

Questionario di inizio 😊

Questionario di inizio 😊

1. vi piace la matematica? e le scienze?

Questionario di inizio 😊

1. vi piace la matematica? e le scienze?
2. pensate di iscriversi in una facoltà tecnico-scientifica?

Questionario di inizio 😊

1. vi piace la matematica? e le scienze?
2. pensate di iscriversi in una facoltà tecnico-scientifica?
3. chi di voi ha una (piccola) idea di cosa sia la Fluidodinamica?

Questionario di inizio 😊

1. vi piace la matematica? e le scienze?
2. pensate di iscriversi in una facoltà tecnico-scientifica?
3. chi di voi ha una (piccola) idea di cosa sia la Fluidodinamica?

fate tutte le domande che vi saltano per la testa in qualunque momento





wind waves



tsunami

Quale è la differenza tra un'onda **tsunami**
e le **wind waves**, onde generate dal vento ?



← wind waves

- velocità = 1-2 metri al secondo ..??
- altezza = da 1 a 10 metri ..??
- lunghezza = da 1 a 4-5 metri ..??



← tsunami

- velocità = ca. 200 m/s (800 km/h !!!!)
- altezza ???
- lunghezza ???

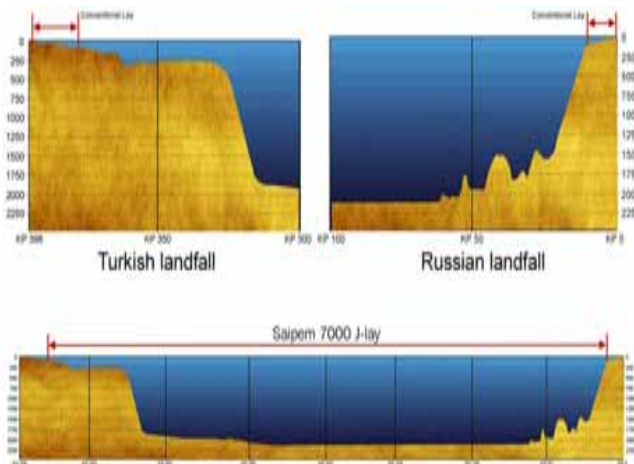
.. e chi, o cosa genera un'onda **tsunami** ?

Blue Stream Project

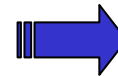


costruzione e gestione di un
gasdotto attraverso il Mar Nero

- 770 km (2 linee di 385 km)
- 350,000 t di acciaio speciale
- mezzo metro di diametro
- a più di 2000 m di profondità



Saipem 7000



Blue Stream Project



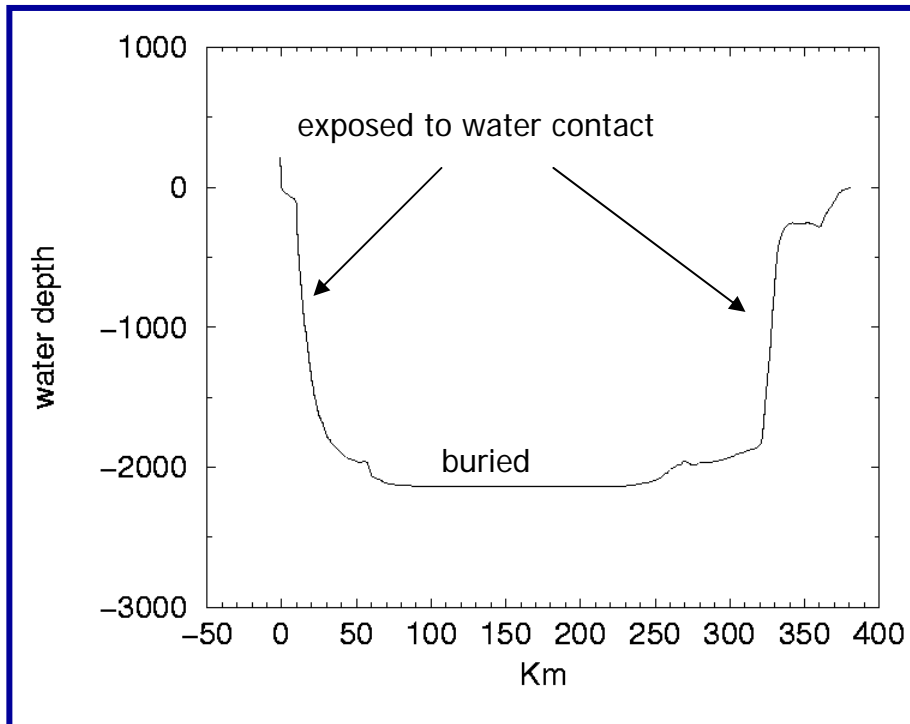
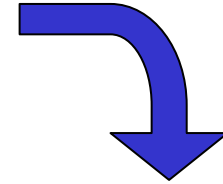
La società BSPC (Blue Stream Pipeline Company) ha commissionato un codice di calcolo per simulare le condizioni del gas lungo il condotto

Il CRS4 è stato un sottocommittente

Motivazioni:

- controllo in tempo reale delle condizioni operative del gas
- la temperatura del gas non deve mai andare al di sotto di -10 gradi

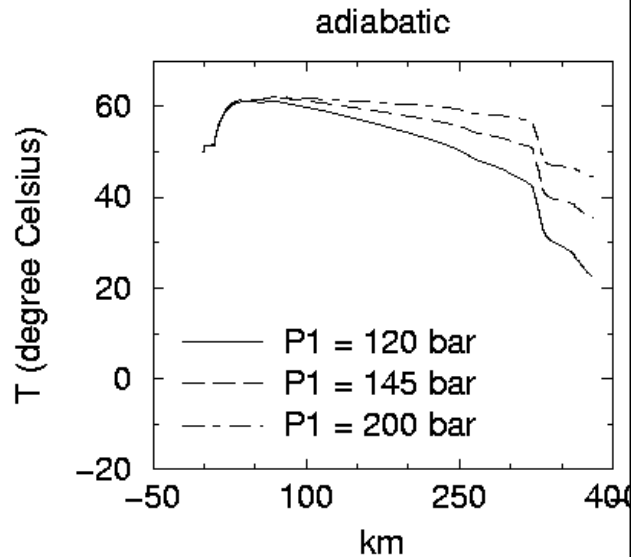
- pressioni 50-250 bar → equazione di stato dei gas reali
- temperatura dell'acqua del Mar Nero dipende da stagione e profondità
- altro...



