



Università degli Studi di Roma Tor Vergata
Corso di Laurea e Dipartimento di Ingegneria Meccanica

tor vergata karting
www.torvergata-karting.it

OTTIMIZZAZIONE AERODINAMICA DELLA CARENA DI UN KART PER LAND SPEED RECORD

Manieri Gianluca



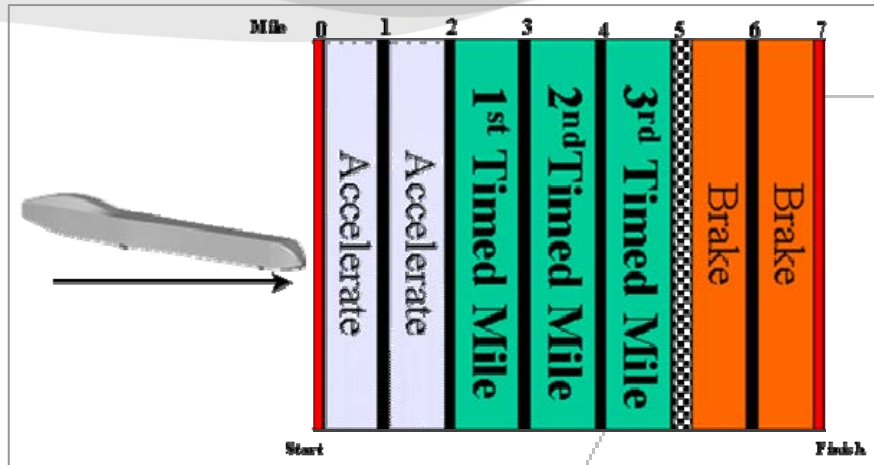
Gruppo di Ricerca Tor Vergata Karting
Dipartimento di Ingegneria Meccanica
Università di Roma Tor Vergata



Introduzione

- Land Speed Record
- Coast down Test
- Analisi di Sensibilità
- Parametri e Vincoli di progetto
- Aerodinamica
- Disegno della carena
- Galleria del vento virtuale: la modellazione
- Simulazione C.F.D.: la modellazione
- Risultati della simulazioni
- Conclusioni e Sviluppi

Land Speed Record



Regolamento F.I.A. per LSR

- Record attuale: 186 km/h detenuto da Mondo kart
 - 100c.c. 2 tempi
 - Trasmissione finale a cinghia
 - Pista Vairano de Melegari
- Pratica di Mare

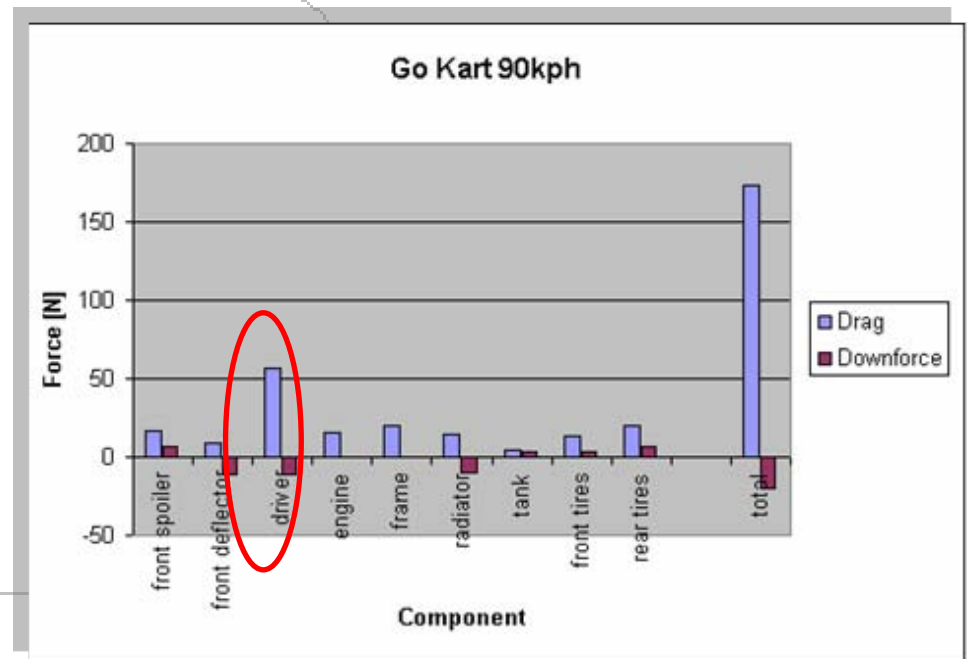


Coast Down test

Risultati

- Modello empirico: $C_x=0.899$
- Simulazione fluidodinamica: $C_x=0.804$
- La corrispondenza dei risultati ci permette di utilizzare il modello matematico come simulatore del LSR

