

# **STORIA DELLA TECNOLOGIA**

## **LEZIONE 4**

**Massimo Guarnieri  
Università di Padova  
a.a. 2020-21**

# 1600 a.C. - Grecia arcaica

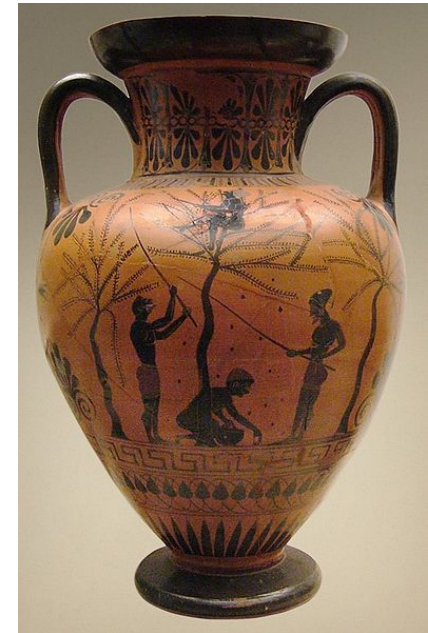
Primo sviluppo dei Micenei (Achei, greci arcaici)



# ~1500 a.C - Egeo

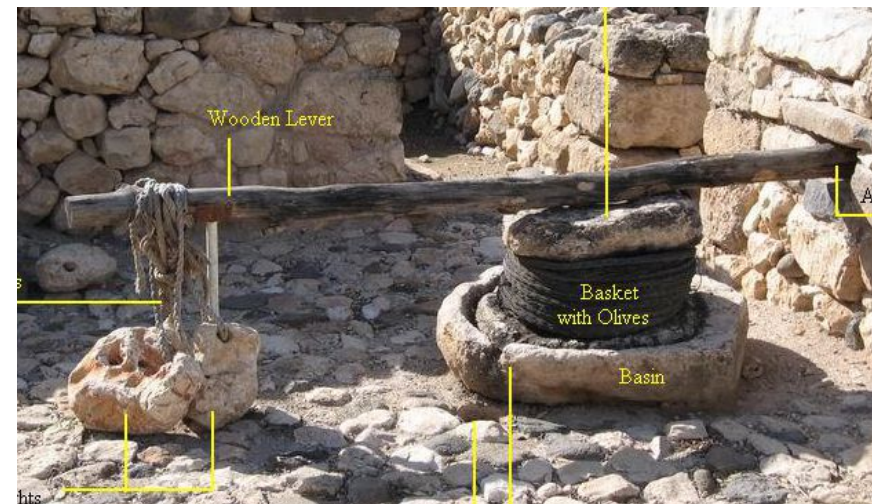
## Coltivazione dell'olivo

- presente a Creta già intorno al 3500 a.C.
- Alimento ad alto valore nutrizionale
- Cosmetico, detergente
- Combustibile per lampade  
(importanza sociale della luce artificiale:  
prolungamento delle ore di lavoro, aggregazione)



## Torchio a leva

- Usato prima per la spremitura di olive, poi di uva
- Diffusione dopo il 1000 a.C.



# ~1400 a.C. Grecia arcaica

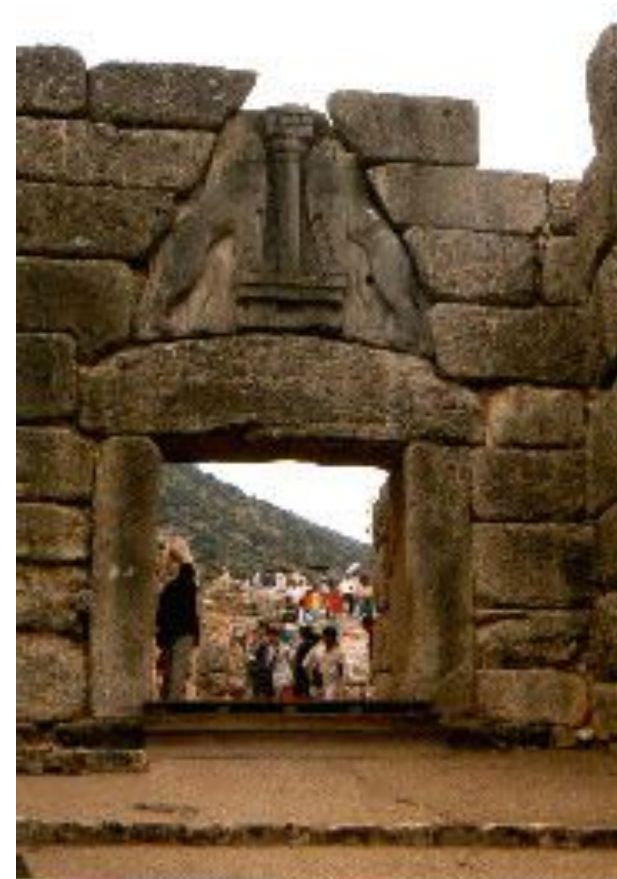
Micenei (greci arcaici)

- Edilizia ciclopica

Argo



Micene

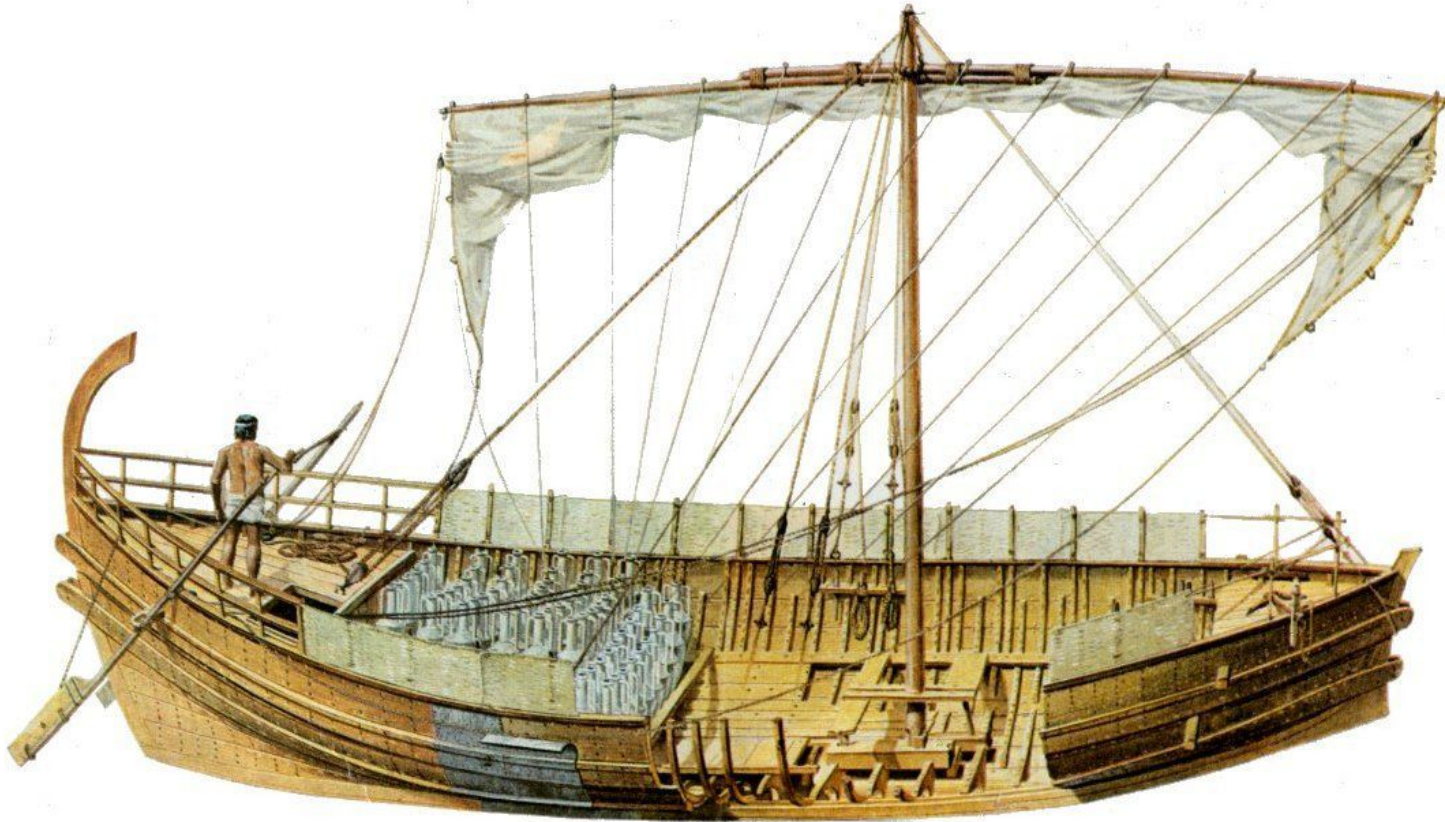




# ~1400 a.C. Grecia

Espansione Micenea nell'Egeo e oltre (Mar Nero)

- Navigazione commerciale



# ~1400 a.C. – Grecia arcaica

## Apogeo della civiltà del bronzo

- Notevoli abilità nella lavorazione
- Armi
- Oggetti decorativi
- Evoluzione:
  - Bronzi di tenori diversi per usi diversi, ottenuti anche ricorrendo a minerali di diversa composizione (dopo che in Mesopotamia)



# ~1300 a.C. - Grecia



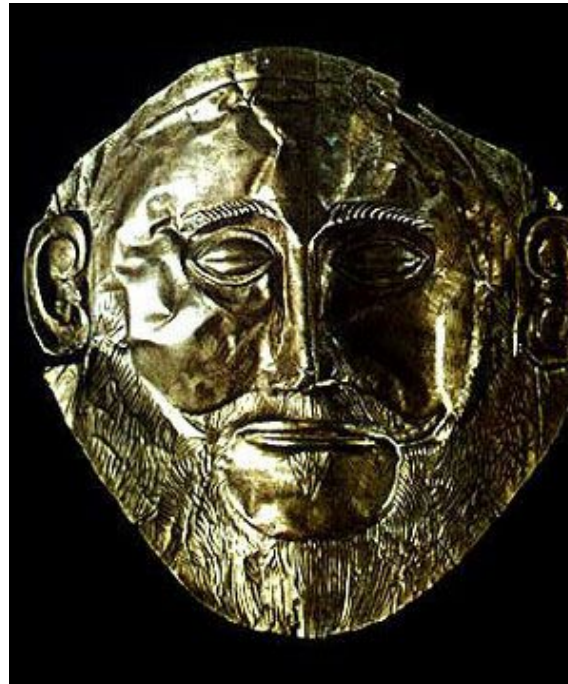


# ~1250 a.C. - Grecia

## Espansione micenea in Asia Minore

- distruzione di Troia (guerra combattuta con armi di bronzo)
  - L'epopea troiana, non è solo mitologica: tramandata oralmente per secoli dagli aedi, trova forma scritta intorno al 750 a.C., dopo che la scrittura si è affermata in Grecia (anche la Bibbia viene scritta intorno al VII secolo attingendo a tradizioni orali storico-mitologiche)

- La Troia storica è una ricca città che, controllando i commerci (stagno, oro, ...) da Balcani e Mar Nero verso l'Egitto, ostacola l'espansione mercantile dei Micenei





# ~1250 a.C. - Grecia

## Apogeo della civiltà del bronzo

- Il ferro è noto, ma considerato dai Greci prezioso come l'oro
- è citato da Omero: usato in lingotti come denaro
- non è idoneo alla produzione di armi (forgiatura e cementazione tenute segrete dai popoli che la hanno sviluppata)



# ~1200 a.C. - Grecia e Medio oriente

Deforestazioni massicce  
(spesso irreversibili):  
Grecia, Cipro, Libano, Anatolia

- causata dalla forte domanda di legname:
  - come **materia prima** per: edilizia, imbarcazioni, utensili, suppellettili, ...
  - come **risorsa energetica** per: metallurgia, produzione di calce, mattoni, ceramiche, usi domestici, ...
  - tensioni economico-politiche per il suo rifornimento

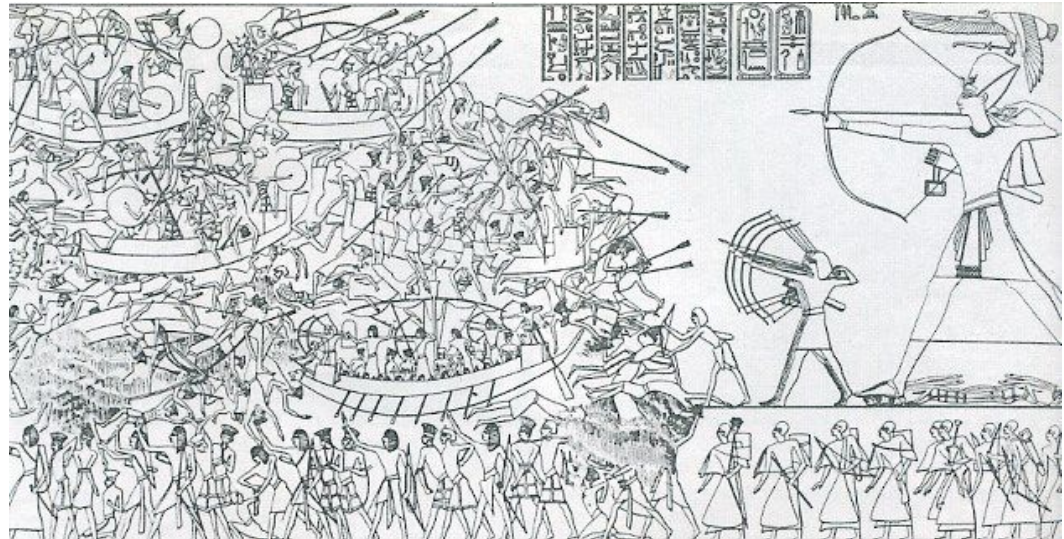


Assiria - Trasporto fluviale di una grande partita di tronchi verso la Mesopotamia  
Musée du Louvre - Parigi

# ~1200 a.C. – Mediterraneo orientale

## Assalti dei “Popoli del mare”

- Popolazioni bellicose più arretrate provenienti dall’Europa centro-meridionale e balcanica
- Crollo impero ittita (1200-1190)
- Crollo della civiltà micenea
- Attacchi all’impero egizio
- Respinti in una serie di sanguinose battaglie vinte da Ramses III (1186 a.C.)





