

3. La preparazione, la conduzione e l'analisi dell'attività in pista.

Contenuti

In questo capitolo viene descritta un'ipotesi di procedura di lavoro orientata ad agevolare il compito del tecnico di pista addetto all'analisi dei dati. L'idea è nata e si è evoluta durante la stagione. Si è iniziato, durante le varie uscite, collezionando foglietti di appunti sparsi. La cosa si è poi evoluta con il tempo. Tutto quanto viene proposto nasce da precise scelte condivise tra chi scrive e le persone con cui ha potuto collaborare.

3.1 Considerazioni preliminari

Analizzare una prova significa sostanzialmente cercare di capire perché si va più forte o più piano. In pista, in condizioni ideali di traffico, se il *tempo non arriva* significa che il binomio moto-pilota non si è espresso al meglio, oppure che l'obiettivo che ci si proponeva era effettivamente fuori portata. Tutta l'analisi che si effettua ha quindi come scopo quello di tentare di fare chiarezza su questi aspetti. Si osservi la figura seguente.

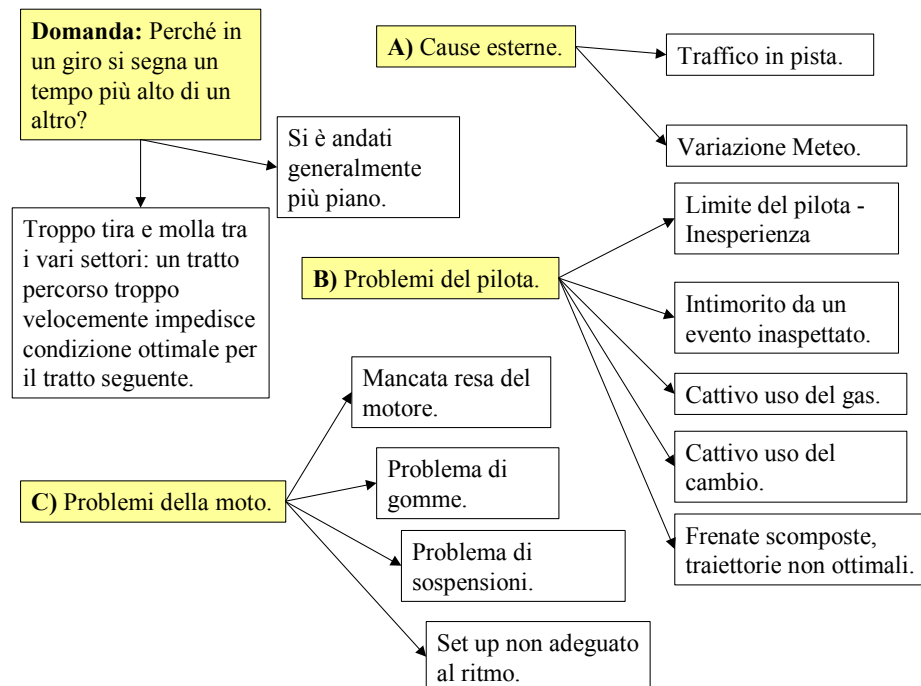


Figura 3.1 – Esempi di ragionamento iniziale per la valutazione di una prova.

Lo schema proposto non è certamente esaustivo. Permette però di iniziare a porre l'accento sulla necessità di considerare separatamente ogni singolo aspetto che possa contribuire all'ottenimento del risultato.

3.2 L'attività preparatoria prestagionale e quella tra un evento e l'altro

Il periodo precedente alla stagione ed i momenti di calma tra un evento e l'altro vengono generalmente utilizzati per:

- apportare migliorie alla motocicletta;
- imparare a conoscerla meglio;
- prepararsi per le prove successive.

In questo paragrafo si pone l'attenzione sulla seconda e terza attività. Tutti i dati che si raccolgono possono essere distribuiti tra i moduli del foglio elettronico *Set-Up-Boe.xls*, o in un qualunque altro database.

L'ideale sarebbe avere a disposizione un modello matematico completo della moto, comprensivo dei dati geometrici, di inerzia, ed in grado di rappresentare il veicolo non solo nel piano, come invece è stato per il momento fatto utilizzando il foglio elettronico sviluppato.

Questo però comporterebbe un vero e proprio lavoro che per competenze, tempi, costi, ed impegno richiesti finirebbe per lasciare ben poco spazio all'aspetto amatoriale dell'attività. Si è cercato quindi di raggiungere un sufficiente equilibrio tra scientificità ed empirismo.

3.2.1 Misurazioni sulle geometrie

Per quel che riguarda le geometrie di base, se possibile è meglio smontare il veicolo nei sotto gruppi principali, ed eseguire le misurazioni con i migliori strumenti di cui si dispone, dai calibri, ai compassi fino a strumentazioni laser.

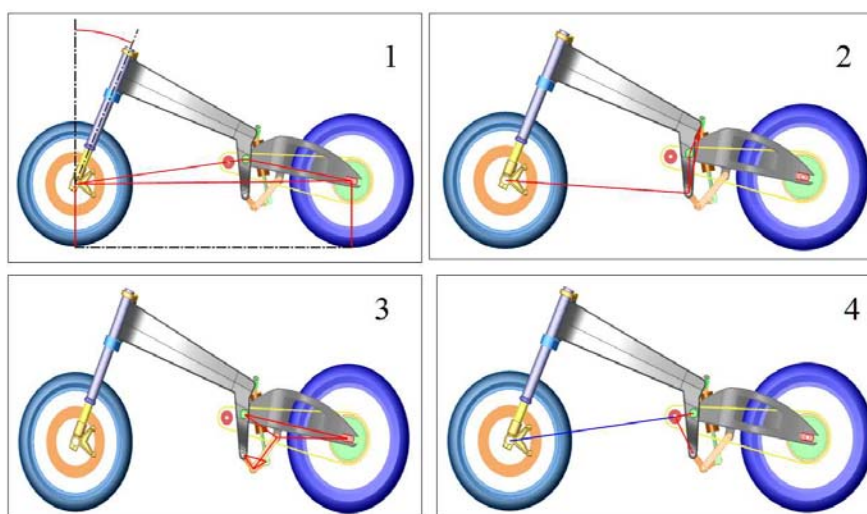


Figura 3.2 – Ipotesi sequenza rilevamenti sul veicolo per risalire ai parametri da introdurre nel foglio di calcolo *Set-Up-Boe.xls*

Si può però anche pensare di andare a rilevare una serie di punti e di valori predeterminati (Fig. 3.2), a veicolo montato, per risalire poi alle quote caratteristiche di cui discusso al primo capitolo.

Una procedura di questo tipo si sta inserendo in un nuovo foglio elettronico per velocizzare il procedimento. In questa fase si raccolgono anche informazioni di base sulle dimensioni dei pneumatici.

3.2.2 Lunghezze libere delle sospensioni

Ai paragrafi 1.5 e 1.6 è stato introdotto il problema del considerare adeguatamente l'effetto della presenza, all'interno delle sospensioni, delle molle di fine corsa, dette *contromolle*. Se si assegna un maggiore precarico esterno, dopo aver opportunamente compilato le tabelle disponibili nel foglio elettronico, si può osservare una variazione del livello di compressione di questi elementi (Fig. 3.3).

Parametri Assemblaggio Molle			Parametri Assemblaggio Molle		
km (N/mm)	85	Rigidezza Molla Principale	km (N/mm)	85	Rigidezza Molla Principale
kmr (N/mm)	40	Rigidezza Molla Fine Corsa	kmr (N/mm)	40	Rigidezza Molla Fine Corsa
xmpr0 (mm)	3	Precarico Std Molla Fine Corsa	xmpr0 (mm)	3	Precarico Std Molla Fine Corsa
xmprmax (mm)	10	Precarico Max Molla Fine Corsa	xmprmax (mm)	10	Precarico Max Molla Fine Corsa
xmp0 (mm)	4,41	Precarico Std Complessivo	xmp0 (mm)	4,41	Precarico Std Complessivo
Regolazione Precarico			Regolazione Precarico		
xmp (mm)	5	Precarico Aggiuntivo Complessivo	xmp (mm)	10	Precarico Aggiuntivo Complessivo
xmpr (mm)	6,4	Precarico Totale Molla Fine Corsa	xmpr (mm)	9,8	Precarico Totale Molla Fine Corsa
xmpm (mm)	3,01	Precarico Totale Molla Principale	xmpm (mm)	4,61	Precarico Totale Molla Principale

Figura 3.3 – Effetto dell'aumento di precarico esterno sulla contromolla (i parametri delle molle sono solo indicativi)

Questo determina un aumento della lunghezza libera della sospensione, poiché ad una contromolla più compressa, corrisponde una fuoriuscita maggiore dello stelo. In Figura 3.4 il fenomeno è stato volutamente amplificato, a scopo illustrativo, nel caso di un mono ammortizzatore.

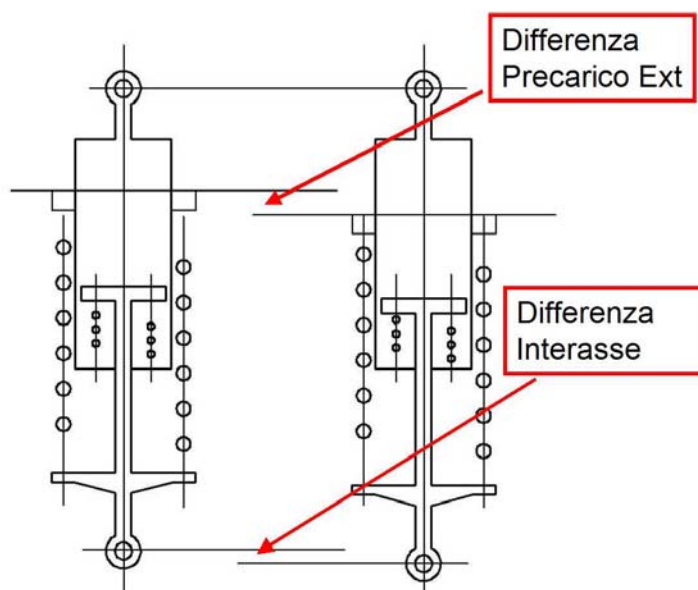


Figura 3.4 – Variazione dell'interasse dopo un intervento sul precarico

Nella posizione di equilibrio sopra descritta, la forza reattiva elastica esercitata dal sistema è nulla. Se si inizia a comprimere la sospensione, si ha un primo tratto della corsa in cui la rigidità è data dalla somma delle due molle, fino al momento in cui la contromolla risulta completamente estesa. A quel punto l'unica componente della rigidità elastica è data dalla molla principale.

Se si cerca invece di estendere lo stelo tale forza diviene negativa. Si può arrivare al massimo a comprimere a *pacco* la contromolla, o a raggiungere un fine corsa meccanico, a seconda del modello. A questo punto la lunghezza del componente è massima.

Si suggerisce di utilizzare questa dimensione, come valore di l_0 o im_0 . In questo modo si ha una dipendenza di questi parametri solo dalla tipologia di contromolla adottata, e non dall'entità del precarico applicato. Anche la corsa totale è indipendente da questa regolazione, in quanto è meccanicamente determinata solo dai due fine corsa estremi.

Ogni volta che si lavora sul precarico però si modificano:

- C_{nla} : corsa con reazione elastica negativa;
- C_{pl} : la corsa con reazione elastica positiva a rigidità maggiore;
- C_{pt} : la corsa totale con reazione elastica positiva.

L'entità di queste variazioni è facilmente deducibile (Fig. 3.5), ancora tramite il foglio elettronico, e dovrebbe essere considerata in sede di analisi dei dati.

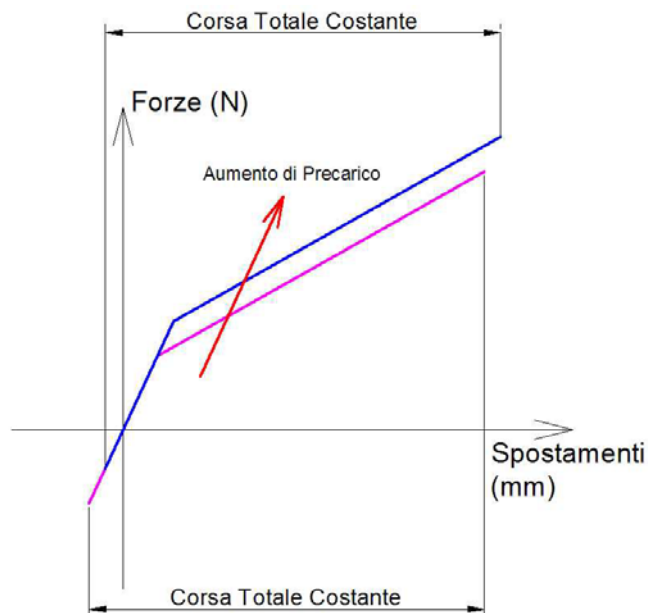


Figura 3.5 – Spostamento di tutta la curva caratteristica elastica a seguito dell'aumento di precarico

3.2.3 Stima delle coordinate dei baricentri

Sempre con riferimento al primo capitolo, il rilevamento delle masse e la valutazione della posizione del baricentro del veicolo nel riferimento (x_3, y_3) possono essere effettuati andando a rilevare i carichi alle ruote, con il veicolo prima in posizione orizzontale e poi con l'avantreno sollevato. Se possibile le sospensioni dovrebbero essere bloccate oppure dovrebbe essere aggiunto un precarico sufficiente a non permettere, tra le due misurazioni, una evidente variazione della escursione delle stesse (Fig. 3.6).

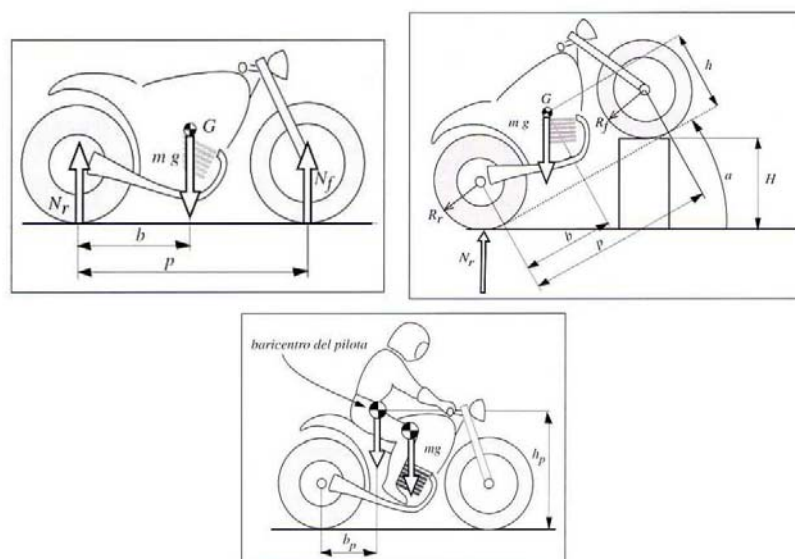


Figura 3.6 – Schema logico per la misurazione della posizione dei baricentri (tratto da [3], p.61)

Rilevando le masse non sospese, ed effettuando un calcolo all'inverso rispetto a quanto proposto in precedenza, è possibile risalire sino alle coordinate da inserire nel foglio *Telaio*. Successivamente si inserisce anche la stima della posizione del baricentro del pilota, dopo aver ripetuto le misurazioni con il pilota a bordo oppure identificando tale posizione con un punto fittizio rispetto alla sella.

Per brevità non si riportano le relative formule. Anche queste operazioni stanno per essere introdotte all'interno di un apposito foglio elettronico, in modo da permettere di convertire rapidamente i valori misurati nei parametri di input per quello già descritto.

