

LA COPPIA PIÙ BELLA DEL MONDO

“Nun guardàllo (il tachimetro, ndr), che segna meno!”, “ Ce levo ‘a marmitta, ce metto er tubbo dritto e guadagno 2 chilometri!”, Vittorio Gasmann, alias Bruno Cortona, riferendosi alla sua adorata Aurelia B24 in due distinte scene de “Il Sorpasso”, regia di D.Risi , 1962.

Versilia, Estate, anni “60”. Night club “La Bussola”, Marina di Pietrasanta . Sulla ghiaia del parcheggio, al fianco di Flaminia e Aurelia, fiammanti “Giulietta” rigorosamente scappottate sembrano fare il verso ad opulente americane pinniformi. C’è anche la Maserati 3500 GT del “Cumenda”. Tutt’intorno è un’assedio di 600, Vespa e Lambretta.

L’Italia del Boom, al meno nel divertimento, non è classista. C’è ancora troppa voglia di dimenticare l’urlo delle sirene, le macerie, gli stenti, per esserlo. Basta con gli stracci, i cessi sui ballatoi, le storie strappa lacrime alla “Umberto D.” Chi può ostenta, gli altri applaudono e la festa è riuscita per tutti. L’euforia per lo scampato pericolo della miseria distende gli animi attenuando il contrasto tra scooters e fuoriserie.

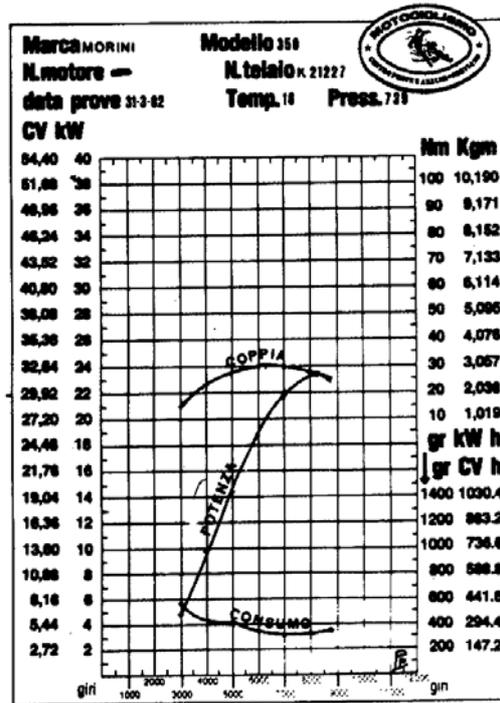
Nell’aria tiepida sospinta dalla brezza marina si espandono le note sapientemente modulate dalle voci ruffiane di Fred Bongusto , Bobby Solo, Gino Paoli, Peppino di Capri ed altri che invitano coppie improvvisate e non ad allacciarsi in un “lento” galeotto al chiaro di Luna.

C’è grande attesa stasera. Tra poco si esibirà una cantante della nuova generazione, quella degli “urlatori”, una spilungona dalla voce portentosa. Ripete ossessivamente uno stravagante ritornello, - una zebra a pois -, obbligando chiunque l’ascolti a contorcersi freneticamente.

Poi un improvviso frastuono rompe l’incanto della notte. E’ il rombo di una grossa moto, forse una moto inglese. Allora quella piccola folla gaudente ammutolisce e si quietava come in un fermo immagine. Gli sguardi tutti si concentrano sul motociclista, il quale con gesto gentile smonta, allunga un elegante tocco al cavalletto laterale estraendolo ( Quello centrale presuppone erculei sforzi poco coreografici) e si avvia alla lussureggiante mescita. Indossa una minacciosa giubba nera in pelle con strass da “Rocker” anglosassone (No, non era Sergio) evocante catene e scontri tra bande e che stride con la florida e rassicurante abbronzatura alla Porfirio Rubirosa. Poi le immagini tornano a scorrere e le persone a vociare. Un gruppo di intraprendenti ragazzotti si fa intorno al biker senza nome e lo bersaglia con raffiche di domande sull’esotica cavalcatura : “Quanto fa?”,

“Quanti cavalli ha?” e via incalzando.

