

STORIA DELLA TECNOLOGIA

LEZIONE 9

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

1291 - Venezia e Murano

A causa del pericolo di incendi,
il Maggior Consiglio obbliga le vetrerie
veneziane a trasferirsi a Murano

- è il primo comprensorio industriale europeo e dà impulso alla produzione vetraia
 - (prima silicon valley?)
- affermazione del vetro veneziano, per secoli il migliore in Europa
- i vetrai veneziani godono di privilegi speciali, ma è loro proibito di lasciare Venezia perché le tecniche vetrarie devono rimanere segrete



~1300 - Venezia e Murano

Nuovi vetri molto trasparenti a base di quarzo ottenuti per soffiatura

“cristalli” di Angelo Barovier, diffusione della finestra in vetro trasparente



vetrata a mosaico
con tasselli policromi

vetrata della cattedrale di Chartes
con il celebre blu di Chartes
prodotto dai vetrai locali
con tecniche segrete andate perdute



finestra alla veneziana



1325 - Venezia

Venezia si avvia a diventare la città più ricca e potente d'Europa

- domina i commerci marittimi con la migliore tecnologia navale: galee, timone di poppa, bussola, portolani che viene creata nell'

Arsenale nuovo

- Cantiere navale della Repubblica (ampliamento)
 - avviato forse già nel X secolo
 - successivi ingrandimenti tra il 1473 e il 1570
- bacini di carenaggio per decine di navi mercantili e da guerra: galere, poi galeazze, ...


Canaletto 1732



1325 - Venezia

Arsenale

Eccellente organizzazione produttiva: migliaia di addetti (fino a 5.000):

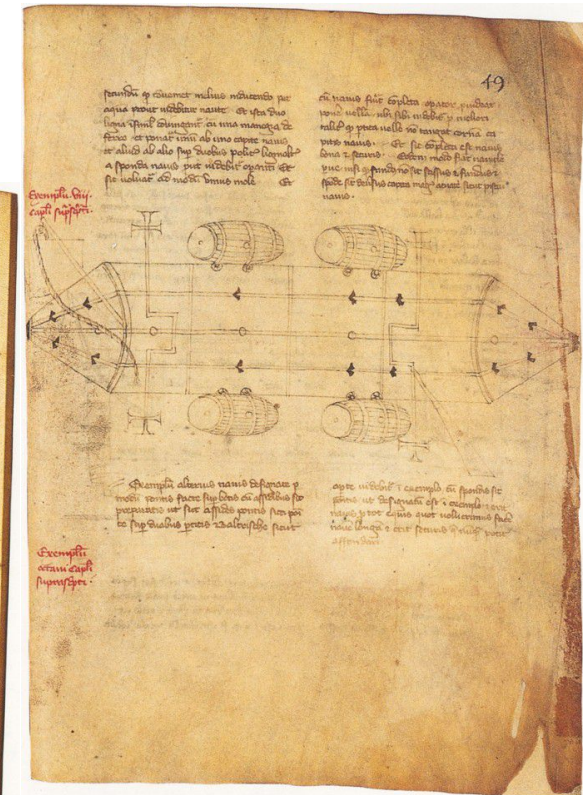
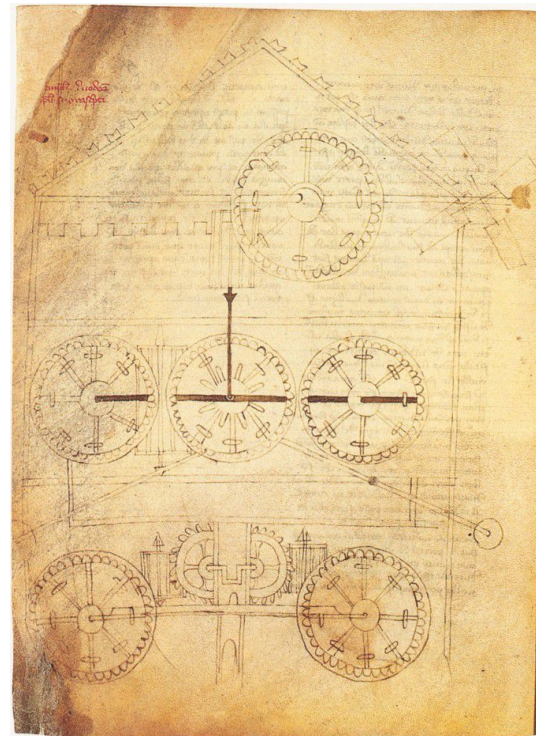
- Ciclo completo di produzione navale: maestri d'ascia, calafatai, velai, cordai, cartografi, ...
 - produzione in serie di parti intermedie
 - linee di montaggio
 - prima vera area industriale mondiale dai tempi classici,
 - prima fabbrica in senso moderno
- 
- gli arsenali, navali e terrestri, sono i primi esempi di strutture produttive complesse ove sono composte ed organizzate diverse competenze professionali