■ Contributo alla F_{DRAG} e F_{LIFT} di ogni componente



Analisi di sensibilità

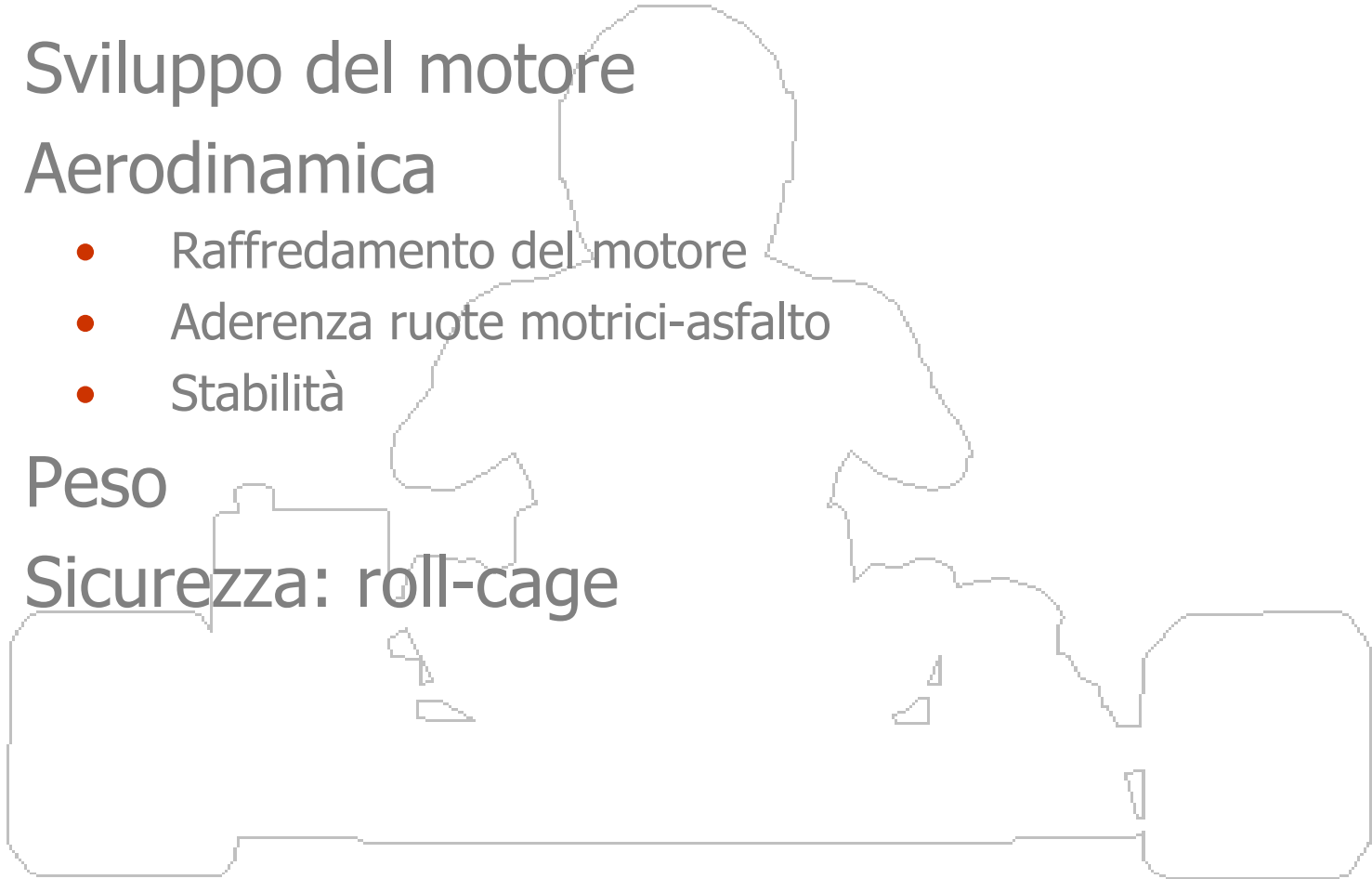
Risultati

- Variazione +/- 40% di ogni parametro
- Effetto di variazione (%) sulla velocità massima del veicolo

| | -40% | -20% | 20% | 40% |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| $C_x \cdot A_{FRONT}$ | 18.9 | 7.8 | -5.9 | -10.7 |
| f_0 | | 0.6 | -0.6 | -1.27 |
| f_1 | -0.92 | -0.46 | 0.46 | 0.93 |
| Potenza | -16.3 | -7.4 | 6.5 | 12.3 |
| Peso | 0.3 | 0.17 | -0.17 | -0.35 |

Parametri e Vincoli di progetto

- Sviluppo del motore
- Aerodinamica
 - Raffreddamento del motore
 - Aderenza ruote motrici-asfalto
 - Stabilità
- Peso
- Sicurezza: roll-cage



Evoluzione della Carena

C.A.D.