3.2.4 Prove al banco motore

Il motore può essere sottoposto a prove effettuabili con banchi di tipo a rullo accelerativo o banchi *frenati*. Non si entra qui nel merito delle caratteristiche di prova e del livello di affidabilità sulla misura ottenibile con ognuno dei due metodi. In entrambi i casi, con le opportune cautele, si possono ottenere in uscita le curve di coppia e di potenza del motore all'albero ed alla ruota.

La conoscenza di tali curve, associata a quella della rapportatura adottata, permette di fare stime sul livello di sollecitazione applicato alla ruota posteriore ed alla ciclistica del veicolo. Inserendo tali curve, in forma numerica, all'interno del foglio elettronico, si potranno valutare anche i punti di cambiata ottimale e le perdite di giri e di coppia inevitabili nei cambi di marcia.

3.2.5 Prove al banco sospensioni

Le sospensioni possono essere caratterizzate tramite banchi che le sottopongono cicli di spostamento con andamento sinusoidale (Fig. 3.7). Durante un lancio viene variata la frequenza, in modo da spingere gli steli sino ad alcuni valori caratteristici di velocità massima lineare.



Figura 3.7 – Prova al banco di un gambo-forcella

Il valore della forza di smorzamento sviluppata viene rilevato tramite una cella di carico posizionata sull'estremo fisso del banco. Naturalmente le prove vengono eseguite dopo aver smontato le molle. I risultati vengono poi forniti in formato numerico e sotto forma di curve forza vs spostamento, e forza vs velocità (Fig. 3.8).

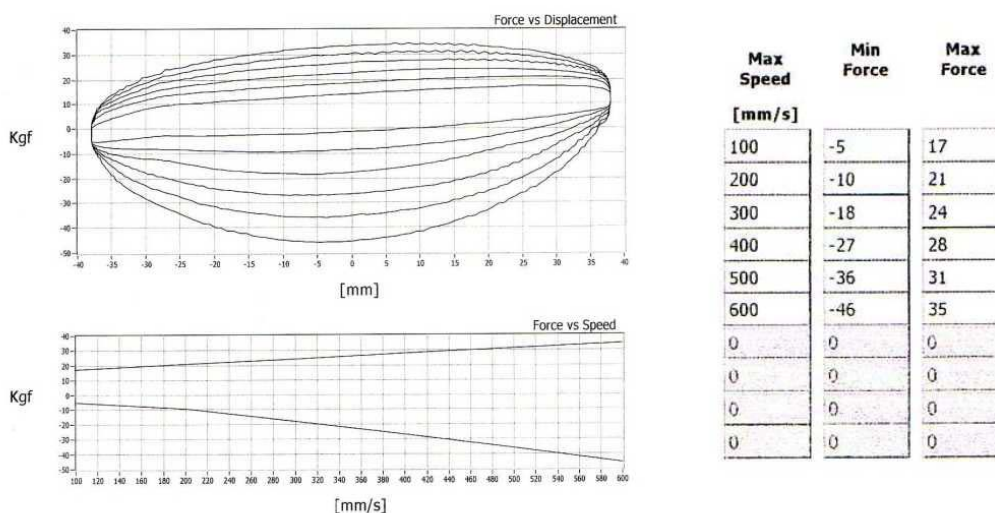


Figura 3.8 – Tipico Output di un banco sospensioni

I dati potrebbero essere gestiti introducendoli all'interno di una matrice velocità-posizione, tramite la quale potrebbero essere considerati così sia gli effetti elastici che smorzanti. Per il momento questa operazione non è stata eseguita in modo sistematico.

Si stanno valutando le combinazioni di regolazioni necessarie a realizzare una caratterizzazione il più ampia possibile, rimanendo però sempre nei limiti di un budget non aziendale. Alcune condizioni particolari sono state a volte valutate, al rientro da una prova, reimpostando le regolazioni adottate in pista e verificando al banco i componenti.

3.2.6 La preparazione di un evento

Si vanno a recuperare tutti i dati disponibili sul circuito e su eventuali prove effettuate in precedenza. Si predispongono quindi il materiale che verrà utilizzato ai box.

Sono stati studiati alcuni moduli per organizzare in modo razionale le informazioni relative ad ogni singolo *run* (Fig. 3.9). Con questo termine si intende la sequenza di giri effettuati dal pilota dopo ogni ingresso in pista. Se egli entra ed esce due volte, anche nell'arco di uno stesso turno di prova di 20 minuti, si parla quindi di due *run*. Una copia dei questi moduli è riportata in allegato.

The diagram illustrates four overlapping data entry forms for cycling track modules. The forms are arranged in a stack, with Modulo Pista 1 being the most prominent and detailed. Each form includes fields for Date, Month, and a unique code (Circuito, Mugello, Pista, Note). Modulo Pista 1 also contains sections for:

- Run parameters: Run Time, File Acquisition (Date), Carbamate (Type, Label).
- Tire parameters: Tire Type, Temp Air (C), Humidity, Tire Setup Code, Dia Supporto Pista, Temp Asfalto (C), Temperature, Rim Parametrico Ant., Pressione (bar), Filo Circuit (mm), Rim Parametrico Post., Pressione (bar), Filo Circuit (mm).
- A 'Filosomma Tempi' table with columns for Giro (1-7) and Tempo.
- Temperature and carbamate sections: Temp Pneumatici Anteriori in Mista (C), Rim C, Rim DR; Temp Pneumatici Posteriori in Mista (C), Rim R, Rim DR; Carbamate Avanzato (lit).
- A Note field at the bottom.

Figura 3.9 – Moduli Pista

Nel *Modulo Pista 1*, che è quello principale, vengono raccolti:

- un codice identificativo del *run*;
- il riferimento al file di acquisizione associato;
- orario, condizioni meteo e carico di carburante;
- un codice identificativo del *set-up* della ciclistica adottato (con il riferimento al *Modulo Pista 2*);
- i codici identificativi dei pneumatici adottati (con i riferimenti al *Modulo Pista 3*), e le relative pressioni di gonfiaggio;
- il codice identificativo della rapportatura adottata (con il riferimento al *Modulo Pista 4*);
- i tempi sul giro realizzati;
- le temperature dei pneumatici al momento del rientro;
- il carburante avanzato dopo una prova;
- altre annotazioni.

Queste registrazioni permettono di ricostruire in ogni momento le condizioni nelle quali si è svolto un *run*, del quale si stia analizzando il file di acquisizione (Fig. 3.10). Ad esempio è possibile determinare quali pneumatici siano stati utilizzati, con quale temperatura dell'asfalto e per quanti giri. Si può anche verificare quanti km questi abbiano già percorso in precedenza.

Data	15/07/2005	Moto	Suzuki GSX-R 1000 K5	
Circuito	Mugello	Pilota	Poly #374	Note:

Lunghezza Circuito (m)	5245
------------------------	------

Rif. Turno	003
File Acquisizione Dati	002

Carburante - Tipo	98ott
Carburante - Litri	7,4

Tipo Turno	Libere	Tem
Ora Ingresso Pista	11.39	Temp
Rif. Pneumatico Ant.	002	Pres
Rif. Pneumatico Post.	001	Pres

Rif. Pneumatico	Marca	Modello	Misura	Mesc ola	Km Già Percorsi	Run Effettuati								Tot Giri WE		
						Rif. Turno	Giri	Rif. Turno	Giri	Rif. Turno	Giri	Rif. Turno	Giri		Rif. Turno	Giri
001	Dunlop	Slick	195/70-ZR17	M	(8 giri Brmo)	001	4 (+2)	002	5 (+2)	003	3 (+2)	004	5 (+2)	005	(2)	37 (+20)
						006	5 (+2)	007	3 (+2)	008	4 (+2)	009	5 (+2)	010	3 (+2)	
002	Dunlop	Slick	120/70-ZR17	S	(8 giri Brmo)	001	4 (+2)	002	5 (+2)	003	3 (+2)	004	5 (+2)	005	(2)	25 (+14)
						006	5 (+2)	007	3 (+2)							

Figura 3.10 – Ricerca di informazioni sullo stato delle gomme al momento della registrazione di un file di acquisizione dati

Un ulteriore modulo che si potrebbe inserire è relativo alla mappatura del motore. Per il momento non è stato preparato, poiché raramente sono state apportate modifiche alla gestione dell'iniezione o a quella dell'anticipo di scoppio. Nel caso si volesse fare un uso razionale di questa opzione sarebbe però meglio selezionare un certo numero di mappe da utilizzarsi ed eseguire preventivamente dei lanci al banco motore per ognuna di esse.

3.3 La conduzione di una prova

In circuito il lavoro è entusiasmante ma c'è il rischio di fare errori anche banali, a causa della confusione che può generarsi nel *paddock*. Nelle manifestazioni dilettantistiche, infatti, non si ha quasi mai a disposizione un box privato o una *hospitality*. Di solito ci si trova tra amici e tecnici a condividere spazi nemmeno troppo grandi, che nulla hanno a che vedere con le vere e proprie *sale operatorie* a disposizione di team professionistici a livello mondiale. E' quindi necessario imporsi un ordine mentale e svolgere con la dovuta attenzione e freddezza ogni operazione.

3.3.1 Set up del veicolo e degli strumenti

La messa a punto del veicolo viene inizialmente impostata seguendo le indicazioni derivanti da prove effettuate in occasioni precedenti. Il *set-up* di partenza viene registrato sul *Modulo Pista 2*. Sullo stesso modulo saranno poi aggiunti quelli successivi (Fig. 3.11). Si deve in ogni caso tenere in debito conto l'eventuale differenza di condizioni climatiche, che può influire in modo considerevole sia sulla resa del motore che sulla guidabilità del mezzo.

Data	15-16-17/07/05			Moto	Suzuki GSX-R 1000 K5				Modulo Pista 2 - Regist				
Circuito	Mugello			Pilota	Poly #374				Note:				
Rif.Setup	ΔA (mm)	ΔO (mm)	ΔP (mm)	Sfil. (mm)	Fork								Amm. Sterzo
					SX (Compressione)				DX (Estensione)				
					K (N/mm)	Prec. (mm)	CompH (Click)	CompL (Click)	K (N/mm)	Prec. (Giri)*	ExtH (Click)	ExtL (Click)	Click
001	0	0	0	5	9,5	2	12	20	9,5	2	Std	14	4
002	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	Std	"	6

Figura 3.11 – Annotazione dei *set-up* sull'apposito modulo

Anche per la scelta delle gomme ci si muove inizialmente in questo modo, facendo particolare attenzione alla pressione di gonfiaggio a freddo. E' utile siglare ogni pneumatico che si ha a disposizione con un codice identificativo ed annotarne le caratteristiche sul *Modulo Pista 3* (Fig. 3.12).



Rif. Pneumatico	Marca	Modello	Misura	Mesc ola	Km Già Percorsi
007	Dunlop	Slick	195/70-ZR17	MH	0

Figura 3.12 – Marcatura di una gomma e registrazione del codice identificativo

Le possibili rapportature, dato l'elevato numero di combinazioni ottenibili con i componenti a disposizione, vengono inserite nell'apposito modulo (*Modulo Pista 4*) mano a mano che si provano nuove soluzioni (Fig. 3.13). Quest'anno è stato possibile intervenire esclusivamente sul rapporto di trasmissione finale, cambiando il *pignone* e la *corona* a seconda delle esigenze.

Data	15-16-17/07/05	Moto	Suzuki GSX-R 1000 K5	Modulo Pista 4 - Registri
Circuito	Mugello	Pilota	Poly #374	

Rif. Trasmissione	Finale		b (mm)	Primaria		Cambio						
	Z/z	τ_f		Z/z	τ_0	1		2		3		Z/z
						Z/z	τ_{tot1}	Z/z	τ_{tot2}	Z/z	τ_{tot3}	
001	42/16	2,625	570	73/47	1,553	41/16	2,563	39/19	2,053	36/21	1,714	36/24
							10,448				8,369	

Figura 3.13 – Annotazione dei dati riguardanti la trasmissione

Il cruscotto viene configurato via software secondo le preferenze del pilota. Vengono preimpostati allarmi e messaggi utili. Il programma utilizzato, per la gestione del sistema così come per la successiva fase di scarico dei dati, è stato il *Race Studio 2* di AIM (vd. [6]), perfettamente compatibile con tutta la gamma di prodotti dell'azienda (Fig. 3.14).

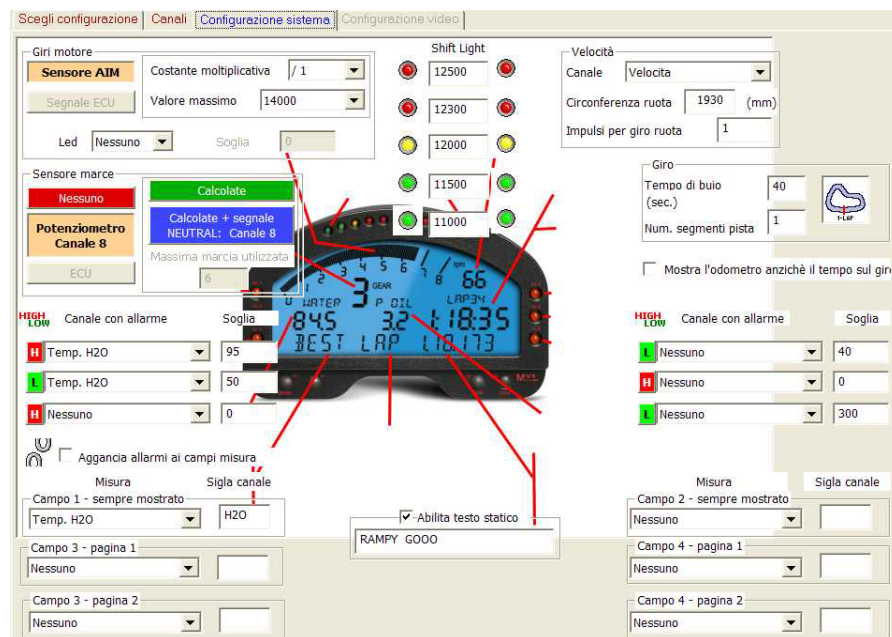


Figura 3.14 – Schermata di configurazione dello strumento

Per quel che riguarda le funzioni di acquisizione si può procedere come segue:

- a) *settaggio canale velocità*: si imposta la circonferenza di rotolamento, reale o fittizia, che lo strumento dovrà considerare. Per fare questo si effettua in genere una semplice misurazione tramite dello spago, oppure si traccia a terra lo sviluppo della circonferenza, facendo percorrere al veicolo una distanza corrispondente ad un giro completo

ruota. Entrambi i metodi sono approssimati ma, come anticipato al capitolo precedente, calcolando la velocità in questo modo la priorità non è tanto la ricerca del valore assoluto della misura, quanto quella di avere a disposizione un parametro che possa divenire termine di paragone tra situazioni differenti. Conviene quindi procedere sempre nello stesso modo ed annotare i valori utilizzati in un apposito data base;

- b) *impostazione del tempo di buio e del numero di split*: si indica allo strumento quanto tempo aspettare prima di accettare una nuova segnalazione da una torretta. Questo valore dovrebbe essere di pochi secondi più basso rispetto al tempo che si ipotizza di realizzare. In questo modo, se lungo il circuito sono presenti altre torrette, non c'è il rischio di *vederle* come segnalazioni di fine giro (Fig. 3.15). Se invece le si vogliono sfruttare per registrare gli intertempi, o *split*, si deve dichiarare quante queste siano, a meno che non si tratti di torrette speciali che sono direttamente lette come segnalatori di *split*, e regolare il tempo di buio in modo che, tra una e l'altra, lo strumento si predisponga nuovamente per ricevere il segnale;

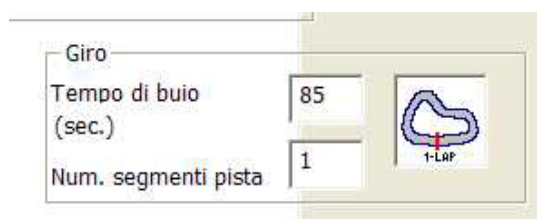


Figura 3.15 – Esempio di settaggio del tempo di buio sulla pista di Rijeka (CRO). Il miglior tempo fatto segnare quest'anno è stato attorno al minuto e trentadue secondi circa.

