

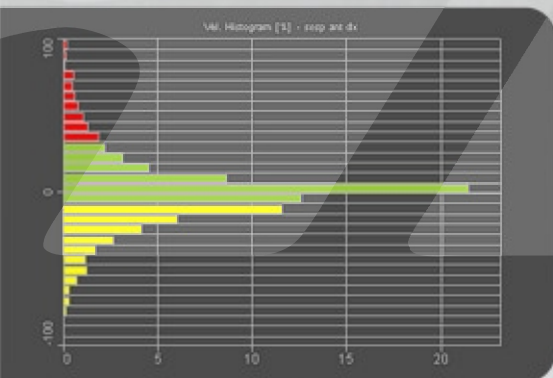
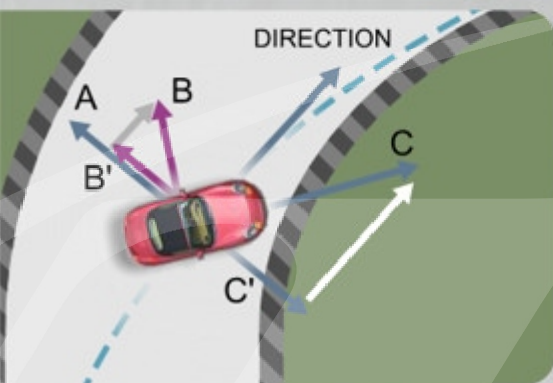


Racing Data Power

MXL Pro

ANALISI SOVRASTERZO E SOTTOSTERZO

PROVE SU PISTA



Sistema: MXL Pro + GPS

Pista: Adria (RO)

Vettura: Sport



ANALISI IN PISTA

Premessa

Per le prove effettuate sono stati installati i seguenti sensori: GPS, 4 potenziometri ammortizzatori, potenziometro sterzo, pressione freno anteriore e posteriore, accelerometro longitudinale, accelerometro laterale, giroscopio, 4 sensori velocità, canali ricavati dalla centralina MBE 992 utilizzando la comunicazione CAN.

Analisi

Uno dei problemi dell'analisi in pista è capire, con ragionevole certezza, il comportamento della vettura quando viene portata al limite dal pilota, nelle reazioni di sottosterzo e sovrasterzo.

Ricordiamo che il sovrasterzo è provocato dalla perdita di aderenza dell'asse posteriore (occorre controsterzare), mentre il sottosterzo è provocato da una mancanza di direzionalità dell'asse sterzante (la macchina tende ad "andare dritta").

Un utile strumento per poter analizzare le reazioni del veicolo è il confronto tra i valori ricavati dal GPS e gli stessi misurati a bordo del mezzo dal sensore dedicato.

Occorre però dare una breve spiegazione: prendiamo, per esempio, il valore di accelerazione laterale come visualizzato nella figura 1.

Identifichiamo con A il modulo del vettore GPS LatAcc, calcolato in funzione della traiettoria descritta dall'antenna GPS, mentre chiamiamo B il modulo del vettore Accelerazione Laterale misurata dall'accelerometro laterale montato on board sull'auto.

A vettura perfettamente neutra (cioè non affetta da sottosterzo o sovrasterzo) e in condizione di moto circolare uniforme, i vettori A e B sono identici.

