

TECH CAFE'



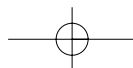
ICT TECHCAFÈNOLOGY

DI CLAUDIOBOSTICCO [claudio.bosticco@tuttomtb.it]

RIPRENDIAMO, IN QUESTA PUNTATA, L'ARGOMENTO DEGLI SCHEMI DI SOSPENSIONE DI CUI ABBIAMO PARLATO SUI NUMERI DI GIUGNO E LUGLIO 2005 (E NELL'ALLEGATO DI DICEMBRE). PREMETTIAMO CHE LA LETTURA DI QUEGLI ARTICOLI PASSATI POTREBBE SEMPLIFICARE LA COMPrensIONE DI QUESTO PRESENTE ARTICOLO, DOVE PRESENTEREMO UN METODO DI ANALISI GENERALE, APPLICATO A UN CASO SPECIFICO

Proseguiamo volentieri su questi argomenti che hanno riscosso un certo successo in ambito universitario, per delle tesi di laurea. Ma la spinta non è l'invidia verso chi ha la fortuna di laurearsi trattando argomenti a noi cari, piuttosto abbiamo deciso di approfondire la materia con la speranza di trattare degli argomenti interessanti per i lettori. Cercheremo di trattare con maggior completezza il comportamento del sistema bici più pilota, entrando nello specifico di alcuni sistemi. Infatti, chi ha letto gli articoli precedenti avrà capito che una trattazione molto generale, benché possibile, costringe a restare abbastanza sul vago.

Ad esempio, ogni quattro bracci ha delle caratteristiche proprie, e quindi le varie offerte disponibili sul mercato sono ben lontane dall'essere tutte uguali!



ICT

Iniziamo dall'ICT (Instant Center Tracking Technology) non solo perché abbiamo da poco avuto modo di provare i modelli Ellsworth che lo adottano, ma perché, un po' come ogni buon vino che, pur avendo una propria personalità, mantiene delle caratteristiche comuni che lo contraddistinguono da altri vini, anche il brevetto ICT (US patent 06926298), che è un quattro bracci con delle caratteristiche ben precise, mantiene le sue peculiarità su tutta la gamma, dall'xc alla dh. Questo ci consente di analizzare il brevetto studiando uno specifico modello, sapendo con certezza che i risultati si possono estendere agli altri modelli. Purtroppo altri brevetti non hanno la stessa coerenza, anzi sotto la stessa "etichetta" coesistono sospensioni che richiederebbero ciascuna una trattazione separata. In questo articolo concentreremo la nostra attenzione sulla nuova Epiphany, il cui test è comparso sul numero scorso (Gennaio/Febbraio 2006).

STRUMENTI DI ANALISI

Nelle scorse puntate abbiamo prodotto vari rendering per illustrare gli schemi di sospensioni. Con i software di tipo CAD è possibile infatti disegnare, animare e ottenere vari tipi di dati relativi al comportamento cinematico delle sospensioni. Sarebbe possibile e sicuramente scenografico utilizzare questa tecnica per realizzare dei disegni sovrapposti alle foto delle bici, per evidenziare i parametri che ci interessano. Ad esempio, in **figura 1**, abbiamo riportato, per la sospensione in posizione di sag al 25%, quella degli infulcri del carro e della zona di contatto a terra della ruota, oltre all'IC (Instant Center, visto negli articoli precedenti) e all'angolo α che è fondamentale per valutare il comportamento in frenata. Il problema di questo approccio è che aggiungendo un po' di altri punti e linee per proseguire nell'analisi, il tutto diventerebbe presto incomprensibile. Per ovviare a questo problema, faremo ampio utilizzo del software **Linkage**, all'insegna di una collaborazione con l'autore, l'ungherese Gergely Kovacs. Daremo anche degli input per le evoluzioni future di questo software, per facilitare l'analisi delle sospensioni con i metodi che qui illustreremo.

