

Cristiano Guarco

SOSPENSIONI & OSTACOLI

IL COMPORTAMENTO DELLE VARIE
TIPOLOGIE DI SOSPENSIONI
NEL SUPERAMENTO DEGLI OSTACOLI

Nelle ultime puntate del Tech Cafè, quelle pubblicate sui due numeri scorsi, abbiamo introdotto l'argomento della geometria delle mtb, per cercare di capire come essa ne influenzi la guidabilità. Abbiamo focalizzato l'attenzione su alcuni parametri fondamentali, in particolare il diametro delle ruote e l'avancorsa, cercando di capire cosa succede in certe situazioni tipiche, ad esempio in curva e sugli ostacoli. Proprio a riguardo del comportamento sugli ostacoli, vogliamo concludere questa prima trilogia analizzando l'influenza delle varie tipologie di sospensioni riguardo a tale situazione. Quindi vogliamo mostrare l'importanza delle sospensioni sugli ostacoli, ed evidenziare le differenze tra i vari tipi, a esempio le forcelle telescopiche contro le forcelle a parallelogramma, le sospensioni monopivot rispetto ai quattri bracci, i monopivot a infulcro alto in confronto a quelli a infulcro basso.

Senza massa

In realtà la geometria delle sospensioni (anteriori e posteriori) influenza anche il comportamento in frenata, ma questo è un altro argomento, che richiede di considerare anche la massa, per essere analizzato correttamente, mentre qui esaminiamo la geometria senza mai considerare la massa. Il comportamento in frenata è quindi un discorso di assetto del mezzo, analogamente al comportamento in pedalata sviscerato sul Tech Cafè di marzo, però quest'altro sarebbe relativo all'effetto delle forze di frenatura. Si tratta di un argomento interessante e abbastanza vasto, pensando alla varietà di schemi di sospensione, di barre di reazione, forcelle con l'anti-dive o meno presenti sul mercato. Comunque abbiamo intenzione di analizzare a fondo anche il comportamento in frenata, in qualche prossimo Tech Cafè, quindi restate sintonizzati! Ed ora entriamo in tema, iniziando da quella che è la parte più importante, sulla mtb: il pilota.

La percezione del pilota

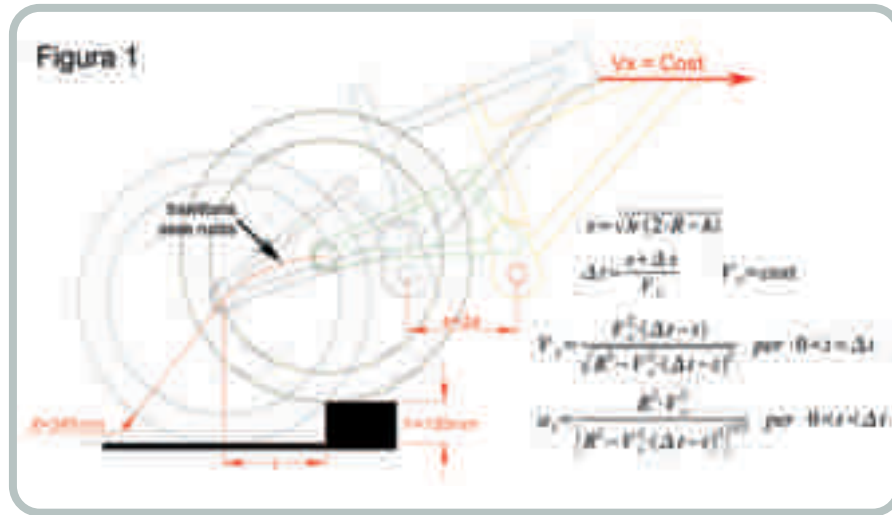
Già nelle scorse puntate avevamo accennato al fatto che il pilota percepisce come più confortevole e controllabile una bici che riesce a ridurre le accelerazioni verticali provocate dalle asperità del terreno. In linea di massima, questa percezione si può anche tradurre nella possibilità di andare più veloci e/o con maggior sicurezza. Certamente pensiamo che anche la sicurezza sia un valore molto importante, e che non necessariamente tutti quelli che cercano di avere una mtb di un certo livello vogliano la prestazione pura! Non sempre queste due caratteristiche vanno di pari passo, ma questa è una situazione in cui lo fanno

