

Quello che abbiamo trovato in  
un libro....

sulla spinta di Archimede

# La nascita della scienza idrostatica

*Il vero principio di Archimede*

**A**RCHIMEDE FONDÒ LA SCIENZA DELL'EQUILIBRIO dei liquidi e del galleggiamento dei corpi che oggi è detta idrostatica. Egli cominciò la sua opera principale sull'argomento enunciando un "principio", cioè un'affermazione iniziale dalla quale è possibile dedurre molte altre affermazioni interessanti. Il principio enunciato da Archimede è formato da due parti. La prima è:

**Se due porzioni di liquido a contatto e alla stessa altezza non sono compresse allo stesso modo, esse non restano in equilibrio, ma la più compressa caccia via la meno compressa.**

L'enunciato è chiaro e anche intuitivo. Ma da che cosa dipende la pressione cui è sottoposta una porzione di liquido? A questa domanda risponde la seconda parte dell'enunciato:

**Se il liquido è a pelo libero (se cioè al di sopra di esso c'è aria libera) ogni sua porzione è compressa dalla colonna di liquido o di altra materia galleggiante che la sovrasta in verticale.**

● PROBABILMENTE ARCHIMEDE aveva osservato i pescatori di Siracusa che mettevano in mare una barca e aveva notato come la prua, appena entrata in acqua, era spinta verso l'alto da una forza.

## • Sui galleggianti

*Sui corpi galleggianti* è una delle principali opere di Archimede con la quale viene fondata la scienza dell'idrostatica. Si compone di due libri: il primo contiene, tra l'altro, il famoso "principio" mentre il secondo è dedicato al comportamento dei paraboloidi galleggianti.



Un principio non sarebbe tale se non se ne ricavassero delle conseguenze. La prima conseguenza che Archimede trae dal suo enunciato è la seguente:

**Un corpo che, a parità di volume, è più pesante del liquido in cui è immerso affonda.**

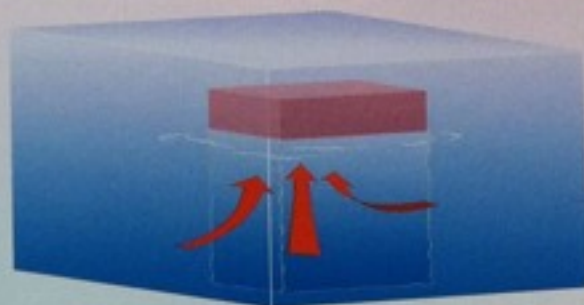


CORPO PIÙ PESANTE DELL'ACQUA

L'ACQUA AL DI SOTTO DEL CORPO in figura (più pesante dell'acqua in cui è immerso) è più compressa di quella posta alla stessa altezza, ma non sovrastata dal corpo. Poiché l'acqua più compressa spinge via la meno compressa, l'acqua si sposta come è mostrato dalle frecce aprendo al corpo la strada verso il basso.

Si vede facilmente anche che:

**Un corpo che, a parità di volume, è più leggero del liquido in cui è immerso risale dal fondo e galleggia.**



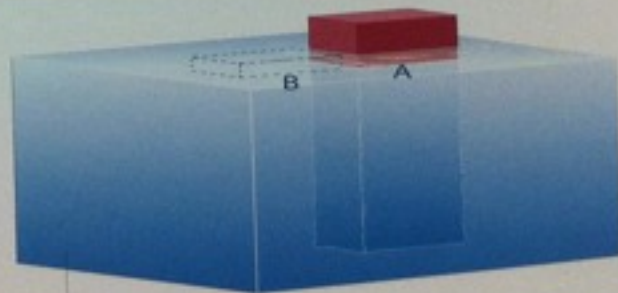
CORPO PIÙ LEGGERO DELL'ACQUA

SE IL CORPO È PIÙ LEGGERO dell'acqua in cui è immerso, l'acqua più compressa è quella che non è sotto il corpo. L'acqua affluisce quindi al di sotto del corpo, spingendolo verso l'alto fino a farlo emergere.

### Galleggiamento

Consideriamo il corpo galleggiante in figura e supponiamo che sia in equilibrio. L'acqua in **A** è compressa dal corpo e quella in **B** dall'acqua contenuta nella zona tratteggiata, che è eguale a quella spostata dal corpo. Poiché le due pressioni all'equilibrio devono essere eguali, il peso del corpo (e quindi anche la forza che lo equilibra) deve essere eguale al peso dell'acqua spostata. Abbiamo così ottenuto (nel caso del galleggiamento) il famoso enunciato di Archimede:

**Un corpo immerso in un liquido riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del liquido spostato.**



UN CORPO GALLEGGIA emergendo per una parte della sua altezza: l'acqua al di sotto del corpo è compressa come l'altra che è alla stessa altezza.