- c) *definizione delle frequenze di campionamento*: si segue l'idea di base proposta al secondo capitolo. Questa operazione solitamente non ha bisogno di essere eseguita ogni volta. Si tratta più che altro di un controllo, a meno che non si voglia andare a ricercare un problema che si ipotizza *nascosto* nei dati, tra un *campione* e l'altro;
- d) *settaggio zeri potenziometri sospensioni*: come è stato anticipato, si è preferito utilizzare una rappresentazione in negativo delle corse. E' conveniente che lo zero corrisponda ad una condizione di estensione massima della sospensione, ovvero arrivando a portare lo stelo sino al fine corsa. Questo si può ottenere ad esempio sollevando a turno l'avantreno ed il retrotreno, tenendo però ben premute per terra le ruote, ed effettuando l'autocalibrazione dei sensori. Questa operazione deve essere eseguita ogni qual volta si lavori sullo sfilamento della forcella o sull'interasse del mono ammortizzatore. Se si calibrassero i sensori a moto sollevata ma senza estendere ulteriormente gli steli, oppure a moto con ruote a terra, non si sarebbe poi in grado di

riconoscere l'azione delle contromolle, non si potrebbero valutare correttamente gli affondamenti statici (SAG) e soprattutto si avrebbe una posizione dello zero da correggere ogni qual volta si modificasse il precarico;

- e) *calibrazione del giroscopio*: è conveniente eseguire una autocalibrazione ad ogni evento. Si perdono pochi secondi di tempo e si evita il rischio di letture falsate. A seguito di operazioni di manutenzione infatti il componente potrebbe essere stato inavvertitamente spostato, e la direzione orizzontale di riferimento potrebbe non essere più quella corretta.

La configurazione viene poi salvata su computer. Anche questa in effetti potrebbe divenire ulteriore elemento di analisi, non è esclusa in futuro l'introduzione all'interno del Modulo Pista 1 di un riferimento in proposito. Un esempio impostazione del set di canali è riportato nella Tabella 3.1.

Nome Canale	Frequenza	Unità	Inizio Scala	Fondo Scala
Engine	20 Hz	Rpm	0	14500
Speed_1	20 Hz	Km/h	0	310
Temp.H20	5 Hz	°C	0	150
Gas	10 Hz	%	0	100
Farfalla Sec.	10 Hz	%	0	100
Fork	200 Hz	mm	-130	0
Mono	200 Hz	mm	-50	0
FrontBrake	20 Hz	bar	0	10
Gyro	20 Hz	deg/sec	-90	90
Gear	10 Hz	n° rapporto	0	6
Data Logger Temp.	10 Hz	°C	0	50
Battery	1 Hz	V	5	15

Tabella 3.1 Esempio di Configurazione di canali.

3.3.2 Operazioni in fase di partenza

Subito prima dell'ingresso in pista del pilota viene intestato un nuovo *Modulo Pista 1*, che diventa quello relativo al *run* che sta per iniziare. Vengono annotati tutti i riferimenti già descritti ai paragrafi precedenti. Tipici controlli di routine in questo momento sono:

- a) *temperatura pneumatici*: permette di valutare il funzionamento delle termocoperte, se sono state utilizzate, e di evitare sorprese alle prime curve del giro di lancio. Viene utilizzato un apposito termometro, normalmente *pirometro*, in grado di rilevare la temperatura all'interno dello strato di mescola (Fig. 3.16);



Figura 3.16 – Pirometro in gradi Celsius con sonda

- b) *pressione pneumatici a caldo*: è un indice quasi più significativo della pressione di gonfiaggio a freddo impostata durante il montaggio della ruota, perlomeno più vicino alla condizione reale di utilizzo. A rigore non sarebbe male valutare lo sviluppo a terra della circonferenza anche in questo momento;
- c) *temperatura dell'asfalto*: è stato spesso utilizzato un termometro a laser, sufficiente per le misurazioni superficiali;
- d) *posizione del pneumatico sul cerchio*: è capitato che, a causa della grande potenza in gioco e magari di un montaggio impreciso, al rientro ai box si sia riscontrata una rotazione del pneumatico rispetto al cerchio. Considerando che il bilanciamento della ruota viene effettuato posizionando delle masse proprio sul cerchio, è abbastanza semplice comprendere i problemi che questo crea, sintetizzabili in una serie di inaspettate vibrazioni e di conseguenza con una maggiore difficoltà di guida. Con due tacche tracciate a pennarello sul cerchio ci si potrà togliere il dubbio e si eviterà di iniziare una inutile caccia alle streghe sui grafici (Fig. 3.17);

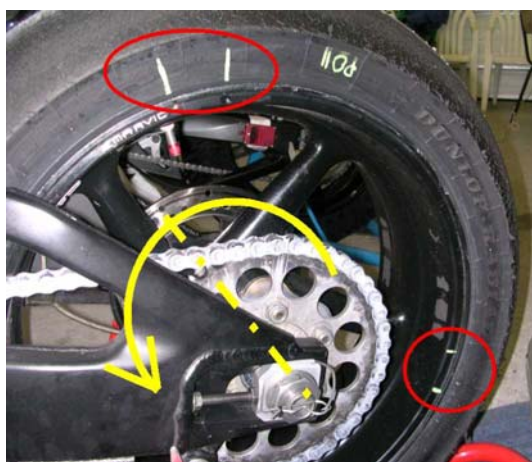


Figura 3.17 – In questo caso a fine gara si è riscontrato uno strisciamento del cerchio rispetto al pneumatico di circa 260° (sempre che non abbia fatto più giri completi)

- e) *temperatura aria, umidità, pressione*: una semplice stazione meteo, anche economica, ha sempre svolto il suo lavoro in modo egregio;
- f) *affondamento sospensioni con e senza pilota a bordo*: è una prima misurazione indicativa di quello che è l'assetto in ingresso pista, deducibile anche solo collegando il *logger* con il computer in tempo reale. Corrisponde alla misura dei cosiddetti SAG (Fig. 3.18). In generale si dice che, rispetto alla normale condizione di guida, dovrebbero essere concesse *corse ruote negative* (estensioni) sufficienti a leggere le buche sul tracciato. I livelli di precarico però dovrebbero essere tali da garantire, in collaborazione con il *setting* idraulico, un efficace sostenimento del veicolo nelle staccate più violente ed a centro curva. E' auspicabile comunque che non ci si accorga solo a questo punto del fatto che si stia utilizzando la molla sbagliata;

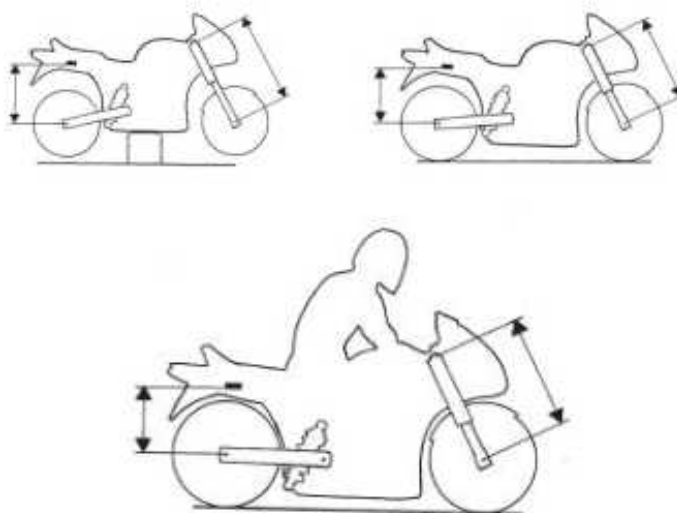


Figura 3.18 – Procedura di misurazione del SAG

- g) *angolo di sterzo con pilota a bordo*: questo valore, sempre relativo solo alla condizione iniziale di ingresso pista, può essere semplicemente letto con un inclinometro, dello stesso tipo di quelli utilizzabili in officina per le misurazioni delle geometrie del veicolo (Fig. 3.19). Si potrebbe così stimare anche il valore dell'avancorsa.



Figura 3.19 – Rilevamento dell'angolo di sterzo con inclinometro

3.3.3 Durante la prova

Mentre il pilota è in pista ci si posiziona sul muretto dei box, si verifica il funzionamento della torretta e si annotano anche a mano i tempi sul giro. Un buon cronometro può aiutare ad evitare spiacevoli inconvenienti, del tipo di quelli indicati al paragrafo 2.3.1. I team più organizzati dispongono di tabelle per le segnalazioni al pilota.

E' possibile così anche annotare eventuali considerazioni dettate da impressioni del tecnico durante la prova (Fig. 3.20). Dipende molto dalla visuale del tracciato disponibile dal muretto, a meno che non si disponga di un allacciamento al canale a circuito chiuso del sistema di telecamere dell'autodromo, e sempre che questo sia attivo durante l'evento.

Temp. Pneumatico Anteriore in Uscita (°C)			Giro	Tempo
SX	C	DX	1	Giro Perso
83	NR	NR	2	1.36.322
Temp. Pneumatico Posteriore in Uscita (°C)			3	1.35.413
SX	C	DX	4	1.34.621
98	NR	NR	5	1.34.829
Carburante Avanzato (l)		NR	6	1.34.745
			7	1.34.788

Note:
 Nel quinto giro in uscita buca (cambio di direzione verso sx) ha un movimento strano dell'avantreno (quasi una sbacchettata).

Figura 3.20 – Annotazioni dal muretto

3.3.4 Rientro ai box

Al momento del rientro nella *pit-lane* da parte del pilota si valutano immediatamente le temperature raggiunte dai pneumatici, prima ancora di portare la moto all'interno del box. Si veda ancora la Figura 3.20. I valori sono già scesi, rispetto a quelli raggiunti durante un giro veloce, ma sono comunque indicativi del livello di stress subito dalle gomme. Non sarebbe male che il pilota effettuasse il giro di rientro ad un ritmo comunque discretamente sostenuto, almeno fino all'imbocco della corsia box, proprio per evitare decadimenti eccessivi.

Si utilizza, come anticipato, un pirometro con sonda, in modo da andare a leggere i gradi all'interno della mescola, in prossimità delle tele di cintura piuttosto che sulla superficie. In alcuni casi si sono rilevate differenze, tra la superficie e l'interno, anche dell'ordine dei 15°C. Anche la pressione raggiunta può arricchire il set di informazioni a disposizione durante l'analisi.

Lavorando in collaborazione con un tecnico esperto in pneumatici è possibile valutare se la mescola adottata sia la più idonea per le condizioni in cui si corre. Vari pneumatici possono fornire livelli di aderenza, o di *grip*, diversi, ma per ognuno esiste un ben determinato range di temperature di utilizzo. Al di sotto del limite inferiore la gomma *strappa* in modo non costante, al di sopra di quello superiore si usura molto più in fretta del normale. Bisogna chiaramente optare per il giusto compromesso tra il livello di *grip* desiderato ed una durata accettabile. Soprattutto bisogna poi accordare il *set-up* della moto anche in funzione di questa scelta.

Dopo una prima veloce occhiata sul *dash board*, per rilevare eventuali messaggi di allarme, si può considerare terminata la prova.

3.4 Analisi preliminare

Questa fase inizia una volta spento il motore della moto, non appena il pilota si è tolto il casco ed ha ripreso fiato. A volte può capitare di fare anche solo un mini *de-briefing* sulla *pit-lane* per poi riprendere immediatamente la pista, dopo aver eseguito veloci ritocchi di messa a punto o un rabbocco di carburante.

3.4.1 Prime impressioni del pilota

Si mette a disposizione del pilota una mappa cartacea della pista, e si cerca di ascoltarlo con attenzione. E' necessario raggiungere un buon livello di fiducia reciproca, essere amici ha aiutato molto in diverse occasioni. Bisogna riuscire a fare emergere la sensazione generale di guida, a prescindere dal tempo ottenuto. Si devono poter evidenziare le zone del tracciato nelle quali si diverte, quelle dove almeno si trova a suo agio e quelle dove invece ha più problemi. Tipiche situazioni che possono emergere sono:

- tendenza all'eccessivo scivolamento, particolarmente del retrotreno, in ingresso o in uscita di curva;
- rischio di *hi-side*, ovvero di caduta dovuta alla perdita e poi al recupero improvviso di aderenza;

- sensazione di poco *feeling* con il terreno, data da una lettura troppo morbida del tracciato da parte delle sospensioni;
- reazioni troppo scomposte passando sulle asperità;
- movimento di *beccheggio* fastidioso in staccata e nelle *esse*;
- sensazione di avere un mezzo lento nei cambi di direzione;
- difficoltà a raggiungere o tenere la *corda* di una curva;
- tendenza alla chiusura dello sterzo verso il centro curva;
- instabilità in rettilineo o nelle lunghe percorrenze di curva;
- *sbacchettamenti*, rapide oscillazioni dell'avantreno attorno all'asse dello sterzo (*wobble*);
- *serpeggiamenti* del retrotreno (*weave*);
- altre vibrazioni fastidiose (*chatter*).

La maggior parte di queste si ripercuotono in una generale difficoltà ad aprire il gas, o comunque in una inefficacia di tale azione.

Non è il caso di sottoporre il pilota ad un terzo grado. E' però qui necessario tentare di associare una particolare sensazione da lui provata almeno ad una zona particolare del circuito (Fig. 3.21), specialmente se ripetuta per più giri, dopodiché si andranno a cercare i riscontri numerici sui dati scaricati.

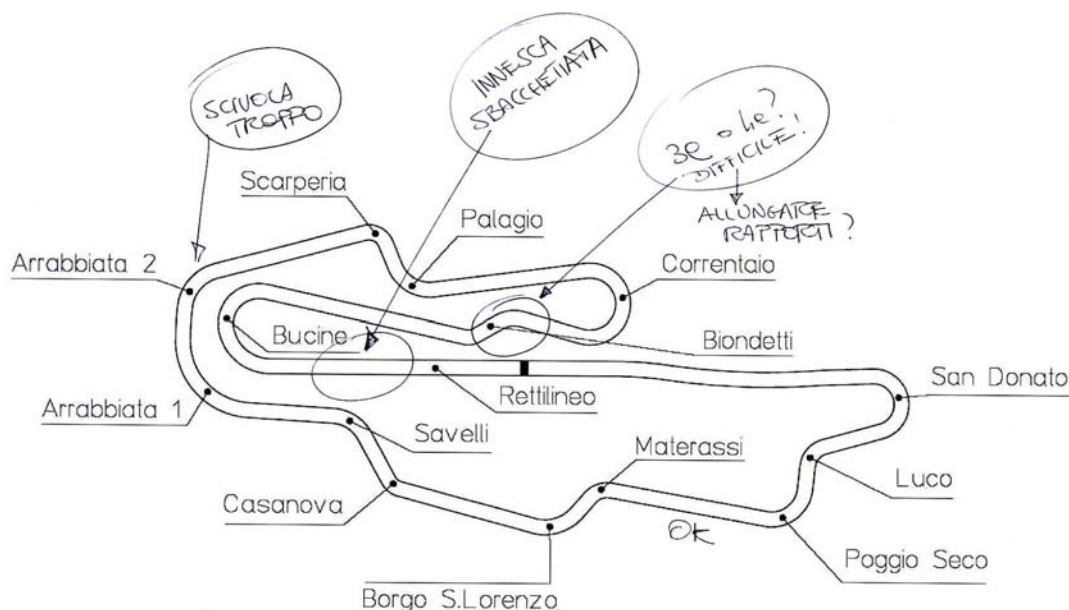


Figura 3.21 – Annotazione delle impressioni del pilota direttamente sulla mappa

3.4.2 Scarico dei dati e selezione dei giri da analizzare

E' il momento di lasciare in pace il pilota e di iniziare a *parlare* con il veicolo (Fig. 3.22). Come anticipato, il software utilizzato per lo scarico dei dati è ancora il *Race Studio 2*, mentre quello per la gestione dei file e l'analisi dei dati è il *Race Studio Analysis*, sempre sviluppato da AIM. Durante la stagione si è cercato di sfruttare il più possibile le opportunità offerte dal programma, soprattutto a scopo didattico.



