

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

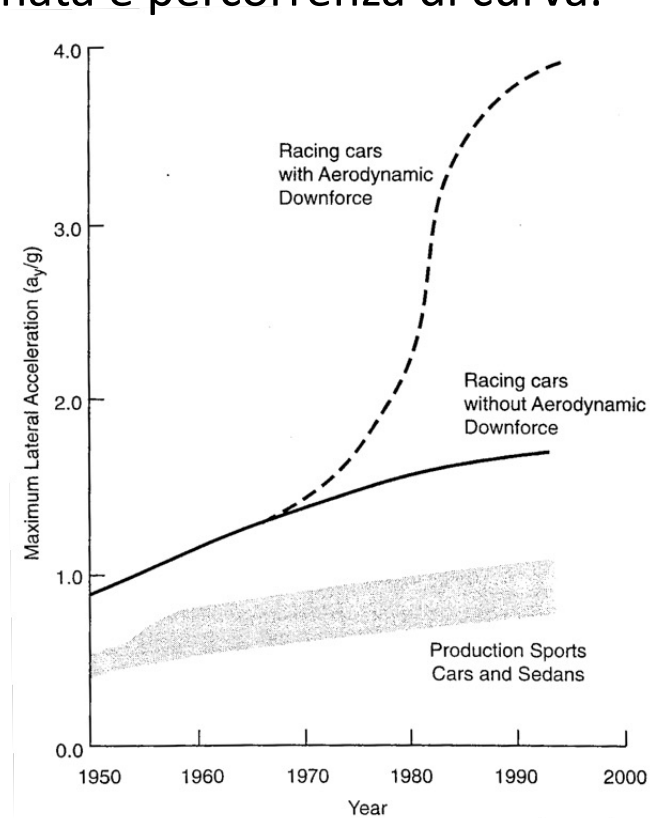
***Relazione per la prova finale
«L'aerodinamica applicata alle
autovetture da competizione»***

Tutor universitario: Prof. Francesco Picano

Laureando: *Pietro Minazzato*

Padova, 21/09/2023

Le vetture da corsa sono macchine che competono assieme ad altri veicoli simili in speciali tracciati o strade pubbliche chiuse al pubblico. Esse sono sviluppate seguendo specifiche regole a seconda del regolamento del campionato a cui partecipano, in modo tale da garantire le massime prestazioni possibili in termini di accelerazione, velocità di punta, frenata e percorrenza di curva.



Evoluzione nel tempo delle accelerazioni laterali in relazione all'avvento di vetture da corsa deportanti.

L'obiettivo di questo elaborato è quello di delucidare più in dettaglio come e attraverso quali dispositivi gli ingegneri e i tecnici hanno applicato i concetti dell'aerodinamica alle vetture da corsa.

Fondamentali di aerodinamica

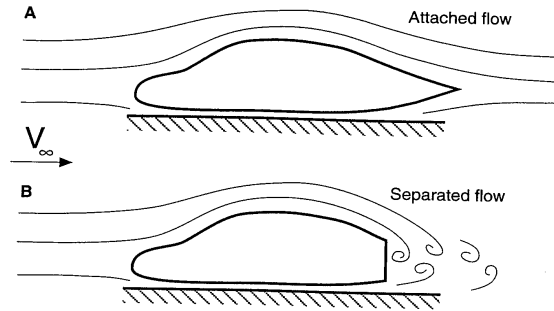
$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 A C_L$$