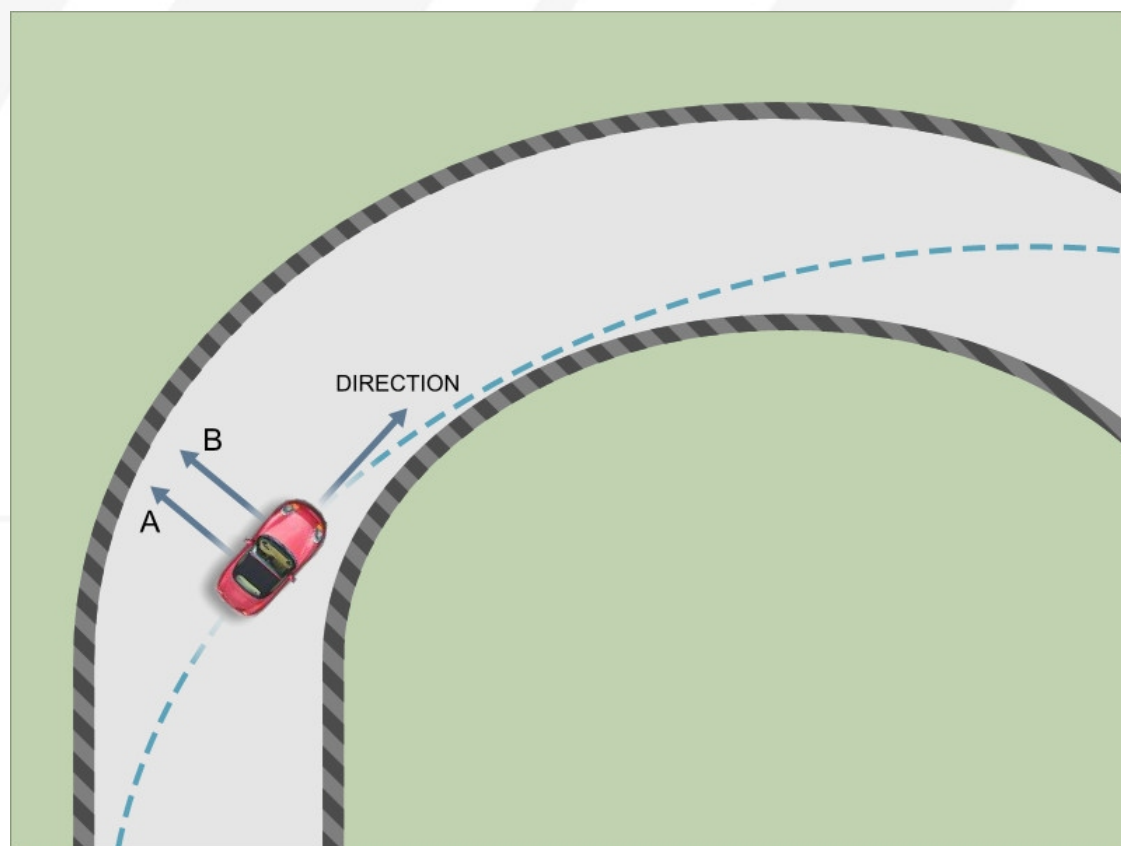


Figura 1

Per contro, a vettura sovrasterzante il valore della proiezione sulla normale alla traiettoria del vettore Accelerazione Laterale e misurato con l'accelerometro laterale on board, identificato come B' , è inferiore a quello misurato tramite il GPS, B' è inoltre influenzato dalla proiezione del vettore Accelerazione longitudinale C sulla normale alla traiettoria, così come illustrato nella figura 2.

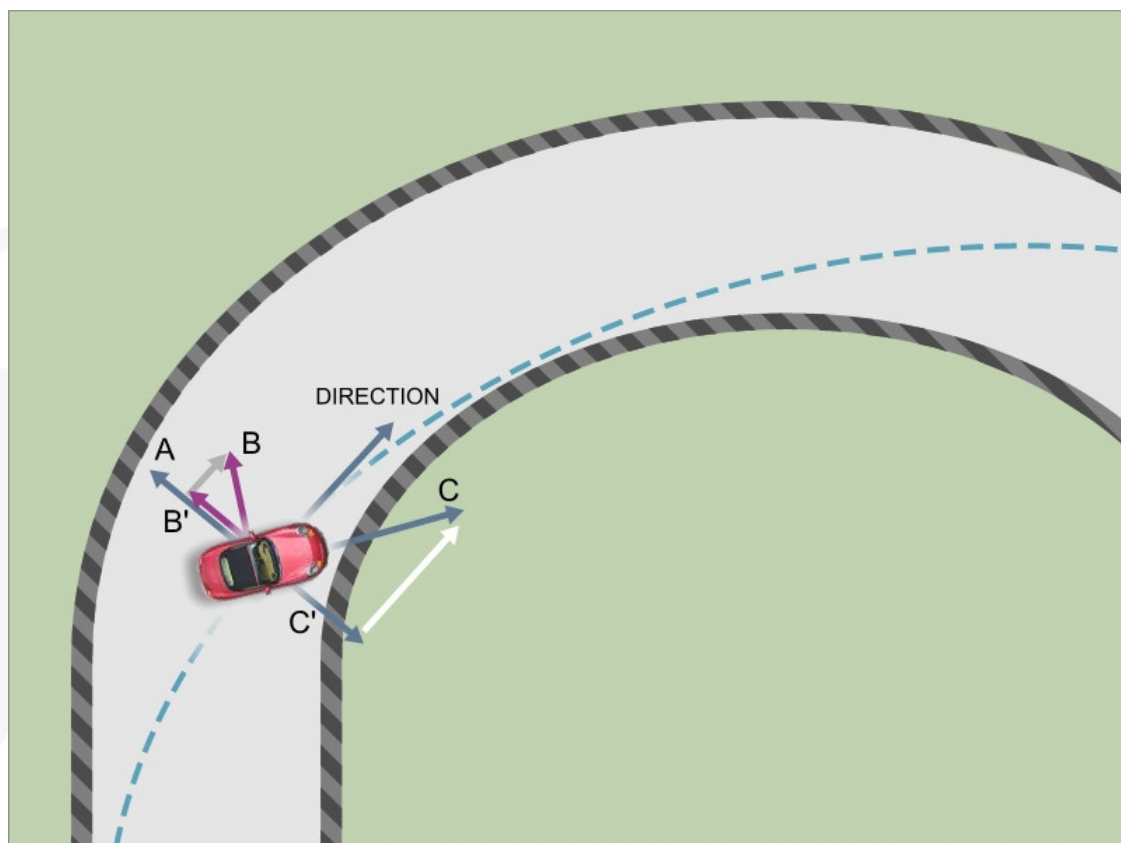


Figura 2

A vettura completamente di traverso rispetto alla traiettoria, si avrebbe un valore dell'Accelerazione Laterale B misurata che sarebbe uguale a zero!

Analogamente, in caso di sottosterzo (vedi figura 3), si ha una componente dell'accelerazione longitudinale C , chiamata C' , dovuta alla sua proiezione sulla normale alla traiettoria, che va a comporsi alla accelerazione trasversale normale alla traiettoria B' .