Molti anni sono trascorsi da quelle serate spensierate e di quell’Italia si è spento anche il ricordo. Ma quell’ultima scena, mutatis mutandis, si ripete frequentemente ancora oggi e le domande più o meno



Moto Morini 350 K1

restano invariate. Per coloro i quali si ostinano romanticamente, come noi morinisti, ad usare moto (od auto) classiche, la madre di tutti i quesiti è però l’inoscidabile tormentone –di che anno è-quanto vale-. Ma il celeberrimo “quanto – fa –“, abbreviazione gergale di “quanti chilometri all’ora percorre?”, non è passato mai di moda. Segno forse che la sbruffoneria di quel Bruno Cortona protagonista del “Sorpasso”, noi Italiani, la conserviamo nei cromosomi.

Sicuramente il significato e l’approccio alla velocità è cambiato, come acutamente osserva Vincenzo nel suo articolo apparso sul numero scorso del Notiziario Morini, fornendoci un ottimo spunto di riflessione. Diventando fenomeno di massa la velocità ha smesso di essere culto riservato ad un manipolo di temerari, perdendo lo spirito cavalleresco da “pionieri dell’aria”. La moto che –fa – i 300Km/h con 180CV è oggi soltanto il “pass” per essere riconosciuti o entrare nella comunità giovanile al pari, dell’iPad, delle Reebok Pump o del cellulare ultima generazione .

Rimane il fatto che la velocità di punta e la potenza massima di un veicolo continuano ad essere dati

estremamente richiesti dal pubblico e assillantemente sbandierati da riviste e trasmissioni del settore.

Ma sono veramente così determinanti ed esaurienti?

Quanti utenti delle due o quattro ruote riservano la giusta considerazione ad un altro dato, meno appariscente, probabilmente perché di non immediata comprensione (come l'idolatrata velocità max o potenza max), vale a dire quello della "Coppia Motrice"?

Il consumo di combustibile (Particolarmente nell'attuale congiuntura economica) e la massa a vuoto sono altre informazioni fondamentali, facilmente ed intuitivamente interpretabili.

Si potrebbe ottenere la stessa comprensione spiattellando nudo e crudo il grafico della coppia motrice? E che dire di un bel titolone a caratteri cubitali incentrato sul valore max di Coppia per lanciare un nuovo modello sportivo? Probabilmente una campagna pubblicitaria così concepita sarebbe un fiasco (Che ne pensi ZetaZeta?). Motivo? Il grosso pubblico ignora cosa rappresenti in realtà la Coppia Motrice, e a ben guardare, anche tra gli appassionati non sempre le idee sono chiare...

Vale la pena tornare sull'argomento nella forma e nei limiti di un approccio essenzialmente divulgativo e non strettamente tecnico o accademico.

Cominciamo da una poderosa formula (Vi prometto che di formule ne utilizzerò il meno possibile) che esprime la Potenza meccanica espressa dal motore a meno dei vari rendimenti e attriti.

$$(1) \quad P = M_t \times w$$

P = Potenza meccanica ; kW (chilo=1000 Watt)

M<sub>t</sub> = Momento torcente o Coppia Motrice; Nm (Newton per metro)

w = velocità angolare ; p/s (radianti al secondo)

Commentando la formula della potenza ometteremo l'analisi dimensionale limitandoci alla sola interpretazione fisica. Le unità di misura riportate in alto sono quelle ufficiali del S.I., Sistema Internazionale (Detto anche MKS), poco usate nella pratica del linguaggio comune.

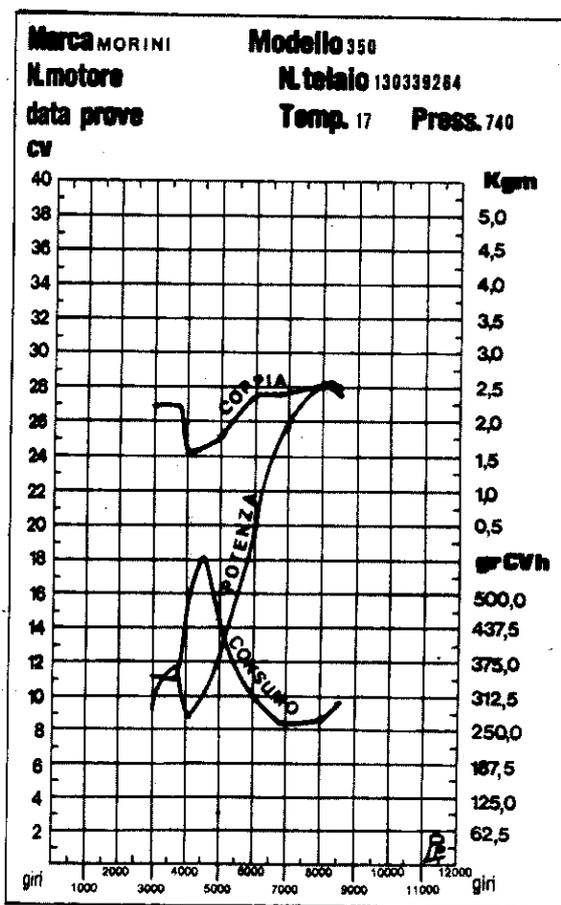
Ci riferiremo inizialmente ai valori di potenza e coppia motrice all'albero motore, successivamente vedremo cosa succede considerando l'"output" alla ruota, chiarendo il ruolo del cambio.

