

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

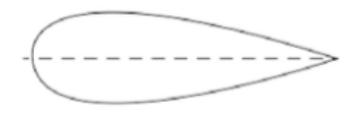
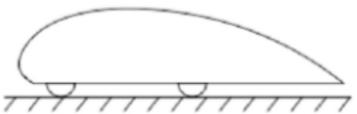
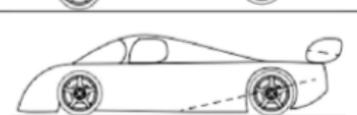
***Relazione per la prova finale  
«L'aerodinamica delle Auto da Corsa»***

Tutor universitario: Prof. Picano Francesco

Laureando: *Ziliani Lorenzo*

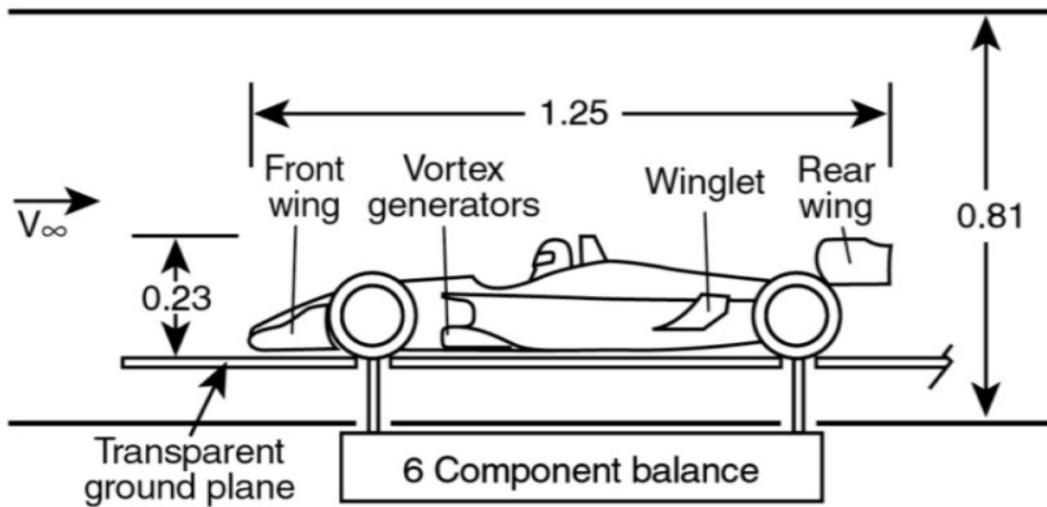
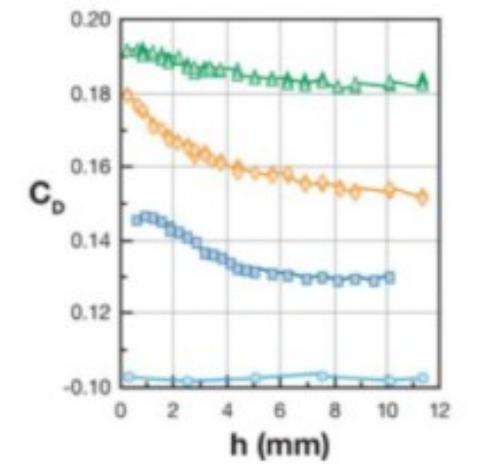
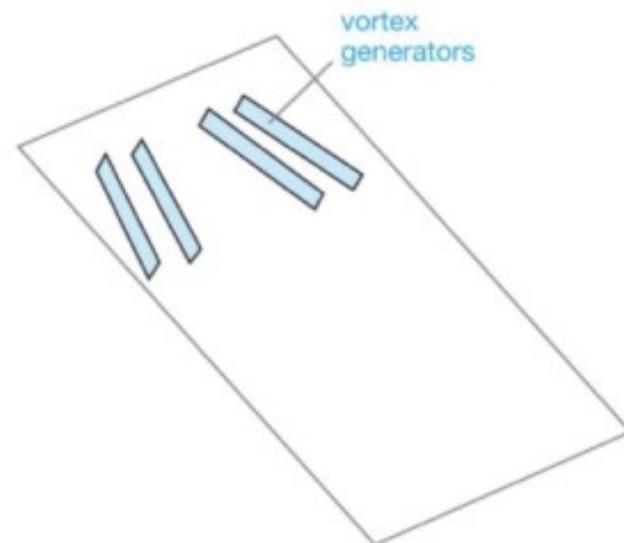
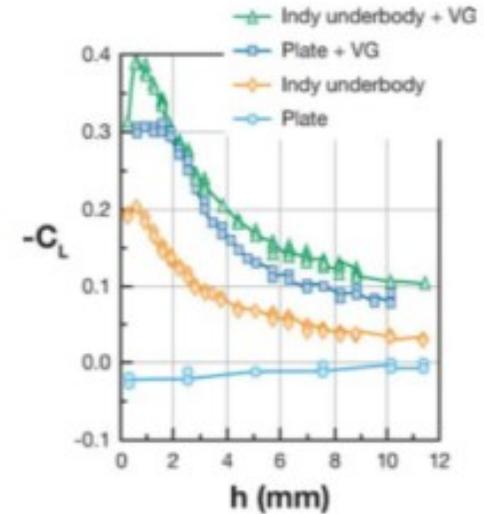
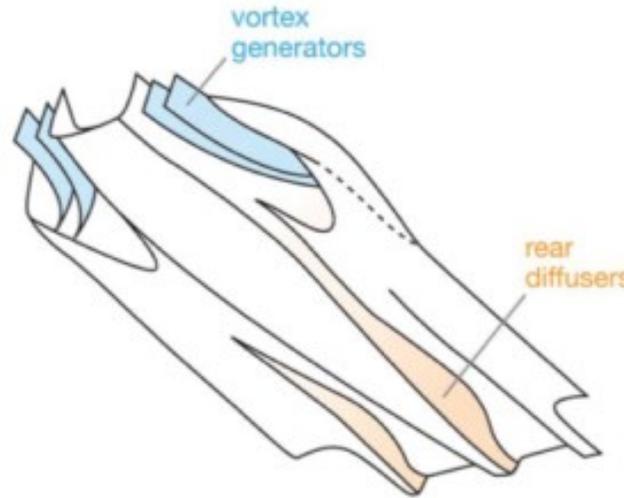
Padova, 10/11/2022