Section (m)	Summer temperature (°C)	Winter temperature (°C)
0 - 500	18.0	7.0
500 - 1800	15.0	7.0
1800 - 9800	9.0	7.0
9800 - 33500	8.0	8.0
33500 - 53000	8.0	8.0
53000 - 321000	8.0	8.0
321000 - 337000	8.0	8.0
337000 - 358000	8.0	8.0
358000 - 375000	8.0	8.0
375000 - 379000	18.0	8.0
379000 - end	23.0	9.0

ESEMPIO:

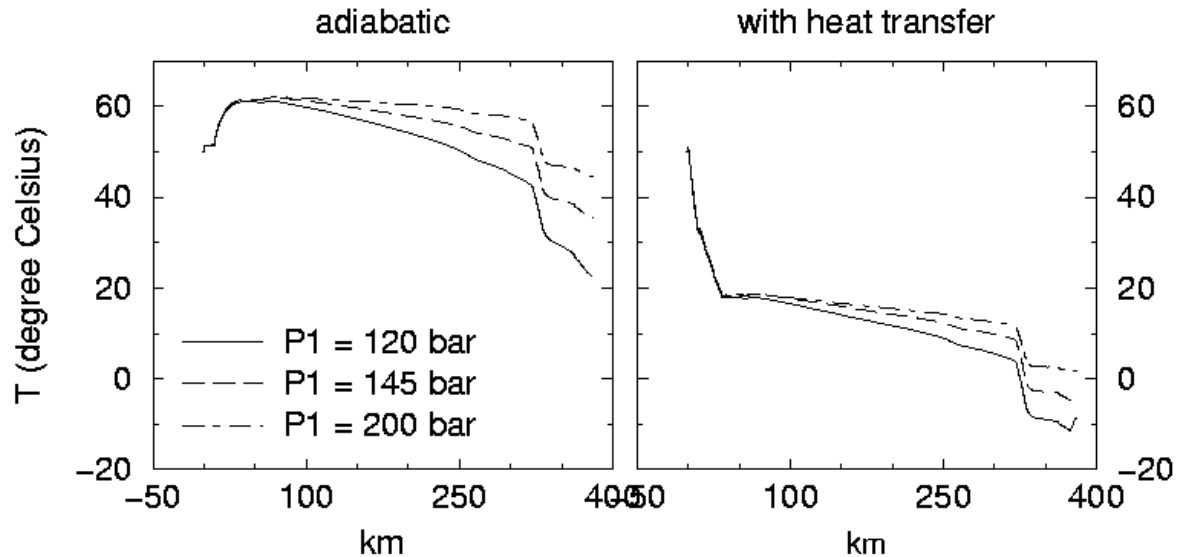
ingresso del gas $T = 50$ gradi portata del gas = 502,000 metri cubi all'ora



P_{in}	P_{out} adiabatic
200	167.7
145	95.7
120	49.3

ESEMPIO:

ingresso del gas $T = 50$ gradi portata del gas = 502,000 metri cubi all'ora



P_{in}	P_{out} adiabatic	P_{out} heat-transfer
200	167.7	173.2
145	95.7	109.0
120	49.3	73.9

Fonte di errori e incertezze nel modello HSM
(hydraulic simulation model)

[A] errori numerici

[B] errori dovuti ad incertezza nei dati

B1 - conducibilità termica della sabbia del fondo

B2 - grado di sotterramento del tubo

B3 - rugosità interna del tubo

B4 - temperatura esterna

B5 - velocità delle correnti sul fondo del mare

[C] errori dovuti alla modellazione

C1 - scambio termico

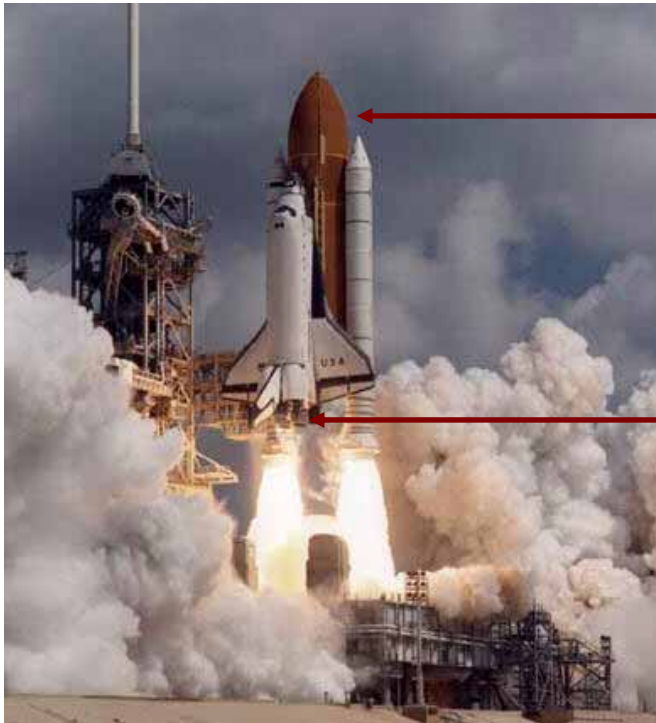
C2 - resistenza viscosa all'interno del tubo

C3 - equazione di stato

Mission to Mars

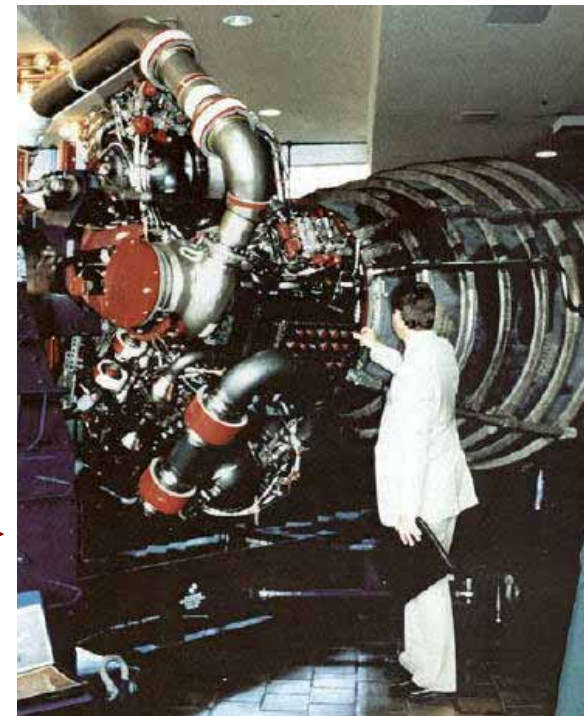
portare l'uomo su Marte:
Werner von Braun ci pensava già negli anni 50 e la NASA ci pensa da almeno 20 anni

