

## OPEN DAY SCIENZE 30 novembre 2018

Studenti: Carlo Sottovia, Leo Zeni, Giacomo Pirrone

classe 2<sup>^</sup> H – A.s. 2018/19

# TRABUCCO E LA LEVA

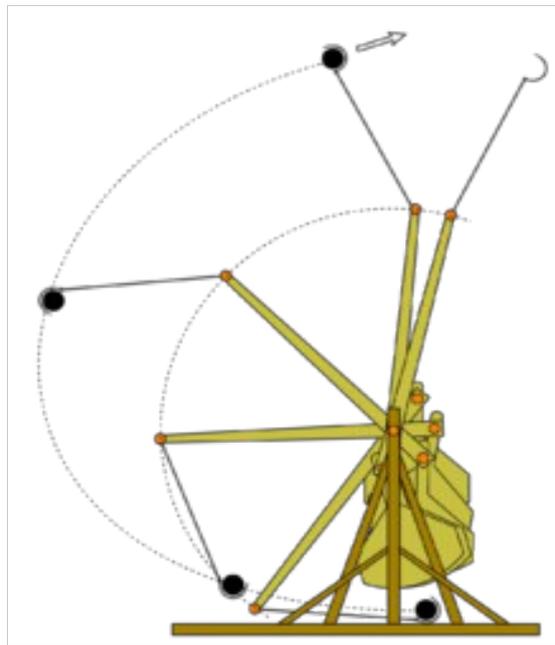


## CHE COS'E' IL TRABUCCO?

Il **trabucco** o **trabocco** è una [macchina](#) d'[assedio](#) di grandi dimensioni. Può essere considerato una sorta di catapulta, limitata però dalle sue dimensioni e dalla posizione fissa. Inoltre rinuncia alla propulsione elastica del proietto per utilizzare invece il principio della leva; si tratta infatti di un'applicazione pratica del principio della leva svantaggiosa di primo genere.

Utilizzato esclusivamente negli assedi, era la più grande [arma](#) a [tiro](#) indiretto a disposizione degli eserciti medioevali.

## PRINCIPIO COSTRUTTIVO E DI FUNZIONAMENTO



Schema di funzionamento del trabucco

Il trabucco è costituito da un enorme braccio di legno posto in posizione molto elevata, su una struttura di sostegno abbastanza grande e robusta da sostenere lo sforzo e la tensione a cui la macchina viene sottoposta durante il suo impiego. Il braccio, ottenuto con lo sfrondamento di un tronco d'albero dritto, è montato asimmetricamente su un perno orizzontale nel punto in cui incontra la struttura di sostegno (il fulcro), in maniera tale che il "braccio potenza" della leva, ovvero l'estremità più robusta e pesante si trovi a poca distanza dal perno, mentre la parte che termina con la cima dell'albero, cioè il "braccio resistenza" sia molto più lunga. All'estremità più breve veniva imperniato un cassone o un grande cesto, riempito di macigni o altro materiale abbastanza pesante da fungere da contrappeso per il proiettile da lanciare. Rispetto a quest'ultimo il contrappeso doveva essere più pesante in maniera più che proporzionale al rapporto tra la lunghezza del braccio lungo e quella del braccio corto che portava il contrappeso stesso.

All'altra estremità del braccio è appeso un gancio a cui è fissata una specie di grossa frombola, all'interno della quale è posto il proiettile. Durante la fase di ricarica, l'estremità più sottile dell'asta viene abbassata con l'ausilio di argani e ancorata ad un gancio

collegato ad una leva di rilascio. Al momento stabilito, viene azionata la leva di rilascio e l'effetto del contrappeso scaglia il proiettile.

Questa eccezionale macchina d'assedio poteva scagliare pesantissimi macigni fino alla considerevole distanza di 300 metri. Le munizioni utilizzate erano varie: si poteva far uso di pietre levigate o di semplici massi della massa di alcune centinaia di chilogrammi o munizioni incendiare imbevute di olio. Per incrinare il morale degli assediati, si ricorreva alla macabra pratica del lancio delle teste di soldati morti. Venivano anche lanciate carcasse infette di animali allo scopo di creare epidemie, innescando scenari simili a quelli di una guerra batteriologica.

