

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

***Relazione per la prova finale
«Analisi Aerodinamica della vettura
di Formula SAE MG19.24H»***

Tutor universitario: *Prof. Francesco Picano*

Laureando: *Alberto Danieli 1219635*

Padova, 14/11/2024

Fondata nel 1981 dalla **Society of Automotive Engineers**, la Formula SAE è una competizione di design ingegneristico che prevede la progettazione e la realizzazione di un'auto da corsa a ruote scoperte.

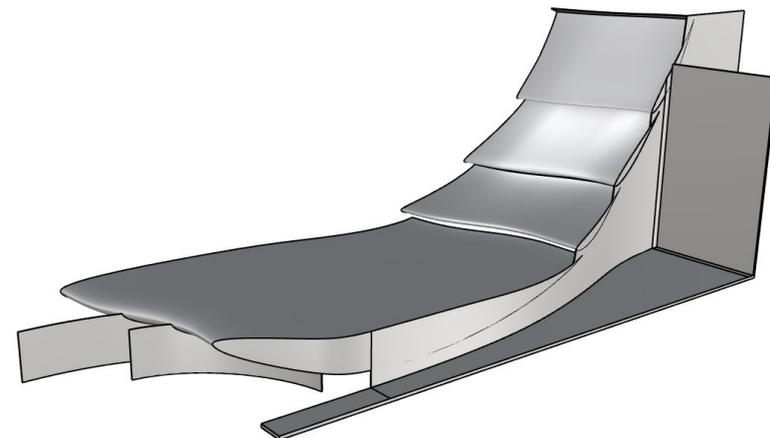
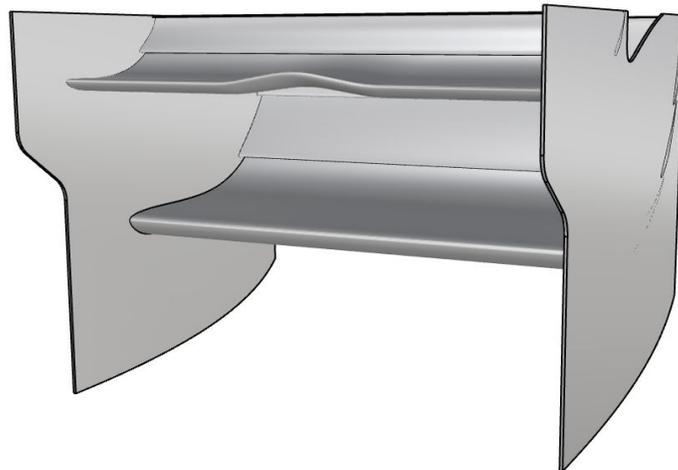
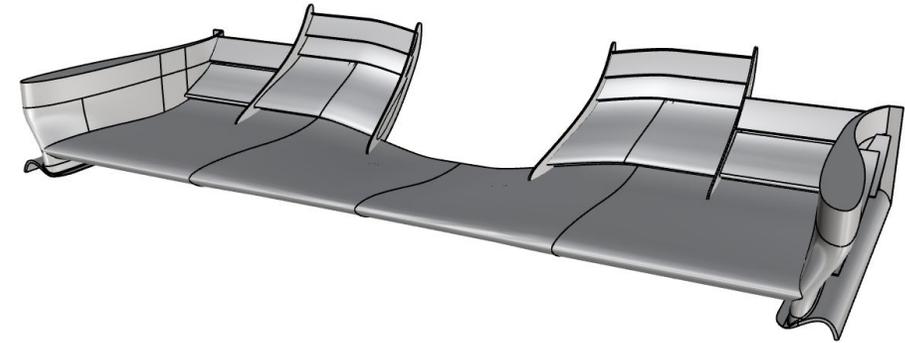
Durante le prove si possono totalizzare al massimo 1000 punti ed esse si dividono in:

- **Prove Statiche:**
 - Business Plan Presentation (75 pt.)
 - Cost and Manufacturing Event (100 pt.)
 - Design Event (150 pt.)
 - Tech Inspection
- **Prove Dinamiche:**
 - Acceleration (75 pt.)
 - Skidpad (75 pt.)
 - Autocross (100 pt.)
 - Endurance (325 pt.)
 - Efficiency (100 pt.)