# ~1100 a.C. – Caucaso

Diffusione delle abilità siderurgiche ittite



**INIZIA L'ETÀ DEL FERRO**  
(maturazione lentissima)



# 1100-650 a.C. - Diffusione Ferro

In seguito agli sconvolgimenti e al collasso delle età del bronzo

1100-1000: Asia Minore (Siria, Fenicia, Mesopotamia)

1000: Grecia, India

800: Italia, Egitto

750: Cina (importazione da occidente?)

650: Europa centrale - Austria-Tirolo:

- primi centri di forgiatura centro-europei

Dopo 650: affermazione definitiva

# 1100-650 a.C. - Ferro

## Effetti della diffusione del ferro:

- Riduzione progressiva del costo dei manufatti (ma sempre pregiati)
- Utensili di uso più generale
- Attrezzi in ferro per agricoltura
  - La scure in ferro con manico di legno ha un ruolo fondamentale nei disboscamenti su grande scala
  - sia per la raccolta del legno in regioni boschive che per l'acquisizione di nuovi terreni coltivabili (specialmente in Europa)
  - L'affermazione di una nuova tecnologia (il ferro) accompagna la fioritura e l'espansione di nuove culture e civiltà
- Le civiltà del ferro (indoeuropee - es. Greci classici, Celti, Romani) sono più egalarie di quelle del bronzo (semitiche, fortemente gerarchizzate e socialmente più rigide - es. Egizi e Mesopotamici)



# 1200-800 a.C. - Fenicia

## Perfezionamento della nave con chiglia

- favorito dalla disponibilità di legno di cedro (conifera con tronco alto e dritto):
  - idonea a costruire chiglie molto lunghe
  - e preziosa per floridi commerci con Egitto e Mesopotamia



# 1200-800 a.C. - Fenicia

## Tecniche di navigazione:

- in mare aperto con orientamento stellare (stella polare)
- mappatura (segreta) di venti e correnti

## Espansione nel bacino mediterraneo

- fondazione di colonie (Cipro, Sicilia - Palermo, Sardegna, ... Cartagine, ...)
- esportazioni (legno, tinture per tessuti, ...)
- importazione di minerali dalla Spagna
- diffusione della cultura mediorientale e mesopotamica
- pirateria (non erano mercanti pacifici)



# 1200-800 a.C. - Fenicia

Navigazione in Oceano Atlantico, per commerciare materie prime preziose

- Irlanda e Cornovaglia: stagno
- Nord Africa: oro

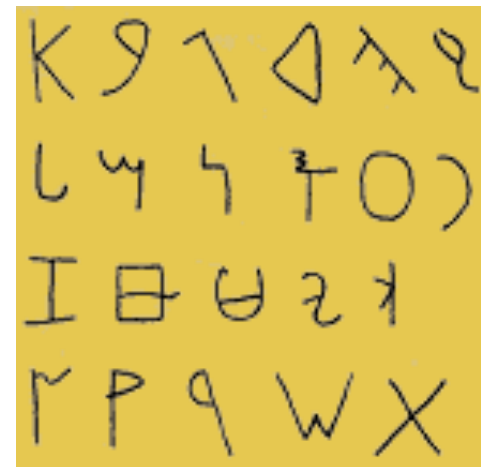
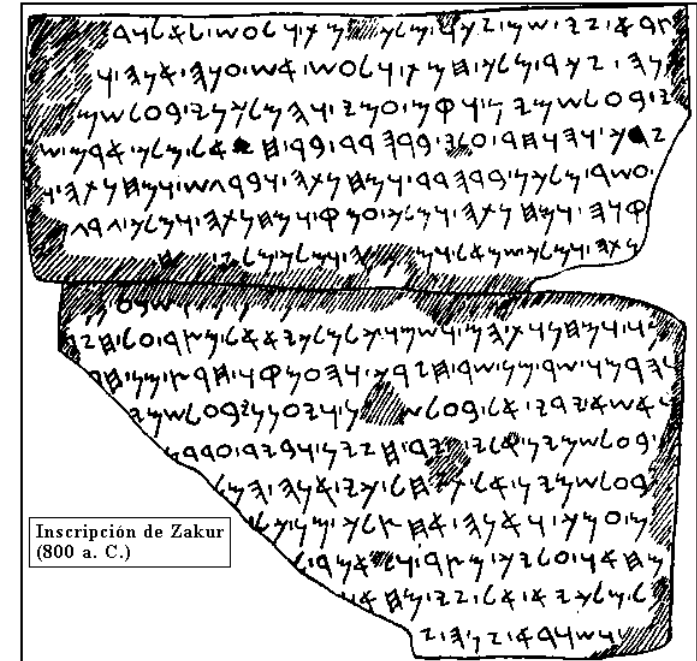




# ~1000 a.C. - Fenicia

## Scrittura fonetica: alfabeto

- Prodromi nel 1400 a.C.
- col tempo si diffonde nel Mediterraneo
- Permette la rappresentazione unificata e agile di documenti relativi a lingue e culture diverse
- Strumento efficiente di commercio internazionale
- e fecondissimo di sviluppi (alfabeti greco e latino)



# ~800 a.C. – Grecia

## Sviluppo dei Greci classici (Dori)

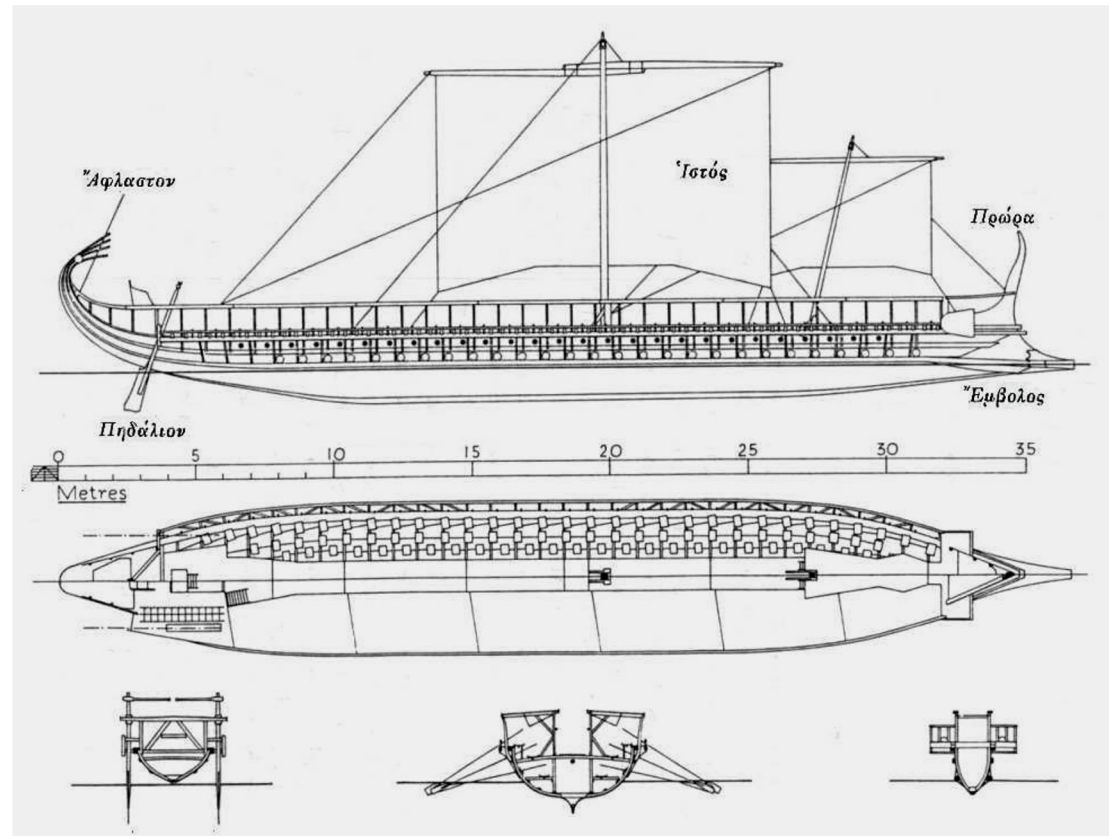
- Civiltà del ferro
- Consolidamento greco nel bacino dell'Egeo
- Vocazione mercantile, marinara e militare
- Espansione in Mediterraneo e Mar Nero
  - Fondazione di colonie anche in Italia meridionale (Magna Grecia)



# ~800 a.C. - Grecia

Aspetti tecnologici:

- Progressi nelle costruzioni navali





# ~800 a.C. - Grecia

## Aspetti minerari:

- La prosperità greca è fondata, oltre che sulle attività mercantili, anche sulle ricche miniere d'argento del Laurio (Attica), intensamente sfruttate almeno dal 1500 a.C.
- e queste, insieme alla marina mercantile e militare, richiedono ingenti risorse di legno



# ~750 a.C. - Egitto, Nord Africa

## Diffusione tarda del ferro (armi...) in Egitto

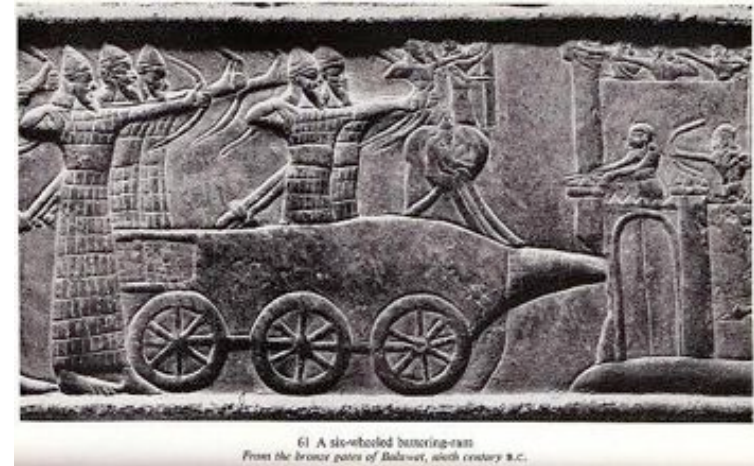
- Storico ritardo nel recepire l'innovazione tecnologica di origine esterna
- Tuttavia gli egizi introducono miglioramenti: forni migliori e mantici migliori raggiungono temperature più elevate
- Introduzione del ferro in Nord Africa ad opera dei Fenici



# ~1100 a.C. - Mesopotamia

## Espansione degli assiri

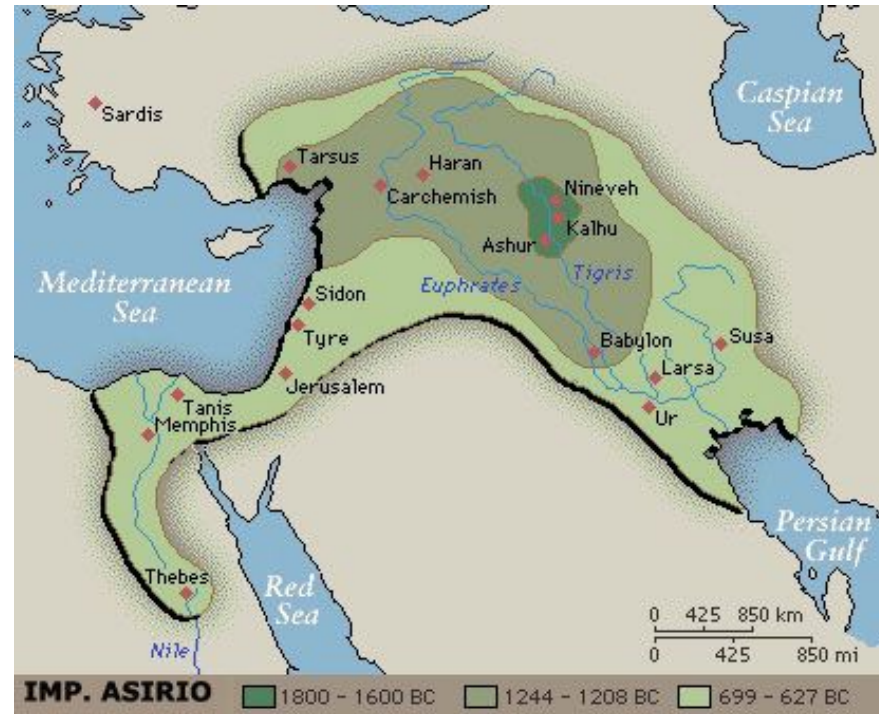
- creazione dell'impero assiro  
primo grande impero  
della civiltà del ferro
  - Dopo fasi alterne di espansione e recessione e in seguito al crollo dell'impero ittita
- Espansione in Siria, Fenicia, Palestina, Mar Nero
  - Civiltà dedita alla guerra, sviluppa tecnologie belliche molto evolute
  - Macchine da guerra pesanti: ariete, torre da assedio



# ~720 a.C. - Mesopotamia

## Espansione dell'impero assiro

- Sargon II (721 - 705 a.C.)
  - massimo impero mondiale
- Civiltà dedita alla guerra
- Conquiste e dominio feroce dei popoli vinti e sottomessi, deportazioni in Assiria
  - israeliti, ....



