



Inizio lezione

ferrari.com



Progettazione di sistemi di trasporto

SET UP DI UN AUTOVEICOLO



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Prof. Ing. Mattia Strangi

Università degli Studi di Bologna
Dipartimento DICAM – Ingegneria – www.dicam.unibo.it
e-mail mattia.strangi@gmail.com
Ricevimento previo appuntamento.



L'azienda Ferrari

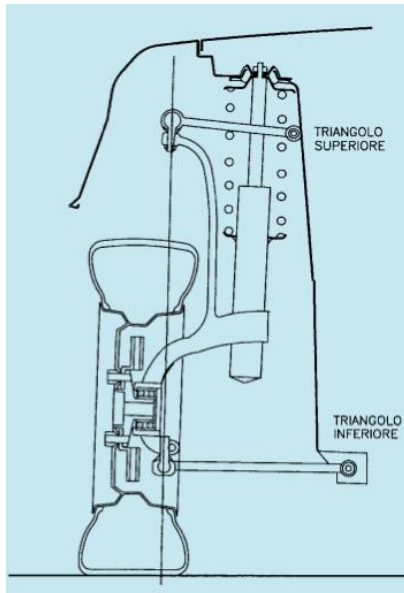
ferrari.com



La sospensione

Per sospensione di un veicolo si intende **l'insieme dei componenti che collegano le ruote e quanto ad esse connesso (freni, mozzi, ecc.) al telaio del veicolo.**

Le parti che compongono la sospensione controllano i movimenti del telaio rispetto alle ruote (cosiddetti *braccetti*), consentendo la compressione o l'estensione al variare delle forze in gioco e le regolazioni di set up; all'elemento elastico (*molla*) viene ormai sempre applicato *l'ammortizzatore (smorzatore viscoso)*, un elemento che ne smorza e rallenta l'oscillazione. L'obiettivo principale dell'impiego delle sospensioni è quello di ottenere, nel complesso e durante i vari percorsi, un'ottimale stabilità del veicolo ed un elevato comfort per i suoi occupanti.



Le molle

Le molle costituiscono il fattore di 'smorzamento'

Una molla, è un corpo elastico che segue una legge fisica, la legge di Hooke, cioè lo schiacciamento prodotto (nella molla) è direttamente proporzionale alla forza impressa:

$$F = K * X$$

F: la forza (in Newton) che agisce sulla molla;

K: la costante elastica propria della molla (in N/cm), che è un valore ricavato sperimentalmente.

La costante elastica esprime la **durezza** della molla, tanto è elevata, tanto più la molla sarà dura, ovvero tanti più Newton di forza occorreranno per ottenere la stessa variazione di lunghezza X.

X: la variazione di lunghezza (in cm) subita dalla molla, in compressione o trazione, cambia il segno, positivo o negativo, ma la relazione matematica rimane invariata.



Gli ammortizzatori

L'ammortizzatore svolge un compito di fondamentale importanza per la tenuta di strada, se si comprime una molla e poi la si libera, questa comincerà ad oscillare ripetutamente secondo una frequenza propria, facendo sobbalzare il veicolo, **l'ammortizzatore ha il compito di smorzare il più rapidamente possibile il moto della molla.**

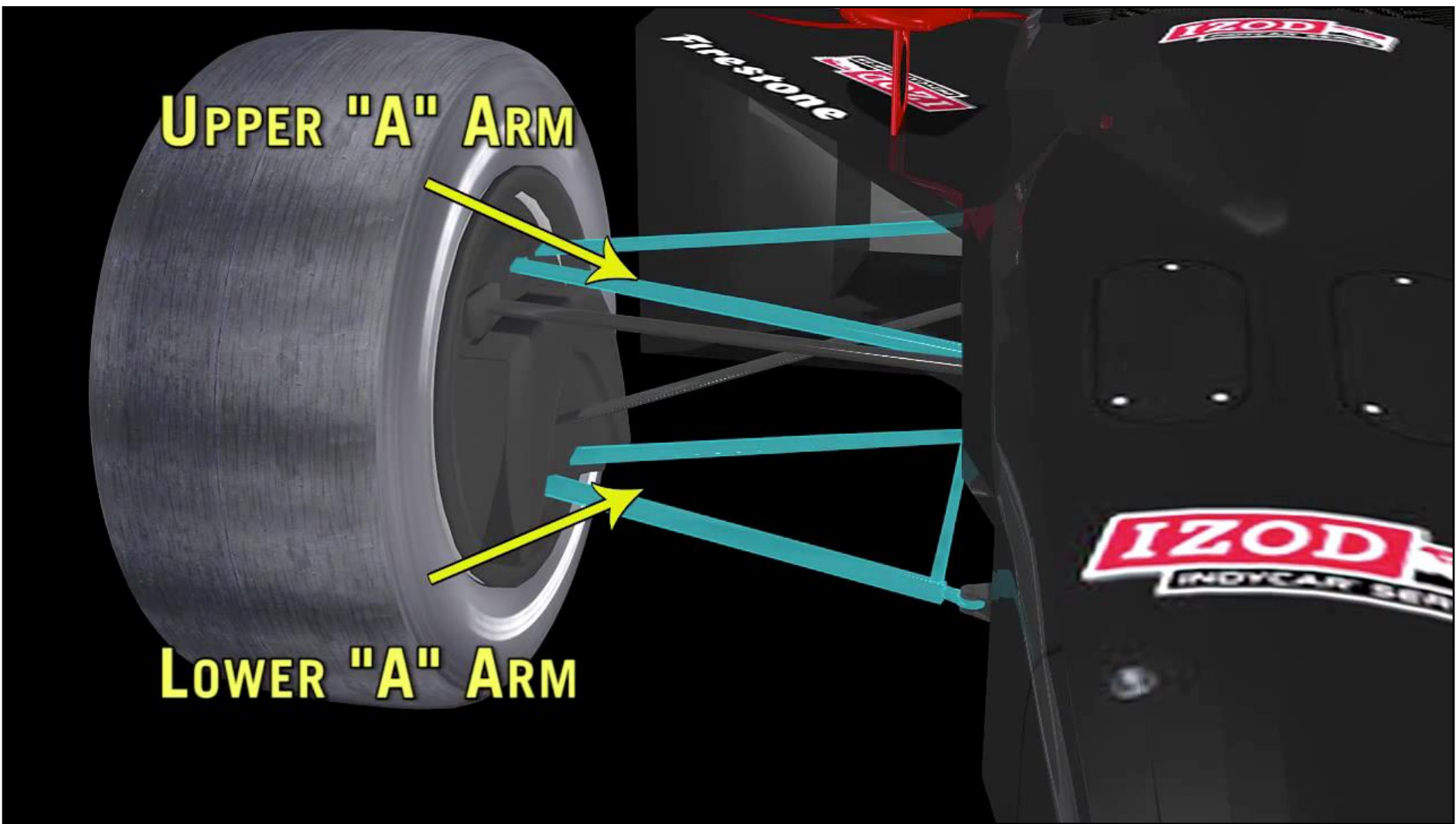
L'ammortizzatore non modifica la corsa della molla, ma soltanto quanto rapidamente questa avverrà.