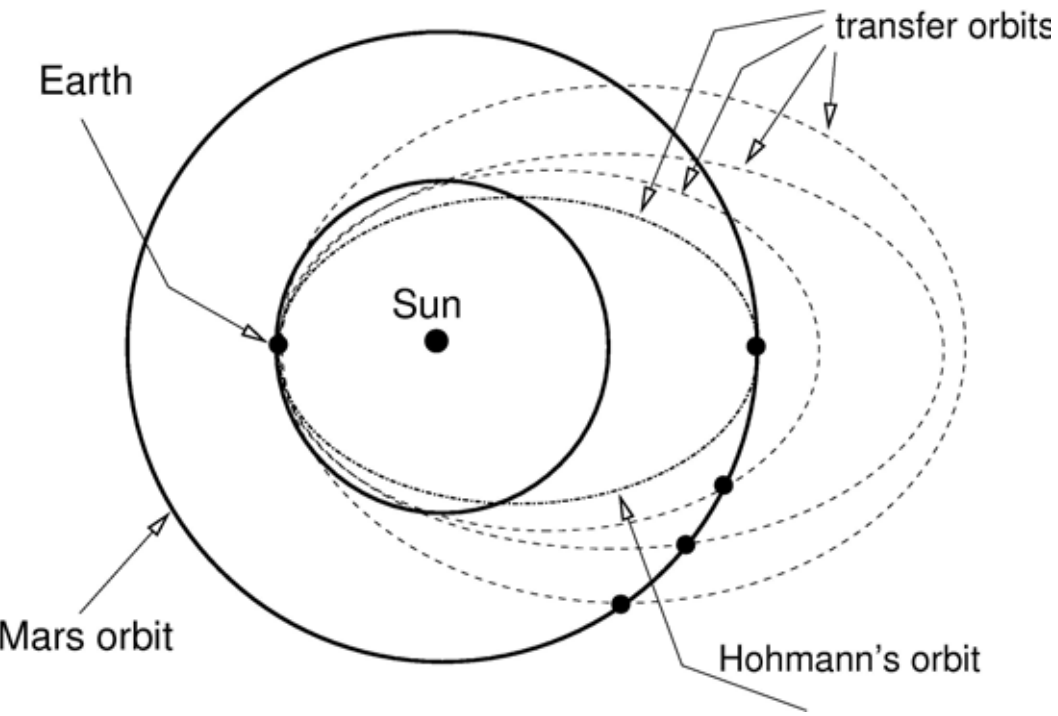
Il problema è: come, con quale razzo e in quanto tempo ?



←
carburante necessario per il
viaggio Terra-orbita

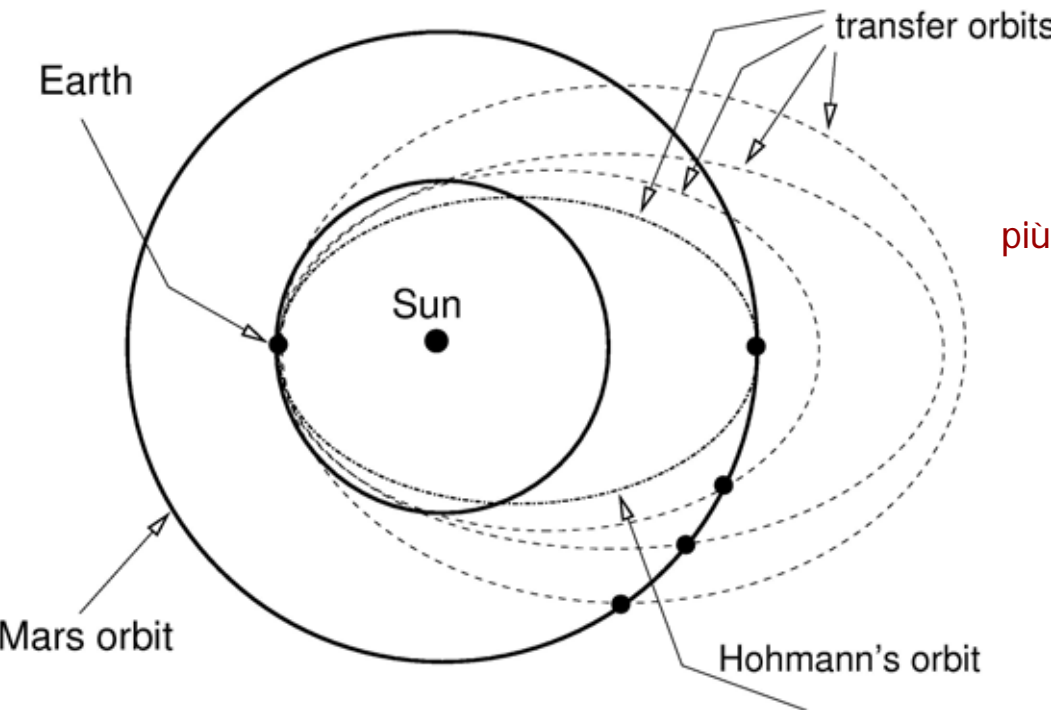
←
motore a razzo
dello Space Shuttle





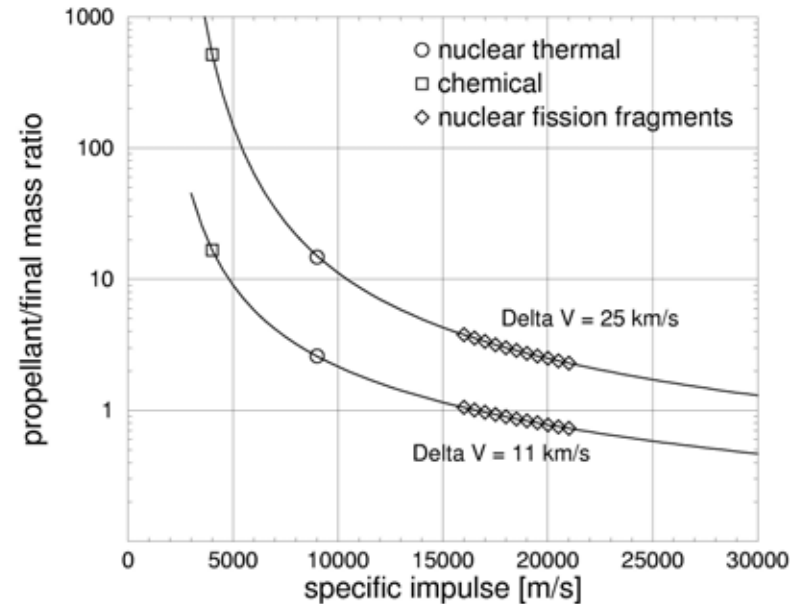
Quanto carburante per andare su Marte e tornare? E su quale "transfer orbit"?