Mesh 2D

Mesh 3D

Simulazione

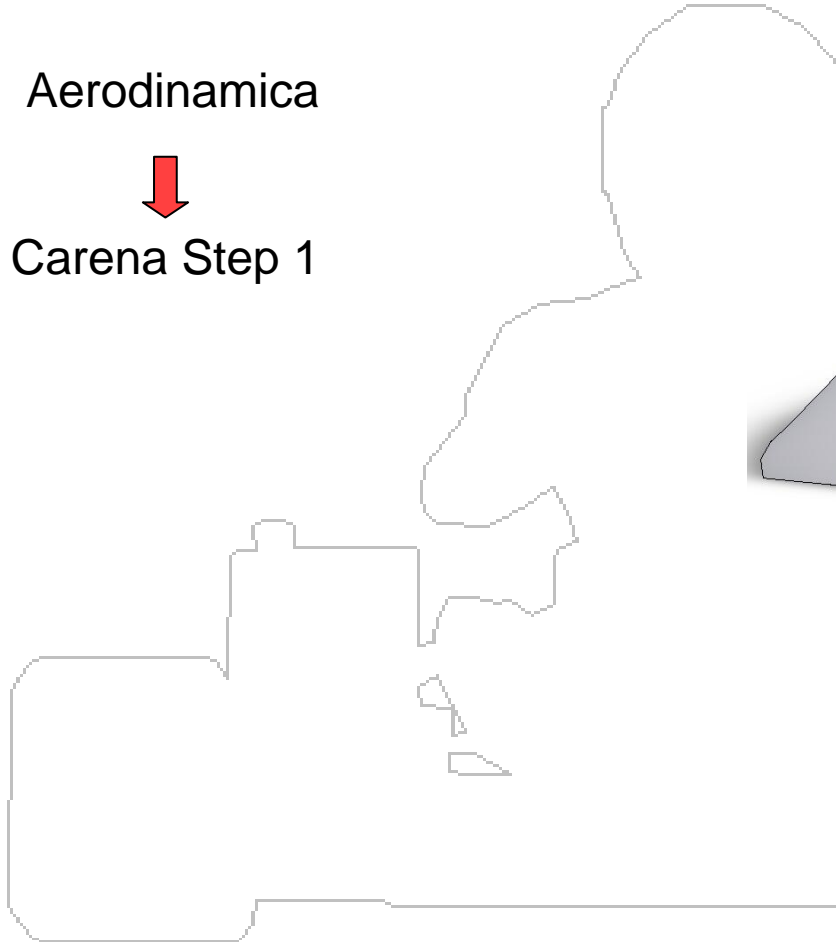
Post

Software C.A.D.: Solid Works

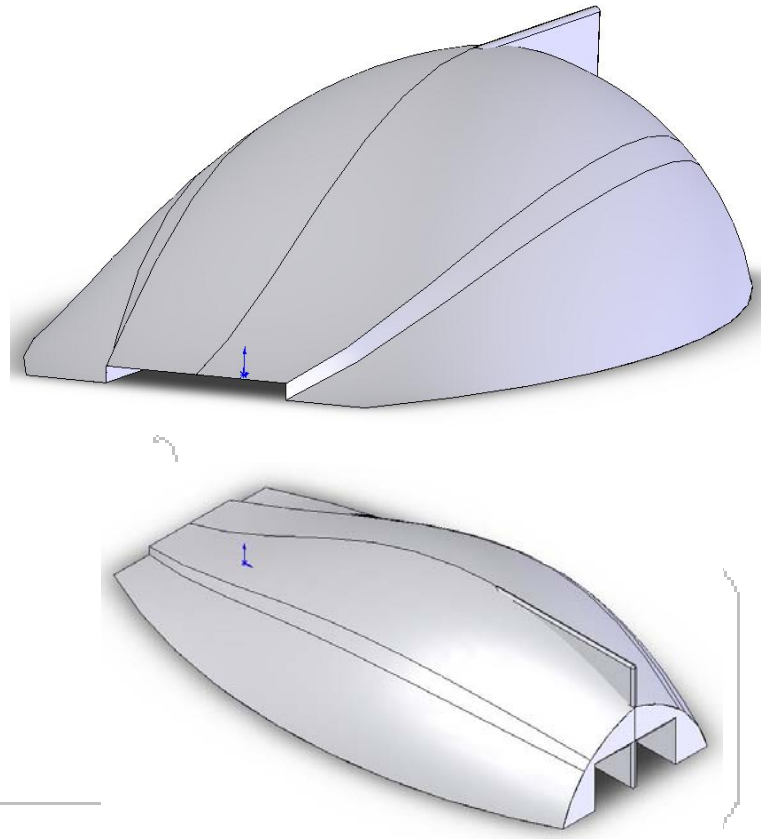
Aerodinamica



Carena Step 1



Carena Step 1



Evoluzione della Carena

C.A.D.

