

- BMW R 1100 S Boxer Team
- Tryphonos RF 900
- Ducati 996 Biposto

¿Llegará con el siglo veintiuno el fin de la eterna horquilla delantera telescópica? Para adivinarlo, probamos tres opciones distintas del futuro que viene: tres alternativas tan eficaces como diferentes entre sí.

■ Por fin algo nuevo! Tras tantas pruebas de «la misma moto» -dos ruedas, un motor y una horquilla telescópica- seguro que te apetece sumergirte en un mundo de sensaciones distintas. Fíjate bien en la moto amarilla de la foto de apertura. ¿Le falta algo? Claro, la horquilla. Se trata de la Tryphonos, un espectacular diseño alternativo con basculante y dirección por empujador... Al otro lado, un diseño más conocido y menos impactante, una BMW «Tele-

ver», preciosa y muy bien preparada. Por fin, como mejor representante de las motos «normales», una Ducati 996.

Enfrentamos presente y futuro de las suspensiones delanteras en un trabajo que podría también titularse «Comparativa de Suspensiones, 2ª parte». La primera sería cualquiera de las múltiples apariciones en MOTOCICLISMO en los últimos... digamos treinta años, de motos dotadas de horquilla convencional o telescópica. Aunque a lo largo

de la historia de la motocicleta moderna se han sucedido los intentos de arrinconarlas, lo cierto es que «tres de cada dos» motos actuales la llevan. Algo tendrá el agua cuando la bendicen: al final, tras cada nuevo sistema «definitivo» anunciado, la simple, sencilla, eficaz y barata horquilla acaba siempre por imponerse.

**El por qué del Telelever**

El principal problema de las horquillas telescópicas es su fal-

ta de rigidez. Ello obliga a diámetros cada vez mayores o al uso de sistemas invertidos, y causa defectos estructurales, como el de «acuíamiento» de las barras en el interior de las botellas, que repercute negativamente en su funcionamiento. Además, el hecho de tener la dirección y la suspensión tan ligadas al efecto de la frenada, causa problemas entre ellos: cuando los muelles están comprimidos por la acción de los frenos, apenas pueden actuar como sus-

pensión, lo que afecta la direccionalidad sobre baches.

BMW «inventó» el Telelever -en realidad se inspiró en los diseños de un aficionado norteamericano- para disociar todos estos efectos. Este sistema usa la telescópica únicamente para la dirección, las barras están huecas, sin ningún elemento hidráulico. Se apoya sobre un puente situado en su zona media y una tija en su parte superior. La dirección funciona de manera normal, es decir, directa desde

# Tomando



**TIEMPOS EN CALAFAT**  
(Markus Barth)

Ducati 996	1.35.15
BMW MHG	1.36.00
Tryphonos	1.34.34

Como mejor referencia para el excelente 1.34.34 de la Tryphonos hecho por Markus, anotamos los mejores tiempos conseguidos en el curso del «Master Bike 1998» en Calafat, calzando Michelin TX15-25 Race3... y con los pilotos ¡muy calientes!...

Kawasaki ZX-9R: 1.33.69.  
Ducati 916 SPS: 1.33.89.

# la alter nativa

el manillar, y la horquilla está apoyada sobre rótulas esféricas y gira tomando las cotas de ambos. La suspensión, por su parte, está a cargo de un amortiguador tradicional, con resorte e hidráulico, fijado en un punto del chasis y en la parte inferior en un basculante que hace describir a la rueda un arco.

Las ventajas principales son una mucha mayor rigidez, y sobre todo, como citábamos, la se-

paración de los efectos de suspensión y dirección. Así, los cambios de geometrías al actuar la suspensión son muy distintos, casi inexistentes porque la rueda no sube «hacia el conductor», sino hacia arriba: la moto no se acorta ni alarga, y por tanto no «cabecita» en frenadas y en aceleración, con lo que la estabilidad y aplomo quedan muy beneficiados sobre todo en motos muy pesadas y con grandes transferencias de masas. En las

grandes BMW «touring» el sistema Telelever es sencillamente imbatible.