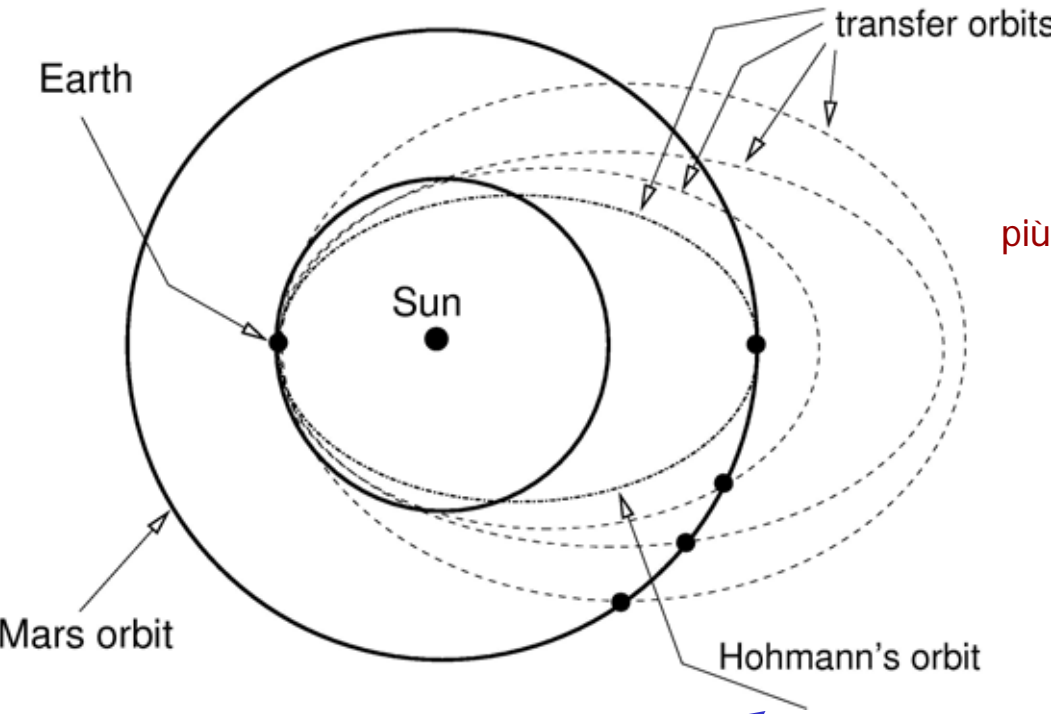
dagli tsunami alle vele del Tornado: le meraviglie della **FLUIDODINAMICA**
PARCO POLARIS 11 ottobre 2006



Quanto carburante per andare su Marte e tornare? E su quale "transfer orbit"?

più è lungo il viaggio, meno carburante è necessario, ma maggiori sono i pericoli per gli astronauti

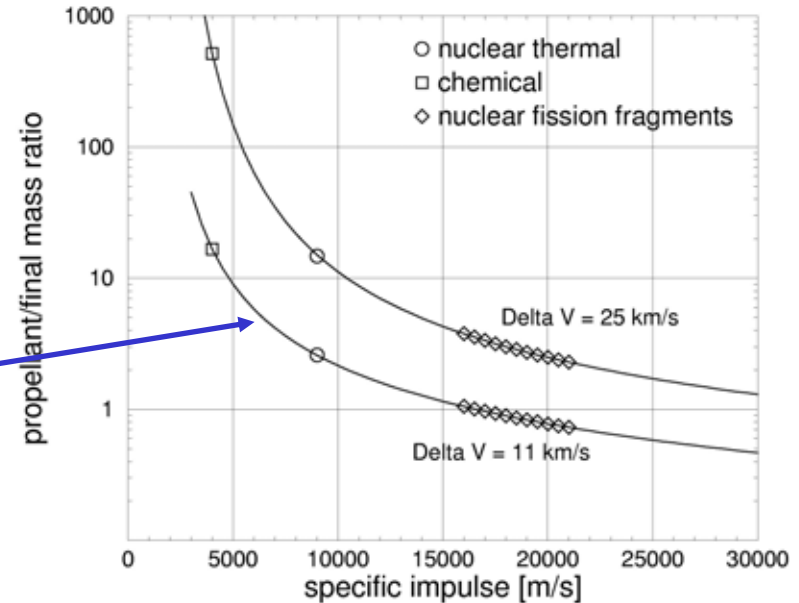




Quanto carburante per andare su Marte e tornare? E su quale "transfer orbit"?

più è lungo il viaggio, meno carburante è necessario, ma maggiori sono i pericoli per gli astronauti

il viaggio sull'orbita di Hohmann è il più lungo (ca. 3 anni) ma con il minor consumo di combustibile

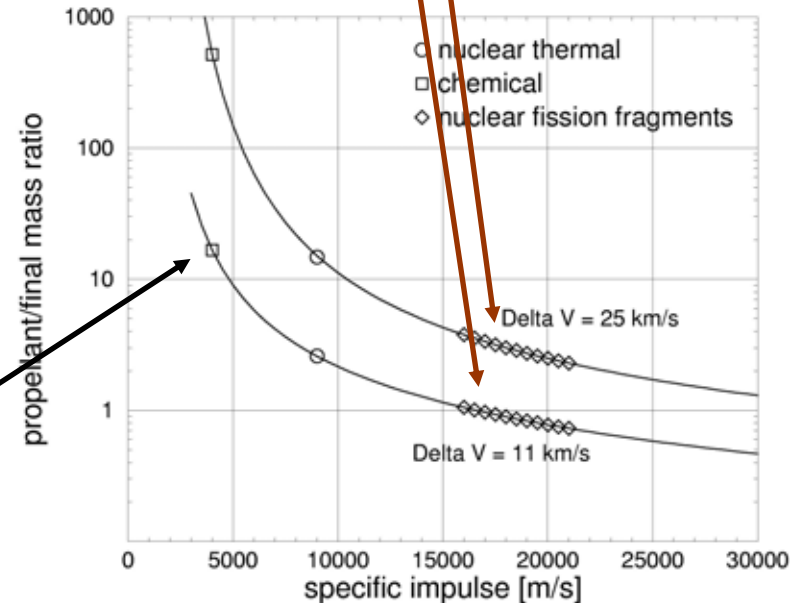




con Carlo Rubbia e insieme all'ASI (Agenzia Spaziale Italiana) abbiamo studiato un nuovo concetto di motore a razzo che consentirebbe:

- di consumare 15 volte meno combustibile per la stessa durata
- di accorciare il viaggio da 3 anni a pochi mesi

consumo di combustibile per il motore a razzo dello Space Shuttle



Aerodinamica applicata: analisi e progetto

analisi: capire come una nave (un aereo, una macchina) interagisce con la corrente d'acqua (d'aria):

- a quali forze è sottoposta?
- quanto carburante consuma per vincere la resistenza?

