



## MonoSpring Fork Introduzione

La forcella telescopica costituisce ormai un corredo irrinunciabile del mezzo a due ruote: gli schemi non convenzionali che negli anni si sono affacciati sul mercato non sono mai riusciti a scalfirne l'estrema semplicità e compattezza costruttiva, confermandola come il miglior compromesso in termini di rendimento per quanto concerne la sospensione anteriore dei motocicli. Il rovescio della medaglia è costituito dalla povertà di prospettive di miglioramento a livello strutturale che non derivino dal sovradimensionamento dei componenti, evidentemente

proporzionale anche all'aumento di peso e all'ingombro.

In termini di rigidità torsionale e flessionale il ricorso agli steli rovesciati, ovvero con il fodero vincolato alla base di sterzo, ha segnato una notevole svolta, senza stravolgere il layout classico della telescopica, tuttavia introducendo una serie di complicazioni a livello costruttivo, nonché di aumento delle masse non sospese.

Queste le basi su cui nasce e si sviluppa lo schema **MonoSpring Fork (MSF)** ideato da Alexander Hohenegger: senza sconvolgere quello che è il classico layout della forcella tradizionale e senza nemmeno alterare l'immagine tipica della motocicletta nell'immaginario collettivo,

l'obiettivo del progetto è in primo luogo semplicemente quello di migliorare le prestazioni della forcella a steli tradizionali eliminandone tutti i punti deboli.

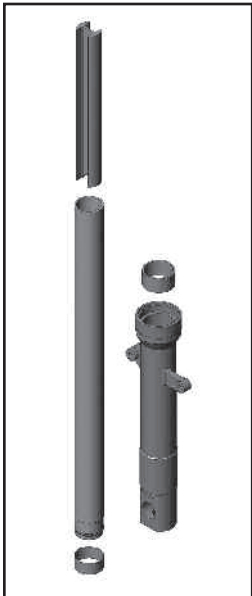
In primis per quanto riguarda il posizionamento e la geometria della componente elastica: le due molle a spirale interne e concentriche ai foderi vengono rimpiazzate da un elemento singolo opportunamente dimensionato e collocato all'esterno (da cui il nome MonoSpring Fork), al di sotto delle piastre di sterzo.

Lo spostamento della molla all'esterno, separando drasticamente la funzione elastica da quella ammortizzante, elimina alla radice alcune problematiche tipiche della forcella tradizionale.

Non trascurabile, sotto il profilo più squisitamente formale, la forte caratterizzazione estetica apportata all'avantreno dall'inusuale grossa molla a vista.

Ma la sostanza è nascosta alla vista ed è all'interno degli steli, nella forma di una coppia di setti longitudinali preposti ad aumentare la rigidità flessionale di ciascun braccio e che trovano la loro collocazione nel volume usualmente occupato dalle molle.





## Schema MSF

Le basi concettuali dello schema MSF si fondano sull'evoluzione della forcella tradizionale secondo due direttrici principali: miglioramento e innovazione. Ovvero, essenzialmente l'esaltazione ed il perfezionamento delle funzionalità già consolidate, valorizzati dall'introduzione di un'inedita proposta alternativa allo schema convenzionale (*usando una terminologia brevettuale si potrebbe definire uno "modello di utilità" e l'altro "brevetto"*).

### 1) gli effetti dello spostamento dell'elemento elastico

I miglioramenti generali dovuti allo spostamento della molla all'esterno dei foderi sono tre: minori attriti delle molle sulle pareti e della spinta laterale del pompante, comportamento dinamico più reattivo ed omogeneo della molla singola, masse non sospese ridotte.

### 2) le proprietà dei setti

L'inserimento dei setti (reso possibile dallo spostamento delle molle) rende la MSF superiore alla USD nella sollecitazione in frenata, ma soprattutto permette di scindere, con profilo di setto asimmetrico, le rigidità laterale da quella longitudinale.