Pur essendo l'arma di "artiglieria" medioevale più potente dell'epoca presentava alcuni difetti come la scarsa precisione e la bassa cadenza del tiro, compensati però dall'enorme potenziale distruttivo che permetteva, nel giro di poche ore, di distruggere perfino una piccola fortezza.

Le dimensioni, la grande quantità di manodopera richiesta per l'utilizzo, la difficoltà d'impiego ed il costo limitarono relativamente la diffusione di quest'arma ossidionale. Solo grandi eserciti poterono mettere in campo negli assedi più impegnativi, 10, 20 e persino 35 trabucchi. Questo dato sarebbe confermato anche dal fatto che alle più grandi e potenti di queste macchine venisse dato un nome proprio (come successe, in seguito, ai grandi pezzi d'artiglieria della Grande Guerra).

Sebbene micidiali contro le mura, i trabucchi furono usati soprattutto per colpire le strutture all'interno delle fortificazioni che, come i granai, i pozzi e le cisterne, erano d'importanza strategica. Infatti la distruzione delle scorte spesso significava la resa immediata degli assediati.

L'utilizzo del trabucco alterò anche le strategie difensive; difatti si rafforzarono le mura e talvolta furono progettate grosse torri sulla cui cima venivano installati trabucchi aventi lo scopo di impedire agli assaltatori di raggiungere una distanza utile per il tiro.

È probabile che l'invenzione e lo sviluppo del trabucco possa avere svolto un ruolo importante nello sviluppo delle scienze fisiche medioevali, riguardanti la gravità posizionale e il comportamento di una massa in sospensione.

# LA LEVA

La leva è una macchina semplice che è costituita da un'asta rigida (costituita da una lunga trave, un travicello o una sbarra) detta potenza, che ruota attorno ad un punto fisso, detto fulcro.

La distanza tra il fulcro e la resistenza è detta braccio della resistenza, quella tra il fulcro e la potenza è detta braccio della potenza.

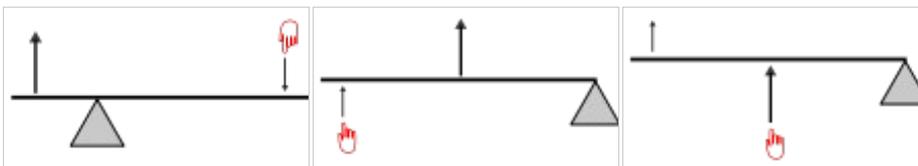
Il punto di applicazione della resistenza è quello dove si trova la resistenza da vincere. Il punto in cui si applica la forza per muovere il carico è il punto di applicazione della potenza. Quanto più vicino sarà il fulcro al carico, tanto minore sarà lo sforzo per sollevare il carico stesso.

Sulla leva agiscono due forze contrapposte: la forza resistente (R) e la forza motrice (M) che compie il lavoro. Si possono avere i seguenti casi:

- Se  $BR$  è uguale a  $BP$ , la leva si dice "indifferente";
- Se  $BP$  è minore rispetto a  $BR$ , la leva si dice "svantaggiosa";
- Se  $BP$  è maggiore rispetto a  $BR$ , la leva si dice "vantaggiosa".

Vi sono solo tre generi di leve, a seconda di quali posizioni occupino il fulcro, la potenza e la resistenza:

- Leva di primo genere: il fulcro si trova tra la potenza e la resistenza.
- Leve di secondo genere: le leve di secondo genere hanno sempre la resistenza tra la potenza ed il fulcro;
- Leve di terzo genere: la potenza si trova tra la resistenza ed il fulcro.



Leva di primo genere (a sinistra), secondo genere (al centro) e terzo genere (a destra).

