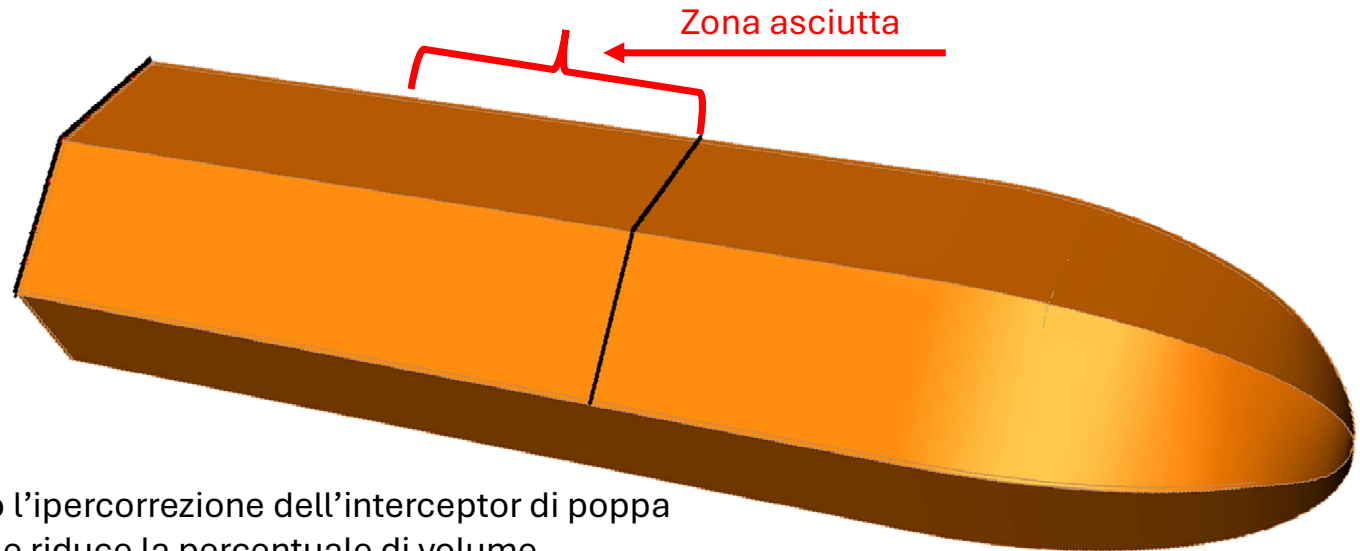
Aumento della resistenza di pressione (forme di prua ...)



Non è più vero !
E' significativamente maggiore

Interceptor non convenzionali

DIS (Double Interceptor System)



Vantaggi:

- amplia il campo di velocità contrastando l'ipercorrezione dell'interceptor di poppa
- con sostentamento idrodinamico parziale riduce la percentuale di volume immerso residuo
- Riduce la superficie bagnata sia per la maggiore sottrazione del volume immerso sia per la zona asciutta a valle dell'interceptor di prua

Vantaggio inesistente alle altissime velocità dove l'energia disponibile per il scontentamento idrodinamico è anche troppa

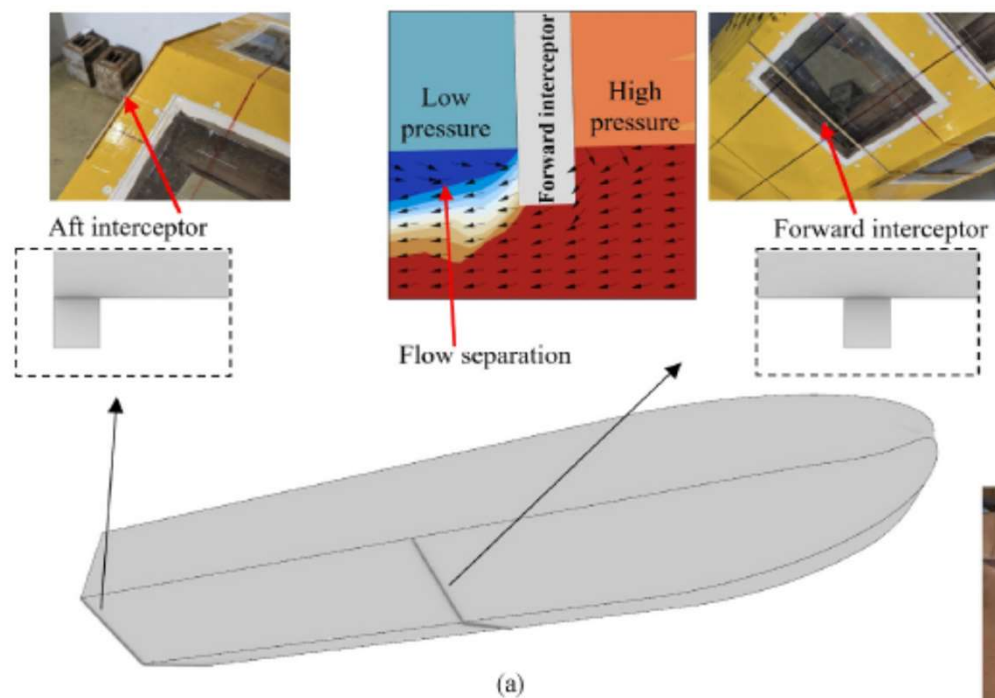
Criticità:

- possibile sovra immersione della prua con conseguente innesco della divaricazione del flusso e incremento della resistenza di pressione
- Possibile forte depressione a valle della separazione del flusso determinata dall'interceptor di prua; ciò avviene quando non si assicura il sufficiente accesso di aria necessario per portare alla pressione atmosferica la zona asciutta.