Possiamo agire sull'ammortizzatore modificando la velocità di compressione e di estensione.





La sospensione





La campanatura

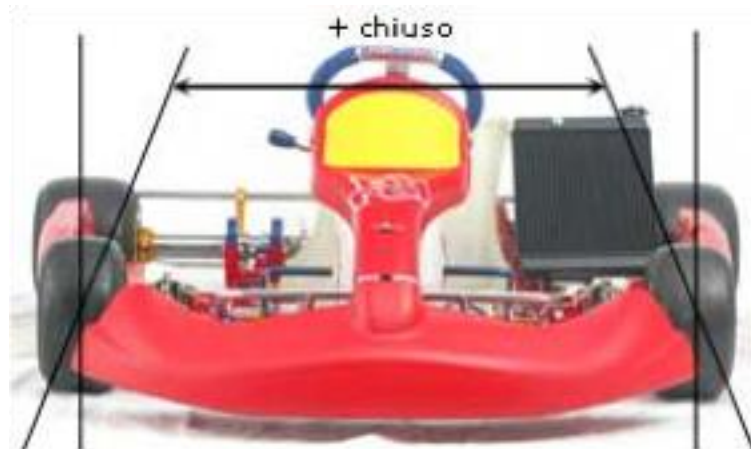
Per camber (o angolo di campanatura) si intende l'inclinazione delle ruote rispetto alla verticale, ed è misurato in gradi.

Il camber va impostato in modo da fare appoggiare uniformemente la maggior parte di battistrada possibile in curva, in modo da ottimizzare l'aderenza degli pneumatici.

La campanatura può essere:

- ✓ Positiva (aperta) se le ruote hanno la parte superiore inclinata verso l'esterno
- ✓ Negativa (chiusa) se esse hanno la parte superiore inclinata verso l'interno

Un'errata campanatura può essere responsabile di un'anomala usura dei pneumatici.

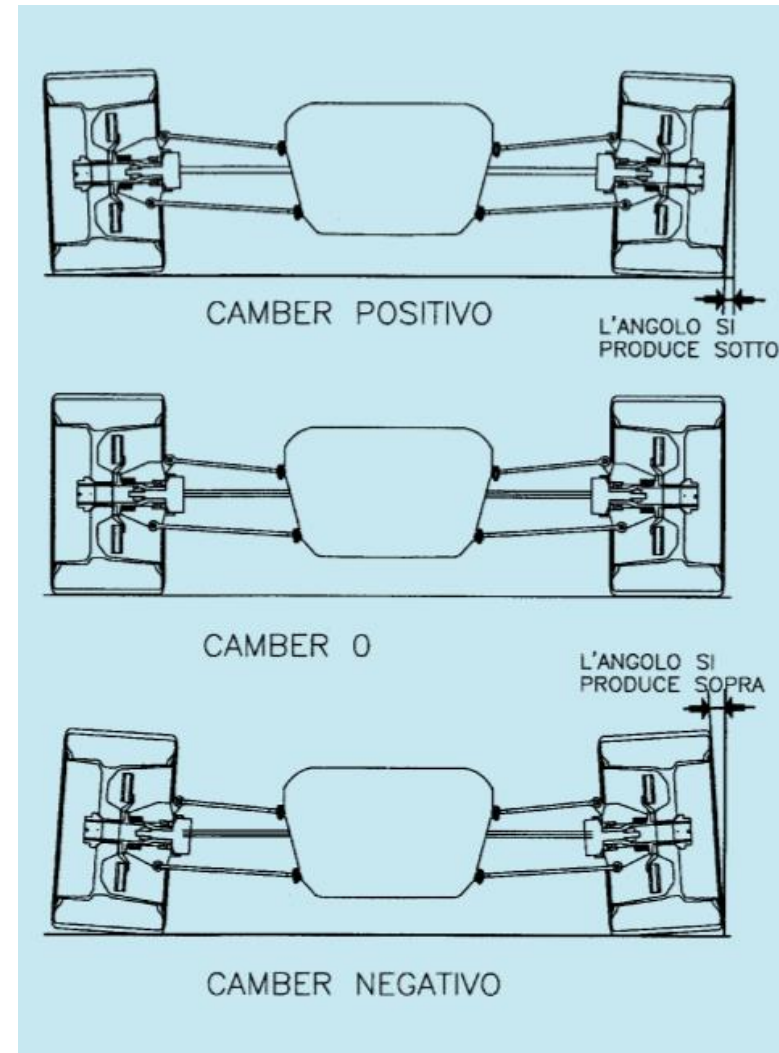


La campanatura

Definizione: La campanatura è l'inclinazione dell'asse di mezzeria del pneumatico rispetto all'asse perpendicolare al terreno.

L'angolo cambia a seconda dei movimenti delle sospensioni durante la loro escursione e dipende direttamente dalle caratteristiche del pneumatico.

Un pneumatico stradale avendo un grip meno elevato si deforma poco e necessita di 1-3 gradi di campanatura. Negli pneumatici da pista, che assicurano maggiori prestazioni, l'angolo di campanatura può essere più elevato.