- L'aerodinamica presenta continue e importanti innovazioni in ogni ambito di applicazione
- In qualsiasi espressione di Motorsport, è sempre possibile individuare studi di carattere aerodinamico
- Effetti:
  - Aumento delle prestazioni
  - Stabilità
  - Sicurezza

			$C_L$	$C_D$
1	Low drag body of revolution		0	0.04
2	Low drag vehicle near ground		0.18	0.15
3	Generic automobile		0.28	0.35
4	Sedan based race car		-0.20	0.40
5	Prototype race car		-3.00	0.75



- Introduzione di elementi aerodinamici:
  - Cause che ne hanno portato l'utilizzo
  - Principi di funzionamento
  - Conseguenze ed effetti



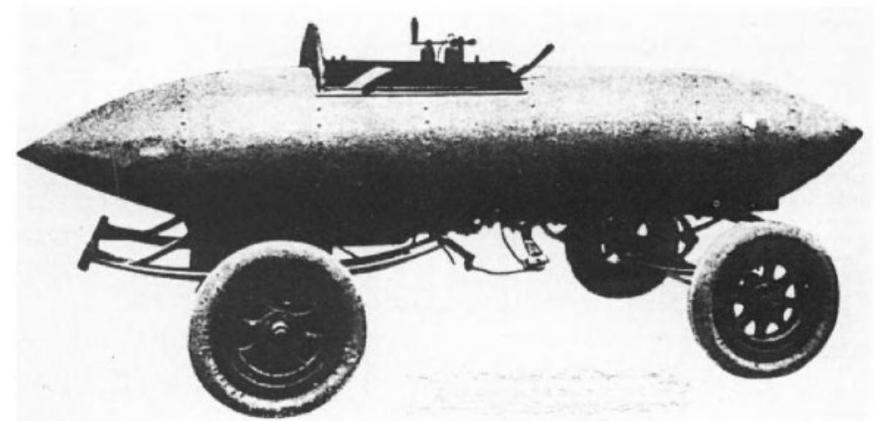
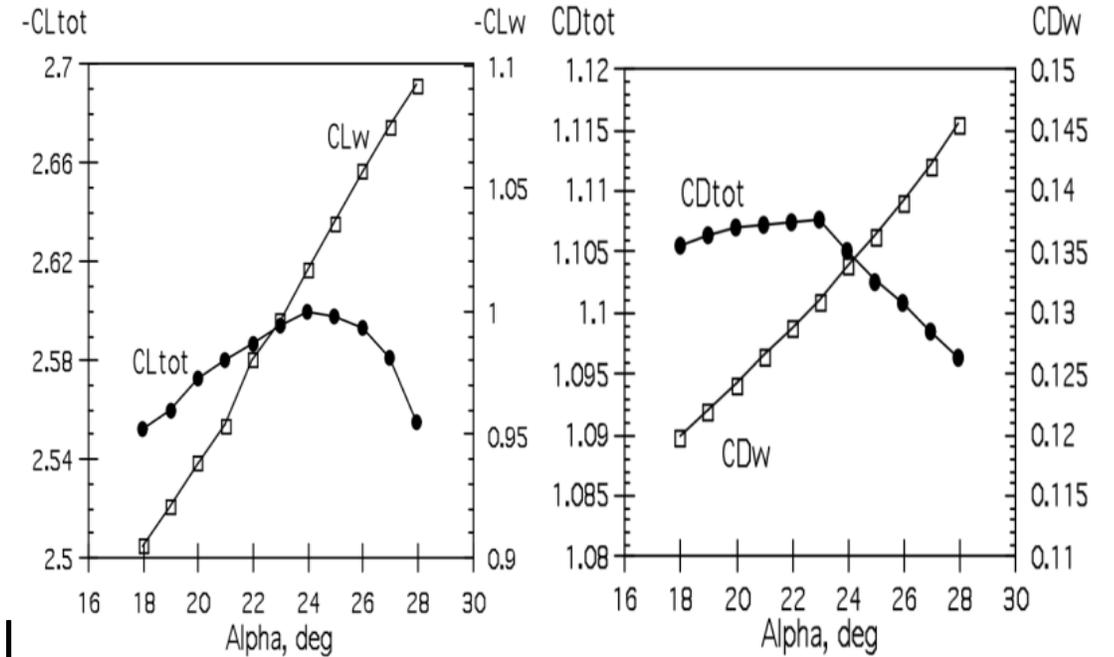
www.dii.unipd.it

- Descrizione delle prestazioni attraverso

Coefficienti di portanza e resistenza

$$C_L = \frac{\text{Portanza}}{0,5\rho S U^2} \quad C_D = \frac{\text{Resistenza}}{0,5\rho S U^2}$$

- Velocità  $U$  come parametro fondamentale del design aerodinamico
- Focus iniziale sulla diminuzione del drag sviluppato