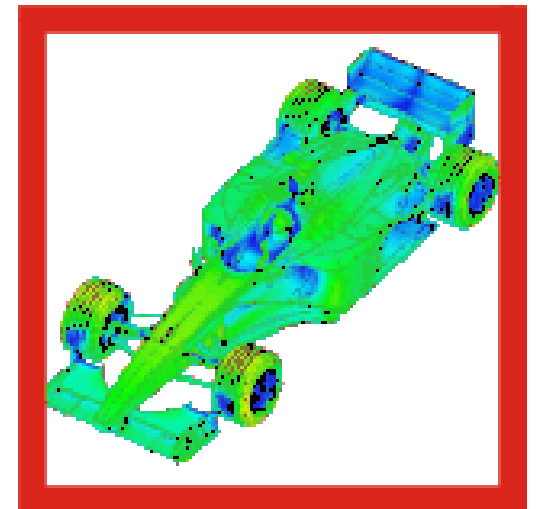
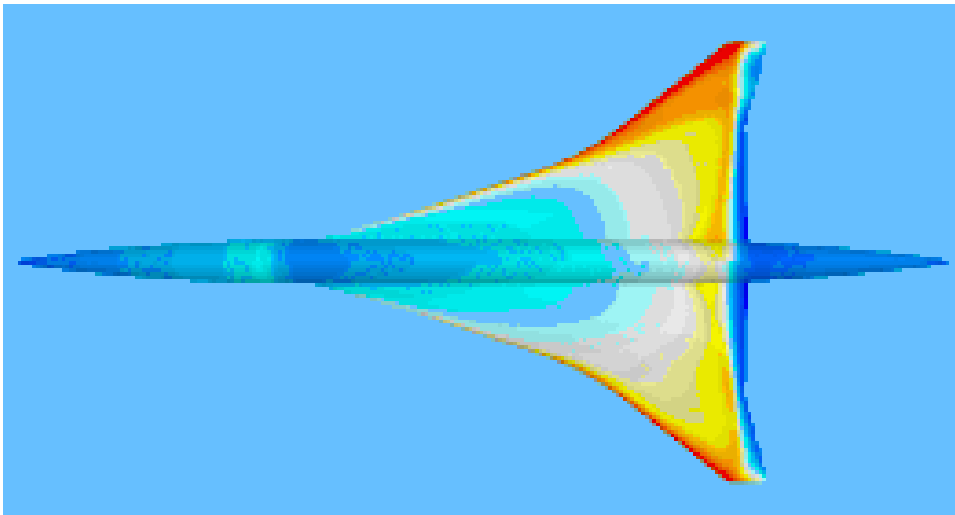
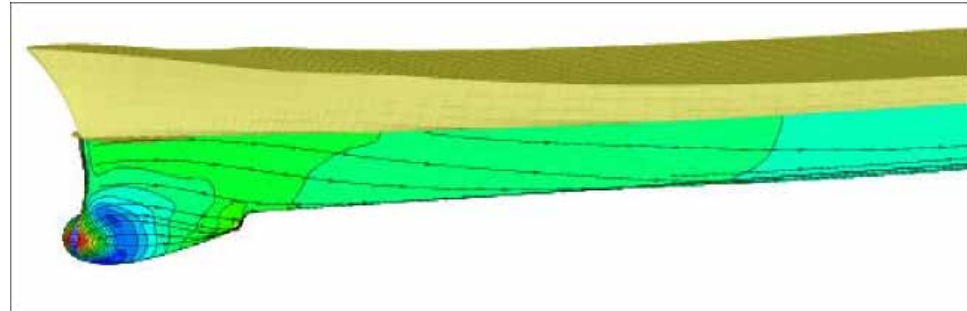
progetto (design): come "disegnare" la forma della nave (aereo, macchina) per:

- consumare meno
- controllare meglio le forze alle quali è sottoposta

gli ingegneri usano la Galleria del vento o la vasca navale

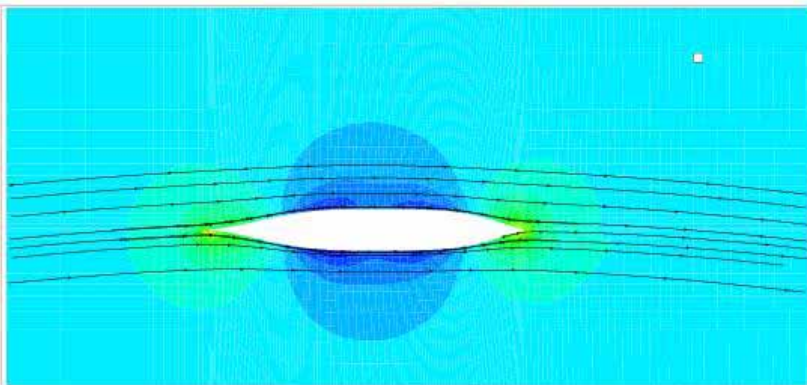
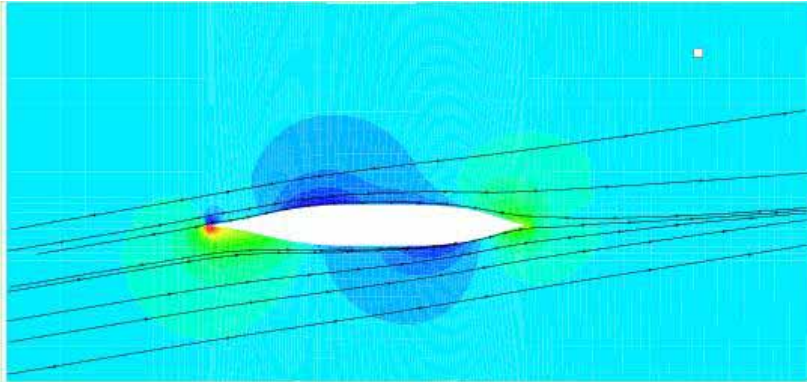


da qualche anno gli ingegneri usano anche
la Simulazione al Computer (chiamata
anche "Galleria del vento virtuale")