Dunque la formula (1) ci dice che noti i valori della coppia Motrice per ogni regime di rotazione (Cioè il diagramma o curva di Coppia) è possibile risalire al valore della Potenza meccanica corrispondente eseguendo il prodotto tra Coppia a quel dato numero di

giri e la velocità di rotazione(Detta angolare) dell'albero, quest'ultima molto più spesso espressa in giri/min piuttosto che in p/s (radianti al secondo, cioè angolo espresso in radianti e spazzato nell'unità di tempo).

Sovrapponendo Il diagramma della Potenza Meccanica ottenuto con la legge (1) a quello noto (Per esempio sperimentalmente tramite prova al dinamometro del propulsore) della Coppia motrice, si nota una sorprendente discrepanza. Come si evince dal confronto dei valori di Potenza Meccanica Max e Coppia Motrice Max (Forniti per altro da tutti i costruttori ) di un qualsiasi motore a combustione interna, essi, inaspettatamente(Per i non addetti..), sono espressi a regimi di rotazione differenti.

Esempio, Moto Morini Corsaro 1200: Pot max 140CV DIN(112 KW) a 8500 giri/min, Coppia Motrice Max 112Nm (12,5 Kgforza X m) a 6500 giri/min. Come si vede la Coppia raggiunge il suo picco 2000giri/min



Moto Morini Kanguro

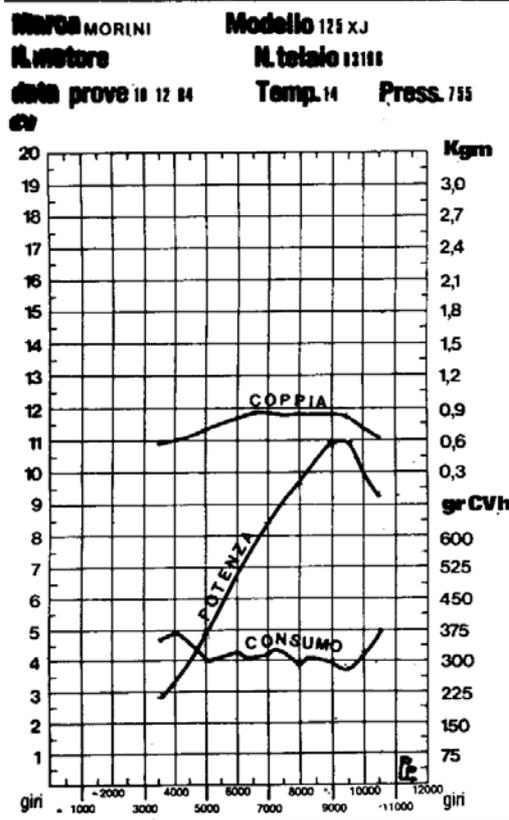
prima della Potenza. A titolo comparativo vediamo come si comporta un mostro a due ruote, la Yamaha 1000 YZF R1 2009 : potenza 182 CV DIN a 12500 giri, coppia max 106Nm (11,8 kgm) a 10000 giri. I picchi stavolta sono separati da 2500giri/min e la coppia max è inferiore a quella del Corsaro (Che può però contare su circa 200cc in più). Inoltre il quadricilindrico Yamaha raggiunge il picco di Coppia ben 3500 giri/min dopo il bicilindrico Morini (Niente male 'sto Lambertini..).

Come mai i picchi di Potenza e Coppia sono espressi a regimi di rotazione diversi?