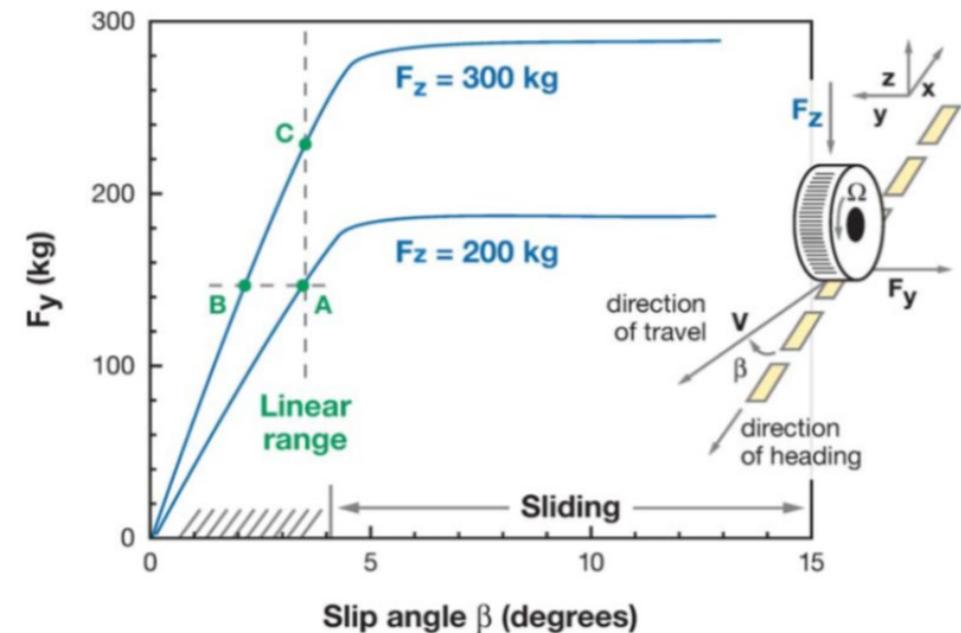
Camille Jenatton, 1899 [Hucho, Aerodynamics of Road Vehicles: From Fluid Mechanics to Vehicle Engineering, 1998]

- A partire dagli anni '60 del XX secolo, con la Chaparral 2C
- Un maggior carico verticale permette lo sviluppo di forze laterali più intense da parte degli pneumatici
- Miglioramento del tempo di percorrenza di curva

$$F_y = \frac{m}{R} U^2 \quad \text{da cui} \quad U = \sqrt{\frac{R}{m} F_y}$$

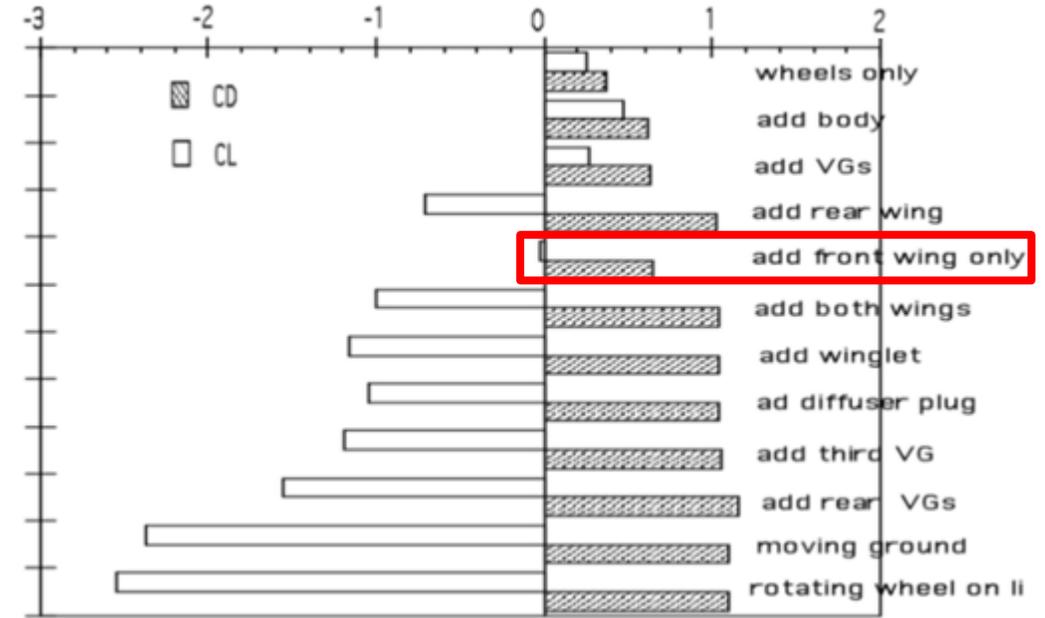
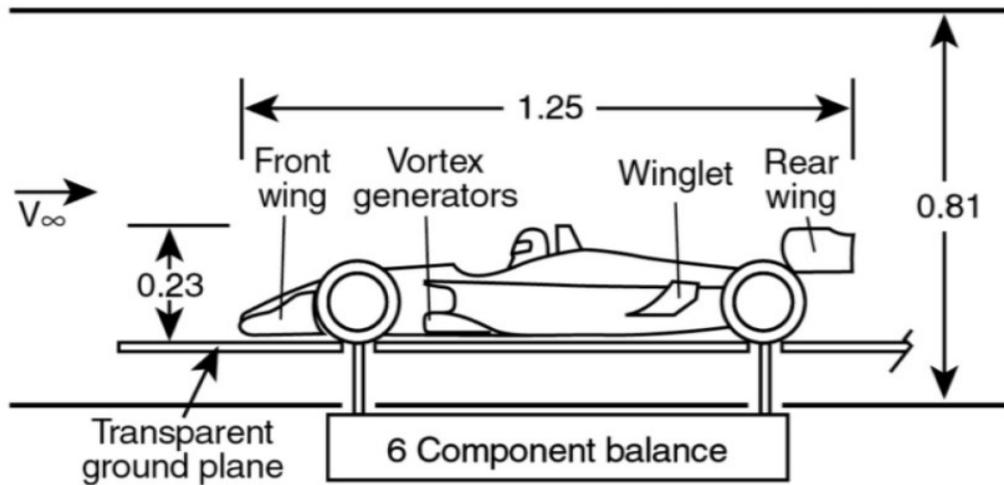