LINKAGE

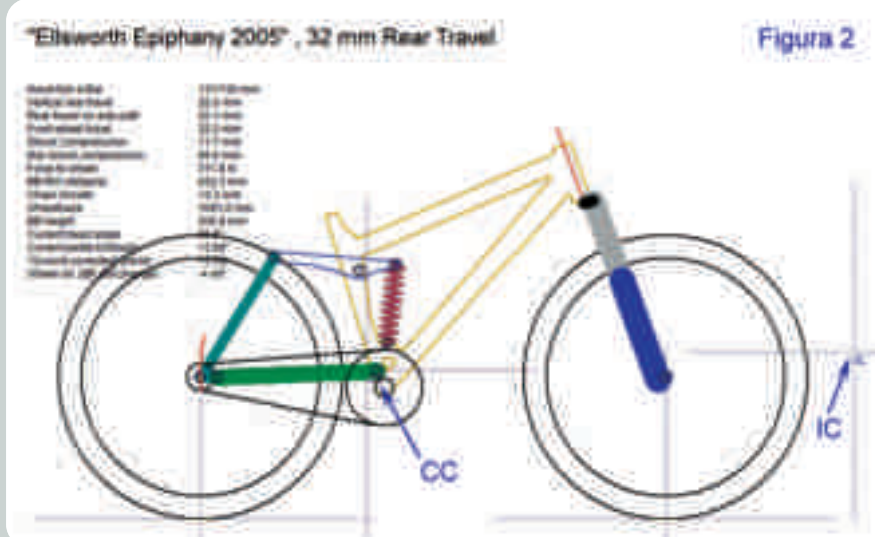
Linkage è uno strumento che di fatto permette di "disegnare sulle foto", in formato digitale, ovviamente. Cureremo anche la traduzione italiana dell'interfaccia utente e dei testi di "help". Inoltre, renderemo disponibili i "file" da noi creati per ogni bici nell'archivio web integrato col software stesso, così che chi ha accesso a Internet avrà la possibilità di giocare un po' con questo software, verificando direttamente i dati da noi utilizzati. Allo stato attuale molti dei file disponibili, relativi a parecchi modelli di bici, sono poco affidabili in quanto a precisione, mentre sarà nostra cura inserire file di precisione almeno

buona se non ottima.

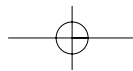
Scopriremo man mano le funzionalità di Linkage, che sostanzialmente è un software di "simulazione" a due dimensioni, che permette anche delle cose piuttosto belle da vedere come l'animazione delle sospensioni, che purtroppo non si possono vedere sulla carta stampata. La versione "Demo" è scaricabile gratuitamente sul sito <http://www.bike-checker.com/>, poi vi sono due versioni a pagamento, di cui quella più economica mette a disposizione gran parte delle funzionalità esistenti sulla più costosa versione "Professional", che forse è eccessiva per chi non abbia delle necessità professionali, appunto. In **figura 2** abbiamo un esempio delle possibilità di Linkage, vediamo infatti la Epiphany con il sag al 25%, il CC e l'IC sono evidenziati, e riportati a fianco vi sono alcuni dei dati numerici forniti dal software.

L'IC DELL'ICT

Ricordiamo brevemente che l'IC o instant center di un quattro bracci è definito come l'incrocio tra le due rette passanti rispettivamente per i due infulcri superiori (del braccio superiore) e i due inferiori (del braccio inferiore). Sono le due linee blu della **figura 1**. La posizione dell'IC varia con la compressione della sospensione, seguendo una precisa traiettoria. È questo punto che caratterizza il comportamento dei quattro bracci "veri", che sia un ICT, un VPP, un FSR, un DW o quant altro. Infatti, per quanto riguarda il comportamento in pedalata, ciò che interessa è l'incrocio della linea catena con la retta passante per l'IC e l'asse ruota, come vedremo in dettaglio più avanti. Invece, per il comportamento in frenata, si considera l'angolo che la retta passante per l'IC e il punto di contatto a terra della ruota posteriore forma col terreno. Quest'ultimo è l'angolo α



Una schermata del software Linkage, che aiuta ad analizzare il cinematico di un carro ammortizzato. L'importante è partire da una foto ben fatta, segnare con precisione i punti e riportare almeno una misura conosciuta (interasse o lunghezza del carro)