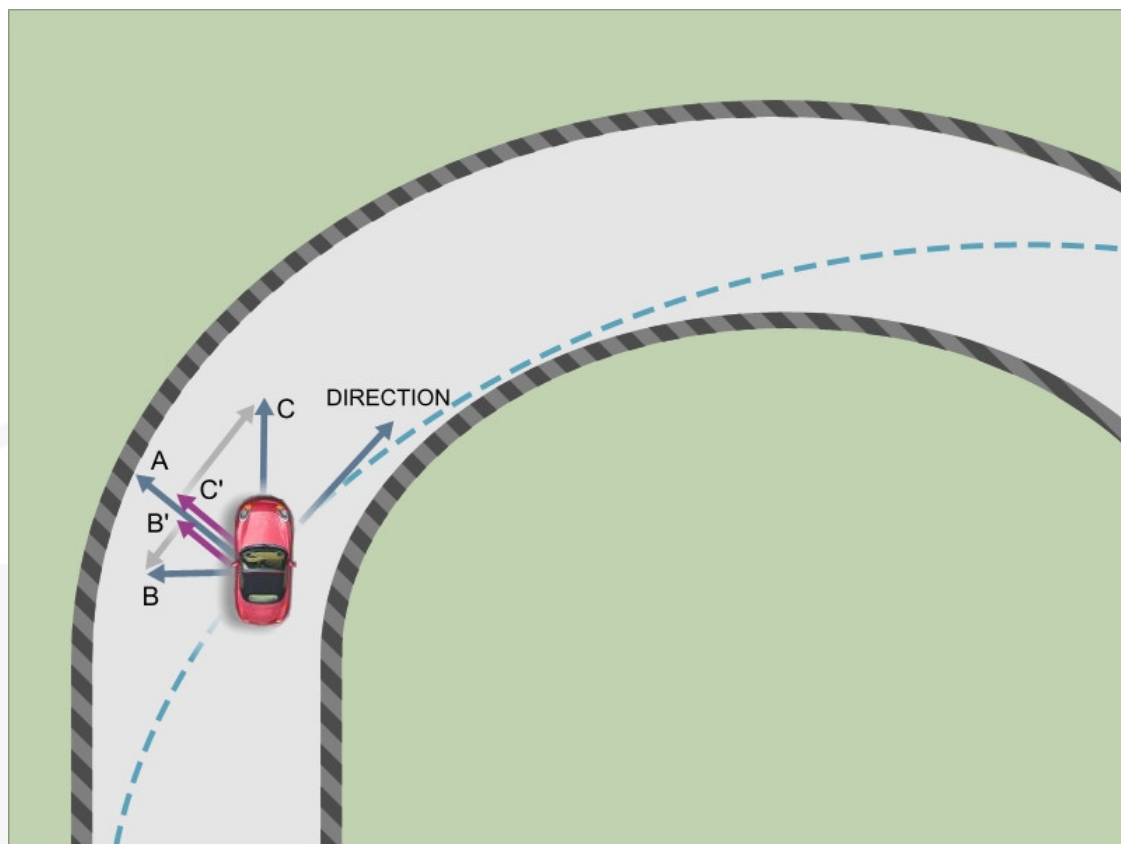


Figura 3

Quindi identifichiamo un canale matematico molto semplice, chiamato Diff_LatAcc secondo la formula:

$$\text{Diff_LatAcc} = \text{GPS_LatAcc} - \text{LatAcc}$$

Analogamente lo stesso ragionamento può essere esteso al Giroscopio.

Infatti il canale GPS_gyro indica la velocità angolare dell'angolo di imbardata del veicolo identificato come tangente alla traiettoria percorsa, mentre il sensore giroscopio misura la velocità angolare effettiva del veicolo stesso.

Creiamo, quindi, un secondo canale matematico, chiamato Diff_gyro, e definito dalla formula:

$$\text{Diff_gyro} = \text{GPS_gyro} - \text{Giroscopio}$$

Per quanto fin ora detto, se:

- 1) Diff_gyro > 0 sottosterzo;
- 2) Diff_gyro < 0 sovrasterzo;
- 3) Diff_LatAcc > 0 sovrasterzo;
- 4) Diff_LatAcc < 0 sottosterzo;

Occorre però fare una ulteriore precisazione.

Prendiamo in esame il valore dei canali giroscopio e GPS_gyro.

Se la vettura è in sovrasterzo, il valore del sensore inerziale sarà maggiore del valore del canale GPS_gyro, dato che il veicolo ha effettuato un angolo di imbardata maggiore di quello descritto dalla traiettoria.

Ipotizziamo, come pura convenzione, che il segno dei canali sia positivo per le curve a destra e negativo per le curve a sinistra.

Per le curve a destra con macchina in sovrasterzo abbiamo:

$$\text{giroscopio} > \text{GPS_gyro}$$

Nel caso di curve a sinistra, però, a parità di raggio di curvatura e di angolo di imbardata con vettura in sovrasterzo, avremo:

$$\text{GPS_gyro} > \text{giroscopio}$$

Quindi il canale:

$$\text{Diff_gyro} = \text{GPS_gyro} - \text{Giroscopio}$$

... per dare la stessa indicazione di sovrasterzo dovrà essere invertito e definito come:

$$\text{Diff_gyro} = \text{Giroscopio} - \text{GPS_gyro}$$

Per definire queste condizioni occorre, in virtù di quanto visto ora, inserire le grandezze in valore assoluto:

$$\text{Diff_Gyro Abs} = \text{abs}(\text{GPS_Gyro}) - \text{abs}(\text{giroscopio})$$

In questo modo viene preso in considerazione il valore assoluto dei due canali indipendentemente dal loro segno.

Il canale differenza dei valori assoluti dei giroscopi lo chiameremo Diff_Gyro Abs.

Analogamente si deve creare il canale Diff_LatAcc Abs.

