



Dipinto di Domenico Fetti 1620

**Archimede** ... un Genio senza tempo che è riuscito nei secoli e riesce ancora oggi ad essere attuale, per la sua intelligenza, il suo rigore scientifico e la sua particolare originalità. Queste rare doti miscelate nell'acuta mente hanno prodotto Opere uniche nell'ambito della matematica, la fisica ma anche strumenti e macchine di rilievo ingegneristico studiate, riprodotte nelle diverse epoche.



Ricostruzione Padre Atanasio-Kircher in *La magna lucis et umbrae* - Rom a 1

# *Sulle tracce di Archimede*”

## Prefazione

Archimede è considerato il più grande genio matematico di tutti i tempi e i suoi studi furono tali da permettere l'avvio del moderno calcolo infinitesimale. Tali studi abbracciano vasti campi della scienza e hanno avuto un'influenza notevole soprattutto quando si prese a modello il rigore delle sue dimostrazioni nel Rinascimento, ma la sua fama resta legata principalmente alle scoperte di geometria e alle scoperte di idrostatica.

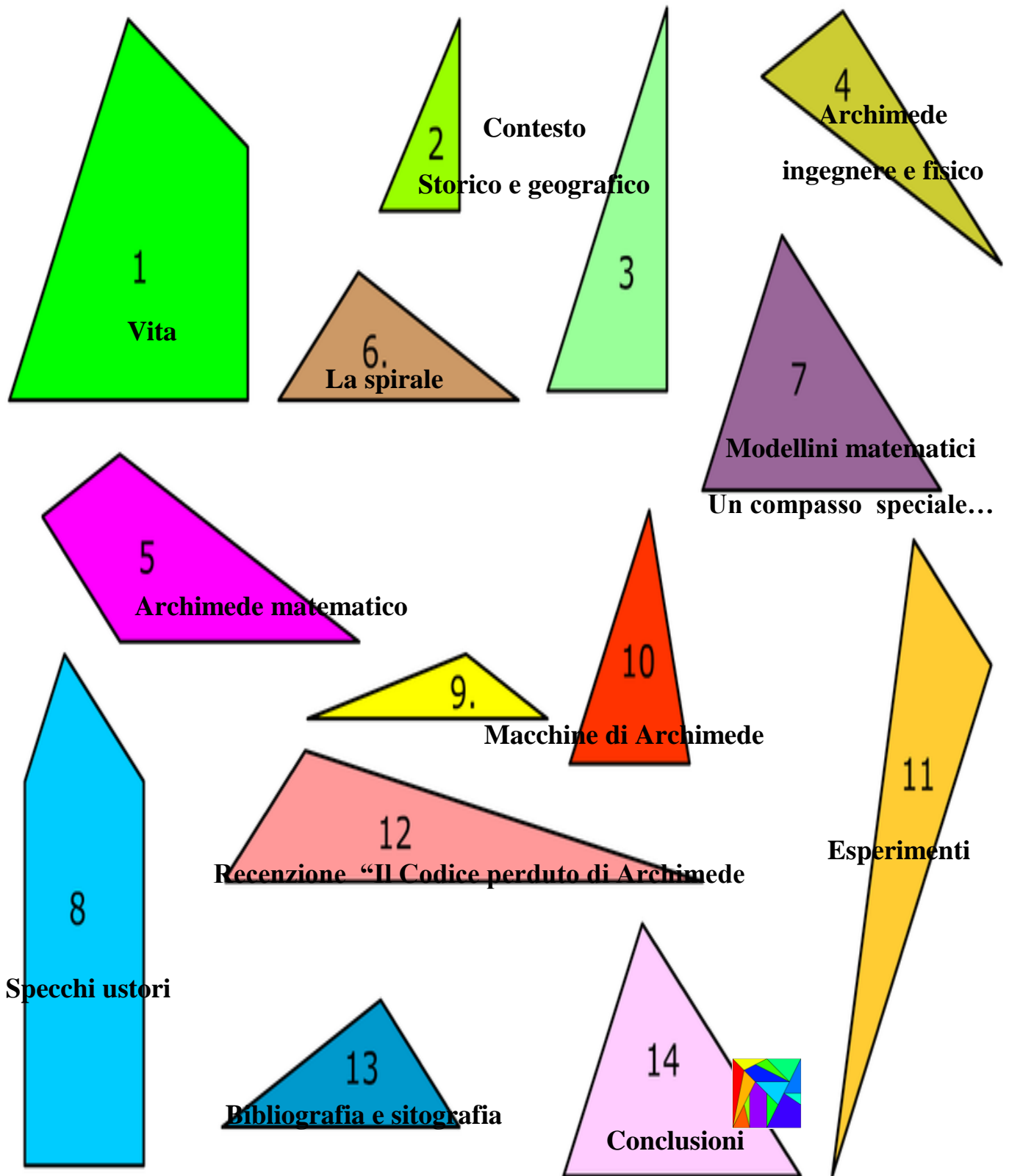
Attraverso questa mostra ripercorrerete le tappe fondamentali della vita dello scienziato con le relative scoperte, apprezzando così i vari aspetti della sua travagliata personalità.

Inizialmente assisterete alla presentazione dello scienziato talmente dedito alla sua scienza che la sua morte è passata alla storia quasi fosse una leggenda, difatti Plutarco narra che *“Per una malaugurata circostanza lo scienziato si trovava solo in casa e stava considerando una figura geometrica, concentrato su di essa, oltreché con la mente, anche con gli occhi, tanto da non accorgersi che i Romani invadevano e conquistavano la città. Ad un tratto entrò nella stanza un soldato e gli ordinò di andare con lui da Marcello. Archimede rispose che sarebbe andato dopo aver risolto il problema e messa in ordine la dimostrazione. Il soldato si adirò, sguainò la spada e lo uccise.”*

Dopo aver letto della vita del matematico potrete vedere una serie di pannelli sulle scoperte e invenzioni di Archimede tra le quali la vite, gli specchi ustori, la catapulta e vedrete i modellini matematici e fisici realizzati dai diversi gruppi.

*... Buon viaggio...*

## Indice





# Archimede



Nasce a Siracusa intorno al 287 a.C. (Giovanni Tzetzes, uno studioso bizantino del XII sec., sostiene che A. morì a 75 anni: Chiliades, II, Hist. 35, 105)

Il padre, Fidia, è forse un astronomo e trasmette al figlio l'amore per la scienza. Compie i primi studi a Siracusa.

Si reca ad Alessandria d'Egitto, città fondata da Alessandro Magno; i suoi successori, i Tolomei, grazie ad un'abile politica culturale, ne hanno fatto uno dei centri più importanti dell'epoca. Essi fondano, infatti, la Biblioteca, in cui è raccolto tutto il sapere dell'epoca, e vi accolgono tutti i più importanti scienziati e studiosi dell'epoca.

Archimede vi stringe amicizia con il matematico e astronomo Conone di Samo (fonte lo storico di età augustea Diodoro Siculo)

Torna a Siracusa, ma mantiene contatti con gli scienziati di Alessandria, tra i quali Dositeo ed Eratostene, al quale dedicò il trattato “Il metodo” e rivolse il “problema dei buoi del Sole”: Archimede sfida i matematici alessandrini a calcolare il numero di buoi e vacche degli Armenti del Sole risolvendo un sistema di otto equazioni lineari con due condizioni quadratiche. Si tratta di un problema espresso in termini semplici, ma la sua soluzione più piccola è costituita da numeri con 206.545 cifre.

Continua le sue ricerche e i suoi studi, facendo scoperte (la legge dell'idrostatica, la teoria della leva...) che ebbero enorme importanza nella storia della scienza.

Durante la seconda guerra punica progetta e realizza numerose macchine da guerra (catapulte, specchi ustori, l'*artiglio ferreo*) che consentono di difendere la città dall'attacco dei Romani (214-212 a.C.).

Polibio *Historiae*, VIII, 3-5.

*(I Romani) ....speravano grandemente, a causa del loro grande numero, che in cinque giorni le loro opere sarebbe state molto più avanzate di quelle del nemico, ma non fecero il conto con la capacità di Archimede, o riuscirono a prevedere che in alcuni casi il genio di un uomo compie molto più di qualsiasi numero di mani. .... Archimede fece tali grandi preparativi, sia all'interno della città che anche in previsione di un attacco dal mare, che non ci sarebbe stata alcuna possibilità...*

*....Tali erano gli accorgimenti con cui i Romani avevano deciso di attaccare le torri. Ma Archimede....aveva preparato macchine costruiti per gettare a qualsiasi distanza, in modo da danneggiare gli assalitori a lungo raggio, mentre navigavano verso la città, con i suoi mangani più potenti e i più pesanti missili per annientarli”.*

*«... I Romani, allestiti questi mezzi, pensavano di dare l'assalto alle torri, ma Archimede, avendo preparato macchine per lanciare dardi a ogni distanza, mirando agli assalitori con le baliste e con catapulte che colpivano più lontano e sicuro, ferì molti soldati e diffuse grave scompiglio e disordine in tutto l'esercito; quando poi le macchine lanciavano troppo lontano, ricorreva ad altre meno potenti che colpissero alla distanza richiesta. Infine scoraggiò completamente i Romani, impedendo loro ogni iniziativa di accostamento finché Marco, trovandosi in difficoltà, fu costretto a tentare di avvicinarsi alla città nascostamente di notte.*

*Quando i Romani furono entro il tiro dei dardi, Archimede architettò un'altra macchina contro i soldati imbarcati sulle navi: dalla parte interna del muro fece aprire frequenti feritoie dell'altezza di un uomo, larghe circa un palmo dalla parte esterna: presso di queste fece disporre arcieri e scorpioncini e colpendoli attraverso le feritoie metteva fuori combattimento i soldati navali. Così non soltanto rendeva incapaci di qualsiasi iniziativa i nemici sia lontani sia vicini, ma ne uccideva gran parte.*

*Quando essi tentavano di sollevare le sambuche, ricorreva a macchine che aveva fatto preparare lungo il muro e che, di solito invisibili, al momento del bisogno si levavano minacciose al di sopra del muro e sporgevano per gran tratto con le corna fuori dai merli: queste potevano sollevare pietre del peso di dieci talenti e anche blocchi di piombo. Quando le sambuche si avvicinavano, facevano girare con una corda nella direzione richiesta l'estremità della macchina e mediante una molla scagliavano una pietra: ne seguiva che non soltanto la sambuca veniva infranta ma pure la nave che la trasportava e i marinai correvano estremo pericolo.*

*Archimede aveva allestito macchine anche contro gli assalitori che per mezzo di graticci si difendevano dalle frecce scagliate attraverso le feritoie del muro: alcuni difensori scagliavano pietre a distanza giusta perché i combattenti si ritirassero da prua; altri calavano una mano di ferro legata a una catena per mezzo della quale l'uomo addetto al governo del rostro, afferrata la prua, abbassava la parte inferiore della macchina verso l'interno del muro; in questo modo, sollevata la prua, faceva rizzare la nave sulla poppa, poi fissata la parte inferiore della macchina così che non si movesse, per mezzo di un congegno apposito staccava la mano e la catena. In seguito a ciò alcune navi ricadevano su un fianco, altre si rovesciavano, quasi tutte, lasciate cadere dall'alto, imbarcavano acqua e si riempivano di confusione. Marcello, messo in difficoltà dai mezzi escogitati da Archimede, e vedendo che i cittadini rendevano vano ogni suo tentativo e in più lo facevano oggetto di scherno, tuttavia scherzava sulla sua situazione, dicendo che Archimede attingeva acqua dal mare con le sue navi come fossero bicchieri e che le sambuche erano prese a schiaffi e cacciate via in malo modo dal banchetto. L'assedio per mare ebbe questo risultato».*

Livio, *Ab Urbe condita* libri, XXIV, 34

*“E in effetti l'impresa iniziata con così tanto impeto avrebbe avuto successo, se soltanto a Siracusa non ci fosse stato, in quel tempo, un uomo, Archimede.*

*Era quegli un impareggiabile osservatore del cielo e delle stelle, un ancora più straordinario, nondimeno, scopritore e costruttore di congegni e di macchine da guerra, con cui era in grado di prendersi gioco con il minimo sforzo di [qualsiasi azione] fosse con enorme impiego di forze dai nemici condotta”.*

Plutarco, Vita di Marcello, 15-18

*“Ma più di tutto Marcello fu addolorato dalla sventura che toccò ad Archimede. Per una malaugurata circostanza lo scienziato si trovava solo in casa e stava considerando una figura geometrica, concentrato su di essa, oltreché con la mente, anche con gli occhi, tanto da non accorgersi che i Romani invadevano e conquistavano la città.*

*Ad un tratto entrò nella stanza un soldato e gli ordinò di andare con lui da Marcello. Archimede rispose che sarebbe andato dopo aver risolto il problema e messa in ordine la dimostrazione. Il soldato si adirò, sguainò la spada e lo uccise.*

*10 Altri storici narrano il fatto diversamente. Dicono che il romano si presentò già con la spada in pugno, pronto per ammazzarlo, e che Archimede, appena lo vide, lo pregò di aspettare un istante, affinché non lasciasse incompleto e privo di dimostrazione ciò che cercava; ma il soldato senza tanti complimenti finì lui. Secondo una terza versione alcuni soldati incontrarono per strada Archimede, mentre stava portando a Marcello uno strumento scientifico, composto di meridiane, sfere e quadranti, mediante i quali si misurava a vista la grandezza del sole, dentro a una cassa. I soldati pensarono che avesse con sé dell'oro, e lo uccisero.*

*1 Tutti gli storici sono però concordi nel dire che Marcello fu molto addolorato dalla sua morte e ritrasse lo sguardo dall'uccisore, quando gli si presentò, come se fosse un essere contaminato. Trovati poi i suoi parenti, li onorò”.*

La leggenda ha tramandato ai posteri anche le ultime parole di Archimede, rivolte al soldato romano che stava per ucciderlo:

**«noli, obsecro, istum disturbare»**

*(non rovinare, ti prego questo disegno).*

Cicerone, più di un secolo e mezzo dopo la morte dello scienziato, racconta di avere scoperto egli stesso la sua tomba:

*“Io questore scoprii la tomba di Archimede, sconosciuta ai Siracusani, cinta con una siepe da ogni lato e vestita da rovi e spineti.... io.... volsi l'attenzione ad una colonnetta non molto sporgente in fuori da dei cespugli, sulla quale c'era sopra la figura di una sfera e di un cilindro”. (Cicerone, Tusculanae disputationes, V, 64-66)*

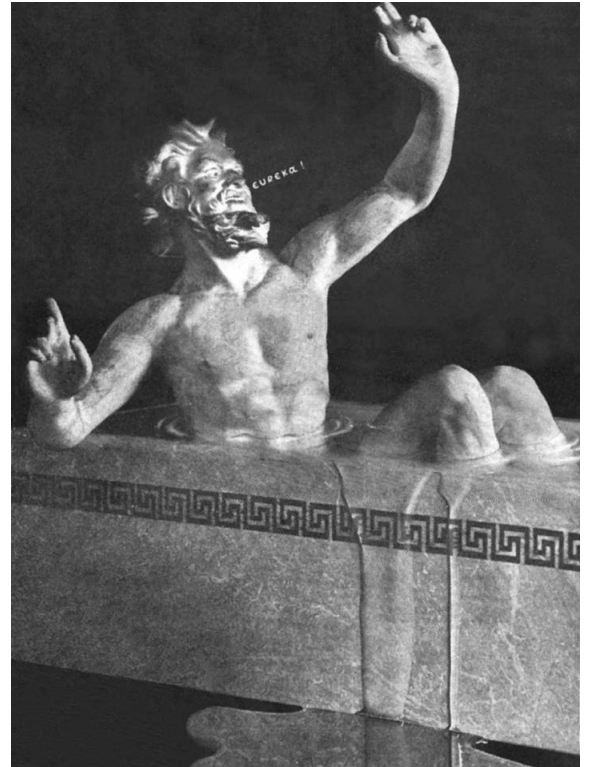


# Due celebri aneddoti

## La corona d'oro di Gerone

**"εὕρηκα"**

Nell'immaginario collettivo il ricordo di Archimede è indissolubilmente legato a due aneddoti leggendari. Vitruvio racconta che avrebbe iniziato a occuparsi d'idrostatica perché il sovrano Gerone II gli aveva chiesto di determinare se una corona fosse stata realizzata con oro puro oppure utilizzando all'interno altri metalli. Egli avrebbe scoperto come risolvere il problema mentre faceva un bagno, notando che immergendosi nell'acqua provocava un innalzamento del livello del liquido. Questa osservazione l'avrebbe reso così felice che sarebbe uscito nudo dall'acqua esclamando **"εὕρηκα"** (héureka!, ho trovato!). Se non fossimo a conoscenza del trattato Sui corpi galleggianti non si potrebbe dedurre il livello dell'idrostatica archimedeica dal racconto vitruviano.