**IL TRABUCCO UTILIZZA LA LEVA TI PRIMO GENERE SVANTAGGIOSA**

# LA COSTRUZIONE DEL NOSTRO TRABUCCO

## Materiali:

Abbiamo utilizzato quasi esclusivamente materiale di riciclo preso in cantina

- Legno che abbiamo piallato in listelli da 24 x 24 mm:
  - n. 4 aste lunghe 35 cm
  - n. 2 aste lunghe 45 cm
  - n. 2 aste lunghe 20 cm
  - n. 1 asta lunghe 60 cm
- n. 1 asta di alluminio diametro 1,2 cm lunga 20 cm
- peso in piombo da 3 kg
- viti
- cordicella
- retina
- gommini riciclati delle sedie

## Procedimento:

Siamo partiti osservando delle immagini di trabucchi e dopo aver visto come sono fatti, siamo andati in cantina per vedere se trovavamo del materiale che poteva esserci utile per la sua realizzazione.

Qui abbiamo trovato un **peso** di piombo di 3 kg perfetto come contrappeso per il nostro trabucco. Partendo da questo si è dimensionato il **braccio di lancio** che doveva essere abbastanza resistente per supportare il peso e noi abbiamo trovato un listello di legno adatto, lungo 60 cm di sezione 2,4x2,4 cm.

La **posizione del fulcro** sul braccio di lancio l'abbiamo determinata osservando le proporzioni nelle fotografie che in generale corrispondeva a un quarto del braccio totale dalla distanza dal peso, per noi appunto 15 cm.

Il resto della struttura è stata dimensionata di conseguenza, **l'altezza** (35 cm) doveva quindi essere maggiore di 15 cm più l'ingombro del peso, un po' di spazio per la sicurezza del movimento e assicurare anche il posto per il proiettile.

La **base**, per garantire una certa stabilità in fase di lancio, l'abbiamo fatta di 45 cm cioè maggiore dell'altezza e ci abbiamo messo dei gommini di sedia recuperati per evitare che graffi o scivoli sul pavimento durante il lancio.

Il **telaio** lo abbiamo rinforzato con dei contrafforti in diagonale per assorbire meglio lo sforzo del movimento.

Con tutti i pezzi di recupero abbiamo fatto **la frombola**, cordicelle, retina e successivamente agganciata all'altra estremità del braccio di lancio.

Il sistema di sgancio è lo stesso della fionda cambia solamente l'asse di rotazione e lo sgancio è dato da un perno del chiodo posizionato sulla testa del braccio.

## UNA FASE DURANTE LA COSTRUZIONE



## PROVE CON IL TRABUCCO



# ESPERIMENTO CON IL TRABUCCO

## Enunciazione del problema

La variabile dell'esperimento è rappresentata dalla distanza, rispetto ad un punto fisso della pallina lanciata anche in relazione al tipo di dimensione e di massa.

Obbiettivo dell'esperimento è conoscere la combinazione di fattori più efficaci nel massimizzare il lancio della pallina.

## Fattori di progetto:

- dimensioni della pallina
- massa della pallina

## SCELTA SULLE PROCEDURE PER L'ESPERIMENTO

Si decide di procedere stabilendo a 3 il numero di prove di lancio per ogni tipo di pallina utilizzata e di farne la media dei risultati per ogni caso allo scopo di ridurre possibilità di errori dati dagli operatori di lancio.

## PRIMA IPOTESI:

una pallina piccola e pesante determina un lancio a parabola lungo e alto, viceversa una pallina piccola e leggera determina un lancio a parabola corto e basso.