Mesh 2D

Mesh 3D

Simulazione

Post

Software C.A.D.: Solid Works

Aerodinamica



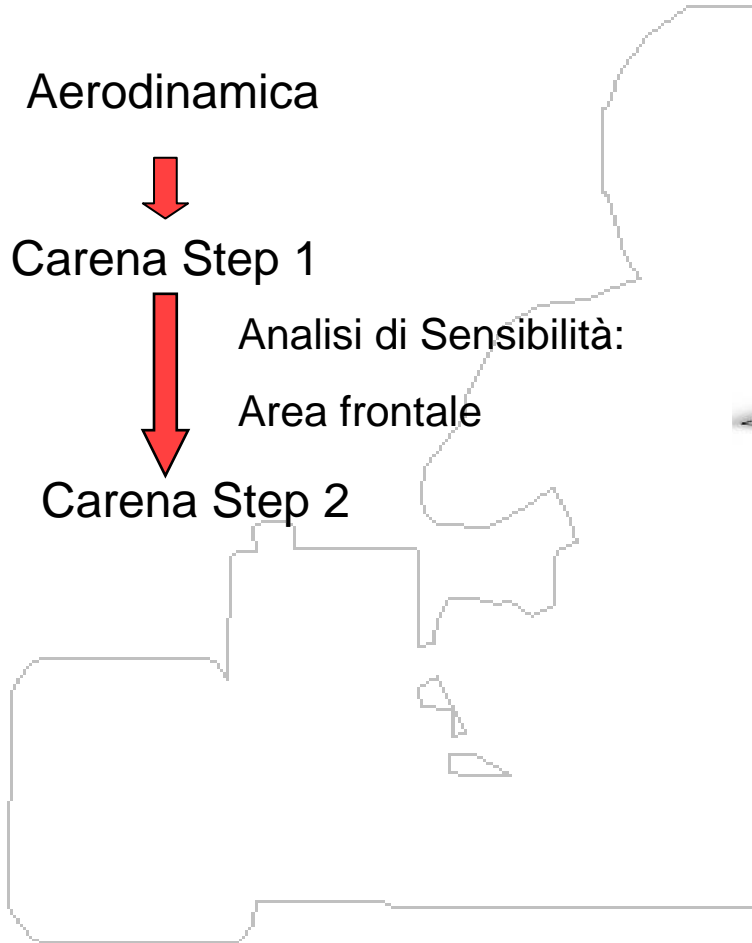
Carena Step 1



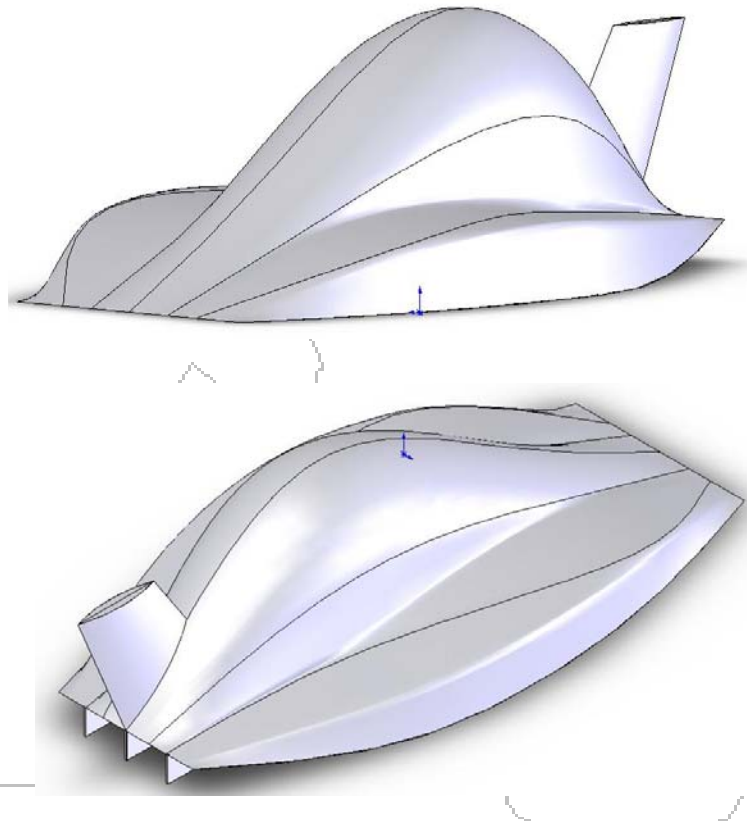
Analisi di Sensibilità:

Area frontale

Carena Step 2



Carena Step 2



Evoluzione della Carena

C.A.D.

