

## TECNOLOGIA

### Un uomo chiamato due cavalli

#### Il cavallo-vapore

Nella seconda metà del '700 le macchine a vapore cominciarono a trovare applicazione nell'industria, in primo luogo quella mineraria, soprattutto grazie ad alcune importanti innovazioni introdotte dallo scozzese James Watt.

In molti casi i compiti assegnati alle macchine erano in precedenza svolti da cavalli. Non deve perciò sorprenderci che l'unità di misura (inventata dallo stesso Watt) adottata per specificare la potenza di una macchina fosse l'*horsepower* (HP): i potenziali acquirenti volevano capire immediatamente quanta biada avrebbero risparmiato grazie alla nuova tecnologia.

In altri paesi, quali la Francia e l'Italia, a questa unità di misura si diede il nome di *cavallo vapore* (CV).

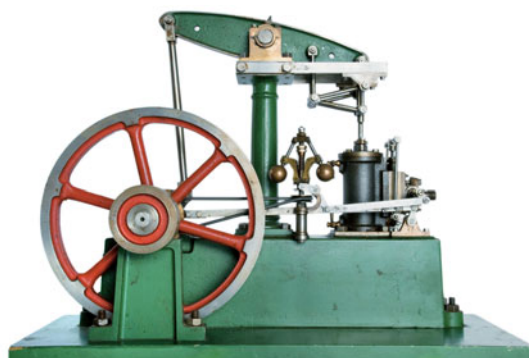
Per consuetudine, ancora oggi la potenza di un motore a scoppio viene spesso indicata in cavalli (la parola vapore è caduta), benché questa unità non faccia parte del Sistema Internazionale. Un HP vale circa 745 W, mentre un CV ne vale 735: la differenza è dovuta alle diverse convenzioni adottate.

#### Quanto vale la potenza di un uomo-vapore?

Per rispondere a questa domanda consideriamo gli esseri umani dalle prestazioni più elevate, ovvero gli atleti di alto livello.

I livelli più alti di potenza vengono raggiunti dai ciclisti. La potenza dell'atleta è calcolata moltiplicando la coppia (ovvero la forza applicata sui pedali moltiplicata per la lunghezza della pedivella) per la velocità angolare. Il test viene effettuato su speciali biciclette da laboratorio, dette cicloergometri, dotate di sensori. I risultati sono sorprendenti: alcuni campioni riescono a sviluppare potenze massime di circa 1800 W, ovvero quasi 2,5 CV!

Dobbiamo dunque credere che uno di questi atleti straordinari sia più potente di una pariglia di cavalli da tiro? In realtà non è così. Valori di potenza così elevati possono essere raggiunti dall'uomo solo per pochi secondi, mentre il valore di 745 W approssima la potenza media che un cavallo può fornire durante tutta una giornata di lavoro di 10 ore. Il valore massimo per questi animali è in realtà di circa 15 HP, ovvero oltre 11 000 W, ma può essere mantenuto per periodi molto brevi.



Baptist / Shutterstock



Margo Harrison / Shutterstock

Le macchine a vapore sostituirono lentamente i cavalli per aiutare l'uomo nelle attività più faticose.



Erin Dunham / Boulder Performance Lab

Un atleta impegnato con un cicloergometro per misurare la potenza sviluppata dai suoi muscoli.

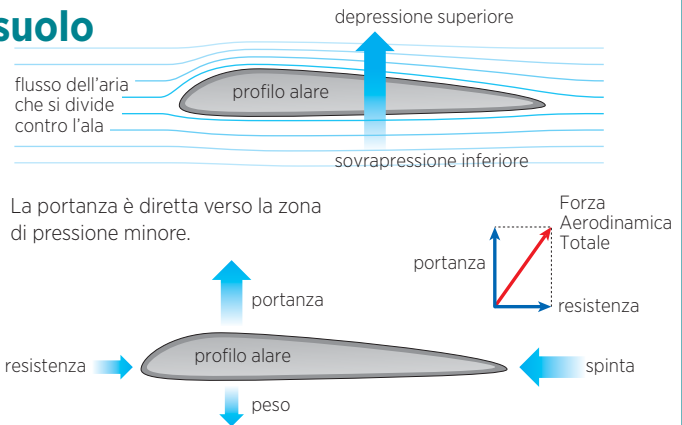
**DOMANDA** Durante un'attività continuativa che duri molte ore un uomo riesce a sviluppare una potenza di circa 50 W, sufficiente cioè a tenere accesa una lampadina. Quanti uomini sarebbero necessari per tenere acceso un condizionatore da 1 kW?