Figura 3.22 – I dati registrati dal *logger* vengono scaricati sul portatile

Di seguito si faranno sempre richiami molto generali alle funzioni che si è avuto modo di utilizzare, mano a mano che verranno ritenute attinenti all'argomento che si sta trattando. Per ulteriori approfondimenti si preferisce poi fare esplicitamente riferimento all'ottima guida all'uso redatta dall'azienda (vd. [5] e [6]).

Lo scarico dei dati è abbastanza semplice. Si devono solo assegnare alcuni parametri di salvataggio, per una più semplice successiva ricerca del file tramite apposite *query*. Si deve anche decidere se, dopo lo scarico, si vogliono mantenere in memoria i dati del turno appena terminato. Generalmente la memoria viene cancellata, per evitare di avere alla sera un ultimo file carico di tutti i *run* della giornata.

A questo punto si entra in Race Studio Analysis. La prima cosa che si fa è disattivare i giri di ingresso pista, di lancio e di uscita. Questi vengono presi in considerazione solo sotto esplicita richiesta del pilota. Si evidenziano inoltre i differenti *run* effettuati, nel caso siano stati scaricati tutti in una volta (Fig. 3.23).

Database delle prove 1 - 050528-B-Rampy-Misano						
Informazioni aggiuntive			Chiudi prova		Esp...	
Mostra giro		Nascondi giro		Abilita giro		
N...	Temp...	% rispett...	Temp...	Motivo del giro	F	
✗ 0	00.56.372	55.59 %	00.00.000	(Spegnimento logger)	1	
✗ 1	02.18.181	136.28 %	00.56.372	(Primo giro)	1	
✓ 2	01.42.997	101.58 %	03.14.553	(Lap marker)	1	
✓ 3	01.43.495	102.07 %	04.57.550	(Lap marker)	1	
✓ 4	01.43.156	101.73 %	06.41.045	(Lap marker)	1	
✓ 5	01.43.908	102.48 %	08.24.201	(Lap marker)	1	
✓ 6	01.46.756	105.28 %	10.08.109	(Lap marker)	1	
✗ 7	02.54.631	172.22 %	11.54.865	(Spegnimento logger)	1	
✗ 1	02.00.157	118.50 %	14.49.496	(Primo giro)	2	
✓ 2	01.41.685	100.28 %	16.49.653	(Lap marker)	2	
✓ 3	01.41.398	Riferimento	18.31.338	(Lap marker)	2	
✗ 4	02.29.667	147.60 %	20.12.736	(Spegnimento logger)	2	

Figura 3.23 – Disabilitazione giri di lancio, di uscita e falsi giri

Eventuali giri in cui il tempo è stato rilevato in modo non corretto possono essere disattivati o manipolati tramite apposite funzioni, in modo da spezzarli o unirli tra loro (Fig. 3.24), sempre che si disponga, a mano, di tempi più affidabili. E' capitato di partecipare ad una gara di 15 giri con la torretta spenta, e di dover ricorrere ai tempi forniti dalla direzione di gara per poter poi *splittare* la registrazione, e renderla così gestibile.

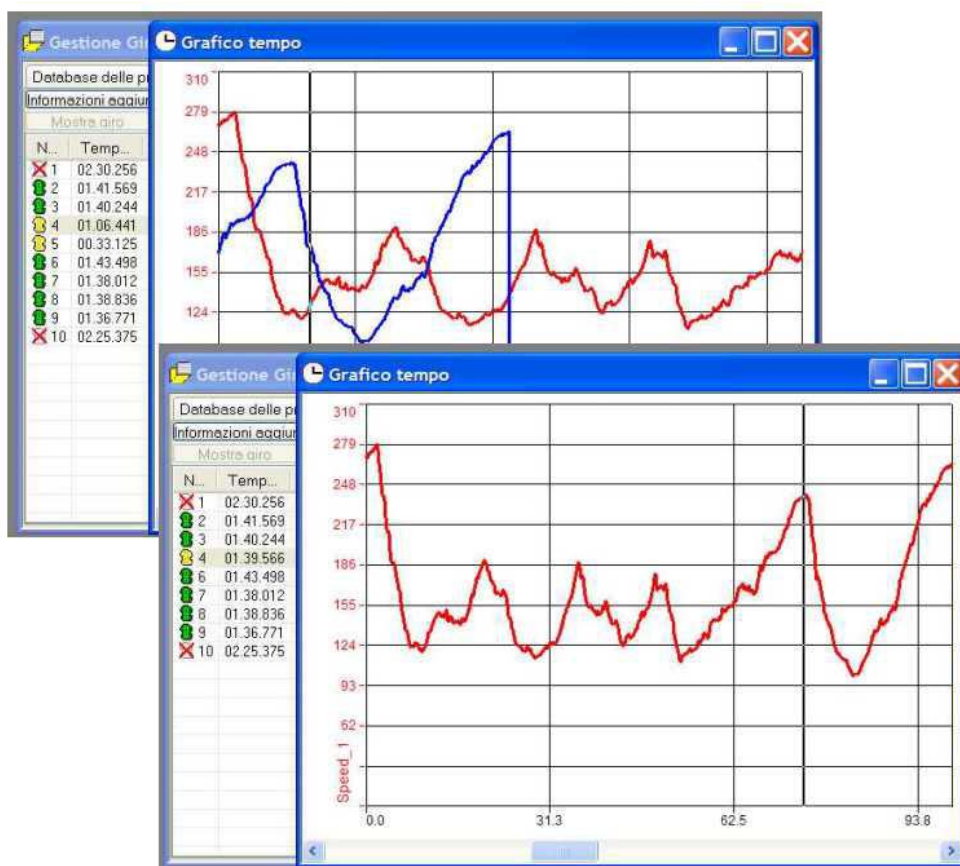


Figura 3.24 – I giri 4 e 5 sono stati uniti in uno solo. Era stata rilevata per errore una torretta in più lungo la pista. In effetti i due grafici si compongono perfettamente.

Si devono scegliere i giri da analizzare. Non ha sempre senso considerarli tutti, quantomeno nella prima fase di analisi. Potrebbe essere interessante paragonare alcuni giri della prova appena terminata, con uno di riferimento che sia stato registrato durante un'altra prova. E' infatti anche possibile caricare contemporaneamente più file.

L'andamento della prova poi, proprio sotto il profilo dei tempi sul giro, può essere resa più evidente utilizzando la funzione *Tempi sul Giro*, che presenta un report molto completo (Fig. 3.25).

Si evidenziano il *passo* (o tempo medio), il *best lap* ed i giri eventualmente da scartare poiché troppo lontani in termini cronometrici. Se però il pilota ha manifestato un particolare problema in un giro, *quel giro*, a prescindere dal tempo realizzato, deve essere tenuto in considerazione.

Run/Giro	TempoGiro	Istogramma TempoGiro	Differenze giro precedente
Valore assoluto Intertempi			
1/2	01.41.569	01.41.569	
1/3	01.40.244	01.40.244	-1.325
1/4	01.39.566	01.39.566	-0.678
1/6	01.43.498	01.43.498	3.932
1/7	01.38.012	01.38.012	-5.486
1/8	01.38.836	01.38.836	0.824
1/9 (migliore)	01.36.771	01.36.771	-2.065
valore minimo	01.36.771		
valore massimo	01.43.498		
valore medio	01.39.785		
deviazione std	00.02.249		
Differenza intertempo rispetto al migliore della prova			
1/2	00.04.798		
1/3	00.03.473		
1/4	00.02.795		
1/6	00.06.727		
1/7	00.01.241		
1/8	00.02.065		
1/9 (migliore)	00.00.000		

Figura 3.25 – Report dei tempi sul giro

Generalmente si considerano non più di due, tre giri alla volta:

- *Best Lap*, giro di riferimento da un altro file, o giro richiesto dal pilota;
- secondo giro più veloce, giro di riferimento da un'altra prova o giro richiesto dal pilota;
- terzo giro più veloce, giro di riferimento da un'altra prova o giro richiesto dal pilota.

E' importante capire in quali frangenti il tempo è realmente dipeso dal pilota e dalla moto, e non da un traffico particolarmente intenso o da altri elementi di disturbo. Si devono però distinguere le situazioni di traffico da quelle di guida in *bagarre*, con avversari di livello pari o superiori, perché la moto non può essere *assetata* solo per una ipotesi di fuga solitaria in gara. Sui giri selezionati si può poi lavorare per cercare di capire dove migliorare.

Altre situazioni particolari dovrebbero essere analizzate in seguito.

3.4.3 Ricerca delle zone critiche per la maturazione del tempo

Dopo aver scelto i giri a cui dedicare attenzione, è opportuno caricare nel programma una mappa del circuito. Per il momento torna utile la suddivisione della stessa in settori, di ognuno dei quali si può stimare il tempo di percorrenza. In seguito sarà utilizzata anche per far corrispondere, in maniera più evidente, un punto su di un grafico ad una posizione del veicolo in pista.

Se sul veicolo è montato un giroscopio (vd. 2.3.9) la mappa può essere generata al momento. Se sono rilevate le velocità sia all'anteriore che al posteriore

si può scegliere quale delle due vada considerata come *Velocità di Riferimento* per il calcolo, oppure si può optare per un valore medio, calcolato tramite un canale matematico. Non si sta qui a ripetere quanto già detto nel capitolo precedente riguardo alla cautela necessaria nel considerare la validità delle mappe ed in generale delle analisi in *base spazio* (Fig. 3.26).

Si può quindi scegliere il numero di intertempi da valutare. Potenzialmente, per il software, ogni singola variazione di direzione potrebbe identificare un tratto a se stante, ma non è il caso di esagerare.

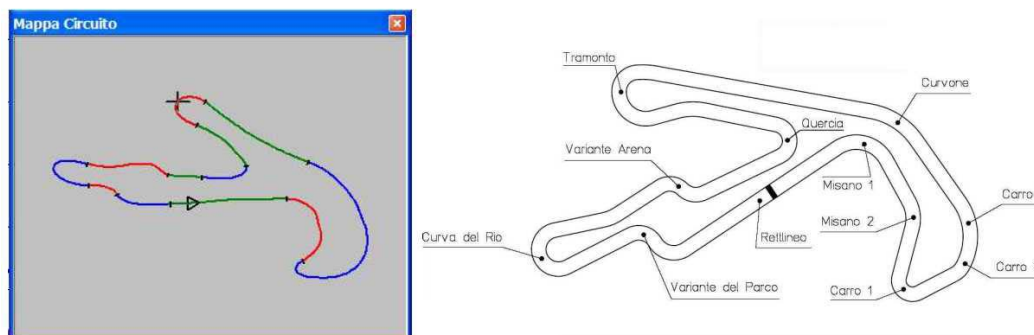


Figura 3.26 – A sinistra la mappa del circuito di Misano adriatico, determinata con il giroscopio, a destra il tracciato effettivo. Si ricordi che la mappa calcolata è in realtà una approssimazione della traiettoria del veicolo

Una suddivisione interessante potrebbe essere quella in:

- rettilinei;
- curve principali;
- varianti considerate complete.

Se si carica una mappa pre-esistente è necessario verificare che il traguardo indicato sulla stessa corrisponda alla posizione della torretta che si è usata come *lap marker*. In caso contrario si può utilizzare la funzione *Modifica Traguardo* per correggere il problema. Si possono poi utilizzare le seguenti funzioni:

- *Visualizza intertempi*: presenta un rapporto, in forma numerica o grafica, sui tempi di percorrenza di ogni tratto della pista, reale o calcolato, per ognuno dei giri abilitati (Fig. 3.27). Viene proposto anche un utopico *migliore giro teorico*, poco realistico in quanto calcolato sommando per ogni tratto l'intertempo migliore fatto segnare. Paradossalmente nella somma potrebbe essere considerato un intertempo al quale è seguita poi un uscita di pista. Più razionale è invece il calcolo del *migliore giro realizzabile*, che tiene conto non solo del valore ma anche della sequenza degli intertempi individuati;

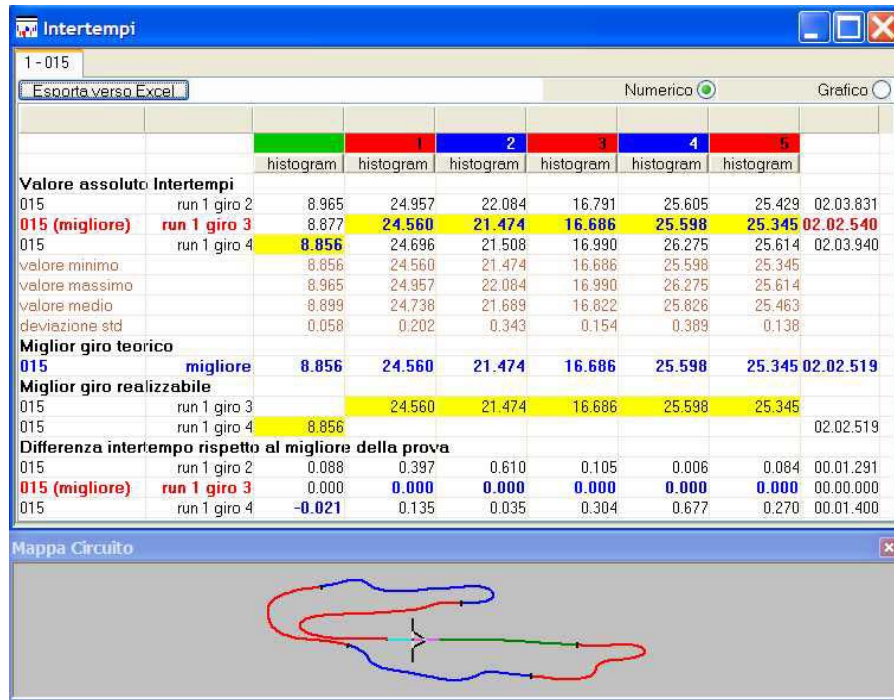


Figura 3.27 – Report intertempi, con riferimento alla mappa del circuito

- *Time compare*: in questo particolare ed interessante grafico viene preso a riferimento il miglior giro tra quelli attivi, dopodiché selezionandone altri è possibile visualizzare come la differenza di tempo finale sia maturata lungo la pista (Fig. 3.28). Visualizzando in contemporanea la mappa la situazione diventa ancora più evidente. Si può avere conferma del fatto che, anche nell'ambito di un giro globalmente più lento, possano essere presenti tratti percorsi più velocemente del solito. Anche all'interno di uno stesso intertempo possono identificarsi momenti nei quali si guadagnano o si perdono *decimi* preziosi;



Figura 3.28 – Time compare: il giro indicato in rosso alla fine è più alto di poco meno di 3 decimi di secondo. Lungo il tracciato però vi sono settori in cui si è stati più veloci.