# Idrostatica e tecnologia navale

## Stabilità dell'equilibrio dei corpi galleggianti

**A**RCHIMEDE NON SI LIMITÒ a determinare le condizioni in cui un corpo galleggia e la frazione di esso che emerge dall'acqua, ma studiò anche un problema molto più difficile: quello della stabilità delle posizioni di equilibrio dei corpi galleggianti. Supponiamo di porre nell'acqua degli oggetti di legno con la forma di paraboloidi di rotazione, come in figura. Se li si pone dritti verticalmente, è intuitivo che un paraboloide alto, stretto e leggero cadrà sul fianco, mentre un paraboloide largo oscillerà, senza rovesciarsi, intorno alla posizione verticale. Ma quali sono esattamente le condizioni di peso e di forma che permettono a corpi del genere di non rovesciarsi? La risposta non è affatto facile, ma Archimede riuscì a darla, calcolando esattamente le condizioni che assicurano la stabilità dell'equilibrio.

TIRREME



**NAVI ANTICHE**  
La trireme greca era affusolata e con un pescaggio ridotto. In epoca ellenistica, aumentarono le dimensioni e nello stesso tempo si modificò la forma della chiglia.

### Galleggiamento e stabilità

Archimede dimostrò che i paraboloidi sufficientemente larghi possono galleggiare stabilmente in posizione verticale. Se invece il paraboloide si restringe al di là di una forma critica, esattamente calcolata da Archimede, la stabilità dell'equilibrio verticale diventa dipendente dal peso, poiché l'equilibrio è stabile solo se il corpo si immerge abbastanza in acqua. Anche in questo caso Archimede calcolò esattamente per ogni forma il peso sufficiente ad assicurarne la stabilità.

### Paraboloidi

1



Paraboloide "largo" stabile in ogni caso.

2



Paraboloide "alto e stretto" che cade dalla sua posizione di equilibrio instabile se non è sufficientemente pesante.

3



Lo stesso paraboloide divenuto stabile grazie a una sufficiente quantità di zavorra.

### Le dimensioni delle navi antiche

Gli studi sui galleggianti permisero di **aumentare le capacità di carico delle navi**: si pensa che la Siracusana potesse trasportare circa 3650-4200 tonnellate, un limite superato solo nel XIX secolo con la costruzione di navi in ferro.

## Paraboloidi

1



Paraboloide "largo" stabile in ogni caso.

2



Paraboloide "alto e stretto" che cade dalla sua posizione di equilibrio instabile se non è sufficientemente pesante.

3



Lo stesso paraboloide divenuto stabile grazie a una sufficiente quantità di zavorra.

**LE BARCHE:**

**LE FORME  
DEGLI SCAFI**

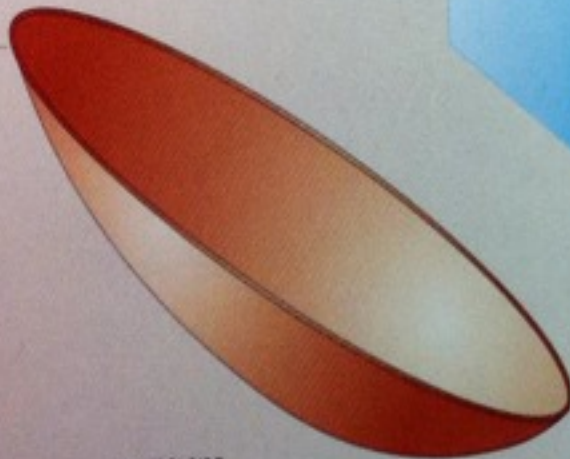
**I PESI  
PER RENDERLE  
STABILI**

# LE FORME DELLE BARCHE: COME RENDERLE STABILI

## Galleggiamento e stabilità

I risultati di Archimede possono essere estesi al caso in cui i paraboloidi sono dilatati in una direzione perpendicolare all'asse.

I SOLIDI CHE COSÌ SI ottengono sono detti paraboloidi ellittici e possono assomigliare a uno scafo. Lo studio della loro stabilità può quindi essere di guida a chi voglia calcolare la stabilità di una nave.



PARABOLOIDE  
ELLITTICO



Forma di paraboloide  
ellittico instabile



Lo stesso paraboloide ellittico  
reso stabile dalla zavorra.