$$D = \frac{1}{2} \rho V^2 A C_D$$

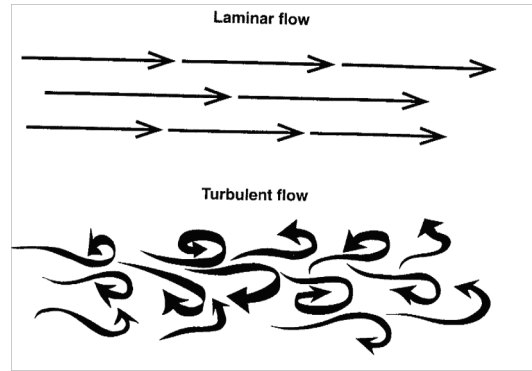
Aerodinamica applicata



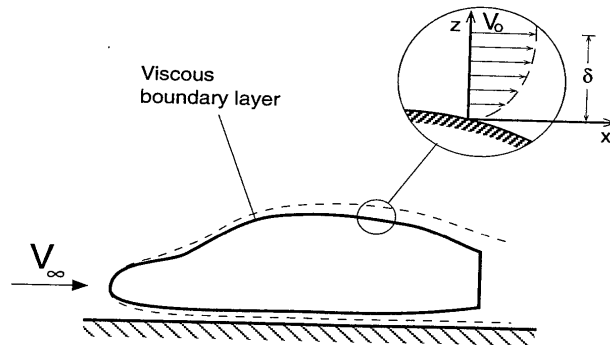
- *Linee di flusso*



- *Flusso laminare e turbolento*



- *Strato limite*

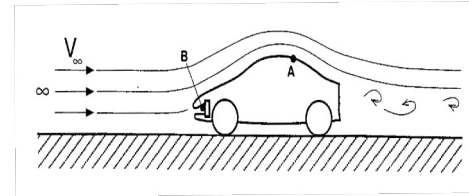


- *Equazione di Bernoulli*

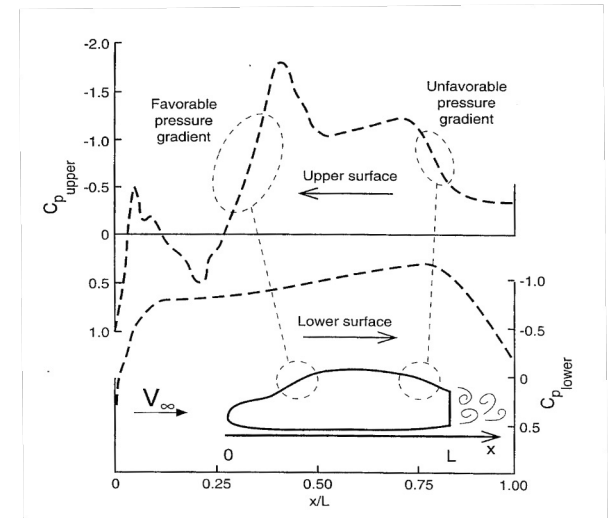
$$p + \frac{1}{2} \rho V^2 = cost$$

- *Coefficiente di pressione*

$$C_p = 1 - \left(\frac{V}{V_\infty} \right)^2$$

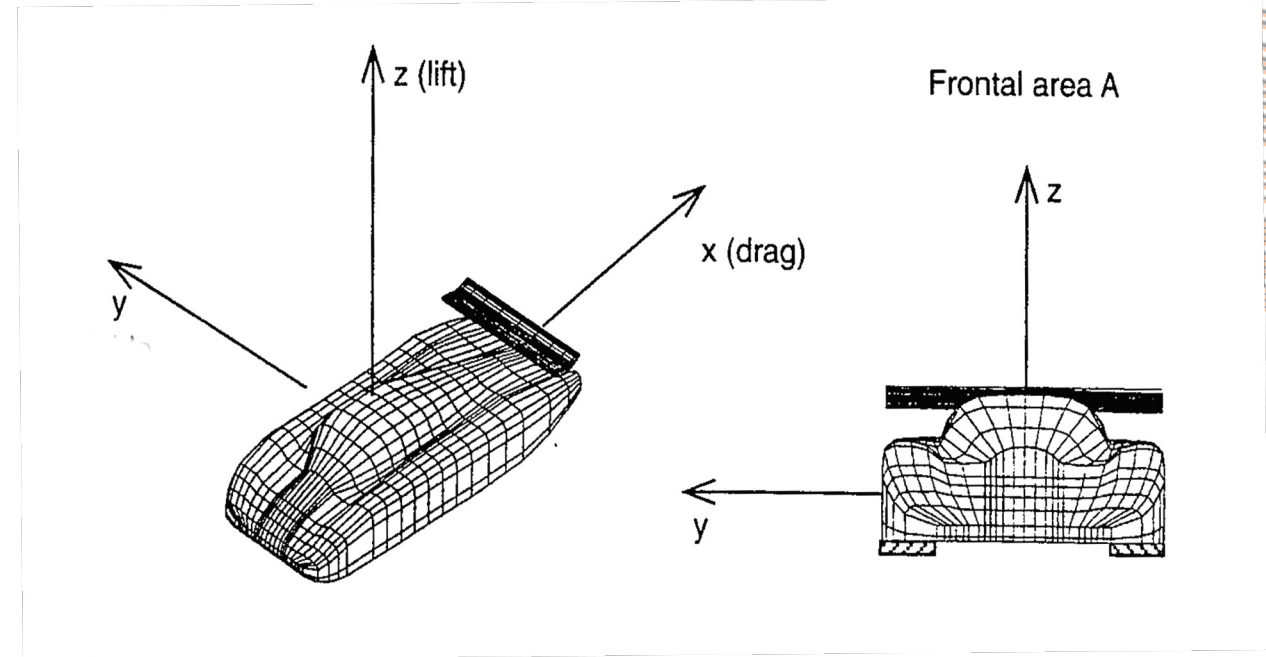


- *Flusso attorno a una vettura*



- Portanza \longrightarrow $L = \frac{1}{2} \rho V^2 A C_L$
lift L

- Resistenza \longrightarrow $D = \frac{1}{2} \rho V^2 A C_D$
drag D



Airdams

Con il termine dam si intende solitamente un alettone montato sul fronte vettura per ridurre il drag e il lift dell'auto.