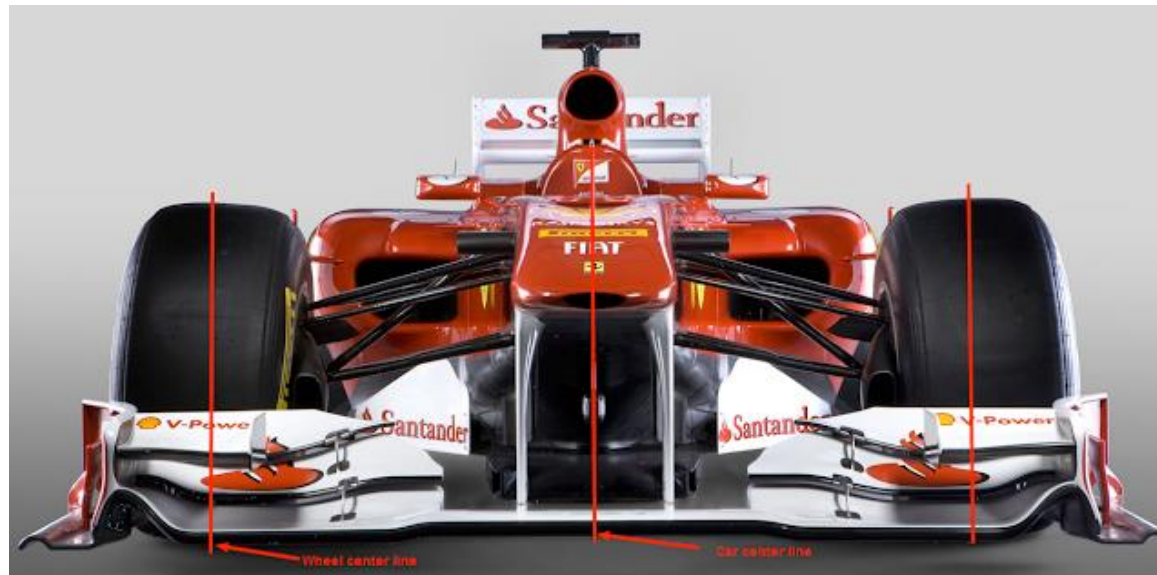
La campanatura

La campanatura favorisce il trasferimento del carico sulle ruote esterne, garantendo un grip maggiore durante le curve.

Tuttavia, **nei rettilinei, maggiore sarà l'angolo di campanatura minore sarà la superficie di contatto** dello pneumatico con la strada.

Così in auto con trazione posteriore, una campanatura negativa delle gomme anteriori e' sempre raccomandata, mentre la campanatura posteriore risulta sempre essere prossima allo zero, garantendo un maggior grip in accelerazione.

Nella maggioranza delle situazioni il valore della campanatura anteriore è sempre più alto del retrotreno.





La campanatura



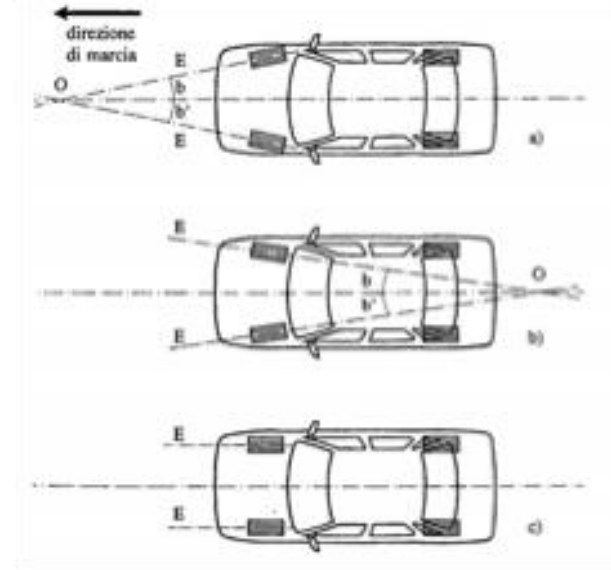
La convergenza

La convergenza è una delle regolazioni più importanti per il mantenimento della traiettoria impostata dal pilota.

Essa è l'angolo formato dal piano passante per la mezzeria della ruota con l'asse longitudinale del veicolo.

L'incremento (apertura) della convergenza all'anteriore è utilizzato soprattutto per migliorare l'ingresso in curva.

Per lavorare con convergenza neutra su una vettura RWD normalmente si imposta una convergenza anteriore abbastanza chiusa con il veicolo fermo, tale da non divenire aperta quando il veicolo è in movimento. Nelle ruote soggette a trazione viene eseguita una convergenza a zero o lievemente aperta, per far sì che in velocità esse non assumano troppa chiusura.



TOE IN
CONVERGENZA CHIUSA/POSITIVA



TOE OUT
CONVERGENZA APERTA/NEGATIVA



La convergenza

La **convergenza**, o *toe-in* in inglese, a differenza della campanatura che si misura in GRADI rispetto alla verticale, **si misura in millimetri**, tra il punto più avanzato e quello più arretrato del cerchione (NON della gomma).

Misurando i mm si ottiene il valore di convergenza, positivo o negativo a seconda del caso. La somma dei valori di ruota destra e ruota sinistra ci da la convergenza totale. Una convergenza "chiusa" rispetto al senso di marcia sarà positiva, mentre "aperta" sarà negativa.