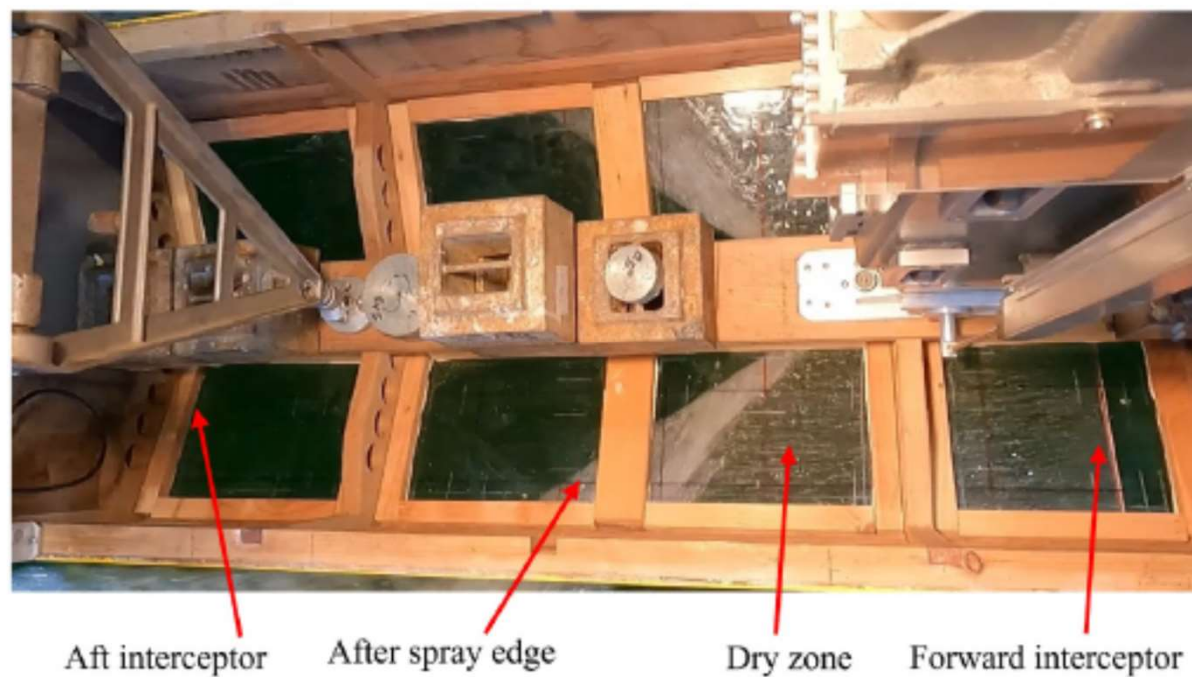
Di nuovo



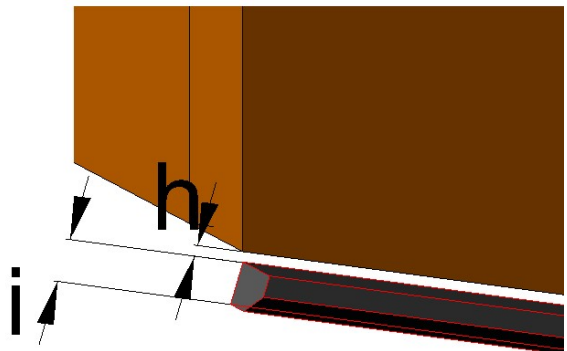
Interceptor non convenzionali



Impianto sperimentale



Interceptor non convenzionali



Finalità e principio informatore:

- riduzione della bolla di ristagno con la conseguente aumento della curvatura delle linee di corrente; ciò implica maggiori accelerazioni e, quindi, una maggiore trasformazione di energia cinetica in energia di pressione
- si noti che al crescere della velocità cresce la pressione e con essa la portata di acqua che attraversa h , ciò comporta una riduzione della pressione

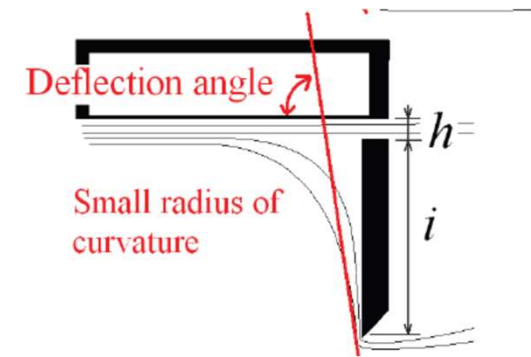
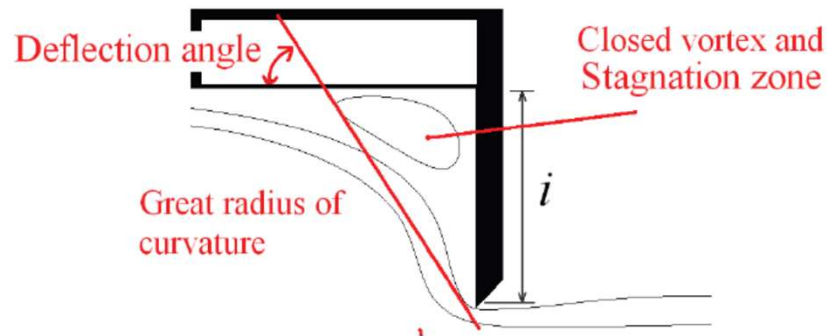
In sintesi si innescano due effetti opposti:

- Una riduzione della pressione provocata dalla fuga dell'acqua
- Un incremento della pressione dovuta alle maggiori accelerazioni imposte al fluido

Le due variazioni non dipendono linearmente dalla velocità e la somma dei due effetti rende in sostanza il sistema è autoregolamentato:

- Alle basse velocità prevale l'incremento della pressione e si realizza la riduzione dell'assetto longitudinale desiderato
- Alle alte velocità prevale il maggior flusso riduce l'effetto appruante ed il conseguente incremento di superficie bagnata e di resistenza di pressione provocato dalla prua

SI (Split Interceptors)



Criticità:

A causa delle piccole dimensioni della franchigia fra interceptor e carena è fondamentale che questa non venga ostruita dal foul o da altri ostacoli che possano ridurre la velocità di efflusso dell'acqua.