La stringa sintatticamente corretta da inserire come canale matematico in RS 2 è:

$$\text{Diff_LatAcc Abs} = \text{abs}(\text{GPS_LatAcc}) - \text{abs}(\text{Acc_1})$$

Così definiti questi canali, la condizione descrittiva del comportamento della vettura è:

Diff_gyro cond > 0 sottosterzo;

Diff_gyro cond < 0 sovrasterzo;

Diff_LatAcc > 0 sottosterzo;

Diff_LatAcc < 0 sovrasterzo;

Analizziamo ora i valori di questi due canali matematici (figura 4).

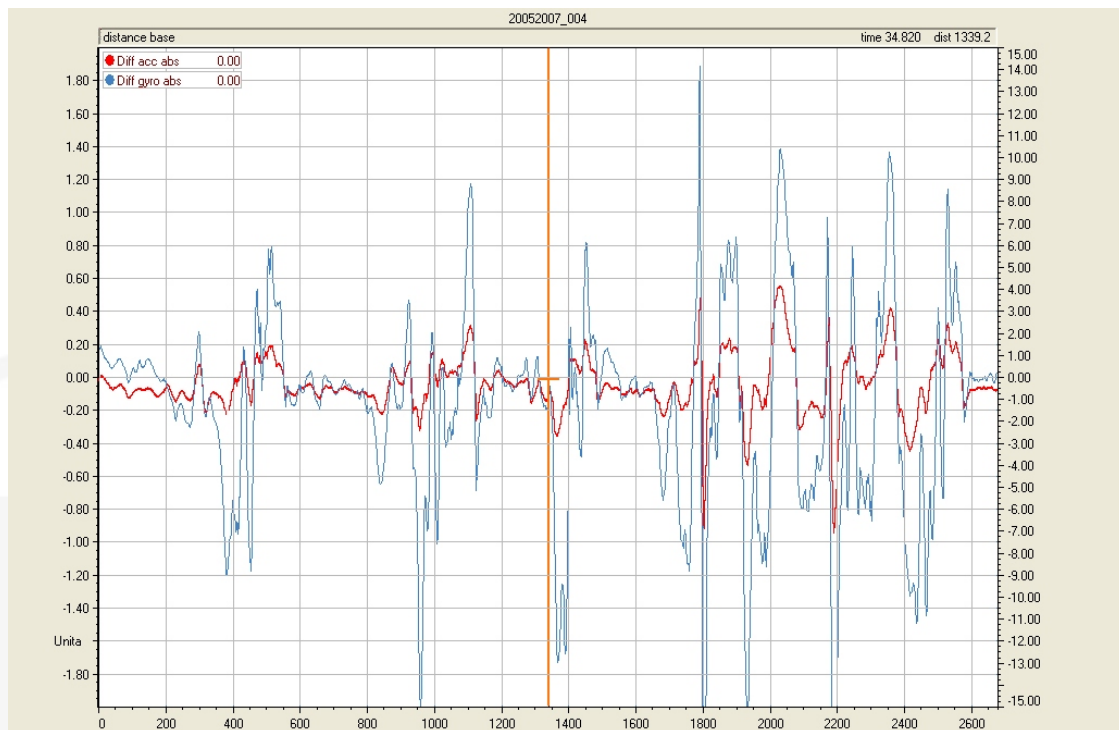


Figura 4

Si può osservare immediatamente come i due canali (blu Diff_gyro Abs e rosso Diff_LatAcc abs) siano in fase uno all'altro, con una doppia conferma di quanto finora esposto.

Grazie al software di visualizzazione delle traiettorie GPS (figura 5), è possibile avere una scala cromatica dei valori dei canali Diff_gyro Abs e Diff_LatAcc Abs con la loro variazione sul disegno del tracciato.

