

La guidabilità e la stabilità delle mtb è fortemente legata all'avancorsa e alla sua variabilità. Analizzeremo come varia l'avancorsa, sia in curva sia sugli ostacoli, e vedremo come ciò influenzi la stabilità. La conoscenza di questi parametri è alla base della progettazione delle bici, mentre dal punto di vista dell'utilizzatore sono utili sia per fare degli acquisti più consapevoli, sia per trarre delle indicazioni utili per la guida.

& AVANCORSA & STABILITÀ

LE VARIAZIONI DELL'AVANCORSA IN CURVA
E NEL SUPERAMENTO DEGLI OSTACOLI,
E LA SUA RELAZIONE CON LA STABILITÀ DEL MEZZO

Nel numero scorso abbiamo iniziato a occuparci delle geometrie delle bici, concentrandoci su un aspetto in particolare, ovvero il diametro delle ruote. Ora riprendiamo il discorso da dove l'avevamo interrotto, e cioè dall'avancorsa. In quell'articolo abbiamo definito le grandezze geometriche utili alla nostra analisi, e qui non ne ripeteremo integralmente le definizioni, ma piuttosto metteremo in evidenza come variano in determinate situazioni, e come ciò influenza il comportamento della mtb. Utilizzeremo dei disegni a tre dimensioni, poiché andremo anche ad esplorare ciò che succede in situazioni in cui non è sufficiente l'analisi a due dimensioni. D'altronde, nella puntata del numero di luglio, avevamo presentato un disegno bidimensionale dove però era evidenziato un parametro che sottinten-

deva un modello tridimensionale. Si trattava del raggio del pneumatico (non il raggio ruota) supponendo il pneumatico di forma toroidale. Anche dalla definizione dell'avancorsa era intuibile la tridimensionalità, essendo definita come distanza tra il punto di contatto della ruota anteriore sul piano orizzontale e l'intersezione dell'asse di sterzo con lo stesso piano orizzontale.

Infatti, avevamo specificato da subito che tale grandezza varia sia quando si sterza, sia in piega, e sia con le variazioni di assetto dovute ad affondamento o estensione delle sospensioni.

Momento raddrizzante

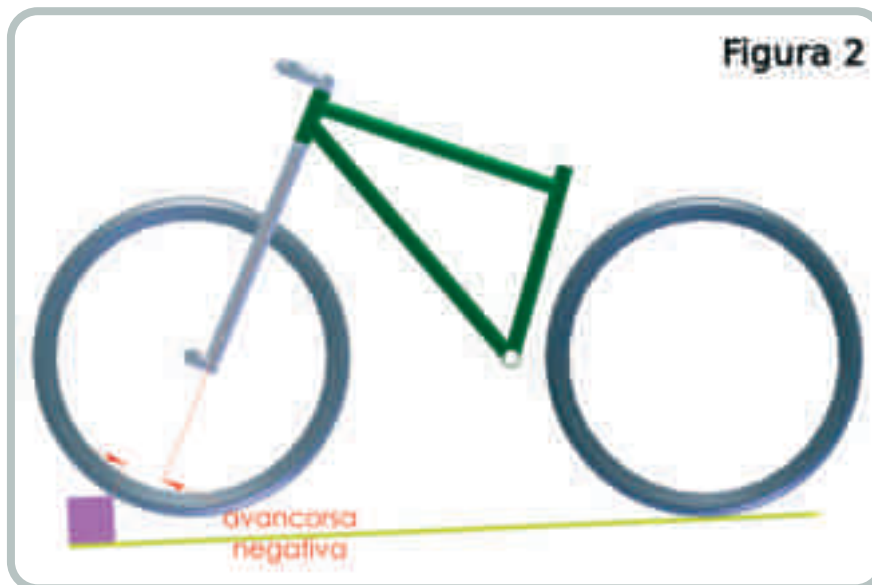
Ora andiamo a definire meglio questo fenomeno che prima abbiamo solo accennato, e in altre parole il momento raddrizzante. In **figura 1** vediamo la ruota anteriore "da sotto", in pratica dalla prospettiva del punto di contatto sul terreno. In realtà le ruote sono due, poiché abbiamo sovrapposto la ruota diritta alla ruota sterzata. Abbiamo evidenziato con dei pallini rossi sia l'intersezione col terreno dell'asse di sterzo, sia i punti di contatto a terra della ruota nelle due posizioni. Questo disegno vuole evidenziare (con una sterzata esagerata per chiarezza espositiva) cosa succede quando la ruota ha delle piccole oscillazioni, ad esempio durante la marcia in rettilineo. A causa della velocità di avanzamento, se la ruota non è allineata con questa velocità, si genera uno "strisciamento" del punto di contatto, che risul-