1331 - Francia

Texaurus regis Francie

Guido da Vigevano (~1280 - ~1349)

- Taccuino contenente disegni di macchine per una crociata pensata dal re Filippo VI di Francia (e mai realizzata)
- Macchina mossa da un mulino a vento
- Barca mossa da ruota a pale (già presente nel trattato militare di autore romano anonimo del IV-V secolo "Re rebus bellicis")
- ... e altro ancora



~1300-1400 - Europa

Secolo di catastrofi che segnano profondamente l'Europa e avviano trasformazioni importanti

- naturali

 - 1315-1317 (-1322) Grande carestia

 - 1345-1351 Peste nera

- socio-politiche

 - 1337-1453 Guerra dei Cent'anni tra Francia e Inghilterra

 - 1305-1417 Papato di Avignone e scisma d'occidente

 - Ripetuti tumulti popolari

Trionfo della morte
Palazzo Abatellis - Palermo



~1315-1317 – Nord Europa

Grande carestia

- Mutazione climatica: inizio della “piccola era glaciale” (1300-1850), inverni molto freddi, estati tiepide e brevi, piogge torrenziali, in particolare nel Nord Europa
→ modesti raccolti agricoli
- Dopo il forte aumento demografico da 40 M del 1000 a 80 M del 1300
→ rottura dell’equilibrio tra popolazione e risorse: fame, epidemie, mortalità elevata
→ forte stimolo a cercare strategie per sopravvivere: nuove tecniche agrarie, culture intensive, diversificazione del rischio agricolo
→ le prime nazioni ad uscirne sono l’Olanda e poi l’Inghilterra nei sec. XVI - XVIII

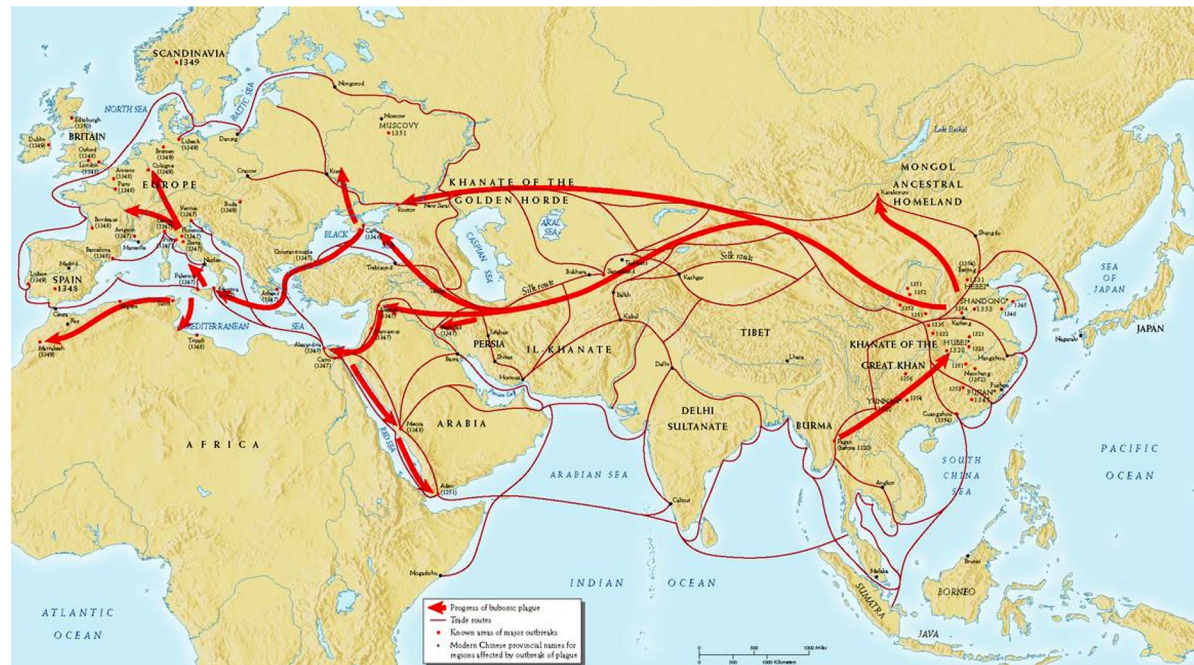
~1346-1351 - Europa

Grande epidemia di peste (Peste nera)