## La molla esterna

L'unica molla centrale contraddistingue prepotentemente l'innovativo sistema MSF. Proprio per la sua forte valenza estetica, grande cura è stata dedicata alla sua geometria e collocazione che la inseriscono in maniera armonica, anche se di non immediata assimilazione per il motociclista, nell'insieme formale del veicolo. Senza stravolgerne il layout

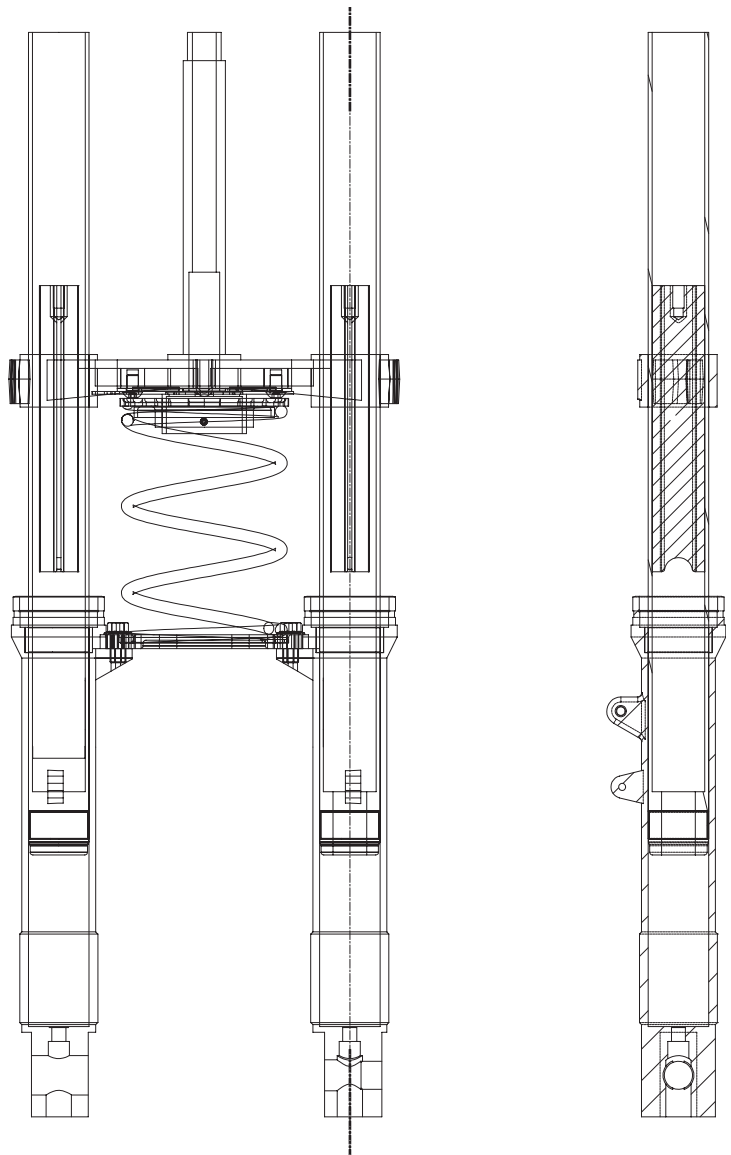


classico e nel contempo caratterizzandone fortemente l'aspetto meccanico.

I vantaggi introdotti dalla collocazione centrale della molla sono evidentemente molteplici: primo fra tutti la garanzia di assoluta simmetria nel comportamento degli steli, laddove nel sistema tradizionale si potevano verificare disparità di precarico tra i due lati.

Nel sistema MSF tale regolazione è unica e di immediata attuazione tramite una pratica ed accessibile ghiera filettata o tramite un registro idraulico analogo a quello adoperato sugli ammortizzatori posteriori.

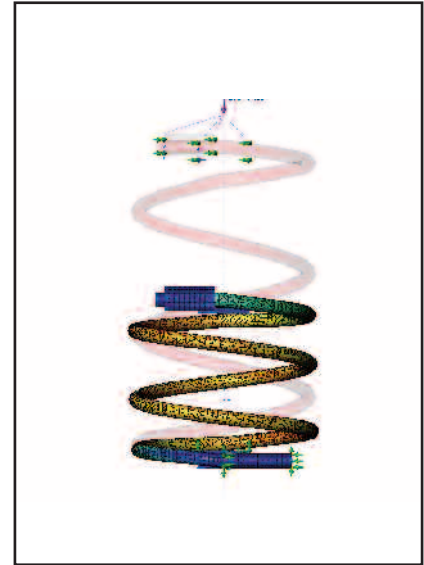
A differenza della forcella tradizionale, infatti, nella MSF la molla è di agevole sostituzione, in virtù della sua completa separazione dalla sezione idraulica. Questo permette all'utente finale di poter sostituire le molle senza alterare il livello dell'olio e personalizzare così in modo rapido e sicuro il comportamento dinamico della moto.