Splitters

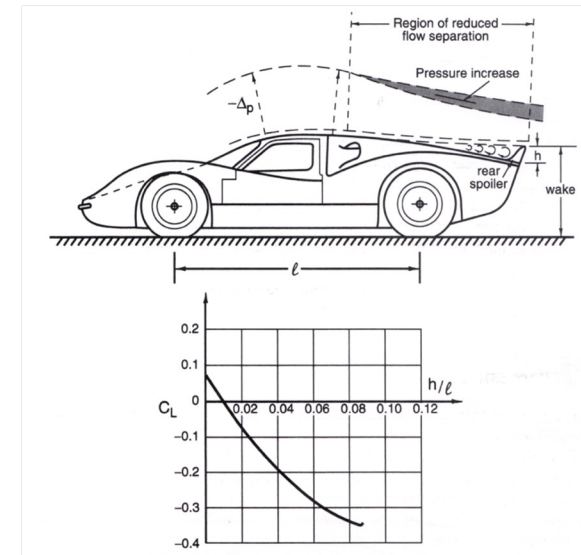
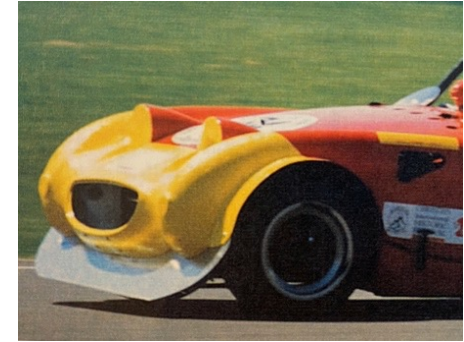
Uno splitter, nella sua forma più basilare, è di fatto l'estensione orizzontale dell'orlo inferiore dell'alettone che si sviluppa in avanti.

Spoilers

Lo spoiler posteriore è un altro di quei dispositivi aerodinamici che vengono implementati in una vettura per incrementare il grip della vettura e ricercare il più ottimale equilibrio aerodinamico.

Dive plates

Consistono in una serie di paratie inclinate verso il basso nella loro parte inferiore che vengono montate in basso sui fianchi del fronte vettura.



Ali

La deportanza generata dalle ali è influenzata da una serie di parametri fondamentali :