Vitruvio riferisce che il problema sarebbe stato risolto misurando i volumi della corona e di un eguale peso d'oro immergendoli in un recipiente colmo d'acqua e misurando l'acqua traboccata. Si tratta però di un procedimento poco plausibile, sia perché comporta un errore troppo grande sia perché non ha alcuna relazione con l'idrostatica sviluppata da Archimede. Secondo una ricostruzione più attendibile, Archimede aveva suggerito di pesare la corona e un quantitativo di oro uguale in peso immersi entrambi in acqua. Se la corona fosse stata tutta d'oro la bilancia sarebbe stata in equilibrio. Poiché invece la bilancia si abbassò dalla parte dell'oro, se ne potette dedurre che, essendo pari i pesi, la corona doveva avere subito una maggiore spinta idrostatica verso l'alto e quindi doveva avere un

maggiore volume, il che implicava che doveva essere stata fabbricata impiegando anche metalli con densità minore dell'oro (come l'argento).

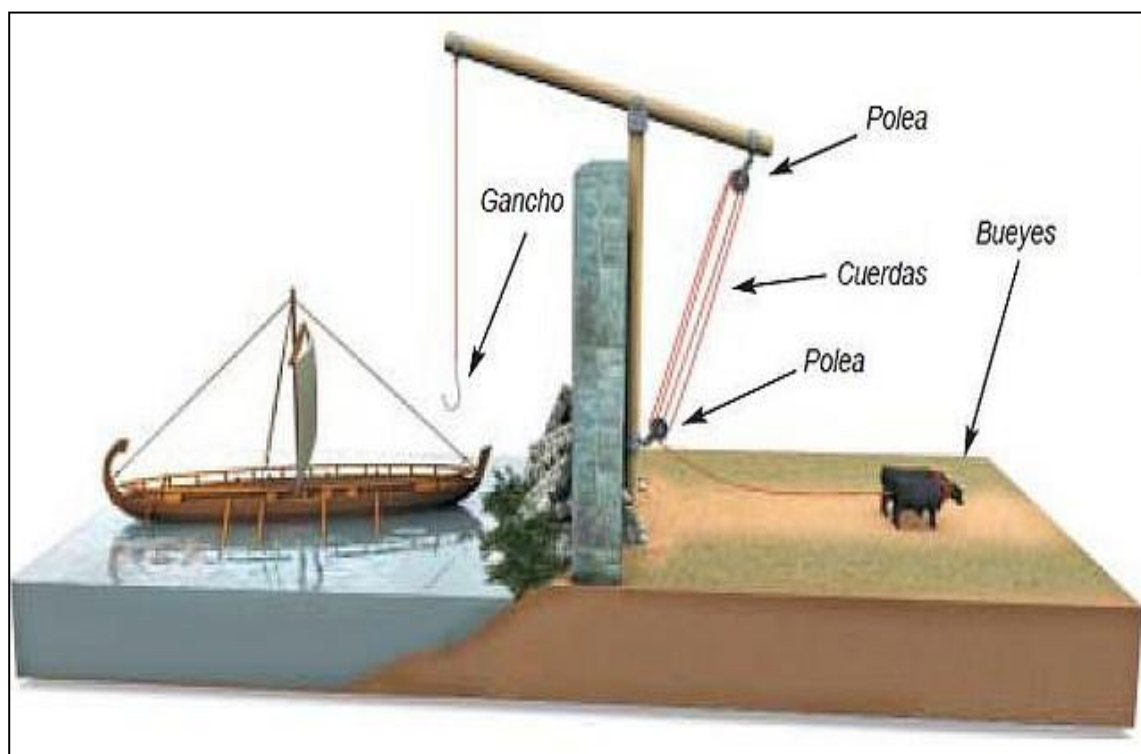
## La nave di Gerone

*“datemi un punto d'appoggio e solleverò la Terra”*

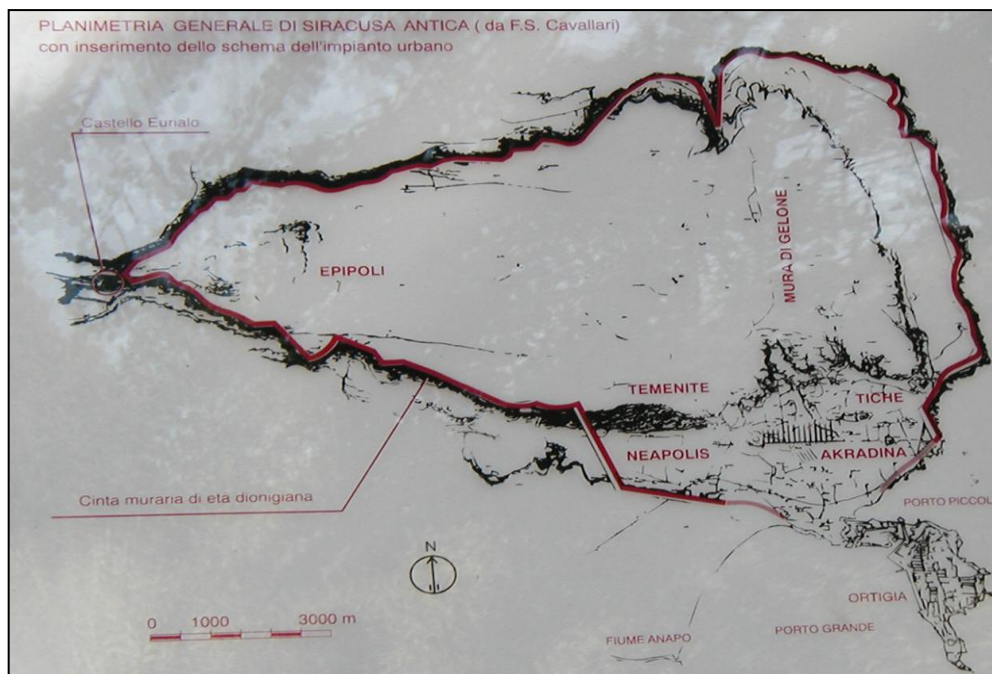
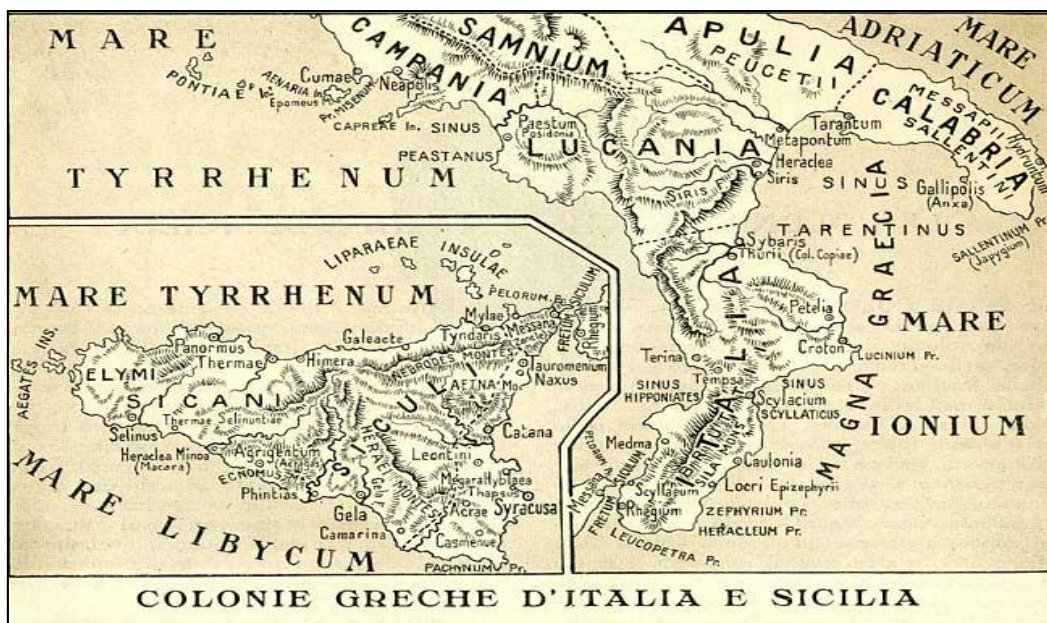
Secondo un altro aneddoto altrettanto famoso Archimede sarebbe riuscito a spostare da solo una nave (o l'avrebbe fatta spostare dal solo Gerone)

grazie a una macchina da lui inventata. Esaltato dalla sua capacità di costruire macchine con cui spostare grandi pesi con piccole forze, in questa o in un'altra occasione avrebbe esclamato: “datemi un punto d'appoggio e solleverò la Terra”. La frase è riportata, con leggere varianti, da vari autori, tra i quali Pappo

di  
Alessandria  
e  
Simplicio.



# Archimede dove e quando...



## **L'ASSEDIO E IL DOMINIO DEI ROMANI A SIRACUSA**

La seconda guerra punica (219-202 a.C.) è un periodo fondamentale per l'espansione romana. Le due potenze mediterranee (Roma e Cartagine) da anni si stanno affrontando.

La città di Siracusa era cinta da alte mura e lo furono anche le zone dell' Ortigia, di Acradina, dell'Epipole. In più poteva contare sulla fortezza di Eurialo, su tre porti (Trogilo, il piccolo porto e il grande porto), due imponenti acquedotti e la fondamentale Fonte Aretusa che garantiva l'acqua a tutta la città anche nel periodo estivo.

Le macchine di Archimede, che s'inseriscono in una precedente tradizione di poliorcetica, contribuirono efficacemente a rinforzare le difese della città: tra esse le fonti citano le catapulte piccole e grandi, le balliste (non inventate da lui ma migliorate) che potevano lanciare proiettili anche di quaranta chili. Poi, sul lato del mare, numerose gru armate o con una benna prensile che poteva far cadere sulle navi massi di circa trecento chili, oppure dotate di "mani ferree" con cui agganciare enormi pesi (in questo caso le navi romane) e poi sganciati con un meccanismo. Archimede aveva anche consigliato l'apertura di feritoie sulle mura, alte come un uomo e che si restringevano verso l'esterno fino alla dimensione di un quadrato. Attraverso questo gli arcieri potevano colpire a loro piacimento in tutta sicurezza. Nessuno storico, Polipo, Plutarco e nemmeno Tito Livio ha invece mai fatto cenno ai cosiddetti "specchi ustori". Solo Galeno ne fa un accenno ma solo per sentito dire. Niente documenti, disegni, testimonianze o reperti. La realtà è che i difensori riuscirono a bruciare delle navi lanciando loro sostanze incendiarie.





**Le difese di Siracusa**

«... I Romani, allestiti questi mezzi, pensavano di dare l'assalto alle torri, ma Archimede, avendo preparato macchine per lanciare dardi a ogni distanza, mirando agli assalitori con le baliste e con catapulte che colpivano più lontano e sicuro, ferì molti soldati e diffuse grave scompiglio e disordine in tutto l'esercito; quando poi le macchine lanciavano troppo lontano, ricorreva

ad altre meno potenti che colpissero alla distanza richiesta. Infine scoraggiò completamente i Romani, impedendo loro ogni iniziativa di accostamento finché Marcello, trovandosi in difficoltà, fu costretto a tentare di avvicinarsi alla città nascostamente di notte.

Quando i Romani furono entro il tiro dei dardi, Archimede architettò un'altra macchina contro i soldati imbarcati sulle navi: dalla parte interna del muro fece aprire frequenti feritoie dell'altezza di un uomo, larghe circa un palmo dalla parte esterna: presso di queste fece disporre arcieri e scorpioncini e colpendoli attraverso le feritoie metteva fuori combattimento i soldati navali. Così non soltanto rendeva incapaci di qualsiasi iniziativa i nemici sia lontani sia vicini, ma ne uccideva gran parte.

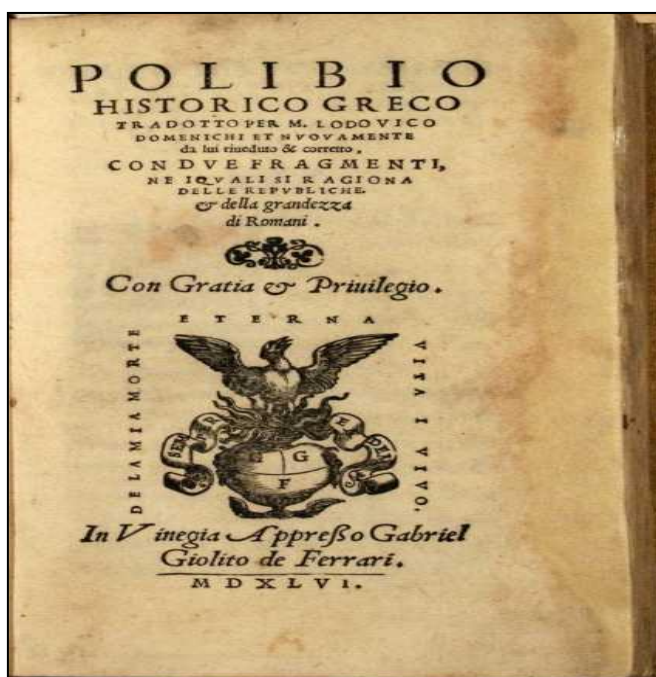


Quando essi tentavano di sollevare le sambuche, ricorreva a macchine che aveva fatto preparare lungo il muro e che, di solito invisibili, al momento del bisogno si levavano minacciose al di sopra del muro e sporgevano per gran tratto con le corna fuori dai merli: queste potevano sollevare pietre del peso di dieci talenti e anche blocchi di piombo. Quando le sambuche si avvicinavano, facevano girare con una corda nella direzione richiesta l'estremità della macchina e mediante una molla scagliavano una pietra: ne seguiva che non soltanto la sambuca veniva infranta ma pure la nave che la trasportava e i marinai correvano estremo pericolo.