Una vettura di Formula SAE presenta generalmente quattro macro aree dedicate all'impiego di appendici aerodinamiche:

- **Front:** genera deportanza all'assale anteriore
- **Side:** genera deportanza ai lati della monoscocca
- **Body:** parti dedite alla gestione dei flussi attorno alla vettura
- **Rear:** genera deportanza all'assale posteriore



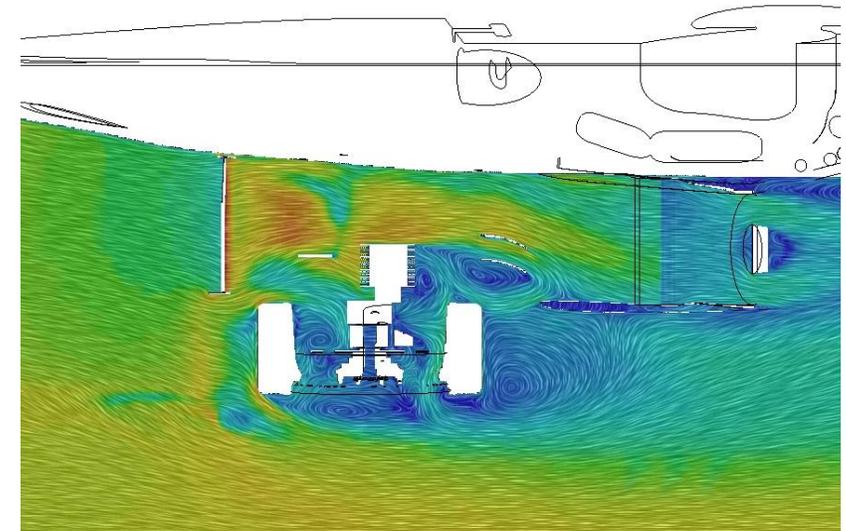
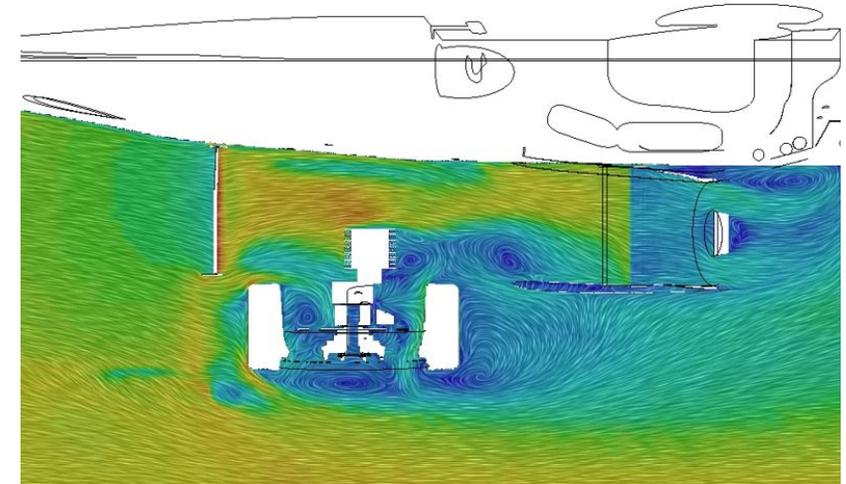
Nel 2024 abbiamo cambiato motorizzazione, siamo passati da un motore a combustione interna Honda CBR 600RR ad una motore Aprilia RS660 e abbiamo introdotto un sistema ibrido.

Questo ha portato a varie complicazioni:

- Poca esperienza col nuovo motore, esigenze di raffreddamento per ridurre i rischi
- Motori elettrici riducono la portata di massa ai radiatori

Per risolvere il problema abbiamo ideato delle apposite bull wings.