- Uso su grande scala della schiavitù come risorsa energetica e tecnica: manovalanza di ogni tipo ed artigianato evoluto



# SCHIAVITU'

## Negli imperi antichi, classici e più recenti

- utilizzo come risorsa energetico-meccanica nella realizzazione di grandi opere ed in generale per il funzionamento dello stato
- risorsa indispensabile allo sviluppo degli imperi, in tutte le grandi civiltà medio-orientali, occidentali, orientali, precolombiane
- per vari millenni non sono concepibili alternative: le esigenze di energia meccanica sono soddisfatte con la forza muscolare

# ~720 a.C. - Mesopotamia

Miglioramenti in vari settori tecnici

- Chiusura con serratura nel palazzo di **Sargon II** a Khorsabad
- Miglioramento nella produzione vetraria
  - oggetti di maggiore dimensione
  - tagliati a freddo
  - anche incolori
  - ma opachi a causa della bassa temperatura di fusione raggiunta (1000°C), che comporta inclusioni di bolle d'aria

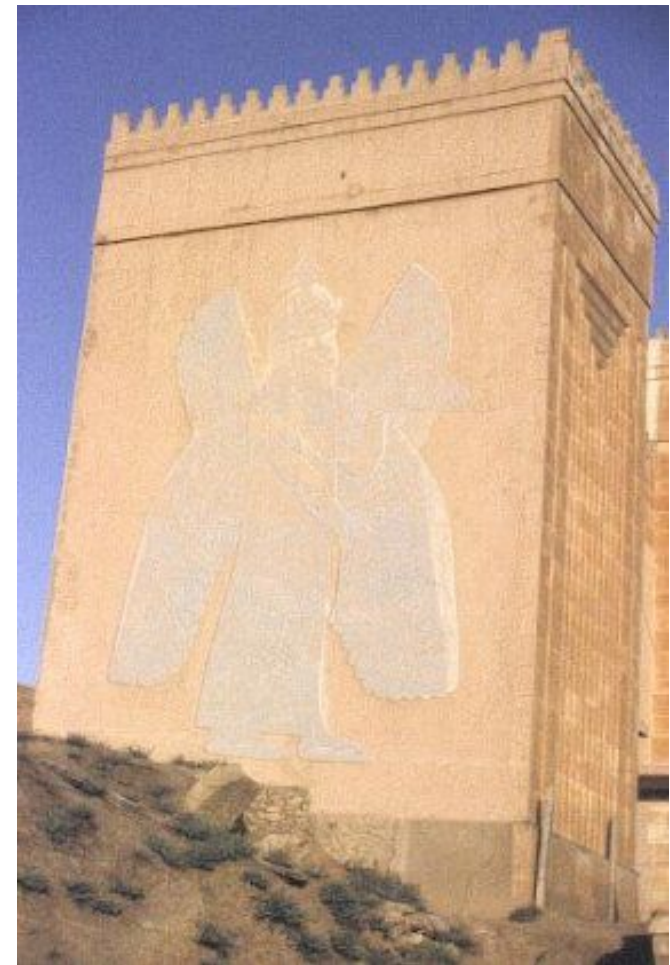
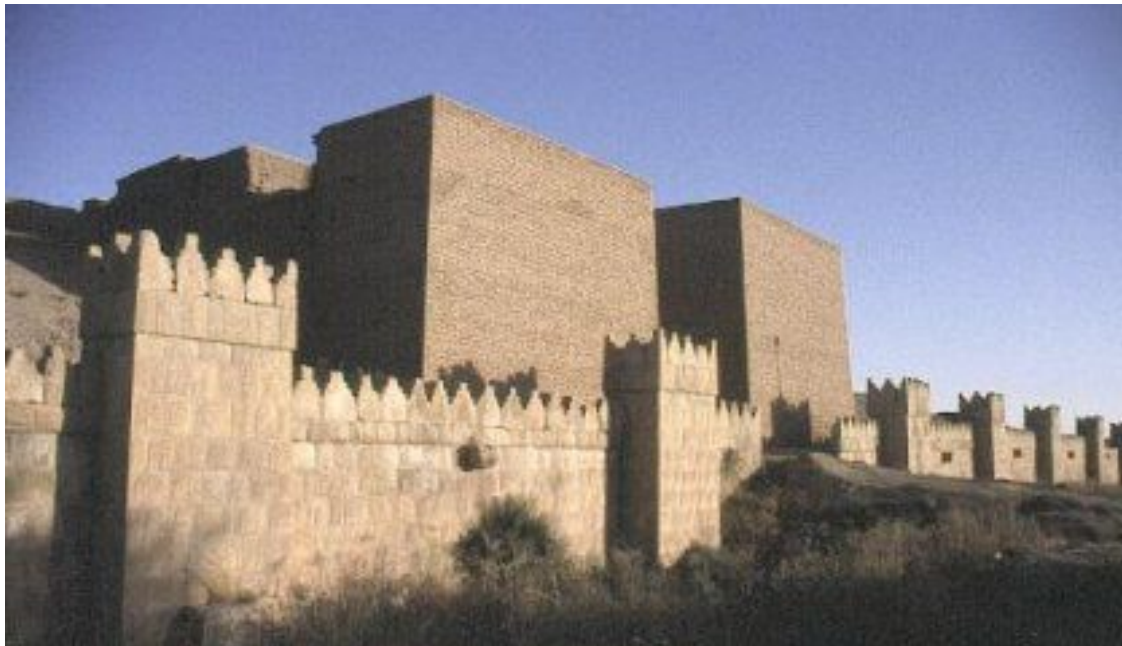


Vaso di Sargon II, ~720 a.C.

# ~690 a.C. - Mesopotamia

Impero assiro sotto Sennàcherib (? - 681 a.C.)

- Ninive (capitale dell'impero)
  - massima città mondiale (forse 150.000 abitanti)
- Canale per irrigazione e rifornimento
  - largo 20 m e lungo 65 km



# ~690 a.C. - Mesopotamia

## Ninive

- edilizia monumentale e celebrativa
  - Uso dell'arco e della volta sia monumentale che tecnico

porta della cinta muraria



condotto fognario

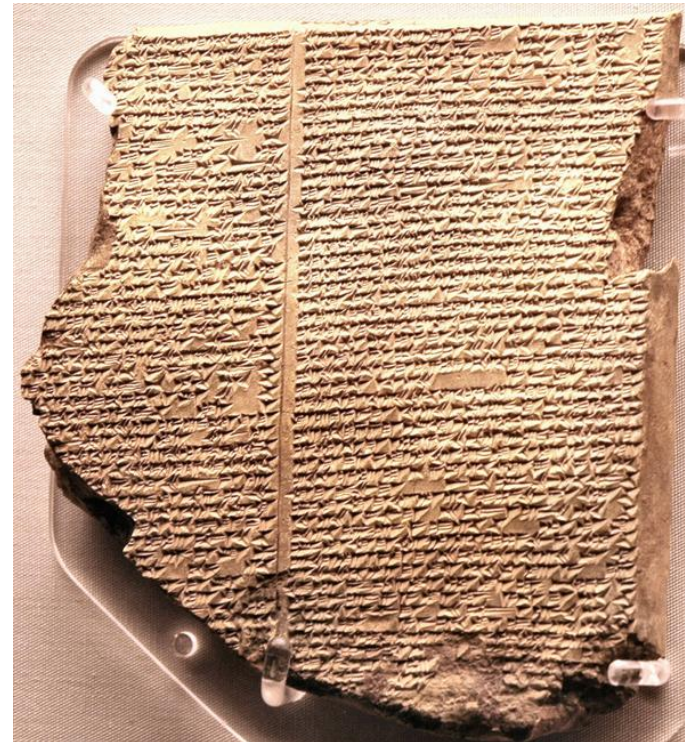
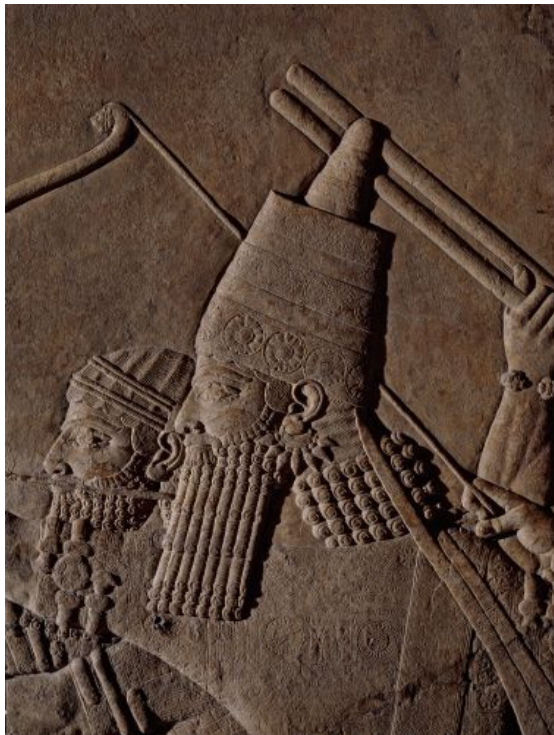




# ~650 a.C. - Mesopotamia

## Impero assiro sotto Assurbanipal (669 - 627 a.C.)

- Massima espansione: conquista l'Egitto
- Re colto (promuove le arti, traduce dal sumero)
- Prima grande biblioteca, a Ninive
  - 30.000 tavolette



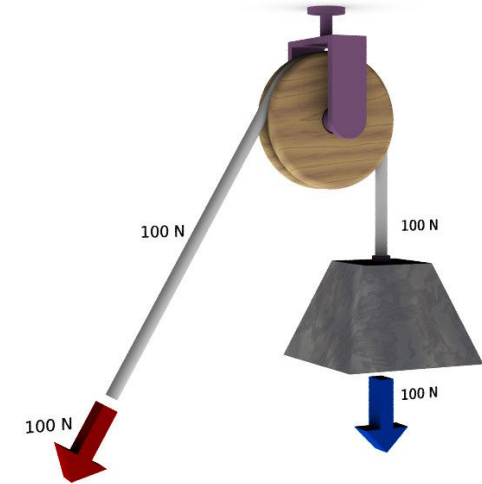
# ~650 a.C. - Asia Minore

Commerci ad ampio raggio:

- Introduzione del cotone indiano

Progressi tecnici:

- Tessitura, meccanica, metallurgia, oreficeria, ceramica



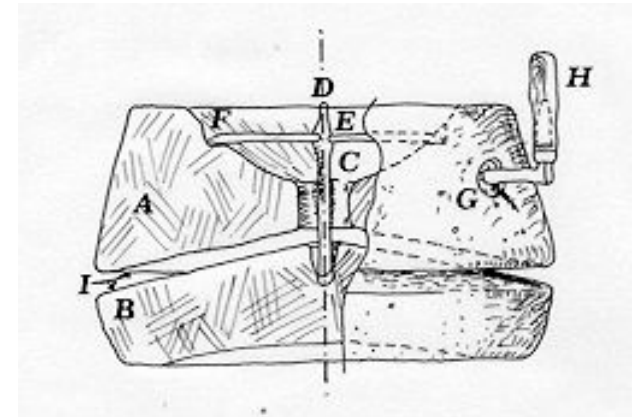
- Carrucola (puleggia)
  - Applicazione molto più vantaggiosa della forza per il sollevamento di pesi
- Argano (verricello)
- Gru (fissa, rudimentale)



# ~650 a.C. - Asia Minore

## Molino

- Dal latino *mola*: macina a moto rotatorio a doppio cono azionata a forza muscolare (prima uomo e poi animali)
  - Primo uso della forza animale in campo meccanico (non per trazione)
  - Macinazione di cereali → farina
- usi successivi:
  - Triturazione di minerali da fondere → metallurgia
  - Frantumazione di olive → olio





# 650 a.C.

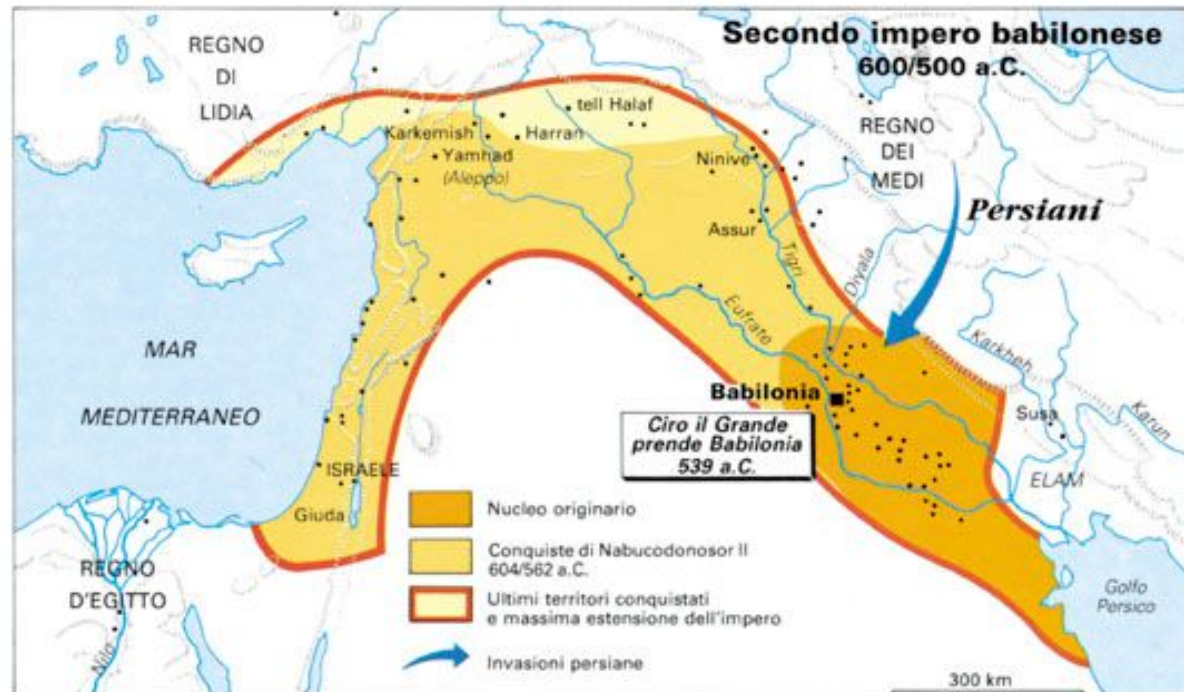




# 612 a.C. - Mesopotamia

Crollo dell'impero assiro

- Nuovo impero babilonese (caldeo)



# ~610 a.C. - Lidia (Turchia)

## Invenzione della moneta

- Denaro il cui peso e valore è garantito dall'effigie
  - Dal latino Giunone "Moneta" (ammonitrice) presso il tempio della quale era sita la zecca romana
- Con essa oro e argento assumono nuova importanza



# 28 maggio 585 a.C. - Turchia

A proposito di calendari ed eventi astronomici

- Battaglia di Halys, tra Lidi e Medi
  - Interrotta a causa di un evento astronomico sconvolgente (eclisse solare)
    - fornisce la prima datazione storica certa in occidente
    - evento analogo a quello in Cina il 16 ottobre 1876 a.C.