di Claudio Bosticco claudio.bosticco@tuttomtb.it

sicuramente, quindi minori accelerazioni verticali garantiscono miglior comfort e anche migliori prestazioni, anche se non contemporaneamente, infatti nel momento in cui ci si avvicina ai limiti del mezzo, il comfort tende a degradare e a passare in secondo piano. Nella puntata del numero di luglio, avevamo mostrato un esempio di superamento di un gradino da parte di una ruota, e avevamo calcolato l'accelerazione verticale, facendo però delle assunzioni poco realistiche, per semplificare il problema. Le ipotesi erano di avere una ruota rigida e indeformabile, e che la velocità orizzontale del mezzo non fosse perturbata dallo scalino, e che quindi rimanesse costante. Ora vogliamo rendere la situazione più verosimile, introducendo le sospensioni, che in quel caso avevamo escluso. Restano confermate invece le ipotesi di ruota rigida, di velocità orizzontale costante e di pilota rigido e passivo: in pratica supponiamo che la sospensione, da sola, assorba completamente l'urto, così che il moto del mezzo non risulti perturbato.

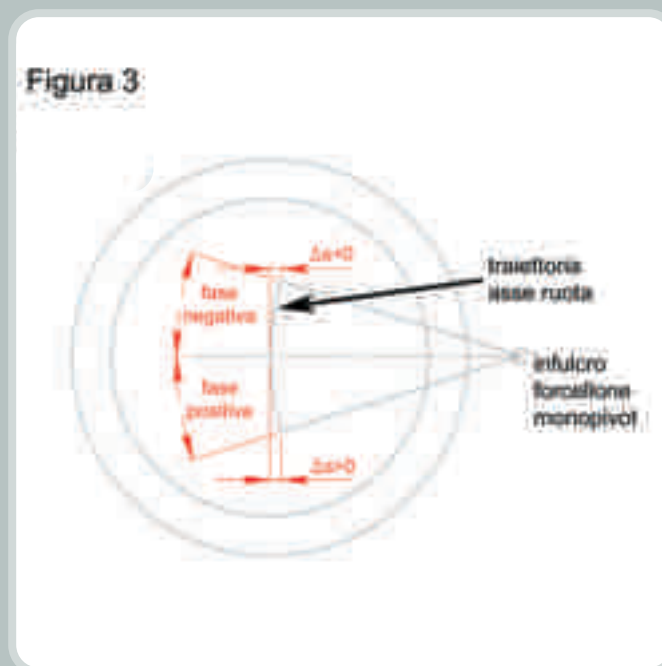
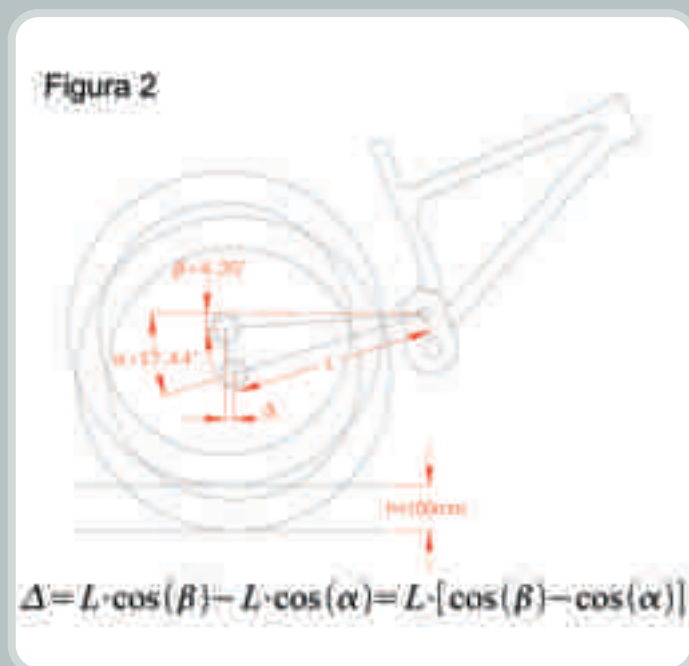
Un po' di geometria