- Influenza dell'angolo d'attacco

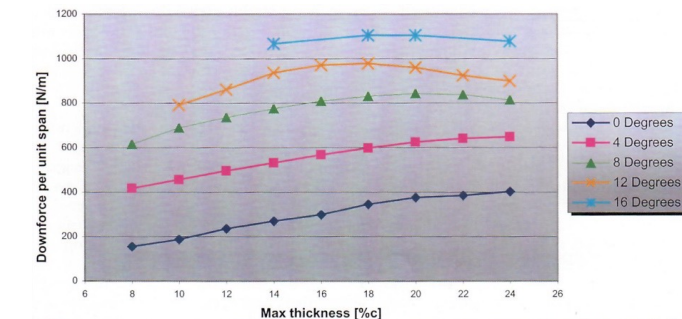
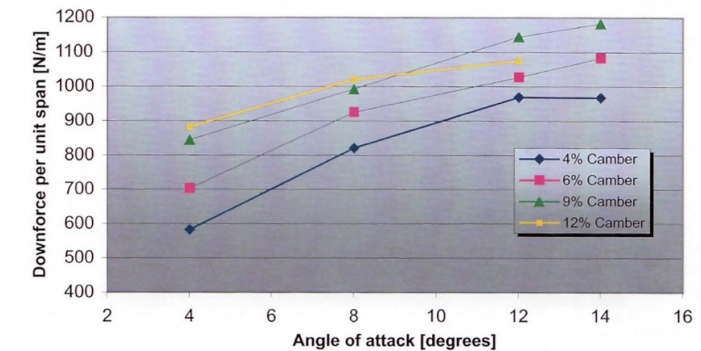
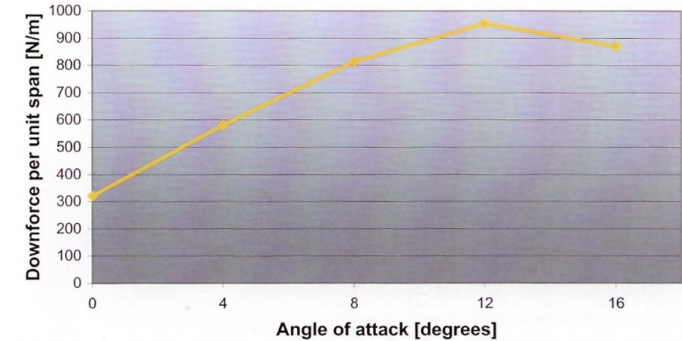
Il parametro più semplice da cambiare su di un'ala è l'angolo d'attacco.

- Influenza della campanatura o camber

In generale, a un dato angolo d'attacco, più campanatura dà più deportanza, ma comporta anche l'insorgere dello stallo dell'ala ad angoli più bassi.

- Effetto dello spessore

In generale, la deportanza cresce con l'incremento dello spessore, ma raggiunge il suo massimo per valori che sono dipendenti dall'angolo d'attacco



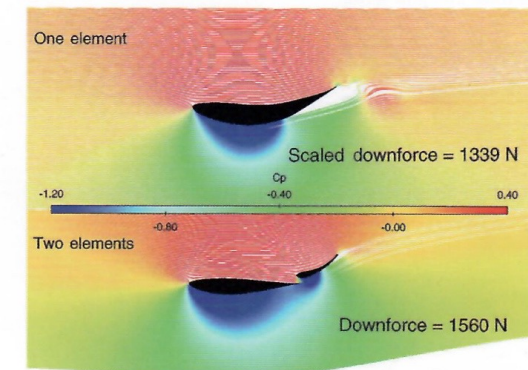
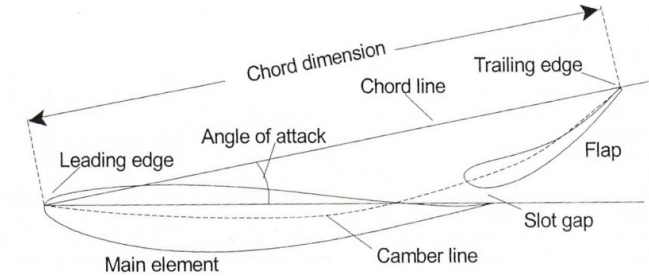
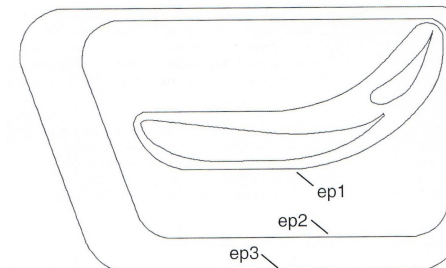
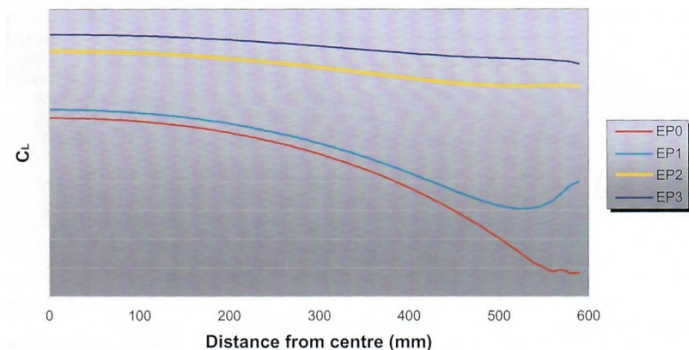
Ali a due elementi

Se è richiesta una quantità superiore di deportanza, allora una soluzione può essere la scelta di adottare un'ala a due elementi, in cui al profilo principale viene aggiunto un flap.