# 550 a.C. - Lidia

## Tempio di Artemide ad Efeso

- Progettato da **Chersifrone di Cnosso**
  - Commissionato da re Creso di Lidia
    - Terminato 120 anni dopo
    - Più grande tempio costruito fino ad allora
    - archetipo dell'architettura monumentale greca
    - catalogato secoli dopo tra le 7 meraviglie del mondo antico





# 586 a.C. - Mesopotamia

## Apogeo dell'impero caldeo

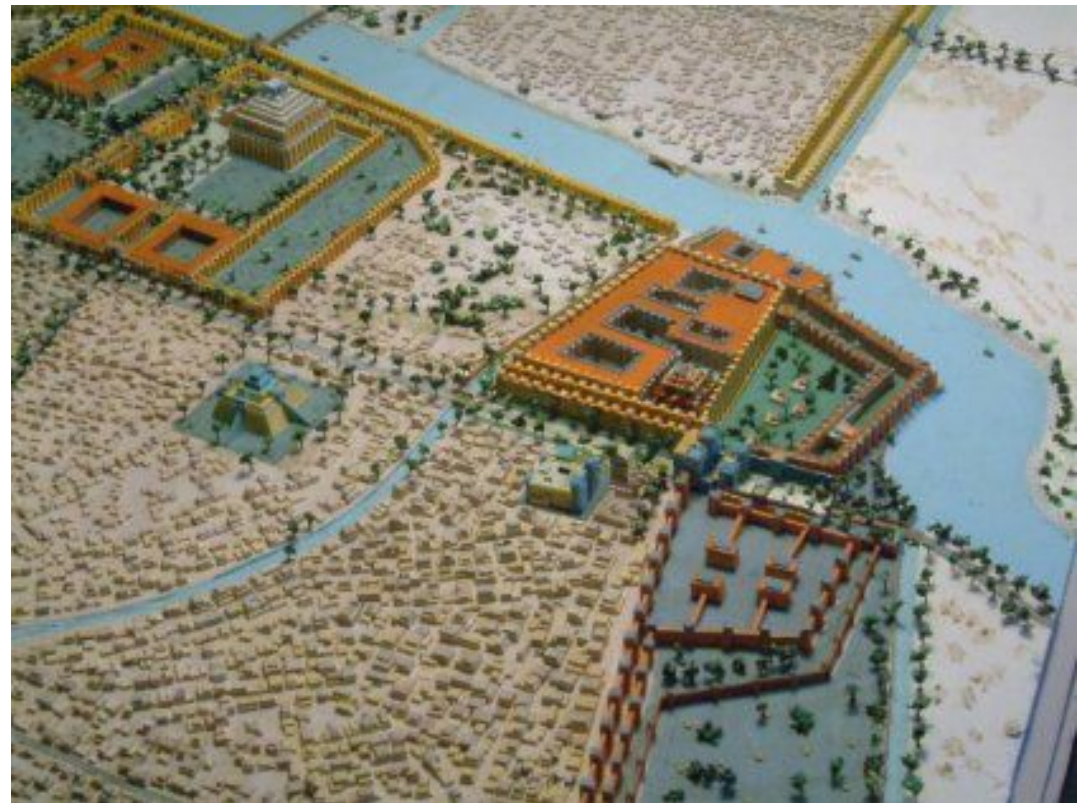
- Nabucodonosor II (605-562 a.C.)
- Fenicia e Palestina:
  - Conquista da parte dei Caldei
  - Deportazione di 5000 israeliti (cattività babilonese, fino al 538 a.C.)



# 586 a.C. - Mesopotamia

## Babilonia di Nabucodonosor II

- massima e più splendida metropoli mondiale – architettura pubblica imponente
- Doppia cinta muraria di 18 km
- Cinta interna spessa 7 m
- Con torri spaziate di 12 m





# 586 a.C. - Mesopotamia

## Babilonia di Nabucodonosor II

### *Porta di Ishtar*

*alta 24 m*

*arco a tutto sesto*

*ceramiche smaltate*

*policrome*



Pergamonmuseum - Berlino



# 586 a.C. - Mesopotamia

## Babilonia

### ■ Giardini pensili

- Realizzati per ricordare la patria boscosa ad Amytis, sposa di Nabucodonosor e originaria della Media
- una delle 7 meraviglie del mondo antico

- Complesso sistema d'irrigazione
- *Sollevamento dell'acqua con catene di secchi (norie)*

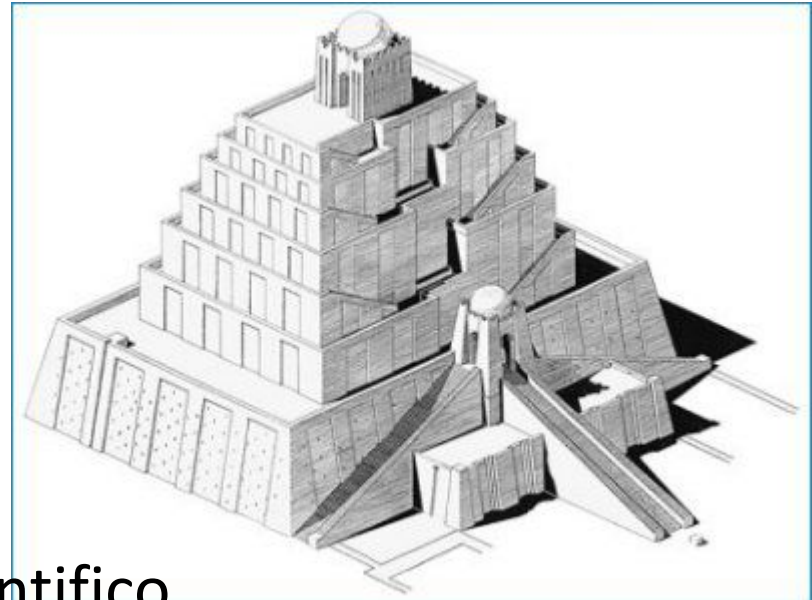




# 586 a.C. - Mesopotamia

## Babilonia

- Ziggurat di 90 m
  - è la torre di Babele biblica
- Palazzi ....
- Ma anche notevole sviluppo scientifico
  - Matematica
  - Astronomia: conoscenza dei 5 pianeti, delle eclissi, della precessione degli equinozi



# ~580 a.C. - Asia Minore

## Chimica

- Sono note varie sostanze, con usi diversi: tinture, coloranti, farmaci, cosmetici, profumi, sostanze per imbalsamazione, ...
  - Zolfo e vari solfati (vetriolo verde, vetriolo blu, allume), sale (cloruro di sodio), natron (carbonato idrato di sodio), calce viva (ossido di calcio), malachite, gesso, tinture (indaco, porpora)
  - tali conoscenze sono tenute spesso segrete, non solo per proteggere vantaggi produttivi, ma anche perché considerate esoteriche, la trasformazione della materia essendo interpretata in senso magico-mistico

# ~1000-600 a.C. - Italia

## Prima fioritura degli Etruschi

- Altra tipica civiltà del ferro
- possibile provenienza orientale (Lidia)
  - fonte: Erodoto ed indizi glottologici

→ immissione nell'Italia centro-settentrionale di conoscenze e cultura di provenienza orientale

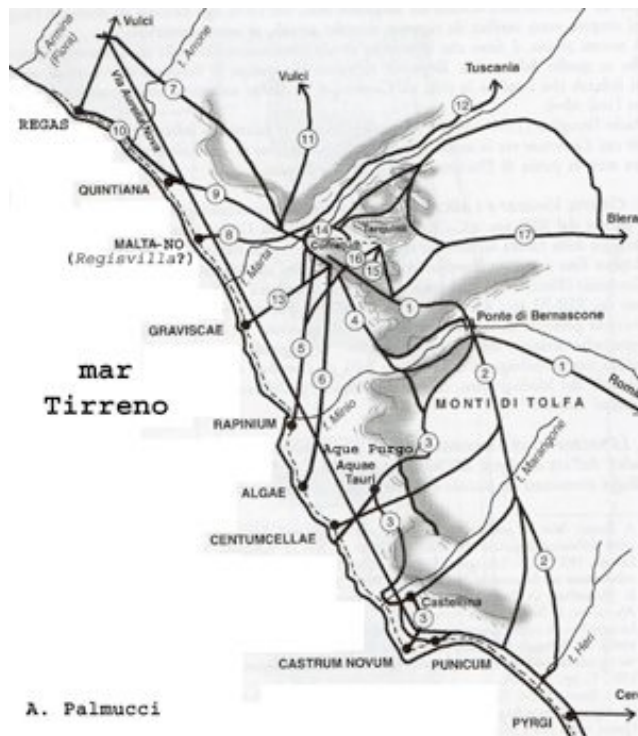
- (o generazione autoctona?)



# ~600 a.C. - Italia

## Etruschi

- Apogeo
  - Dominio in Italia centrale
  - Sistema stradale tra le città federate





# ~600-400 a.C. - Italia

## Etruschi

- capacità metallurgiche in ferro, bronzo e orafe
  - tecnica granulare dimenticata e ora sconosciuta

chimera di Arezzo, in bronzo, IV sec. A.C.



gioiello con granulazione



# ~250 a.C. - Italia

## Etruschi

- Volterra e altrove:
  - Arco a tutto sesto
    - Uso monumentale
    - Prima testimonianza in Italia



Porta dell'Arco - Volterra



# 588-530 a.C. - Oriente

Nuove visioni etico-religiose

588 a.C. Persia

- **Zoroastro (Zarathustra)** fonda lo zoroastrismo (religione monoteista)
  - basata sulla visione positiva dello scontro tra bene e male (e altri concetti recepiti anche da altre religioni, come quella ebraica)
  - importanza di onestà e rettitudine
  - valori di aggregazione culturale

530 a.C. India:

- Illuminazione di Siddhartha Gautama (**Budda**, ~560 – ~480)
  - Nascita del buddismo



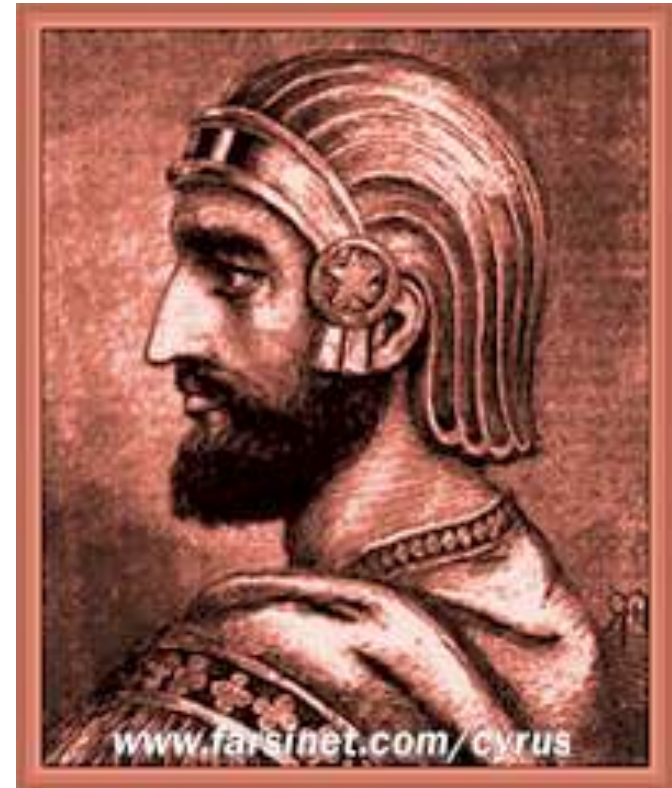
# 550 a.C. - Persia

## Fondazione ed espansione dell'impero persiano

- **Ciro** (? – 529 a.C.)
- Conquiste nel giro di pochi anni
  - 550: Media
  - 547: Lidia
  - 545-539: regni orientali
  - 539 a.C.: impero caldeo e Babilonia
    - 538: Fine della cattività babilonese degli Israeliti