### Sensibilità della risposta

Ciò che appare evidente dallo studio e dalla sperimentazione diretta dei motocicli equipaggiati con la forcella MSF è la superiore sensibilità trasmessa al pilota: ciò essenzialmente in virtù della maggiore **reattività della singola molla** esterna, separata dall'idraulica e caratterizzata da un più favorevole rapporto lunghezza/diametro, laddove la geometria delle due molle tradizionali è vincolata al diametro dei bracci.

La **riduzione degli attriti** è dovuta all'assenza di sfregamento delle molle sull'interno degli steli, migliorano la scorrevolezza e la sensibilità della sospensione alle minime variazioni di assetto, mentre l'assenza della componente di spinta laterale sul pompante libera l'idraulica da azioni parassite.

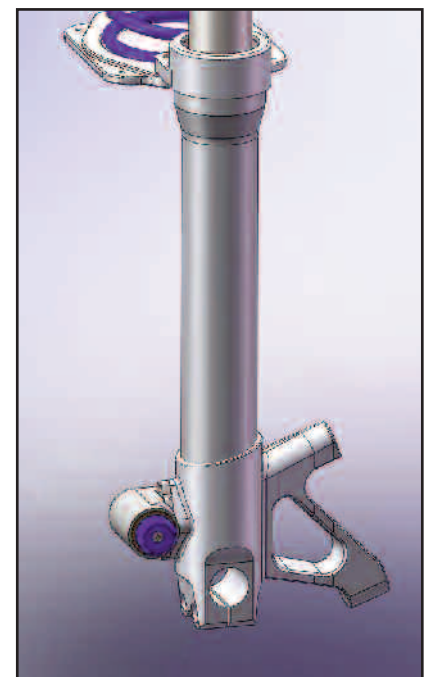


### Collocazione delle masse

Lo schema a steli tradizionali con sistema MSF mostra un'evidente **riduzione delle masse non sospese** rispetto alle migliori USD a parità di diametro, ca. 1.5 kg nel caso della classica rovesciata da 43 mm (vantaggio che può agevolmente superare i 2 kg con l'uso di foderi in magnesio).

Come è noto tale riduzione introduce un sensibile miglioramento dinamico del motociclo, elevando oltretutto la frequenza di risonanza della forcella allontanando così l'insorgere di fenomeni di instabilità dinamica come il chattering.

Quanto sopra oltre ovviamente alla consistente riduzione delle masse di inerzia a vantaggio del rendimento e della precisione della sospensione.



### Prototipo HyperMotard EICMA 2008



### Prototipo Moto 2 2010



### Prototipo GSR 600 EICMA 2007

## I setti di irrigidimento

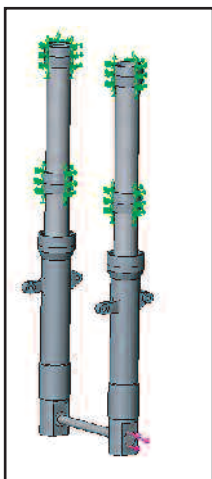
I setti assumono una funzione preponderante nell'incrementare le caratteristiche strutturali, in particolare la rigidità degli steli, svincolandola dalla dimensione di questi ultimi. Il tutto, con il conforto dei test strumentali e delle simulazioni al computer, raggiungendo prestazioni del tutto analoghe, e sotto molti aspetti superiori, rispetto alle forcelle a steli rovesciati.