Mesh 2D

Mesh 3D

Simulazione

Post

Software C.A.D.: Solid Works

Carena Step 3

Aerodinamica



Carena Step 1



Analisi di Sensibilità:
Area frontale

Carena Step 2

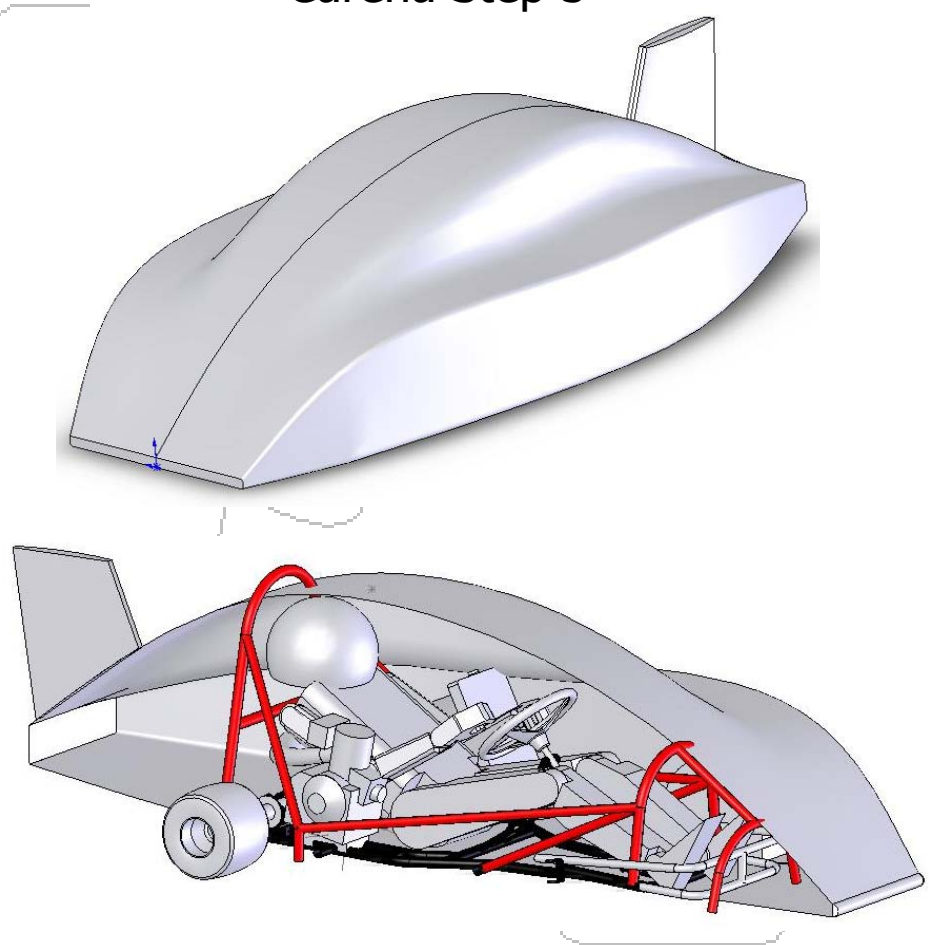


Sicurezza del pilota:
Roll-cage

Carena Step 3:
Venturi 6°



Simulazione Fluidodinamica



Galleria del vento virtuale

C.A.D.

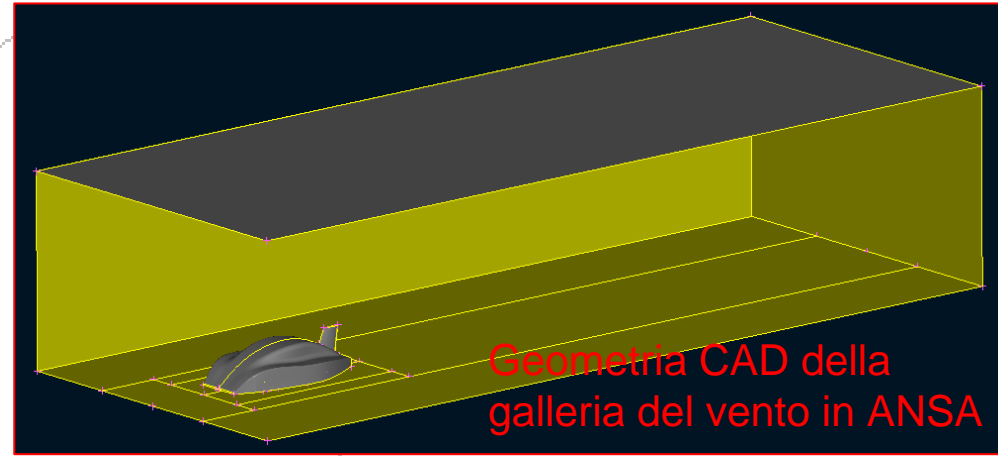
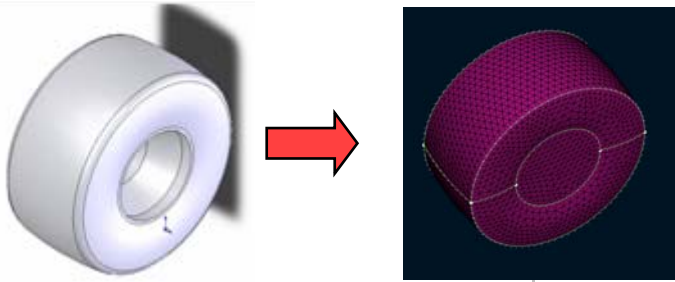
Mesh 2D

Mesh 3D

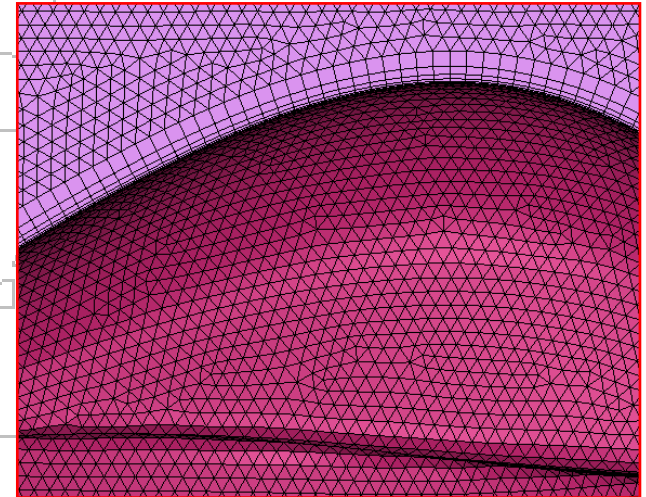
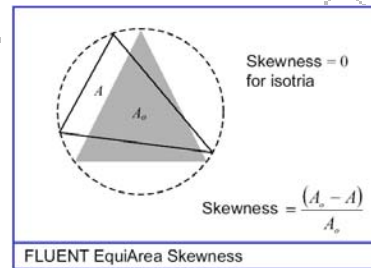
Simulazione