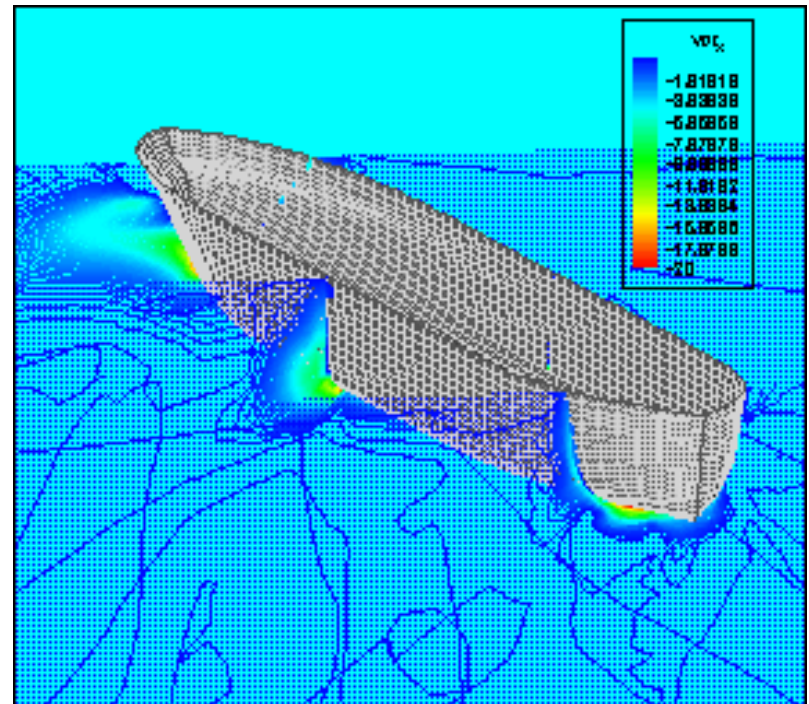


idrodinamica navale

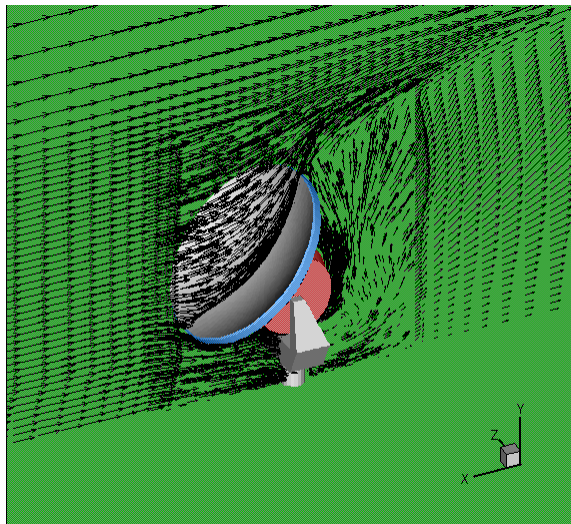
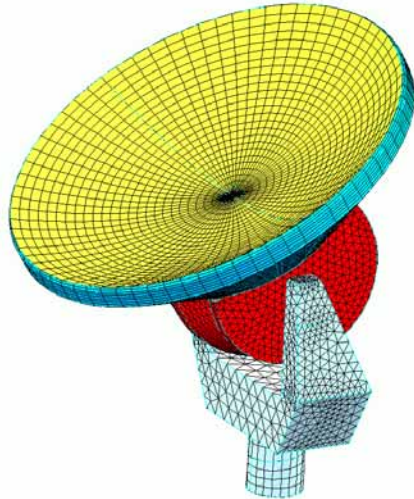
studio al computer del comportamento delle grosse navi cisterna in condizioni di manovra (**manovrabilita'**)



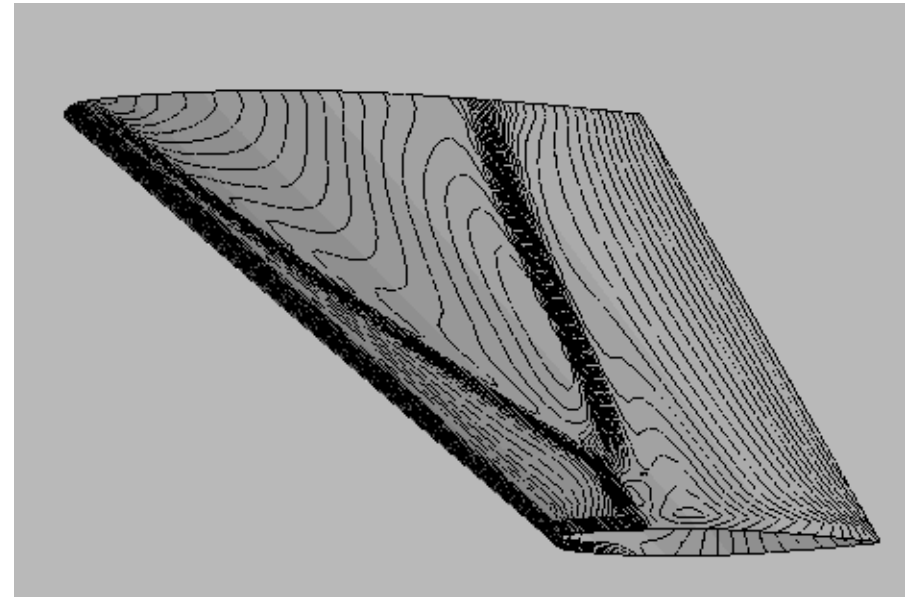
E' importante per l'ingegnere determinare accuratamente le forze che agiscono sulla carena della nave