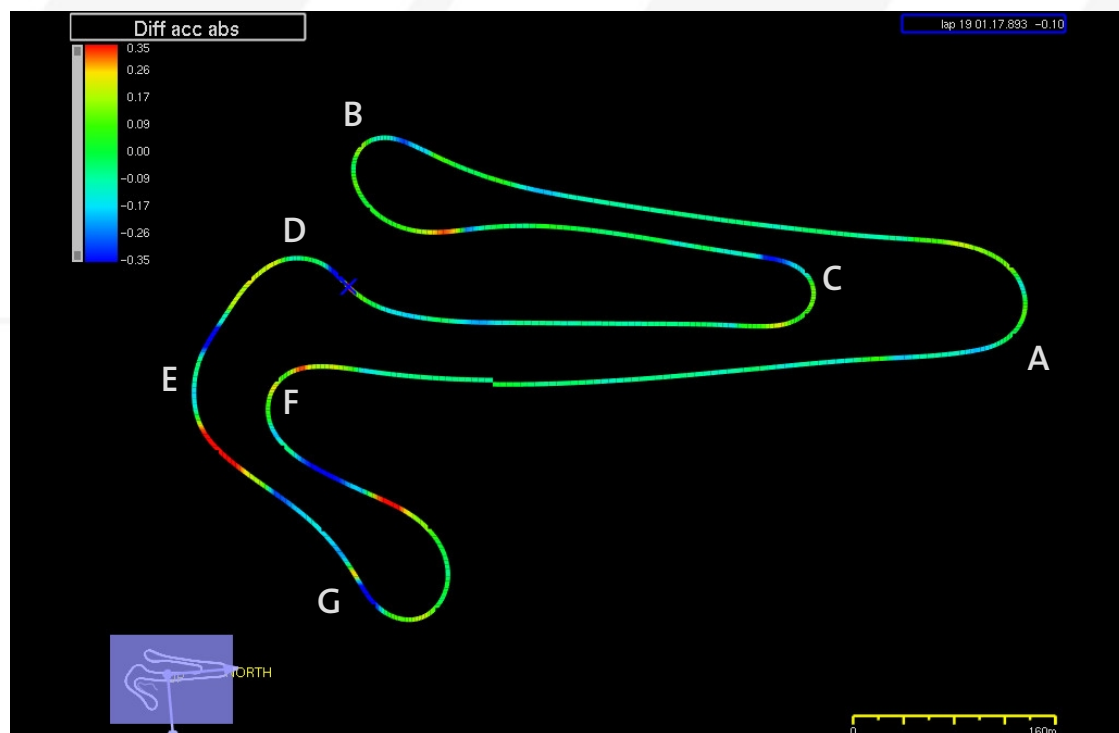


Figura 5

Come detto prima, le zone in blu presentano sovrasterzo mentre le zone in rosso presentano sottosterzo. È immediato verificare come la vettura abbia marcato sovrasterzo in ingresso nelle curve (punti C, D, E, F, G in colore blu), mentre questo fenomeno è meno marcato nelle curve A ed B. Da notare come in uscita dalle curve B, E e G si passi dal sovrasterzo al sottosterzo.

Analogamente con il canale Diff_Gyro Abs si osserva (figura 6):

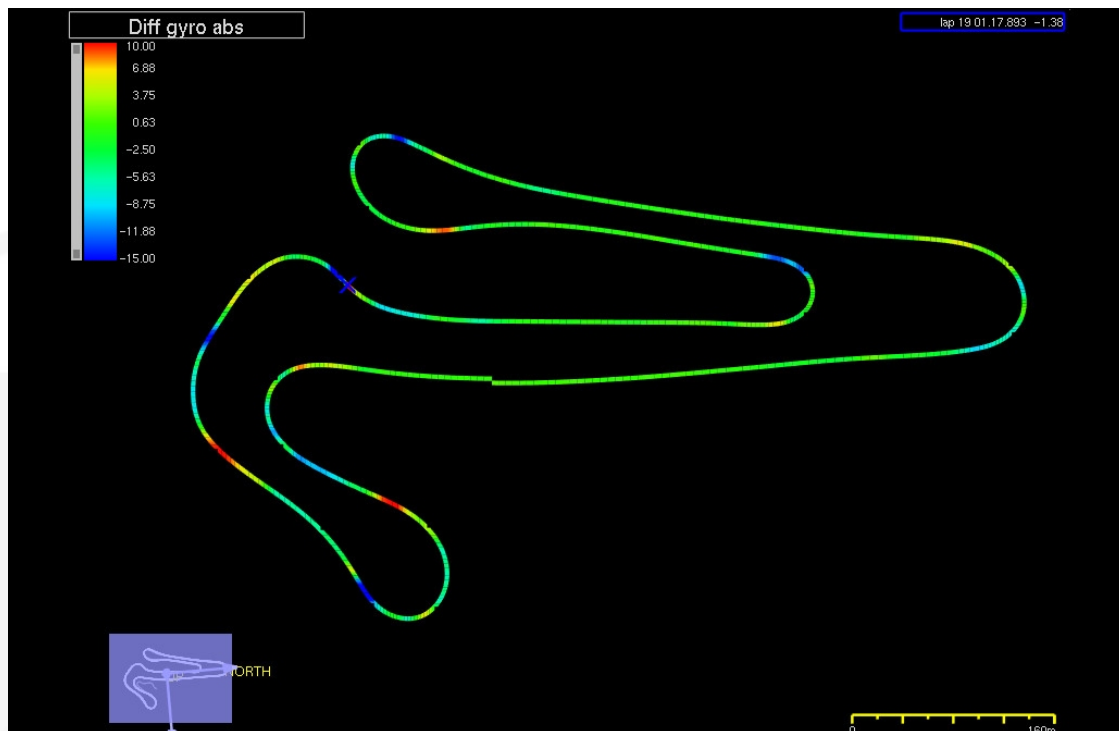


Figura 6

Anche in questo caso il comportamento sovrasterzante si evidenzia con colorazioni del tracciato tendenti al blu, mentre il colore rosso evidenzia reazioni sottosterzanti della macchina. Analizziamo nello specifico una parte del tracciato (figura 7).