ta in una forza d'attrito la quale tende a raddrizzare la ruota. Il momento raddrizzante si annulla quando la ruota è nuovamente allineata con la velocità di avanzamento. Per inciso, le forze laterali che si generano nel punto di contatto a terra sono anche quelle che fanno curvare la bici, ma qui non stiamo pensando alla coppia applicata dal pilota (attraverso il manubrio) per compiere tale manovra, ma piuttosto pensiamo a una caratteristica propria del mezzo e che gli conferisce stabilità. Quindi con questa figura speriamo di aver chiarito perché abbiamo detto che l'avancorsa determina il momento raddrizzante, vale a dire la tendenza dello sterzo a raddrizzarsi da solo (o comunque ad allinearsi alla traiettoria). Questo momento sarà tanto più grande quanto più alta è la velocità. Intuitivamente è evidente che il braccio di leva di questo momento va dal punto di contatto della ruota all'asse dello sterzo, secondo il percorso più breve, quindi in direzione perpendicolare all'asse di sterzo. Ecco perché avevamo specificato che il momento raddrizzante è proporzionale all'avancorsa normale.

Effetto positivo...ma senza esagerare

Ci sono diversi modi per aumentare l'avancorsa, in fase di progetto. Nella scorsa puntata, abbiamo ad esempio visto che aumentando il diametro della ruota, a parità di angolo di sterzo, aumenta l'avancorsa. Anche l'aumento dell'angolo di sterzo ottiene lo stesso effetto. Con l'avancorsa aumenta anche il momento di richiamo della forza d'attrito laterale, e con esso la stabilità (a parità di sforzo del pilota).

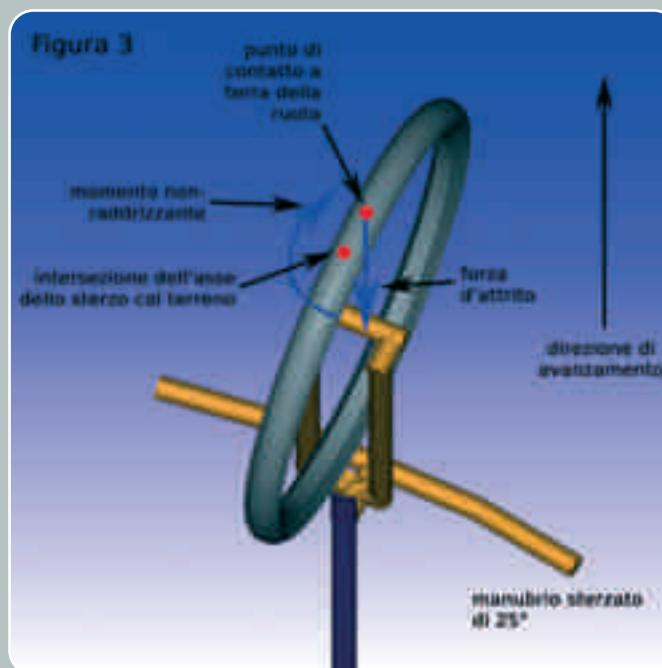
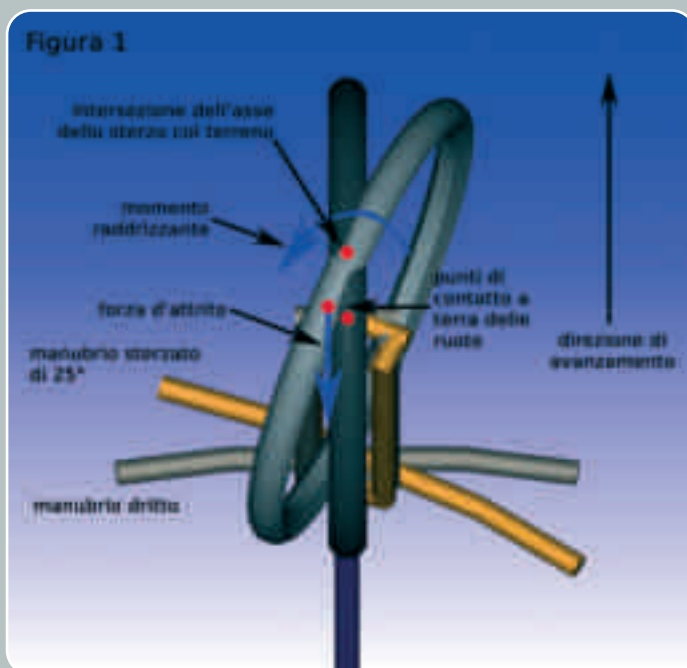