Convergenza

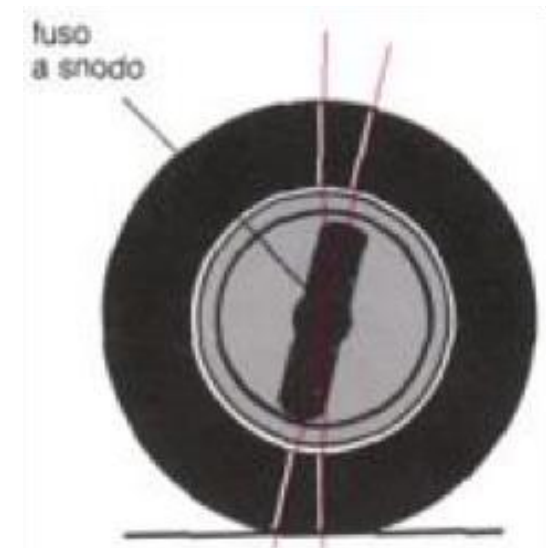
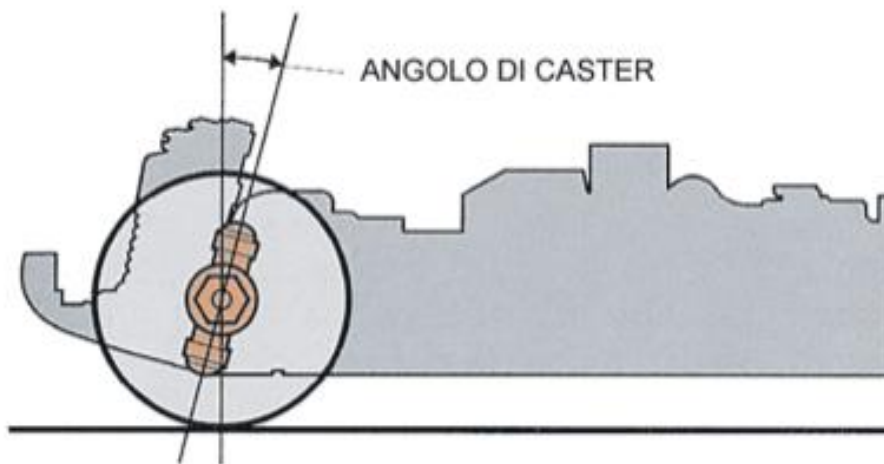
NITROREX.COM

WHAT IS TOE

Il caster

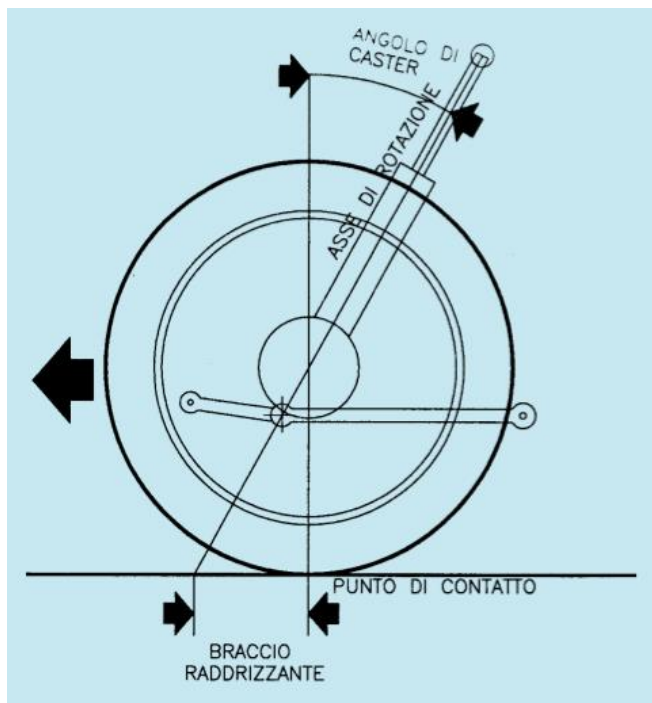
Lo sterzo deve avere un effetto autocentrante, permettendo al veicolo di avanzare in linea retta quando il pilota non interviene sul volante per variare volutamente la traiettoria.

Questo effetto si ottiene variando l'inclinazione dell'asse di rotazione del porta-mozzo delle ruote anteriori. Se questo asse venisse prolungato fino ad incontrare il terreno, il contatto avverrebbe un pò più avanti della verticale condotta dal centro del mozzo: la distanza al suolo tra questi due assi viene definita "avancorsa"; il termine è si base sul fatto che, considerando il senso di marcia del veicolo, il punto di contatto viene a trovarsi **davanti** al centro dell'area di impronta del pneumatico (un angolo di incidenza negativo, non viene mai usato)



Caster

Un angolo di incidenza non nullo causerà un aumento di campanatura delle ruote anteriori quando vengono sterzate, facendo alzare l'avantreno. E' questo innalzamento che dà alle ruote anteriori la tendenza a raddrizzarsi spontaneamente: con le ruote dritte il telaio sta all'altezza minima da terra! Al venir meno dell'azione sterzante, la forza di gravità riporterà le ruote nella posizione originale.



Caster



Caster

Un angolo di incidenza pronunciato aumenterà la **direzionalità all'inserimento in curva e nei curvoni veloci**, aumenterà anche la **stabilità su terreno accidentato** e la stabilità in rettilineo, il **raddrizzamento delle ruote sarà repentino**.

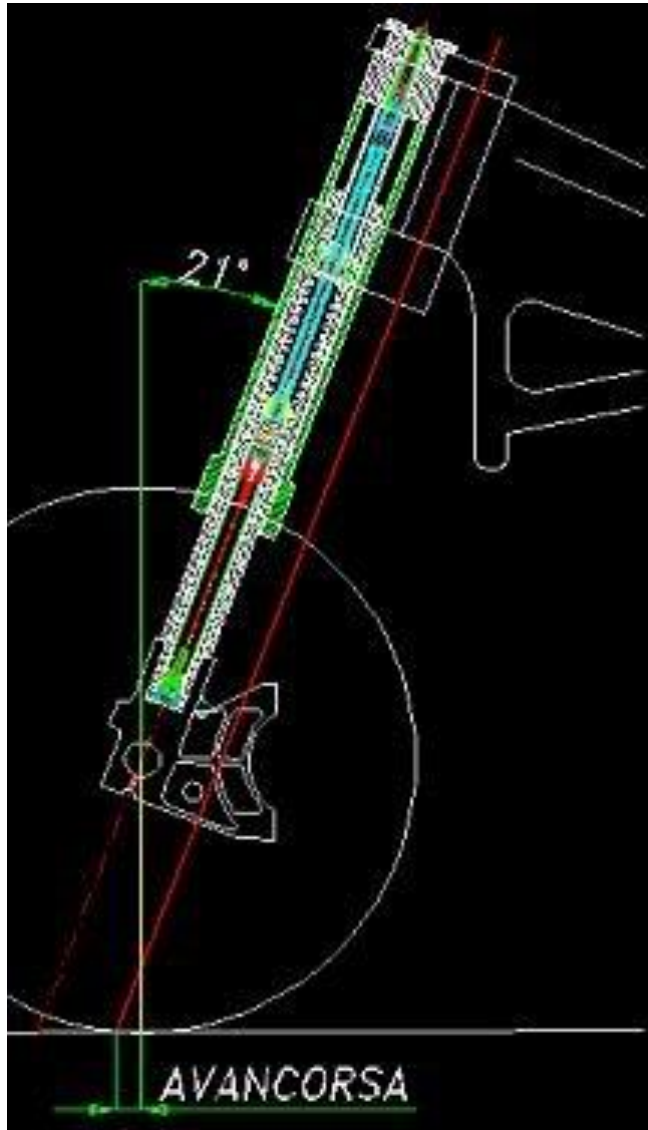
Un angolo di incidenza poco pronunciato, invece, migliorerà la direzionalità nelle curve lente, lo sterzo sarà più 'leggero' e ammorbidirà l'inserimento in curva.