Questa situazione è illustrata in figura 1, dove abbiamo usato **Linkage** (www.bikechecker.com) per scaricare il diagramma di una Nicolai Nucleon dall'archivio web (che attualmente contiene oltre 250 diverse mtb), per poi "farle superare" uno scalino di 10cm. La velocità orizzontale V_x del triangolo anteriore resta costante, e la distanza che la ruota deve percorrere per salire sul gradino è s . Inoltre in figura 1 abbiamo riportato la formula per calcolare s conoscendo h e il raggio ruota R . Questa formula e le altre le avevamo già presentate sul numero di luglio, ma qui c'è la variante della sospensione e della traiettoria seguita dalla ruota, rispetto al triangolo anteriore. L'effetto è evidenziato in figura: il telaio deve percorrere una distanza



$s + \Delta s$ (Δ è la lettera greca delta) affinché la ruota possa percorrere la distanza s che gli consente di superare l'ostacolo. La seconda formula evidenzia una conseguenza di ciò: la ruota impiega un tempo maggiore per salire il gradino, e questo riduce la velocità e l'accelerazione verticale. Queste ultime due grandezze sono calcolabili tramite le ultime due formule, piuttosto complesse in verità. La figura 2 aiuta a comprendere meglio ciò che succede con la compressione della sospensione, ed evidenzia come si possa calcolare Δs , con della semplice trigonometria. In pratica durante la compressione della sospensione la ruota si allontana dal triangolo anteriore, rispetto alla direzione orizzontale. Ecco perché c'è questa quantità Δ in più, che "dilata" il tempo sul quale è "distribuita" la sollecitazione dovuta al gradino.

La geometria, intesa come cinematica, delle sospensioni, non influenza solamente il comportamento durante la pedalata e la frenata, ma influisce anche sul comportamento sugli ostacoli, a livello di assorbimento. Analizzeremo dunque le differenze tra vari schemi, comprese le sospensioni anteriori, e vedremo come valutare le differenze tra essi. Iniziamo dal caso più semplice, un monopivot infulcrato alto, in particolare una Nicolai Nucleon.



Come si fanno i conti?

Facciamo un po' di calcoli per chi li gradisce, mentre gli altri possono leggere direttamente i risultati in **tabella 1**. Se ripetiamo i calcoli come li abbiamo fatti sul numero di luglio, considerando una mtb senza sospensione, con una velocità di 10m/s e il raggio ruota di 348mm, otteniamo una accelerazione verticale di oltre 80g (80 volte l'accelerazione di gravità). Per effettuare il calcolo per il caso di **figura 1 e 2**, quindi in presenza di sospensione, occorre prestare attenzione a quello che succede salendo lo scalino. Come evidenziato in **figura 2**, con L=440,77mm, si ha che $\Delta s=19mm$. Supponiamo che la velocità del triangolo anteriore resti costante, ma evidentemente la velocità della ruota sarà diversa! Il triangolo anteriore avanza di $s+\Delta s$ con velocità Δx in un tempo Δt che quindi possiamo calcolare. In questo tempo Δt la ruota avanza di s , e quindi possiamo calcolare la velocità $V_x=s/\Delta t$ della ruota, che possiamo utilizzare per calcolare l'accelerazione verticale, che in questo caso risulta essere sotto i 70g, con una riduzione del 12,5%. Ovviamente questa è la sollecitazione alla ruota, che nella realtà l'ammortizzatore smorzera solo in parte, ma la riduzione del 12,5% è dovuta alla geometria della sospensione, come vedremo meglio confrontando diversi tipi di sospensioni.