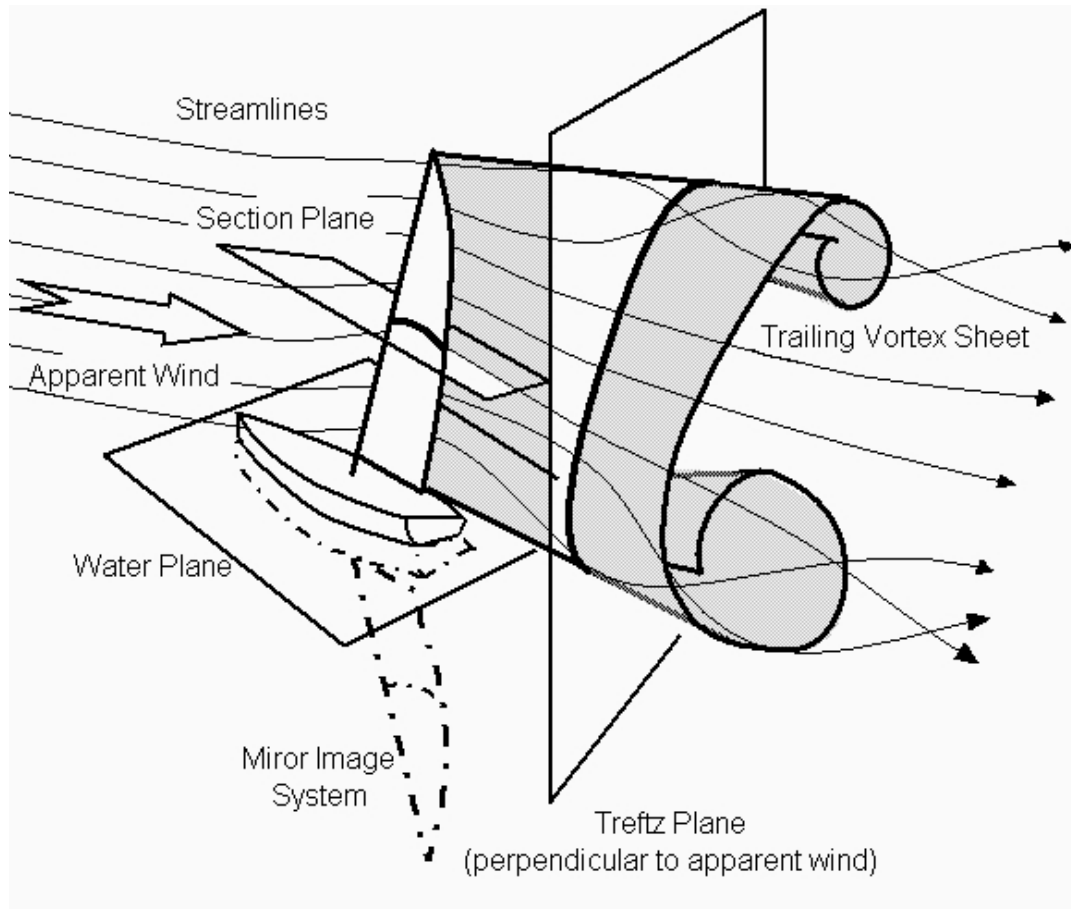
azione del vento sulle strutture



aerodinamica delle ali



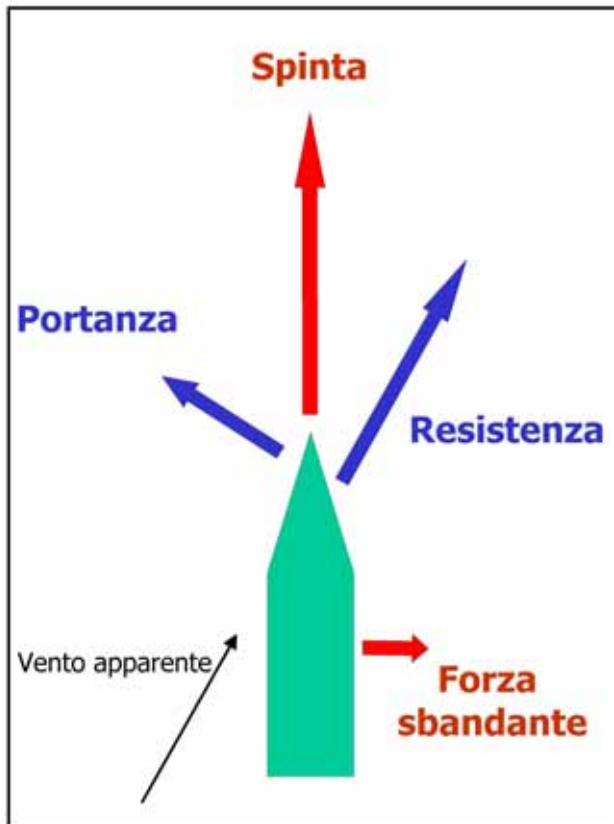
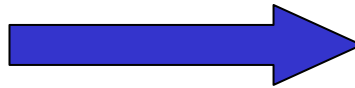
aerodinamica delle vele



la vela come un'ala di un aereo: solo che è disposta verticalmente invece che in orizzontale!

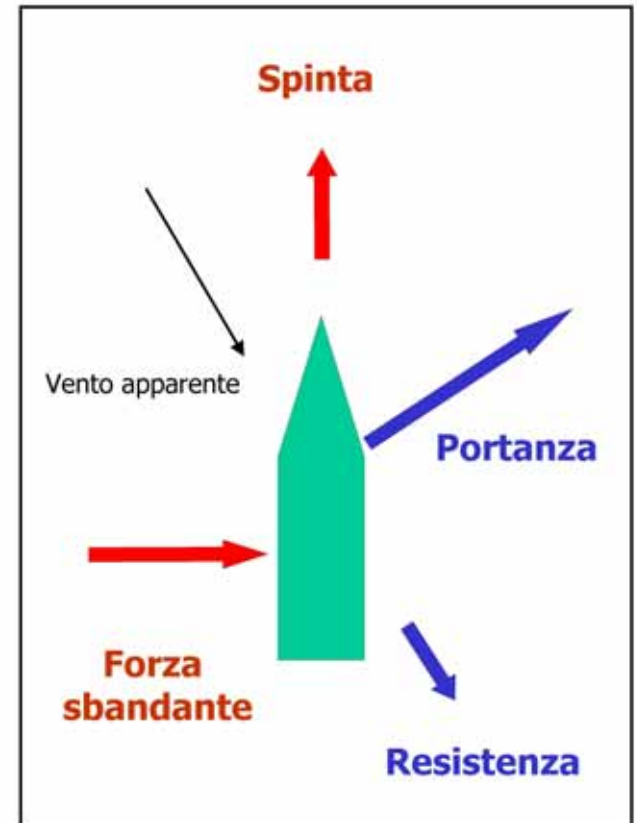
Andature di bolina

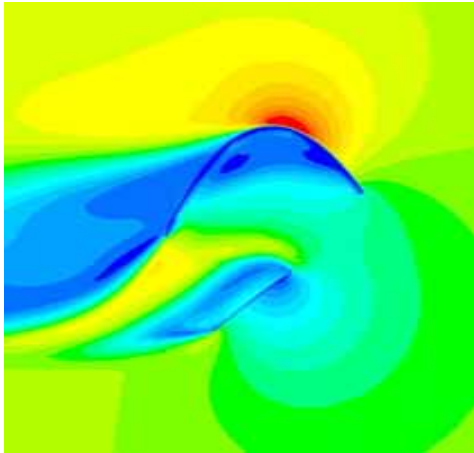
la vela si comporta
come un'ala di un
aereo



