

TOP GANNA, LO SCERIFFO E L'AIRONE.

Il Giro d'Italia che si è concluso ieri, domenica 25 ottobre, a Milano, ha messo in evidenza Filippo Ganna. L'atleta piemontese, campione del mondo a cronometro, ha conquistato quattro tappe. Di queste, tre a cronometro (il prologo, la Conegliano-Valdobbiadene e la tappa finale). Era dal 1995 (Tony Rominger) che un atleta non vinceva tutte e tre le gare contro il tempo della corsa rosa. Prestazioni indubbiamente superlative quelle del portacolori della Ineos Grenadier, prestazioni che, con lo studio di Andrea Canella, specialista nell'analisi di dati e ciclistica appassionato, abbiamo voluto raffrontare con quelle di altri due grandissimi interpreti, in epoche diverse, delle gare contro il tempo: Coppi e Moser.

Introduzione.

Le prestazioni di Filippo Ganna, detentore del record del mondo nell'inseguimento con 4:01:934, ad oggi appaiono sbalorditive. Dall'ascolto di certi commentatori impavidi e poco propensi all'analisi, Filippo è stato spesso accostato a Francesco Moser e Fausto Coppi, dato che anche questi ultimi si sono proclamati campioni del mondo dell'inseguimento, ma senza considerare i contesti sociali e le distanze degli anni di riferimento. Abbiamo voluto calcolare la potenza espressa dai tre campioni, pur considerando le annate in cui le competizioni si sono svolte e le tecnologie di riferimento, soprattutto in relazione ai materiali di costruzione delle biciclette. I tempi di Coppi e Moser sono stati ricalcolati ai 4 chilometri, considerando una velocità costante di avanzamento. Pertanto il tempo di 6:30:00¹ scoccato da Coppi nel 1949 a Copenaghen sui 5 chilometri avrebbe comportato un passaggio ai 4 km di **5:12:00**, mentre il tempo di Moser 6:06:27² registrato nel 1976 al velodromo di Monteroni, avrebbe valso un passaggio di **4:53:02**.

Note Metodologiche.

Ottenuti i tempi dei passaggi ai 4 km, prima di procedere all'analisi è utile fare alcune precisazioni sulle ipotesi che hanno consentito il calcolo delle potenze associate ai singoli ciclisti. Normalmente il ciclista, per avere ragione delle resistenze che gli si oppongono nella marcia (l'aria, il peso e gli attriti), deve applicare sui pedali una determinata forza. In pratica: il gesto della pedalata. Un gesto che può essere eseguito a velocità più o meno elevate. La potenza viene quindi determinata dalla sinergia tra la forza applicata sui pedali e la velocità di esecuzione del gesto ciclistico.

Da qui la formula basilare della potenza ovvero:

$$P = F * v$$

Dove **P** è la potenza, **F** la forza applicata sui pedali e **v** la velocità di esecuzione del gesto. In conseguenza di questa formula: se volessimo aumentare una determinata potenza abbiamo due opportunità: applicare sui pedali una forza maggiore, oppure velocizzare la pedalata o entrambe le cose.

Nel sistema metrico italiano la forza è espressa in Newton (**N**) (un *newton* equivale alla forza necessaria per imprimere ad una massa di 1 kg un'accelerazione di un metro al secondo quadrato), la velocità è espressa in metri al secondo (**m/s**) e la potenza in Watt

¹ Il tempo di Coppi è stato preso dal libro "Fausto Coppi - Il romanzo di una vita, trionfi e lacrime" di Beppe Conti, Graphot Editrice

² Il tempo di Moser è stato estrapolato da un articolo di archivio dell'Unità "Un Moser d'oro nell'inseguimento" a firma di Gino Sala

(**W**). Ricordiamo che 1 Watt equivale alla potenza necessaria per sollevare di 1 metro un peso di 102 grammi in un 1 secondo.

E' possibile però aggirare il problema, calcolando empiricamente una media di questa forza istantanea per un determinato periodo di tempo; il risultato che otterremo ci fornirà la potenza media che un atleta è in grado di sprigionare in un intervallo temporale. Per ottenere la potenza media abbiamo bisogno di conoscere la somma delle singole potenze che occorrono per vincere la resistenza del peso (massa), degli attriti e dell'aria. Ecco quindi la formula della potenza media:

$$Wm=Wp+Wa+Wcx$$

dove **Wm** è la potenza media che otteniamo dalla somma delle potenze relative alle resistenze contro il peso (**Wp**), l'attrito (**Wa**) e l'aria (**Wcx**)³.