TECH CAFE'



Figura 3

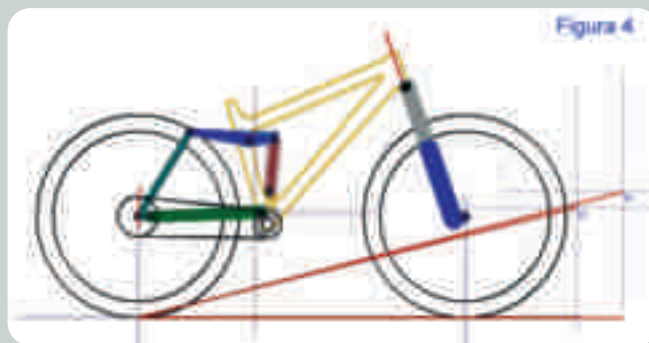


Figura 4

(alfa) di **figura 1**. Ricordiamo che quest'angolo fornisce una valutazione di quanto la sospensione tenda a comprimersi in frenata: più grande l'angolo, maggiore l'effetto compressivo (se invece l'IC fosse dietro all'asse della ruota posteriore, si avrebbe l'effetto opposto, di apertura). Nota bene: per i monopivot, l'IC coincide con l'infulcro principale del carro. Quindi è evidente che una sospensione ICT risenta molto meno dell'effetto compressivo della frenata, rispetto a un monopivot qualunque. Se nell'esperienza quotidiana non avete mai notato un'evidente compressione in frenata, è per via del trasferimento di carico dovuto alla decelerazione della massa bici più pilota, che comprime la forcella e cerca di estendere la sospensione posteriore. Questo è l'effetto che si può contrastare spostando il baricentro del pilota all'indietro e/o in basso. In definitiva, durante la frenata si percepisce la somma di tutti questi effetti.

LA FAMIGLIA ICT

In **figura 3** vediamo sovrapposti i diagrammi Linkage della Epiphany e del Moment, con evidenziate le traiettorie dei rispettivi IC. Se i movimenti centrali fossero coincidenti, le traiettorie degli IC sarebbero ancora più vicine alla sovrapposizione. È evidente quindi il fatto che si tratti di una "famiglia" di sospensioni, praticamente sono sorelle gemelle. Lo stesso vale per le altre mtb "ICT" di Ellsworth, e quindi da qui in avanti ci occuperemo solo

della Epiphany, poiché i concetti si possono estendere a tutta la gamma, con minime differenze. Inoltre i risultati tendono ad essere poco influenzati anche dal valore di sag, ad esempio in **figura 4** vediamo sovrapposte due Epiphany con il sag al 20% una e al 30% l'altra, e vediamo come le due rette utili per valutare il comportamento in frenata formino un angolo col terreno molto simile. Inoltre, da qui in avanti, faremo tutte le nostre considerazioni ipotizzando un sag del 25%.

TRASFERIMENTO DI CARICO

Ora procediamo nell'analisi, introducendo la massa del sistema bici+pilota. Facciamo riferimento alla **figura 5**, dove sul diagramma di Linkage indichiamo il baricentro o meglio il centro di massa (di qui in avanti CdM), cioè quel punto dove possiamo considerare applicata una forza che agisce sul sistema come corpo unico, ad esempio per accelerarlo o per rallentarlo. Lo abbiamo posizionato in modo abbastanza arbitrario, d'altronde è necessario farlo per procedere nella nostra analisi qualitativa: probabilmente è realistico per un pilota di statura piuttosto alta. Ora consideriamo la situazione di accelerazione: abbiamo una forza motrice applicata nel punto di contatto tra la ruota posteriore e il terreno. Una forza d'inerzia del sistema si potrà considerare applicata al CdM, in direzione opposta al moto. L'effetto è un trasferimento di carico, in altre parole di peso, verso il posteriore, con alleggerimento dell'anteriore, al punto