In particolare, gli studi condotti al FEM dall'Università di Padova, hanno evidenziato la particolare superiorità della MSF nella fase di frenata, mentre la possibilità di adoperare setti con sezione asimmetrica consente di scindere la rigidità laterale da quella longitudinale di ciascuno stelo (tabelle 1 e 2). I setti divengono così la variabile d'intervento più semplice nella definizione delle caratteristiche strutturali del telaio.

Tecnicamente il setti vengono inseriti negli steli in corrispondenza della zona maggiormente sollecitata, ossia dalla piastra inferiore a circa l'altezza del DU del fodero. L'aumento di peso è compensato dal minor diametro dello stelo e nel confronto con una USD di pari categoria si ha sostanzialmente un pareggio nel peso complessivo a fronte del vantaggio nelle masse non sospese apprezzabilmente vantaggioso.

Il profilo dei setti è sia in funzione delle rigidità desiderate sia del tipo di idraulica da adottare: si può adottare una cartuccia prevedendo nel setto un foro di passaggio per l'asta o un classico "flauto".

La combinazione ideale è con un idraulica tipo Big Piston Fork della Showa, ovviamente in posizione rovesciata. O meglio ancora il nuovo pistone della FG Suspension.



### PERCORRENZA IN FRENATA - MSF

Risultati del calcolo FEM nella condizione di forcella MSF compressa (Suzuki GSR 600 diametro steli 43 mm):

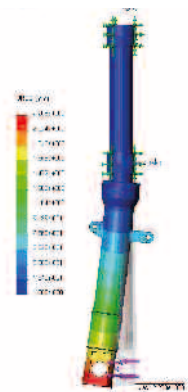
Sollecitazione massima di Von Mises =  $5.74e+8$  kg/m<sup>2</sup> sul DU

superiore in prossimità del bordo superiore

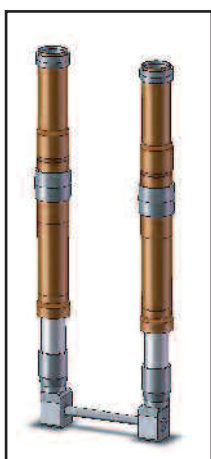
Spostamento totale dell'asse ruota = 3.351 mm

Spostamento in direzione orizzontale dell'asse ruota = 3.347 mm

Spostamento massimo estremità del gambale = 3.729 mm



Lo spostamento dell'asse ruota calcolato nella condizione di forcella compressa (modificata MonoSpring Fork) e setto lungo è di 2.041 mm, quindi con una riduzione di 1.310 mm pari al 39.1 % rispetto alla condizione senza setto.



### PERCORRENZA IN FRENATA - USD

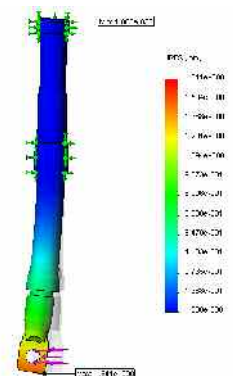
Risultati del calcolo FEM nella condizione di forcella USD compressa (Suzuki GSX-R 600 diametro steli 41 mm):

Sollecitazione massima di Von Mises =  $4.311e+02$

Spostamento totale dell'asse ruota = 2.8471 mm

Spostamento in direzione orizzontale dell'asse ruota = 2.8438 mm

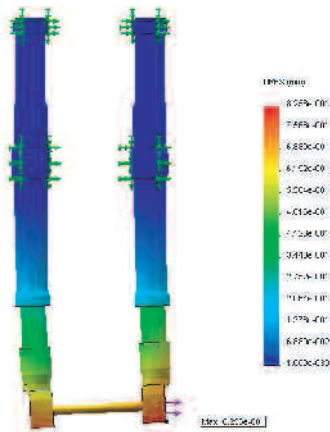
Lo spostamento dell'asse ruota calcolato nella condizione di forcella compressa è di 2.8471 mm, quindi con una aumento di 0,8061 mm pari al 25.120 % in più rispetto alla MonoSpring Fork.