En cuanto a esta especial BMW, se trata de la Boxer Team ganadora del Cto. alemán de Resistencia 1998 en categoría «Battle of twins», reservado a bicilíndricas -¡casi gana el absoluto!-, con un motor preparado hasta 1.162 cc y 118 CV a 7.800 rpm, -mayor diámetro, bielas de titanio, cilindros 8 mm más cortos para aumentar la distancia al suelo, escape MHG especial, reprogramación Eibach de inyección- y dotada de amortiguadores especiales Sachs, 20 mm más largos que de serie y multiajustables. Los frenos son Brembo de 320 mm y pinzas oro «ex-Dooohan» (sic), con bomba Magura, y monta Michelin Race 3. En total, pese al carbono usado, 202 kilos.

### Sistema Tryphonos

Creada por Michael Tryphonos -ingeniero londinense de cuyos ancestros griegos da perfecta muestra su nombre, los «tres sonidos» representados en su logo- que ha dedicado ocho años a su proyecto, y realizada por la firma Performoto, es el cuarto prototipo de una saga que ha contado con motores Kawa y GSXR anteriormente. La unidad «definitiva» de la



La Ducati es un perfecto ejemplo de suspensiones «tradicionales» de funcionamiento óptimo gracias a esa horquilla Showa de barras invertidas y al basculante monobrazo con amortiguador y bieletas.



Tryphonos, de la que se pretende fabricar una serie de veinte unidades a un precio similar al de una 996, monta un motor de RF 900 F de estricta serie, unos 135 CV, para propulsar un conjunto que ronda los 160 kilos en configuración «racing», y apenas diez más con todo lo preciso para rodar en carretera.

¿La encuentras parecida a la Tesi de hace algunos años? Sólo en algunos aspectos. El principal, desde luego, el uso de un basculante sobre el que «pivota» la rueda delantera. En el lado izquierdo, anclado sin bieleta, es decir, sin progresividad, un amortiguador Penske espe-

cial, que ofrece 115 mm de recorrido. El tirante que se aprecia en este lado es el soporte del buje al que se acoplan las dos pinzas de freno PFM de seis pistones cada una, que frenan un único disco ventilado de 320 mm situado en posición central. La llanta delantera es de carbono, de 3,50" -detrás 6,00", ambas en 17"- calzadas con gomas Avon de «Sport Production».

Aunque el chasis de aleación en «U» es parecido, en la «Try» va «por debajo» en lugar de por «arriba» como en los casos de la Bimota o la Yamaha GTS. La distancia entre ejes es regulable entre 1.395 mm y 1.400 mm, de la misma manera que los parámetros básicos de geometría: desde 16° a 20° y 80 mm a 105 mm en lanzamiento y avance respectivamente. Detrás se usa un sistema progresivo «normal», de una GSX R 750 del '98, con 130 mm y amortiguador Ohlins.

La dirección propiamente dicha se rige desde el tirante derecho, mediante un eje que discurre frente al motor y que toma directamente la fuerza del manillar para trasladarla al especial «Hub Center Steering» o eje giratorio situado en el buje central de la rueda, una patente que constituye «la madre del cordero» de este diseño. Michael Tryphonos nos comentaba que, contrariamente al «falso buje de giro» de la Yamaha Omega, el suyo es de alguna manera parecido al de la citada Tesi, y que toma ciertos aspectos del sistema «Difazio»... «El objetivo principal de este sistema es disociar los efectos de la frenada en la acción de la suspensión, para facilitar ambas cosas, frenar hasta dentro de la curva y hacerlo con una agilidad superior. Y sobre todo, evi-

tar el «acuñamiento» que afecta al funcionamiento de una horquilla tradicional al flexar bajo esfuerzos fuertes, sobre todo de baches tomados en plena frenada. Pero no he querido eliminar el «dive» o hundimiento, porque transmite información de las transferencias de pesos, así que en este aspecto el Tryphonos da las mismas prestaciones que una horquilla»...