Archimede aveva allestito macchine anche contro gli assalitori che per mezzo di graticci si difendevano dalle frecce scagliate attraverso le feritoie del muro: alcuni difensori scagliavano pietre a distanza giusta perché i combattenti si ritirassero da prua; altri calavano una mano di ferro legata a una catena per mezzo della quale l'uomo addetto al governo del rostro, afferrata la prua, abbassava la parte inferiore della macchina verso l'interno del muro; in questo modo, sollevata la prua, faceva rizzare la nave sulla poppa, poi fissata la parte inferiore della macchina così che non si movesse, per mezzo di un congegno apposito staccava la mano e la catena. In seguito a ciò alcune navi ricadevano su un fianco, altre si rovesciavano, quasi tutte, lasciate cadere dall'alto, imbarcavano acqua e si riempivano di confusione. Marcello, messo in difficoltà dai mezzi escogitati da Archimede, e vedendo che i cittadini rendevano vano ogni suo tentativo e in più lo facevano oggetto di scherno, tuttavia scherzava sulla sua situazione, dicendo che Archimede attingeva acqua dal mare con le sue navi come fossero bicchieri e che le sambuche erano prese a schiaffi e cacciate via in malo modo dal banchetto. L'assedio per mare ebbe questo risultato».

# Polibio racconta...

**Polibio** (gr.: Πολύβιος; Megalopoli, circa 206 a.C. – Grecia, 124 a.C.) fu lo storico greco antico del mondo mediterraneo. Studiò in modo particolare il sorgere della potenza della Repubblica Romana *Storie*, la sua opera di ricerca storica, è estremamente importante per il suo resoconto della Seconda guerra punica e della Terza guerra punica fra Roma e Cartagine.





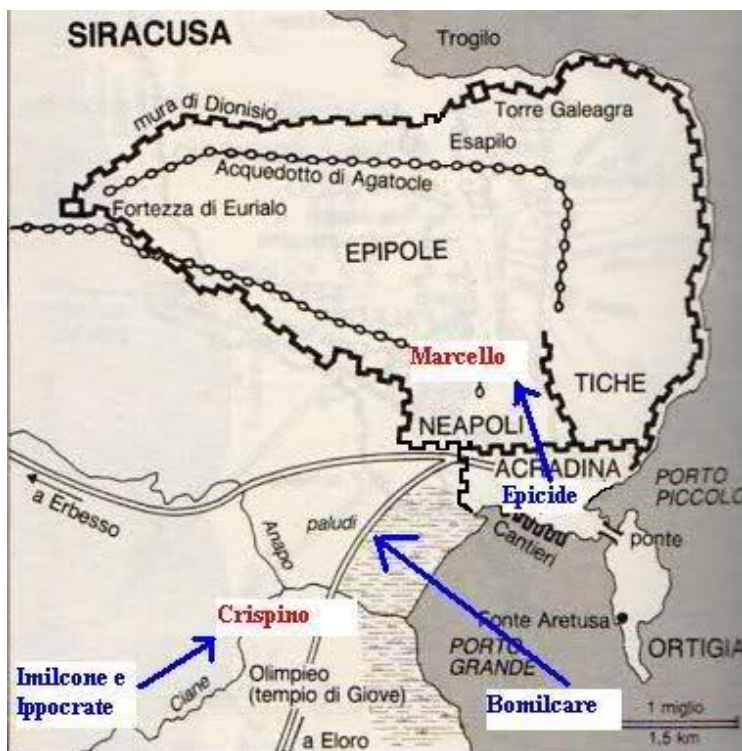
**Il primo assalto romano**

Agli ordini di Marcello l'armata romana, sessanta quinquere mi e tre legioni, dopo una settimana di preparativi sferrano il primo assalto su due fronti. Sulle navi arcieri, lancieri e frombolieri dovevano sgombrare dai difensori le sommità delle mura. Otto quinquere mi erano state appaiate e legate due a due formando quattro piattaforme galleggianti e attrezzate con ponteggi,

scale e piattaforme da sbarco che servivano per assaltare le mura e permettere ai soldati di superare le difese. Nello stesso tempo Appio Claudio assaliva le mura via terra con i soldati protetti da graticci. Entrambi gli assalti fallirono: le navi furono bersagliate da una grandinata di proiettili mentre alcuni massi sfondarono le navi con i ponteggi, altre quinquere mi furono agganciate dalle gru e fatte ricadere in acqua affondandole. Le truppe di terra trovarono difficoltà nello scalare le mura a causa del terreno scosceso, oltre ad essere investiti anche loro da ogni tipo di proiettili. Un secondo tentativo fu effettuato di notte sperando nella stanchezza dei difensori ma non sortì effetti. Gli attacchi si protrassero per otto mesi poi Marcello decise di prendere Siracusa per fame.

Si chiuse così la prima fase dell'assedio.

Per non restare inoperative, le forze romane vennero divise. Appio Claudio rimase a cingere d'assedio Siracusa, Marcello corse a reprimere le ribellioni aizzate, nel



resto della Sicilia, dallo sbarco delle truppe cartaginesi al comando di Imilcone. Con il suo arrivo, Ippocrate esce da Siracusa con diecimila fanti e cinquecento cavalieri e riesce ad attraversare le linee romane: pensa di unirsi ai cartaginesi. Marcello, visto l'ingente sbarco nemico, decide di tornare all'assedio di Siracusa e sulla via del ritorno sorprende Ippocrate che perde nella battaglia più di ottomila uomini. Con i residui si rifugia ad Acre mentre Marcello, vittorioso, torna all'assedio. Nel frattempo Imilcone ha seguito le truppe romane e, dopo aver raccolto Ippocrate e il resto dell'esercito, si

accampa nei pressi di Siracusa deciso a rompere l'assedio.

Il suo piano fallisce nel momento in cui una legione romana sbarca a Palermo ed è costretto a tornare indietro per intercettarla. Anche questa mossa fallisce e la legione romana rafforzerà le truppe di Marcello.

Nell'inverno del 213 la situazione è la seguente: Imilcone si ritira ad Agrigento, Ippocrate a Morganzia e Bomilcare, che nel frattempo era giunto di rinforzo con la sua flotta nel porto di Siracusa, farà ritorno in Africa.

I romani spostarono gli accampamenti più a nord verso Leonta e Appio Claudio abbandonerà la Sicilia. Al suo posto è nominato Tito Crispino.

Con la primavera del 212 ricominciarono le operazioni e questa volta Marcello provò a impadronirsi della città con una congiura grazie all'appoggio di alcuni rivoltosi siracusani ma lo stratagemma fallì.

L'assedio durò più di due anni, il tesoro di Ierone II confiscato e la città depredata. I siracusani non vennero privati della libertà ma, ridotti alla fame e alla disperazione, chiesero di essere venduti come schiavi. Anche Archimede rimase vittima del saccheggio, uno dei tanti morti di quell'assedio e di quella guerra.

Stupenda doveva essere Siracusa, con l'agorà, i templi, i palazzi, le mura, prima della conquista romana. Marcello stesso ne rimase incantato e Plutarco ci dice che «mentre guardava la bella città sotto di lui, pianse a lungo e nonostante la gioia e il compiacimento per la vittoria fu preso da compassione vedendo le ricchezze accumulate in un'epoca lunga e felice, dissiparsi così, nello spazio di un'ora...».

Splendida per il fiorire dell'architettura e delle arti plastiche, Siracusa ebbe anche una intensissima vita culturale. Basti dire che qui convennero alcuni tra i pensatori più importanti dell'antichità greca: Stesicoro, Saffo, Simonide, Bacchilide, Pindaro, Eschilo, Platone e molti altri. Fu la patria di Epicarmo, creatore della commedia che nel grandioso teatro greco toccò momenti di inimitabile splendore con le opere di Senarco Filemone e Sofrone, anch'essi siracusani. Qui ebbero i natali, ancora, il poeta Teocrito, il filosofo Filolao, lo storico Filisto e il fisico Archimede.



Come ricorda Cicerone, nonostante la moderatezza di Marcello che risparmiò scrupolosamente tutti gli edifici sacri e profani di Siracusa per preservare la bellezza della città, molti degli oggetti che l'adornavano furono portati a Roma.

Riunita tutta l'isola in una sola provincia con due pretori, uno a Siracusa, e l'altro a Lilibeo, la Sicilia trascorse lunghi anni di tranquillità. Ma la decadenza procedeva inesorabile. La sostituzione, nella conduzione dell'agricoltura, dei grandi pascoli alle piccole fattorie portò ad un impoverimento tale che gli agricoltori, esasperati dalle pesanti richieste di Roma si ribellarono ben due volte nel corso del secondo secolo a.C.

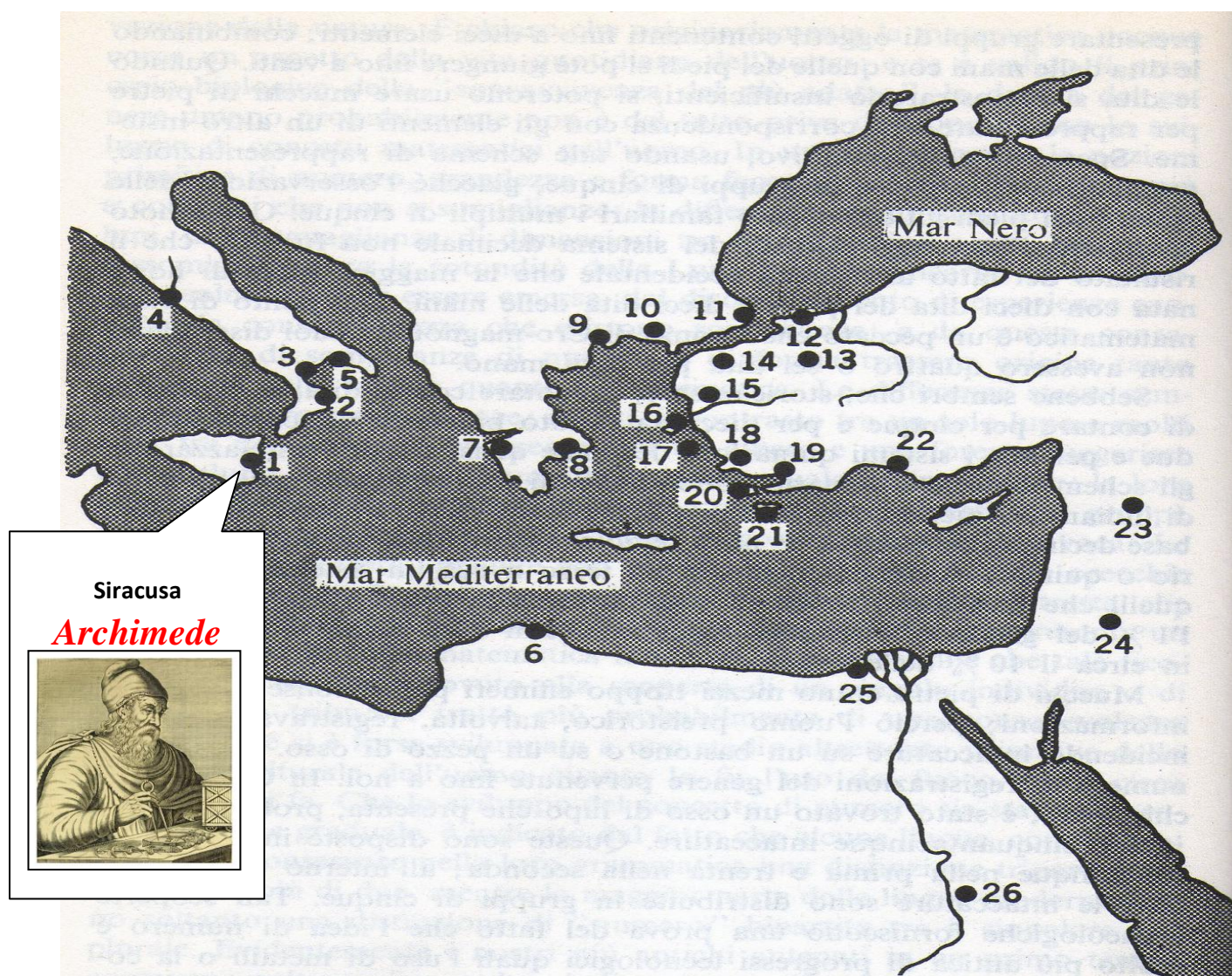
Le rivolte vennero definite le Guerre degli Schiavi (135-132 a.C. e 104-102 a.C.). Alle malversazioni dei pretori si aggiungevano, poi, le spoliazioni colossali di Verre e di Sesto Pompeo.

Nuove città si arricchirono (Catania) e altre si spopolarono rapidamente; mentre la vita e le attività più importanti si spostavano verso i grandi latifondi. Alla fine del I secolo a.C. Siracusa era così mal ridotta che Augusto tentò di ripopolarla e di ricostruirla. L'intervento romano sulla città di Siracusa vide sorgere il grande anfiteatro e il cosiddetto ginnasio, mentre il teatro greco subì un'altra delle numerose ristrutturazioni.

Già dai primi secoli dell'Impero, inoltre, Siracusa aveva visto affermarsi il Cristianesimo: qui sostò l'apostolo Paolo mentre si recava a Roma; qui le catacombe vastissime testimoniano lo sviluppo assunto dalle prime comunità cristiane.

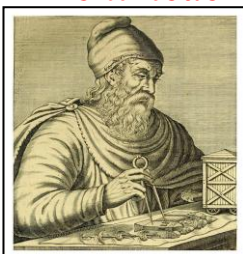
<b>III sec.a.C.</b>	
<b>264-241</b>	Prima guerra punica; Ierone mantiene l'alleanza con i romani
<b>230</b>	Si allarga la cavea del teatro greco
<b>215</b>	Morte di Ierone II
<b>218-201</b>	Seconda guerra punica
<b>214</b>	Siracusa si allea con i Cartaginesi
<b>212</b>	Roma conquista Siracusa
	Viene ucciso Archimede
<b>II sec. a.C.</b>	
<b>Primi anni</b>	Con un decreto Marcello vieta ai siracusani di risiedere in Ortigia
<b>I sec. a.C.</b>	
<b>73-71</b>	Verre governatore della Sicilia con sede a Siracusa
<b>70</b>	Processo contro Verre per le rapine da lui perpetrate ai danni delle città siciliane ed in modo particolare Siracusa
<b>I sec. d.C.</b>	
	S. Paolo si ferma per tre giorni a Siracusa
	Si costruisce l'Anfiteatro Romano
	Viene scolpita la Venere Landolina
	Viene costruito il Ginnasio Romano
<b>39</b>	Il vescovo Marziano arriva a Siracusa
<b>II sec. d.C.</b>	
	Si cominciano ad utilizzare le catacombe in seguito intitolate a S.Lucia

## *Centri matematici dell' antichità classica*



Siracusa

**Archimede**



### *Centri matematici dell' antichità classica*

1. Siracusa (Archimede) - 2. Crotone (Pitagora) - 3. Elea (Parmenide, Zenone) - 4. Roma (Boezio) - 5. Taranto (Pitagora, Archita, [Filolao?]) - 6. Cirene (Teodoro, Eratostene) - 7. Elide (Ippia) - 8. Atene (Platone, Teeteto) - 9. Stagira (Aristotele) - 10. Abdera (Democrito) - 11. Bisanzio (Proclo) - 12. Calcedonia (Senocrate) - 13. Nicea (Ipparco) - 14. Cizico (Callippo) - 15. Pergamo (Apollonio) - 16. Chio (Ippocrate) - 17. Samo (Pitagora, Conone, Aristarco) - 18. Smirne (Teone) - 19. Mileto (Taletè) - 20. Cnido (Eudosso) 21. Rodi (Eudemo, Gemino) - 22. Perge (Apollonio) - 23. Calcide (Giamblico) - 24. Gerasa (Nicomaco) - 25. Alessandria (Euclide, Erone, Tolomeo, Pappo, Menelao e altri) - 26. Siene (Eratostene).