Ma una grande avancorsa richiede al pilota di applicare una maggior coppia al manubrio per sterzare. Se aumenta troppo, il rischio è di sentirsi un "Easy rider" americano alle prese con i tornanti di una strada di montagna italiana. Infatti, un angolo di sterzo più coricato (che è il metodo principale per aumentare l'avancorsa) richiede una maggior sterzata del manubrio per fare una curva con un certo raggio. Oltre certi limiti, questo diventa un problema per la maneggevolezza. Inoltre il raggio di curvatura è direttamente proporzionale al passo, che aumenta anch'esso coricando l'angolo di sterzo, quindi anche per questo motivo coricare troppo l'angolo di sterzo

potrebbe giocare a sfavore della maneggevolezza.

Avancorsa negativa

Riconsideriamo, come nella scorsa puntata, l'esempio del superamento di un gradino, estendibile peraltro a ostacoli di forma qualunque. Cosa succede all'avancorsa durante il superamento del gradino? La domanda è lecita, dato che l'avancorsa viene definita tramite il punto di contatto a terra della ruota, e questo varia drasticamente quando la ruota scavalca un ostacolo. Ciò è evidenziato in figura 2, dove si vede che il punto di contatto con l'ostacolo viene a trovarsi davanti all'asse



dello sterzo, mentre normalmente è dietro a esso. In questo caso si parla di avancorsa negativa, e se guardiamo la **figura 3**, versione "ridotta" della **figura 1**, è evidente il perché: quando il punto di contatto a terra viene a trovarsi davanti all'asse dello sterzo, il momento raddrizzante non è più tale, ma si ha invece una forza che tende ad aumentare la sterzata della ruota, e che può compromettere la stabilità del veicolo. Ecco perché quando ci sono degli ostacoli, o in ogni modo su terreno sconnesso, è bene avere una presa salda sul manubrio: altrimenti si può sperimentare la tipica sbandata o caduta dovuta a un'eccessiva sterzata sfuggita al controllo del pilota. Per lo stesso motivo, non è bene colpire gli ostacoli con la ruota sterzata, e in generale è più facile mantenere il controllo se l'impatto avviene con un angolo di incidenza di 90°. Aggiungiamo ancora che ad avancorsa positiva più grande corrisponde un'avancorsa negativa più piccola, e quindi l'avancorsa ha un effetto stabilizzante (o meno destabilizzante) anche in questo caso. Quindi, una ruota anteriore di diametro più grande può portare un beneficio.