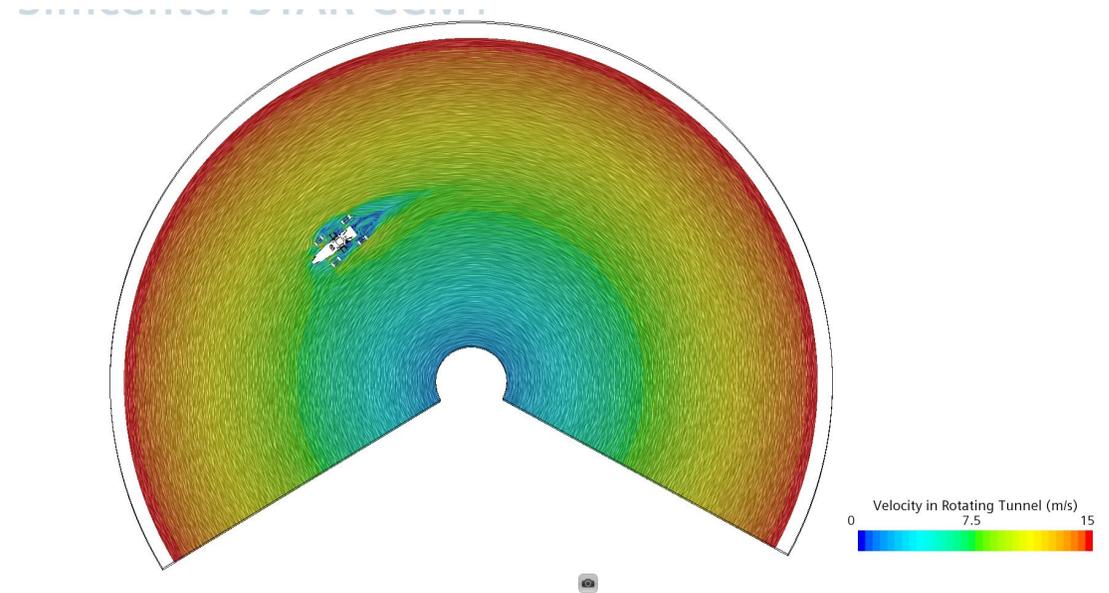
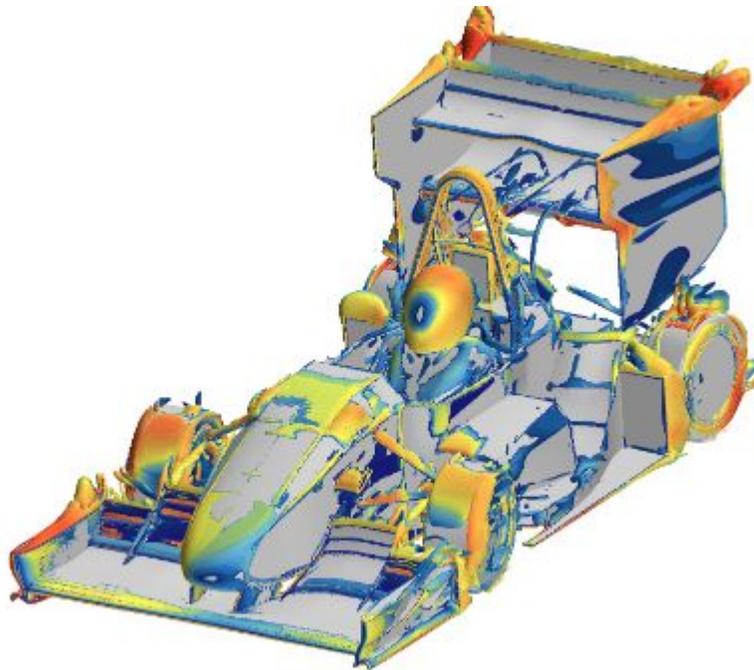
| Mass Flow per Radiator [kg/s] @ 15 m/s in Straight Condition | | | |
|---|---------|---------|----------|
| MG15 EVO | MG17.22 | MG18.23 | MG19.24H |
| 0,258 | 0,275 | 0,295 | 0,287 |
| Baseline | +6,59% | +14,34% | +11,24% |



Dominio curvo ricavato da analisi DAQ mentre per il dritto sono state seguite le indicazioni fornite da SIEMENS.