(Immagine rielaborata ma tratta da "Storia della matematica" Carl B. Boyer Ed. A. Mondadori 1999)





# ... Il viaggio nel tempo delle Opere

di

Archimede...

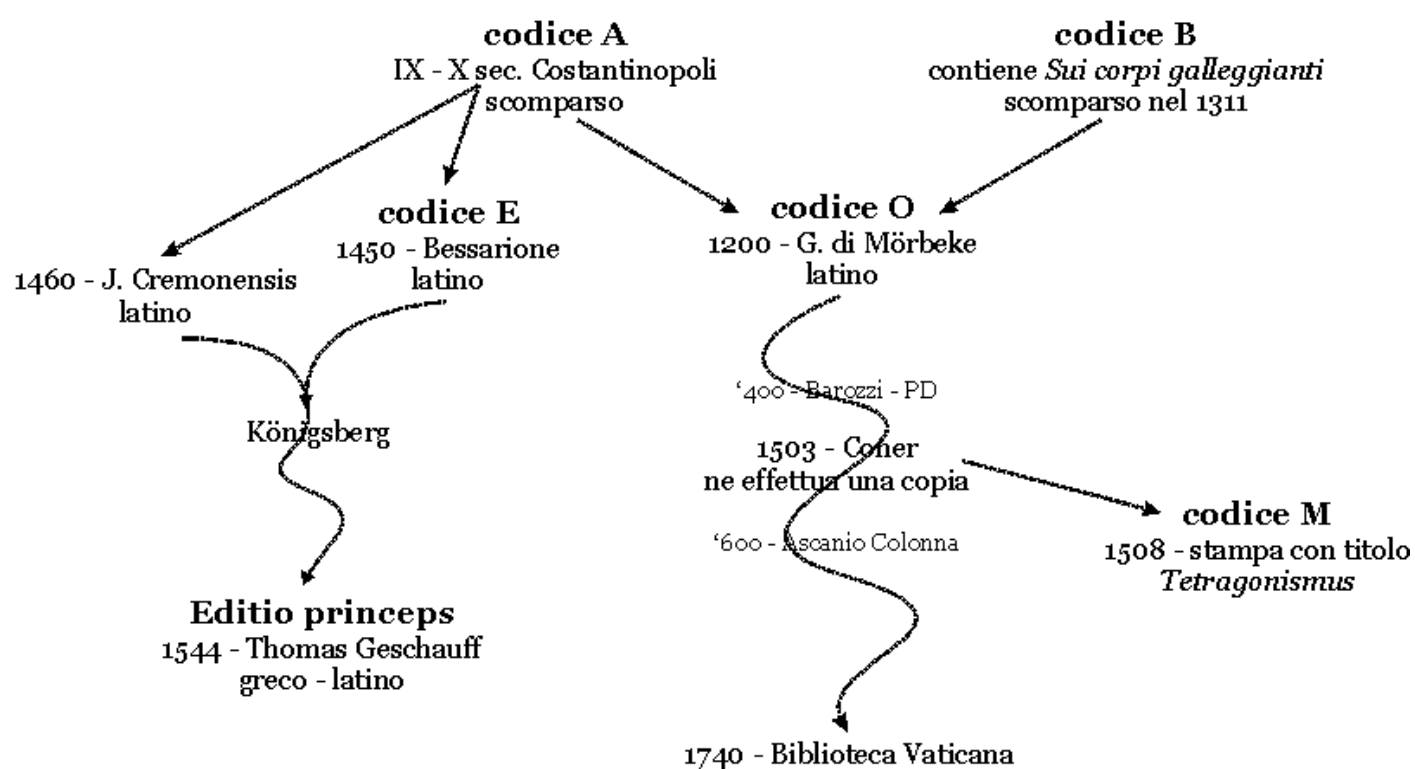


Immagine tratta da [http://www.fe.infn.it/u/filimanto/scienza/storia/grecia/5\\_archimede/tradizione.gif](http://www.fe.infn.it/u/filimanto/scienza/storia/grecia/5_archimede/tradizione.gif)



## **SULL'EQUILIBRIO DEI PIANI OVVERO : SUI CENTRI DI GRAVITA' DEI PIANI.**

L'opera composta da due libri, descrive la legge di equilibrio delle leve e determina le aree e il centro di gravità (baricentro) di varie figure geometriche. Potremmo quindi definirlo un trattato di statica.

Questo, tuttavia, non è il più antico testo di fisica: Aristotele, infatti, quasi un secolo prima, aveva pubblicato “ Fisica “, nel quale gli argomenti vengono trattati modo intuitivo, empirico, al contrario di Archimede che cerca sempre una spiegazione rigorosa e matematica.

Il primo libro si concentra sul principio di equilibrio della leva e sullo studio dei baricentri del triangolo e del trapezio. Archimede non fu certamente il primo studioso a occuparsi di questo strumento (già noto da tempo anche all'epoca) e neanche il primo a enunciarne i principi generali. E' sicuro però che il suo punto di vista nello studio di questo oggetto e il suo modo di esprimersi sui risultati ottenuti è a dir poco unico per il suo tempo.

Già in diversi scritti aristotelici si trova il seguente principio:

"Due pesi posti su una bilancia si trovano in equilibrio quando sono inversamente proporzionali alle rispettive distanze dal fulcro."

Aristotele dedusse tale principio da ragionamenti cinematici

Archimede lo dedusse da ragionamenti statici.

Infatti osservò che *"corpi a simmetria bilaterale sono in equilibrio."*

### ...Proviamo a ripercorrere l'analisi archimedeana...

- 1) Supponiamo che una sbarra ideale lunga 4m (4 metri) sostenga tre pesi da 1kg ognuno (uno al centro e uno per estremo) e sia in equilibrio su un fulcro posto nel centro, come in figura.

Se partiamo dal postulato archimedeo di simmetria, il sistema è in equilibrio.

- 2) Però tale principio ci dice di più. Considero solo la parte destra del sistema: se i due pesi (distanti 2m) vengono avvicinati nel punto medio del braccio destro, permane l'equilibrio.

*Quindi si deduce che un peso di 1kg sostiene un peso di 2kg nell'altro braccio se il fulcro della leva è a 2m dal peso unitario e a 1m dall'altro peso.*

Archimede rimase in ogni caso molto affascinato dalla leva, tanto da utilizzarla in numerose sue invenzioni e macchine da guerra. Era così sicuro della sua conoscenza di questo strumento che è divenuta celebre la sua massima:

***"Datemi un punto di appoggio e vi solleverò il mondo."***



## Principio delle leve.

La distanza tra il fulcro e la resistenza è detta "braccio della resistenza( $br$ )", quella tra il fulcro e la potenza è detta "braccio della potenza( $bp$ )".

Il punto di applicazione della resistenza è quello ove 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.

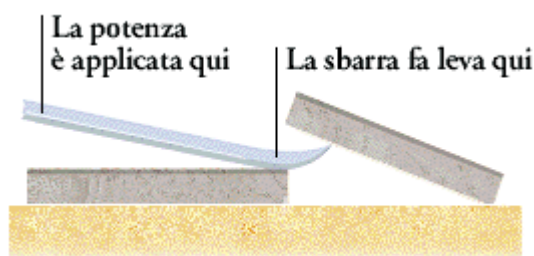
Sulla leva agiscono due forze contrapposte: la forza resistente ( $R$ ) e la forza motrice ( $M$ ) che compie il lavoro. Si possono avere i seguenti casi:

- Se  $bp$  è uguale a  $br$ , la leva si dice "indifferente";
- Se  $br$  è maggiore rispetto a  $bp$ , la leva si dice "svantaggiosa";
- Se  $bp$  è maggiore rispetto a  $br$ , la leva si dice "vantaggiosa".

## Le leve

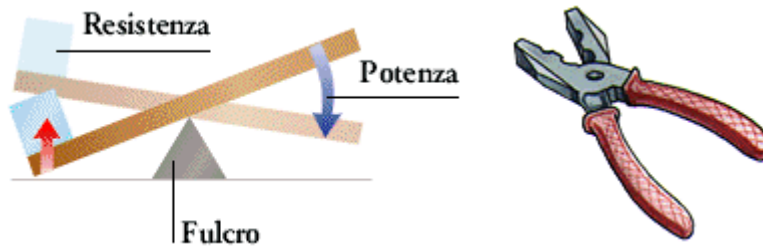
Le leve sono macchine semplici che consentono di svolgere lavoro con minore **energia**.

Composte da una sbarra appoggiata su un **fulcro**, si distinguono in tre classi, a seconda della posizione di **resistenza**, **potenza** e fulcro.



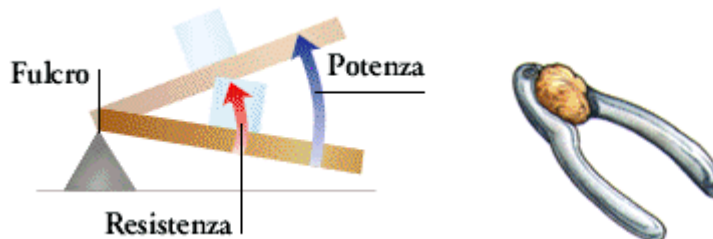
Le leve sono classificate in base alla posizione relativa di **resistenza**, **potenza** e **fulcro**.

## LEVE DI PRIMO GENERE



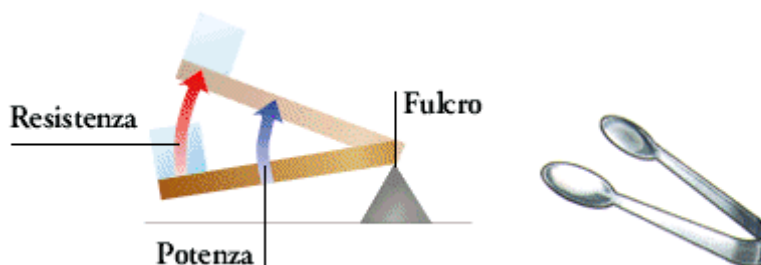
Nelle leve di primo genere (le pinze) il fulcro sta tra resistenza e potenza.

## LEVE DI SECONDO GENERE



Nelle leve di secondo genere (lo schiaccianoci) la resistenza sta tra potenza e fulcro.

## LEVE DI TERZO GENERE



In quelle di terzo genere (la molletta per lo zucchero) la potenza viene applicata tra fulcro resistenza. E' una leva che non amplifica la potenza, ma il movimento.

<http://fisica.cattolica.info/biblioteca/scoperte/forza/leve.htm>

## SUI GALLEGGIANTI

Gli argomenti trattati sono le proprietà dei fluidi e dei paraboloidi nei fluidi. Fra le proposizioni iniziali ve ne sono due che formulano il noto Principio della spinta idrostatica di Archimede

Nel primo libro è enunciato quello che ancora oggi è noto come "Principio idrostatico di Archimede" per la legge di equilibrio dei fluidi per cui:

*"Qualsiasi solido più leggero di un fluido, se collocato nel fluido, si immergerà in misura tale che il peso della sua parte immersa sarà pari al peso del fluido spostato". (Lib I, Prop. 5).*

*Un solido più pesante di un fluido, se collocato in esso, discenderà in fondo al fluido e se si peserà il solido nel fluido, risulterà più leggero del suo vero peso e la differenza di peso sarà uguale al peso del fluido spostato". (Lib. I, Prop. 7)*

Ecco, quindi, apparire per la prima volta il concetto di peso specifico.

Questi scritti testimoniano quanto la fisica e la matematica fossero note all'età ellenistica.

Nel secondo libro, invece, si approfondisce lo studio vero e proprio dei fluidi. Vengono introdotte scoperte più complesse, quali le posizioni di equilibrio di sezioni di parabola immerse, appunto, in un fluido.

Da numerosi studi di questo tipo, Archimede dedusse che tale equilibrio è condizionato non solo dal tipo di liquido, ma anche dal peso specifico (argomento introdotto già nel primo libro) del paraboloide solido immerso:

*"Dato un segmento retto di un paraboloide di rivoluzione il cui asse  $a$  sia maggiore di  $3/4p$ , e il cui peso specifico sia inferiore a quello di un fluido, ma abbia rispetto ad esso un rapporto non inferiore a  $(a - 3/4p)^2 : a^2$ , se il segmento del paraboloide viene immerso nel fluido con l'asse inclinato secondo qualsiasi inclinazione rispetto alla verticale, ma in modo che la base non tocchi la superficie del fluido, non resterà in quella posizione, ma ritornerà nella posizione in cui l'asse è verticale." (Lib. II, Prop. 4).*



Questi studi avevano, in ogni caso, un risvolto pratico, sono infatti alla base della progettazione dello scafo delle navi.. Non ci dobbiamo mai dimenticare, che Archimede era anche un grande ingegnere.

Legato agli studi idrostatici è l'aneddoto della corona d'oro di Gerone "*εὔρηκα*" di cui parla Vitruvio nei suoi scritti che pare avesse un diametro di circa 19 cm (corone con dimensioni di questo genere sono state rinvenute in siti archeologici risalenti al periodo in cui visse Gerone II).

Archimede utilizzò uno strumento che prende attualmente il nome di bilancia idrostatica. Sospendiamo il chilo d'oro e la corona di ugual peso ai due bracci di una bilancia; in questo caso, evidentemente, la bilancia rimane in equilibrio e così rimarrà anche nel caso che i due oggetti vengano immersi in una vasca contenente acqua, se la corona è fatta tutta d'oro; se però la bilancia pende dalla parte della pepita d'oro, significa che la corona ha spostato una maggior quantità di acqua e pertanto la sua densità è minore.

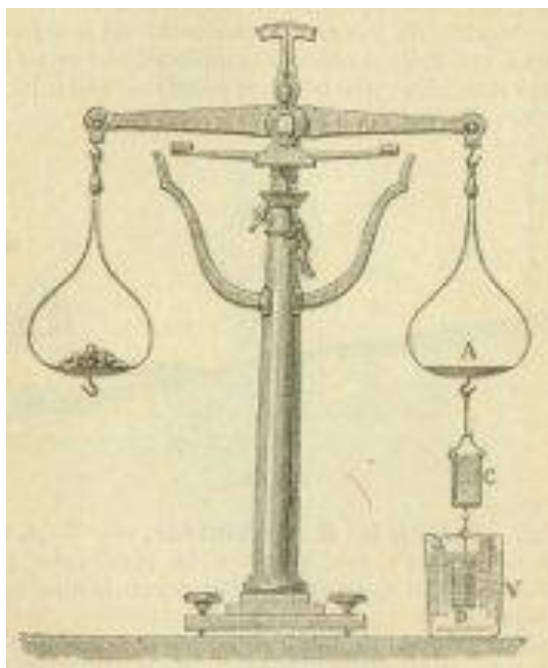


Immagine tratta dalla Sesta edizione completamente rifatta del Manuale di Fisica di Balfour Stewart - Con 243 incisioni e 3 tavole

## CATOTTRICA

Archimede aveva scritto una Catottrica, ovvero un trattato sulla riflessione della luce, ma di questo lavoro non ci sono giunte tracce ma solo informazioni indirette.