## INGEGNERIA

## Effetto Venturi ed effetto suolo

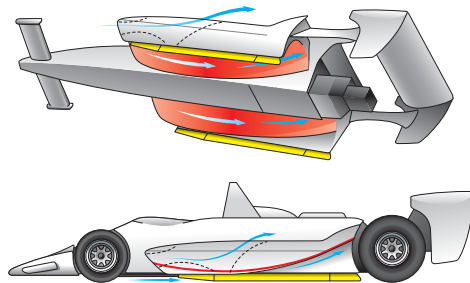
## Una spinta molto importante

Un corpo che avanza in un fluido è sottoposto a una forza la cui risultante può essere scomposta lungo le direzioni orizzontale e verticale. La componente orizzontale è sempre diretta in verso contrario alla velocità del corpo e prende il nome di resistenza; la componente verticale può invece essere diretta sia verso l'alto che verso il basso. Nel primo caso prende il nome di portanza, nel secondo caso di deportanza.



## L'effetto Venturi nelle auto da corsa

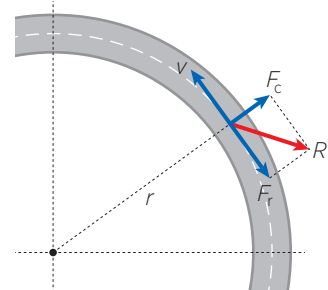
Fino alla fine degli anni Sessanta i progettisti di auto di Formula 1 si occupavano soprattutto di ridurre la resistenza, e le auto avevano la caratteristica forma «a sigaro», con sezione grosso modo cilindrica e forme allungate e tondeggianti. Tuttavia il progresso degli studi di aerodinamica rivelò che altrettanto o forse più importante della riduzione della resistenza ai fini delle prestazioni in gara era aumentare la deportanza. Infatti questa «schiaccia» l'auto al suolo e fa aumentare l'aderenza delle gomme che, compensando la forza centrifuga, consente di affrontare le curve a velocità superiore senza ribaltarsi o uscire di strada. Alla fine degli anni Settanta per aumentare la deportanza si utilizzò l'effetto Venturi: il fondo dell'auto veniva sagomato in modo da creare una strozzatura entro la quale l'aria accelerava come nella sezione stretta di un tubo di Venturi. La vettura veniva schiacciata al suolo dalla deportanza, dando origine al cosiddetto «effetto suolo».



Fondo sagomato di un'auto da corsa per sfruttare l'effetto Venturi. In giallo sono disegnate le «minigonne» che impediscono all'aria di entrare dai lati.



Quando i progettisti erano interessati solo a ridurre la resistenza le auto da corsa avevano una forma affusolata.



Rappresentazione schematica di una curva.

Le «minigonne» erano sensibili a qualsiasi asperità del terreno con conseguenze anche gravi.



## Una soluzione pericolosa

L'idea presentava un inconveniente, perché la depressione sul fondo faceva entrare aria dai lati dell'auto, che erano a pressione atmosferica. La soluzione trovata dagli ingegnosi progettisti fu quella delle «minigonne», una sorta di paratie laterali mobili che impedivano l'ingresso dell'aria.

Tuttavia per essere efficaci le minigonne dovevano arrivare a pochi millimetri dal suolo, col risultato che se l'auto incontrava un ostacolo anche molto basso correva il rischio di «decollare», con gravissimi rischi per il pilota. Questi e altri problemi portarono nel 1983 all'abolizione delle minigonne e all'imposizione di un fondo piatto ad almeno 6 cm dal suolo. L'epoca del tubo di Venturi sotto le auto era finita.

**DOMANDA** Quali altre applicazioni tecnologiche può avere l'effetto Venturi? Fai una ricerca sulla rete.

## CON GLI OCCHI DI UN FISICO

### Costruire in grande

#### Il mausoleo di Alicarnasso

Il vastissimo impero persiano del IV secolo a.C. era suddiviso in province, ciascuna delle quali era governata da un satrapo. Mausolo era il satrapo della Caria e chiamò nella capitale, Alicarnasso, i migliori scultori e architetti dell'epoca per progettare e realizzare la tomba che avrebbe ospitato il suo corpo e quello di sua moglie Artemisia. Fu proprio quest'ultima che, dopo la morte di Mausolo, fece ultimare l'opera. Si trattava di una costruzione imponente, riccamente decorata con sculture, sormontata da una piramide che si innalzava verso il cielo e terminava con una maestosa quadriga.