poi

- **Cambise:** Egitto e Cipro
- **Dario:** massima espansione





# Impero Persiano

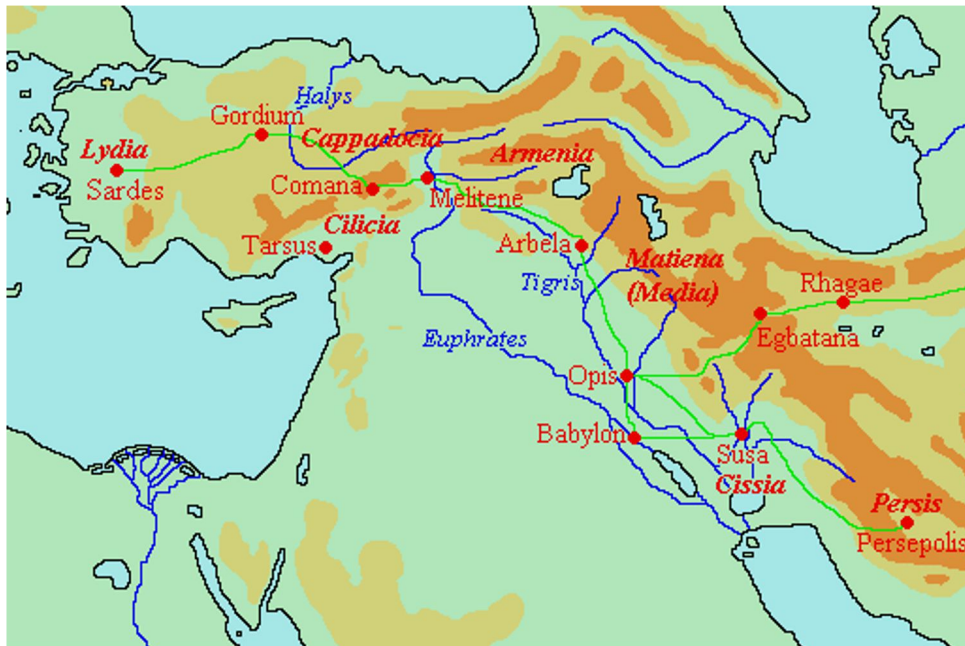
- il più vasto mai esistito
  - tollerante (ispirato allo zoroastrismo)
  - basato su principi di integrazione tra i popoli diversi (prima “globalizzazione”)
  - adozione di una lingua ufficiale (aramaico)
  - adozione della moneta (Lidia)
- 
- diffusione di idee e conoscenze dall’India al mondo mediorientale e greco
  - amalgamazione di popolazioni e culture, comunicazioni



# Impero Persiano

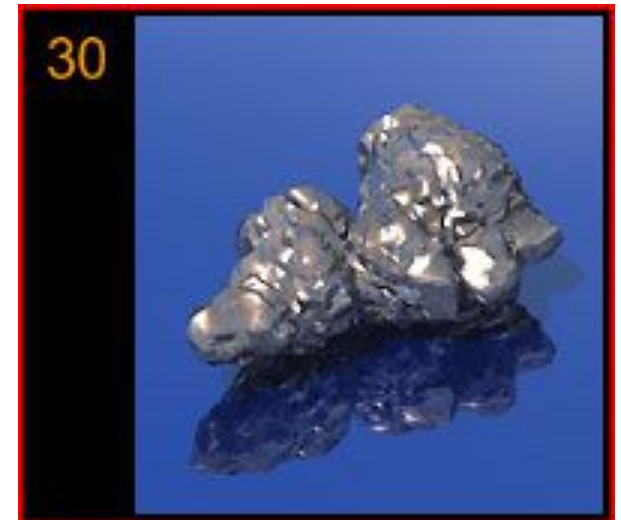
## Rete stradale persiana

- strada reale da Sardis a Persepoli (citata da Erodoto):
  - larga anche 5 metri, lunga 2600 km
  - percorsa dai corrieri imperiali in meno di 10 giorni, a oltre 260 km/dì (velocità su lunghe distanze insuperata per millenni)
- servizio postale
- importanza del cavallo



# ~500 a.C. - Persia

- Completamento del canale navigabile tra Nilo e Mar Rosso
- Diffusione dell'abaco (Egitto)
- Introduzione della canna da zucchero indiana (510 a.C.)
- Produzione dell'ottone
  - Lega zinco-rame (contenuto variabile di rame: 57-90%)
    - Senza isolare lo zinco (isolato nel XII secolo in India)
    - Noto marginalmente in Grecia, ove è considerato raro e prodotto da una tecnologia orientale molto avanzata o magica
  - Diffusione successiva verso oriente
    - India
    - Cina
  - Diffusione più tarda verso occidente
    - Roma in epoca imperiale





# ~400 a.C. – Babilonia persiana

Matematica:

Invenzione dello zero come elemento della numerazione posizionale sessagesimale



# 753 a.C. - Italia

## Fondazione mitologica di Roma

- a rigore errata (incoerenze storiche)
- ma la collocazione temporale è sostanzialmente corretta: nell'VIII secolo a.C. esistono villaggi del ferro sui colli capitolini

La lupa capitolina, simbolo iconografico della fondazione di Roma, non è romana

- ritenuta a lungo un bronzo etrusco (coevo della chimera di Arezzo)
- Recenti studi la collocano invece in epoca medioevale



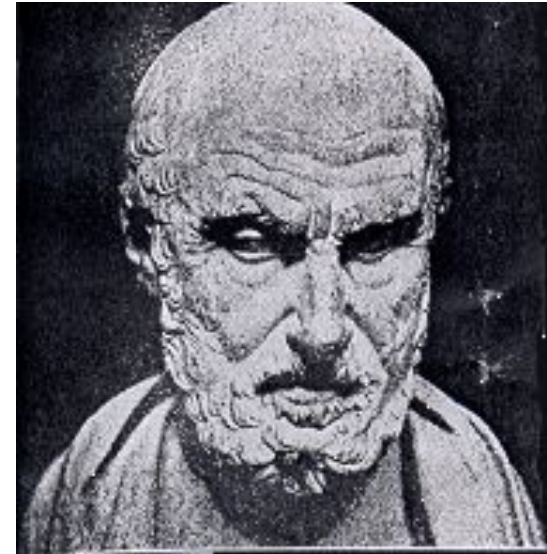
# 594 a.C. - Grecia

Fermenti politici e culturali

Atene:

**Solone** (~640 - ~560 a.C.)

- Istituzione dell'oligarchia (arconti),
- cariche elettive: primo governo elettivo
- Assetto politico rivoluzionario:
  - il potere non ha origine divina, ma viene dal basso
- Avvia libertà di pensiero e aperture culturali sconosciute ai regni orientali





# ~590 a.C. - Grecia

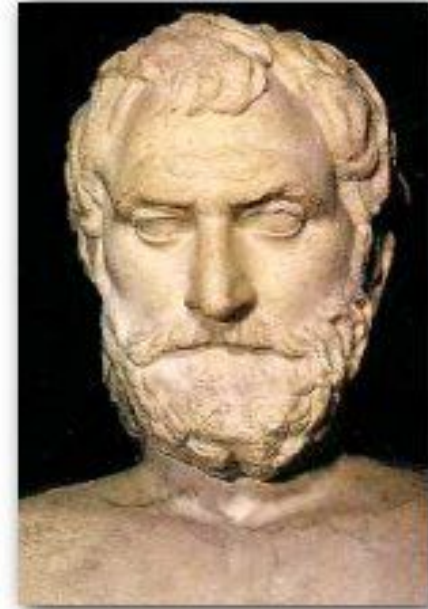
Nuovi modi di pensare la natura

Mileto (Ionia - costa asiatica dell'Egeo,  
con forti influenze culturali orientali)

**Talete** (~625- ~548 a.C.)

primo scienziato occidentale

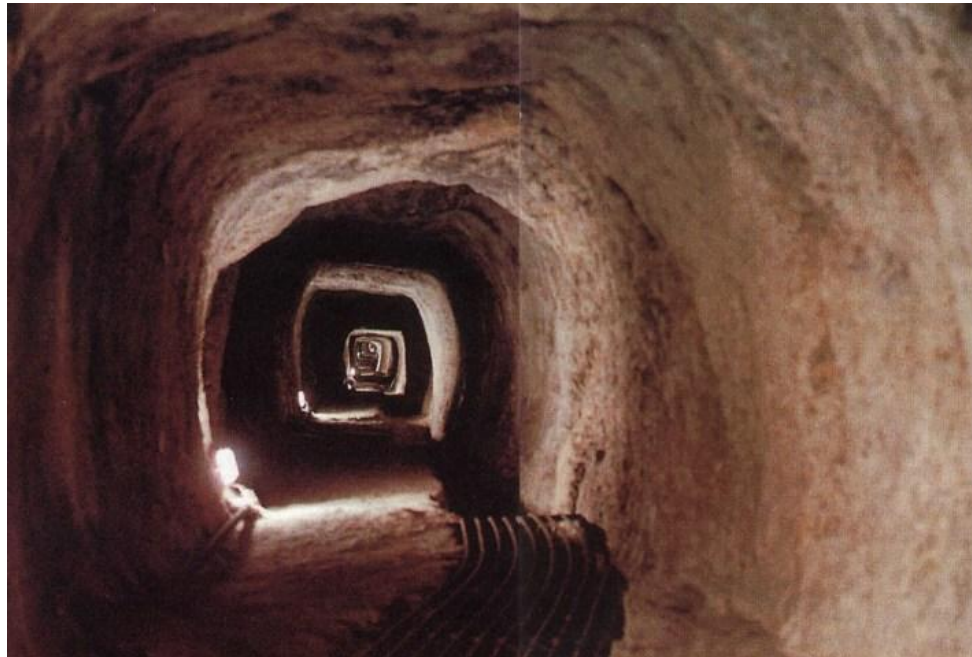
- iniziatore del ragionamento deduttivo razionale (invece che empirico), dell'indagine scientifica
  - interpretazioni razionali e non mistiche dei fatti naturali
  - razionalizzazione della geometria (teoremi di Talete, ...)
  - misura indiretta dell'altezza della grande piramide di Giza
  - prime osservazioni di elettricità e magnetismo
  - prime riflessioni sul ciclo dell'acqua, ....
  - senza sviluppi applicativi



# 530 a.C. - Grecia

Acquedotto di Samo (Ionia - costa asiatica dell'Egeo)  
progettato da **Eupalino di Megara**  
primo ingegnere idraulico noto

- 1000 metri in galleria, scavata a partire dalle 2 estremità
- Per Erodoto tra le 3 maggiori opere tecniche della Grecia



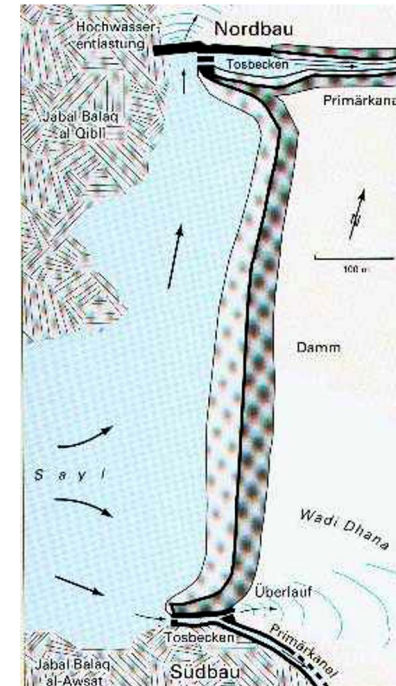
# ~520 a.C. - Yemen

Regno Sabeo (estremità meridionale della penisola arabica)

## Diga di Marib

- irrigazione di 100 km<sup>2</sup>
- Altre dighe anche in regioni meno fertili di Egitto e Mesopotamia, per creare riserve di acqua a fini irrigui

→ Capacità molto avanzate di controllare le risorse idriche applicate in un vasto territorio





# 509-507 a.C. – Roma - Atene

## Nuove forme politiche in Europa

### 509 Roma: Istituzione della Repubblica

- elezione annuale di due consoli controllati dal senato
- separazione dei poteri legislativo (senato) ed esecutivo (consoli)  
→ base della superiorità secolare romana

### 507 Atene: Istituzione della democrazia

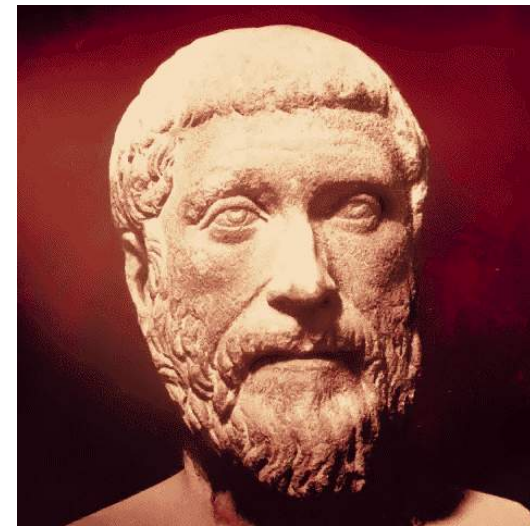
- **Clistene** (565 - 492 a.C.)
- tutti i cittadini maschi liberi eleggono annualmente i capi militari (strateghi) e i magistrati - la loro assemblea (ecclesia) emana le leggi
  - categorie escluse: donne, stranieri naturalizzati,
  - ad Atene vivono 50.000 cittadini liberi e 100.000 schiavi
- avvia un periodo di apertura culturale straordinaria:
  - Pensiero astratto (filosofia, matematica, astronomia)
  - Arte (architettura, scultura, poesia, teatro)
  - Tecnica al servizio delle altre forme creative (poco documentata)

# ~500 a.C. - Samo e Crotona

Prima teoria matematica della natura

## Pitagora da Samo (~570 - ~490 a.C.)

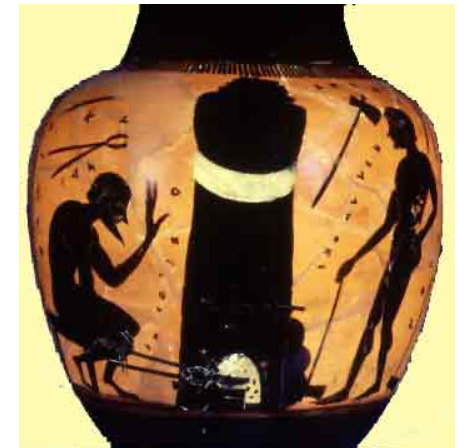
- Nato a Samo e trasferitosi a Crotona
- Dopo avere a lungo viaggiato in Asia (forse fino in India)
- La natura profonda di cose e fatti naturali ha carattere matematico
- “tutto è numero”
- Scoperta dei numeri irrazionali (radice quadrata di due)



# ~500 a.C. – Grecia: forni e ferro

Perfezionamento dei forni di fusione (“bassoforni”) alti ~2 metri, carichi con minerali ferrosi e carbone di legna e ventilati con mantici

- arrivano a 1300-1400°C
  - non raggiungono temperature di completa fusione (1550°C), ma bastano a produrre il blumo di ferro cementato e a riscaldarlo in seguito rendendolo pastoso, così da poter essere forgiato efficacemente
- in Occidente il ferro ancora per secoli viene considerato un metallo anomalo, perché incapace di fondersi del tutto e contaminato da una certa dose di scoria (Aristotele, Teofrasto, ...)