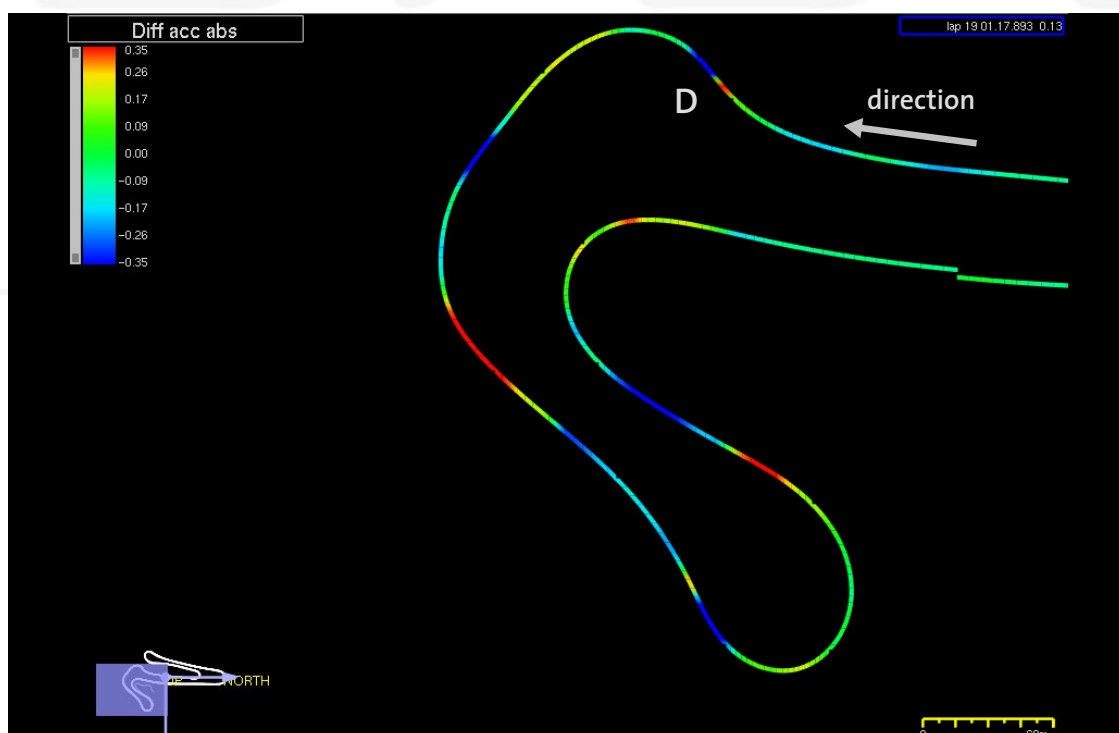


Figura 7

E' chiaramente visualizzabile come la vettura arrivi nel punto D in frenata, dopo un tratto rettilineo, e vada prima in sottosterzo (rosso) nella prima curva a destra, per poi inserirsi nella curva a sinistra in una condizione di sovrasterzo.

Questo è evidenziato anche dal canale Diff_Gyro Abs (figura 8).

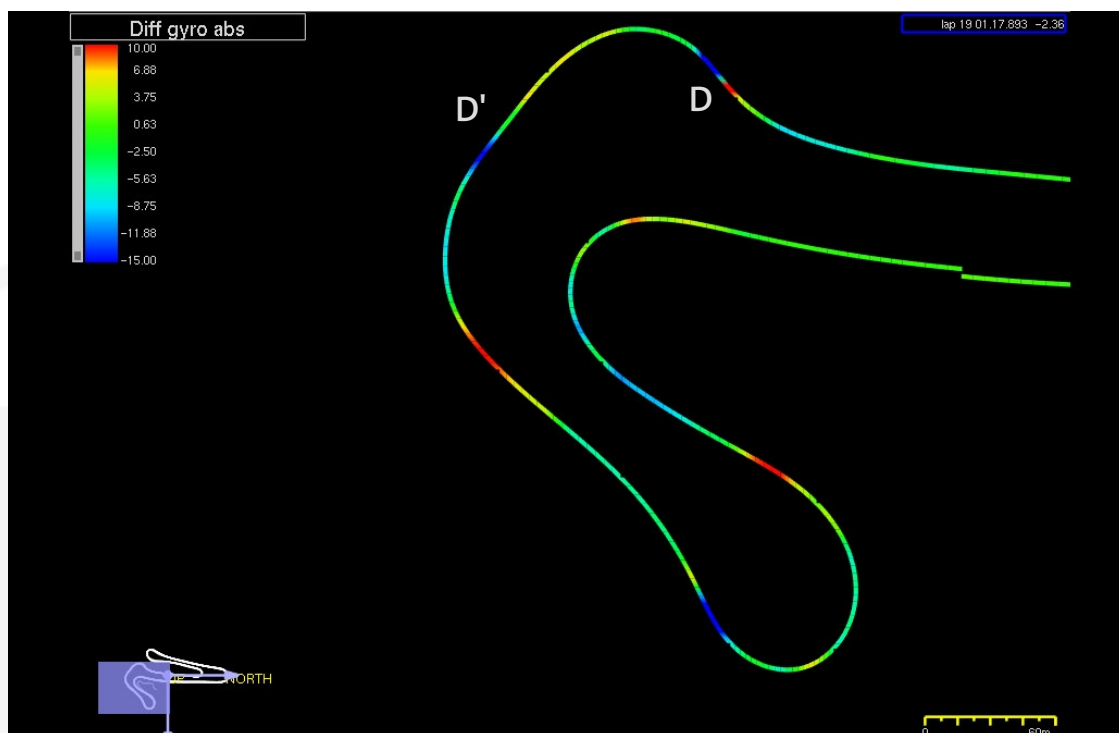


Figura 8

Analizzando la tecnica di guida del pilota in questa curva, si osserva che la macchina è neutra, per effetto del gioco acceleratore - freno del pilota (figura 9).

