

LA SPINTA DI ARCHIMEDE

Emanuele Quaranta, PhD.

quarantaemanuele@yahoo.it/emanuele.quaranta@polito.it



La leggenda narra che la scoperta della spinta di galleggiamento risale ad Archimede, durante il tentativo di risolvere un problema che gli era stato posto da Gerone II.

Archimede scoprì che un qualsiasi corpo immerso in un fluido di qualsiasi densità o peso specifico (acqua, aria, olio, ecc.), riceve una forza verso l'alto pari al peso del volume d'acqua spostato. Questa forza è chiamata spinta di galleggiamento, anche detta spinta di Archimede. Questo è il motivo per cui è più facile sollevare un peso in acqua che non su terraferma. Anche sulla terraferma tutti i corpi subiscono una spinta verso l'alto, perché sono immersi in aria, che, come l'acqua, è un fluido. Tuttavia, essendo l'aria mille volte più leggera dell'acqua, tale spinta risulta essere poco apprezzabile.

La spinta di galleggiamento è generata dalla differenza di pressione idrostatica esercitata dal fluido in cui il corpo è immerso sul corpo stesso. Infatti, la pressione che agisce sulla superficie sottostante del corpo immerso è più elevata di quella esercitata sulla superficie sovrastante, perché la parte sottostante del corpo immerso si troverà ad una profondità maggiore all'interno del fluido.

Più precisamente, la spinta di galleggiamento S che il corpo riceve si può calcolare come:

$$S = \gamma V$$

dove γ è il peso specifico del fluido in cui è immerso il corpo (9810 N/m^3 per l'acqua e circa 10 N/m^3 per l'aria), mentre V è il volume del corpo. Ovviamente, il corpo sarà anche soggetto alla propria forza peso P , che tenderà a spingere in direzione opposta rispetto alla spinta di galleggiamento S . Quando il peso del corpo (di volume V) è maggiore rispetto al peso di un corpo analogo di volume V , ma riempito del fluido in oggetto, ossia $P > S$, il corpo affonderà, altrimenti galleggerà.

La spinta di galleggiamento viene utilizzata in varie applicazioni. Ricordiamo, per corpi immersi in aria, le mongolfiere e i palloncini, e per i corpi immersi in acqua, le boe e le imbarcazioni. Un'applicazione moderna della spinta di galleggiamento è la così chiamata ruota ad aria, o Buoyancy Prime Mover (<https://youtu.be/0Gt7FZHwFcQ>), brevetto US8151565B2 (Fig.1).

La ruota ad aria è costituita da un certo numero di boe lungo la circonferenza, ed è immersa in acqua. Le boe disposte lungo il lato destro della ruota (si veda Fig.1) sono piene d'aria, mentre le altre sono piene d'acqua. Le boe piene d'aria subiscono una spinta di galleggiamento S maggiore del loro

peso P . Infatti, la spinta S è pari a $\gamma_w V$, con $\gamma_w=9810 \text{ N/m}^3$ (peso specifico del fluido in cui le boe sono immerse, ossia acqua), mentre il peso P è pari a $\gamma_a V$, con $\gamma_a=10 \text{ N/m}^3$ (peso specifico del fluido all'interno delle boe, ossia aria). Invece, le boe a sinistra sono piene d'acqua, e dunque hanno un peso P uguale alla spinta S , perché il loro volume V è riempito d'acqua, che è lo stesso fluido in cui sono immerse. In questo modo le boe sul lato destro subiscono una spinta verso l'alto, e la ruota inizia a girare. Se all'asse di rotazione della ruota viene attaccato un generatore di elettricità, può essere generata energia elettrica. La ruota ad aria viene installata insieme ad una vasca pressurizzata contenente aria in pressione, che viene iniettata attraverso dei tubicini dentro alle boe.

La ruota ad aria sfrutta il principio opposto di una ruota idraulica. Una ruota idraulica è immersa in aria e le boe (chiamate vani) disposte lungo un lato della ruota vengono riempite d'acqua. In tali vani, il peso P è generato dall'acqua che ha riempito il volume del vano V , mentre la spinta S è la spinta di galleggiamento causata dal fatto che i vani sono immersi in aria. Visto che il peso specifico dell'aria è molto più piccolo di quello dell'acqua, il peso P risulta essere maggiore della spinta di galleggiamento S esercitata dal fluido circostante (aria). In questo modo, la ruota può girare.

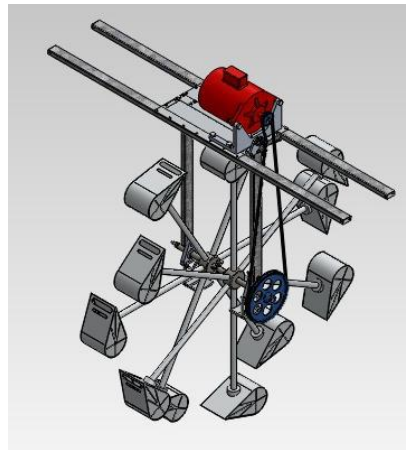


Fig.1. La ruota ad aria, con le boe lungo il lato destro (in figura) riempite d'aria, e quelle lungo il lato sinistro riempite d'acqua.

La ruota ad aria può essere utilizzata negli impianti idroelettrici off-shore marini, come regolazione dell'energia erogata. Quando l'energia prodotta risulta maggiore di quella di progetto richiesta, può essere utilizzata per produrre aria compressa, che a sua volta viene immagazzinata e utilizzata successivamente per azionare la ruota ad aria nei momenti in cui la richiesta di energia supera quella di progetto. L'aria compressa può anche essere direttamente generata attraverso un pistone azionato dal moto ondoso.

Approfondimenti disponibili

- 1) Quaranta, E. The Air Wheel: A New Take on an Old Energy Source, Natural Resources, Prescouter Journals, April 2017.
- 2) Quaranta E. Mini idroelettrico: per emergere non bisogna essere per forza grandi, Orizzontenergia, October 2016.
- 3) Quaranta, E. Water Wheels: Bygone Machines or Attractive Hydropower Converters?, Natural Resources, Prescouter Journals, October 2016.
- 4) Quaranta E., Revelli R. Le ruote idrauliche: produzione di energia dall'acqua in maniera sostenibile, Museo Energia, Ottobre 2016.