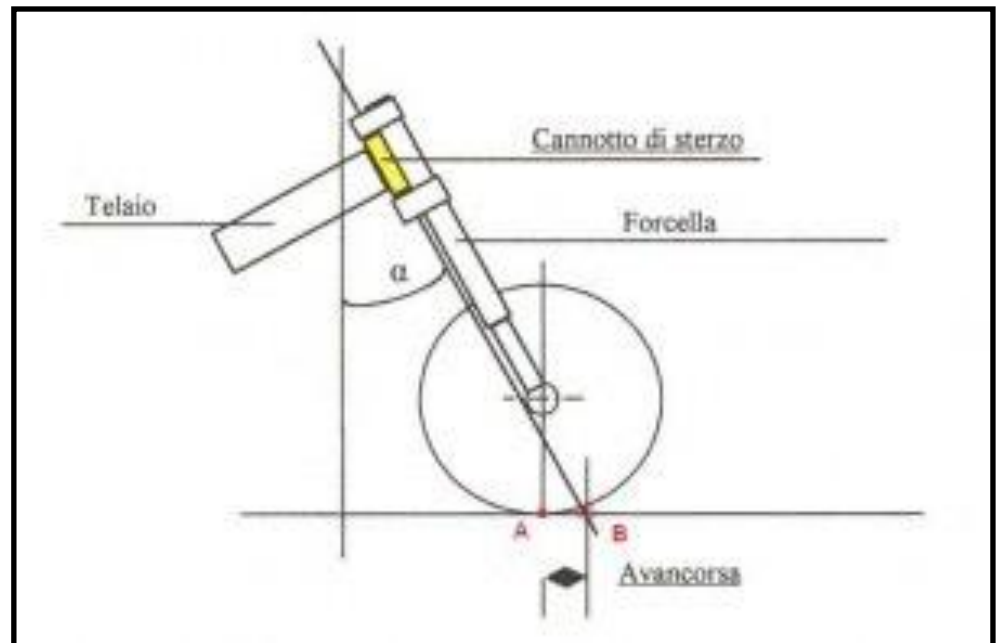




Cenni set up motoveicolo: l'avancorsa



Espresso in mm, è la distanza tra, il punto di intersezione dell'asse dello sterzo con il terreno e quello ottenuto dal punto di contatto della ruota con il piano stradale.



L'avancorsa

Si adottano valori **maggiori** per moto destinate ad **uso prevalentemente turistico**, per maggior confort, minori per moto da enduro dove spesso si ha la necessità di veloci cambiamenti di direzione per evitare ostacoli, una via di maggior **compromesso** è rappresentata da **sportive** e naked.





Soluzioni alternative

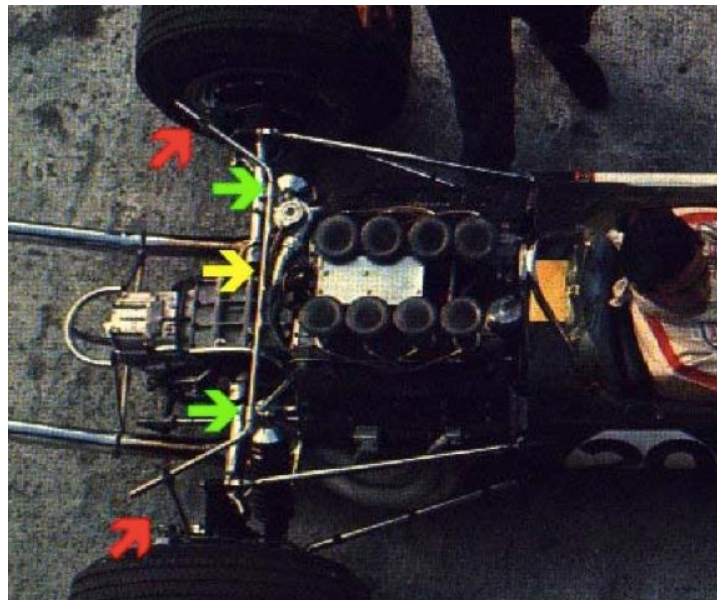
Sono comparse negli anni **soluzioni al problema della variazione di avancorsa in fase dinamica**. Le più note sono lo schema a doppio braccio della Bimota Tesi, ed in epoca più recente il sistema Telelever-Duolever applicato sulle BMW. Queste soluzioni oltre a smorzare sensibilmente le reazioni che dalla sospensione arrivano allo sterzo, determinano in caso di frenata una stabilizzazione dell'avancorsa (a differenza delle forcelle convenzionali). In pratica la moto in frenata acquista un comportamento spiccatamente più stabile, creando sensazioni di guida particolari.