Interceptor non convenzionali

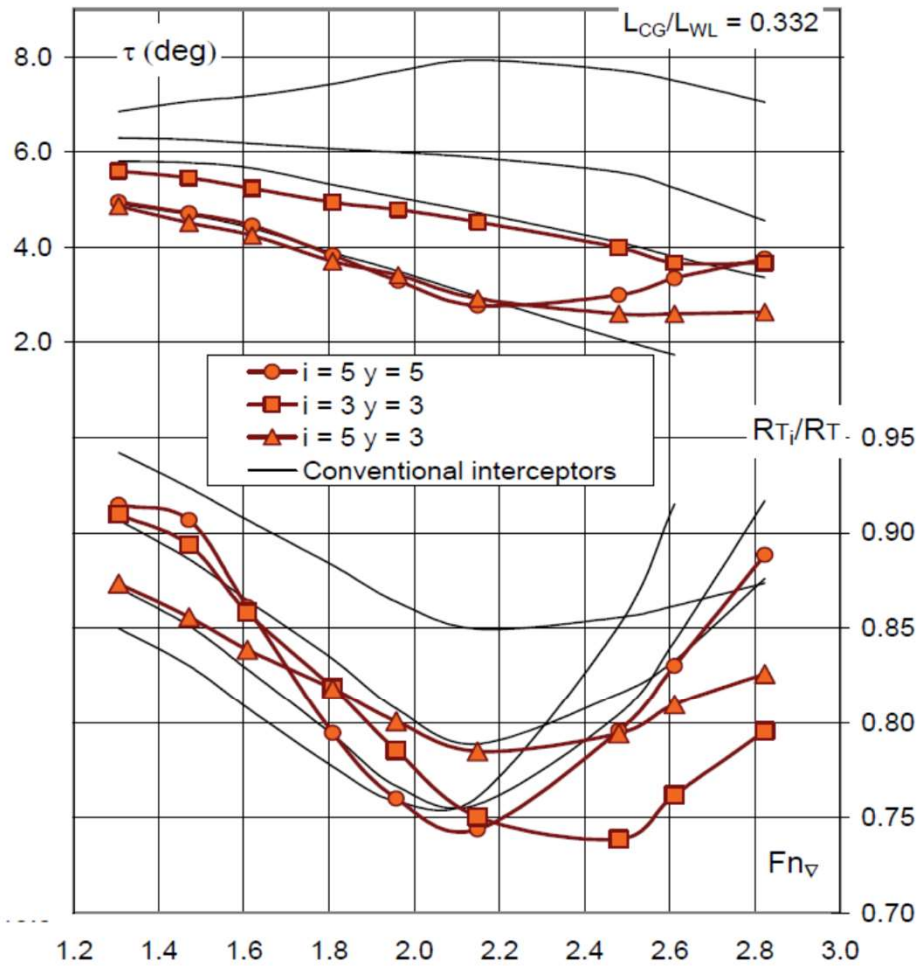


Figure 11: $\beta 20$ Model; *DIS* performances

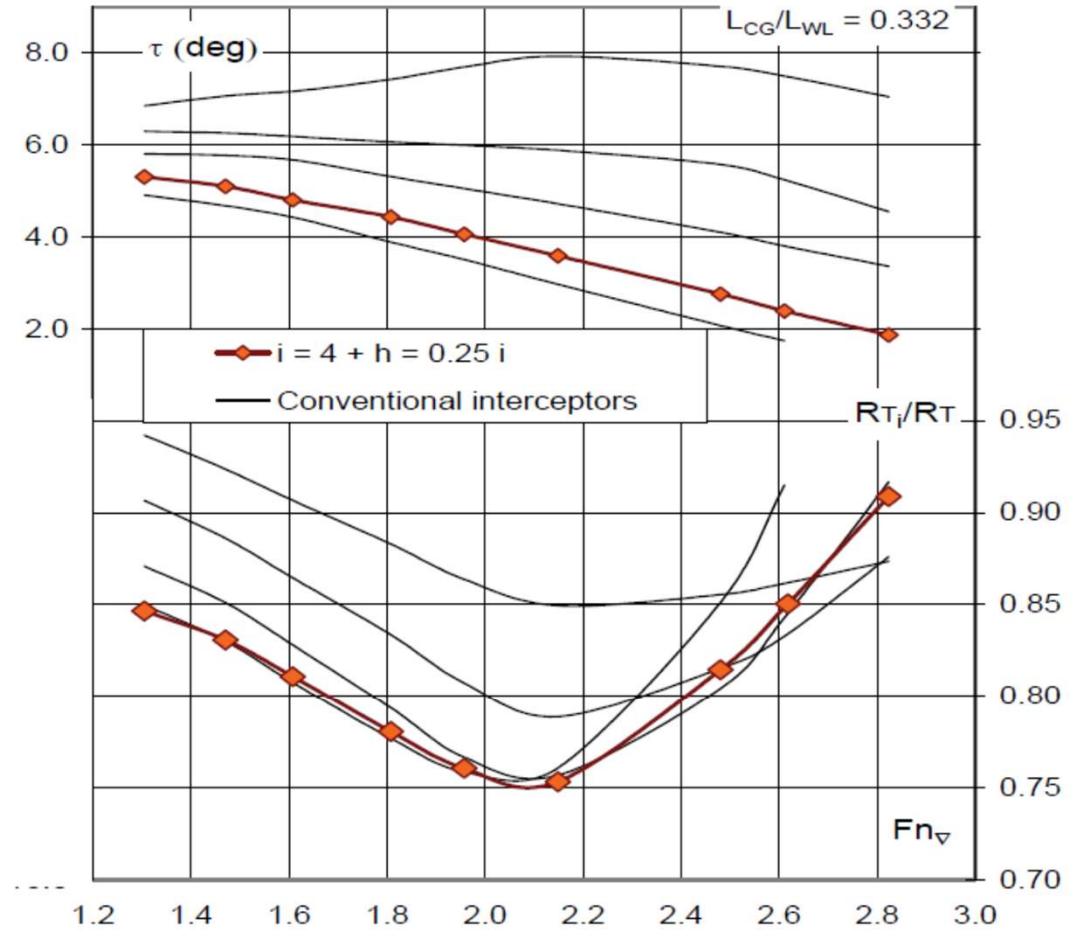


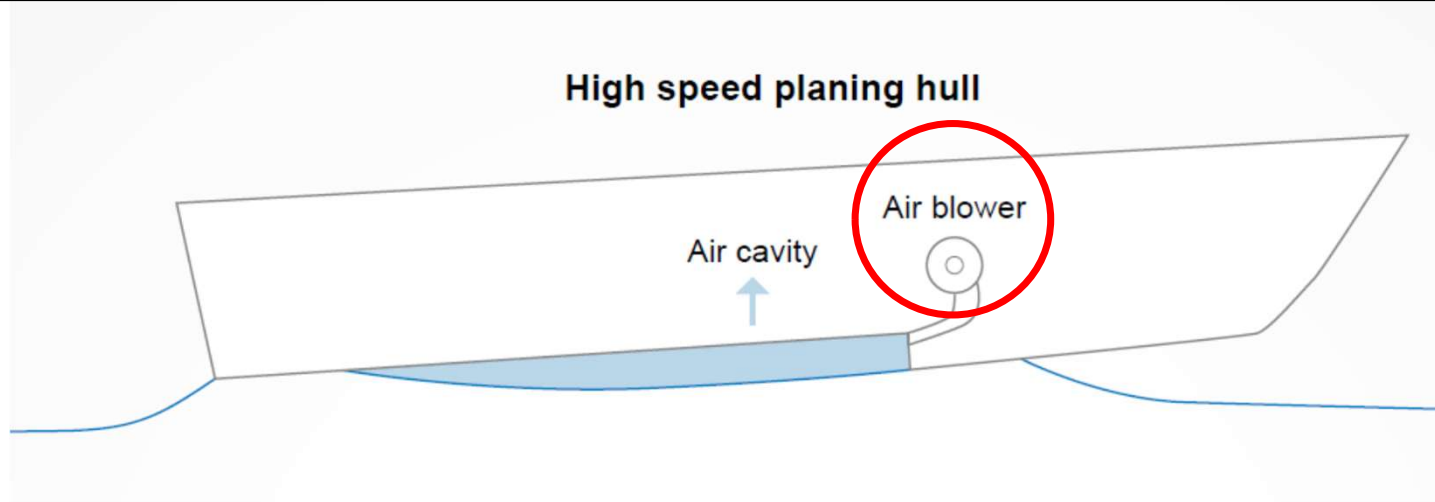
Figure 10: $\beta 20$ Model; *SI* performances

Perché associare interceptor e insufflaggio ?

Per ridurre l'energia necessaria all'insufflaggio (energia non utile)

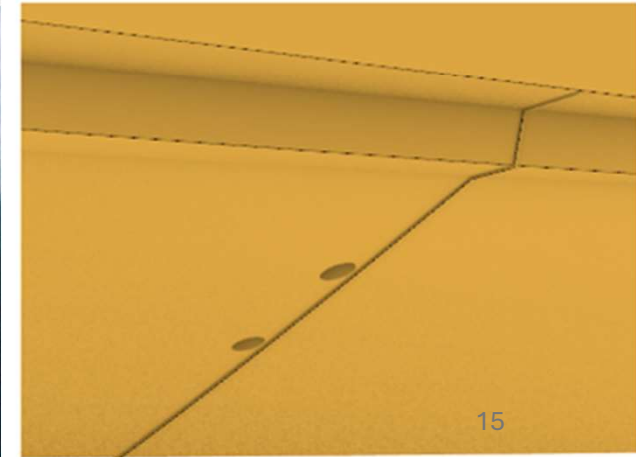