La formula corretta dovrebbe essere data dalla somma delle singole forze per la velocità $Wm=(\text{forza contro la resistenza del peso}+\text{forza contro le resistenze degli attriti}+\text{forza contro la resistenza aerodinamica})\cdot\text{velocità}$, ma per maggiore comodità e facilità di confronti utilizzeremo quella illustrata in seguito, che mette in relazione ogni singola forza con la velocità del veicolo. Quindi in ogni calcolo delle potenze singole verrà introdotto per la proprietà distributiva il termine **v**. Nel caso del calcolo della potenza in pista la formula si riduce alla seguente:

$$Wm=Wa+Wcx,$$

dato che la forza contro la resistenza del peso è nulla, in quanto il ciclista in pista non deve affrontare salite con pendenze.

ATTRITI (**Wa**)

Per ottenere invece i Watt necessari a vincere la resistenza degli attriti (**Wa**) si applicherà la seguente formula:

$$Wa = p \cdot a \cdot v \cdot 9,81$$

Dove **p** è il peso del ciclista e della bicicletta espresso in kg, **a** è un coefficiente ricavato da test di laboratorio (coefficiente di rotolamento che nel caso di un velodromo è pari a **0,001**) e dipende dalla capacità di scorrevolezza del battistrada sul fondo stradale, **v** la velocità espressa in metri al secondo e 9,81 una costante pari all'accelerazione di gravità. La resistenza all'attrito sta infatti in relazione con l'attrito stesso, il peso, la velocità e l'accelerazione gravitazionale.

AERODINAMICA (**Wcx**)

Per calcolare i Watt necessari per vincere la resistenza all'aria (**Wcx**) si utilizza la seguente formula:

$$Wcx=0,5 \cdot h \cdot m \cdot cd \cdot v \cdot v$$

Dove **h** è rappresenta la densità dell'aria e varia da valori di **1,23** sul livello del mare a **0,90** a 3.000 metri di altezza (fonte CNR), **m** è una variabile che rappresenta la superficie frontale in m² del ciclista e della bici, ossia la parte del corpo esposta alla resistenza aerodinamica all'avanzamento, **cd** rappresenta un coefficiente aerodinamico, estremamente difficile da stimare e variabile tra 0,6 e 0,9 e **v** la velocità espressa in metri al secondo. Un professionista impegnato in una cronometro avrà valori di **cd** molto

³ Si veda il seguente link per ulteriori chiarimenti: <http://www.rialbike.com/magicpower/watt-e-ciclismo/>

prossimi a **0,6**. Possiamo quindi dire che la resistenza dell'aria sta in relazione con la densità atmosferica, l'area frontale, il coefficiente aerodinamico e il cubo della velocità⁴.

Vediamo un esempio con i dati a nostra disposizione di come effettuare il calcolo della potenza sprigionata da Ganna

$$W_a = 89,5 * 0,001 * 16,52892562 * 9,81 \sim 14,51$$

$$W_{cx} = 0,5 * 1,23 * 0,435 * 0,62 * 16,52892562 * 16,52892562 * 16,52892562 \sim 749,01$$

$$W = 749,014 + 14,51 = 763,52$$

I valori ipotizzati per i tre ciclisti relativi al peso delle biciclette, al coefficiente aerodinamico e all'area frontale sono presentati nella seguente tabella:

Riders	Coppi	Moser	Ganna
Bike Weight	7,5	7,3	6,8
Fronta Area (m)	0,4	0,44	0,435
cd	0,788	0,776	0,62
CX	0,32	0,34	0,27
Total Weight (P)	76,5	86,3	89,5

I valori del coefficiente aerodinamico (**cd**), sono stati calcolati partendo da 0,8⁵, che è il **cd** medio di un ciclista medio per poi progressivamente togliere nel caso di Coppi 0,012 a fronte di una posizione in sella bassa e per Moser 0,024 dovuti a una posizione in sella bassa e all'impiego di un casco speciale e di un abbigliamento speciale, come è possibile evincere dalle immagini di Moser, di cui si allega il link qui sotto:

https://www.youtube.com/watch?v=P6_bGGIZqCM

Per quanto concerne l'area frontale (**m**) abbiamo considerato come valori di partenza:

- 0,5 per Ganna dal quale abbiamo sottratto 0,015 e 0,05
- 0,45 per Moser al quale abbiamo aggiunto 0,015 e sottratto 0,025
- 0,425 per Coppi dal quale abbiamo sottratto 0,025⁶

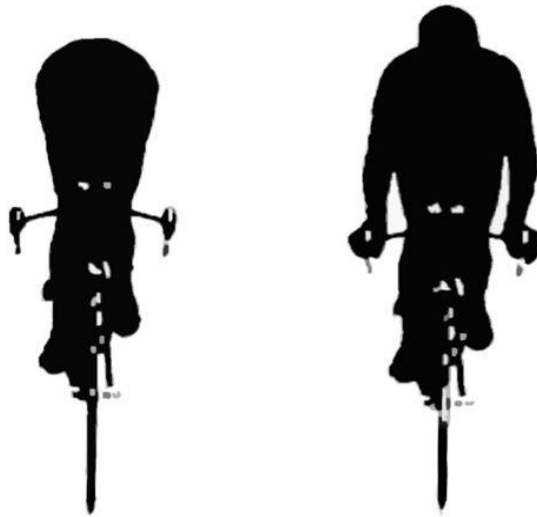
Diversi studi hanno evidenziato quanto questa misura influenzi il rendimento anche con minimi aggiustamenti posturali sulla bici. Un modello perfetto di posizionamento in bici, per la riduzione al minimo dell'area frontale e la conseguente resistenza aerodinamica, è osservabile nelle gare a cronometro o su pista⁷, anche se queste migliorie sono state utilizzate soprattutto a partire dalla metà degli anni 80.

⁴ Si veda ancora il sito <http://www.rialbike.com/magicpower/watt-e-ciclismo/> per approfondire.

⁵ Si consulti la tabella di calcolo del coefficiente aerodinamico nel sito http://www.pianetaciclismo.com/categoria/training/watt_e_ciclismo/2.html

⁶ Si consulti la tabella per il calcolo dell'area frontale nel sito <http://www.rialbike.com/magicpower/watt-e-ciclismo/>

⁷ Si veda il seguente link: <http://strada.bicilive.it/wiki-bike/guadagnare-watt-senza-allenarsi-ciclismo/>



Con riferimento al peso totale per Coppi e Moser si sono considerati 1 kg in più dovuto all'abbigliamento, mentre per Ganna solo 0,7 grammi. Per chi volesse effettuare altre elaborazioni il piccolo dataset è disponibile al seguente link:

<https://drive.google.com/file/d/1T-61pOEUeI2RoywGPs0BF3c0Sf5mk1Zu/view?usp=sharing>

L'Analisi.



1949	1976	2020
<p>In Italia la radio e la carta stampata sono ancora il principale mezzo con cui l'uomo medio si mantiene informato, dato che riprende la sperimentazione delle trasmissioni televisive. La popolazione mondiale ammonta a 2 miliardi e mezzo.</p> <p>Manchester Mark 1, primo computer a programma memorizzato diventa operativo. Capace essenzialmente di eseguire complessi calcoli matematici, sviluppato presso la Victoria University di Manchester dal Manchester Baby, verrà commercializzato due anni più tardi dalla società Ferranti. Viene fondata Adidas, un colosso dell'abbigliamento Sportivo.</p>	<p>La televisione è ormai entrata nelle case in Italia, e l'anno dopo trasmetterà il segnale a colori. La popolazione mondiale supera i 4 miliardi. Nasce la Apple Computer Company, formata da Steve Jobs e Steve Wozniak, mentre un'anno prima era nata Microsoft. Queste due imprese avvieranno la rivoluzione informatica dei "personal computers". L'impresa Decathlon apre il suo primo negozio nei pressi di Lille, e negli anni a venire renderà accessibile lo sport a tutti per mezzo delle sue famose marche bianche.</p> <p>Si disputano le Olimpiadi invernali a Innsbruck, mentre le olimpiadi estive hanno luogo a Montreal.</p>	<p>Oggi la maggioranza delle persone usa mezzi più moderni per comunicare, dato che personal computers, tablets e smartphones sono ormai di uso comune per condividere contenuti. La popolazione mondiale ammonta a 7,8 miliardi di persone, ma il mondo sta soffrendo una pandemia globale chiamata COVID19. Lo sfruttamento dei dati generati da utenti è considerato la nuova frontiera della conoscenza e degli affari. In questo contesto tre grandi imprese come Google, Amazon e Facebook eccellono. I servizi in streaming offerti da aziende come Netflix o Amazon hanno incrementato la popolarità in modo esponenziale negli ultimi 10 anni.</p>

Conclusione.