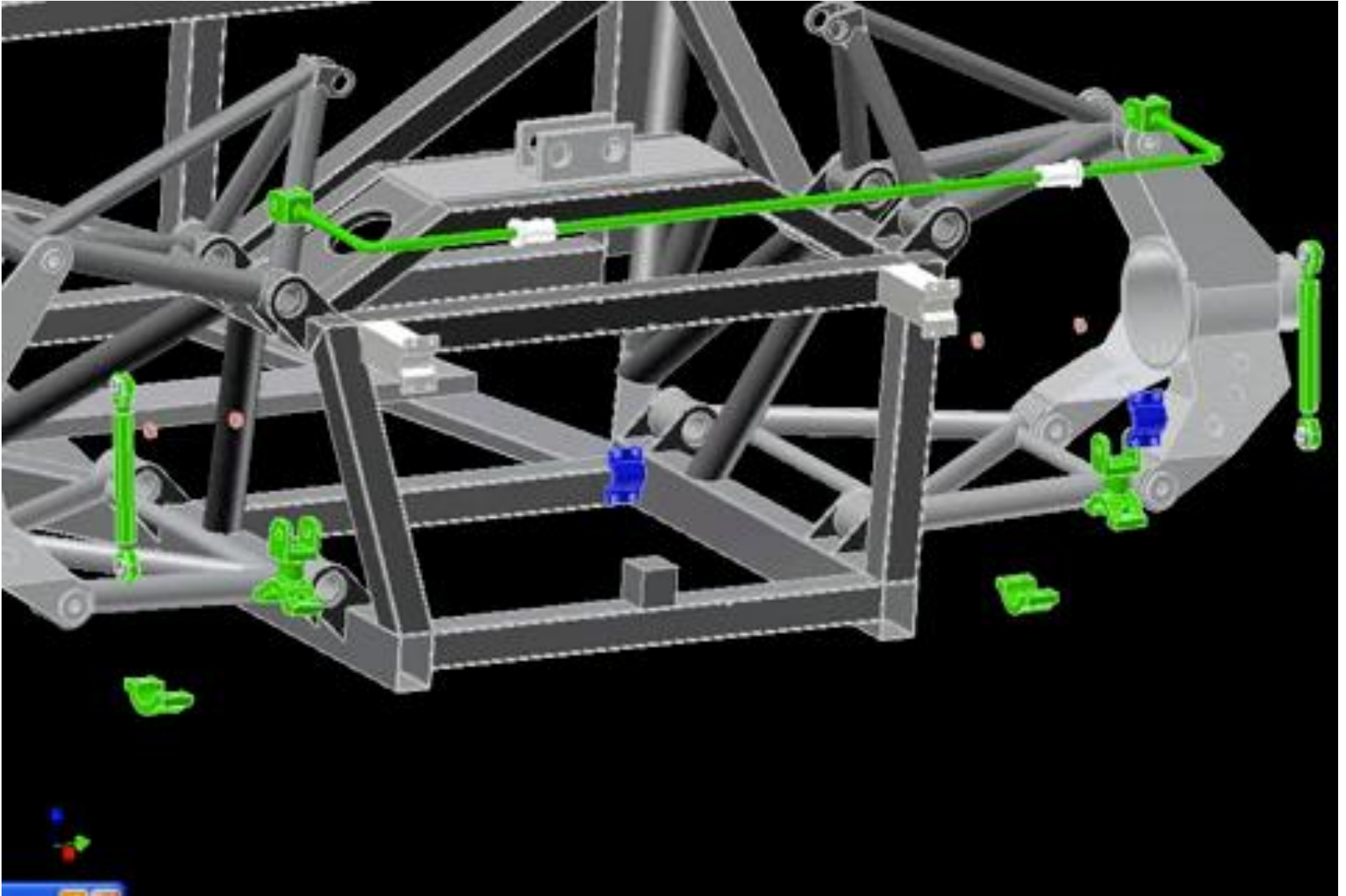
Barre antirollio

Una barra antirollio non è altro che una molla sviluppata in senso longitudinale con lo scopo di limitare il coricamento laterale in curva.

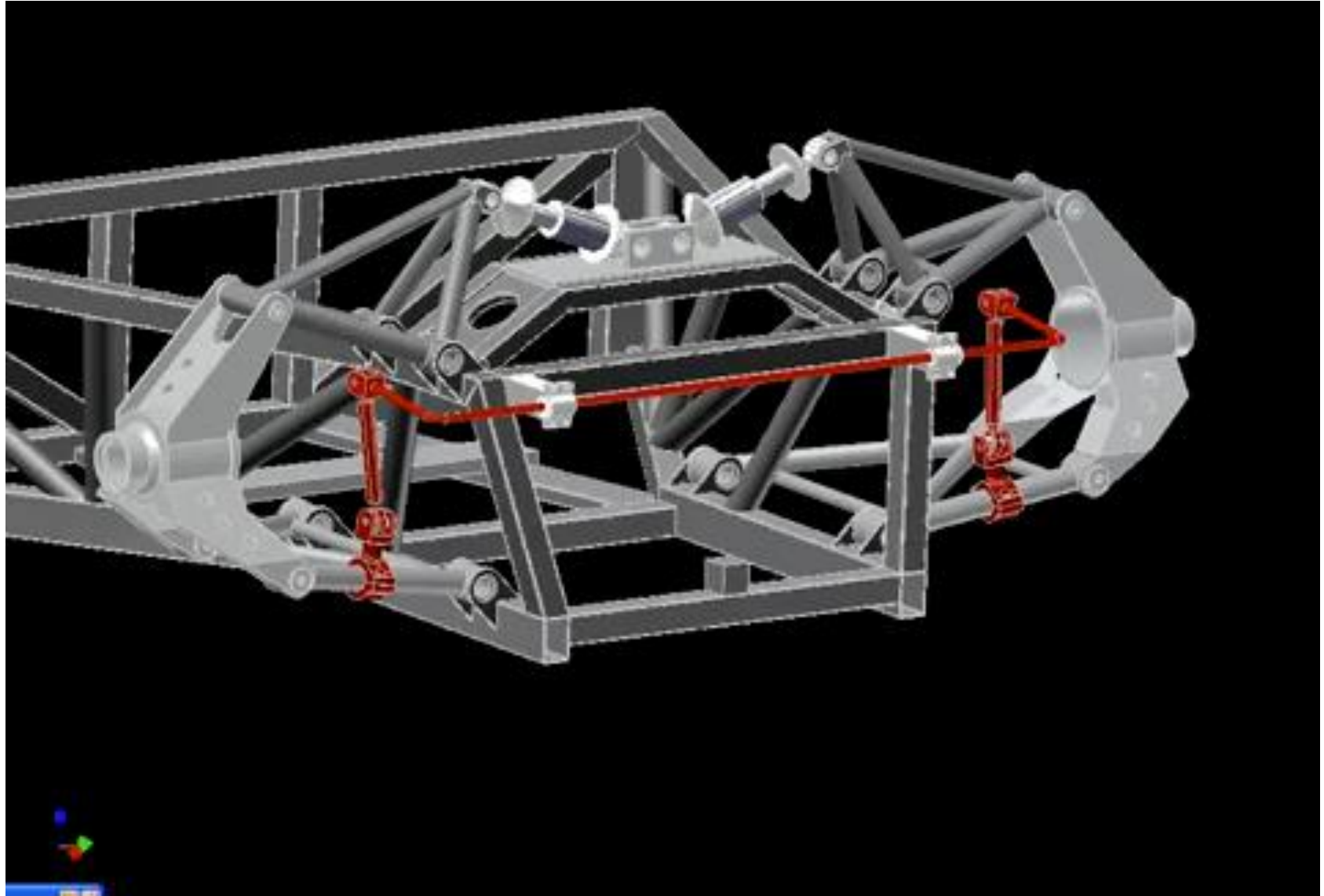
La barra è ancorata al corpo vettura da due snodi (freccie verdi) entro i quali la barra può ruotare; è poi collegata a ciascuna delle ruote dai braccetti che sono invece indicati dalle freccie rosse. Il punto di attacco di questi braccetti sulla barra è regolabile. **Tanto più allontano il punto di ancoraggio dall'asse di rotazione** della barra tanto più questi faranno "leva". Il risultato è quello di avere **ammorbidito la barra**. Il contrario, chiaramente, avvicinando il punto di ancoraggio all'asse della barra.