Lo studio è stato eseguito associando all'insufflaggio il DIS per fruire della depressione che si determina sotto flusso all'interceptor di prua;

Si potrebbe anche associare sia il DIS che lo Split (e forse si farà)

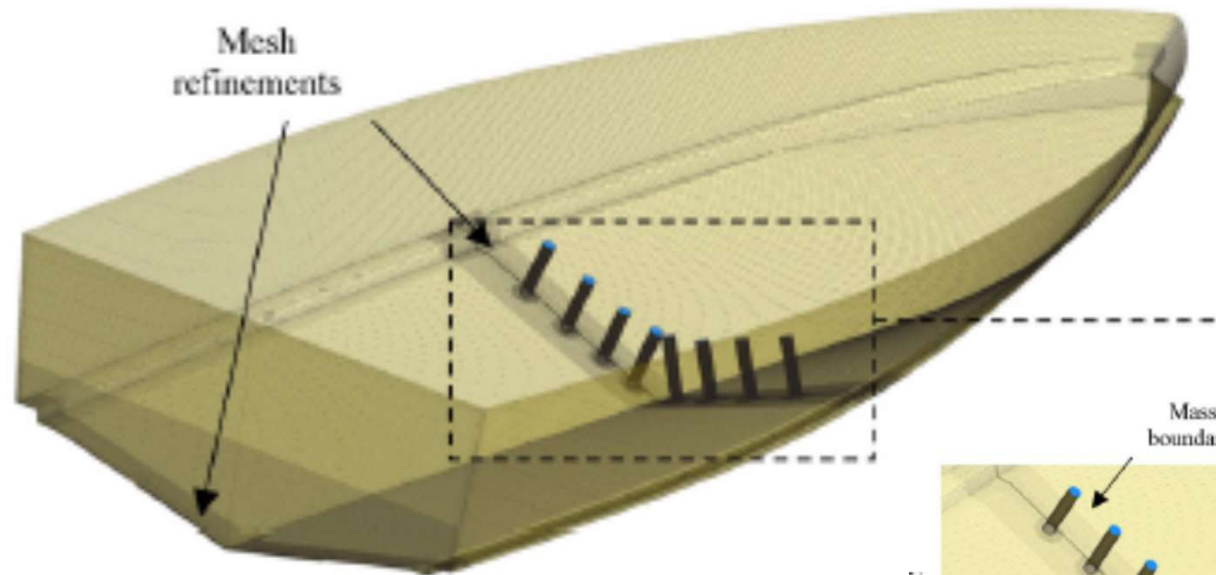


Valutazione dei risultati (caso di studio)

- Procedura sperimentale

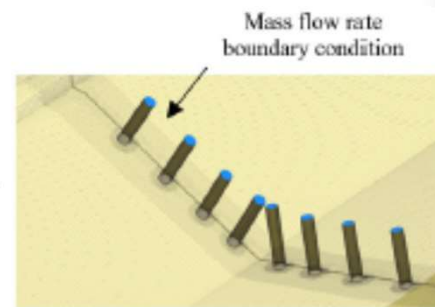


Procedura numerica

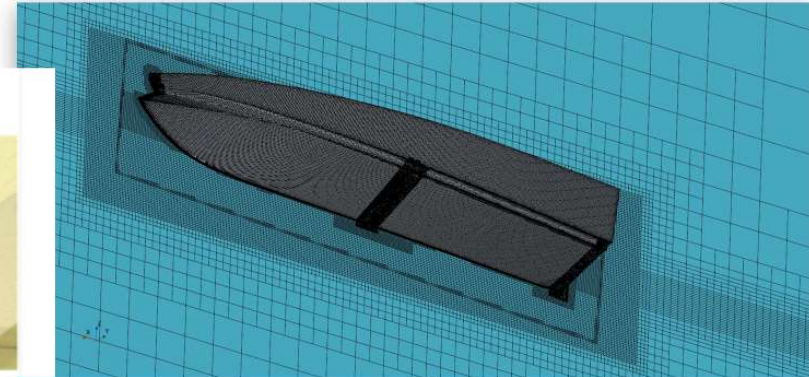


Le simulazioni hanno riprodotto quanto sperimentato:

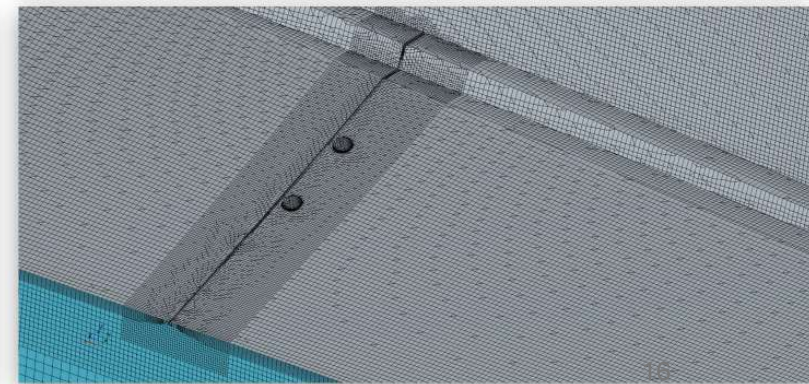
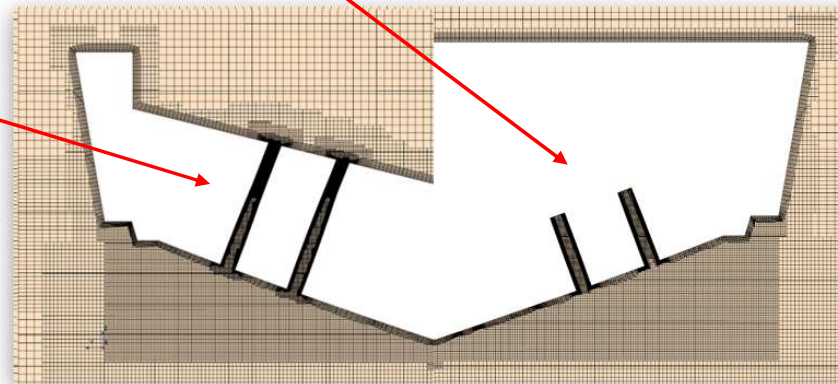
- modello libero (6 DoF)
- portate di aria uguali a quelle sperimentate
- scala modello ($L_{WL} = 2.4$ m) con 11 milioni di celle
- infittimento della mesh nelle zone critiche
- modello di turbolenza $\kappa-\omega$