Nel caso che abbiamo appena analizzato, si parla di sospensione positiva, perché la quantità Δs è positiva. Invece ci sono dei casi in cui questa quantità è negativa, e si parla di sospensione negativa, mentre se Δs vale zero la sospensione si dice neutra. Evidentemente la sospensione è neutra se la traiettoria della ruota è verticale (il che lo

si potrebbe ottenere solo con una forcella telescopica posizionata verticalmente). Invece i due casi di sospensione positiva e negativa sono illustrati nella **figura 3**, che fa capire come la stessa sospensione possa avere delle fasi positive e altre negative. Il tutto dipende dalla traiettoria dell'asse ruota, e cioè dal fatto che la ruota si avvicini o si allontani al triangolo anteriore.

Ora vediamo un po' di esempi (e di risultati) di altri tipi di sospensioni più "convenzionali", poiché la Nicolai che abbiamo preso come esempio è piuttosto particolare, avendo un infulcro molto alto, con una trasmissione con doppia catena, così che non soffre di pedal-kickback.

In **figura 4**, vediamo una sospensione che abbiamo testato in questo stesso numero, ovvero quella della MDE Bolder Light. È un esempio di sospensione con infulcro medio, e si vede che la fase positiva è preponderante su quella negativa. Questo è un altro caso di monopivot, situazione in cui il calcolo di Δs è molto semplice, come abbiamo già illustrato in **figura 2**.

Come si può calcolare Δs in casi di sospensioni a 4 bracci, in cui la traiettoria non è perfettamente circolare? Notiamo che ciò che interessa per il calcolo di Δs , di fatto, è solamente la traiettoria della ruota. Infatti è la traiettoria ciò che determina quanto la ruota si allontani o si avvicini (sull'asse x) al triangolo anteriore. Detto ciò, ancora una volta ci viene in aiuto Linkage, che traccia con precisione la traiettoria ruota, permettendo di ottenere diagrammi come quello di **figura 5**, e in più esporta anche i disegni per CAD, con i quali si possono effettuare delle misurazioni precise. La **figura 5** è

TABELLA 1

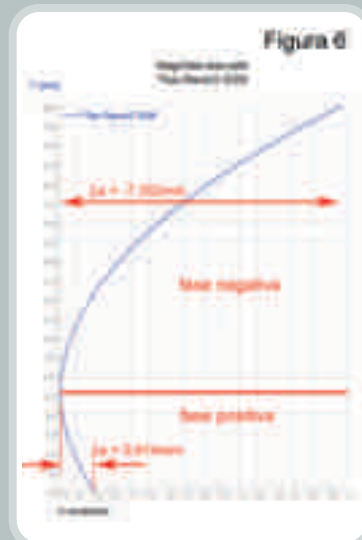
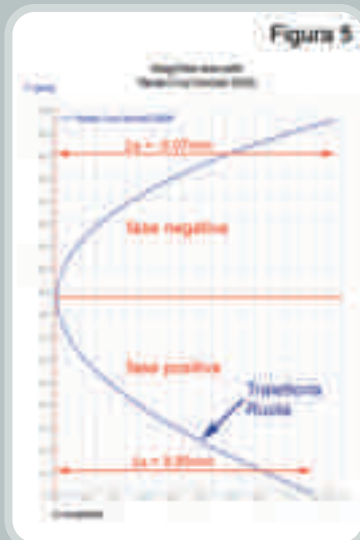
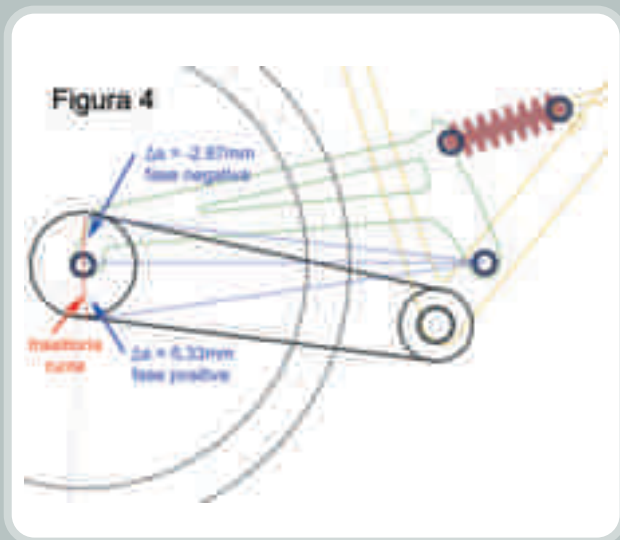
$V_x=10m/s$ $h=10cm$	$R= 348mm$	$L= 440,77mm$
Senza sospensione	Sospensione di figura 1	Variazione
81g	Meno di 70g	-13,5%