In curva

Ora vogliamo vedere cosa succede all'avancorsa durante la percorrenza di una curva. Nella **figura 4** vediamo la nostra bici stilizzata, con evidenziate le quote più importanti. C'è anche il raggio del toroide del pneumatico, che influenza il comportamento in curva, e non di poco. Anticipiamo che ciò accade proprio perché il valore dell'avancorsa in curva viene influenzato anche dalla sezione del pneumatico. Nella **figura 5**, la nostra bici è in curva, con lo sterzo ruotato di circa 20°. Inoltre la bici è anche in pie-

ga, e abbiamo indicato i valori del rollio (l'inclinazione laterale): ovviamente quello della ruota anteriore è maggiore. Se non lo trovate ovvio, potete però trovare una conferma nel fatto che nelle gare di motociclismo è (quasi) sempre la ruota anteriore quella che scivola per prima.

Cosa è successo all'avancorsa della mtb di **figura 5**? Il suo valore si è più che dimezzato! Da circa 87 a 40mm. Questo significa che il momento raddrizzante si è ridotto in modo proporzionale. Dal punto di vista del mantenimento della traiettoria, potrebbe non essere molto importante, dato che comunque per la percorrenza della curva è necessario applicare una certa coppia tramite il manubrio. Però qui stiamo parlando di bici da fuoristrada, e quindi è possibile incontrare ostacoli e asperità anche in curva. In questo caso, il fatto di avere una avancorsa (positiva) minore, implica che l'avancorsa negativa (nell'impatto con taluni ostacoli) sarà maggiore, e quindi anche l'effetto destabilizzante aumenterà. Concludiamo dicendo che la sezione (il raggio del toroide) del pneumatico è in relazione con la variazione dell'avancorsa in curva: in particolare l'aumento di sezione riduce le variazioni di avancorsa in curva. Per inciso, anche l'aumento del diametro della ruota ha lo stesso effetto.

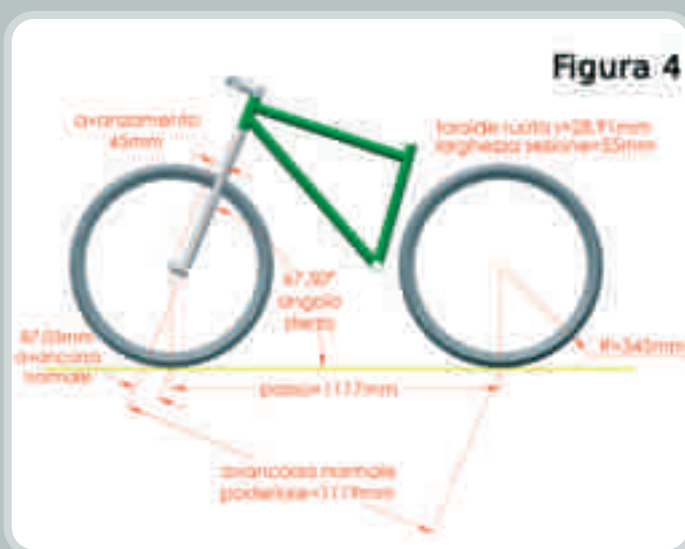
In piega

I più smaliziati nella guida si saranno resi conto che la situazione della **figura 5** è quella di una curva percorsa a velocità non molto alta, visto di quanto è sterzato il manubrio. A velocità maggiori, ci si aspetta che lo sterzo sia ruotato pochissimo, mentre la bici sarà sempre piegata in modo evidente. Quindi una situazione simile a quella di **figura 6**, in

cui addirittura abbiamo lasciato il manubrio perfettamente dritto. Il rollio della ruota posteriore è esattamente quello di prima, ma si vede che l'avancorsa normale non s'è ridotta, addirittura è aumentata! Questo è quanto succede con il manubrio dritto, mentre per piccoli angoli di sterzata diminuirebbe anche in questo caso, ma molto meno, in pratica risulta che la sterzata riduce l'avancorsa più di quanto provocato dalla piega. Quindi, in questo caso la stabilità durante l'impatto con gli ostacoli sarà migliore. I piloti più esperti sanno (o lo fanno senza rendersene conto) che è meglio piegare piuttosto che forzare la sterzata del manubrio, e che spesso è più facile condurre talune curve a velocità sostenuta (quindi nella situazione di **figura 6**), piuttosto che molto lenti (nella situazione di **figura 5**).