### La horquilla convencional

Veamos cómo funciona una horquilla tradicional. Sea con-

vencional -botellas abajo, barras arriba- o invertida -al revés-, mecánicamente es muy simple: dos brazos unidos a las tijas de suspensión que se introducen en unas botellas que se unen el eje de la rueda delantera. Como elemento elástico, unos muelles. Como amortiguador, un sistema hidráulico acogido en las propias botellas. Frente a otros sistemas, sus ventajas son su relativa ligereza, la facilidad con que acogen elementos hidráulicos, su coste moderado y su independencia del diseño del chasis: pueden cambiarse fácilmente

BMW desarrolló el Telelever pensando en motos pesadas y la verdad es que en esa aplicación es imbatible, consiguiendo que esta moto se defendiera notablemente en Calafat: horquilla «guiada» por basculante delante y basculante Paralever sin bieletas detrás.



Seguro que te recuerda a una Yamaha GTS o Bimota Tesi: el concepto es similar, pero lo importante es lo elaborado que está y la puesta a punto del detalle. Gracias a eso esta moto es terroríficamente eficaz, a la vez ágil y estable: una revelación.

## ¿Cómo actúan?

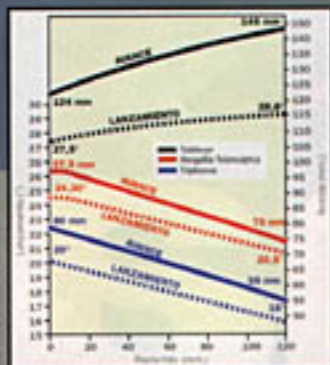
En una horquilla delantera el ángulo de dirección está definido por el de la pipa, solidaria con el chasis. Así, la inclinación del bastidor conlleva la de la dirección y una variación automática de las geometrías: el chasis bascula en las frenadas y se reduce el ángulo de dirección, y ocurre al contrario en las aceleraciones. Las variaciones dependen pues solamente del recorrido de las suspensiones -y de la distancia entre ejes, junto con la longitud del basculante-, y son lineales tras superar los primeros mm de «espacio muerto» superior. Al disminuir el ángulo lo hace también el avance, con mejor facilidad para cambiar de dirección. El sistema Telelever, por el contrario, no tiene estos condicionamientos, ya que la inclinación del chasis se

contrarresta con el movimiento ascendente de los tirantes, que aumenta el ángulo, de modo que la geometría no debe acompañar los baches y frenadas, sino que ángulo y avance varían dependiendo del cálculo de los puntos de anclaje, dado que la rueda describe un arco referente al basculante. De hecho, el Telelever, tanto el ángulo de dirección como el avance aumentan significativamente cuando la suspensión delantera se comprime, y en cualquier caso varían mucho menos que en una telescópica. Además, si en una horquilla el cambio de geometría es más acentuado cuanto más se hunde, en la

Telelever queda prácticamente anulado al final del recorrido y se convierte en constante... El sistema alternativo Tryphonos busca reunir inteligentemente ambas ventajas. Por un lado, como vemos en sus trazas de variación de geometrías con el recorrido de la suspensión, se «acorta» y «cierra» exactamente bajo la misma constante -1" y 5 mm menos por pulgada de «hundimiento», lo que da la misma «inclinación» del gráfico- que el de una

deportiva radical como es la Ducati, lo que probablemente es responsable del maravilloso e inmediato «feeling» que ofrece esta moto: te parece estar conduciendo una moto «normal». Sin embargo, gracias a disociar los efectos de suspensión del de dirección, Tryphonos consigue

usar unas geometrías impensables en una moto «normal». Sus parámetros básicos pueden ser regulados desde 16° a 20° en ángulo de dirección y desde 80 a 105 mm de avance, y usa normalmente unas medidas que ni siquiera las 500 de GP convencionales pueden soñar. Para confeccionar el gráfico hemos partido de 80 mm de avance y 20° -una medida conservadora-, pero en Calafat la moto estuvo reglada en [nada menos que 16" y 89 mm], con lo que en «entrada en curva», es decir, con la suspensión comprimida a tope, conducíamos una moto con solamente 11 grados de ángulo de dirección...