TABELLA 2

$V_x=10m/s$ $h=10cm$ $R= 348mm$ $s=244,13mm$ $\Delta t=0,0244s$
Accelerazione verticale teorica con sospensione neutra = 81g

Modello	Accelerazione verticale	Variazione rispetto a sospensione neutra
MDE Bolder Light	78g	-3,8%
Santa Cruz Nomad	75,7g	-6,5%
Titus RacerX	85,8g	+5,9%

relativa alla Santa Cruz Nomad (trattata nel Tech Cafè del numero di giugno), e mette in evidenza la presenza delle due fasi positiva e negativa, che in pratica si equivalgono, la positiva nella prima metà di corsa, e la negativa nella seconda metà, con dei valori di Δs quasi uguali, ma di segno opposto. In **figura 6** invece, vediamo la traiettoria dell'asse ruota della Titus Racer X, testata in questo stesso numero. In questo caso, la fase negativa è preponderante su quella positiva. Questa è la situazione tipica per le sospensioni più pedalabili, che hanno una sospensione con infulcro basso (reale o virtuale che sia), per ridurre il pedal feedback. La conseguenza è che la parte positiva, più vantaggiosa, è



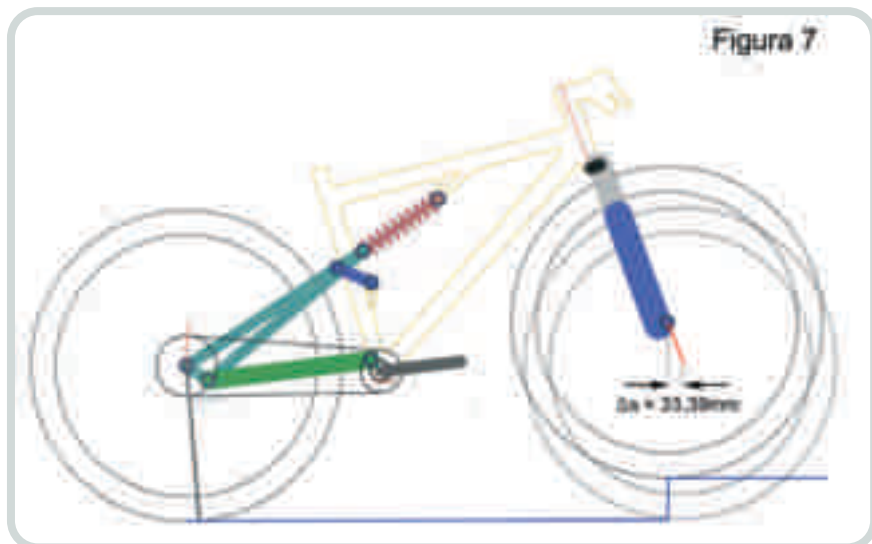


Figura 7

Come promesso, vediamo anche il comportamento delle sospensioni anteriori, sia forcelle telescopiche classiche, sia forcelle con articolazioni a parallelogramma. Le forcelle con comportamento antidive le analizzeremo in un prossimo Tech Café focalizzato sull'assetto in frenata.