Post

- Proporzioni geometriche
- Pulizia del CAD
- Semplificazioni del CAD



- **Mesh di superficie:**
 - software **Ansa 12.0.3**
 - geometria triangolo
 - tipologia ADV. FR.
 - Parametro: Skewness (<0.4)
 - numero totale elementi circa $2 \cdot 10^5$



Galleria del vento virtuale

C.A.D.

Mesh 2D

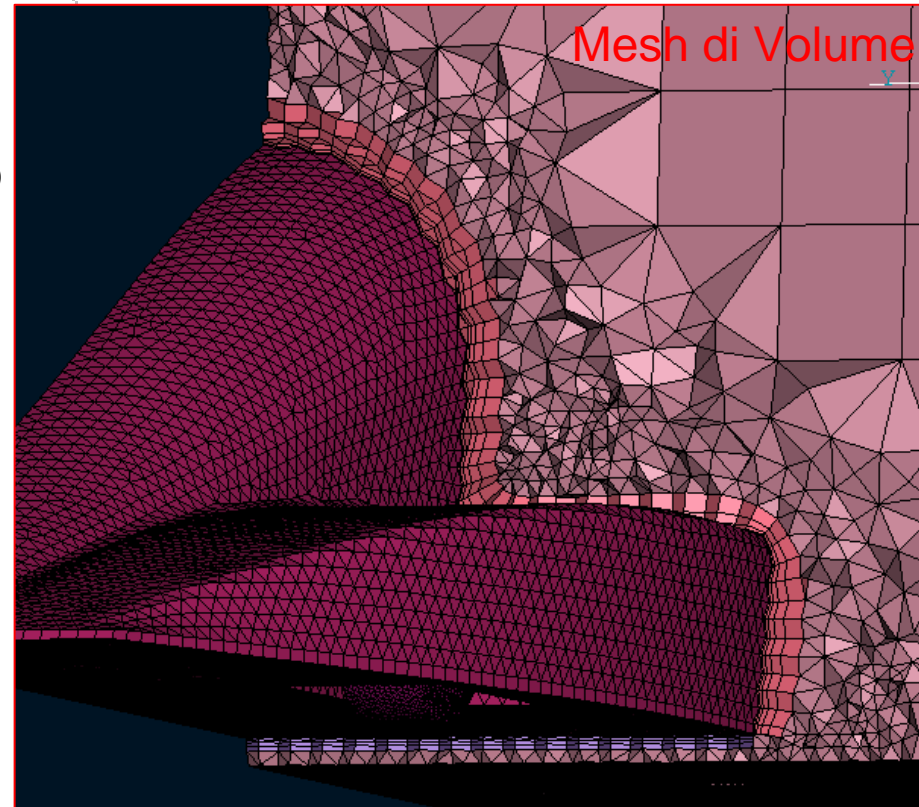
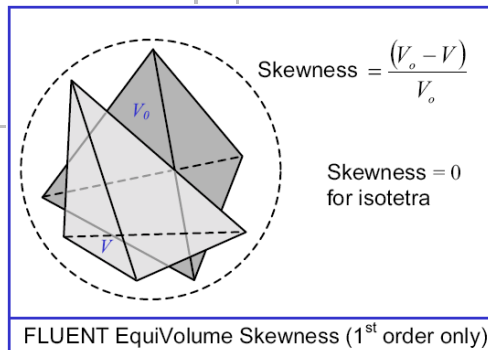
Mesh 3D

Simulazione

Post

■ Mesh di Volume:

- software TGrid 3.6.8
- Viscous hybrid mesh
 - 4 layer di prismi attorno veicolo
 - Rimanente volume: hexacore
- Refinement region
- Parametro: Skewness (<0.9)
- Numero totale di celle: $2.5 \cdot 10^6$



Simulazione Fluidodinamica

C.A.D.

Mesh 2D

Mesh 3D

Simulazione

Post

- Software: Fluent 6.3.26
- Solver: 3D, pressure based, steady
- Viscous Model: K- ϵ , Realizable, non equilibrium wall functions
- Materials: Aria, $\rho=1.225 \text{ Kg/m}^3$ $\nu=1.7894\text{e-}5\text{kg/ms}$
- Boundary condition:
 - In: velocity inlet (65m/s)
 - Out: pressure outlet (p=101325 Pascal)
 - Turbulence specification method:
 - Intensity (I=0.1%) and length scale ($\epsilon=0.05\text{m}$)
 - Strada: moving wall, translational (65 m/s)
 - Ruota: moving wall, rotational (502 rad/s)
 - Solution Controls: Default
- Parametri: Turbulence Intensity e numero totali di iterazioni

Risultati CFD: Venturi 6°

C.A.D.