Volendo rispondere nel modo più semplice e sintetico (Con buona pace degli esperti in Fluidodinamica e altri dotti di ogni razza e credo) la ragione si può identificare nel rendimento volumetrico. Un motore infatti per certi versi si comporta come una "pompa" e la carica di miscela aria/benzina che riesce ad incamerare durante il funzionamento raggiunge il limite superiore ad un regime di rotazione inferiore a quello massimo. In altre parole la fase di aspirazione al crescere dei giri motore viene completata in un tempo  
v i a

decescente. Da un certo valore in poi di  $t_a$  (Durata Fase di Aspirazione), l'operazione di riempimento del cilindro sarà effettuata in modo da allontanarsi progressivamente dalla situazione ideale, quindi il quantitativo di miscela effettivamente introdotto sarà sempre meno rispetto a quello ottimale (Riempimento incompleto). Ciò influisce sulla curva di Coppia che inesorabilmente inizierà a decrescere, ben prima che la Potenza abbia toccato il massimo. Dalla formula (1) infatti si deduce che, essendo la diminuzione della Coppia compensata dall' incremento della rotazione, il prodotto  $M_t \times w$  (Cioè la Potenza) sarà ancora crescente. Questa tendenza si ribalta dopo il picco di Potenza, in quanto il rendimento volumetrico letteralmente precipita. Ciò nonostante, soprattutto nelle competizioni, si ricorreva (Quando limitatori o cambi "intelligenti" erano di là da venire) frequentemente alla (Rischiosissima) pratica del "fuori giri". Lo scopo era principalmente quello di compensare il calo di giri nei cambi marcia.

A questo punto siamo pronti ad un ulteriore passo in avanti. Infatti è opportuno domandarsi quali siano le variabili che incidono sul verificarsi del fenomeno sopra descritto e più in generale sulla "forma" della curva di Coppia.



Moto Morini 125 KJ

L'elenco è lungo. Citiamo le principali riferendoci ad un'unità a 4 tempi ad alimentazione atmosferica, consapevoli che l'elenco è incompleto. Vediamo un po'; senz'altro la cilindrata, presenza e geometria di airbox e filtri, la geometria dei condotti di aspirazione, il profilo delle valvole, il numero delle valvole, la geometria della camera di scoppio e del cielo del pistone, il rapporto di compressione, il diagramma di distribuzione e l'alzata (Cioè profilo ed eccentricità della camma), la durata della fase di incrocio delle valvole, la velocità lineare del pistone, geometria e lunghezza dello scarico, presenza di dispositivi per la riduzione delle emissioni sonore... Nell'elenco non compaiono dispositivi elettronici (Con relativi moduli pensanti) come variatore di fase della distribuzione, condotti a lunghezza variabile, sensori, catalizzatori etc (Siamo o non siamo amanti delle moto classiche?).

Non entreremo nel merito di ogni singolo contributo attribuibile ai fattori elencati prima (Tirate pure un respiro di sollievo..). Ci limiteremo ad osservare che una curva di Coppia che abbraccia il più ampio intervallo di regimi di utilizzo del motore, possibilmente con pendenze contenute e valori medi il più possibile elevati nell'arco di utilizzo, presuppone indiscutibilmente un'ottimo lavoro di progettazione e sviluppo proprio in quei reparti che abbiamo ricordato

**L'ANGOLO TECNICO**

precedentemente. Vedete quante informazioni ci offre direttamente o indirettamente la Coppia Motrice?

Ma vi sono altre variabili che hanno il loro peso e che è arrivato il momento di prendere in esame.

Esaminiamo brevemente la formula relativa alla Coppia Motrice : (2)  $M_t = M_i \times a$

$M_t$  = Momento torcente o Coppia Motrice; Nm (Newton per metro)

$M_i$  = momento d'inerzia [kg x m<sup>2</sup>]

$a$  = accelerazione angolare [rad/s<sup>2</sup>]

La (2) altro non è che l'espressione, riferita ad un corpo rigido con massa omogenea ruotante attorno ad un asse stabilito, dell'universalmente nota Seconda Legge (o Principio) della Dinamica, la quale sancisce, vettorialmente, l'uguaglianza tra Forza e prodotto tra la massa di un corpo e l'accelerazione lineare che la Forza stessa imprime al corpo medesimo.