che si può arrivare all'impennata. Ciò è evidente sulle moto più potenti, ma comunque il trasferimento di carico c'è anche sulle automobili. Data la presenza delle sospensioni, l'effetto è una variazione di assetto, cioè un affondamento della sospensione posteriore che si carica maggiormente, e una estensione della sospensione anteriore che si scarica di parte del peso. In **figura 5**, abbiamo riportato l'altezza del CdM sulla verticale del punto di contatto a terra della ruota anteriore, e poi da lì abbiamo tracciato la linea che passa per il punto di contatto a terra della ruota posteriore. Questa linea (del trasferimento di carico) forma un angolo β col terreno, detto angolo del trasferimento di carico. Quest'angolo (la sua tangente) determina quanta forza di inerzia (in accelerazione) diventa trasferimento di carico. Esso aumenta all'aumentare dell'altezza da terra del CdM, e al diminuire del passo tra le ruote. Vedremo come confrontarlo con l'antisquat.

L'IMPORTANZA DELL'OMBELICO

Il posizionamento del CdM è ovviamente molto critico. Su una bici è determinato in gran parte dal CdM del solo pilota. Questo è tanto più vero quanto più la bici è leggera e il pilota pesante. Ne segue che il pilota stesso, con i suoi movimenti, può variare considerevolmente la posizione del CdM, e ciò accadrà soprattutto in discesa, specialmente se si abbassa la sella. Per la salita, di cui ci stiamo occupando, in prima approssimazione abbiamo considera-



Figura 5

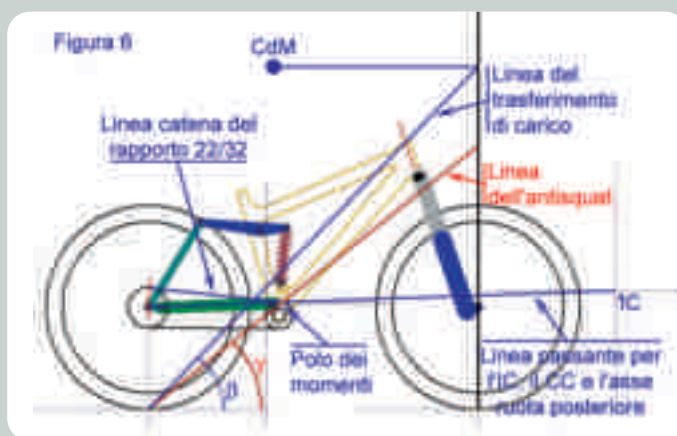
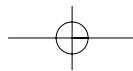


Figura 6



iCT

to di posizionare il CdM all'incirca dove si troverebbe l'ombelico del pilota. Ovviamente questo dipende dall'altezza della sella, e quindi dalla statura del pilota. In definitiva vorremmo sottolineare come il trasferimento di carico, e quindi il comportamento della sospensione in accelerazione, dipenda anche dalla statura del pilota! Finora abbiamo parlato di trasferimento di carico in accelerazione. In frenata lo si valuta in modo analogo ma speculare, quindi la retta del trasferimento di carico va a intersecare l'impronta a terra della ruota anteriore.

EFFETTO DEL TIRO CATENA

L'antisquat è il parametro che indica quanto l'azione del tiro catena tenda a estendere la sospensione posteriore (o se opporre tenda a comprimere). Questo effetto va poi sommato al trasferimento di carico. Si tratta di un parametro fortemente dipendente dalla linea catena, e quindi è il punto critico delle bici rispetto alle moto, a causa della linea catena molto variabile. In **figura 6**, abbiamo tracciato due nuove linee in blu, una è la linea catena con un rapporto da salita, un 22/32, l'altra è la linea che passa per l'asse ruota oltre che per l'IC e il CC. Queste si incrociano in un punto, detto polo dei momenti (di qui in avanti PdM). Ora è possibile tracciare la linea che passa per il PdM e per il punto di contatto a terra della ruota posteriore, estendendola fino alla verticale passante per il punto di contatto a terra della ruota anteriore. Questa si chiama linea dell'antisquat, come l'angolo γ (gamma) che forma col terreno. Quest'angolo (la sua tangente) determina quanta forza di trazione (in accelerazione) diventa forza di antisquat. Se i due angoli β e γ fossero uguali, i due effetti sarebbero uguali ed opposti, e si parlerebbe di effetto antisquat al 100%. Ricordiamo che β non è un valore scolpito nel granito, essendo dipendente dal CdM del sistema pilota+bici. Antisquat al 100% significa che la sospensione rimarrebbe immobile non solo con la limitata potenza espressa da un ciclista, ma anche con il motore di una motoGP. Antisquat al 75% significa che la linea dell'antisquat è più bassa (**figura 7**) e in particolare che la tangente di γ è il 75% di quel-