TABELLA 3

$V_x=10\text{m/s}$ $h=10\text{cm}$ $R=348\text{mm}$ $s=244,13\text{mm}$ $\Delta t=0,0244\text{s}$
 Accelerazione verticale teorica con sospensione neutra = 81g

Modello	Accelerazione verticale	Variazione rispetto a sospensione neutra
Forcella telescopica angolo di sterzo 70°	62,7g	-22,6%
Forcella Fournales angolo di sterzo 71°	85,7g	+5,8%

ridotta. L'unico modo per avere una sospensione con infulcro alto e non soffrire di eccessivo pedal kickback, è di usare qualche sistema di rinvio della catena, oppure qualche schema di sospensione particolare come l'I-Drive. Nella **tabella 2** sono riassunti i risultati per questi modelli di bici, paragonati a una sospensione neutra. Come si vede, risulta vantaggioso l'infulcro alto, o comunque una traiettoria della ruota simile a quella di un infulcro alto.

E le forcelle?

Finora non ne avevamo ancora parlato, quindi concludiamo chiarendo quale sia il comportamento delle forcelle. In questo caso la situazione cambia a seconda che la forcella sia telescopica o meno. Nella **figura 7**, si vede cosa succede con una for-

cella telescopica: in pratica Δs , che si calcola facilmente conoscendo l'angolo di sterzo, è piuttosto grande (il gradino è sempre 10cm), quindi la sospensione è fortemente positiva, il che gioca a grande favore dell'assorbimento di queste forcelle. Il comportamento può cambiare completamente in caso di forcelle non telescopiche, che di fatto restano un mercato di nicchia, ad esempio le forcelle di tipo Fournales, modellate nelle **figure 8 e 9**. Qui si ha di nuovo una situazione di sospensione che varia il suo comportamento con l'affondamento. Come evidenziato anche nella **figura 10**, relativa alla traiettoria della ruota, per meno della prima metà della corsa la sospensione è positiva, mentre successivamente la sospensione diventa negativa. Di fatto, questo è lo scotto da pagare per avere la possibilità di possedere una mtb montata

con una forcella dotata di antidive, infatti proprio quando subentra l'effetto anti-affondamento la forcella diventa negativa, peggiorando le caratteristiche di assorbimento. In **tabella 3** sono riassunti i risultati per queste due tipologie di forcelle. Si vede come il vantaggio della forcella telescopica sia notevole (e aumenterebbe con angolo di sterzo più coricato). La forcella di tipo Fournales con caratteristiche antidive, al contrario, è peggiorativa rispetto al caso di sospensione neutra, e quindi la differenza con la forcella telescopica diventa rilevante. Questo potrebbe in parte spiegare lo scarso successo dei sistemi antidive sulle forcelle, sia in bici che sulle moto, dove di fatto sono presenti solo su mezzi dall'attitudine turistica, mentre sono scomparsi sui mezzi da gara.



Figura 8

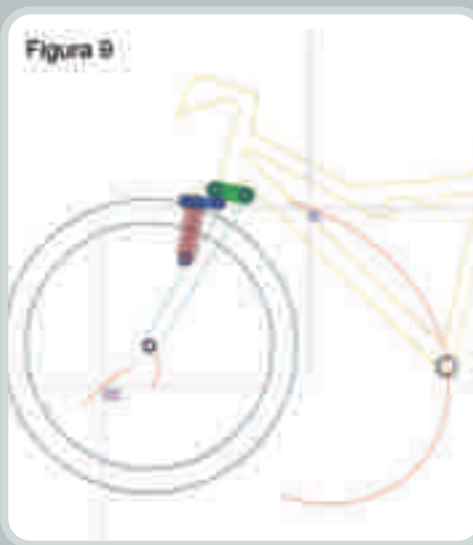


Figura 9

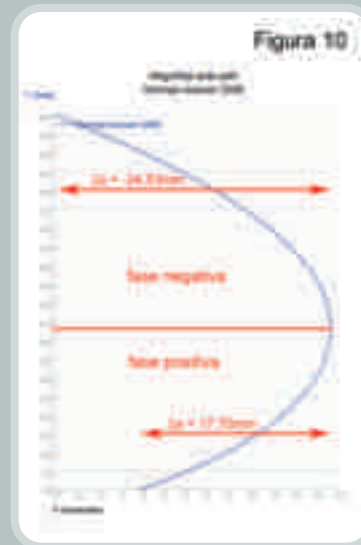


Figura 10