Chaparral 2C, 1965 [Falconer & Nye, «Complete History of Jim Hall's Chaparral Race Cars 1961–1970», 1992]



- Analisi degli effetti di un elemento sulla vettura complicata da due fattori:

- Interazione reciproca tra componenti



- Effetti del numero di Reynolds

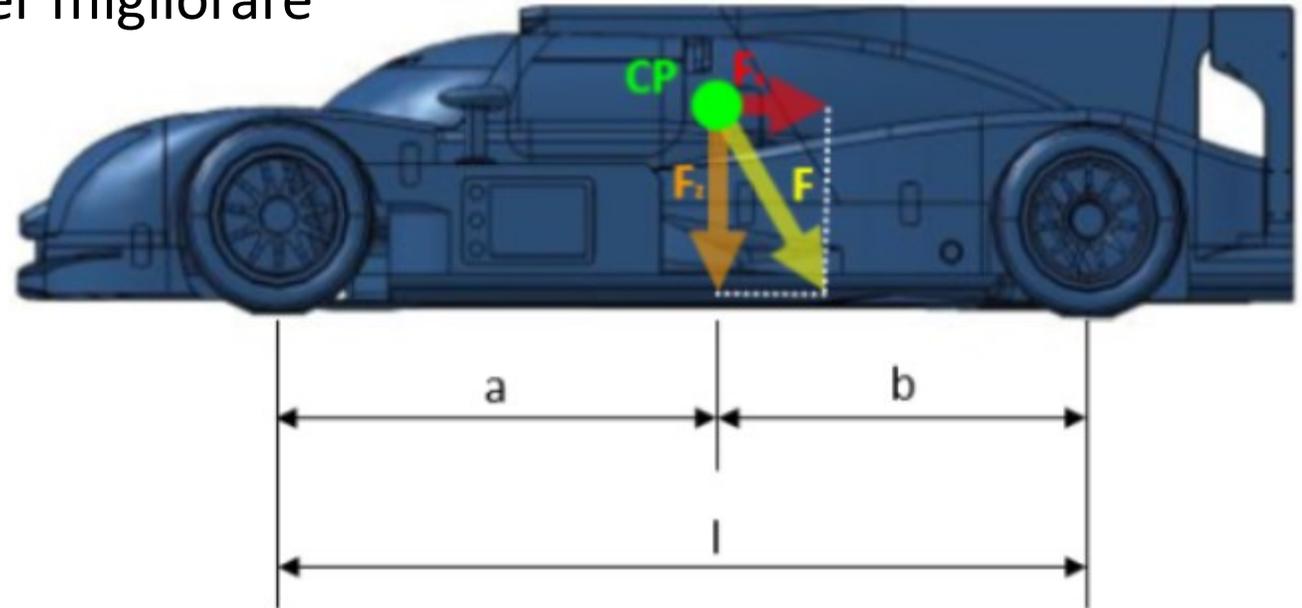
$$Re = \frac{\rho DU}{\mu} \sim 5 \times 10^5$$