Simulazioni RANS che fanno utilizzo del modello di turbolenza K- ω SST.

Low y^+ per la modellazione dello strato limite.



Le nostre simulazioni sono principalmente a scopo comparativo. Si fa uso di CAD semplificato, introducendo nella simulazione solo geometrie ed ingombri necessari a garantire una buona rappresentazione della realtà.

Questo lo si fa per vari motivi tra i quali:

- Ridurre il costo computazionale della simulazione
- Semplificare il processo di meshing

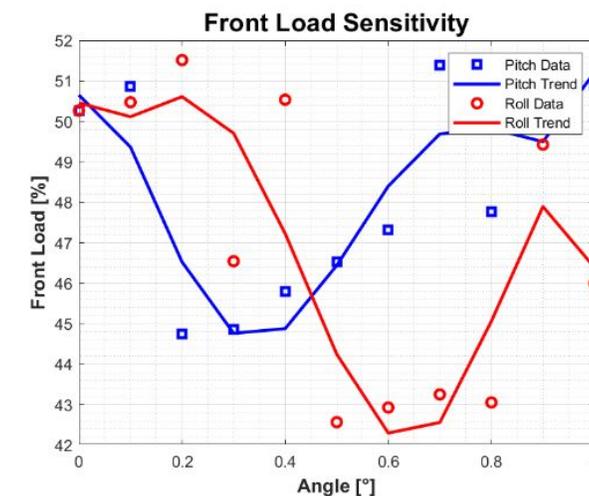
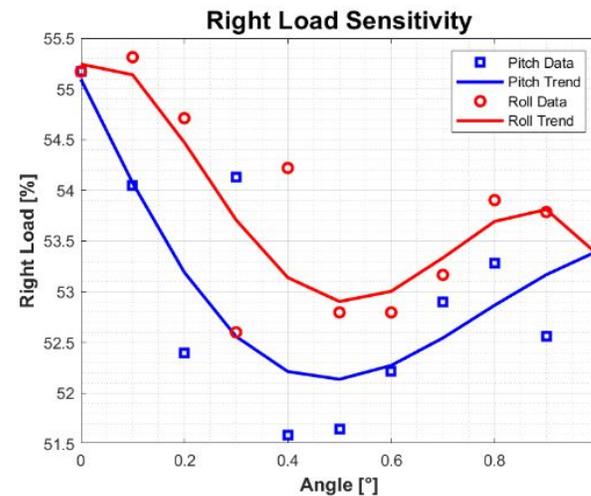
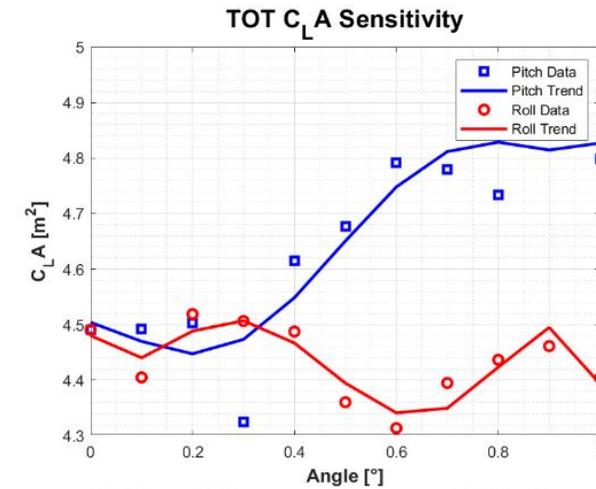
Al termine della progettazione si conduce lo studio sulla sensitività aerodinamica dell'aeropack.

Analisi del comportamento della vettura in condizione di pitch e roll da 0 ad 1 grado.

Si analizza anche come il centro di pressione si muove al variare delle condizioni di rollio e beccheggio.

I piloti sono studenti, limitata esperienza di guida con queste vetture.