Variaciones de cotas		
RECORRIDO	a 0 mm	a 120 mm
TELELEVER	Avance 124 mm	145 mm
	Lanzamiento 27,5°	28,8°
TELESCÓPICA	Avance 97,5 mm	75 mm
	Lanzamiento 24,2°	20,2°
TRYPHONOS	Avance 80 mm	55 mm
	Lanzamiento 20°	16°

El estudio (página siguiente) sobre la telemetría evidencia grandes diferencias de funcionamiento de las suspensiones, pero al piloto esto, es decir, cómo y cuánto se mueve el amortiguador, apenas le interesa, sino el comportamiento general, es decir, como se solucionan los movimientos y desplazamientos de la propia moto en baches y frenada. Tomando la Ducati como referencia, la BMW mantiene una estabilidad de marcha digna de un transatlántico, gracias a que la moto no se acorta al llegar a las frenadas, aunque se nota claramente cómo la rueda anterior se mueve mucho, y llega a rebotar en algunas ocasiones -en parte porque tiene mucho trabajo, es una moto pesada-.

No se produce el típico «freno» de dirección... De todas maneras, como no gas, y ahora se alargará -sino que todas las maniobras puedes hacerlas independientemente. Puedes entrar frenando hasta «la cocina», casi hasta el ápice de la curva, abrir mientras sigues con el freno atacado... No notas variar su «estabilidad» porque desde «arriba» -y muy arriba, es la moto de carreras más alta del mundo- no hay cambios visibles de geometrías. En las curvas rápidas, es una moto imperturbable, así que puedes concentrarte en el agarre de los neumáticos y en la trazada, olvidándote de las reacciones de la suspensión delantera. No todo es bueno: la moto es larga -y pesadota-, justo cuando no debe, en los ángulos hay que meterla con decisión y la moto parece siempre tres tallas superior... De todas maneras, como no