Apuleio sostiene che si trattava di un'opera voluminosa che trattava, tra l'altro, dell'ingrandimento ottenuto con specchi curvi, di specchi ustori e del fenomeno dell'arcobaleno. Secondo Olimpiodoro il Giovane vi era studiato anche il fenomeno della rifrazione.

# Le opere matematiche di Archimede

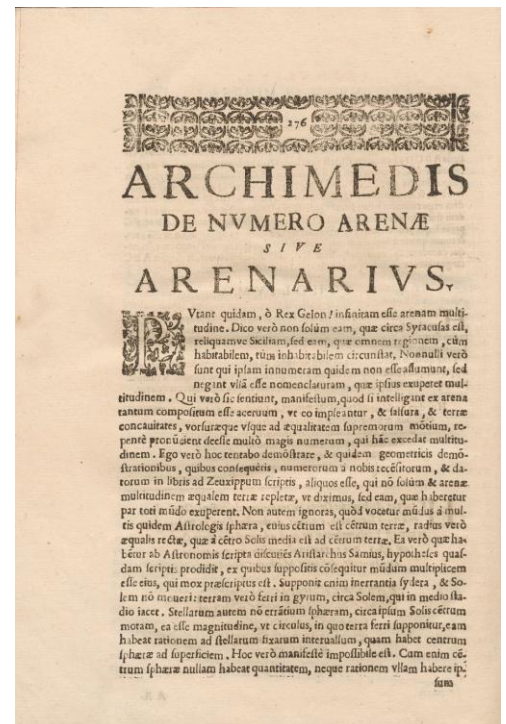
Plutarco riferisce, in “*Vita di Marcello*” il generale romano, che Archimede dava poca importanza ai suoi congegni meccanici mentre grande valore ai suoi prodotti intellettuali, visto che la teoria aveva un compito nobile e filosofico mentre l’applicazione carattere logistico.

Nelle opere matematiche possiamo trovare molti elementi innovativi come per esempio l'approssimazione del valore di  $\pi$ , l'anticipazione del calcolo infinitesimale e un modo per scrivere numeri molto grandi utilizzando le potenze. Archimede fu realmente una grande figura e ciò è deducibile anche per il fatto che molti artisti studiarono le sue opere e scrissero opere sulle sue ricerche, tra questi Vitruvio e Piero della Francesca.

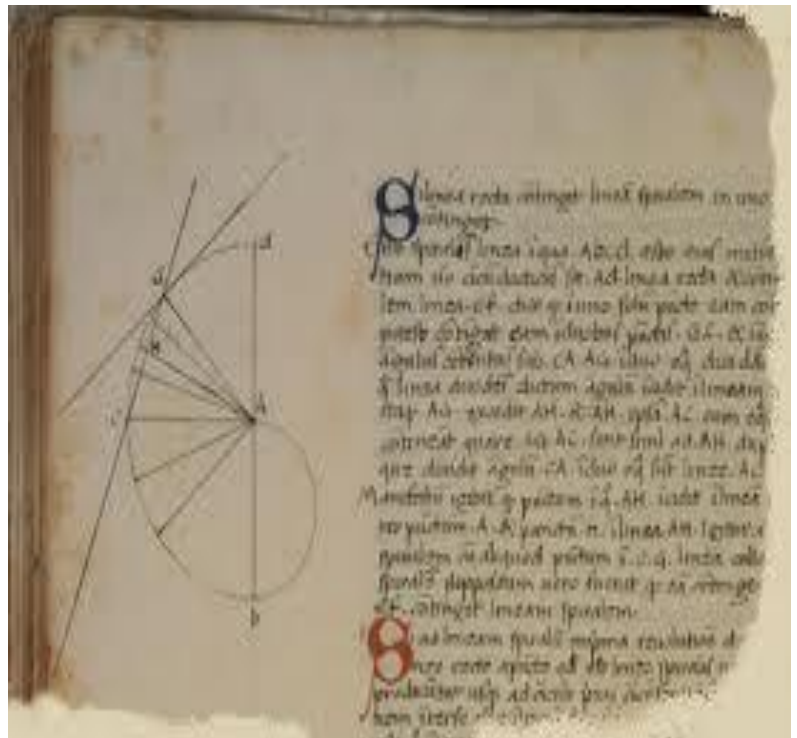
Introduzione generale delle opere matematiche di Archimede:

**-L'arenario:** L'arenario è un breve trattato di aritmetica sui numeri grandi e la loro estensione, come quello dei granelli di sabbia necessari per riempire l'intero globo celeste, riuscendo a evitare la difficoltà imposta al problema dal sistema di numerazione posseduto dai Greci. Ciò facendo espone, in antitesi al pensiero di Aristarco (metà III sec.a. C), varie considerazioni sulle dimensioni dell'Universo e calcola il diametro del Sole. Mostra che per riempire l'Universo bastano  $10^{63}$  granelli di sabbia “*dieci milioni di unità dell’ottavo ordine di numeri*”( i numeri del secondo ordine sono “una miriade di miriadi”= $10.000$ )

E’ questa l’opera che accenna solo al principio dell’addizione degli ordini di numeri alla base dell’invenzione dei logaritmi.

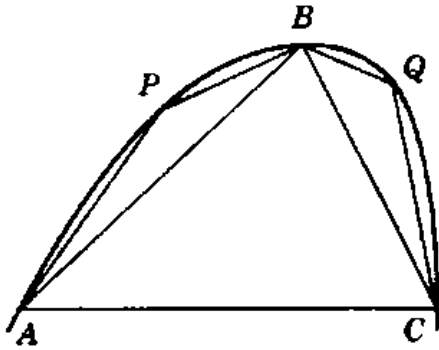


-**Sulle spirali:** Sulle spirali è un trattato composto da 28 proposizioni, molto ammirato, ma poco studiato perché considerato tra le opere più difficili del Genio. in cui vengono esposte le caratteristiche di tale curva. Di particolare importanza è l'introduzione, in cui è definita per la prima volta la generazione meccanica della spirale, la quale è descritta in un piano da un punto che si muove di moto uniforme lungo una retta, mentre la retta ruota di moto circolare uniforme intorno ad un punto.





- **Quadratura della parabola:** Quadratura della parabola, è un trattato in cui Archimede dimostra un problema ancora aperto in quel tempo “la quadratura della parabola” ossia la determinazione della sua area interna, dimostrando che un segmento di parabola equivale come superficie ai  $\frac{4}{3}$  del triangolo inscritto di uguale base e uguale altezza. Nella premessa di tale opera è presente il Lemma ancora oggi noto come “*Assioma di Archimede*”



-**Sui conoidi e sferoidi:** Sui conoidi e gli sferoidi, è un trattato di Archimede contenente 34 proposizioni dedicate alle figure solide di rotazione ottenute dalla rotazione di un' ellisse attorno a uno dei suoi assi, di una parabola attorno al proprio asse, di un (ramo di) iperbole attorno al proprio asse trasverso, e determina il rapporto tra il volume di un segmento di tali figure e il volume del cono inscritto. Da questo trattato emerge anche una proporzione spesso usata in astronomia: la superficie dell'ellisse è a quella del circolo circoscritto nella proporzione del piccolo asse al grande asse.

-**Sulla sfera e sul cilindro:** Sfera e cilindro, è l'opera più nota durante tutta l'antichità, nella quale Archimede riesce a determinare l'area della superficie sferica e a dimostrare che il rapporto tra il volume del cilindro e quello della sfera e quello a essa circoscritto è uguale al rapporto tra le rispettive aree.

### -Il Libro dei Lemmi (*Liber Assumptorum*)

C'è giunto attraverso una traduzione araba, più tardi tradotta in latino, purtroppo non nella versione originale in greco, quindi può aver subito qualche naturale modifica.

- **Il metodo (anticipazione del calcolo infinitesimale):** Tale opera contiene 15 proposizioni inviate sottoforma di lettera ad Eratostene, bibliotecario del Museo di Alessandria d'Egitto, riscoperta solo nel 1906, nella quale si può vedere con chiarezza come Archimede, pur valendosi del metodo di esaustione per procurare alle proprie scoperte una base logicamente sicura, preferisse ricorrere a considerazioni intuitive, di carattere misto matematico e meccanico, nella fase di ricerca. Tale procedimento, analogo nell'aspetto matematico a quello che, molti secoli più tardi, verrà adottato dagli analisti del Seicento, consiste nel considerare superfici e volumi come somme di un numero infinito di elementi infinitamente sottili e nell'immaginare le figure pesanti col peso concentrabile nel loro baricentro.

Lo studioso danese J.L. Heiberg seppe che a Costantinopoli si conservava un PALINSESTO, e dall'analisi attenta dei 185 fogli di pergamena e carta, copiati intorno al X secolo, cancellati per poterli riutilizzare per scritti religiosi, scoprì che il manoscritto originale poteva contenere qualche testo del GENIO. Successivamente si appurò che i libri contenuti erano “*Sulla sfera e sul cilindro*”, “*Spirali*”, “*Misura del cerchio*”, “*Equilibrio dei piani*” e “*Galleggianti*”.

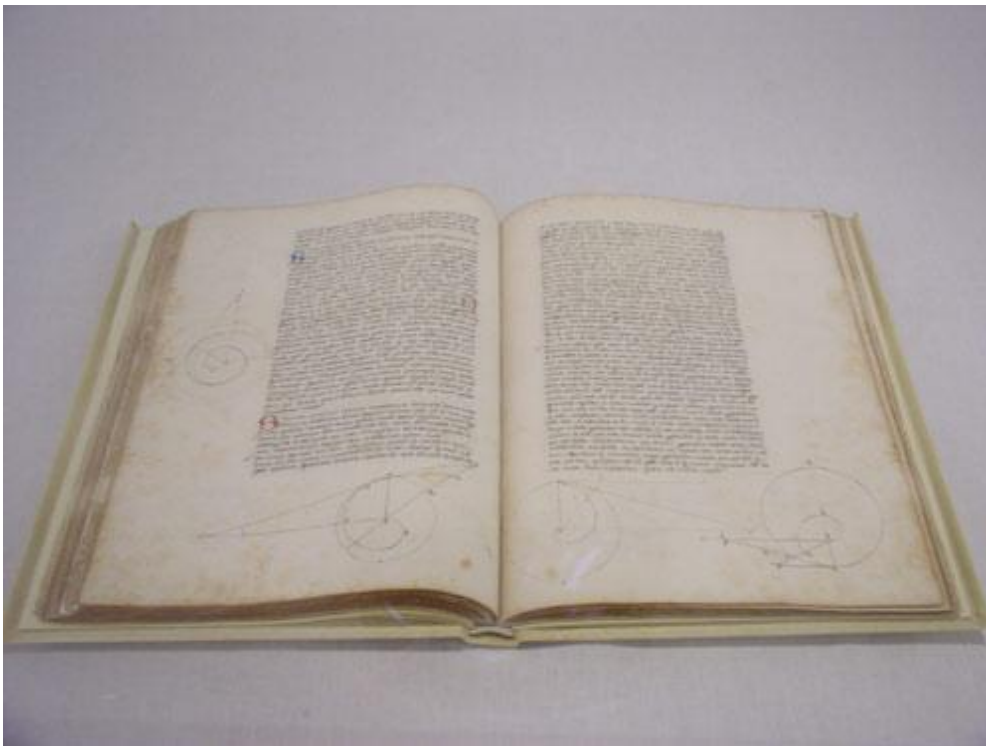
## Vitruvio e Archimede

Vitruvio ha molta considerazione di Archimede, ritenendolo una grande personalità della scienza. Tra tutte le invenzioni di Archimede, quella preferita da Vitruvio è quella relativa alla corona d'oro del re Gerone che grazie ad Archimede riuscì a scoprire l'inganno di un orefice che aveva posto dell'argento in una corona che doveva essere tutta d'oro. L'intero episodio viene raccontato da Vitruvio in *De Architectura*.



## **Piero della Francesca e Archimede**

Piero della Francesca era molto affascinato della sapienza greca alla quale attingeva come fonte ispiratrice soprattutto per trovare le basi della cultura scientifica e letteraria. Il suo interesse per Archimede lo spinse al punto di studiarlo in prima persona, esercitandosi nelle dimostrazioni con un lungo lavoro di disegno. Il manoscritto, conservato da sempre nelle collezioni dei marchesi Riccardi, getta ulteriore luce sulla sua figura di studioso, sull'accurata preparazione nelle scienze matematiche, la base dei suoi studi prospettici, convalidata dai circa 200 disegni, alcuni dei quali straordinariamente complessi, disseminati nei margini, che denotano perfezione grafica e sicurezza del tratto. Particolarmente belle le elaborazioni delle spirali, uno degli argomenti trattati da Archimede che più affascinarono gli umanisti.



<http://www.galleriaroma.it/Mostre2006/Il%20libro%20Ritrovato/Foto.htm>

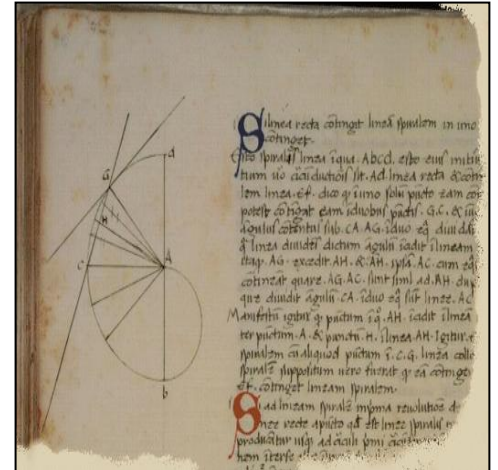


## LA SPIRALE DI ARCHIMEDEDE



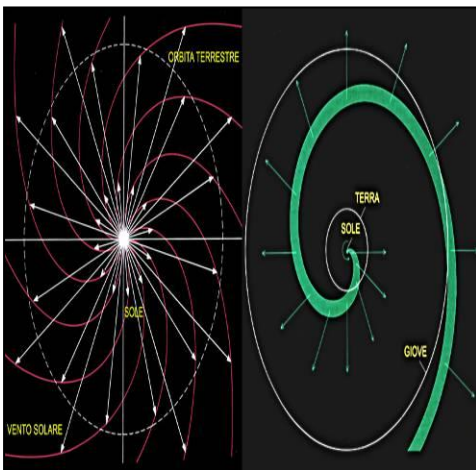
Curva ambigua e duplice, da una parte essa dà l'immagine dell'espansione e della totalità; una curva che ruotando si conserva sempre simile a se stessa, ma che allo stesso tempo va allargandosi e distendendosi all'infinito, quasi che nel

ruotare sempre nuove parti nascessero dal centro per



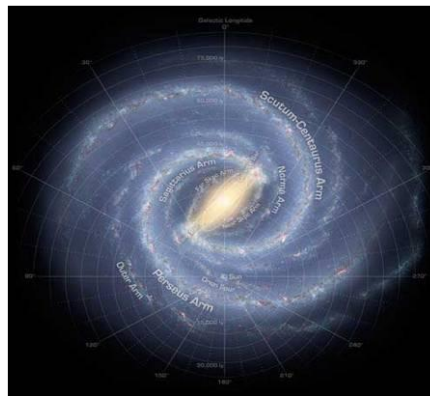
muoversi in giro verso la periferia. Così la spirale è simbolo del sole, i cui raggi penetrano e

vivificano l'universo. Ma accanto a questa faccia limpida e serena, la spirale ne mostra una seconda oscura e inquietante: il movimento si trasforma da



una timidamente fa precipitare nel centro, e inquietanti e drammatiche: la della follia.