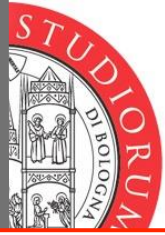


Barre antirollio



Barre antirollio





L'importanza del contatto pneumatico-suolo

2011 BRAZIL / Interlagos

START





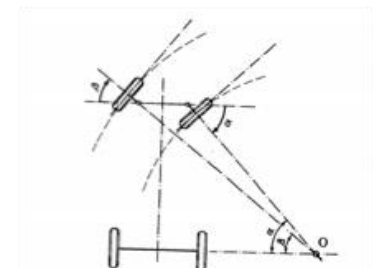
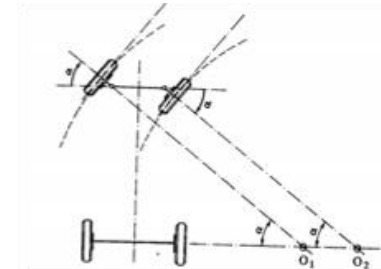
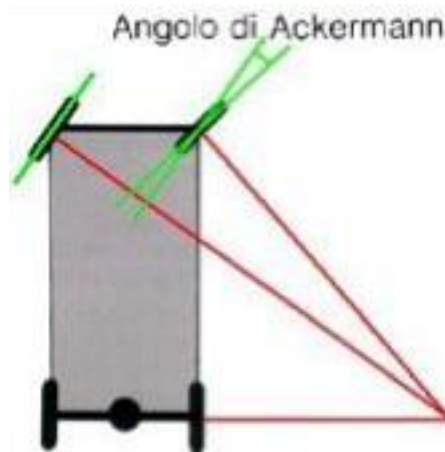
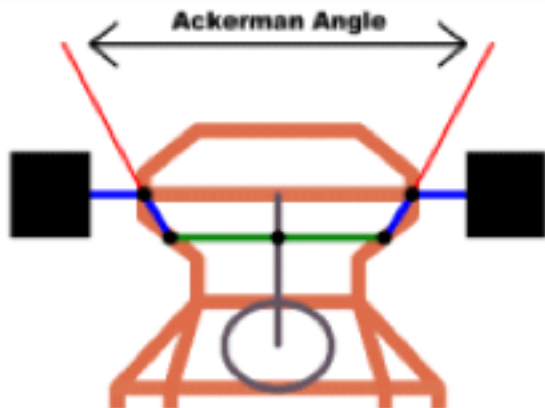
Angolo di Ackermann

Il quadrilatero di Ackermann è il sistema di leve che collegano tra loro, ai fini della sterzata, le ruote anteriori le quali non sterzano mantenendosi tra loro parallele, ma **tutti gli assi delle ruote devono confluire in unico centro di istantanea rotazione**.

La ruota esterna alla curva, che percorre un arco di raggio maggiore, sterza meno di quella interna che percorre un arco di raggio minore. L'angolo medio tra i due è detto angolo di Ackermann.

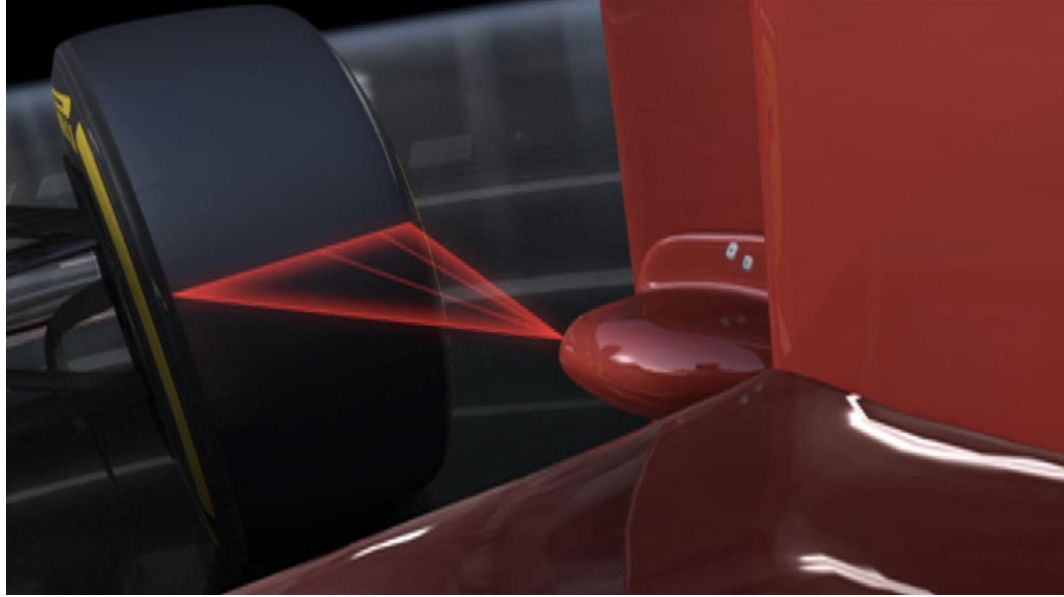
Il quadrilatero di Ackermann consente alla vettura di sterzare senza far scivolare eccessivamente lo pneumatico interno.