Il profilo principale e il flap aiutano a generare un surplus di deportanza, l'ala a due elementi mostra zone molto più estese di bassa pressione al di sotto dell'intero elemento principale e flap rispetto all'ala singola a parità degli altri parametri.

End Plates

Gli end plates sono delle piastre terminali che vengono montate sui bordi laterali delle ali. La loro funzione è quella di incrementare la deportanza dell'ala e allo stesso tempo di ridurre il drag .



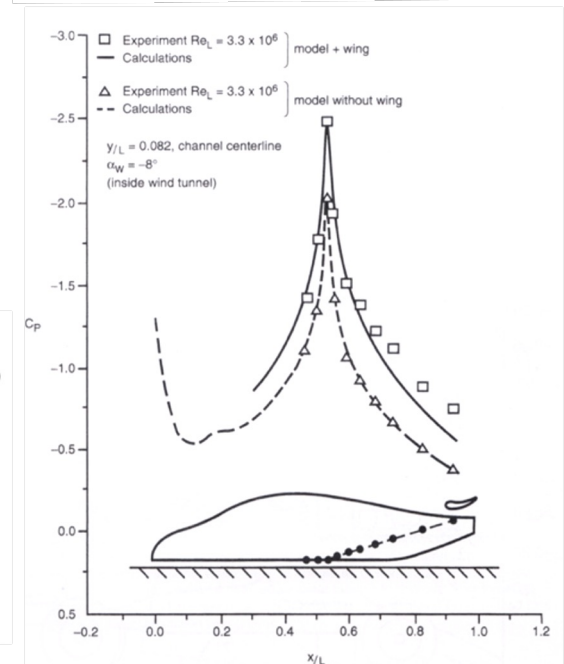
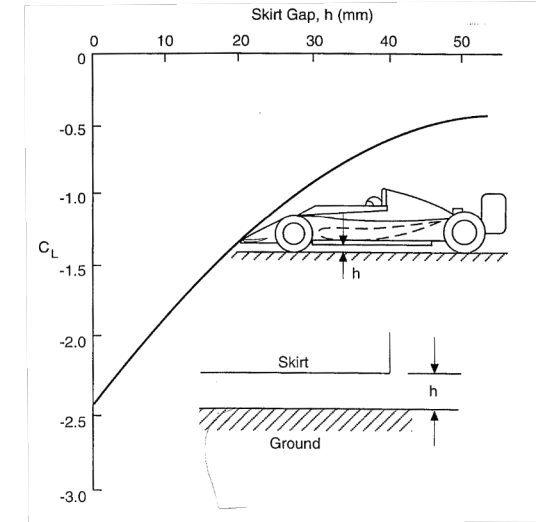
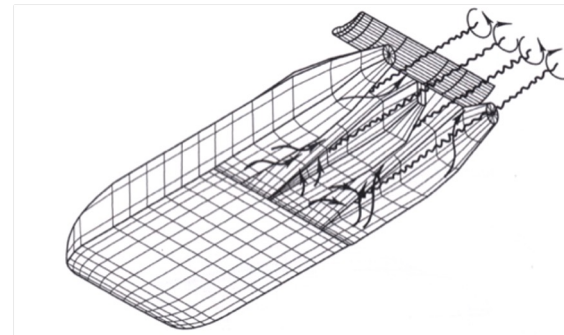
12% Max camber; 8 Degrees angle of attack

Effetto suolo

L'effetto suolo si basa sul principio che il fondo del veicolo e la superficie del tracciato costituiscano un tubo venturi, inducendo una zona di bassa pressione sotto la macchina e quindi generando deportanza.

Nelle vetture vengono utilizzate le carene laterali, come dei profili alari invertiti, tali pance hanno il compito di «sigillare» il fondo.