Avancorsa anteriore e posteriore

La scorsa puntata abbiamo insistito sul fatto che tutti i parametri geometrici sono legati tra loro, cioè non sono realmente considerabili in modo indipendente. In particolare, il passo e l'avancorsa sono intimamente legati. Un parametro interessante risulta essere il rapporto tra l'avancorsa normale anteriore e quella posteriore (evidenziate in **figura 4**). Questo rapporto an/bn fornisce una pur grossolana indicazione dell'attitudine della bici. Ad esempio le bici da downhill hanno un rapporto dell'ordine dell'8% e anche oltre. Per contro, alcune bici da cross country (oppure da strada) scendono sotto il 6%, a volte anche in modo molto sensibile. Data l'importanza di questi parametri, in un prossimo aggiornamento del software **Linkage** (www.bikechecker.com) essi saranno resi disponibili. Ovviamente sarà necessario disporre di un file con i



dati molto precisi anche per quanto riguarda l'avantreno. Nelle **figure 7 e 8** si vede questa funzionalità in anteprima, con i disegni della Nomad e della Epiphany di cui abbiamo parlato nei mesi scorsi. Si vede che la Nomad ha un rapporto del 7,4% mentre la Epiphany del 6,6%, in linea con le vocazioni delle due bici, più freeride la Santa Cruz, più all mountain la Ellsworth.

Il carico

Concludiamo questa puntata (ma proseguiremo in futuro la trattazione delle geometrie, soprattutto se l'argomento riscuoterà interesse) con una considerazione che tira in ballo il carico sulle ruote, e quindi la distribuzione dei pesi, che è in gran parte dipendente dall'assetto, dal pilota e dal suo stile di guida. Diciamo che il rapporto an/bn andrebbe moltiplicato per il rapporto tra il carico sulla ruota anteriore e quello sulla posteriore. Infatti, abbiamo visto che l'avancorsa genera la coppia di richiamo attorno allo sterzo. E questa dipende dalle forze d'attrito laterali che si hanno nel punto di contatto a terra della ruota. Ma queste forze d'attrito sono più grandi se il carico sulla ruota è maggiore. Pertanto se il carico sulla ruota anteriore è maggiore, da un lato aumenta la stabilità direzionale, dall'altro si percepirà una maggior reattività del mezzo rispetto alla coppia applicata allo sterzo, a causa delle forze d'attrito laterali più grandi. Ciò è in accordo con la pratica, infatti, spesso la guida sui singletrack più "nervosi" richiede di distribuire il peso in modo da non alleggerire troppo l'anteriore: a onor del vero, in fuoristrada ciò è necessario anche per avere la giusta aderenza, pena il sottosterzo.