Una prima osservazione è che con i Watt generati dalla prestazione di Ganna avremmo potuto far funzionare una macchina per fare il caffè espresso oppure un trapano da 1,5 pollici oppure 7 computers portatili⁸.

Si sono fatte delle ipotesi sui materiali di costruzione delle biciclette, ritenendo che dagli anni 50 fino ai primi anni 80 il materiale utilizzato maggiormente fosse l'acciaio⁹. Pertanto i 7,5 kg della bicicletta di Coppi sono stati ottenuti consultando il libro di *Maurizio Crosetti "Il suo nome è Fausto Coppi"*, laddove si parla del peso della bicicletta usata da Coppi per battere il record dell'ora¹⁰. Dal 49 al 76, sebbene il materiale di costruzione sia rimasto invariato, si ritiene che la bici di Moser potesse avere un peso oscillante tra i 7,3 kg e 7,1 chilogrammi. Si è considerata l'ipotesi più pessimista. Per quanto concerne la bicicletta di Ganna, è risaputo che ad oggi si usa la fibra di carbonio, e il limite di peso di peso di 6,8 kg è imposto dall'UCI. Per il coefficiente aerodinamico **cd**, si sono considerati valori decrescenti, considerando che gli studi sulla ricerca della posizione più proficua in bicicletta per affrontare prove cronometriche sono stati avviati dalla metà degli anni 80, proprio con il record dell'ora di Moser, fatto a Città del Messico.

Dove c'è movimento ci sarà necessariamente attrito e dove c'è **attrito** ci sarà una conseguente **dispersione di potenza**. L'insieme di tutte le frizioni meccaniche formanti la trasmissione e le ruote potrebbe quindi influenzare il tempo finale, anche se di poco. Tuttavia in termini di risparmio di Watt, la posizione in sella (aerodinamica) e il peso sono le due componenti che più influenzano l'efficienza dell'atto sportivo, specialmente considerando le biciclette da pista, prive di freni con le sole frizioni meccaniche importanti relative alla catena, alle pedivelle e alle ruote¹¹. Si ritiene sensato pensare che in una prestazione in pista la perdita di potenza derivante dalle frizioni meccaniche sia ridotta al minimo. L'approccio che si è seguito è molto simile a quello usato da STRAVA per calcolare la potenza dopo un allenamento in bicicletta¹².

La conclusione è che solo il gesto tecnico implicito nella pedalata, per avviare la propulsione del mezzo ciclistico, trasformando l'energia muscolare in energia cinetica non è cambiato con il tempo, ma i materiali di costruzione delle biciclette, le tecniche di allenamento e le posizioni in bicicletta sono sensibilmente diverse e impattano decisamente su variabili come **m** (area frontale), **cd** (coefficiente aerodinamico) e peso della bicicletta. Vi sono poi variabili socio-economiche, da considerare, dato che la generazione dei Coppi era reduce da due guerre, mentre le ultime generazioni hanno potuto fruire dell'intenso e tumultuoso sviluppo tecnico e tecnologico, dovuto in buona parte a 70 anni di crescita economica.

A cura di Andrea Canella

⁸ Si può dare un'occhiata veloce a <https://www.wholesalesolar.com/solar-information/power-table>

⁹ Si consulti <http://www.cyclinside.com/Storia-della-Bicicletta/Evoluzione-dei-materiali.html>

¹⁰ Si veda pagina 50 di "Il suo nome è Fausto Coppi" di Maurizio Crosetti – Einaudi Editore e ribadito anche da https://it.wikipedia.org/wiki/Fausto_Coppi.

¹¹ Si consulti anche il sito: <http://strada.bicilive.it/wiki-bike/guadagnare-watt-senza-allenarsi-ciclismo/>

¹² Si consulti il sito <https://support.strava.com/hc/en-us/articles/216917107-How-Strava-Calculates-Power> per capire le differenze