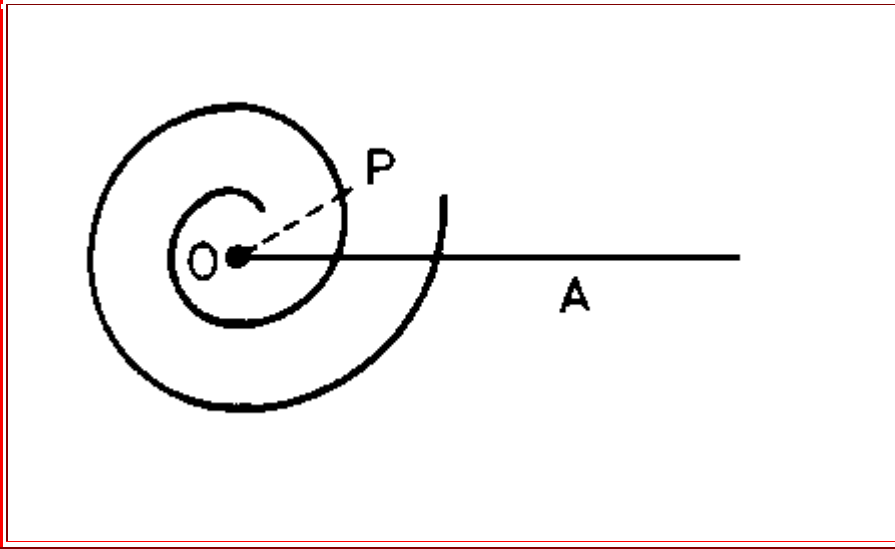
A dispetto di queste sue immalla generazione delle linee spirali plici, un raro esempio di profondamente di evidenza geometrica; due motivi che hanno spinto i matematici a studiarne le proprietà fin dall'antichità, indipendentemente dalle sue scarse applicazioni. La prima e più semplice delle linee spirali è quella studiata da Archimede, e che porta il suo nome: la *spirale archimede*.



un'espansione a contrazione continua che ipnotica induce metafore spirale del vizio,

gini contrapposte, è delle più semidità psicologica e

### *Spirale di Archimede*



Essa si genera quando un mobile  $P$  si muove a velocità uniforme  $v$  su un'asta, che a sua volta ruota uniformemente attorno a un suo punto, con velocità angolare  $w$ . Se indichiamo con  $r_0$  la posizione iniziale del punto sull'asta (misurata a partire dal centro di rotazione), e con  $q$  l'angolo iniziale, avremo

$$r = r_0 + v t$$

$$q = q_0 + w t$$

da cui, ricavando  $t$  dalla seconda equazione e sostituendo nella prima, si ottiene l'equazione della curva descritta dal mobile:

$$r = r_0 + v/w (q - q_0)$$

In particolare, se si misurano gli angoli a partire dalla posizione iniziale ( $q_0 = 0$ ) e il mobile parte dal centro ( $r_0 = 0$ ), si ha l'equazione (in coordinate polari):

$$r = (v/w) q$$

nella quale  $r$  rappresenta la distanza dal centro di rotazione, e  $q$  l'angolo contato a partire dalla posizione iniziale.

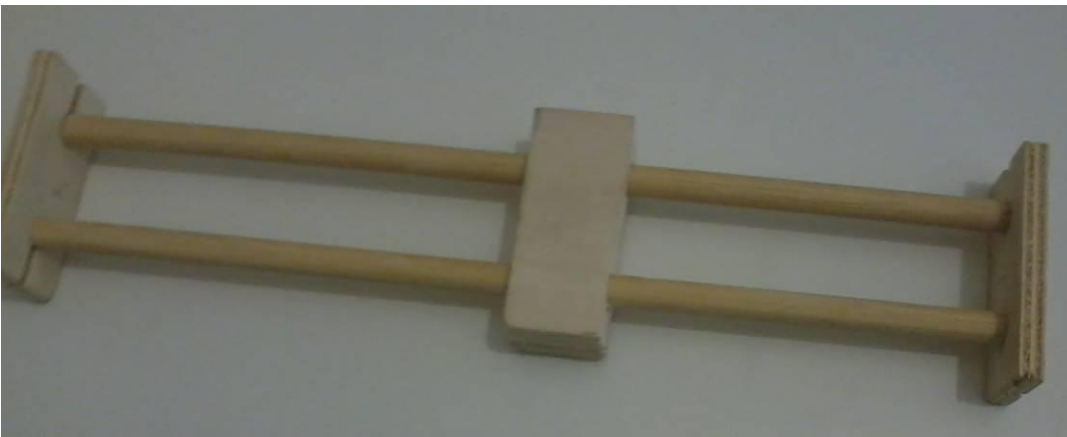
## **COSTRUZIONE DI “ Un compasso speciale... “**

### OCCORRENTE

- Blocco di compensato (60 x 60)cm;
- 2 stecche di legno a sezione cilindrica  $\varnothing = 9.5$  mm di lunghezza 24cm;
- 1 blocco di legno (6 x 2,5 x 2)cm;
- 2 blocchi di legno (6 x 0,5 x 2,8)cm;
- 1 blocco di legno (2,5 x 0,5 x 4)cm;
- Motorino asincrono;
- Interruttore.

### COME SI COSTRUISCE

- 1) Forare con il trapano il blocco di legno (6 x 2,5 x 2) in due punti in modo da permettere lo scorrimento delle due stecche di legno all'interno di esso;
- 2) Unire le due estremità delle due stecche ai 2 blocchi di legno (6 x 0,5 x 2,8) con delle viti;
- 3) Unire un blocco di legno con l'altro blocchetto (2,5 x 0,5 x 4) mediante una vite;
- 4) Forare il blocchetto con il trapano con una foratura di diametro uguale al



diametro del rotore;

- 5) Unire l'estremità del rotore al blocchetto di legno;

6) Forare la lastra di compensato (60 x 60)cm al centro con un tagli



o rettangolare di dimensioni pari alla sezione del motorino asincrono;

7) Creare un alloggio sulla lastra, posto in corrispondenza del taglio, per collocare il motorino asincrono; Incastrare il motorino e la struttura prima creata al centro della lastra facendo in modo che il motorino entri nell'alloggio creato nel punto precedente;

8) Si colleghi con un pezzo di spago la struttura, ed in particolare il blocchetto intermedio con il motorino;

9) Collegare il motorino a un semplice circuito elettrico con interruttore e batterie.

Il motorino e lo spago fanno sì che il moto circolare della struttura sulla lastra di compensato sia simultaneo al moto lineare che il blocchetto compie



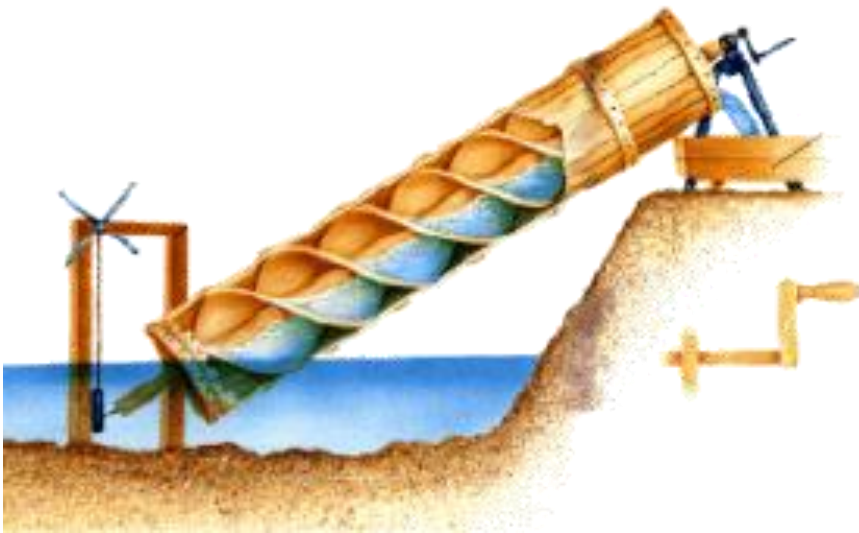
oscillando tra gli altri due blocchetti lungo le due stecchette parallele



# Modellini fisici

## *La "vite di Archimede"*

Ad Archimede furono attribuite numerosissime invenzioni fra le quali la vite senza fine (coclea), un planetario, gli specchi ustori e potenti e originali macchine belliche. Ancora una volta è necessario osservare che spesso la leggenda che avvolge lo studioso rende difficile distinguere il mito dalla realtà. E' certo, però, che ci sono giunte diverse testimonianze di storici noti, come Plutarco, Livio o Diodoro Siculo, che ci aiutano nel nostro studio. Secondo le testimonianze di Ateneo e Diodoro Siculo egli aveva inventato quel meccanismo per il pompaggio dell'acqua, impiegato per l'irrigazione dei campi coltivati, ancora noto come vite di Archimede.



## Descrizione

La macchina è costituita da una grossa vite posta all'interno di un tubo. La parte inferiore del tubo è immersa nell'acqua (o in ciò che deve sollevare), dopodiché, ponendo in rotazione la vite, ogni passo raccoglie un certo quantitativo di liquido, che viene sollevato lungo la spirale fino ad uscire dalla parte superiore, dove viene scaricata in un bacino di accumulo. L'energia per la rotazione può essere fornita dalla rotazione di una maniglia, da animali, da eliche di mulini a vento o da un trattore agricolo. Il contatto tra la vite e il tubo non deve necessariamente essere a tenuta stagna, poiché la quantità di acqua sollevata ad ogni giro è elevata rispetto alle possibili perdite. Inoltre l'acqua filtrata da un passo finisce nel passo inferiore che la risollewa e così via, contenendo la perdita di efficienza complessiva. La vite di Archimede è attribuita ad Archimede sulla base delle testimonianze di Diodoro Siculo e di Ateneo. Recenti studi indicano però che essa potrebbe essere molto anteriore ad Archimede in quanto utilizzata per irrigare i giardini pensili di Babilonia. Archimede, ad Alessandria d'Egitto per studi, avrebbe così importato in Italia lo strumento già conosciuto in area medio-orientale; la testimonianza di Ateneo potrebbe supportare questa teoria. È tuttora usata, principalmente per sollevare acqua per l'irrigazione, ma anche per sollevare il grano e confinarlo nei silos. Poiché la capacità di sollevamento è limitata dalla lunghezza del dispositivo, spesso vengono utilizzate più viti che lavorano in catena sollevando l'acqua su livelli successivi.

## **Principio di Funzionamento**

La coclea idraulica può essere applicata dove si incontrano dislivelli di acqua, poiché sfrutta l'energia potenziale in posizione stazionaria. Nel punto più alto infatti l'energia potenziale dell'acqua è massima e per effetto della conseguente caduta verso il punto più basso, viene convogliata in un rotore collegato ad un generatore che trasforma l'energia cinetica data dal movimento della coclea in energia elettrica. Tale funzionamento è molto semplice. Il fluido entra nella coclea, e precisamente nei suoi 3 scomparti, nel punto più alto, mentre un motore avviato da un impulso elettrico fornito dalla rete elettrica nazionale la mette in movimento. I suoi 3 diversi compartimenti, formano singole camere in cui l'acqua entrante spinge grazie alla forza di gravità della terra creando un principio di rotazione. Tutto ciò si ripete finché è sfruttata l'energia potenziale data dal peso stazionario dell'acqua nel punto più alto dell'impianto. L'energia prodotta dalla rotazione dell'albero della coclea viene trasmessa attraverso un moltiplicatore a cinghia ad un generatore. Il funzionamento è semplice e la velocità di rotazione è minima, quello che vince in questa tecnologia non è la velocità, ma la forza di spinta, ciò che gira piano dura di più.

## **Campi di Applicazione odierni**

Le possibilità di applicazione di tali tipi di impianto sono molteplici. Essi si prestano per lo sfruttamento degli effluenti

trattati dagli impianti di depurazione, così per la ristrutturazione di centrali a turbina di dimensioni ridotte, di ex dighe d'irrigazione, di vecchi mulini a ruota.

## *Specchi Ustori*

Un'invenzione attribuita ad Archimede è quella degli specchi ustori: grandi lamine concave di bronzo in grado di concentrare i raggi solari in un punto e ottenere elevate temperature.

Nell'immaginario collettivo sono indissolubilmente legati all'assedio di Siracusa, durante il quale Archimede li avrebbe utilizzati per bruciare a distanza le navi romane.

L'idea alla base è quella di usare una superficie riflettente che raggruppa in un unico punto ("fuoco") i raggi che raggiungono l'intera area dello specchio. La forma più



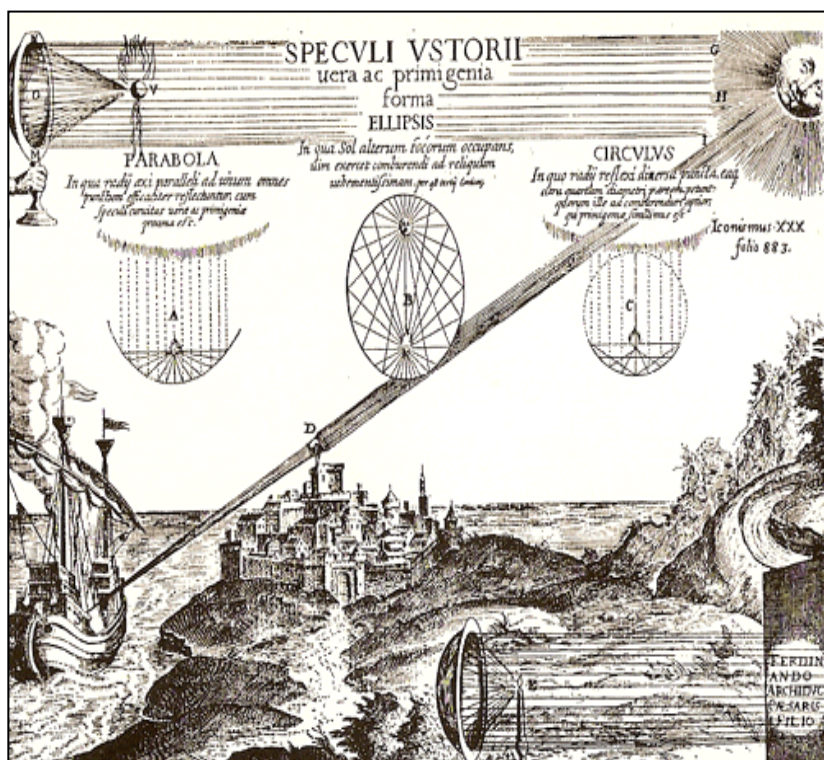
semplice è un paraboloide di rotazione (ottenuto facendo ruotare una parabola attorno a un suo asse): in questa quadrica, infatti, i raggi paralleli all'asse (quali quelli solari, essendo il Sole molto lontano dalla Terra) passano tutti per il fuoco, tanto più distante quanto minore la curvatura.