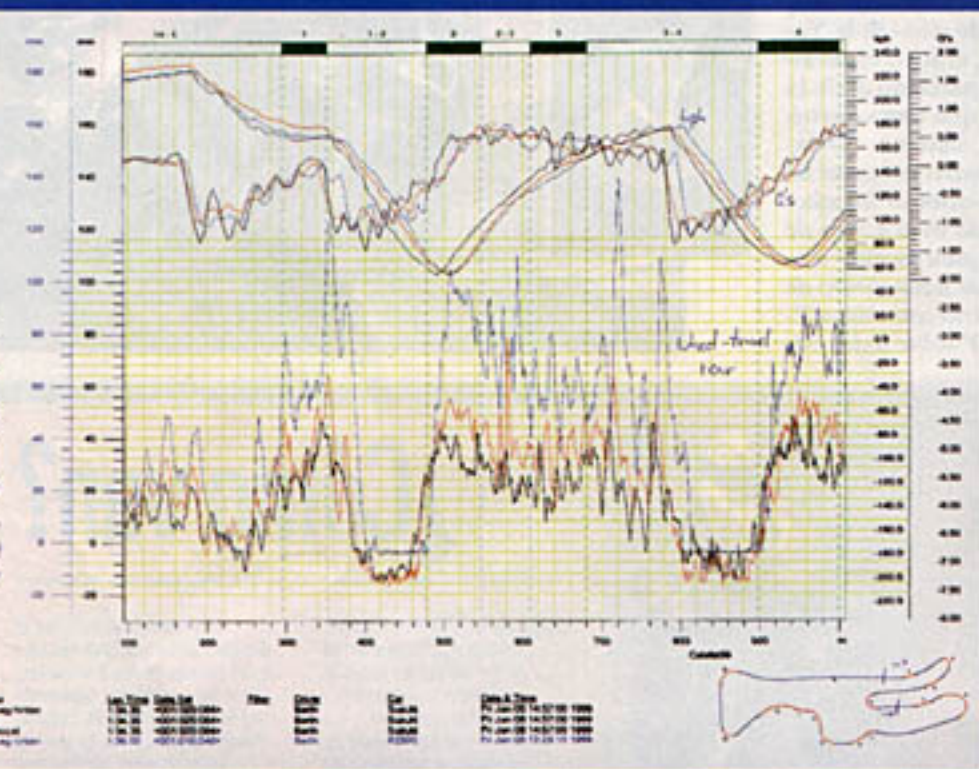
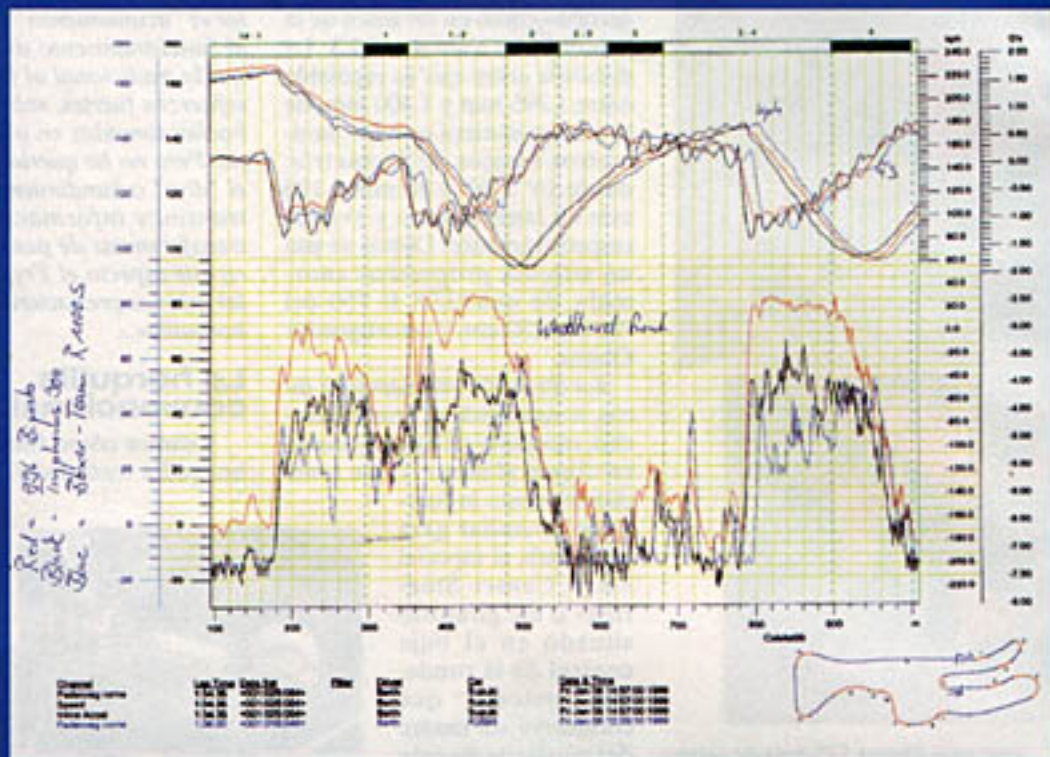
«notas» que se te vaya a «romper» en las frenadas, acabas por frenar tarde y duro, y eso, aunque no afecte a la estabilidad, «vuelve loca» a la suspensión y rebota demasiado... Por eso, aunque según el estudio de Pepe las suspensiones van mal, el «elefante» bávaro hizo unos tiempos bastante convincentes incluso en Calafat, una pista muy poco adaptada a sus características. La Tryphonos es una moto sorprendente. Aunque a baja velocidad parece que «se te vaya a caer» porque el manillar describe un arco en

lugar de girar sobre la pipa. «como Dios manda», al pasar de 20-30 km/h la moto se estabiliza y funciona «normal»... Lo primero que sorprende es su enorme precisión de dirección. Si en la Ducati «notas en el manillar cada uno de los badenes» del «pil-pil» de entrada a la parabólica, una «esse» en tercera con un cambio rápido de inclinación sobre un rasante, la Tryphonos «se come» este bache «sobrevolándolo», de manera que la direccionalidad se mantiene simplemente perfecta. Pese a ello, en las frenadas, a diferencia de la Telelever, la moto se acorta y ofrece prácticamente la misma información al piloto que una horquilla tradicional, siendo extremadamente insensible a las vibraciones producto de los rizados al evitarse el problema del «acuñamiento» de las barras de las horquillas, que las endurece, pudiendo así funcionar con un frenado menor al principio, lo que da una enorme confianza y sensibilidad en cuanto al agarre del neumático delantero. Además, como decíamos, en los ángulos, la moto entra bien, fácil, gracias a que su diseño permite un manejo convencional... El resultado, en Calafat, excelente, la moto es precisa en las rápidas, eficaz ante los baches y las frenadas y ágil en los cambios de inclinación, y pese a su motor de serie y de «sólo 135 CV», ha hecho unos tiempos excelentes. ¿Es la Tryphonos el huevo de Colón? A ver si resultará que el amigo Cristóbal no era genovés, sino inglés y de ascendencia griega...