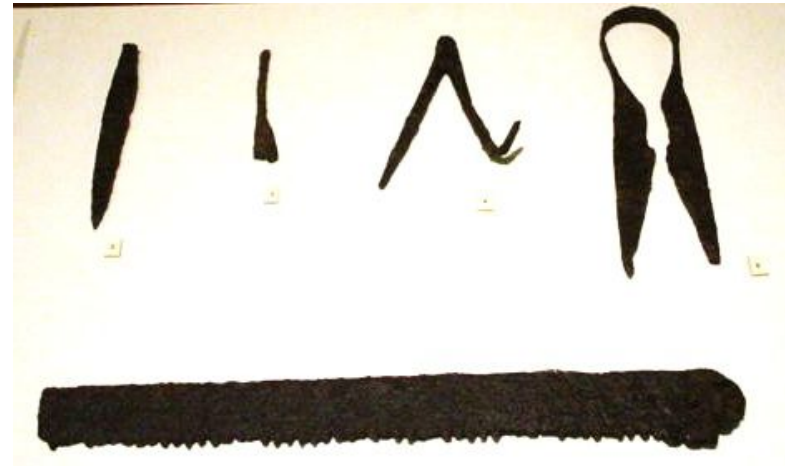
# ~500 a.C. - Ferro

## Incrudimento del ferro per tempra

- raffreddamento rapido per immersione in acqua (o olio)
- tecnica complementare alla cementazione  
(il ferro dolce, non cementato, rifiuta la tempra)

## Produzione di oggetti di dimensioni contenute e per funzioni mirate

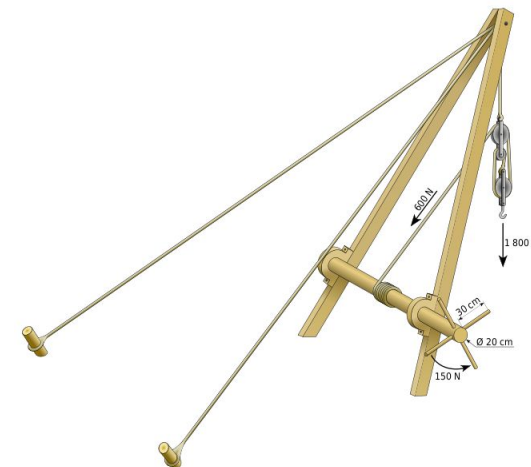
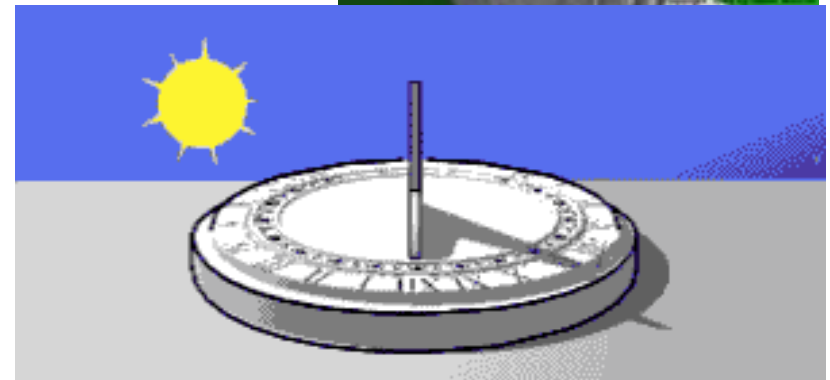
- armi
- attrezzi in ferro per metallurgia e siderurgia:
  - tenaglia, morsa, lima, mantice, incudine, martello
- cesoie per tosatura
- attrezzi per carpenteria:
  - sega, segaccio, scure, scalpello, succhiello



- Per millenni il ferro non avrà funzioni strutturali (come oggi)

# ~500 a.C. – altre tecniche greche

- Meridiana (mini-gnomone)
  - la misura del tempo resta associata ad un evento astronomico (il moto del sole)
- Calibro per misure meccaniche “di precisione”
- Struttura reticolare per sostenere i tetti
- Gru per sollevare materiali da costruzione
  - Trispastos
  - Pentaspastos



# 490 a.C. - Grecia

## Atene

Vittoria sui Persiani a Maratona

Guerre persiane combattute con armi in ferro



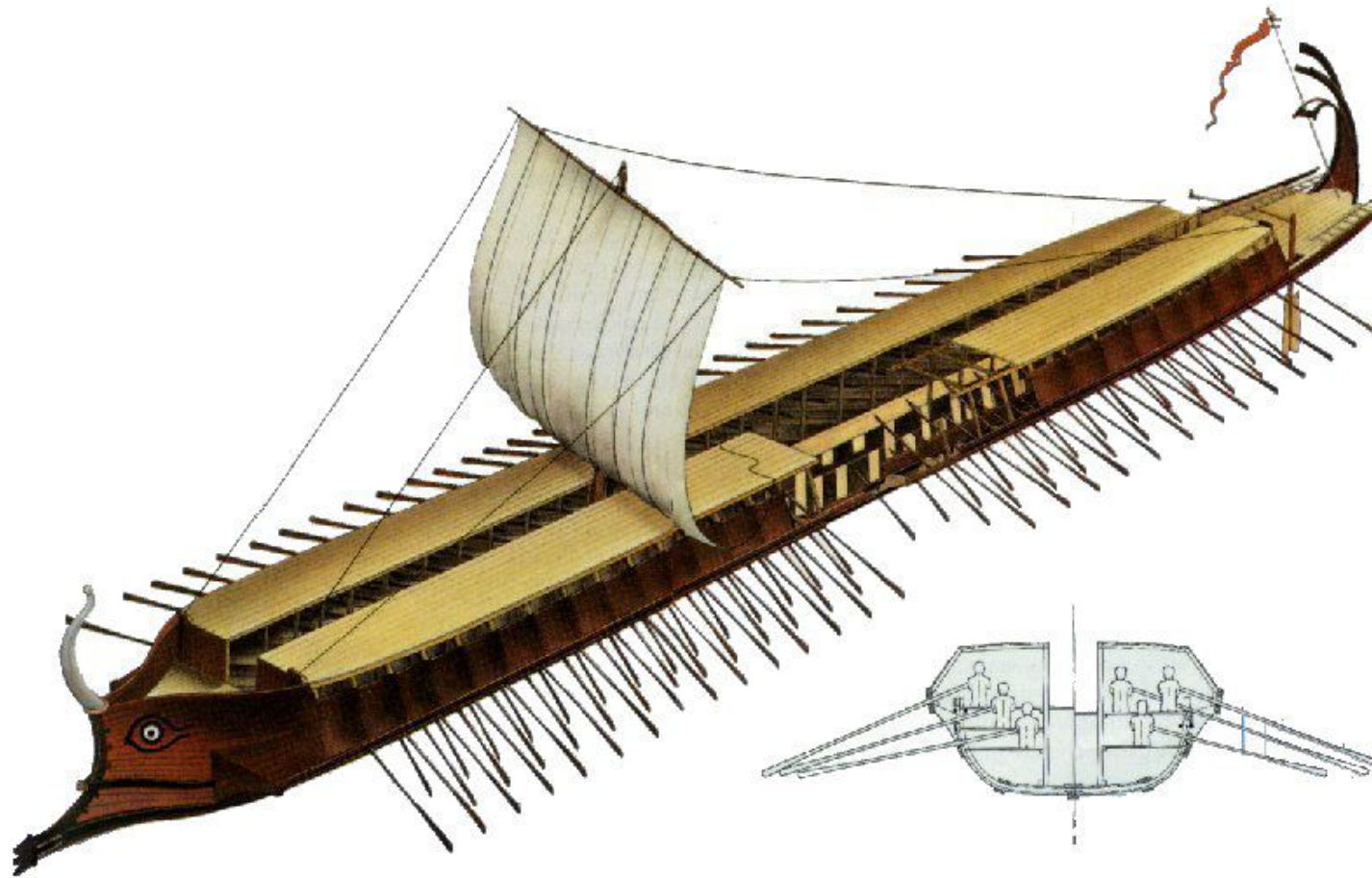
239) Helmet of Miltiades,  
dedicated at Olympia after victory at Marathon in 490 B.C.



# 480-479 a.C. - Grecia

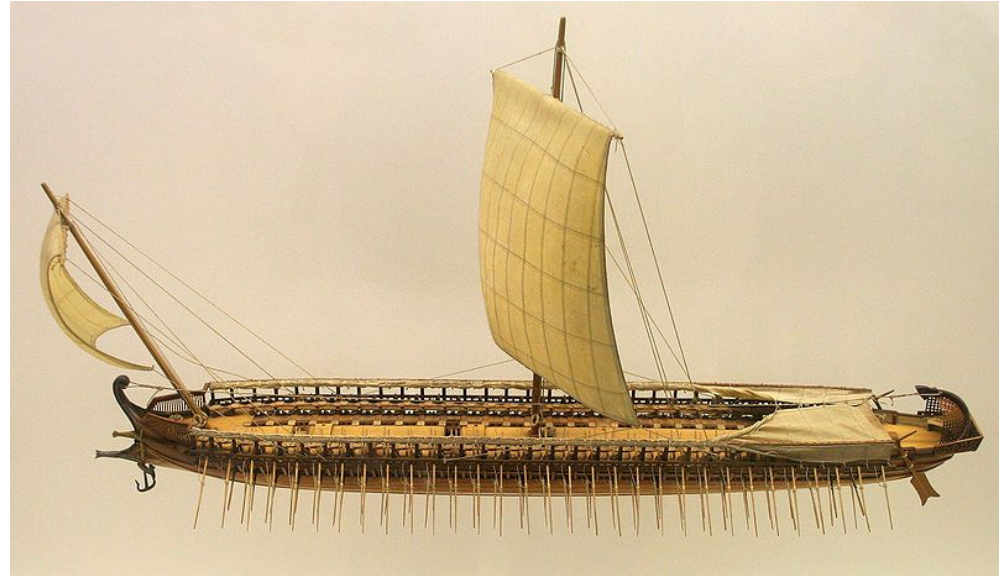
Atene

Vittorie sui Persiani a Salamina e Platea



# 480-479 a.C. - Atene

- Supremazia militare e navale greca nel Mediterraneo
- Tecniche belliche innovative:
  - Formazione a falange
  - Triremi: navi da guerra

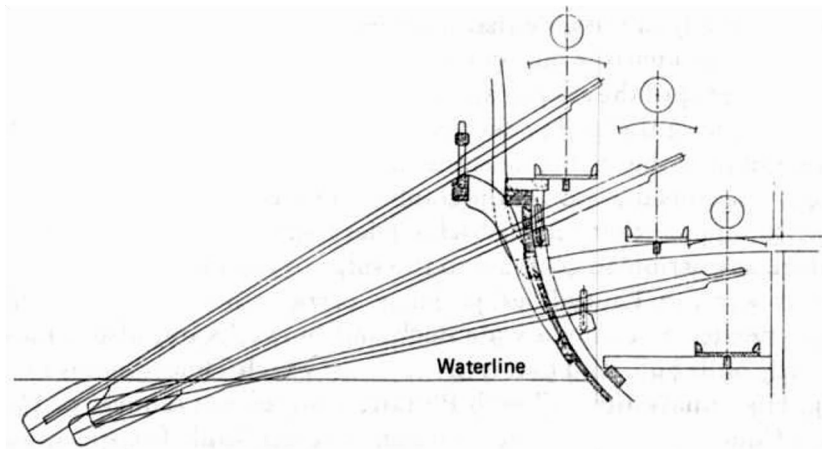


- i Greci hanno secolari vocazioni marziali (oltre che mercantili) sfruttate in servizi mercenari per i grandi sovrani orientali
  - Iscrizioni di mercenari greci del 668 a.C. si trovano nel tempio di Abu Simbel, costruito da Ramses II al confine con la Nubia