- *Replay del giro*: questa funzione presenta un grafico della pista in primo piano, sulla quale è possibile rappresentare la posizione di due *veicoli virtuali* rappresentativi di due giri differenti (Fig. 3.29). E' possibile procedere a step manuali per osservare la variazione lungo la pista della differenza di tempo e del distacco tra i due, anche in termini di metri. Per ognuno dei due giri visualizzati è poi possibile visualizzare il valore numerico ed un grafico a barra variabile relativi a due canali a scelta. Attivando l'*Animazione*, si può infine osservare in tempo reale la variazione delle grandezze in gioco, come se ci si trovasse a fare da spettatori ad una sfida tra due piloti.

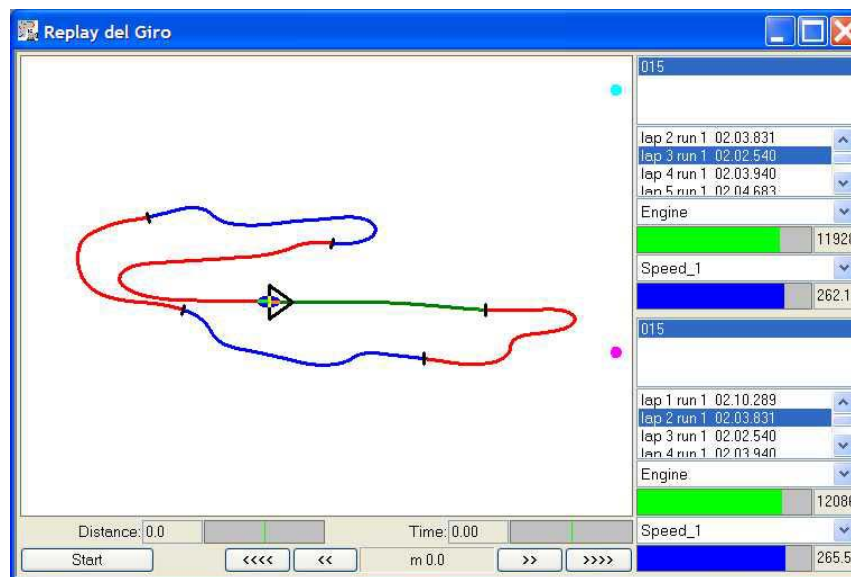


Figura 3.29 – Schermata Replay del giro: come una gara vista dall'alto

Quale che sia il peso che si assegna ad ognuna delle tre analisi sopra riportate, l'obiettivo principale in questa fase è farsi un'idea molto chiara di quali siano le zone dove si perde più tempo. Non è però detto che in quelle zone si possa effettivamente migliorare la situazione senza finire per peggiorarla in altri settori. Non è detto che si possa essere veloci dappertutto insomma, ed in questo caso bisogna scegliere quali zone sacrificare.

3.5 Introduzione di canali matematici

Fino a questo punto sono stati selezionati i giri da analizzare e sono stati evidenziati i risultati ottenuti nei vari settori. Si può quindi iniziare ad indagare sulle ragioni che hanno portato ad ottenere questi risultati. Prima però si vuole completare il campo delle informazioni disponibili, per cui vengono abilitati gli eventuali canali matematici che si ritengono più utili.

Come anticipato al capitolo precedente, è stata sfruttata la possibilità di effettuare calcoli con i valori acquisiti durante la prova. I risultati di tali calcoli vengono poi gestiti come se si trattasse di grandezze direttamente acquisite dal *logger* (Fig. 2.6).

3.5.1 Accelerazione longitudinale del veicolo

Determinare l'accelerazione longitudinale del veicolo come derivata della velocità acquisita comporta la necessità di adottare le stesse precauzioni già suggerite per valutare correttamente la velocità stessa. E' comunque interessante disporre di un parametro che permetta di valutare in modo approssimato gli effetti dell'utilizzo del gas e del freno, ed il livello di sollecitazione quindi dei pneumatici.

Per questa ragione sono stati preparati anche due canali che separassero i valori di accelerazione positiva da quelli negativi, tipici delle frenate. Si fa riferimento al set di *canali fisici* della Tabella 3.1.

Significato	Canale	Formula Race Studio	Unità
Accelerazione Longitudinale	Acc_Long	deriv(Speed_1/3.6)/9.81	g
Accelerazione Longitudinale Positiva	Acc_Long_Posit	high_pass(Acc_Long,0)	g
Accelerazione Longitudinale Negativa	Acc_Long_negat	low_pass(Acc_Long,0)	g

Tabella 3.2 Impostazione canali matematici accelerazioni longitudinali

La colonna *Formula Race Studio* presenta la codifica che è stata inserita nell'apposita maschera del programma. A seconda del veicolo può variare leggermente il nome dei parametri di input. Per la descrizione dettagliata del linguaggio da utilizzare si rinvia alla guida all'uso.

3.5.2 Stima dell'accelerazione laterale ed altre misure derivate

L'accelerazione laterale del veicolo viene stimata sfruttando lo stesso principio già esposto al 2.3.9. Viene quindi in realtà determinata l'accelerazione centripeta di un punto dotato, istante per istante, di moto circolare, del quale si conoscano i parametri di velocità angolare e lineare, secondo la formula:

$$acc_{lat} = \omega V \left[\frac{m}{sec^2} \right]$$

Significato	Canale	Formula Race Studio	Unità
Accelerazione Laterale	Acc_Lat	((Gyro*(3.1415/180))*(Speed_1/3.6))/9.81	g

Tabella 3.3 Impostazione canale matematico accelerazione laterale

Si sarebbe anche potuta utilizzare direttamente la funzione *bike_acclat* resa disponibile dal programma. Procedendo poi nell'ipotesi di sterzata cinematica

si potrebbero anche stimare un angolo di rollio teorico, ed una velocità di discesa in piega del veicolo, ma si ritiene che in questo caso il livello di approssimazione diverrebbe eccessivo, a causa dell'impossibilità di tenere conto degli strisciamenti laterali delle ruote. Di tanto in tanto si è osservato quindi il risultato dell'operatore *bike_angle*, a puro scopo indicativo.

Per lo stesso motivo è comunque necessario fare molta attenzione nell'analisi di questo parametro, specialmente in uscita di curva. Sono infatti abbastanza comuni fenomeni di *derapata* in fase di apertura del gas.

3.5.3 Velocità della forcella

Per le valutazioni sulla sospensione anteriore sono stati predisposti i seguenti canali matematici:

Significato	Canale	Formula Race Studio	Unità
Vel. Forcella	Vel_Fork	deriv(Fork)	mm/sec
Alte Vel. Forcella	vel_fork_hi	bit_or(IF(GT(Vel_Fork,100),Vel_Fork,0), IF(LT(Vel_Fork,-100),Vel_Fork,0))	mm/sec
Basse Vel. Forcella	vel_fork_lo	bit_and(IF(GT(Vel_Fork,-100),Vel_Fork,0), IF(LT(Vel_Fork,100),Vel_Fork,0))	mm/sec

Tabella 3.4 Impostazione canali matematici forcella

Come si nota in tabella, si è ritenuto di disporre di due canali aggiuntivi che permettessero di evidenziare più rapidamente zone in cui il movimento della forcella è convenzionalmente ritenuto ad *alta velocità* (in questo caso sopra i 100 mm/sec, sia in estensione che in compressione), da altre per le quali al contrario si parla di *basse velocità*.

3.5.4 Velocità del mono ammortizzatore

Per la sospensione posteriore si è considerata la seguente tabella:

Significato	Canale	Formula Race Studio	Unità
Vel. Mono	Vel_mono	deriv(Mono)	mm/sec
Vel. Mono a Gas Aperto	Vel_mono_cond	IF(GT(Gas,30),deriv(Mono),0)	mm/sec
Alte Vel. Mono	vel_mono_hi	bit_or(IF(GT(Vel_mono,80),Vel_mono,0), IF(LT(Vel_mono,-80),Vel_mono,0))	mm/sec
Basse Vel. Mono	vel_mono_lo	bit_and(IF(GT(Vel_mono,-80),Vel_mono,0), IF(LT(Vel_mono,80),Vel_mono,0))	mm/sec

Tabella 3.5 Impostazione canali matematici mono ammortizzatore

In questo caso per la discriminazione tra alte e basse velocità si è optato per un valore di 80 mm/sec. Inoltre è stato predisposto anche un canale che permetta di rilevare la velocità del mono ammortizzatore quando contemporaneamente il gas sia stato portato almeno ad una percentuale minima di apertura (in questo caso al di sopra del 30%).

3.5.5 Parametri di assetto

In prima approssimazione, per avere un termine di paragone in più direttamente nel software di analisi, si può adottare l'ipotesi semplificativa che l'angolo di sterzo, il passo del veicolo ed il rapporto di leva alla ruota posteriore rimangano costanti.

Si stimano così le corse verticali delle ruote e la variazione rispetto all'orizzontale di un angolo di beccheggio fittizio del veicolo, partendo da una condizione convenzionale di zero a sospensioni estese. Le formule adottate sono le seguenti e dovrebbero risultare abbastanza chiare. Banalmente viene determinato il valore dell'angolo più piccolo in un triangolo rettangolo il cui cateto minore è rappresentato dalla differenza tra le corse ruota, calcolate appena prima.

Significato	Canale	Formula Race Studio	Unità
Movimento Verticale Ruota Ant.	wheel_ant	Fork*cos(23*(3.1415/180))	mm
Movimento Verticale Ruota Post.	wheel_post	Mono*2	mm
Angolo di beccheggio	becc	(atan((wheel_ant-wheel_post)/1400))* (180/3.1415)	°

Tabella 3.6 Impostazione canali matematici assetto

Tutto questo serve esclusivamente per fare indagini di tipo qualitativo, ad esempio per vedere rapidamente se l'assetto tra le *esse* tende a scomporsi in modo eccessivo. Per una analisi più fine è necessario utilizzare un modello matematico più complesso, o almeno esportare i valori registrati durante la prova in un file Excel, utilizzando quindi il foglio elettronico già ampiamente citato.

3.6 Analisi statistica di base.

Si può generare velocemente un riepilogo dei valori massimi e minimi raggiunti dalle grandezze controllate in ogni giro caricato, e si può individuare in quale zona del tracciato siano stati raggiunti questi valori. E' possibile anche calcolarne contemporaneamente la media (Fig. 3.30)

Confronto prove 1 - 051001-poly-rijeka-l				
Boe_test_001		Impostazioni		
Giro	Engine (min)	Engine (distanza del min)	Engine (med)	Engine (max)
	histo	histo	histo	histo
giro 1 run 1 04.06.668	1376	212 [m]	4701	11014
giro 5 run 1 01.34.621	6119	3681 [m]	9431	12984
giro 6 run 1 01.34.829	6359	3702 [m]	9505	12849
giro 7 run 1 01.34.745	6055	3697 [m]	9413	12787

Figura 3.30 – Riepilogo valori massimi e minimi tramite il Rapporto Misure

Di solito si sottopongono a questa analisi la velocità, i giri motore, la temperatura dell'acqua, le accelerazioni. Si considerano quindi le sospensioni, per ricercare eventuali problemi di fondocorsa o al contrario individuare una taratura troppo rigida. Tra l'altro si verifica quali siano lungo il circuito le staccate più decise.

Si può utilizzare allo scopo la funzione *Rapporto Misure*, di cui la figura precedente ha presentato un esempio. Si generano poi *Istogrammi* che rappresentano per quanto tempo, o in che percentuale di tempo nell'arco di un giro, una grandezza abbia assunto un determinato valore (Fig. 3.31). Nel complesso, risulta così possibile valutare, ad esempio:

- il livello di sfruttamento del motore;
- quanto il pilota riesce ad aprire il gas;
- le velocità tipiche del tracciato;
- quale parte della corsa delle sospensioni viene principalmente utilizzata.

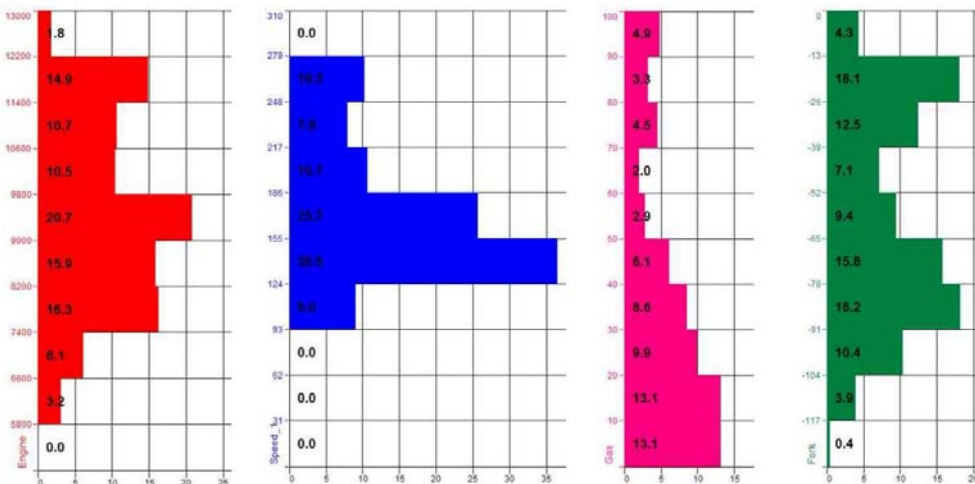


Figura 3.31 – Istogrammi dei giri motore, velocità, apertura gas e corsa forcella

Altri interessanti elementi di valutazione possono emergere dall'analisi di grafici nei quali sulle ascisse venga rappresentato un canale a scelta, anziché il tempo o lo spazio. Sulle ordinate viene plottato poi uno tra gli altri canali a disposizione. Si tratta dei cosiddetti *Grafici XY*. Tipicamente si considerano:

- *Accelerazione Longitudinale vs Accelerazione Laterale*: sarebbe più realistico nel caso le accelerazioni fossero rilevate con appositi sensori, ma anche con i valori *calcolati* ci si può fare un'idea del livello di stress dei pneumatici (Fig. 3.32);

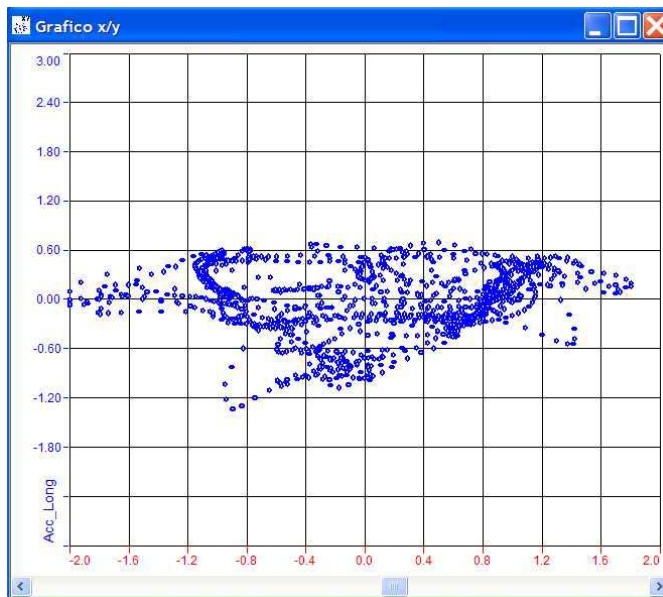


Figura 3.32 – Esempio di grafico xy: Accelerazione longitudinale vs accelerazione laterale. I punti più estremi rappresentano probabilmente momenti di perdite di aderenza

- *Giri Motore vs Velocità*: rappresenta in modo evidente lo sfruttamento del cambio da parte del pilota e permette di verificare la spaziatura tra i rapporti, posto che sia possibile intervenire sugli stessi (Fig. 3.33);

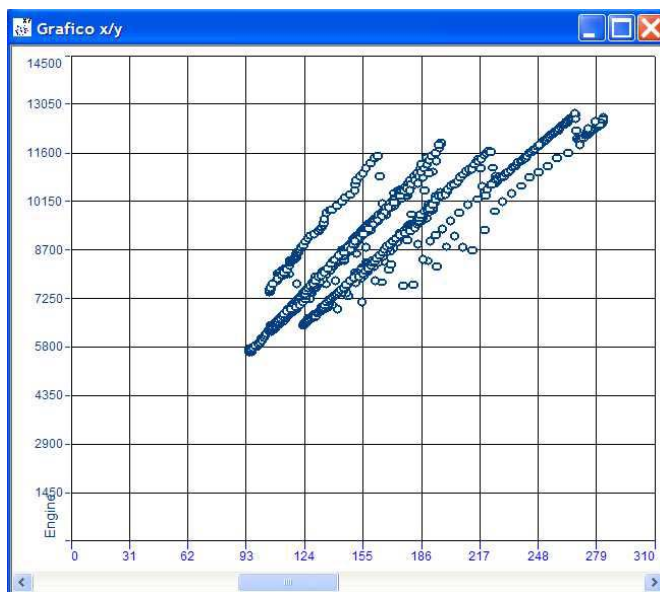


Figura 3.33 – Esempio di grafico xy: Giri motore vs velocità. Si possono distinguere le marce dalla seconda alla sesta. Il pilota tende a guidare con il motore non troppo impiccato (la terza e la quarta marcia sono molto sovrapposte)

3.7 Le fasi salienti di un giro: salire in sella col pilota

Si inizia a fare riferimento a grafici nei quali si può osservare l'andamento, rispetto al tempo o allo spazio, delle grandezze più significative selezionate. Si può scegliere tra tutti i parametri registrati effettivamente e tra quelli calcolati tramite canali matematici. Si possono rappresentare contemporaneamente più canali, da più giri e da più prove differenti, leggibilità permettendo. Nel caso del confronto tra giri differenti si dovrebbe in linea teorica prediligere la *rappresentazione in base spazio*. Bisogna però ricordare che lo spazio percorso è comunque calcolato in modo approssimato sulla base della velocità rilevata (Fig. 3.34).