Si tratta di un'elaborata costruzione, e rimane poco credibile che all'epoca sia stata possibile da eseguire.



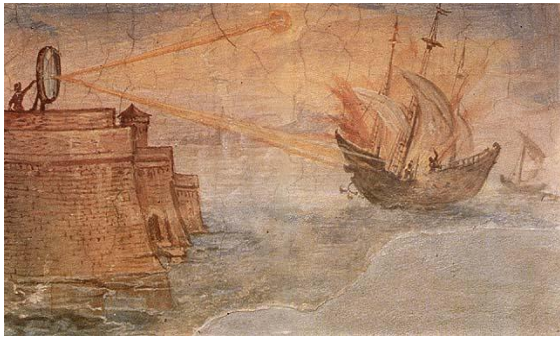
E' inoltre incerta la veridicità della notizia: l' episodio (riferito ad Archimede) non è ricordato da Polibio, né da Livio né da Plutarco, ma solo da fonti tarde. Ne

parlano per esempio Galeno e Cassio Dione Cocceiano, nonché i bizantini Giovanni Zonara e Giovanni Tzetzes. Questi ultimi ci descrivono, in alternativa ai racconti classici, una figura esagonale costituita da 24 specchi piani su un graticcio ruotante: lo specchio centrale avrebbe diretto il raggio solare riflesso sull' obiettivo, quelli laterali venivano fatti convergere con un sistema di cinghie.

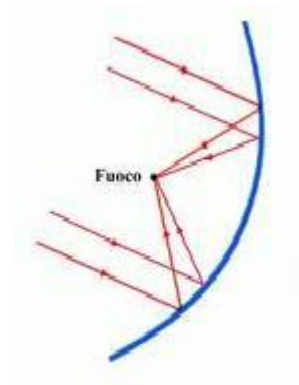


Si è sostenuta, alla base della legenda, un' errata traduzione di voci greche riferite a “sostanze incendiarie” e ad altri strumenti bellici realizzati dal maestro, né viene esclusa la possibilità che la progettazione degli specchi fosse destinata ad usi pacifici.

Diversi sono stati i tentativi di ricostruzione nel tempo: oltre a chi ipotizza dai Vichinghi, furono probabilmente Leonardo e Galileo a tentare l' impresa, e numerosi altri scienziati successivi (Newton, Leclerc, Buffon). Nel 2006 l' esperienza del Prof. David Wallace del MIT ha dimostrato che Archimede avrebbe avuto la possibilità di utilizzare un macchinario di questo tipo. Un metodo simile di concentrazione dei raggi solari, dopotutto, è utilizzato in diverse centrali solari moderne.



Dipinto di Giulio Parigi (1559), Stanzino delle Matematiche, Galleria degli Uffizi, Firenze



## **Idea alla base:**

usare una superficie riflettente che raggruppa in un unico punto, chiamato “fuoco”, i raggi che raggiungono l’intera area dello specchio.

La forma più semplice è un paraboloide di rotazione, ottenuto facendo ruotare una parabola attorno a un suo asse: in questa quadrica, infatti, i raggi paralleli all’asse (quali quelli solari, essendo il Sole molto lontano dalla Terra) passano tutti per il fuoco, tanto più distante quanto minore è la curvatura.

## **In alternativa ai racconti classici:**

alcuni storici ci descrivono una figura esagonale costituita da 24 specchi piani su un graticcio ruotante in cui lo specchio centrale avrebbe diretto il raggio solare riflesso sull’obiettivo, quelli laterali venivano fatti convergere con un sistema di cinghie.

- Si è sostenuta, alla base della legenda, un’errata traduzione di voci greche riferite a “sostanze incendiarie” e ad altri strumenti bellici realizzati dal maestro
- Non viene esclusa la possibilità che la progettazione degli specchi fosse destinata ad usi pacifici
- Diversi sono stati i tentativi di ricostruzione nel tempo: Leonardo e Galileo, per esempio, tentarono l’impresa.

## Modellino specchio ustore

### Materiali:

- Antenna parabolica
- Carta specchio (o carta argentata, o vernice spray color “cromo riflettente”)

### Costruzione:

- Stendere la carta riflettente
- o in alternativa*
- Verniciare con la bomboletta spray perpendicolarmente alla superficie della parabola

### Utilizzo:

Utilizzare in un ambiente aperto (preferibilmente in una giornata di sole), orientando la parabola perpendicolarmente alla direzione dei raggi solari... un oggetto infiammabile, collocato nel fuoco dello “specchio”, si incendierà.



# Esperimento specchio ustore

## Materiali:

- Assicella
- 2 Fari da automobile e specchi interni
- Batteria (preferibilmente da automobile)
- (Interruttore e fili elettrici per circuito elettrico)

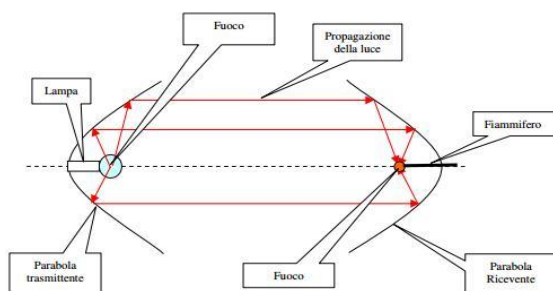
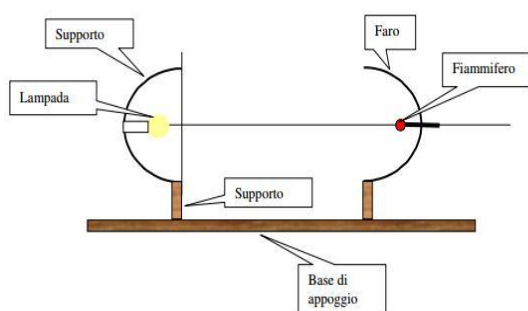
## Costruzione:

- Posizionare i due specchi sull'assicella, fissandoli con un chiodo, in maniera tale che si fronteggino
- Accendere un faro connettendolo con la batteria
- Togliere la lampadina dal secondo faro
- (Costruire il circuito elettrico)



## Utilizzo:

Dopo aver acceso la lampadina, connettendola alla batteria, posizioneremo un fiammifero nell'apertura del secondo faro, facendo coincidere la punta di zolfo con il fuoco del secondo specchio... questa prenderà fuoco.



Fonti: <http://progettomatematica.dm.unibo.it/ARCHIMEDE/invenzioni.htm>  
<http://progettomatematica.dm.unibo.it/ARCHIMEDE/rivista.htm>  
[http://it.wikipedia.org/wiki/Specchio\\_ustorio](http://it.wikipedia.org/wiki/Specchio_ustorio)  
<http://www.gses.it/pub/specchi1.pdf>  
<http://it.wikipedia.org/wiki/Paraboloide>  
<http://www.youtube.com/watch?v=kLRfHPjM-p8>  
<http://gerlos.altervista.org/misurare-lunghezza-focale-specchio-newton>  
<http://www.ariparma.it>



*...Vi mostro i miei esperimenti... (Di Giuseppe Ludovico)*





## La spinta di Archimede e le relazioni tra le densità

### Materiale:

- due bicchieri trasparenti;
- due cubetti di ghiaccio;
- acqua;
- alcool etilico;



### Procedimento:

1. Riempire un bicchiere con l'acqua, e l'altro con l'alcool etilico;
2. Immergere un cubetto in ciascun bicchiere e osservare cosa succede;
3. Aggiungere dell'acqua nel bicchiere contenente, oltre al cubetto di ghiaccio, l'alcool etilico;

## Osservazioni:

1. Nel bicchiere con l'acqua, il cubetto di ghiaccio galleggia:

1.1. Questo accade perché l'acqua ha una densità maggiore rispetto al ghiaccio (come si può vedere nella tabella qui sotto);

1.1.1. Per questo la spinta di Archimede

$S = d_{flu} \cdot V \cdot g$  è maggiore alla spinta

$S' = d_{sol} \cdot V \cdot g$  che il corpo subisce verso

il basso, e quindi il cubetto è spinto verso l'alto, galleggiando.



2. Nel bicchiere con l'alcool etilico, il cubetto di ghiaccio affonda:

2.1. A differenza dell'acqua, l'alcool etilico ha una densità minore rispetto a quella del ghiaccio;

2.1.1. In questo caso la spinta di Archimede è minore rispetto alla spinta del corpo causata dalla gravità, e quindi la risultante delle due forze spinge il cubetto di ghiaccio verso il basso, facendolo affondare.

3. Aggiungendo acqua al bicchiere contenente alcool etilico, si nota come il cubetto di ghiaccio comincia a sollevarsi dal fondo del bicchiere, fino ad arrivare al centro della soluzione:

3.1. Nella soluzione, la densità dell'alcool etilico è andata avvicinandosi sempre di più a quella dell'acqua, fino a diventare la stessa del cubetto di ghiaccio;

3.1.1. Essendo  $d_{flu} = d_{sol}$ , allora  $S = S'$ , pertanto il cubetto e la soluzione sono in equilibrio.

	Densità (g/cm <sup>3</sup> )
Acqua	1.00
Alcool etilico	0.806
Ghiaccio	0.92
Olio d'oliva	0.92

### Conclusioni:

Per determinare se un corpo immerso in un liquido galleggi o affondi(o si trovi in equilibrio) in esso, è necessario confrontare le due densità: se la densità del liquido è maggiore, allora il corpo galleggerà, se è minore affonderà(se le densità si equivalgono, il corpo si troverà in uno stato di equilibrio).

## **Il principio archimedeo non riguarda solamente solidi immersi in un liquido**

### **Premessa:**

Questo esperimento, quasi del tutto identico al precedente, serve a dimostrare che non solo i solidi che vengono immersi in un liquido ricevono una spinta dal basso verso l'alto ma, ad esempio, anche i liquidi immersi in altri liquidi.

### **Ingredienti:**

- due bicchieri trasparenti;
- olio d'oliva;
- acqua;
- alcool etilico;



## **Procedimento:**

1. Versare in ciascuno dei due bicchieri una goccia d'olio d'oliva;



2. Aggiungere in un bicchiere l'acqua e nell'altro l'alcool etilico, ed osservare cosa succede;
3. Aggiungere con un cucchiaino dell'acqua nel bicchiere contenente l'alcool etilico;

**N.B.:**      *Prestare attenzione ad aggiungere l'acqua facendola scivolare lungo il bordo del bicchiere, per non turbare e alterare troppo il sistema all'interno del bicchiere e per far sì che la goccia d'olio resti distinguibile e non si dissocia.*

## **Osservazioni:**

1. Nel bicchiere contenente acqua la goccia d'olio galleggia:
  - 1.1. Questo perché, come nell'esperimento precedente, l'acqua ha densità maggiore rispetto a quella dell'olio;
    - 1.1.1. Anche in questo caso, dunque, l'olio subisce una spinta verso l'alto maggiore a quella conferitagli dalla forza di gravità.
2. Nel bicchiere contenente alcool etilico, la goccia d'olio rimane sul fondo, senza staccarsi:
  - 2.1. La goccia d'olio non si solleva dal fondale del bicchiere perché la sua densità è maggiore del liquido che la sta ricoprendo.





3. Nella soluzione *acqua+alcool etilico* la goccia *pian piano* comincia ad alzarsi, fino a staccarsi dal fondo del bicchiere e a galleggiare in mezzo alla soluzione:

3.1. La goccia di olio, come il ghiaccio, cessa di salire quando le percentuali di acqua e di alcool etilico nella soluzione sono tali da far sì che la densità media del fluido sia uguale a quella della goccia.



### **Conclusioni:**

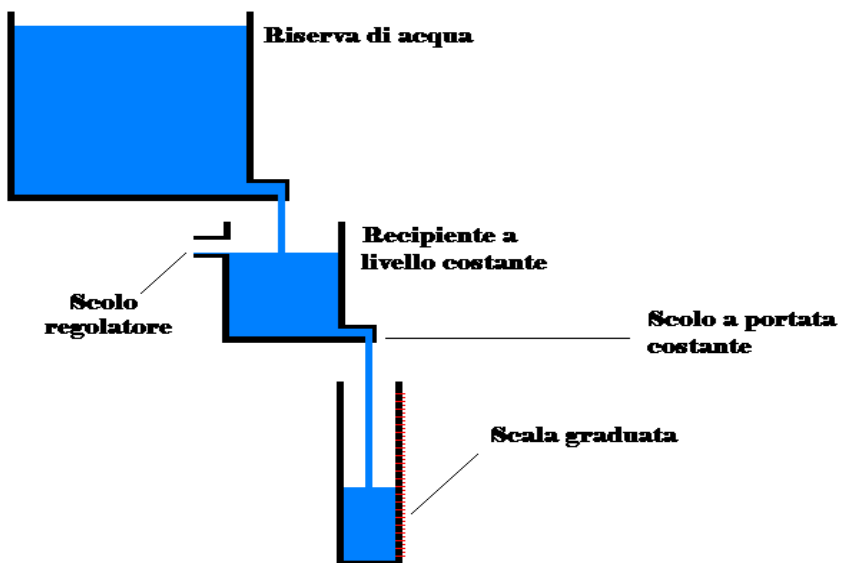
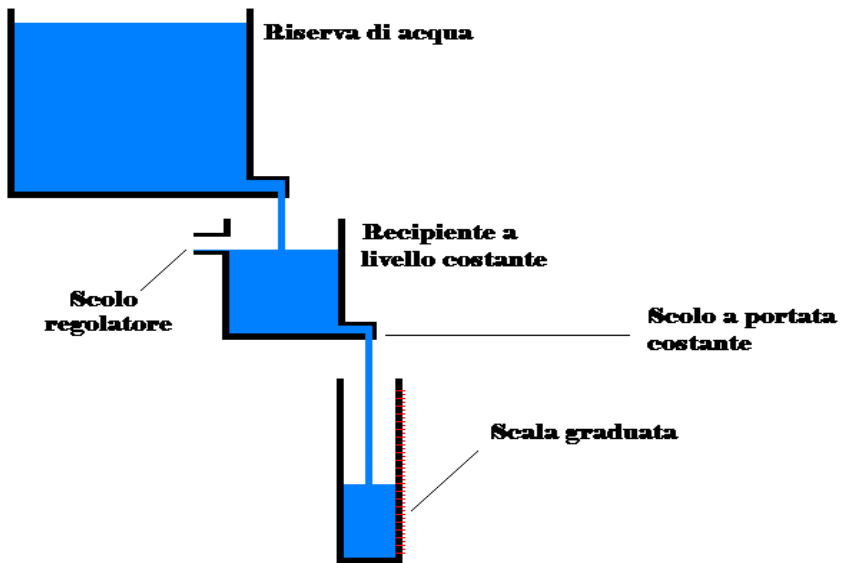
Appare ovvio che anche un liquido può subire la stessa spinta che subisce un corpo solido immerso in un liquido. Ma abbiamo anche altre applicazioni del principio di Archimede: ad esempio una mongolfiera, piena di aria calda e di elio, gas con peso specifico minore rispetto all'aria, riceve una spinta dal basso verso l'alto.