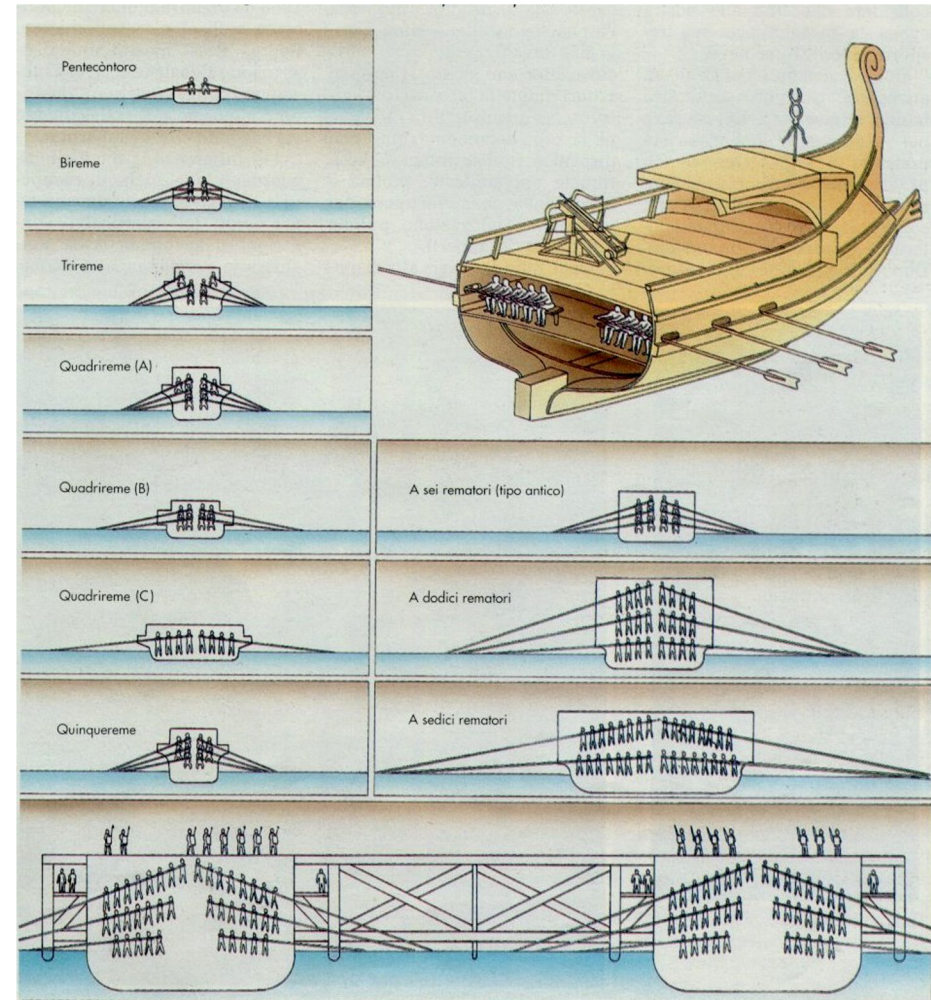
# 480-479 a.C. - Atene

## Triremi

Sono le migliori imbarcazioni da guerra del Mediterraneo



ma sono usate anche navi con altri ordini di remi





# 480-479 a.C. - Atene

- La flotta, forza di Atene, ne è anche la debolezza, perché richiede molto legno
- Anche le miniere di argento del Laurio, il cui commercio finanzia la marina, nel periodo di maggior produttività richiedono enormi quantità di legname per fondere i minerali
- E le riserve boschive greche iniziano ad esaurirsi:  
il legname deve essere importato dai Balcani e dalla Magna Grecia
  - l'Attica, come Cipro (massimo centro estrattifero del rame) e come altre isole, era in origine molto boscosa (lo dicono Platone e Eratostene); la deforestazione eccessiva le portò ad essere prevalentemente brulle come in gran parte sono ancor oggi.
  - L'esaurimento delle riserve boschive è la causa energetica del tracollo ateniese meno di un secolo dopo, mentre l'economia cipriota collassa verso il 300 a.C.

# 460 a.C. - Atene

## Età di Pericle

- Periodo di massimo splendore economico, politico e culturale
- 50.000 cittadini liberi e 100.000 schiavi

## **Pericle** (~495-429 a.C.)

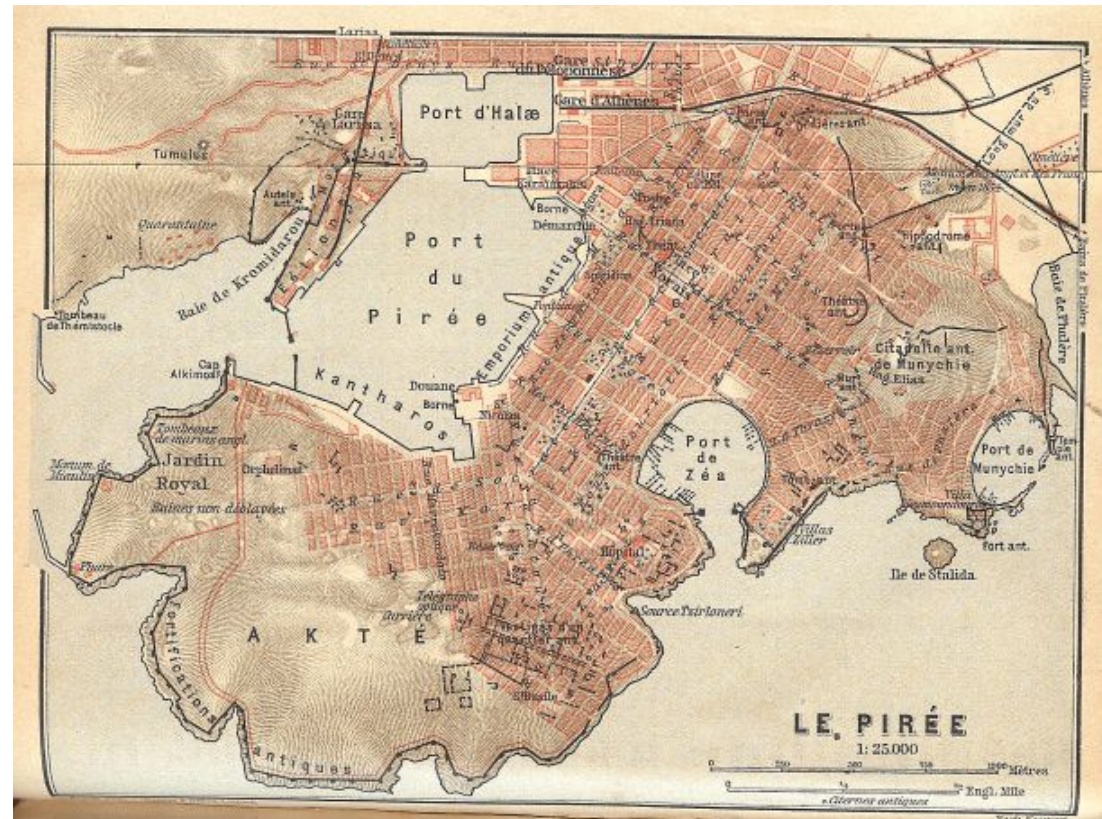
- eletto e confermato stratega per 20 anni

# 450 a.C. - Roma

- Primo codice giuridico romano

# ~460 a.C. - Atene

- Ricostruzione della città dopo la distruzione persiana
- Ricostruzione e fortificazione del Pireo
  - **Ippodamo di Mileto**
    - Primo urbanista noto: ideatore dello schema urbano ortogonale (in occidente)



# 438 a.C. - Atene

Acropoli: ricostruita in marmo pentelico, dopo la distruzione degli edifici in legno ad opera dei Persiani

- I nuovi edifici e i loro fregi fissano i canoni estetici greci, che sono alla base dei modelli estetici occidentale





# 438 a.C. - Atene

## Acropoli: Partenone

- Progetto e fregi: **Fidia** (~490 - ~430 a.C.)
- Realizzazione edile: **Callicrate e Ictino**,
  - perfezione artistico-tecnica
  - applicazione metodica di criteri geometrici sofisticati, uso sistematico della sezione aurea:  $(a+b):a=a:b$
- Teoria e tecniche al servizio dell'estetica architettonica

“È di una precisione geometrica che quasi certamente non è più stata raggiunta da alcun edificio moderno”

James E. Gordon - Reading University



# 433 a.C. - Olimpia

## Statua crisoelefantina di Zeus

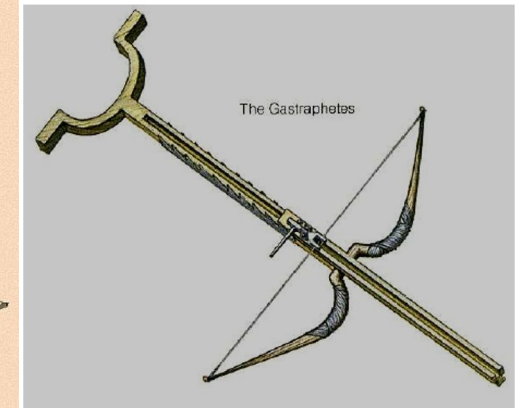
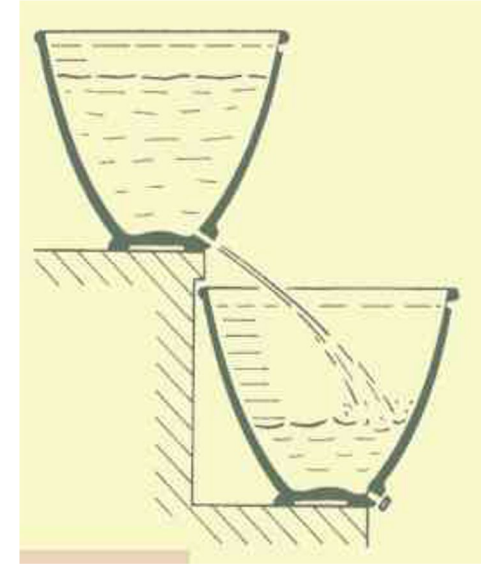
**Fidia** (~490 - ~430 a.C.),

- alta 12 metri,
- in oro e avorio reso malleabile con tecniche chimiche tenute segrete, a noi non note
- una delle 7 meraviglie del mondo antico



# ~430 a.C. - Grecia

- Diffusione della clessidra ad acqua
  - Come la meridiana, anche questo strumento di misurazione del tempo è di derivazione egizia
    - Misura intervalli di tempo “locali”, non il tempo assoluto (astronomico)
- Ingranaggi (ruote dentate accoppiate)
- Tubazioni idrauliche
- Carriola
  - Usata per edificare il tempio di Eleusi (Attica)
- Balestra portatile (gastrafete)
  - Forza propulsiva maggiore dell'arco



# ~390 a.C. - Magna Grecia

Vite, usata come organo di trasmissione del moto  
(e non come elemento di assemblaggio)

## Archita da Taranto (~428-~350 a.C.)

- uomo politico, stratega
- Ingegnere e matematico
- procedimento iterativo per l'estrazione della radice quadrata
- istitutore dell'educazione basata sul "quadrivio": aritmetica, geometria, astronomia, musica
- fondamento della tradizione educativa occidentale insieme al "trivio" di Zenone di Elea (489 a.C. – 431 a.C.): grammatica, retorica, dialettica

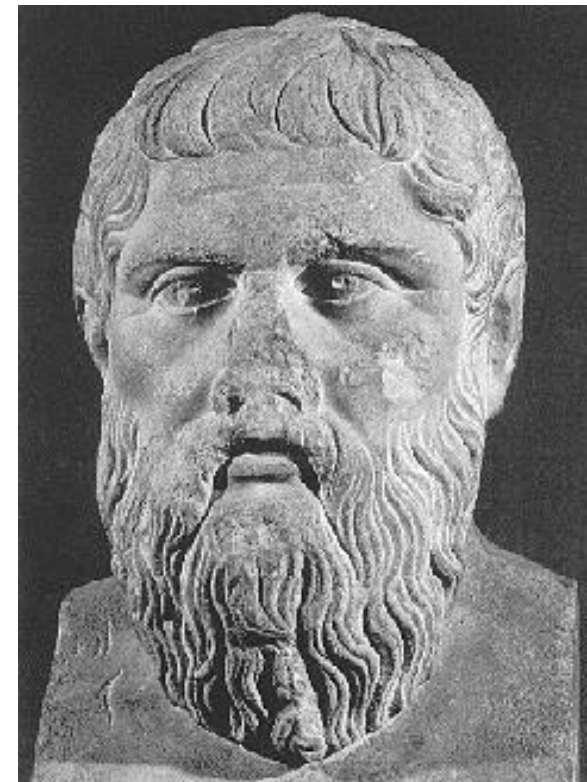


# 387 a.C. - Atene

**Platone (427-347)**

fonda l'ACCADEMIA

- Nei pressi dell'area sacra all'eroe Accademo
  - prima università, istituzione preposta alla conservazione e diffusione sistematica del sapere e del pensiero
- Sulla porta d'ingresso è scritto:  
"Non entri nessuno che sia ignorante di geometria"
- Grande attenzione alla speculazione astratta, anche matematica, ma nessuna alle tecniche



# ~360 a.C. - Grecia

Ma c'erano anche importanti sviluppi tecnici

- Impianti termoidraulici in edifici di importanza pubblica:
- Docce in impianti sportivi e palestre
- Riscaldamento centralizzato con distribuzione dell'aria calda in tubazioni a pavimento nel grande tempio di Artemide a Efeso

# 350 a.C. - Asia Minore greca

## Alicarnasso (Caria): Mausoleo

- tomba monumentale di re Mausolo
- alto 49 metri
- una delle 7 meraviglie del mondo antico