Mesh 2D

Mesh 3D

Simulazione

Post

| | F_D | C_D | F_L | C_L | C_P | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | [N] | [N] | [N] | [N] | x [m] | y [m] | z [m] |
| Venturi 6° | 600 | 0.224 | 802 | 0.066 | 4 | 6 | 0 |

| | x [m] | y [m] | z [m] |
|-------|-------|-------|-------|
| C_G | 3.1 | 6 | 0.24 |

- Ottimo valore di C_{DRAG}
- Portanza
- Problemi di turbolenza sul fondo

Risultati C.F.D.:

Set 2: Venturi 6° VS Venturi 3° VS Fondo piatto

C.A.D.

Mesh 2D

Mesh 3D

Simulazione

Post

| | F_D | C_D | F_L | C_L | C_P | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | [N] | [N] | [N] | [N] | x [m] | y [m] | z [m] |
| Piatto | 500 | 0.183 | 832 | 0.069 | 4.63 | 5.99 | 0 |
| Venturi 3° | 561 | 0.211 | 637 | 0.053 | 4.24 | 6.01 | 0 |
| Venturi 6° | 600 | 0.224 | 802 | 0.066 | 4.05 | 6 | 0 |

La configurazione con **fondo piatto** presenta migliori caratteristiche aerodinamiche:

- F_{DRAG} minore
- C_{DRAG} migliore
- Centro di pressione arretrato
- Stabilità?

Analisi di Stabilità

C.A.D.

Mesh 2D

Mesh 3D

Simulazione

Post

| | Myra | Mxra | Mzcg |
|------------|------|------|------|
| | [Nm] | [Nm] | [Nm] |
| Piatto | -538 | ~0 | -12 |
| Venturi 3° | 133 | ~0 | 21 |
| Venturi 6° | -9.2 | ~0 | -3.1 |

La configurazione con **fondo Venturi 6°** presenta migliori caratteristiche di stabilità:

- Myra ~0
- MzCG ~0
- Turbolenza?

Turbolenza

C.A.D.

Mesh 2D

Mesh 3D

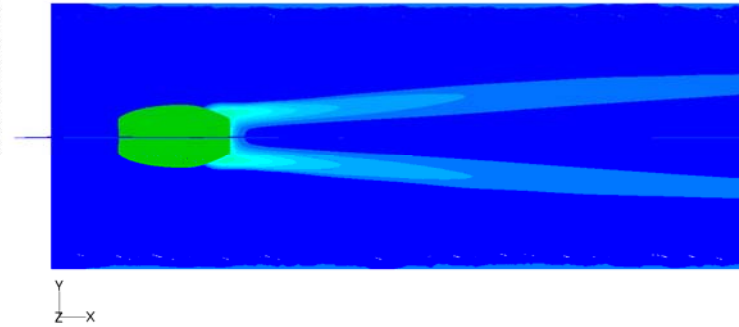
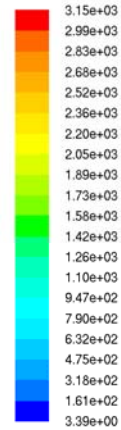
Simulazione

Post

Venturi configurazione 6°

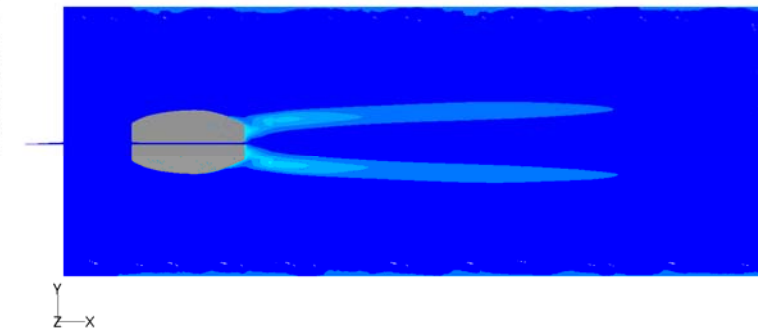
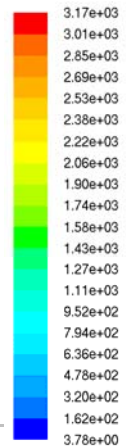
Parametro di confronto:
Turbulence Intensity

Fondo Piatto



Contours of Turbulent Intensity (%)