la di β , e quindi la sospensione si comprime in accelerazione (con una forza uguale al 100% meno 75%, cioè 25% del trasferimento di carico). Analogamente si potrebbe avere antisquat al 125% o altro valore superiore al trasferimento di carico, e allora la sospensione si estenderebbe in accelerazione. Insomma i casi sono tre: γ e β uguali, γ più grande, γ più piccolo. Nel caso dell'ICT, l'antisquat con un rapporto 22x32 è circa al 75%, con quel posizionamento del CdM che abbiamo scelto arbitrariamente come nostro esempio: probabilmente con un pilota di statura media l'antisquat andrebbe vicino al 100%.

QUESTIONE DI ASSETTO

A questo punto, visto che stiamo parlando di effetti dovuti all'accelerazione, qualcuno potrebbe obiettare che non tutti si producono in variazioni di ritmo continue, ma invece spesso si cerca di avere un'andatura regolare per economizzare le energie. Però è bene ricordare che è necessario avere una forza di trazione anche a velocità costante, o per vincere la resistenza dell'aria, o per vincere la forza di gravità (in salita). In più, la pedalata non è rotonda, cioè la forza applicata non è costante, ma pulsante, con andamento simile a una sinusoide. Insomma, le forze necessarie a provocare le variazioni di assetto sono presenti in molte situazioni, e possono essere ridotte o annullate tramite ammortizzatori a piattaforma stabile, oppure con il lockout. La "pulsazione" della forza sul ciclo della pedalata può essere controllata anche con una tecnica di pedalata corretta. A noi interessa evidenziare il comportamento in assenza di questi accorgimenti, però senza dimenticare che, ad esempio, il bloccaggio delle sospensioni (utile su asfalto) elimina questi problemi alla radice.

TRE CASI POSSIBILI

Vediamo nel dettaglio cosa accade nei tre casi evidenziati prima: γ e β uguali, γ più grande, γ più piccolo.

$\gamma = \beta$: la sospensione posteriore non si muove perché il tiro catena è uguale al trasferimento di carico sulla ruota posteriore, però il trasferi-

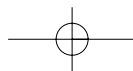
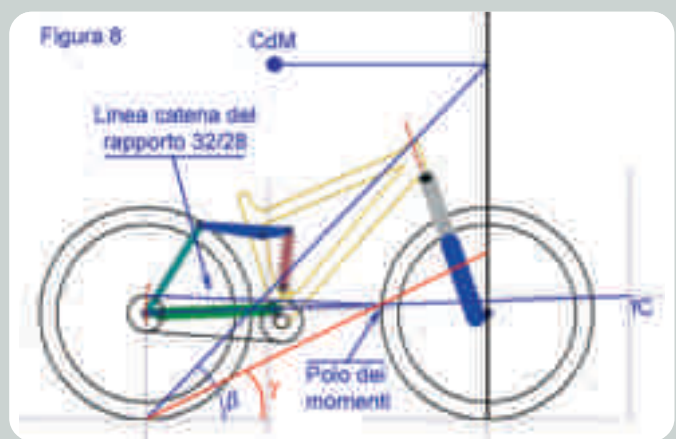
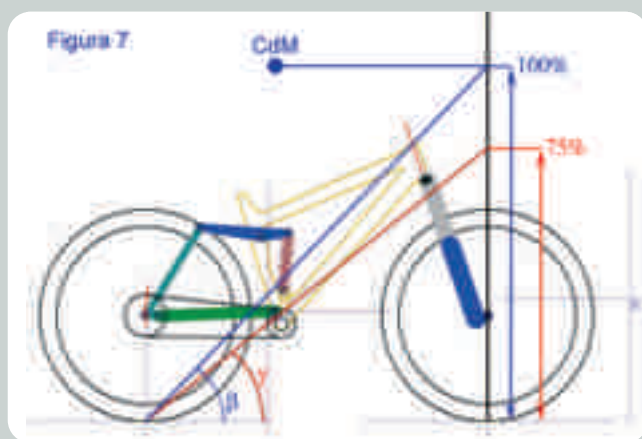
mento di carico continua ad agire sulla ruota anteriore, alleggerendola. Di fatto la forcella tende a estendersi, e il CdM ad alzarsi. Se la forcella è tarata con sag, e se non c'è un bloccaggio o altro sistema di riduzione delle oscillazioni, c'è la possibilità che si inneschi un certo bobbing od ondeggiamento. In pratica significa che il CdM si alza e si abbassa durante la pedalata, e ovviamente questo non è un lavoro utile all'avanzamento. Altro effetto che si può avere, è un piccolo cambiamento degli angoli di sella e di sterzo, che tendono a caricarsi.