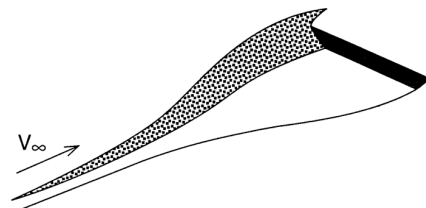
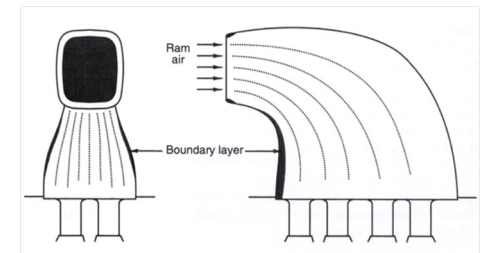
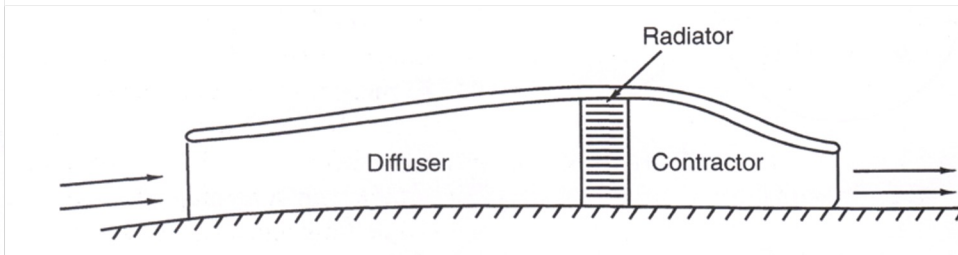
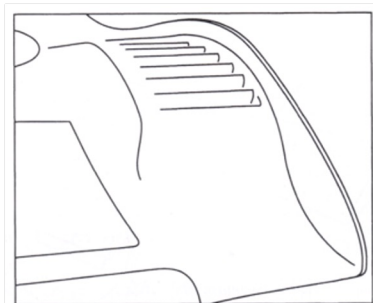
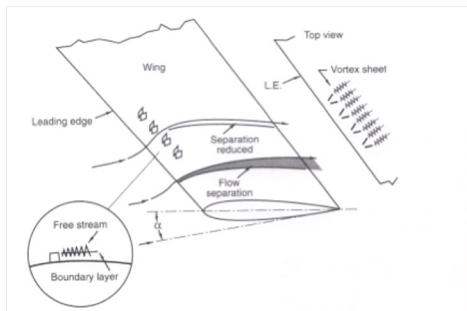
Tuttavia, anche senza avere delle pance laterali, indirizzando in maniera opportuna il flusso sul fondo della vettura, è possibile ottenere deportanza. il fondo vettura di molte macchine risulta avere dei canali longitudinali obliqui appunto per far lavorare il fondo in modo tale da creare una zona di depressione.



Dispositivi di controllo del flusso

Questi dispositivi sono implementati per ottenere delle variazioni vantaggiose delle forze aerodinamiche agenti sulla vettura e per controllare e manipolare il flusso d'aria che va a finire all'interno della macchina.

Rientrano in questa categoria elementi vengono utilizzati per indurre dei vortici utili. Altra categoria sono dispositivi che servono a indurre dei cambiamenti di pressione. E infine vi sono gli elementi preposti a gestire il flusso «interno», le cosiddette *prese d'aria*.



Da questo percorso espositivo si capisce che lo sviluppo aerodinamico di una vettura da competizione è un processo di bilanciamento tra: le forze aerodinamiche, la maneggevolezza, la stabilità della vettura e la sicurezza. Tale bilanciamento viene ottenuto testando e modificando le impostazioni dei vari organi aerodinamici di una vettura, o addirittura riprogettandoli da capo, a seconda delle varie esigenze imposte dalle condizioni al contorno.

I progettisti considerano i regolamenti dei campionati come le principali condizioni al contorno nello sviluppo di una vettura. In generale, quando si sviluppa l'aerodinamica di una vettura, i tecnici devono fare una serie di scelte di compromesso, le quali vengono revisionate a mano a mano che lo sviluppo procede. Queste scelte hanno come obiettivo quello di avere la configurazione che meglio si adatta alle condizioni imposte dall'esterno e che soddisfa i requisiti di prestazione.

- J. Katz. “Race Car Aerodynamics, Designing for Speed”. Bentley Publishers 1995.
- S. McBeath. “Competition Car Aerodynamics”. Haynes Publishing 2006.
- W.F. Milliken - D.L. Milliken. “Race Car Vehicle Dynamics”. SAE International 1995.
- W.H. Hucho. “Aerodynamics of Road Vehicles”. Butterworths 1987.