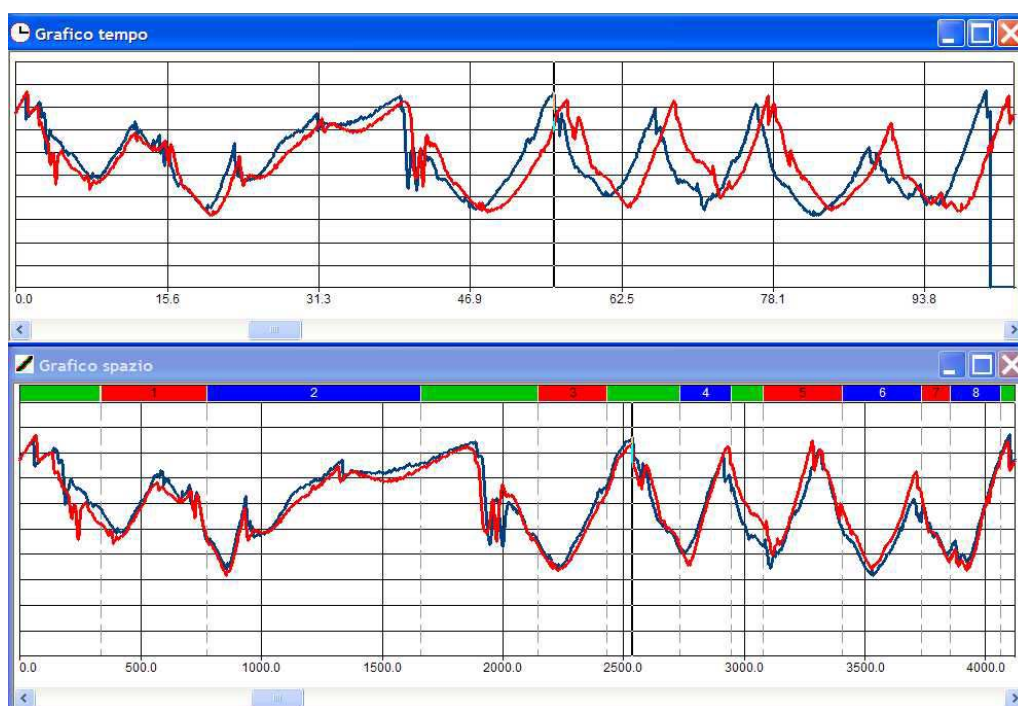


Figura 3.34 – Grafici rispetto al tempo (in alto) e rispetto allo spazio (in basso) della velocità, per due giri. Il grafico in base spazio permette di evidenziare meglio le differenze tra i due giri

Nelle finestre ai lati del grafico vengono riportate le misure in formato numerico. Si deve verificare se le scale di plottaggio sono opportune, e se non è il caso di sottoporre i canali a passaggi di *filtro* in modo da limitare l'influenza di eventi casuali non significativi, dovuti a difetti sul segnale elettrico del sensore, o *spikes*, (Fig. 3.35). Si può visualizzare in contemporanea la mappa del circuito e può essere avviata anche in questo caso un'animazione.



Figura 3.35 – Eliminazione di difetti sul segnale utilizzando un passaggio di filtro. Bisogna però fare attenzione a non perdere valori che potrebbero essere significativi, anche se non frequenti. In questo caso era noto un problema sul sensore velocità.

I primi elementi di valutazione possono emergere dall'analisi dei grafici della velocità e dei giri motore. Secondo diversi *race engineers* già con questi due canali si può avere una visione molto chiara delle prestazioni del veicolo e dello stile di guida del pilota. Quindi si aggiungono i canali del cambio, del gas e del freno. A questo punto il quadro è già molto completo, e possono nascere le prime difficoltà di lettura. Tutte le altre grandezze vengono selezionate un po' alla volta, operando ricerche mirate.

E' consuetudine andare a scomporre un giro innanzitutto nella sequenza di curve e rettilinei che lo caratterizzano, ed immediatamente dopo nei momenti che vengono ritenuti più significativi durante la guida:

- la staccata;
- l'inserimento in curva;
- la percorrenza;
- l'uscita di curva;
- il rettilineo.

Utilizzando l'acquisizione dati è possibile riconoscere in modo abbastanza preciso ognuna di queste fasi. E' bene comprendere, almeno a grandi linee, cosa ci si aspetta che avvenga in ognuna, in modo da andare a cercare eventuali anomalie denunciate dal pilota. Si può così tentare di interpretare cosa sia avvenuto davvero ed in quale situazione.

3.7.1 Il punto di staccata

La fase della staccata è quella in cui il pilota, al termine di un rettilineo, si prepara ad inserire il veicolo in curva, per cui smette di accelerare ed inizia a frenare. Si può identificare quindi come *punto di staccata* il preciso istante in cui si chiude il gas.

Questo in gara è solitamente uno dei momenti più spettacolari, in quanto è possibile osservare il maggior numero di sorpassi. E' anche molto pericoloso, poiché in questo frangente molti tentano di approfittare di un'esitazione dell'avversario, e possono perdere per un attimo la concentrazione sulla propria

guida. E' fondamentale poter confidare in un comportamento del mezzo conforme a quanto osservato nei precedenti turni di qualifica.

Sui grafici (Fig. 3.36), a seconda dei canali disponibili sul veicolo, si possono osservare:

- la chiusura repentina della valvola a farfalla;
- l'aumento di pressione nel circuito dei freni;
- l'inizio della fase discendente della velocità, dei giri motore, ed alcune discontinuità sui grafici in corrispondenza delle scalate;
- la sequenza di marce scalate;
- l'inizio della fase di affondamento della forcella;
- l'inizio dell'estensione del mono ammortizzatore.

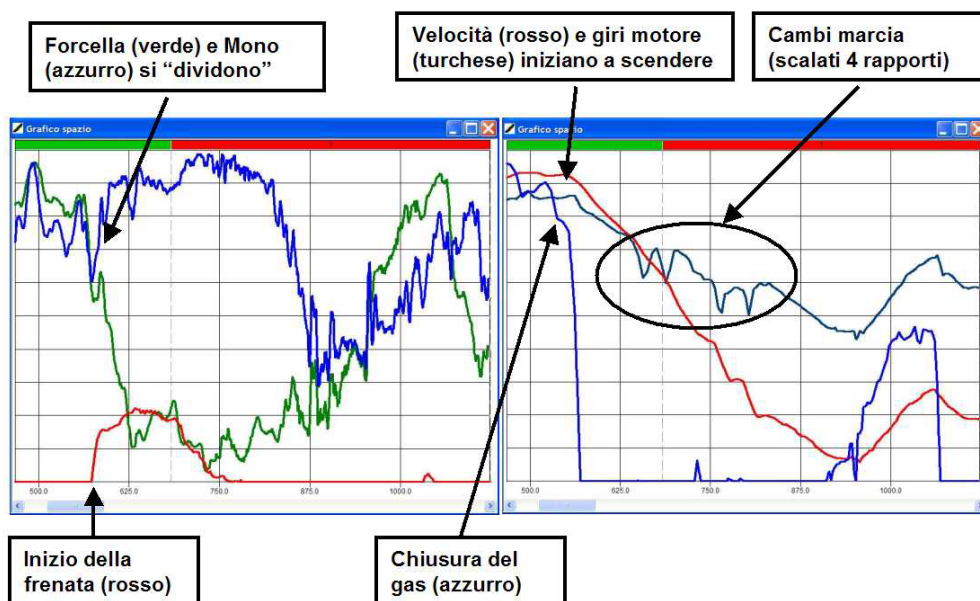


Figura 3.36 – Tracce caratteristiche di una staccata, rappresentate su due grafici per chiarezza. Manca l'indicazione del rapporto inserito, ma le scalate sono evidenti.

In sostanza il veicolo inizia a rallentare e a beccheggiare in avanti. La forcella passa in breve tempo da una condizione di estensione quasi completa ad una fase di rapida compressione, non appena il pilota inizia a frenare in modo deciso. Il fenomeno può essere addirittura impulsivo se il rettilineo precedente è stato breve e se la ruota anteriore si era sollevata da terra.

A causa della chiusura del gas viene a mancare l'effetto di sostenimento del retrotreno dovuto alla trazione. Quasi contemporaneamente però si genera un trasferimento di carico verso l'avantreno, a causa dell'inizio della decelerazione. Il mono ammortizzatore allora si estende e finisce per trovarsi a cavallo di una zona in cui agiscono sia la molla principale che la contromolla. A quel punto la reazione dinamica alle asperità del terreno può risultare inaspettata.

Il pilota inizia poi a scalare le marce. A volte la ruota posteriore tende a slittare o saltellare a causa del freno motore e della già citata diminuzione di carico. In questa fase possono entrare in azione sia la frizione antisaltellamento che l'eventuale sistema di controllo della valvola a farfalla secondaria.

3.7.2 L'inserimento in curva.

Il pilota modula il freno in un modo dipendente dal proprio stile di guida, proseguendo nella decelerazione. Potrebbe arrivare a rilasciarlo completamente prima di iniziare a *scendere in piega* (moto di rollio) oppure proseguire nella frenata sino quasi al punto di corda.

Il veicolo può trovarsi a sbandare leggermente al posteriore (moto di imbardata), ed in pochi istanti inizia ad inclinarsi. L'angolo di rollio cresce sino a raggiungere il massimo in prossimità della fase di percorrenza vera e propria, o del *punto di corda*. Si possono osservare (Fig. 3.37):

- una diminuzione della pressione all'interno del circuito dei freni, a meno che il freno non sia stato già rilasciato;
- la discesa costante di RPM e velocità;
- l'inizio della compressione del mono ammortizzatore;
- l'inizio della estensione della forcella;
- una variazione decisa del segnale proveniente dal giroscopio.



Figura 3.37 – L'inserimento in curva: si nota la decisa indicazione del senso della curva dal segnale del giroscopio, non appena il veicolo abbia iniziato ad inclinarsi.

In questa fase il carico sull'anteriore dovuto alla frenata diminuisce, per cui la forcella inizia ad estendersi leggermente. Non si riapre completamente però, perché il veicolo ha già iniziato ad inclinarsi. Per effetto della forza centrifuga, le sospensioni risultano sottoposte ad un carico superiore rispetto alla condizione con angolo di rollio nullo, ed in effetti anche il mono si comprime. Si ha quindi un leggero beccheggio all'indietro. Se fosse eccessivo si avrebbero problemi a

chiudere la curva, se fosse insufficiente si rischierebbe una chiusura dello sterzo in ingresso curva.

3.7.3 La percorrenza, o il punto di corda

Se la staccata e l'inserimento sono stati ben eseguiti, in questo momento il pilota si trova a percorrere la curva a gas chiuso, o appena *puntato*, con un angolo di inclinazione adeguato e con la massima velocità possibile. Per cui si può osservare che (Fig. 3.38):

- la pressione nel circuito dei freni è praticamente a zero;
- la velocità del veicolo ha raggiunto un minimo;
- gli RPM hanno raggiunto un minimo;
- la forcella ed il mono ammortizzatore mantengono la posizione raggiunta, reagendo con un comportamento sincrono alle asperità;
- il segnale dal giroscopio è massimo.

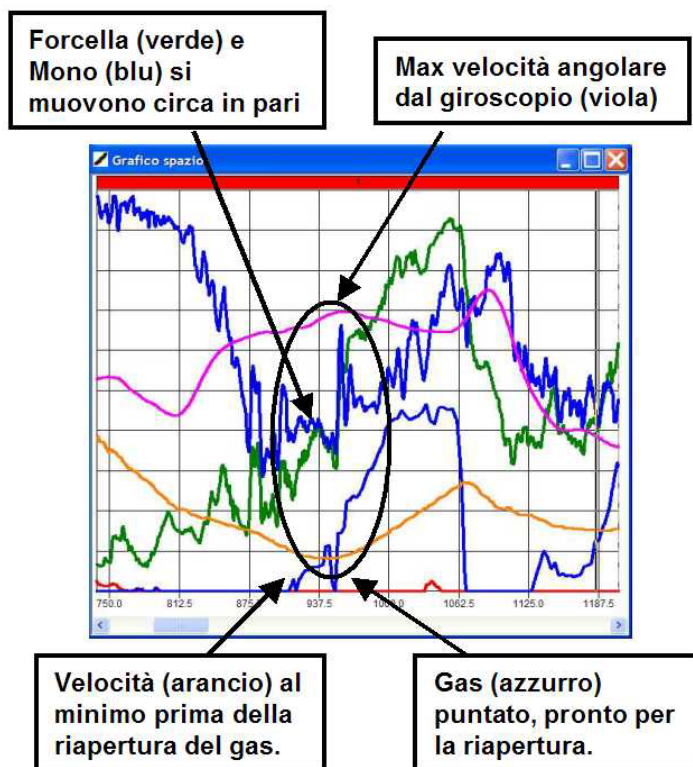


Figura 3.38 – Il punto di corda: la velocità di percorrenza è al suo minimo

In realtà questa fase potrebbe anche ridursi ad un istante molto breve, istante nel quale il pilota si ritrova a passare sul cosiddetto *punto di corda*. Può accadere infatti che le frenate siano prolungate, e trascinate sin dentro la curva. In questo caso, non appena si mollano i freni si sta già iniziando a rialzare la moto ed a riaprire il gas.