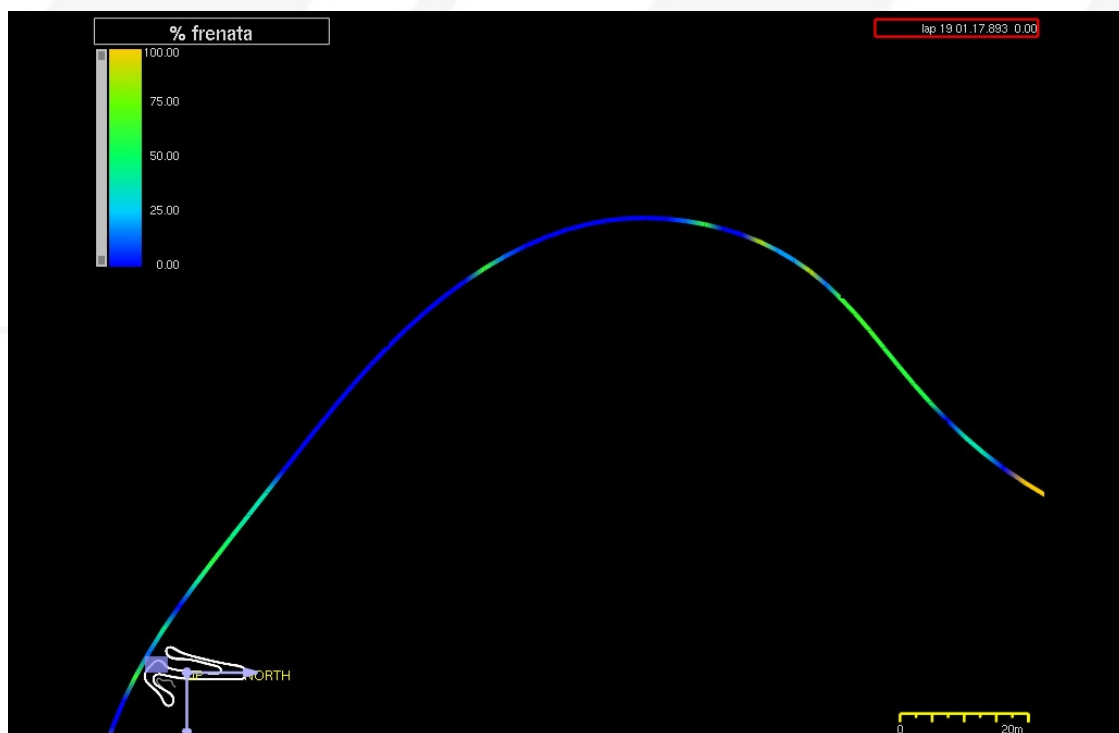


Figura 9

... per diventare sottosterzante in fase di apertura farfalla così come visualizzato in figura 10.

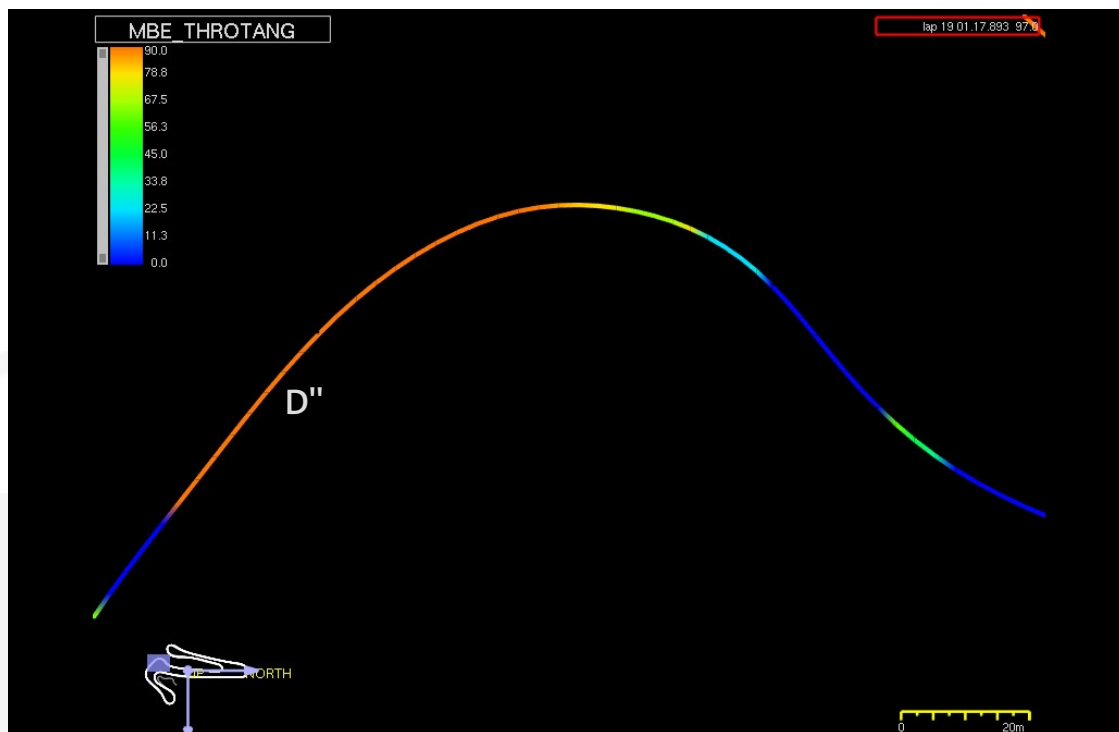


Figura 10

Dal canale sterzo visualizzato nel punto D'' risulta che il pilota ha dovuto insistere con il volante per mantenere la vettura in traiettoria (figura 11).