Dunque la (2) ci consente di valutare la forza che esercitata dagli stantuffi in moto rettilineo alterno viene trasformata dal manovellismo ordinario in rotazione dell'albero e in definitiva in Momento torcente (o Coppia Motrice) disponibile all'albero motore.

La forza esercitata dagli stantuffi dipende oltre che dagli elementi già elencati, anche (e non solo) da numero e disposizione dei cilindri, vale a dire dall'architettura del motore, unitamente al rapporto,  $l$ , esistente tra lunghezza di biella e quella di manovella

( $l = l_b/l_m$ ), fattori geometrici essenziali per la determinazione dell'entità delle componenti variabili orizzontali e verticali sui perni dell'albero motore tra 0° e 360° (Giro completo).

Non guasta ricordare una volta in più l'importanza fondamentale della cilindrata (Unitaria e totale) che senza dubbio apporta il contributo maggiore a "sollevare" (elevare i valori ad ogni regime), "stirare" (mantenere costante e graduale l'incremento) e "allargare" (Estendere i regimi di utilizzo) il grafico, il famoso "uncino", della Coppia Motrice.

Nelle considerazioni precedenti trova fondamento l'idea guida della scuola motoristica americana, da sempre promotrice delle grosse cubature in campo automobilistico e motociclistico, sintetizzabile nel motto "Niente è barattabile con i pollici cubici se non più pollici cubici".

E questo almeno in parte giustifica il costante e inarrestabile incremento di cilindrata di moto e scooters.

Il rovescio della medaglia è l'aumento di ingombri, massa totale, consumi (e imposte..) che in un motoveicolo dovrebbero essere il più possibile contenuti (Ma c'è anche chi ama dinosauri tipo Triumph Rocket III, tre cilindri, 2300cc, 20Kgm di Coppia Max, il 90% della quale disponibile già a 1800 giri/min, ma circa 360 kg in ordine di marcia...). Per questa ragione l'impiego di leghe di alluminio è sempre più esteso, anche per componenti fortemente stressati.

Tornando alla formula (2) tentiamo di dare un'interpretazione alla prima grandezza che compare a secondo membro, identificata come Momento d'inerzia. Non daremo l'espressione matematica di tale grandezza che nel caso più generale fa ricorso all'algebra dei tensori (Mamma mia che brutta parola!), ci limiteremo a darne una spiegazione intuitiva.

In quale modo la massa "ostacola" l'aumento della velocità di rotazione dell'albero motore o, che è equivalente, la decelerazione dello stesso? Premettiamo che la massa in questione è relativa all'intero sistema stantuffo completo, biella, manovella/ perno, (Nonché al volano) e moltiplicata per il numero di cilindri.

Se, per semplicità, ci riferiremo al solo albero motore, il Momento d'inerzia ci darà il quadro fedele di come la massa sia distribuita rispetto all'asse di rotazione e questo permetterà di valutare i differenti contributi all'inerzia dell'albero mano a mano che ci si allontani dall'asse di rotazione (Geometria dell'albero). Infatti tali contributi sono proporzionali al quadrato della distanza dall'asse stesso, per questa ragione le parti dell'albero motore (Per esempio i contrappesi o mannaie) che incideranno maggiormente sull'inerzia sono quelle più "lontane". Questa proprietà è ben nota ai preparatori ("Er modifica" sei all'ascolto?) che dedicheranno buona parte delle loro cure a "sfinare" i contrappesi (Anche per ragioni aerodinamiche), tornire e forare l'esterno dei volani (O anche sostituendoli con altri di diverso materiale o foggia) e alleggerire (Ed equilibrare) tutto il possibile (Pistoni, bielle, ingranaggi etc).

Una nota la dedichiamo a sottolineare l'importanza della qualità costruttiva di un motore, intesa come scelta di materiali, rispetto assoluto delle tolleranze di progetto, finiture superficiali, tipo e qualità dei cuscinetti. In particolare elevati attriti interni riducono

l'entità dell'accelerazione angolare (a) e conseguentemente Coppia e Potenza.

Fino ad ora abbiamo considerato la Coppia Motrice di un propulsore scegliendo come "output" l'albero motore.