Ventilazione forzata



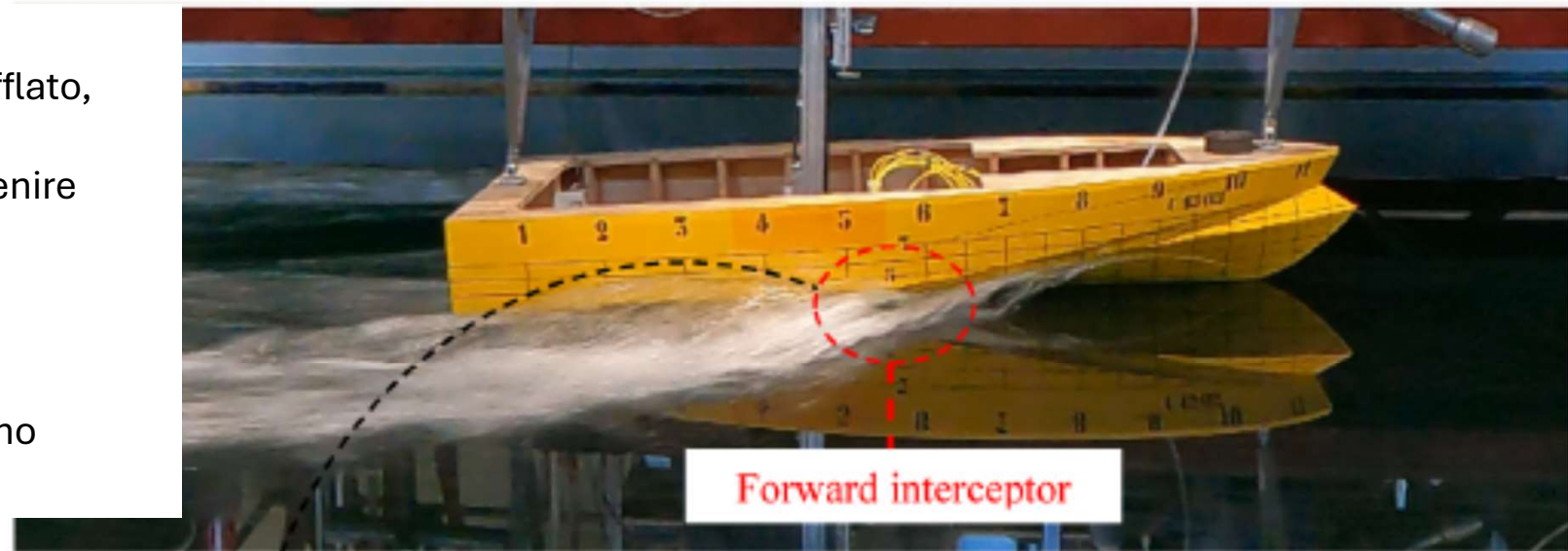
Ventilazione naturale



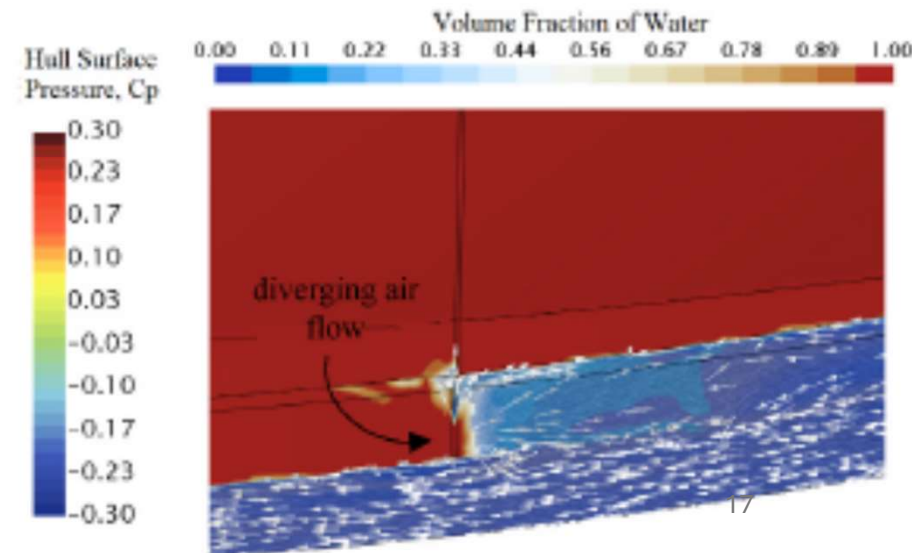
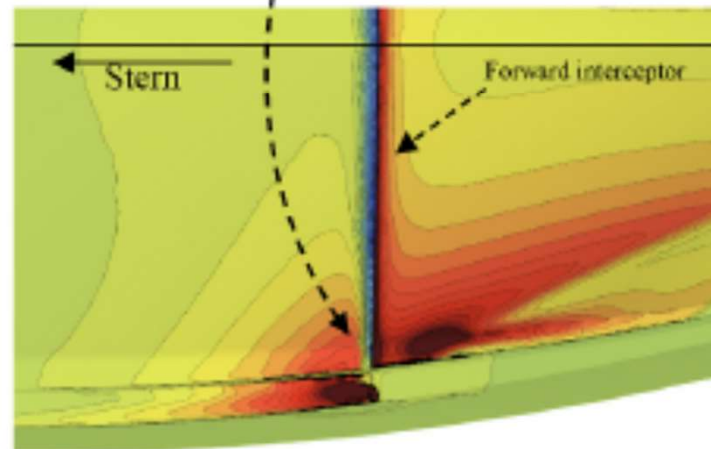
Quando il DIS non è insufflato,
il passaggio dell'aria può avvenire
solo lungo lo spigolo

e

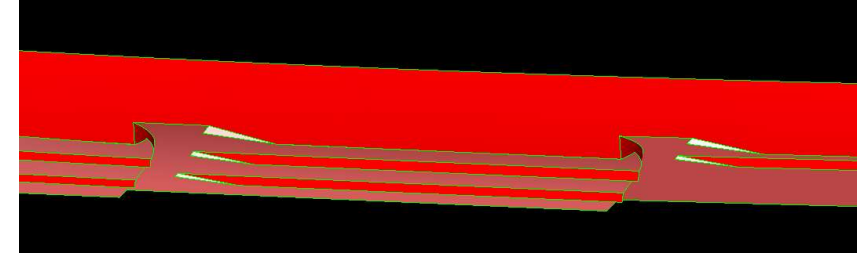
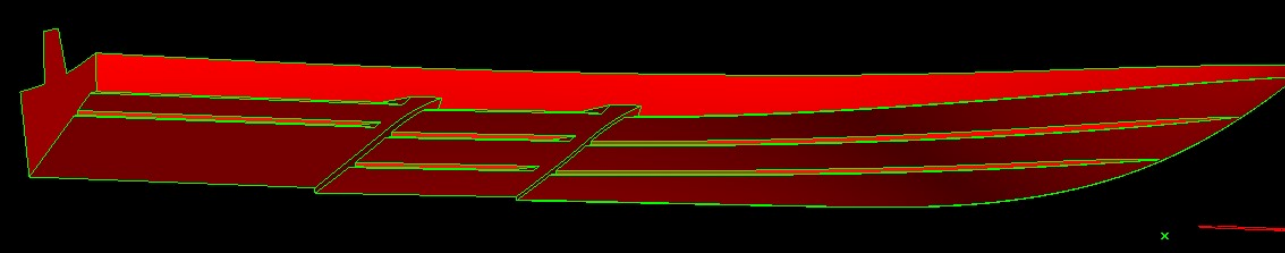
le pressioni che si determinano
possono impedire il flusso



(a)



Perché non si risolve come per i redan ?

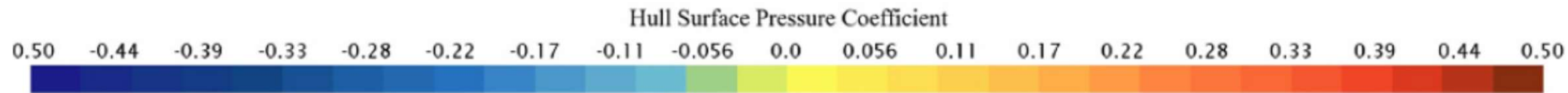


I redan sono efficaci ed efficienti per velocità molto alte
($V > 45 - 50$ kn; $Fr_{\nabla} > 5.5 - 6$) quando i fianchi sono
sempre completamente asciutti \Rightarrow asole piccole

La soluzione studiata è destinata a velocità minori con
fianchi frequentemente bagnati \Rightarrow asole grandi