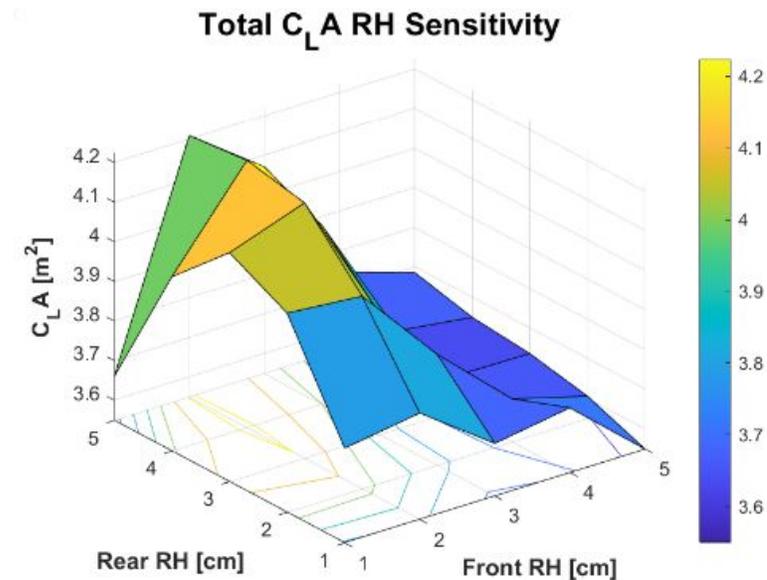
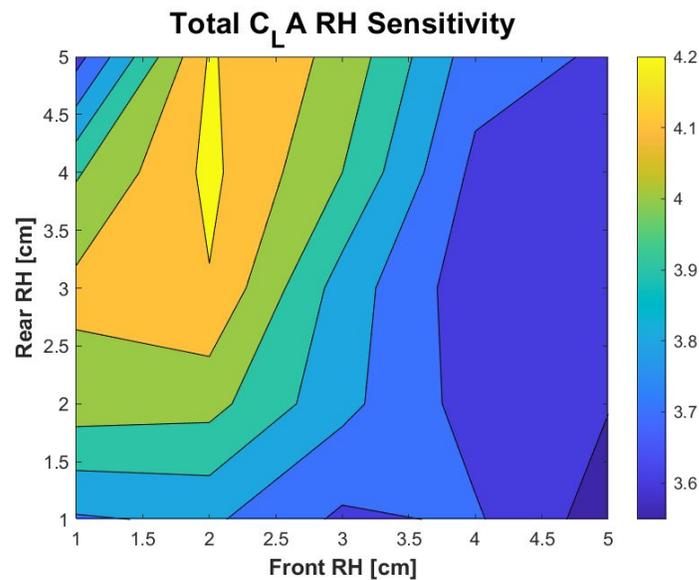
Minimizzare gli spostamenti del CoP è fondamentale per avere una vettura facile da guidare



Quest'anno per la prima volta è stato condotto uno studio sul comportamento aerodinamico della vettura in funzione delle altezze da terra, ottenendo così l'aeromap della MG19.24H. Per diminuire il tempo di esecuzione abbiamo usato semplici simulazioni sul dritto.

Gli obiettivi erano i seguenti:

- Valutare se adattare l'assetto al pacchetto aerodinamico o viceversa
- Valutare le prestazioni del pacchetto aerodinamico per gli assetti più frequenti



Se si confrontano i valori di CLA tra la vittoriosa vettura MG18.23 e la sua succeditrice, l'MG19.24H, a prima vista si può pensare ad un passo indietro.

Tuttavia l'MG19.24H è il punto di partenza della prossima famiglia di prototipi

Un significativo miglioramento è stato la riduzione del peso complessivo dell'intero pacchetto aerodinamico

| Aeropack Mass [kg] | | |
|---------------------------|---------|-----------|
| MG18.23 | MG19.24 | Delta (%) |
| 20,14 | 16,67 | -20% |