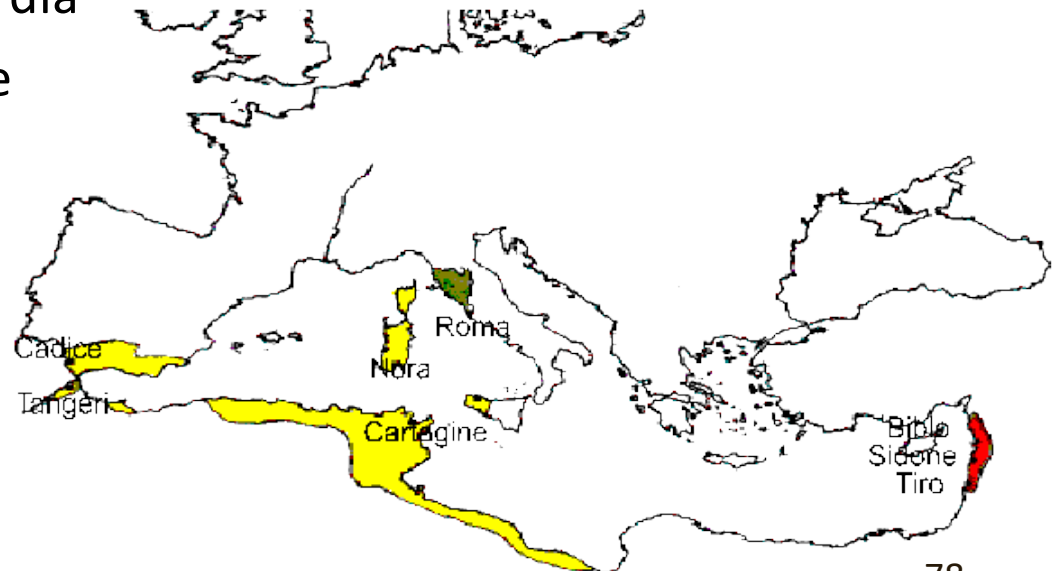


# 350 a.C. - Cartagine

Fondata (VIII secolo a.C.) come colonia fenicia ed erede delle tradizioni navali fenicie

Maggiore città mercantile del Mediterraneo, ne domina la parte centro-occidentale

- pianificazione urbanistica moderna
- tecnologia navale d'avanguardia
- primo grande cantiere navale organizzato





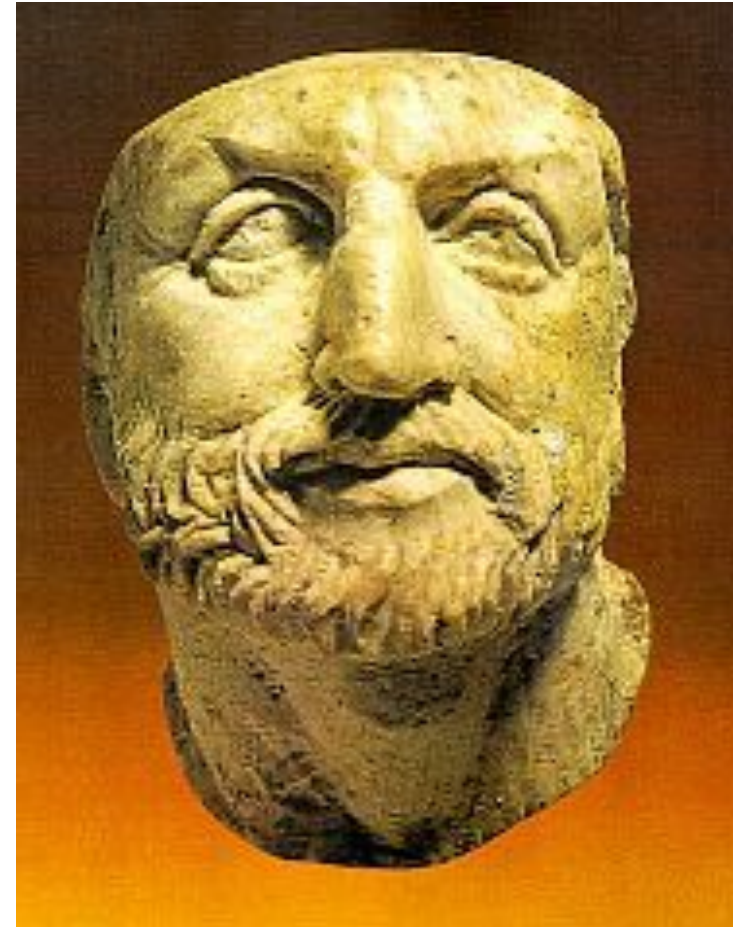
# 338 a.C. - Macedonia

## Filippo II (383-336 a.C.)

- grande innovatore militare
- adozione di tecnologia militare evoluta

## Battaglia di Cheronea

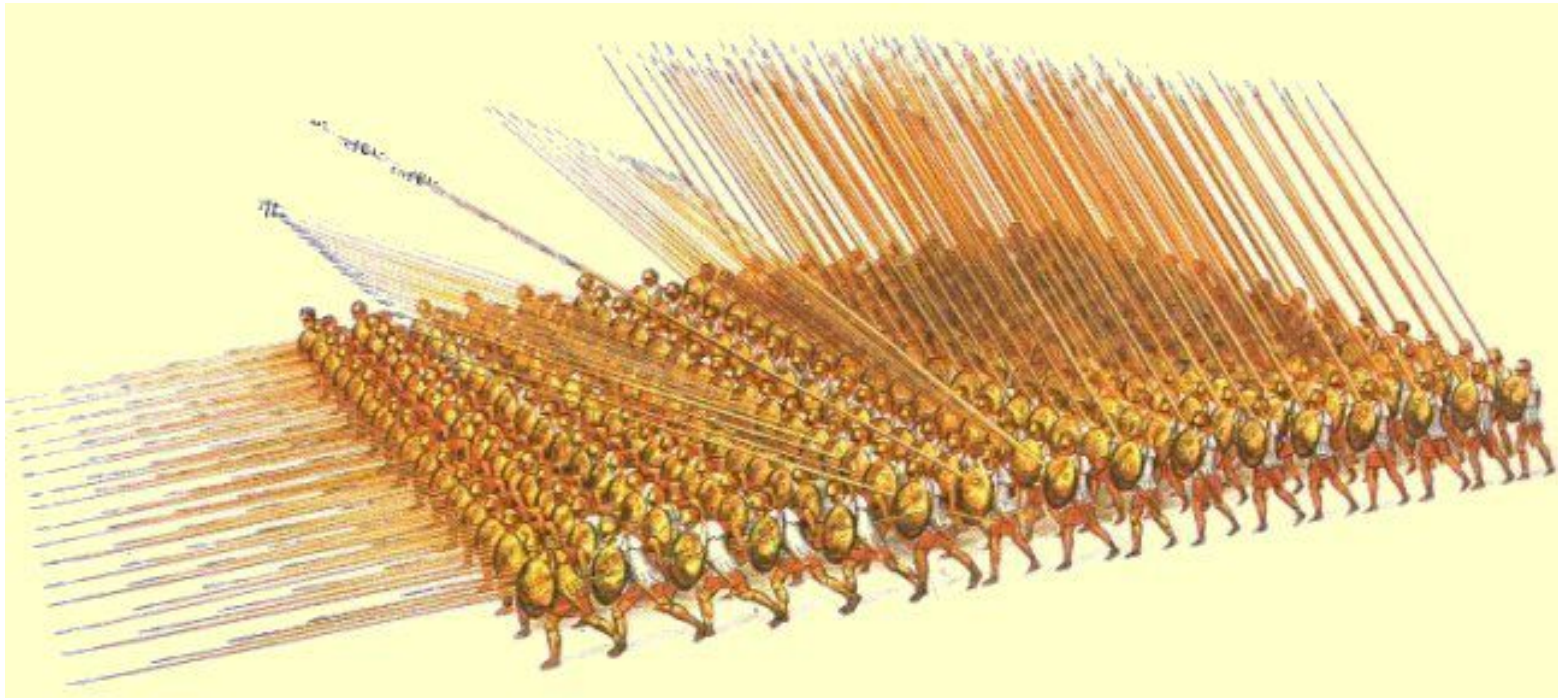
- sconfigge Atene e Tebe
- Inizia la supremazia macedone



# 338 a.C. - Macedonia

## Tecnica bellica macedone

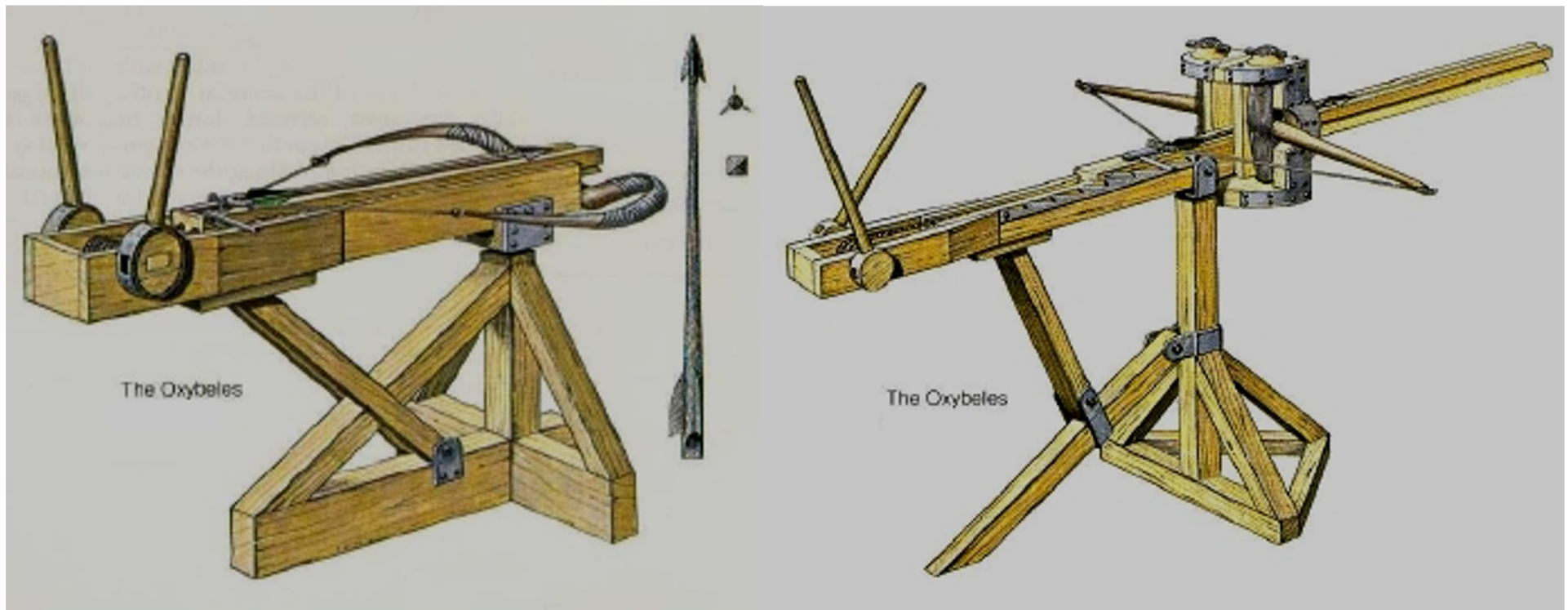
- Falange macedone
  - Reparto d'assalto più efficace dell'epoca



# 338 a.C. - Macedonia

## Tecnica bellica

- Balestre fisse e mobili



# 338 a.C. - Macedonia

Tecnica bellica

Macchine belliche

- Invenzione dei reparti di artiglieria per assedio
- Catapulta





# 335 a.C. - Atene

## Aristotele (384-322)

- Allievo di Platone
  - fonda il LICEO (PERIPATO)
    - Presso il tempio di Apollo Licio
  - Scuola di filosofia (conoscenza) concorrente dell'Accademia
- 
- Nei secoli successivi avrà grande influenza sul pensiero classico e poi enorme sul pensiero europeo, in epoca rinascimentale



# 335 a.C. - Grecia

Alcuni aspetti del pensiero aristotelico (sconfinato):

- coltiva tutti i settori dello scibile umano (del sapere astratto)
- esclude gli “operai meccanici” (artigiani) dal rango dei cittadini e li considera poco diversi dagli schiavi
- ritiene che solo la scienza, intesa come disinteressata contemplazione e ricerca della verità, è degna degli uomini liberi
- ritiene che l’indagine scientifica vada sviluppata come rielaborazione speculativa razionale, non come indagine sperimentale, perché la sperimentazione attiene al lavoro manuale e servile
- di conseguenza, le interpretazioni qualitative sono privilegiate rispetto a quelle quantitative (anche perché mancano strumenti di misura precisi)
- in armonia col tale pensiero, gli storici classici non sono interessati agli aspetti economici e tecnici delle vicende che documentano
- nega l’esistenza del vuoto (spazio indipendente dalla materia)

# 1150-1000 a.C. - Cina

## 1150 Bronzo

- fornaci da fusione di grandi dimensioni e molto efficienti
- fusione di grandi manufatti in bronzo
  - calderone in bronzo di 875 kg

## ~1100: uso del carbone come combustibile

- forse iniziato per carenza di legname

## 1000: primo manuale di ingegneria idraulica

- scritto da Chou Li

# ~450 a.C. - Cina

## Dinastia Zhou (XI secolo - 256 a.C.)

- Fusione della ghisa (Fe-C al 3,5%)
  - ottenuta con carbone e altiforni evoluti, capaci di raggiungere temperature adeguate
  - colabile da liquida in forme complesse ma non forgiabile (lavorabile) perché troppo fragile