$\gamma > \beta$: la sospensione posteriore tende a estendersi perché il tiro catena è maggiore del trasferimento di carico sulla ruota posteriore, in più per l'avantreno vale quanto descritto al punto precedente. C'è un potenziale ancora maggiore a favore del fenomeno di bobbing, cioè di CdM che si alza e si abbassa. In compenso, non si ha variazione degli angoli, ma solo dell'altezza da terra del CdM. È possibile che si abbia un certo fenomeno di "impennamento", che renderebbe più difficile il controllo sulle rampe al limite del ribaltamento.

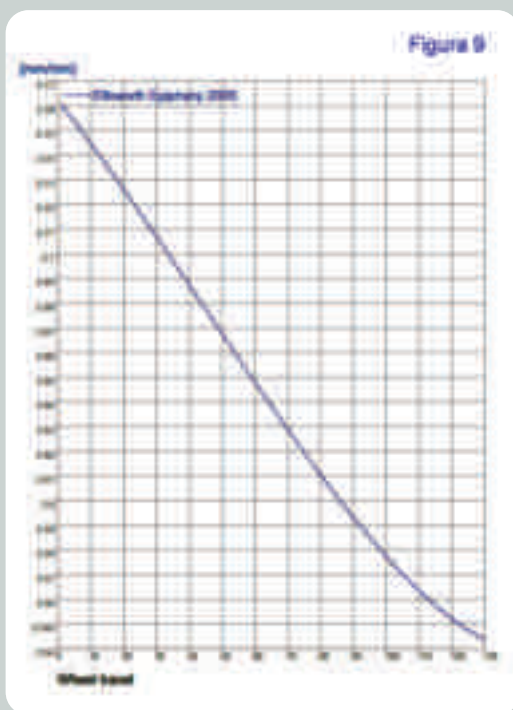
$\gamma < \beta$: la sospensione posteriore tende a comprimersi perché il tiro catena non contrasta completamente il trasferimento di carico, e la forcella tende a estendersi come nei casi precedenti. L'effetto globale è che l'altezza da terra del CdM varia di meno, anzi potrebbe anche rimanere costante. Potrebbe anche migliorare il comportamento sulle rampe al limite del ribaltamento. C'è sempre la possibilità che si inneschi del bobbing, ma probabilmente in misura minore, non essendoci la variazione di altezza del CdM. Ovviamente, se l'antisquat fosse troppo basso o addirittura vi fosse un effetto "pro-squat", allora la compressione della sospensione posteriore potrebbe diventare eccessiva e fastidiosa.