- Utilizzo delle forze aerodinamiche per migliorare la stabilità del veicolo

- Centro di pressione e distribuzione longitudinale delle forze

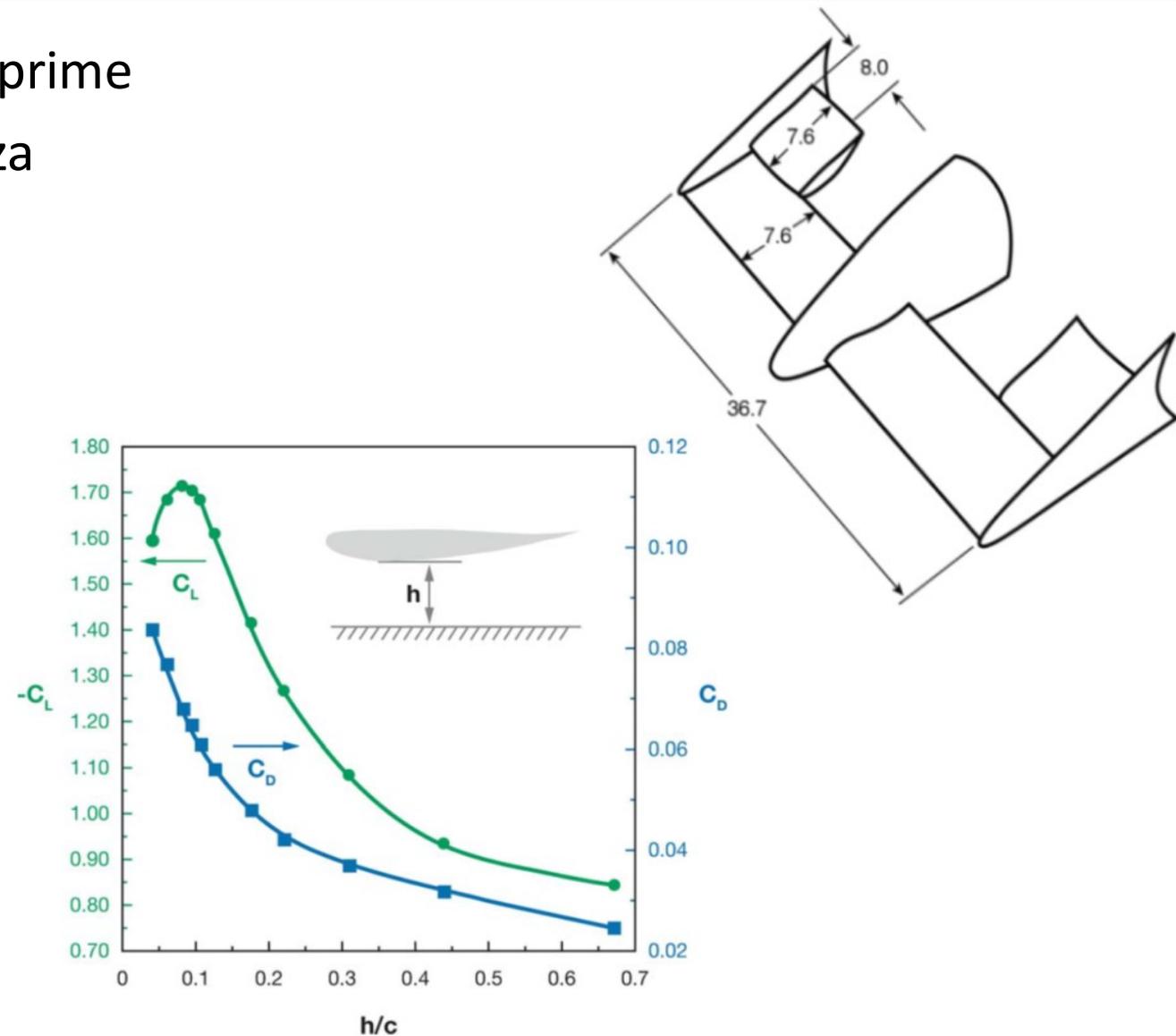
$$Bal = \frac{F_{zf}}{F_z} \quad [\%]$$

- Controllo dei momenti dovuti a forze aerodinamiche



Rake Angle

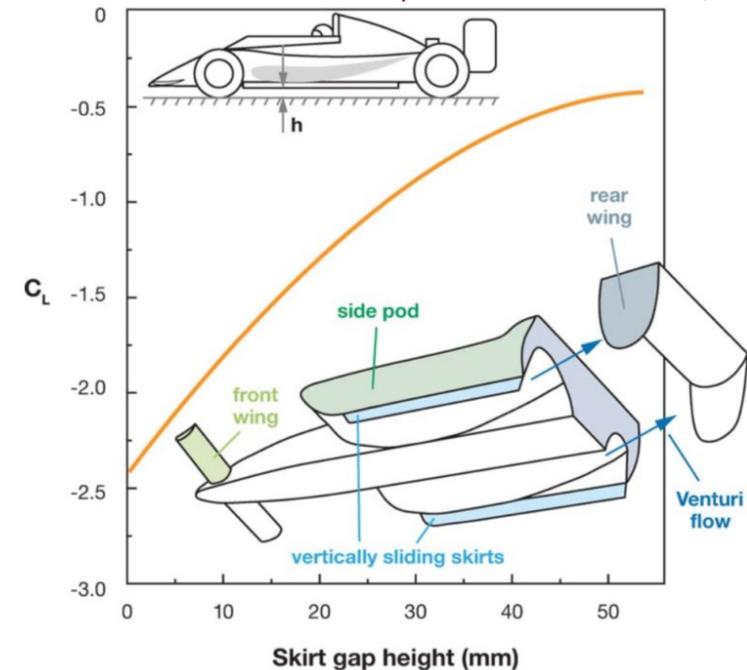
- Le appendici aerodinamiche furono le prime tecnologie per lo sviluppo di deportanza
- Direttamente dal campo aeronautico
- Ali anteriori:
  - Molto efficienti
  - Area estremamente delicata
- Ali posteriori
  - Meno efficienti delle anteriori
  - Benefici complessivi ben più evidenti



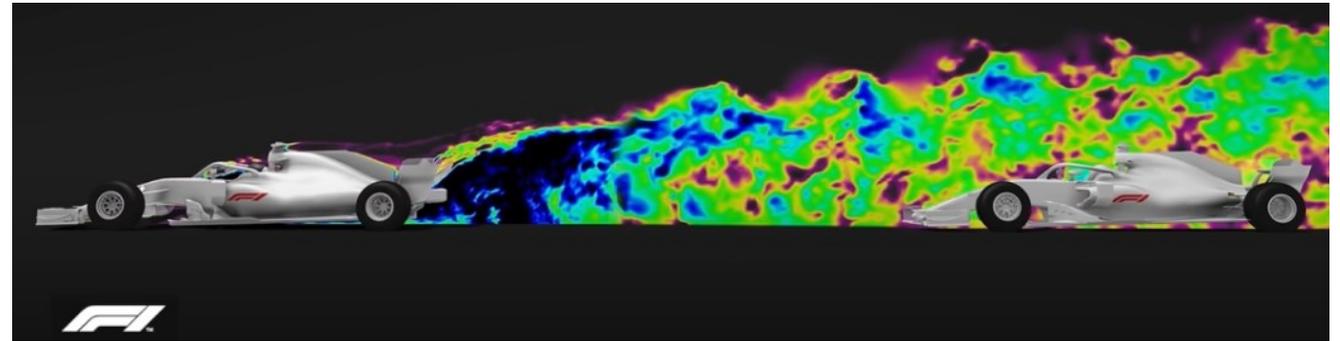
- Sfruttamento del corpo vettura per la generazione di deportanza
- Suction Cars:
  - Downforce slegata dalla velocità
  - Controllo attivo della pressione
- Effetto suolo:
  - Sidepods a profilo alare rovesciato
  - Utilizzo combinato di diffusore e minigonne scorrevoli