Quindi grandi discontinuità delle
superfici di carena con resistenze locali

Confronto con e senza insufflaggio



$Fr = 1.458$
 $Q = 20.47 \text{ l/s}$
 $\text{Trim (CFD)} = 2.21^\circ$

wetted surface
contour

Air

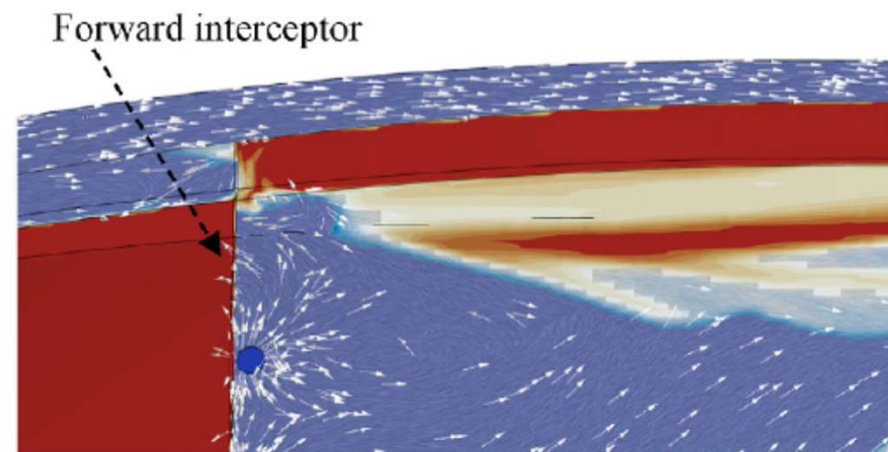
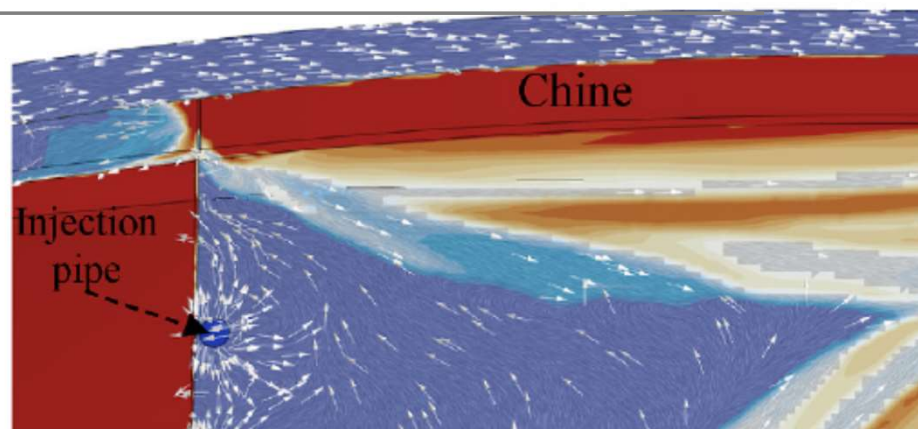
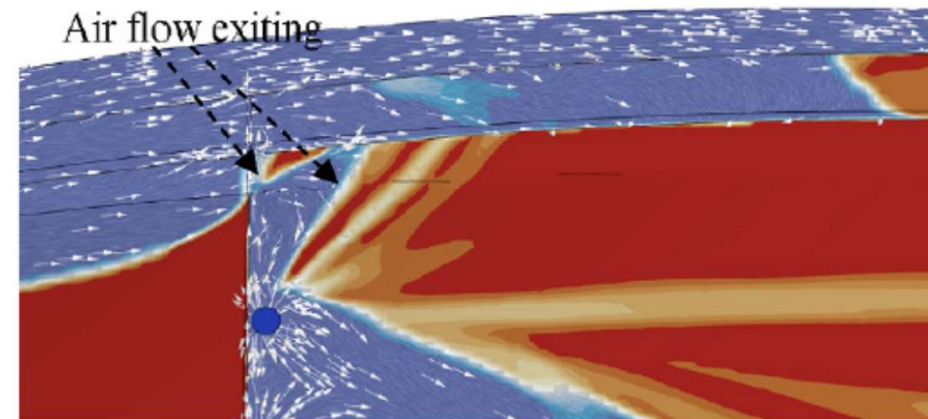
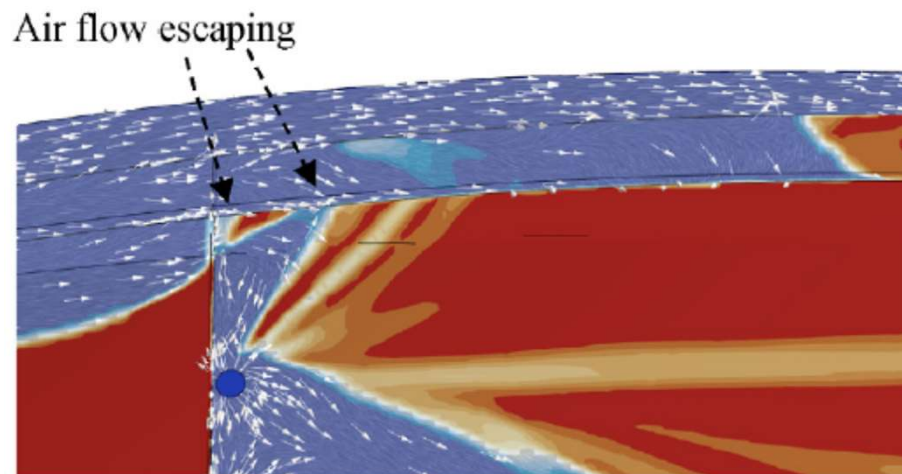
Minori
sovrappressioni:
acqua più lenta
perché inizia
prima la
decelerazione

$Fr = 1.458$
 $Q = 0 \text{ l/s (No Air)}$
 $\text{Trim (CFD)} = 1.40^\circ$

La pressione dinamica
occlude il passaggio di aria

Forte depressione senza
riduzione di W_s

Velocità crescenti



Portate d'aria crescenti

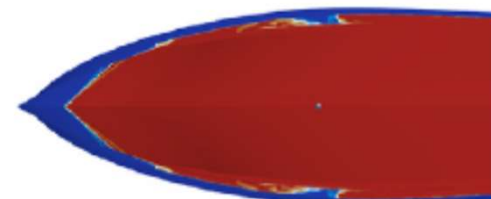
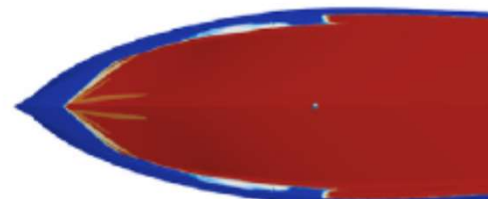
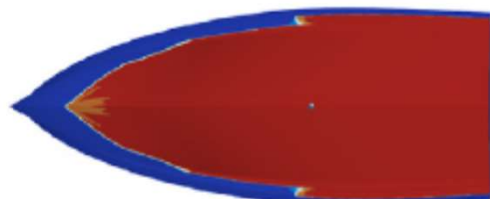
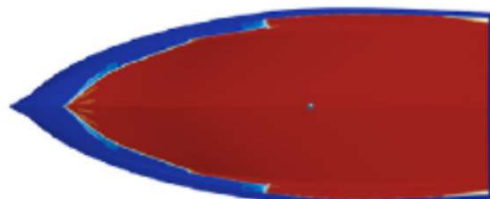
Portate d'aria crescenti