# Telemetría

■ Las curvas de los recorridos de las suspensiones delanteras y traseras de las tres motos de esta prueba muestran los tres diferentes comportamientos de los sistemas de suspensión delantera. El estudio se realiza entre la frenada de final de recta de Calafat y el comienzo de la aceleración tras el ángulo de la «escuela». Las líneas superiores indican la velocidad y se observa como las motos frenan en la recta, sueltan frenos en la curva rápida de izquierdas y rápidamente vuelven a frenar para el ángulo. Tras la aceleración de nuevo hay una frenada brusca y el gráfico acaba en la aceleración posterior.

En rojo aparecen los datos de la Ducati 996, en negro los de la Tryphonos y en azul los de la BMW M1G. Aunque la superposición de las líneas en ocasiones hace difícil distinguirlas, se observa como cada una actúa de diferente manera, aunque también los reglajes intervienen de manera importante. La horquilla telescópica de la Ducati es la de funcionamiento más pausado, con hidráulicos más duros, y se observa como incluso en las zonas de mayor recorrido, cuando está prácticamente haciendo tope, sus oscilaciones son más lentas. En las frenadas no hay grandes rebotes, pero es una



horquilla de reacción rápida frente a las diferentes sollicitaciones, como indica el inmediato estiramiento al acelerar, o la sensibilidad en la recta al hundirse claramente en los cambios de marcha.

La horquilla Tryphonos es bastante más sensible, tiene una mayor frecuencia de oscilación y trabaja con un movimiento constante de extensión y compresión de la rueda delantera, y también con reacciones más bruscas cuando la suspensión llega al límite de su recorrido.

El sistema Telelever de la BMW es sin duda el menos previsible de los tres. Sus grandes oscilaciones indican mayores rebotes de la rueda y un muelle menos frenado que en sus rivales, que en ocasiones dibuja una gráfica un tanto extraña en las frenadas, con zonas en las que la rueda está comprimida y otras donde ha quedado más suelta.

El trabajo de las suspensiones posteriores es mucho más homogéneo en las tres motos, ya que independientemente del recorrido de cada una, tanto la velocidad de respuesta del amortiguador como las oscilaciones son parecidas, aunque, de nuevo, la BMW muestre una suspensión mucho más oscilante que sus rivales, que convierte a la bicilíndrica alemana en la moto a priori menos ajustada para el circuito donde se ha realizado la prueba.

Pepe Burgaleta

te y sin problemas las horquillas independientemente, y también un simple cambio de tijas permite variar las geometrías del conjunto.

Además, y lo más importante y que ha generado su éxito, su acción ofrece una excelente variación de geometrías. Cuando la moto frena, se produce un desplazamiento de masas hacia delante y se hunde la suspensión, lo que pro-

duce una disminución de los tres elementos básicos de la geometría de una moto: la distancia entre ejes, el ángulo de dirección y el avance. Ello conlleva una menor tendencia de la moto a ir en línea recta, lo que favorece la entrada en curvas. Al acelerar, ocurre lo contrario: los valores aumentan y también la «estabilidad». En definitiva: una moto con horquilla telescópica tiene

«per se» un comportamiento que la beneficia.

Imaginemos, pues, que todas las motos del mundo fueran como la Tryphonos o la Telelever de este ensayo, y que como innovación revolucionaria llegara un sistema alternativo denominado «Front Telescopic Fork», que proclamará y demostrará una vez en marcha las citadas ventajas. Repetimos: al llegar a las curvas, la

horquilla ajustaría automáticamente las geometrías -la moto se «acortaría»- para conseguir la máxima agilidad, y al acelerar a la salida, la moto se «alargaría» para dar estabilidad. ¡Lo consideraríamos, sencillamente, genial!...

O sea, que la horquilla, de mala, nada...

Pere Casas

Fotos: Joan Carles Orengo