Dedichiamoci adesso a considerare il trasferimento della Coppia dall'albero alla ruota (Motrice), evidenziando il ruolo del cambio. Riprendiamo la formula iniziale (1),

$$P = M_t \times w$$

P = Potenza meccanica ; kW (chilo=1000 Watt)

$M_t$  = Momento torcente o Coppia Motrice; Nm (Newton per metro)

w = velocità angolare ; p/s (radianti al secondo), -giri/min-

e interpretiamola al variare del rapporto al cambio prescelto (Fissato quello corona/pignone). Dato che la Potenza massima espressa dal motore è (Quasi) invariante e i giri completati dalla ruota in un minuto saranno crescenti (Per un dato valore di rotazione dell'albero motore, ad esempio il massimo) al crescere del rapporto, in virtù della (1), per l'uguaglianza tra primo e secondo membro, deve essere che la Coppia Motrice decresce. Vale a dire che il veicolo in prima al regime massimo di rotazione del motore, svilupperà il valore massimo di coppia e la velocità di avanzamento minima, mentre in presa diretta (o nel rapporto più alto) toccherà la punta velocistica massima a fronte di una coppia alla ruota minima. Questo è il motivo che ci obbliga a ridurre il rapporto scalando marcia al crescere della pendenza del percorso stradale (qualcuno aveva già scoperto l'acqua calda?).

Quanto detto suggerisce che la scelta di spaziatura e numero di rapporti può favorire lo sfruttamento della Coppia Motrice a disposizione (e questo è vero in ogni caso), sopperendo parzialmente a curve di coppia appuntite e limitate ad un range di rotazione ristretto.

Due casi limite illuminanti. Prima del 1968, anno in cui vennero modificati i regolamenti tecnici per moto da GP, si videro in pista "cinquantini" bicilindrici (La Suzuki stava addirittura preparando un tricilindrico dodici valvole da 50cc) che superavano i 20000 giri/min, dotati in talune realizzazioni (Kreidler) anche di... 12 rapporti (4 marce unite a tre riduttori). Provate a immaginare i cambi di marcia per completare i 22.8 Km del Nordschleife! All'altro estremo, passando al campo automobilistico, troviamo la vincitrice della 1000km del Nurburgring del 1966, futuristica creazione del texano Jim Hall, la lattea Chaparral 2D, motore Chevy 7 litri, cilindrata unitaria quasi 900cc, dotata di

trasmissione automatica a 2 (due) soli rapporti!

Conseguentemente si può affermare che nonostante una progettazione ad hoc del cambio sia auspicabile, una coppia motrice sostanziosa semplifica la vita dei tecnici "cambisti" da un lato e degli utenti dall'altro, consentendo a questi ultimi di concentrarsi maggiormente sulla guida senza continui e affaticanti passaggi di marcia. Un suggerimento: leggiamo con molta attenzione i riscontri relativi alle prove di ripresa dalle basse velocità col rapporto più lungo, a volte evidenziano lacune che nelle altre prove di accelerazione un buon cambio e un abile tester, potrebbero aver mascherato...

Senza la pretesa di aver esaurito un argomento così vasto e ricco di sfaccettature come quello riguardante la Coppia motrice, ci auguriamo di aver acceso la curiosità dei lettori su questo essenziale aspetto della meccanica dei veicoli, spingendoli ad ulteriori approfondimenti.

In fondo, e penso agli emuli tutt'altro (Ahinoi) che estinti del tragicomico protagonista del "Sorpasso", la velocità massima (o la potenza massima) in sé non è poi un dato così imprescindibile. Tralasciando per un attimo l'esistenza dei limiti di velocità (E dei controlli elettronici...), occorre vedere in quale modo si raggiungono le alte velocità o come si riguadagnano dopo aver rallentato. Un'erogazione sostanziosa e progressiva consente di "uscire" rapidamente dalle curve senza funambolismi, di eseguire con disinvoltura sorpassi, di pennellare le traiettorie facendo lavorare al meglio le sospensioni, evitando di "tirare" il motore agli alti regimi, a tutto vantaggio dell'affidabilità meccanica, del contenimento dei consumi e del piacere di guida. Se poi proprio non volete rinunciare ai confronti da Bar dello Sport, prima di gettare il guanto di sfida assicuratevi di osservare con attenzione la vostra brava e sincera curva di Coppia (Magari prima dell'acquisto della moto...) e possibilmente di confrontarla con quella delle "rivali". Eviterete cocenti (e inevitabili) delusioni.

Mario

*- le curve di coppia e potenza sono tratte da Motociclismo 3/1985 (KJ 125), 5/1982 (350 K1) e 5/1983 (350 Kanguro),*