$Fr = 0.972$

$Fr = 1.167$

$Fr = 1.361$

$Fr = 1.458$

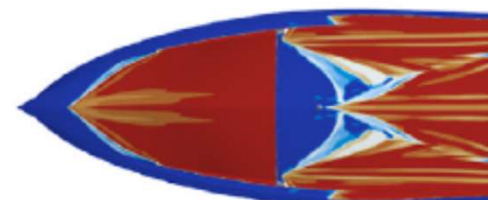


No air

No air

No air

No air

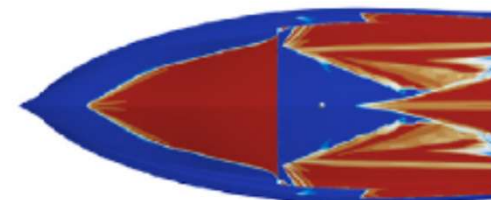
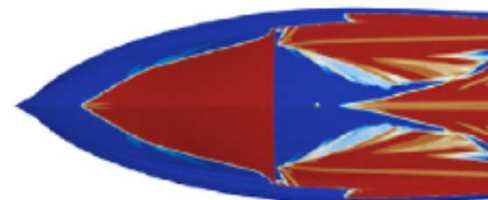
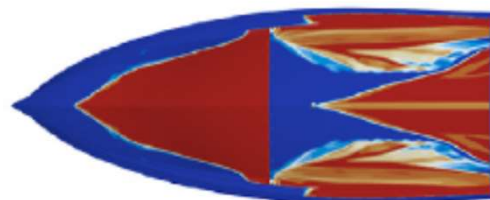


G8: $Q = 8.48 \text{ l/s}$

G8: $Q = 8.48 \text{ l/s}$

G8: $Q = 8.48 \text{ l/s}$

G8: $Q = 8.48 \text{ l/s}$



B8: $Q = 20.47 \text{ l/s}$

B8: $Q = 20.47 \text{ l/s}$

B8: $Q = 20.47 \text{ l/s}$

B8: $Q = 20.47 \text{ l/s}$

$Fr = 0.972$

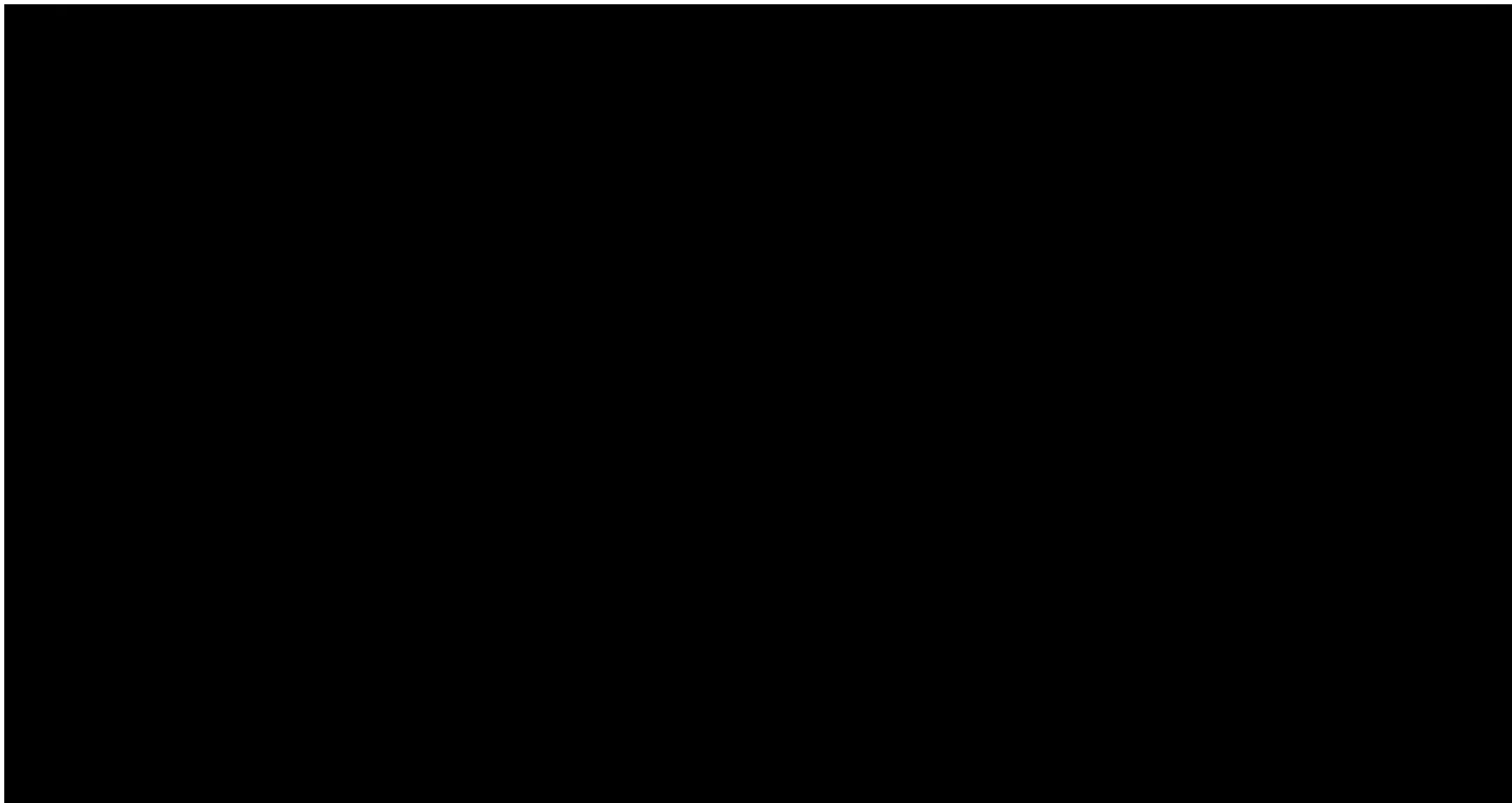
$Fr = 1.167$

$Fr = 1.361$

$Fr = 1.458$

Velocità crescenti

Inserire il filmato



See: " C_Pansa - Video Presentazione 25_11_25"



$Fr = 1.36$
 $i = 2, 50\%B; y=2 @ 1095mm;$
Displacement 110.2 kg
Air flow = 0.0928 SLPM on 8 pipes



PRIN 2017 , project 2017X7Z8S3 "LUBRI-SMOOTH
Innovative materials and techniques for
the reduction of ship resistance

See: " C_Pansa - Video Presentazione 25_11_25"