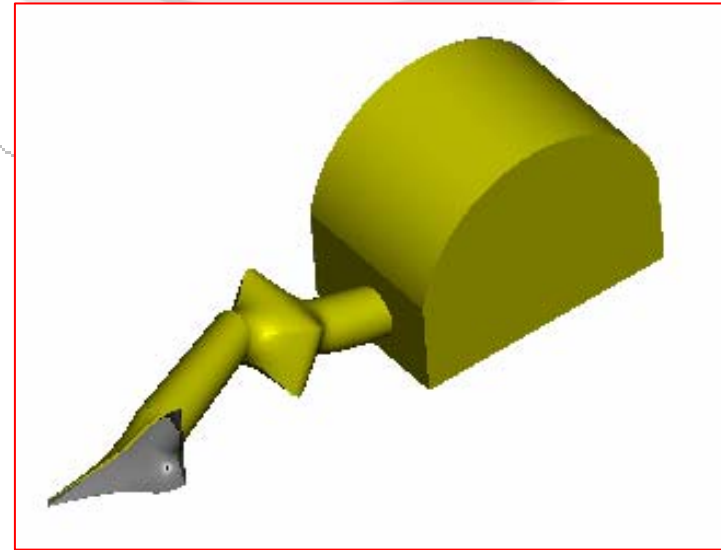
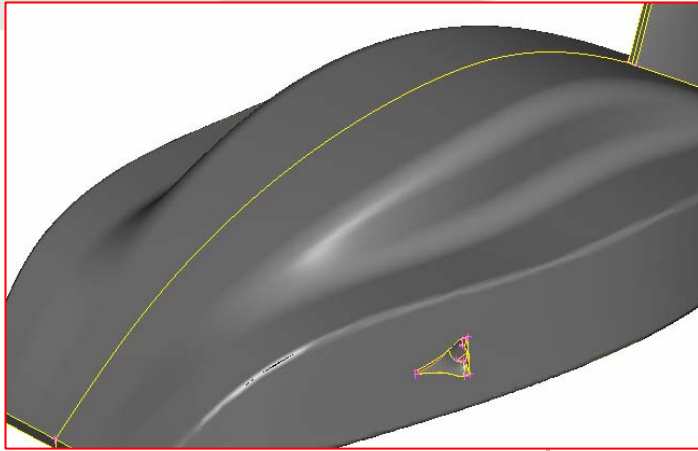
Feb 16, 21
FLUENT 6.3 (3d, pbrs, r



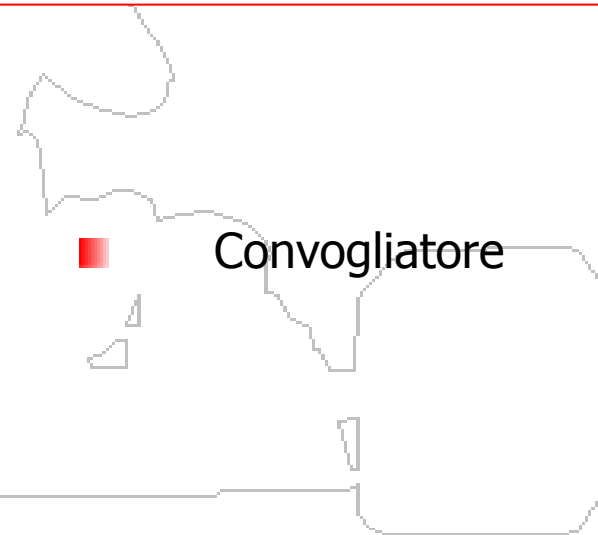
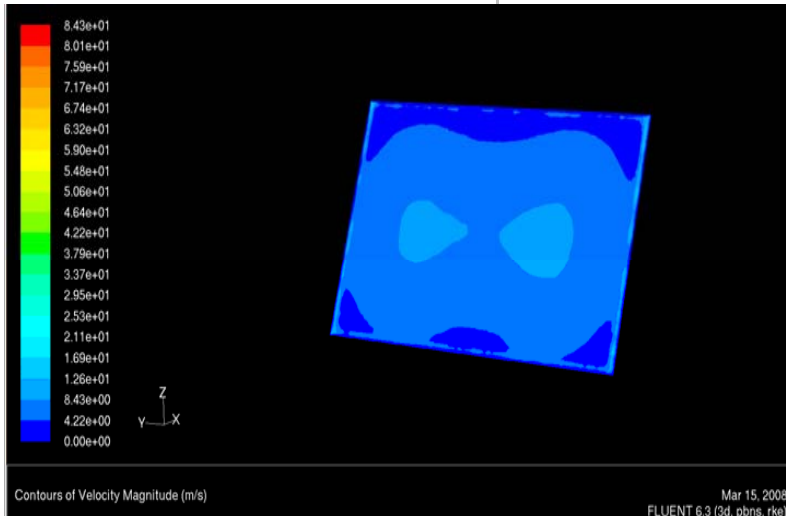
Contours of Turbulent Intensity (%)

Feb 16, 21
FLUENT 6.3 (3d, pbrs, r

Raffreddamento Radiatore



■ Radiatore: Materiale poroso



■ Convogliatore

Conclusioni e Sviluppi

- Parametri principali del LSR
- Aerodinamica esterna della carena
- Analisi della stabilità
- Raffreddamento del motore
- Costruzione della carena
- Test finali
- Tentativo di record

Gli sponsor...



CRG



ANSYS[®]



AVL



Sabelt[®]



Ringraziamenti

- Gian Maria Gabbiani
- Marco E. Biancolini
- Fabio Renzi
- Marco Urbinati
- Fabio Manieri



Università degli Studi di Roma Tor Vergata
Corso di Laurea e Dipartimento di Ingegneria Meccanica

tor vergata karting
www.torvergata-karting.it

OTTIMIZZAZIONE AERODINAMICA DELLA CARENA DI UN KART PER LAND SPEED RECORD