Generalmente la geometria dell'Ackermann è impostata tramite l'inclinazione dei braccetti e il doppio attacco all'asse dello sterzo.





Controllo della temperatura degli pneumatici



Ormai più le doti di motore, di telaio, e di pilotaggio è diventato importantissimo far lavorare bene il pneumatico soprattutto dal punto di vista del mantenimento costante della temperatura e del controllo dei picchi massimi a cui viene sottoposto.

Temperature fuori controllo portano a fenomeni di usura precoce, deterioramento termico evidente già dopo un solo giro veloce.

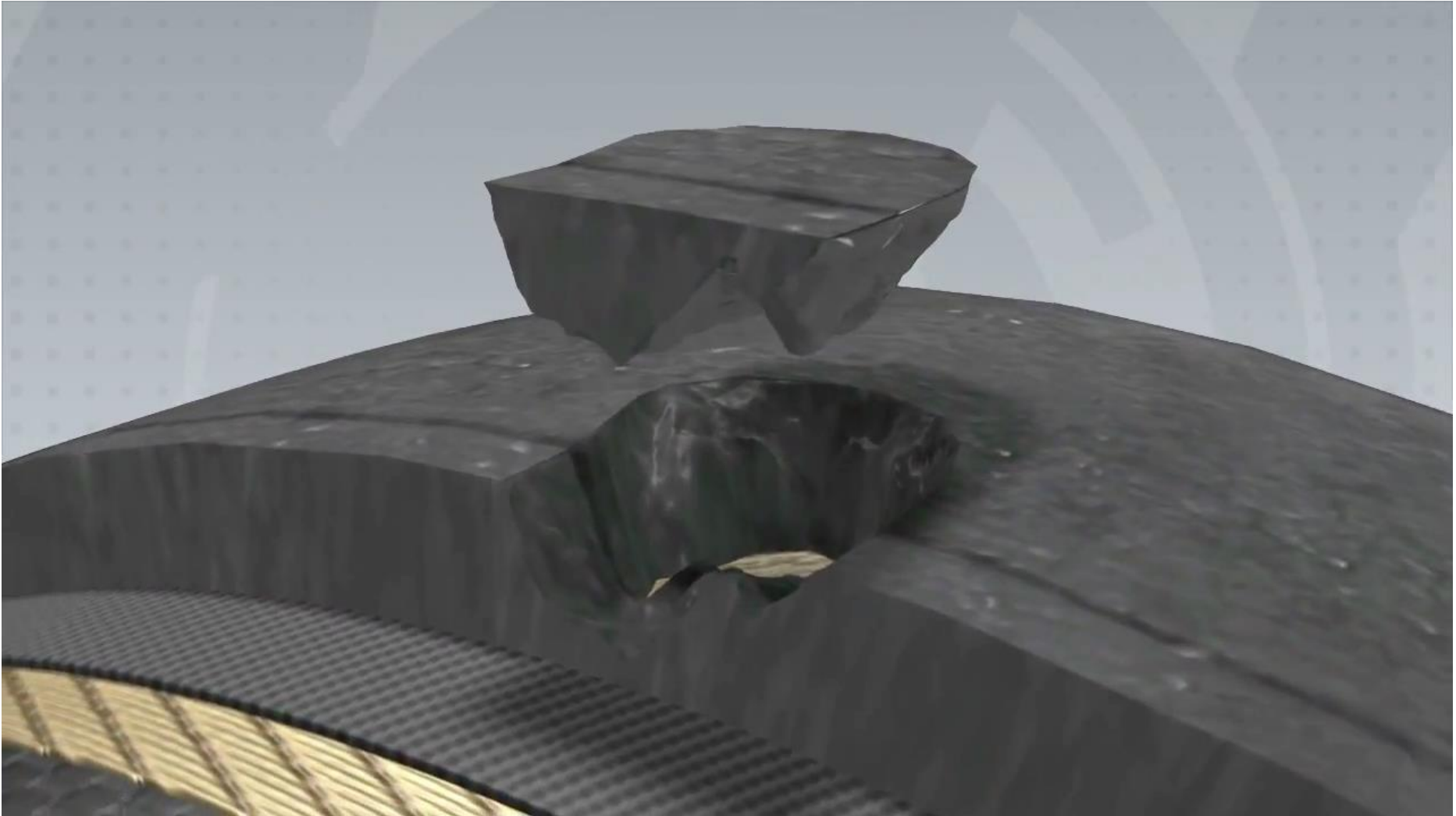
Il Blistering

Un set up irregolare comporta che alcune zone della gomma lavorino eccessivamente, surriscaldandosi in maniera anomala. La gomma tenderà a sgretolarsi intervallando sulla propria superficie crateri e pezzi di gomma saldati, questo evento di usura irregolare viene detto BLISTERING.





II Blistering





SET UP DI UN AUTOVEICOLO



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Prof. Ing. Mattia Strangi

Università degli Studi di Bologna
Dipartimento DICAM – Ingegneria – www.dicam.unibo.it
e-mail mattia.strangi@gmail.com
Ricevimento previo appuntamento.