3.7.4 L'uscita di curva

Il pilota cerca di raddrizzare il veicolo e riaprire il gas il più in fretta possibile, compatibilmente con il livello di aderenza garantito dai pneumatici. I segnali caratteristici in questo caso sono (Fig.3.39):

- l'aumento progressivo del comando del gas;
- la diminuzione del segnale dal giroscopio, ma questo effetto potrebbe essere *sporcato* da una tendenza alla perdita di *grip* al posteriore;
- l'estensione del mono ammortizzatore a causa del tiro catena e della diminuzione di forza centrifuga;
- la decisa estensione della forcella a causa del trasferimento di carico e della diminuzione di forza centrifuga.

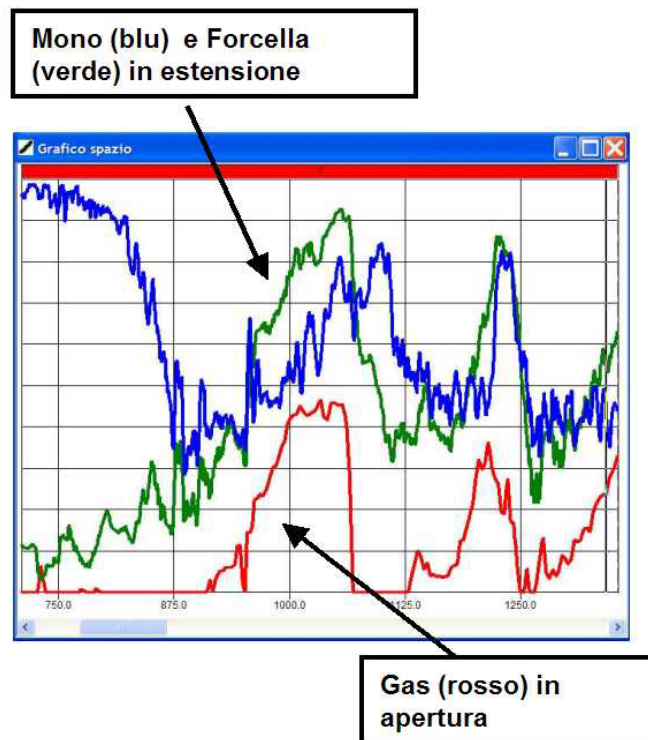


Figura 3.39 – In uscita di curva le sospensioni si estendono per l'effetto combinato del tiro catena e del trasferimento di carico.

In questa fase il veicolo potrebbe manifestare una tendenza *all'impennamento* ed allo *sbacchettamento*, a causa del repentino alleggerimento dell'avantreno, in particolar modo qualora il ritorno della forcella fosse eccessivamente frenato. Inoltre si tenga conto che la forcella sta entrando nella zona di lavoro della contromolla, per cui è ipotizzabile una variazione repentina della risposta alle sollecitazioni imposte dalle asperità dell'asfalto all'avantreno. Come è stato visto infatti, il grafico della rigidezza ha una discontinuità in questo punto.

3.7.5 Il rettilineo

Il veicolo è ormai rialzato. Il pilota porta il gas al massimo valore possibile, tenendo conto delle condizioni della pista e delle gomme, per cui si può osservare che (Fig. 3.40):

- il gas è al massimo possibile;
- la velocità è in costante aumento;
- i giri motore sono in aumento, e presentano delle discontinuità nei momenti in cui vengono innestati i rapporti superiori;
- c'è una rapida sequenza di marce cambiate;
- la forcella è abbastanza estesa;
- il mono ammortizzatore è solitamente abbastanza esteso.

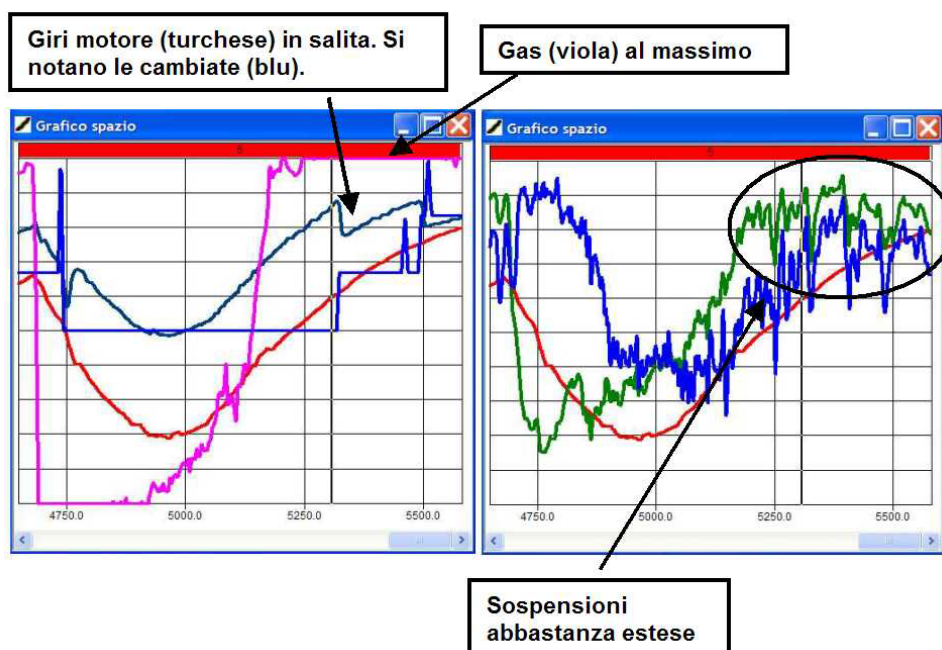


Figura 3.40 – Una situazione di rettilineo

In questa fase la motocicletta è tutta molto alta. Davanti l'alleggerimento è dovuto principalmente alla spinta dell'aria ed al trasferimento di carico. Dietro il trasferimento di carico è generalmente sostenuto dall'effetto del tiro catena, per cui comunque il veicolo non dovrebbe sedersi, anzi potrebbe avvenire tutto il contrario.

Potrebbero innescarsi delle sbacchettate dovute proprio all'alleggerimento dell'avantreno unito ad un avancorsa troppo corto, per ovviare al quale si dovrebbe trovare il modo di tenere la moto meno puntata in avanti. E' probabile che in questo momento la soluzione debba essere di tipo geometrico, poiché il ruolo delle idrauliche per il recupero dell'assetto dovrebbe già essere terminato.

3.7.6 I cambi di direzione

Nell'affrontare un rapido cambio di direzione in una curva ad esse, o *variante*, si concentra in pochi istanti tutta la sequenza di situazioni viste sopra. Sul grafico dell'acquisizione dati, gli elementi più evidenti sono (Fig. 3.41):

- il rapido cambio di segno del segnale del giroscopio;
- una sorta di *saltino* di entrambe le sospensioni;
- una leggera apertura del gas tra le due curve;

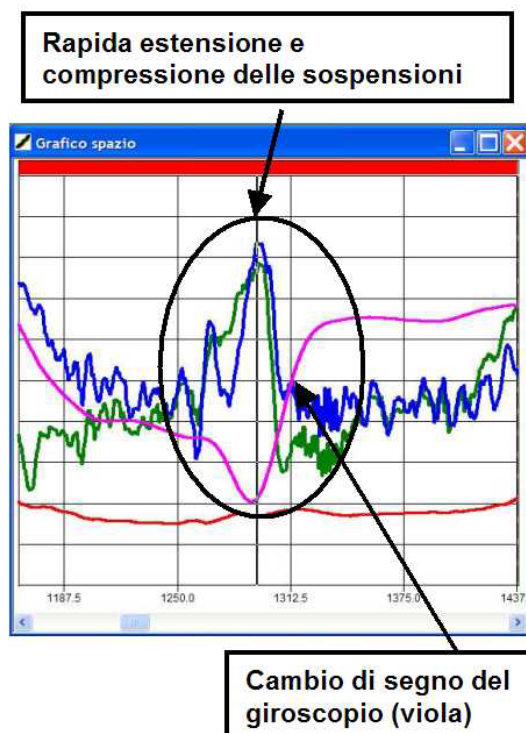


Figura 3.41 – Comportamento in una variante

Appena inserita la moto nella prima curva infatti è già il momento di rialzare per impostare la seconda. L'ideale sarebbe poter passare da una curva all'altra con una rapida estensione e compressione contemporanea di entrambe le sospensioni, senza che una prevalga sull'altra. Non si vorrebbe insomma vedere il veicolo che varia in modo importante il proprio angolo di beccheggio.

3.8 Prestazioni lungo il circuito e stile di guida

Si passa a questo punto molto tempo a ripercorre virtualmente la pista, discutendo con il pilota e valutando l'andamento di alcune grandezze nei giri più interessanti. Si introducono gradualmente i canali matematici precedentemente descritti, in modo da aggiungere maggiore significato al materiale registrato.

Mano a mano che si procede si dovrebbe prendere sempre più confidenza con la pista e con lo stile di guida del pilota. Possono emergere eventuali anomalie ed è possibile iniziare a riconoscere eventi casuali.

Un modo per visualizzare direttamente su un tracciato l'andamento di alcune grandezze è anche quello di utilizzare il *Rapporto sulla Pista*. E' spesso utilizzato per farsi una rapida idea dei cambi marcia e delle velocità lungo il tracciato (Fig. 3.13).

Una volta che si sia in grado di riconoscere in modo chiaro ciascuna delle fasi indicate al paragrafo precedente, diventa interessante andare a considerare, curva per curva:

- il tempo e la distanza tra il punto di staccata ed il punto di corda;
- la decelerazione in staccata;
- il tempo passato dalla chiusura del gas fino alla riapertura dello stesso;
- quanto sia stata intensa e quanto sia durata una frenata, nonché l'andamento della pressione;
- quanto sia stato possibile riaprire il gas tra una curva ed un'altra.

Si potrebbe andare avanti per ore. All'inizio della stagione si spendeva più tempo del dovuto su eventi di poco conto. Questo è uno dei motivi per cui è meglio iniziare a lavorare con meno canali piuttosto che immergersi in un vortice di informazioni difficili da gestire nel modo più corretto.

3.9 Analisi comportamento sospensioni

Ancora al giorno d'oggi, regolare le sospensioni di una motocicletta è quasi un'arte per pochi. E' importante quindi mettere a disposizione del suspensionista, il maggior numero di informazioni possibile.

3.9.1 Aspetti generali

Si sfruttano sia i due canali canonici (*Fork* e *Mono*) che i canali matematici definiti al paragrafo 3.5. Si tiene conto anche delle velocità in compressione e ritorno, e si stimano le variazioni di assetto. Domande tipiche da porsi, ed alle quali tentare di rispondere sfruttando l'acquisizione dati potrebbero essere le seguenti:

- Con che velocità affonda una forcella in staccata?
- Scorre bene?
- Quanto a fondo è arrivata?
- Raggiunge spesso quel limite? Anche in staccate meno violente?
- Con che velocità si riestende al momento di rilasciare il freno?
- Con che velocità si comprime il mono in fase di discesa in piega?
- Quale livello di compressione raggiunge a centro curva?
- Con che velocità si riestende alla riapertura del gas?
- Le asperità vengono copiate bene o tendono a scomporre l'assetto?
- La moto è *facile* da inserire in curva? Tiene bene la *corda*?
- Come si comporta nei *cambi*?
- Tende a *sbacchettare* in uscita di curva?
- E in rettilineo?
- Le contromolle lavorano spesso?

3.9.2 Considerazioni sul funzionamento dei componenti

Per una analisi mirata a fare delle valutazioni sui componenti, ci si basa sui valori provenienti direttamente dai potenziometri e sul calcolo delle velocità di scorrimento (Fig. 3.42). Le scale utilizzate per la rappresentazione grafica sono solitamente specifiche per ognuno dei due elementi. Si è già detto della necessità di annotare immediatamente i valori massimi e minimi riscontrabili nel giro.

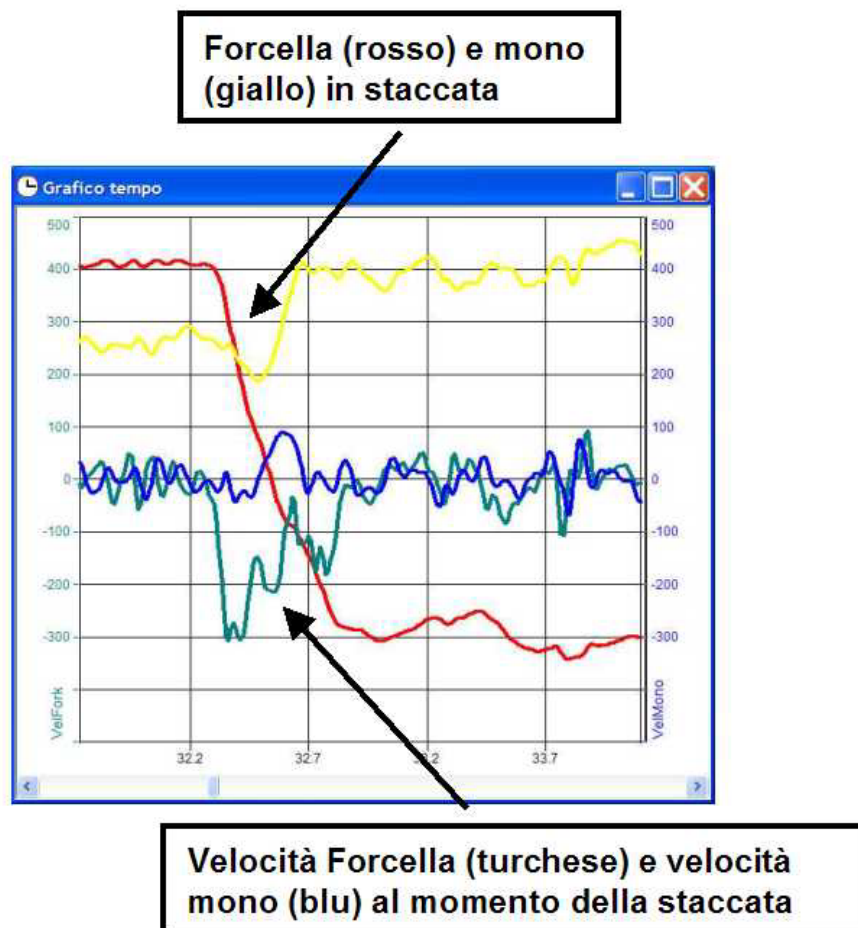


Figura 3.42 – Analisi delle velocità delle sospensioni

Si sfruttano nuovamente gli *Istogrammi* delle posizioni e delle velocità, in modo da valutare l'entità del lavoro delle molle e dell'idraulica, e si rappresentano anche dei Grafici X-Y, ad esempio Velocità vs Posizione (della forcella o del mono ammortizzatore).

Se gli zeri sono stati impostati in modo opportuno, è possibile riconoscere i tratti della corsa corrispondenti a quelli evidenziati in Figura 3.5.

Si può approfondire l'analisi della situazione in corrispondenza di alcuni valori convenzionali di velocità di scorrimento (vd. 3.5.3 e 3.5.4). Sono state considerate convenzionalmente basse velocità quelle con valori fino agli 80-100

mm/sec per la forcella, e fino ai 50-80 mm/sec per il mono. Come limite massimo per la forcella si è ritenuto di valutare velocità dell'ordine di 350-400 mm/sec, ed all'incirca così anche per il mono. Valori superiori sono probabilmente dovuti ad urti, rimbalzi o errori di lettura.

La suddivisione in alte e basse velocità ha soprattutto un fine pratico, dal momento che in molte sospensioni è possibile regolare separatamente l'effetto smorzante per i due regimi. L'obiettivo è quindi tentare di ipotizzare quali regolazioni possono avere maggiore influenza nella particolare situazione. Si potrebbero stimare i carichi alle ruote, e valutare le prestazioni dei pneumatici anche in relazione a questi valori.