## Separazione della rigidità longitudinale e laterale

La forcella telescopica, a steli tradizionali o rovesciati, non offre possibilità di aumento della rigidità che non vengano dall'incremento dimensionale della struttura: l'ottenimento di prestazioni superiori è cioè



vincolato alla crescita del diametro di steli e foderi. Tuttavia l'aumento indefinito del diametro dei bracci di forcella, finalizzato ad una maggior rigidità longitudinale, introduce un non più vantaggioso aumento della rigidità laterale, innescando la possibilità di manifestarsi di oscillazioni nocive come il wobble, non solo legate alle caratteristiche di rigidità e smorzamento del pneumatico anteriore, ma anche alla flessibilità della forcella stessa.

Laddove le due rigidità sulla forcella convenzionale non sono disgiunte, l'adozione di setti di sezione non assialsimmetrica sulla MSF consente la netta e calibrata separazione tra le due rigidità.

Il che si traduce in una superiore modulabilità dello schema MSF, il quale consente dunque la disgiunzione del comportamento strutturale della sospensione tra moto rettilineo e percorrenza in curva, al punto

### Percorrenza in Curva - USD

tale che si possono sostituire i setti in accordo con il tipo di pneumatico equipaggiato.

Una prerogativa particolarmente vantaggiosa nelle competizioni dove può cioè prevedersi l'utilizzo di un kit di setti da asciutto ed uno da bagnato, senza la necessità di ulteriori modifiche sul veicolo.

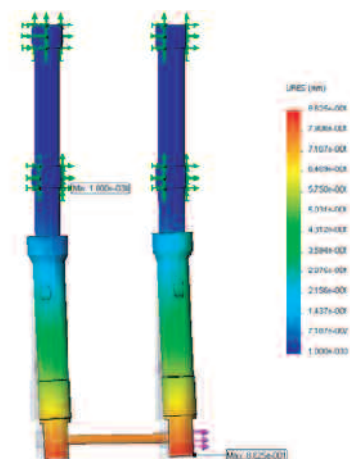
La scelta del profilo dei setti diventa allora una risorsa di personalizzazione estrema, potendosi definire la "cedevolezza" dell'intero assetto al fine di ottimizzare l'ingresso in curva a seconda non solo delle condizioni ambientali o delle caratteristiche del circuito, ma anche dello stile di guida dei diversi piloti all'interno dello stesso team.

In questa maniera non si dovrebbe ricorrere più ad artifici penalizzanti come il montaggio di forcelle surdimensionate su mezzi di categoria inferiore: un esempio evidente la Gilera 250 GP equipaggiata con una forcella da 43 mm di derivazione MotoGP o SBK, sulla quale, per quanto ci è dato sapere, viene ridotto

l'interasse degli steli, modificando le pinze dei freni, per ridurre la rigidità torsionale giudicata eccessiva

per una moto dalla massa sensibilmente minore. Un accorgimento analogo lo si nota nella piastra di sterzo superiore della Yamaha di Rossi che ha un profilo ad ali di gabbiano per modificare le rigidità.

Ma la soluzione più completa la si nota sulla Desmosedici 09 con telaio in carbonio dove orientando le fibre in modo opportuno si può ottenere una vantaggiosa diversificazione della rigidità flessionale e torsionale.



### Percorrenza in Curva - MSF



### Aerodinamica

Test effettuati su moto di prestazione medio alte hanno confermato che la presenza della molla centrale non pregiudica il raffreddamento del radiatore, studi effettuati dall'Università di Bologna sui disturbi di flusso verso i radiatori confermano questo risultato. C'è da considerare inoltre che la sezione frontale nell'area del radiatore viene ridotta per via della minor sezione degli steli (2 x 43 mm invece di 2 x 58 o addirittura 2 x 61).

La partecipazione alle **competizioni** costituisce la naturale verifica dei reali vantaggi della soluzione MSF e

conseguentemente la necessaria affermazione delle sue reali potenzialità propedeutica all'immissione sulla produzione di grande serie, spianando la strada all'ufficio marketing di ogni casa costruttrice.

## Considerazioni produttive

Lo schema MSF può richiedere una maggior attenzione in fase progettuale in quanto gli ingombri sono limitati dalla luce tra pneumatico e piastra inferiore e una maggiore attenzione al flusso d'aria verso il radiatore nel caso di moto ad altissime prestazioni; tuttavia ciò non va affatto verso la complicazione della scelta della componentistica e delle lavorazioni, laddove invece l'utilizzo dei setti suggerisce l'unificazione dei diametri di forcella e quindi la migliore semplificazione produttiva.