Definizione dei casi:

1 Pallina piccola leggera

2 Pallina piccola pesante

Osservazione PRIMA IPOTESI

| CASI                          | DIMENSI<br>ONI<br>in cm. | PESO<br>in g. | LUNGHEZZA<br>LANCIO<br>in cm. | DESCRIZIONE DELLA<br>TRAIETTORIA                | N PROVA        |
|-------------------------------|--------------------------|---------------|-------------------------------|---|----------------|
| 1<br>Palla piccola<br>leggera | 3,5x3,5x 5               | 5             | 785                           | A parabola, lunga e bassa<br>colmo circa 220 cm | 1 <sup>^</sup> |
|                               | 3,5x3,5x 5               | 5             | 855                           | A parabola, lunga e bassa<br>colmo circa 150 cm | 2 <sup>^</sup> |
|                               | 3,5x3,5x 5               | 5             | 650                           | A parabola, lunga e bassa<br>colmo circa        | 3 <sup>^</sup> |
| 2<br>Palla piccola<br>pesante | 3,5x3,5x 5               | 30            | 880                           | A parabola, lunga e bassa<br>colmo circa 200 cm | 1 <sup>^</sup> |
|                               | 3,5x3,5x 5               | 30            | 770                           | A parabola, lunga e bassa<br>colmo circa 350 cm | 2 <sup>^</sup> |
|                               | 3,5x3,5x 5               | 30            | 815                           | A parabola, lunga e bassa<br>colmo circa 280 cm | 3 <sup>^</sup> |

## OSSERVAZIONE E ANALISI DEI DATI

1^ CASO: Media lancio, parabola di lunghezza 760 cm e altezza 180 cm

2^ CASO: Media lancio, parabola di lunghezza 820 cm e altezza 260 cm

Dall'osservazione dei dati emerge che l'ipotesi non è corretta perchè una palla piccola e leggera determina un lancio a parabola lungo e basso. Inoltre, a pari dimensioni, più la palla è pesante e più il lancio cambia formato una parabola più corta, ma più alta.

## VARIABILE ESPERIMENTO

Se cambio le dimensioni della pallina e la sostituisco con una notevolmente più grande della precedente cosa succede?

### SECONDA IPOTESI:

il lancio della pallina grande, all'aumentare del peso diminuisce la lunghezza della parabola e aumenta la sua altezza.

Definizione dei casi

3 Pallina grande leggera

4 Pallina grande pesante

Osservazione SECONDA IPOTESI

| CASI                         | DIMENSIONI<br>in cm | PESO<br>in g | LUNGHEZZA<br>LANCIO<br>in cm | DESCRIZIONE DELLA<br>TRAIETTORIA                           | N PROVA |
|------------------------------|---------------------|--------------|------------------------------|--|---------|
| 3<br>Palla grande<br>leggera | 5x3x6               | 8            | 635                          | A parabola lunga di altezza medio-bassa colmo circa 280 cm | 1^      |
|                              | 5x3x6               | 8            | 510                          | A parabola lunga di altezza medio-bassa colmo circa 320 cm | 2^      |
|                              | 5x3x6               | 8            | 755                          | A parabola lunga di altezza medio-bassa colmo circa 300 cm | 3^      |
| 4<br>Palla grande<br>pesante | 5x3x6               | 53           | 420                          | A parabola corta e alta, colmo, circa 400 cm               | 1^      |
|                              | 5x3x6               | 53           | 450                          | A parabola corta e alta, colmo, circa 350 cm               | 2^      |
|                              | 5x3x6               | 53           | 460                          | A parabola corta e alta, colmo, circa 350 cm               | 3^      |

## OSSERVAZIONE E ANALISI DEI DATI

3<sup>a</sup> CASO: Media lancio, parabola di lunghezza 633 cm e altezza 300 cm

4<sup>a</sup> CASO: Media lancio, parabola di lunghezza 443 cm e altezza 367 cm

In questo caso l'ipotesi è corretta, nonostante siano cambiate le dimensioni della palla si è visto che il comportamento di lancio è rimasto coerente come quello della pallina leggera. Cioè a pari dimensioni all'aumentare del peso diminuisce la lunghezza e aumenta l'altezza.

## CONCLUSIONE FINALE

Analizzando tutti i dati emerge che per ottenere il migliore rapporto tra lunghezza e altezza della parabola di lancio è il caso n. 2. Cioè quello con la palla piccola e pesante, dove c'è il rapporto di 1/100 rispetto al peso del contrappeso (3000 g) e del proiettile (30 g).