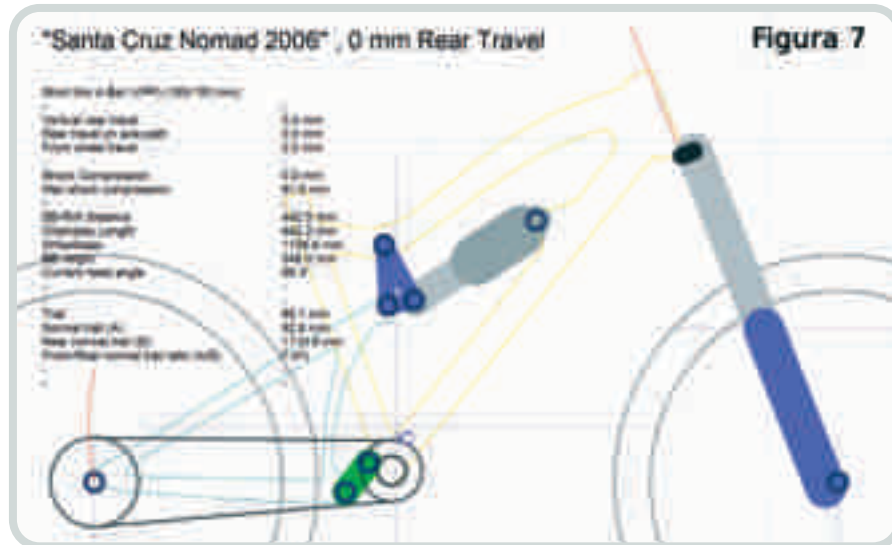


Figura 7

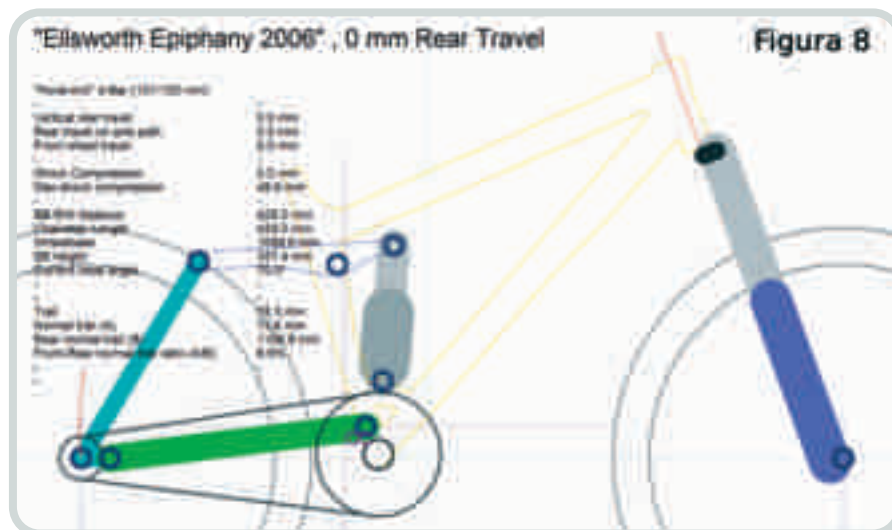


Figura 8

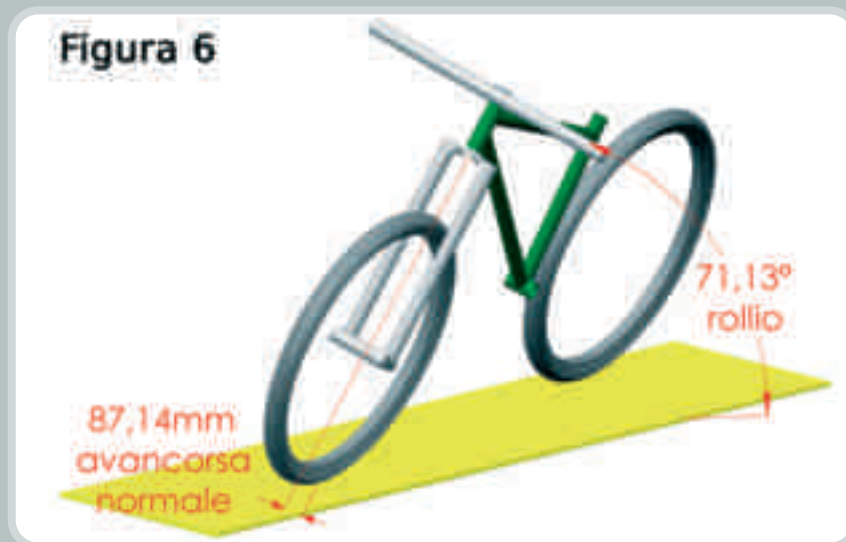


Figura 6

Qui sopra vediamo, in anteprima, due diagrammi prodotti con una versione futuribile di Linkage dove ci sono delle nuove misure rispetto alla versione attuale. Si tratta dell'avancorsa (trail), dell'avancorsa normale (normal trail), dell'avancorsa normale posteriore (rear normal trail) e del rapporto tra le ultime due. Quest'ultima grandezza fornisce una buona indicazione dell'impostazione della bici, e qui vediamo il confronto tra la Santa Cruz Nomad e la Ellsworth Epiphany.