La possibilità di personalizzare le caratteristiche di risposta in termini di rigidità consente la standardizzazione di gran parte della componentistica afferente la sospensione anteriore.

La presenza dei setti di irrigidimento, peculiare del sistema MSF, è la giusta chiave di lettura della sua eccezionale versatilità in campo industriale in termini sia di produttività che di riduzione dei costi: la medesima forcella, con le stesse dimensioni esterne e le medesime geometrie può rapidamente e convenientemente adattarsi a motocicli di peso, potenza e destinazione d'uso ampiamente differenti, con la sola sostituzione dei setti ed il consueto adeguamento dell'idraulica.

Ciò si traduce in un'incommensurabile economia di scala accompagnata dall'eventuale rapido ed economico adattamento al nuovo schema di lavoro di componenti già in produzione.

Un evidente esempio di **economia di scala** potrebbe ipotizzarsi nel caso esemplare della linea Suzuki Bandit, dove per le due cilindrate 650 e 1250 viene condivisa praticamente tutta la componentistica eccetto la forcella anteriore, da 41 mm di diametro per la prima e da 43 per la seconda, più pesante. L'utilizzo della MonoSpring Fork con steli da 41 mm su entrambe le moto sarebbe possibile grazie all'inserimento del setto all'interno degli steli sulla 1250 incrementando agevolmente fino al 40 % le rigidità nel punto maggiormente sollecitato, con massima economia di scala anche per quanto riguarda **tutte le parti interne** (paraoli, DU, pompanti, etc.).

Il minor diametro degli steli, a parità di geometria, garantisce un **maggior angolo di sterzo**, ancor più apprezzabile se confrontato con quello di un'USD equivalente.

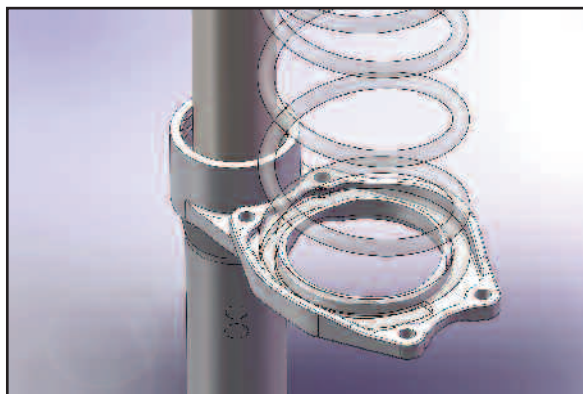
La possibilità di intervenire unicamente sul profilo del setto rende agevole ottenere **rigidezze intermedie**.

Un elemento, quest'ultimo da non sottovalutare quando dovesse entrare in vigore la normativa per l'omologazione che prevede nei **crash test** per le moto il cedimento della forcella prima della rottura del telaio.

Non si può trascurare in ultimo il vantaggio immediato nel caso di **impianti frenanti a disco singolo**, attualmente in grado di garantire elevate decelerazioni ma comunque sempre afflitti da una congenita asimmetria, foriera di un'azione parassita di svergolamento sugli steli, certamente non accettabile sui veicoli più raffinati.

Questo lo si avverte sia su una USD, che non può per costruzione essere equipaggiata con un ponte tra gli steli, sia su una tradizionale con ponte, insufficiente però nel punto di massima torsione ossia all'uscita della piastra inferiore.

E' evidente come la MSF combini entrambe i vantaggi (il ponte già supporta la molla elicoidale e i setti irrigidiscono le singole gambe) e si dimostri così versatile ad accogliere sistemi frenanti più economici e leggeri.



Alter Ego sas Motorcycle Hardware  
di Alexander Hohenegger  
00194 Roma Italy  
via Prati della Farnesina, 24  
tel + 39 06 333 8207  
fax + 39 06 3321 3906  
[www.monospring.it](http://www.monospring.it)  
[info@monospring.it](mailto:info@monospring.it)