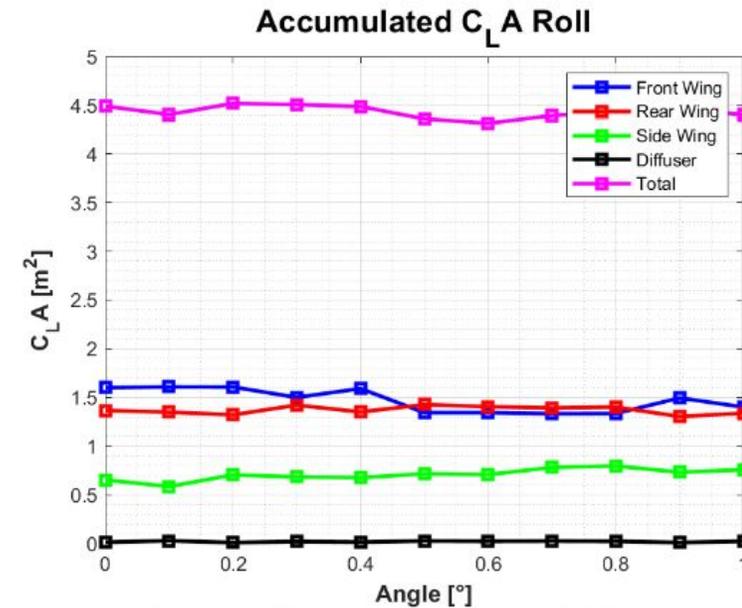
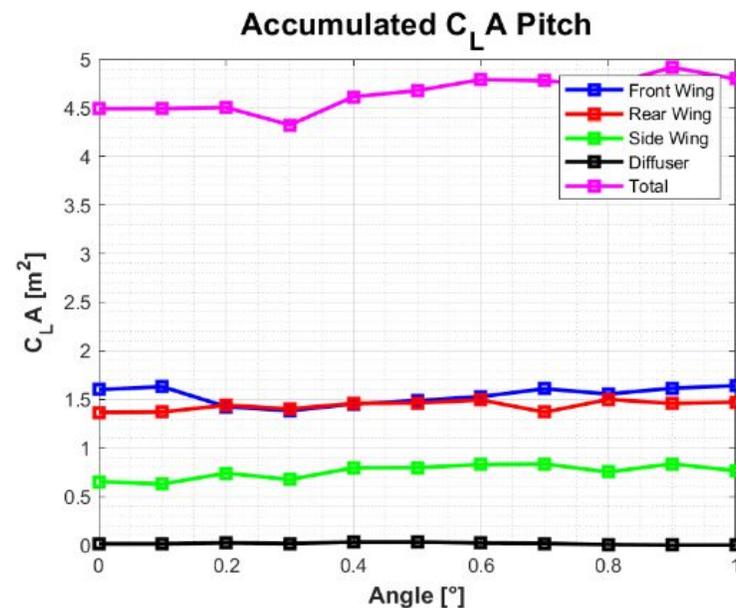
| Total C_LA [m²] in Cornering Condition | | |
|--|---------|-----------|
| MG18.23 | MG19.24 | Delta (%) |
| 5,03 | 4,7 | -6,5% |

| Total C_DA [m²] in Straight Condition | | |
|---|---------|-----------|
| MG18.23 | MG19.24 | Delta (%) |
| 1,83 | 1,72 | -6% |

Per quanto riguarda il comportamento aerodinamico della vettura è importante non perdere la visione d'insieme. La monoposto nel complesso non altera di molto il carico da essa generato.

Con lo studio condotto siamo riusciti ad evidenziare aree della vettura problematiche.

L'aspetto più critico rimane lo spostamento del centro di pressione.



- Joseph Katz, **Race Car Aerodynamics: Design for speed**, Bentley Publishers, Revise 2nd Edition 2006
- G. Graziani, **Aerodinamica**, Casa Editrice Università La Sapienza, 2010
- A. Sayma, **Computational Fluid Dynamics**, Ventus Publishing ApS, 2009
- Siemens, **External Aerodynamics with Simcenter Star-CCM+ Best Practices Guidelines (2022.1)**, 2022
- Siemens, **Simcenter Star CCM+, User Manual**, versione 2021
- **FS-Rules 2024 v1.1**
- **Movimenti della scocca, rollio, beccheggio e imbardata**, www.ralph-dte.eu, 2010
- **Rans vs Lens in code Saturn**, www.argosrl.eu
- **What is Y+**, www.simscale.com, 2018