Brabham BT46B, 1978 [Lancieri A., vehiclecue.it «Brabham BT46B-La vittoria più facile di Niki Lauda», 2020]



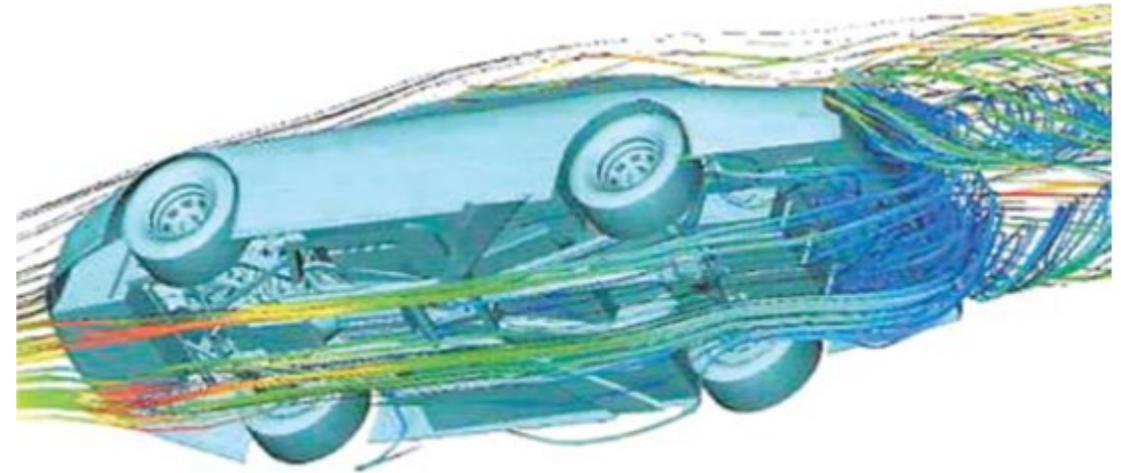
- Rivoluzione aerodinamica in Formula 1 per la stagione 2022
  - Riduzione dei disturbi di scia
  - Aumento della sicurezza in pista



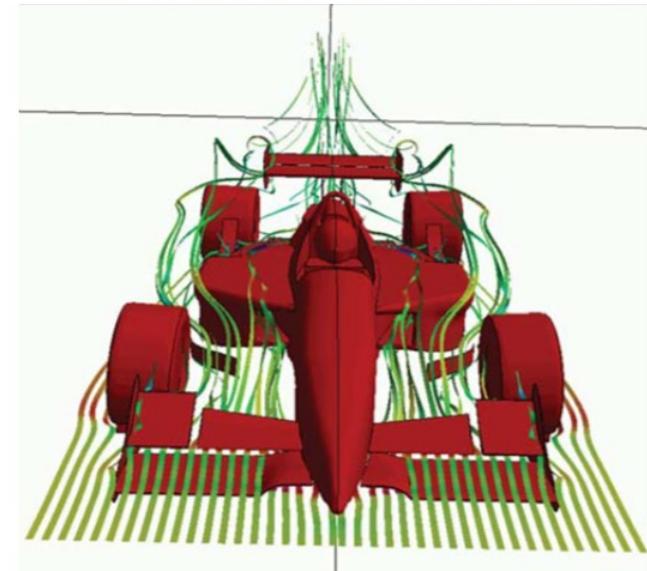
- NASCAR e dispositivi anti «Lift Off»
  - Roof flaps



- Notevole complessità delle applicazioni in ambito automotive
  - Fenomeni di influenza reciproca
  - Distribuzione delle forze
  - Interazione con vortici
- Difficoltà di previsione del comportamento del flusso
- Necessità di utilizzo combinato di test differenti, approcci e strumenti tipici del settore aerospaziale



Linee di flusso nel sottoscocca di un'auto [Brzustowicz et al. (2002)]



Linee di flusso attorno ad auto Indycar [Katz J. et al. (1998)]