## ORLOGIO AD ACQUA

Un manoscritto arabo contiene la descrizione di un orologio ad acqua particolarmente ingegnoso progettato da Archimede. Nell'orologio il flusso dell'acqua uscente era reso costante grazie all'introduzione di una valvola galleggiante. L'orologio era costituito da due vasche, una sopraelevata rispetto all'altra. La più alta era dotata di un rubinetto, che erogava un flusso costante di acqua nella vasca inferiore. Sopra la vasca inferiore era posta un'asse girevole alla quale era arrotolato un filo, alle cui estremità erano a loro volta legate una piccola pietra e un galleggiante. All'inizio della giornata la vasca inferiore doveva essere vuota e il filo veniva tirato giù affinché il galleggiante toccasse il fondo e la pietra salisse in cima. Aprendo il rubinetto la vasca inferiore cominciava a riempirsi sollevando il galleggiante e facendo di conseguenza abbassare la pietra. La lunghezza del filo e il flusso dell'acqua erano calibrati in modo che quando il galleggiante si trovava alla stessa altezza della pietra erano le 12 e quando la pietra arrivava al fondo erano le sei del pomeriggio. Archimede dovette inoltre ovviare al problema di mantenere costante il flusso del rubinetto in quanto, svuotandosi la vasca superiore, si riduceva la pressione dell'acqua, facendo così diminuire il flusso. Per questo motivo fu aggiunta una terza vasca posta ancora più in alto che, tramite un galleggiante riempiva la seconda per mantenerne costante il livello e dunque la pressione con cui l'acqua fuoriusciva dal rubinetto.

Un merito che oggi viene riconosciuto ad Archimede è anche quello di essere stato il primo a interpretare il tempo come una grandezza fisica analizzabile con gli stessi strumenti matematici usati per le grandezze geometriche (ad esempio nel trattato *Sulle spirali* rappresenta intervalli di tempo con segmenti e applica loro la teoria delle proporzioni di Euclide).

Anche oggi sono presenti orologi ad acqua funzionanti, come a Roma, in Viale dell'Orologio nel Pincio. Fu costruito in base al progetto di padre Giovanni Battista Embriaco nel 1873. L'orologio consta di quattro quadranti. Il suo funzionamento è garantito dall'acqua sottostante che mette in moto il pendolo caricando così il suo movimento e caricando anche la suoneria mediante il riempimento alternato di due bacinelle. L'ambientazione dell'orologio, invece, fu curata da Gioacchino Ersoch che lo inserì in una piccola torre sita in un isolotto al centro di un laghetto con decorazioni lignee in stile rurale che rievoca la foresta.



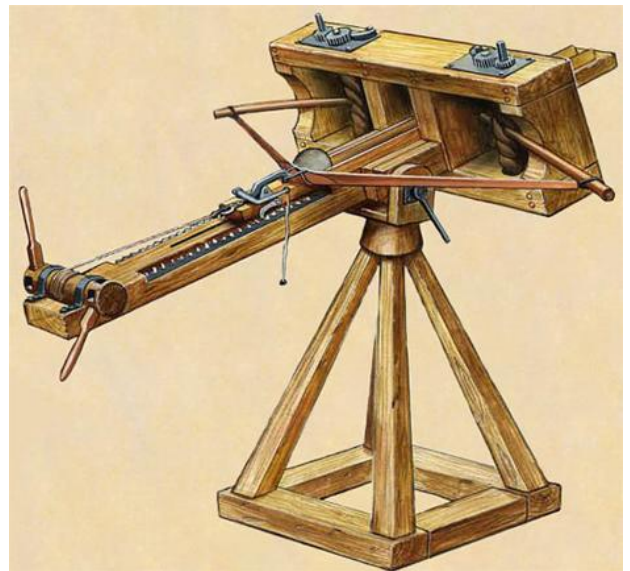
## *Le macchine da guerra attribuite ad Archimede*

Ad Archimede è attribuita l'invenzione e il perfezionamento di alcune macchine da guerra della sua epoca: la balista, la manus ferrea e la catapulte.

### **Balista**

La balista è una grande macchina d'assedio inventata con grande probabilità da Archimede e utilizzata dai Greci e soprattutto dai Romani. Lanciava grandi dardi o pietre sferiche singolarmente o per piccoli gruppi, secondo il tipo di modello.

Fu con certezza l'arma da lancio a lungo raggio più utilizzata e meglio progettata. Il suo utilizzo è, tuttavia, cessato verso il tardo medioevo a causa degli alti costi per costruirla, arrivando a preferire macchine meno costose.



### **Manus ferrea**

Nonostante la sua vera natura non sia chiara, i racconti degli antichi storici sembrano descriverla come una sorta di gru armata con un gancio attaccato ad una corda in grado di sollevare parzialmente le navi nemiche dall'acqua, per poi farla rovesciare o cadere.

Queste macchine furono usate soprattutto durante la seconda guerra punica nel 214 a.C., quando la Repubblica romana attaccò Siracusa.



## La catapulta

La parola catapulta è una macchina da assedio che sfrutta un braccio per scagliare con tiro curvo grosse pietre.



Fonti:

[http://www.museodelpiavevincenzocolognese.it/modules/Museo\\_del\\_Piave\\_article/stampa.php?id\\_a=131](http://www.museodelpiavevincenzocolognese.it/modules/Museo_del_Piave_article/stampa.php?id_a=131)

<http://it.wikipedia.org/wiki/Catapulta>

<http://it.wikipedia.org/wiki/Balista>

<http://www.arkimedeion.it/index.php/il-museo/le-macchine/manus-ferrea>

<http://virgilioSiracusa.myblog.it/tag/manus+ferrea>

[http://it.wikipedia.org/wiki/Artiglio\\_di\\_Archimede](http://it.wikipedia.org/wiki/Artiglio_di_Archimede)



**... Vi presentiamo il**  
***“Codice perduto di Archimede”***  
**di**

**Reviel Netz, William Noel**

**Rizzoli, 2007**



# IL CODICE PERDUTO DI ARCHIMEDE

*“Malgrado il titolo, non è un romanzo: nessun mistero esoterico - templare. Malgrado il titolo, è quasi un saggio”.*



## UN PO DI STORIA ...

Il **Palinsesto di Archimede** è un famoso palinsesto, costruito da un codice pergamenaceo contenente opere di Archimede, scritte durante la prima metà del X secolo, probabilmente a Costantinopoli. Nei secoli successivi il manoscritto fu trasferito a Gerusalemme e successivamente al sacco di Costantinopoli del 1204, il codice fu grattato via e sostituito da un libro di preghiere.

## E LA TRAMA ...

- Tutto ha inizio a Gerusalemme nel 1229, un amanuense completa un libro di preghiere destinato al Monastero di San Saba; scrive su vecchie pergamene riciclate, distruggendo così preziosi reperti.
- Più di 750 anni dopo, in una sala di Christie's a New York, un anonimo miliardario si aggiudica quel libro dimenticato. Ben presto si scopre che ciò che rende tanto preziosi quei vecchi fogli divorati dalla muffa è l'antico manoscritto, il Codice C, del famoso matematico greco Archimede di Siracusa.

I due autori del libro, [William Noel](#), curatore della sezione manoscritti del Museo di Baltimora, e [Reviel Netz](#), professore di lettere classiche alla Stanford University, si alternano scrivendo un capitolo per uno, raccontando la storia di come sono riusciti a riportare alla luce il testo, spiegando il significato di ciò che man mano leggevano.

Dal testo emerge chiaramente come Archimede formulò correttamente il concetto di infinito Assoluto, "Cantor", e come pose le basi del calcolo combinatorio.

## La storia che questo libro racconta è tutta vera!

Un libro in cui i due autori, si alternano un capitolo per ciascuno, passando così dagli aspetti tecnico-scientifici del lavoro fatto per rendere leggibile il testo antico alle spiegazioni degli studi del matematico greco. Il testo è estremamente spigliato e leggibile; i due autori si alternano in modo gradevole, e il lettore, pagina dopo pagina, viene trascinato in questa vicenda dalle molte sfaccettature. Gli spunti di interesse sono veramente tanti. Si è introdotti, in modo sintetico ma matematicamente ben illustrato, nei principali risultati ottenuti da Archimede in matematica e in fisica.

**Reviel Netz, William Noel:**

## **IL CODICE PERDUTO DI ARCHIMEDE.**

**La storia di un libro ritrovato e dei suoi segreti matematici**

**Rizzoli, 2007, 425pp.**

Le opere di Archimede, il più grande genio matematico dell'antichità, sono sopravvissute e arrivate fino a noi solamente grazie a tre codici medievali.

Due di questi, i cosiddetti Codici A e B, sono stati avvistati per l'ultima volta nel 1311 e nel 1564 e, anche se sono scomparsi, ce ne sono rimaste delle copie.

Il terzo codice e il genio matematico di Archimede da Siracusa si celano in un oscuro manoscritto medievale.

Tutto comincia nell' XI secolo...

Gerusalemme 1229: mentre Federico II di Svevia cerca di respingere i musulmani dalla città, un amanuense sta completando, utilizzando vecchie pergamene riciclate, la scrittura di un libro di preghiere destinato al monastero di San Saba.

16 luglio 1907: la prima pagina del "New York Times" riportava la notizia di una sensazionale scoperta, il professor Johan Ludwig Heiberg aveva rinvenuto, sotto testi di preghiere, un nuovo manoscritto di Archimede a Costantinopoli.

New York 1998: è il 29 ottobre e il "New York Times" riporta in prima pagina la notizia della vendita all'asta da Christies's, di un libro di preghiere medievali.

Un anonimo miliardario si aggiudica il libro per la cifra di due milioni di dollari. È un libro di vecchi fogli rovinati e divorati dalla muffa, ma al cui interno si nascondono parole e disegni, ricoperti da testi di preghiere, di Archimede da Siracusa.



Il compito di riportarli alla luce sarà affidato ad un team di scienziati e accademici due dei quali, il curatore William Noel e il docente di matematica Reviel Netz, narreranno le vicende del manoscritto e le relative scoperte all'interno de **“Il codice perduto di Archimede”**.

Il matematico siracusano sembra aver precorso i tempi, intuito soluzioni prima di chiunque altro e percorso le strade del calcolo infinitesimale e della combinatoria.

Due sono le novità che affiorano dal Codice C. La prima novità ha a che fare con il “Metodo”, l'opera in cui Archimede ci spiega come arrivasse a calcolare le aree e i volumi di figure curvilinee.

La seconda novità è contenuta nello “Stomachion”, un antico “gioco” in cui 14 tessere poligonali che compongono, come un puzzle, un quadrato possono essere ricombinate per formare sagome differenti e fantasiose.

Se da un lato c'è l'incredibile storia della sopravvivenza del Codice C attraverso i secoli e l'avvincente avventura intellettuale e tecnologica che sta facendo resuscitare i testi del genio matematico, dall'altro vengono affrontati gli aspetti più specifici della scienza di Archimede.

## **Sitografia:**

<http://web.unife.it/altro/tesi/A.Montanari/Archimed.htm>  
[http://www.eni.com/it\\_IT/attachments/lavora-con-noi/pdf/Archimede-di-Siracusa.pdf](http://www.eni.com/it_IT/attachments/lavora-con-noi/pdf/Archimede-di-Siracusa.pdf)  
<http://www.arkeomania.com/archimede.html>  
[http://www.tanogabo.it/Inviati\\_speciali/Archimede.htm](http://www.tanogabo.it/Inviati_speciali/Archimede.htm)  
<http://www.istitutocalvino.it/studenti/siti/mathgreca/archim.htm>  
<http://www.rcvr.org/scuole/negrar/media/lavori/archimed/archimed.htm>  
<http://www.studenti.it/materie/matematica/articoli/archimede.php>  
<http://progettomatematica.dm.unibo.it/ARCHIMEDE/archimede.htm>  
<https://sites.google.com/site/allascopertadiarchimede/home/annedoti/archimede-ingegnere/orologio-ad-acqua>  
<http://www.blogsicilia.eu/archimede-di-siracusa-stori-sulla-vita-del-genio-siciliano/>  
<http://www.museoscienza.org/eureka/default.asp>  
<http://www.wilbourhall.org/index.html#archimedes>  
<http://www.istitutocalvino.it/studenti/siti/mathgreca/archim.htm>  
<http://www.liceofoscarini.it/studenti/archimede/matematica/pigreco.htm>  
[http://www.treccani.it/enciclopedia/archimede\\_%28Enciclopedia-Italiana%29/](http://www.treccani.it/enciclopedia/archimede_%28Enciclopedia-Italiana%29/)  
[http://www.mathesisnazionale.it/archivio-storico-articoli-mathesis/65\\_74.pdf](http://www.mathesisnazionale.it/archivio-storico-articoli-mathesis/65_74.pdf)  
<http://www.unipr.it/arpa/urdidmat/Amici/GeoClassCap4.pdf>  
<http://www.mat.uniroma2.it/pls/assisi/labor/lezioni/5lez/lezione5.pdf>  
[http://www.science.unitn.it/~greco/dida/seminari/studenti/Brentegani\\_Gatti/rel\\_scritta.pdf](http://www.science.unitn.it/~greco/dida/seminari/studenti/Brentegani_Gatti/rel_scritta.pdf)  
[http://www.lilu2.ch/lilu2dir/organizzazione/lama%20premiati/il\\_calcolo\\_integrale.pdf](http://www.lilu2.ch/lilu2dir/organizzazione/lama%20premiati/il_calcolo_integrale.pdf)  
<http://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CEYQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.vitellaro.it%2Fsilvio%2Fstoria%2520e%2520filosofia%2Finfinitesimi%2FIl%2520calcolo%2520infinitesimale%2520dalle%2520origini%2520ai%2520nostri%2520giorni.doc&ei=wJUKUeCEFsHCtAbk2YGIBQ&usg=AFQjCNE-34JVwkTHyHySmDVshJQ7FIgdBg>  
[http://www.riccardiana.firenze.sbn.it/parnaso\\_Ricc106.php](http://www.riccardiana.firenze.sbn.it/parnaso_Ricc106.php)  
[http://www.giovannibrunonapoli.it/web%20da%20vinci/pro\\_html/protagonisti%20del%20pensiero%20scientifico/archimede.htm#La\\_vita](http://www.giovannibrunonapoli.it/web%20da%20vinci/pro_html/protagonisti%20del%20pensiero%20scientifico/archimede.htm#La_vita)  
<http://fisica.cattolica.info/biblioteca/scoperte/forza/leve.htm>

## **Bibliografia:**

C.B. Boyer *Storia della matematica* Ed. Mondadori 1999

Mario Gliozzi *Storia della fisica* Bollati Boringhieri 2005

R.Netz, W.Noel, *Il codice perduto di Archimede. La storia di un libro ritrovato e dei suoi segreti matematici*, Rizzoli 2007.

L. Russo, *La rivoluzione dimenticata. Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna*, Feltrinelli 1996

Domenico Musti, *Storia greca*, ed. Laterza, Roma-Bari 1990.

David Ridgway, *L'alba della Magna Grecia* (trad. it.), Milano 1984

Giovanni Pugliese Carratelli, *I Greci in Occidente*, edit. Bompiani, Palazzo Grassi, 1997 BOLLETTINO UNIONE MATEMATICA ITALIANA La traduzione italiana delle Opere di

Archimede nelle carte inedite di Vincenzo Viviani (1622–1702).

Bollettino dell'Unione Matematica Italiana, Serie 3, Vol. 8 (1953), n.1, p. 74–82. Zanichelli