Andature portanti

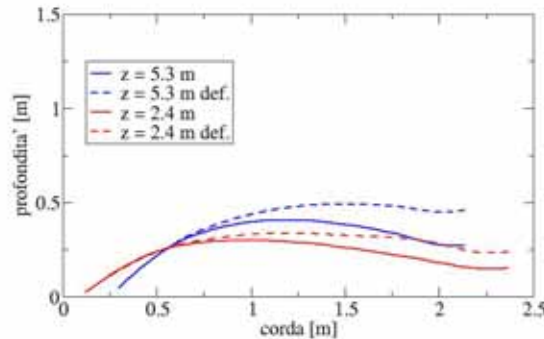
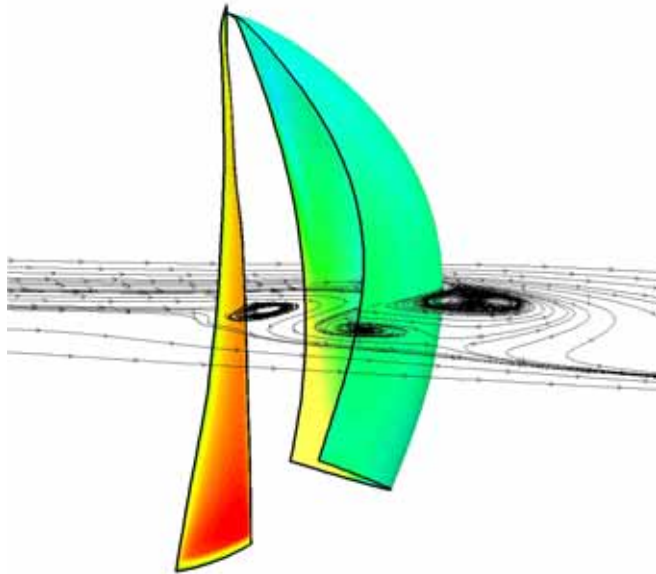
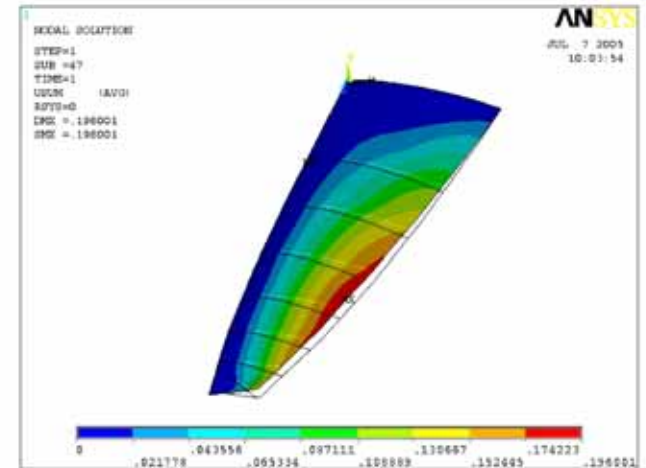
La vela si comporta
come un paracadute





direzione del vento

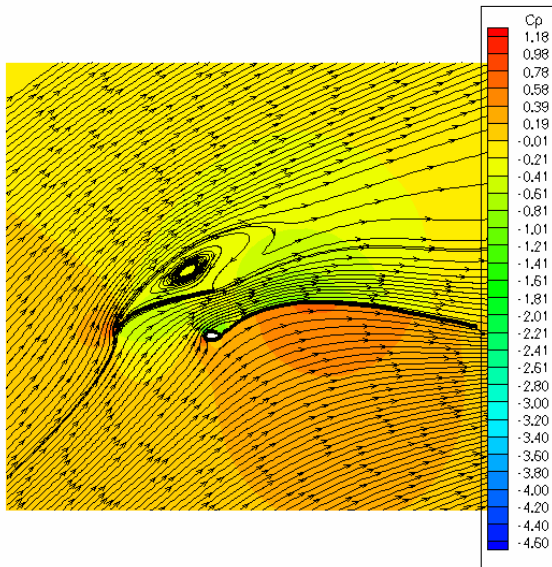
- Applicare alle vele le tecniche della ingegneria aeronautica per la progettazione aerodinamica
- Sviluppare una metodologia di progetto ed ottimizzazione di nuove vele



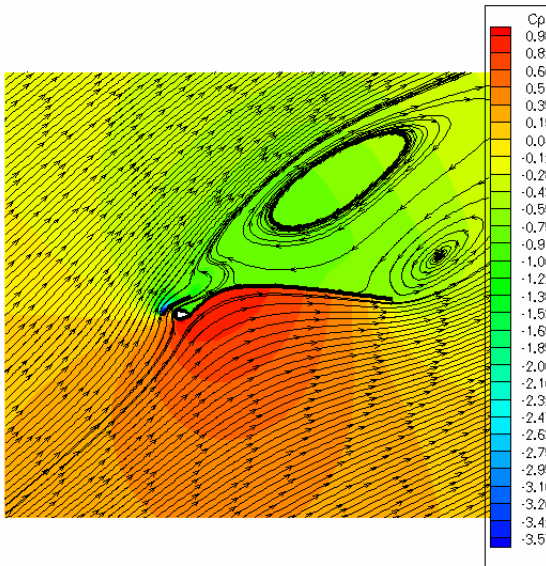
più complessa rispetto all'aerodinamica delle ali a causa della deformazione dei tessuti

Simulazioni del flusso dell'aria sulle vele (randa, albero e fiocco) di un
barca da competizione (Classe Olimpica Tornado)

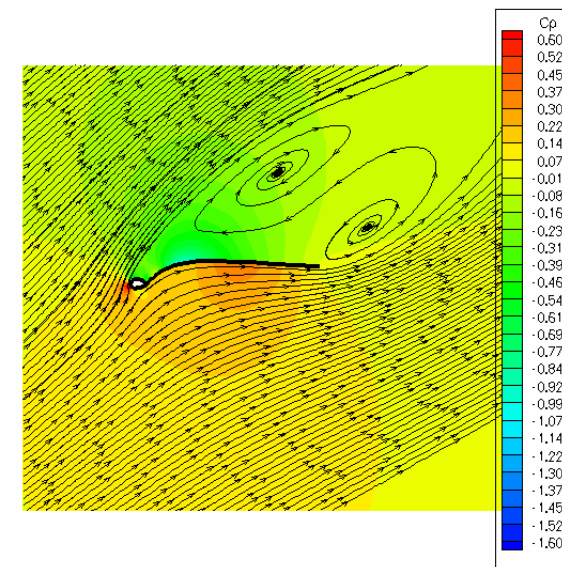
Z = 3.0 m



Z = 5.7 m



Z = 7.0 m



Questionario di (quasi) fine 😊

1. vi piace la matematica? e le scienze?
2. pensate di iscriversi in una facoltà tecnico-scientifica?
3. chi di voi ha una (piccola) idea di cosa sia la Fluidodinamica?

Equazioni della Fluidodinamica

- aerodinamica
- meccanica dei fluidi (gas e liquidi)
- gasdinamica
- idrodinamica/idraulica

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_j}{\partial x_j} = 0$$

$$\frac{\partial \rho u_i}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_i u_j}{\partial x_j} + \frac{\partial p}{\partial x_i} = \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j}$$

$$\frac{\partial \rho E}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_j H}{\partial x_j} = \frac{\partial u_i \tau_{ij}}{\partial x_j} + \frac{\partial q_j}{\partial x_j}$$

Sistema di 5 equazioni differenziali alle derivate parziali di tipo parabolico-iperbolico
Principi base della meccanica e della termodinamica:

- **conservazione della massa**
- **legge della dinamica di Newton** (applicata ai fluidi)
- **conservazione della energia** (primo principio della termodinamica)

per saperne di più:

mulas@crs4.it