QUESTIONE DI FEELING

Ora si dovrebbe intuire che la progettazione delle sospensioni deve sempre mirare al raggiungimento del miglior compromesso. Non esiste una soluzione perfetta nemmeno sulle moto, che hanno una linea catena unica, figu-



TECH CAFE'



Due grafici che riportano rispettivamente l'andamento del rapporto di compressione (sinistra) e il pedal kickback totale (destra)

riamoci sulle bici dove la linea catena varia in modo evidente! In particolare, non esiste un accordo su quale sia la soluzione ottimale per le moto, che vengono progettate diversamente in relazione all'utilizzo. Ad esempio per la pista si preferisce il caso $\gamma > \beta$ poiché non si ha variazione degli angoli e questo è gradito quando si apre il gas in piega. Ovviamente sulle bici non ci sono problemi di questo tipo. Sicuramente qualcuno potrebbe trovarsi bene con $\gamma \geq \beta$, altri con $\gamma < \beta$. Quest'ultimo caso (dovrebbe essere in media il caso dell'ICT) potrebbe essere quello più efficiente, perché sembra avere il potenziale per minimizzare le dispersioni di energia (causate dalla variazione di altezza del CdM). Però, allo stato attuale non siamo in grado di quantificare questi discorsi, cioè di valutare se e quanto uno schema possa disperdere più di un altro. Nelle nostre prove ciò che possiamo sentire è il feeling con la sospensione. Ma questo è un fattore soggettivo, mentre effettuare delle prove oggettive non è banale: ad esempio i test cronometrati non hanno una ripetibilità adeguata.

Notiamo anche che l'ICT pare essere ottimizzato per i rapporti più corti, da salita, ad esempio in figura 8 vediamo cosa succede con un rapporto un po' più lungo, un 32/28: l'antisquat diminuisce sensibilmente. Con i rapporti più lunghi, addirittura si può arrivare a un piccolo effetto pro-squat, quando il PdM cade dietro all'asse posteriore. Il privilegiare i rapporti da salita, appare logico: si tratta della situazione dove il ciclo della pedalata può esprimere le maggiori variazioni di accelerazione, e quindi c'è maggior rischio di bobbing.

ULTIMI GRAFICI

Concludiamo con alcuni grafici tra i numerosi creati da Linkage. In **figura 9**, vediamo l'andamento del rapporto di compressione. Si vede che il rapporto di compressione è progressivo, e varia da 2,76 a 2,54 verso il fondocorsa.

Cioè verso il fondocorsa 2,54mm di corsa alla ruota comprimono di un mm l'ammortizzatore, mentre all'inizio occorrono 2,76mm alla ruota per un mm all'ammortizzatore, per una variazione dell'8% circa.

Inoltre Linkage fornisce dei grafici per valutare il fenomeno del pedal kickback. Cos'è il pedal kickback? In pratica, durante la compressione della sospensione, il punto di contatto a terra della ruota posteriore tenderebbe ad andare indietro, pensando la ruota bloccata rispetto ai foderi alti. Se la ruota non sta slittando, significa che, tramite la catena, tende a far ruotare all'indietro i pedali. Inoltre anche l'aumento della distanza tra movimento centrale e asse ruota posteriore, tenderebbe, tramite la catena, a far ruotare la ruota a provocare lo stesso effetto. Il tutto dipende dalla linea catena e quindi dal rapporto inserito. Allora cosa succede? Se la velocità della bici rimanesse costante e così pure la cadenza di pedalata del rider, si avrebbe uno slittamento dello pneumatico a terra. Di fatto, in-

vece, questo risulta essere un disturbo alla rotondità della pedalata, al quale ogni pilota potrebbe essere più o meno sensibile. Probabilmente chi pedala più agile sarà più infastidito rispetto a chi ha una pedalata più potente. In **figura 10** si vede il grafico del pedal kickback totale, che per le sospensioni ICT è piuttosto contenuto. Ovviamente lo si percepisce in modo proporzionale a quanto si muove la sospensione durante la pedalata. Cosa significa in pratica il grafico? Che se la sospensione oscilla tra 20 e 30mm di corsa alla ruota, il feedback risulta essere di 10°-7° cioè 3° di rotazione all'indietro indietro dei pedali. Ma anche questo aspetto, come il comportamento in frenata sommato al rispettivo trasferimento di carico, saranno argomenti per ulteriori approfondimenti sulla teoria delle sospensioni, applicata a qualche altro caso pratico.