Se si seleziona l'opzione di *analisi in frequenza*, viene rappresentato sullo schermo lo *spettro di potenza* di un segnale. Questo viene calcolato applicando un algoritmo di FFT (*Fast Fourier Transform*) al segnale corrispondente ad un canale selezionato, ad esempio la posizione della forcella (Fig.3.43).

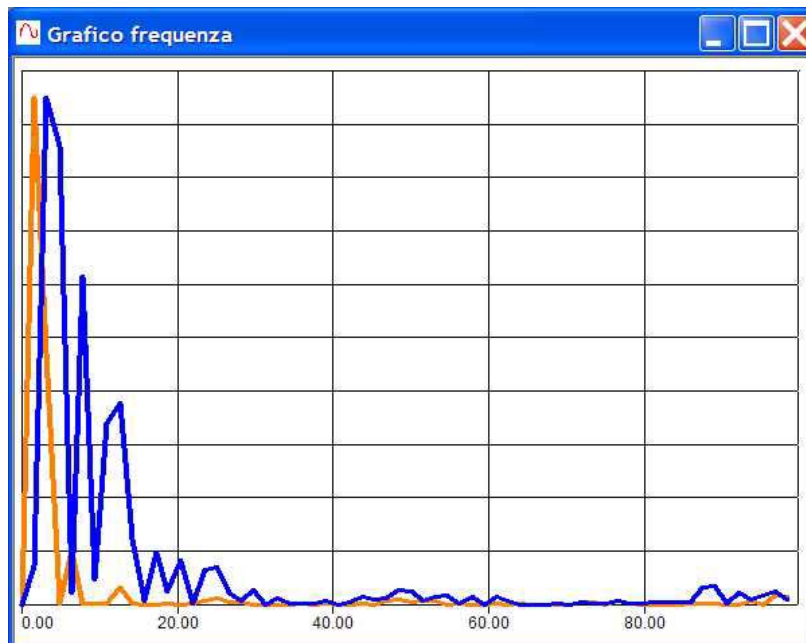


Figura 3.43 – Rappresentazione in frequenza della posizione delle sospensioni

Il calcolo viene eseguito sui dati relativi alla zona del tracciato rappresentata a video. Quindi se si attiva questa funzione prima e dopo aver eseguito uno zoom sui grafici, i risultati a video sono differenti.

Grazie a questa operazione si possono fare valutazioni sulla risposta alle sollecitazioni esterne, in quanto vengono evidenziate le frequenze più importanti presenti nel segnale in uscita. In alcuni casi questo ha permesso di riconoscere problemi derivanti dai pneumatici (Fig. 3.44).

Non ci si è però spinti più di tanto in questo tipo di analisi, per il momento, in quanto è necessario approfondire ulteriormente la preparazione sull'argomento.

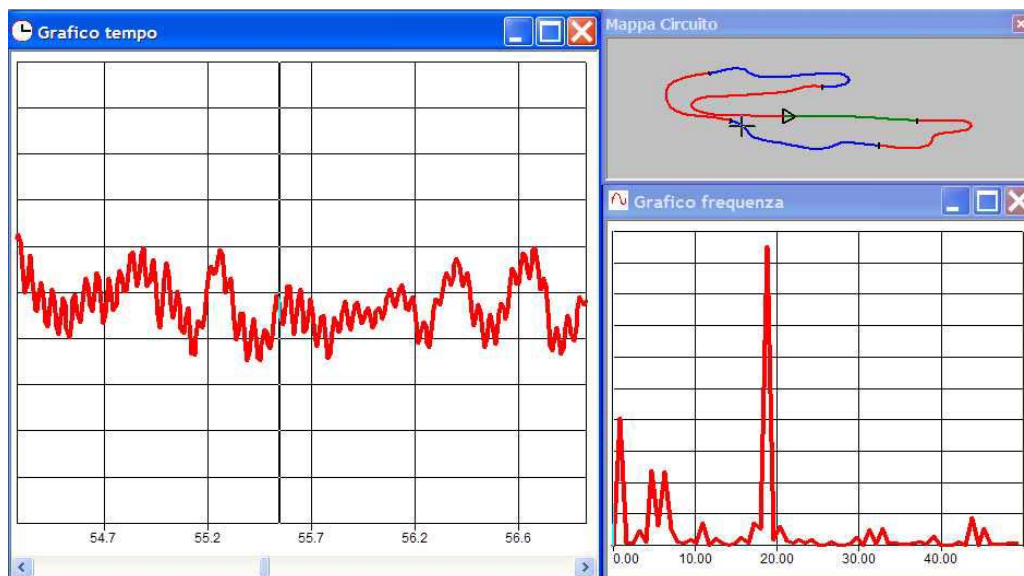


Figura 3.44 – Una fastidiosissima vibrazione al posteriore. La frequenza evidenziata con l'apposito grafico implica che si tratti di un problema di pneumatico.

Quando si effettuano paragoni tra più giri e condizioni di assetto, bisogna tenere conto anche del fatto che uno stesso tratto di pista potrebbe essere stato percorso in modo differente. E' inutile stupirsi del fatto che una forcella reagisca in modo più violento quando si passa sopra ad un dosso ad una velocità superiore, anche se magari la si era *ammorbidita*. Emergono quindi due caratteristiche peculiari di questo tipo di messa a punto:

- con l'aumentare del ritmo cambiano le esigenze di *set-up*;
- per ottimizzare il comportamento in un tratto del circuito si potrebbe doverlo peggiorare in un altro.

E' quindi ancora una volta necessario optare per soluzioni di compromesso, modificarle lungo tutto l'arco del week end e soprattutto privilegiare quelle zone del circuito in cui il lavoro è premiante, in termini di riscontro cronometrico e di sicurezza di guida.

3.9.3 Considerazioni sull'assetto

Si rappresentano, nel tempo o nello spazio, i valori calcolati degli spostamenti verticali delle ruote. In questo caso può essere più interessante adottare la stessa scala per entrambi i canali. Tramite l'apposito canale matematico si tenta di valutare la tendenza al beccheggio del veicolo (Fig. 3.45).

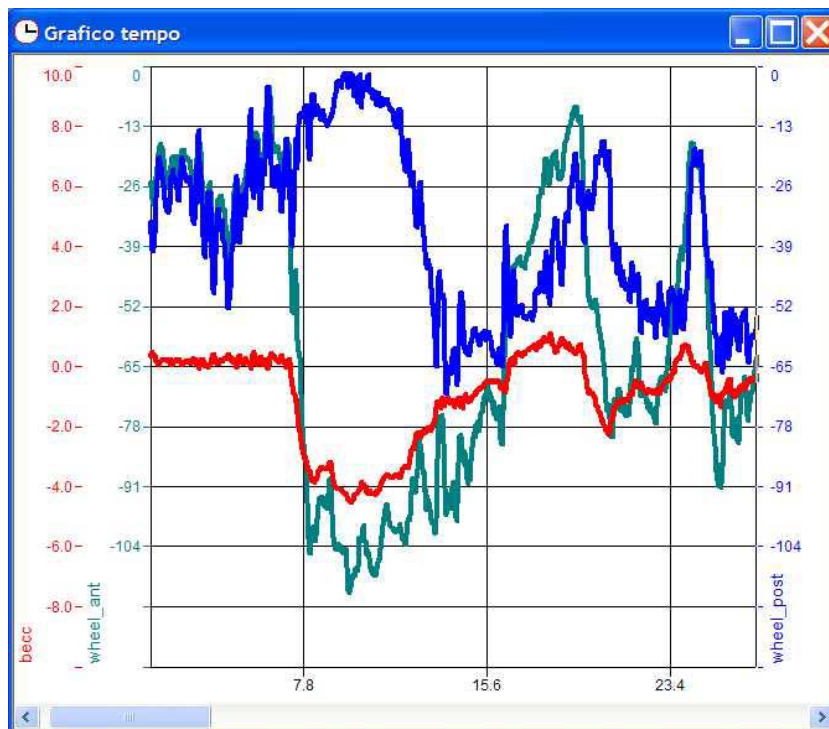


Figura 3.45 – Stima dei movimenti ruota e del beccheggio (in rosso)

Insieme al pilota si cerca di capire se i problemi maggiori si hanno nelle fasi di transitorio oppure a configurazione di assetto raggiunta, e si concordano test da effettuare sulle regolazioni. Ad esempio, un problema in inserimento o in uscita potrebbe richiedere un intervento sull'idraulica, un problema in percorrenza o in rettilineo potrebbe essere risolto agendo sulle molle o sulla geometria del mezzo, ma bisogna valutare di caso in caso.

Se si vuole approfondire il discorso, andando poi a stimare anche l'avancorsa ed alcune altre grandezze in gioco, è necessario esportare i dati, oppure introdurre un canale matematico ulteriore che ripeta tutti i calcoli già introdotti nel foglio elettronico sviluppato, con il rischio però di appesantire troppo il file.

3.9.4 Considerazioni sull'effetto del tiro catena

Ci si può rendere conto della tendenza all'estensione del mono ammortizzatore, in fase di apertura del gas, eseguendo una verifica qualitativa ma abbastanza interessante.

Se si genera un istogramma della velocità del mono ammortizzatore, determinata tramite il canale matematico `Vel_mono`, probabilmente si osserverà una distribuzione abbastanza varia di valori. Se successivamente si rappresenta, sempre con un istogramma, la velocità del mono ammortizzatore in quei momenti in cui il gas è aperto, tramite il canale matematico `Vel_mono_cond`, dopo aver definito un livello di minima apertura da considerare, si troverà probabilmente una netta prevalenza delle velocità positive, che per la convenzione adottata rappresentano velocità di estensione (Fig. 3.46).

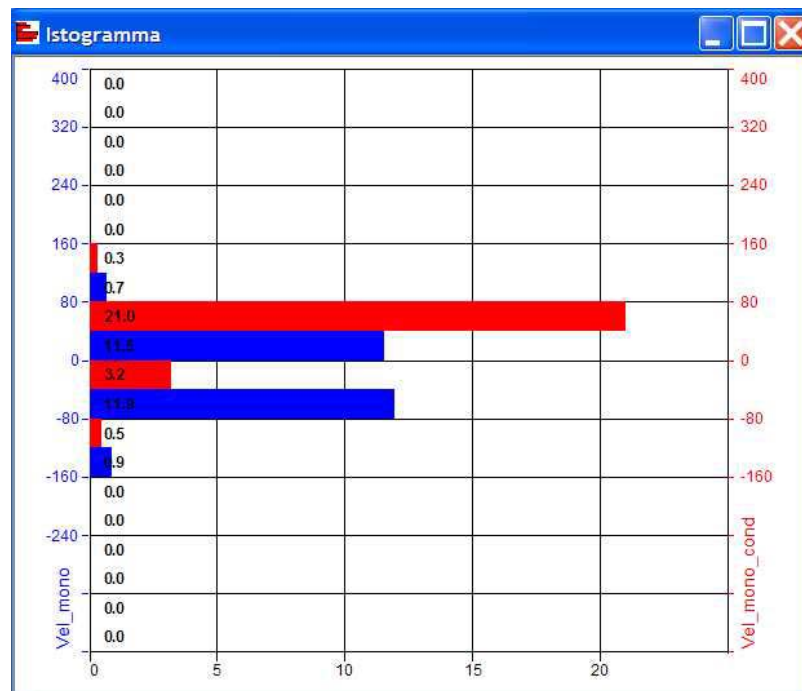


Figura 3.46 – In blu la distribuzione discreta delle velocità del mono. In rosso la stessa distribuzione, tenendo però conto solo dei valori fatti registrare con il gas aperto almeno al 30%

3.10 Altre possibilità

Esiste la possibilità di rappresentare una sorta di cruscotto virtuale. Tra le opzioni a video sono presenti due diagrammi a barra che dovrebbero essere utilizzati per indicare, nel caso di un'auto, lo schiacciamento dei pedali del freno e dell'acceleratore (Fig. 3.47).

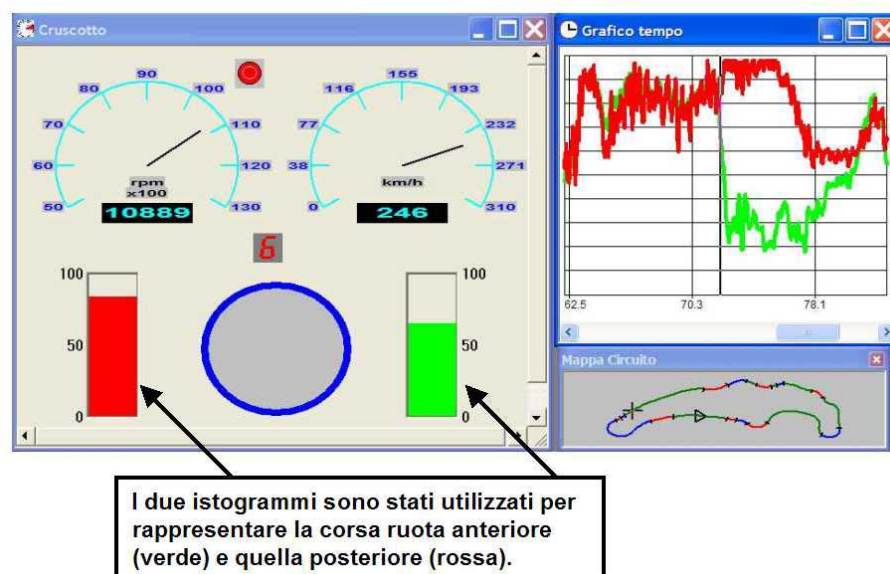


Figura 3.47 – Il cruscotto virtuale

Questa funzione, molto scenografica, è stata invece utilizzata sostituendo i due canali suddetti con i segnali provenienti dalle sospensioni. In questo modo, attivando la simulazione e rappresentando anche la mappa della pista, si può osservare una sorta di *film* del comportamento delle sospensioni e quindi dell'andamento dell'assetto del veicolo, tenendo contemporaneamente sott'occhio i giri motore, la velocità e la marcia inserita.

Quasi tutte le rappresentazioni grafiche ed i report realizzabili si possono esportare per una successiva elaborazione all'interno di un foglio elettronico. Esistono infine altre opzioni e funzionalità del software che per vari motivi non è stato possibile utilizzare.

Conclusioni

Non è sempre stato possibile applicare tutto quanto ci si proponeva sulla carta. Si sono dovuti fare spesso i conti con la mancanza di tempo, trovandosi ad operare mediamente in due, tre persone al massimo. In alcuni casi il pilota si è addirittura trovato a ricoprire da solo anche i ruoli di meccanico e tecnico.

Tuttavia l'adozione di un approccio procedurale come quello proposto ha permesso, un po' alla volta, di fare un buon salto di qualità dal punto di vista della consapevolezza dei propri mezzi ed ha fornito ottimi spunti per migliorare il livello di competenza ed i risultati ottenibili. Ogni piccolo progresso è stato infatti sempre visibile, ed ogni passo indietro ha potuto invece essere analizzato in modo costruttivo.

Un bell'esempio di impegno e di metodo di lavoro è rappresentato dal caso di uno dei piloti che è stato possibile seguire. Ancora ad Aprile, con moto nuova, denunciava seri problemi di guidabilità su tracciati sconnessi mentre a fine stagione, sulla pista di Rijeka (CRO) ha ottenuto un galvanizzante terzo posto in una gara di durata. Questa persona è rimasta un *amatore*, ma ha dimostrato un modo di fare decisamente professionale ed è stata di grande ispirazione per buona parte delle idee che sono state riportate in questo capitolo.

Con il tempo sarà possibile acquisire maggiore esperienza e rivedere il lavoro svolto. Sicuramente si riscontreranno lacune o elementi superflui. Per il momento ci si è divertiti e si spera di aver imparato qualcosa in più.