Possiamo immaginare la quantità di uomini e animali che lavorarono alla sua costruzione: moltitudini silenziose che in ore e ore di lavoro giornaliero issarono, spostarono, scolorirono tonnellate e tonnellate di materiali, tirando e spingendo su e giù per rampe e ponteggi. Le macchine agevolavano senz'altro il loro lavoro, riducendo la forza necessaria a svolgere le attività, ma comunque non diminuirono l'energia utilizzata complessivamente.



Nevit, Dilmien

Le dimensioni della tomba di Mausolo ad Alicarnasso, che osserviamo in questa ricostruzione, erano imponenti. Oggi chiamiamo «mausoleo» qualsiasi tomba monumentale.

#### La fine di una meraviglia

La tomba di Mausolo, da cui il termine mausoleo, era una delle sette meraviglie del mondo antico e, come la maggior parte di esse, non è sopravvissuta al tempo. Nel XV secolo fu distrutta dai crociati, che riutilizzarono il materiale ottenuto dalla demolizione per costruire il castello di San Pietro, ancora in piedi.

Anche per edificare il castello possiamo immaginare il lavoro di uomini e animali, aiutati da macchine che semplificavano i loro compiti ma non riducevano l'energia utilizzata complessivamente. Nel Medioevo i mezzi a disposizione non erano molto diversi da quelli usati nell'antichità, e per sollevare grossi blocchi di pietra si usavano argani, verricelli, carrucole, ruote, ma tutte rigorosamente azionate da uomini o animali. L'uso di mulini a vento o ad acqua per generare il movimento di macchine era limitato alla lavorazione di materie prime, come la macinazione.



Costruzione della Torre di Babele in una miniatura del 1370 circa.

Un uomo che lavora per 12 ore consecutive sviluppa una potenza media di 50 W; un animale è in grado di sviluppare una potenza quindici volte superiore.

**PAROLA CHIAVE** Conservazione dell'energia

**DOMANDA** Da dove veniva l'energia utilizzata dagli uomini e dagli animali che costruirono il mausoleo di Alicarnasso? Scrivi un testo di 10 righe in cui illustri le trasformazioni e i trasferimenti dell'energia dal Sole alla quadriga della sommità.



## La rivoluzione industriale

Per millenni l'umanità ha usato esclusivamente l'energia che uomini e animali traggono dal cibo per innalzare i suoi edifici. Anche i materiali da costruzione erano poco elaborati: spesso si trattava di pietre messe una sull'altra senza alcun legante; il calcestruzzo, felicemente utilizzato dai romani, fu quasi dimenticato nel Medioevo e ripreso solo in epoche successive.

Molte cose cambiarono con la rivoluzione industriale del XIX secolo. La possibilità di utilizzare l'energia termica per produrre movimento, attraverso la macchina a vapore, aprì vasti scenari in moltissimi ambiti. Di lì alla meccanizzazione dell'industria il passo fu breve: in pochi decenni la fonte principale di energia per le attività umane diventò il carbone, e molte macchine divennero in grado di sviluppare potenze superiori a quella umana e animale. La lavorazione industriale dell'acciaio, l'introduzione di macchinari capaci di spostare e sollevare pesi, la produzione meccanizzata del calcestruzzo hanno modificato notevolmente l'edilizia.

## La città verticale

Il mausoleo di Alicarnasso era alto circa 50 metri, si dice che il faro di Alessandria superasse i 100 metri: meraviglie del mondo antico destinate a sopravvivere al loro stesso crollo, pezzi unici passati alla storia. Oggi l'altezza non stupisce più.

Da quello che è generalmente ritenuto il primo grattacielo, un edificio di 13 piani costruito a Chicago nel 1885, per tutto il XX secolo molte grandi città si sono sviluppate in verticale. A New York iniziò una vera e propria gara all'edificio più alto, con il risultato che interi quartieri svettano verso il cielo, tanto che il famoso *skyline* di Manhattan è diventato un'icona della città. Per costruire i grattacieli si usano tecniche e macchine diverse da quelle dell'antichità, e grazie a esse le condizioni degli uomini che vi lavorano sono diverse.



Costruire in altezza pone da sempre problemi di sicurezza.



A Manhattan sorgono gli edifici più importanti di New York.

PAROLA CHIAVE

**Energia cinetica**

**DOMANDA** Immaginando trascurabile la resistenza dell'aria, con quale energia cinetica arriverebbe al suolo un secchio che cadesse da un ponteggio posto a un'altezza di 100 m?

PAROLA CHIAVE

**Energia potenziale**

**DOMANDA** Qual è la potenza erogata da una gru che solleva un carico di 500 kg a un'altezza di 20 m impiegando 1,0 min?