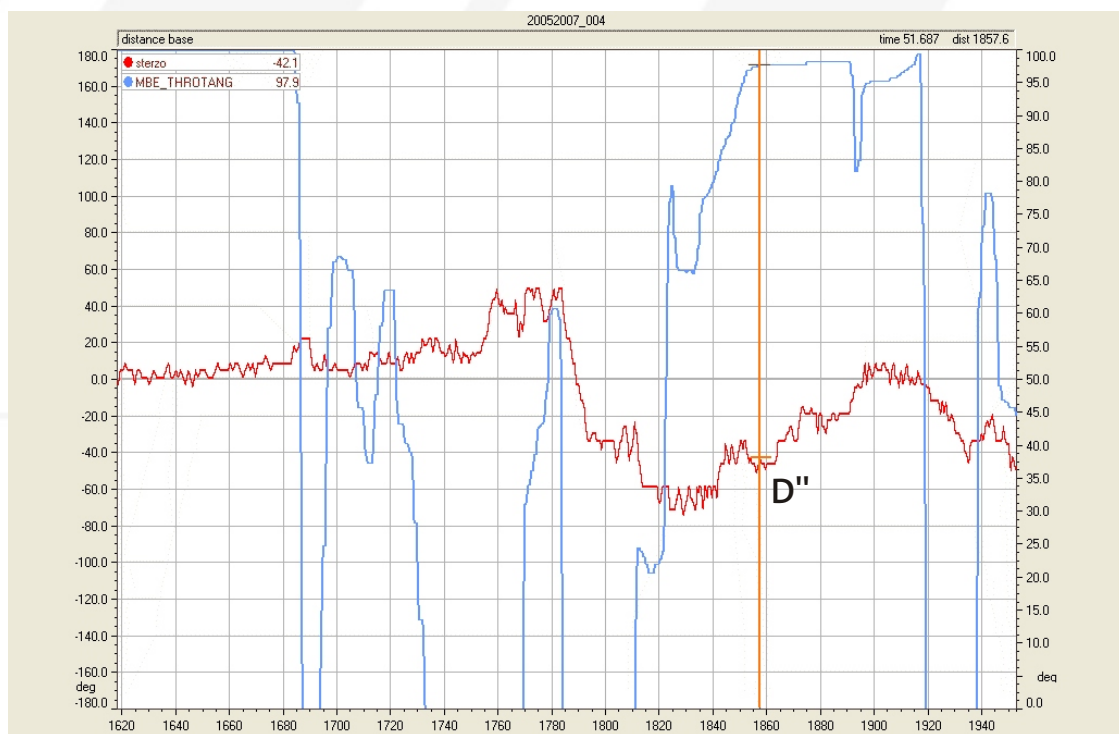


Figura 11

Il comportamento così marcatamente sovrasterzante in ingresso e sottosterzante in uscita del veicolo, è stato causato dalla rottura in gara dell'ammortizzatore anteriore sinistro.

Infatti, come appare chiaro nell'istogramma delle velocità degli ammortizzatori (figura 12), l'elemento smorzante A ha perso completamente la sua efficacia, portando la molla a lavorare senza alcun freno.

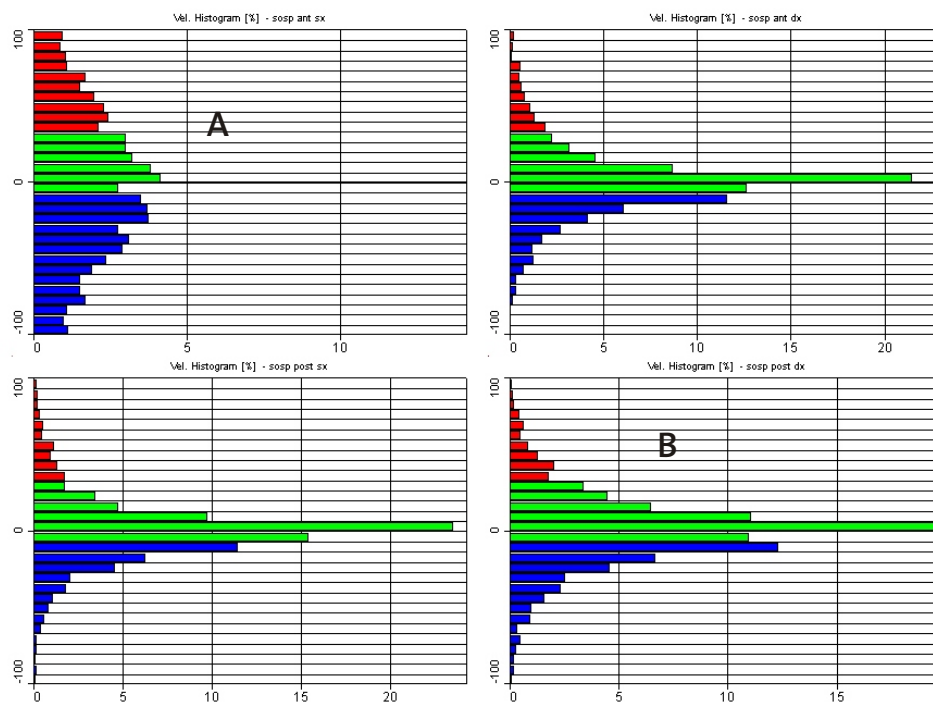


Figura 12

Questo provocava nella vettura scompensi di aderenza.

Da notare, inoltre, come l'ammortizzatore posteriore destro B soffra maggiormente di questa condizione.

A parità di settaggio, sia in compressione che in estensione, alle basse e alte velocità, rispetto al posteriore sinistro, il posteriore destro fatica a smorzare la velocità di scuotimento della ruota.

Nella lettura degli istogrammi delle velocità degli ammortizzatori occorre non dimenticare che l'asse delle ascisse viene scalato automaticamente dal software.

Infatti il fondoscala del diagramma dell'ammortizzatore posteriore sinistro è 25% mentre per il posteriore destro è 20%.

A parità di fondoscala, il diagramma del posteriore destro risulterebbe più schiacciato.



Racing Data Power

AIM Sportline - The World Leader in Data Acquisition

© 2007 AIM Srl - Via Cavalcanti, 8 20063 Cernusco sul Naviglio (MI) - Italy
Tel. +39.02.9290571 - info@aim-sportline.com

www.aim-sportline.com