- la peggiore epidemia di peste di ogni tempo
- apparsa in Cina all'inizio del secolo
- dalla Crimea (Mar Nero) portata in Sicilia da mercanti genovesi

- muore oltre 1/3 della popolazione europea di ogni ceto sociale

- 100 milioni di morti stimati in tutto il mondo

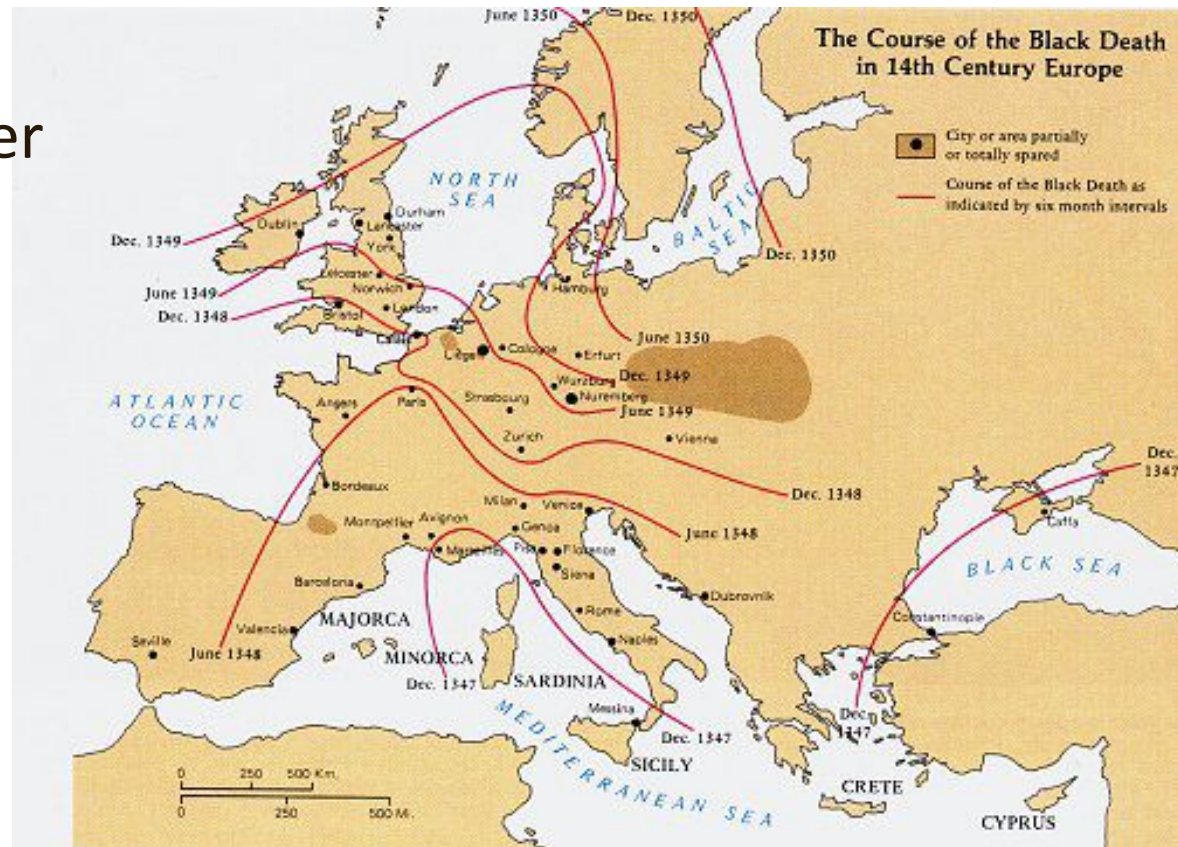


~1346-1351 - Europa

Grande epidemia di peste (Peste nera)

conseguenze:

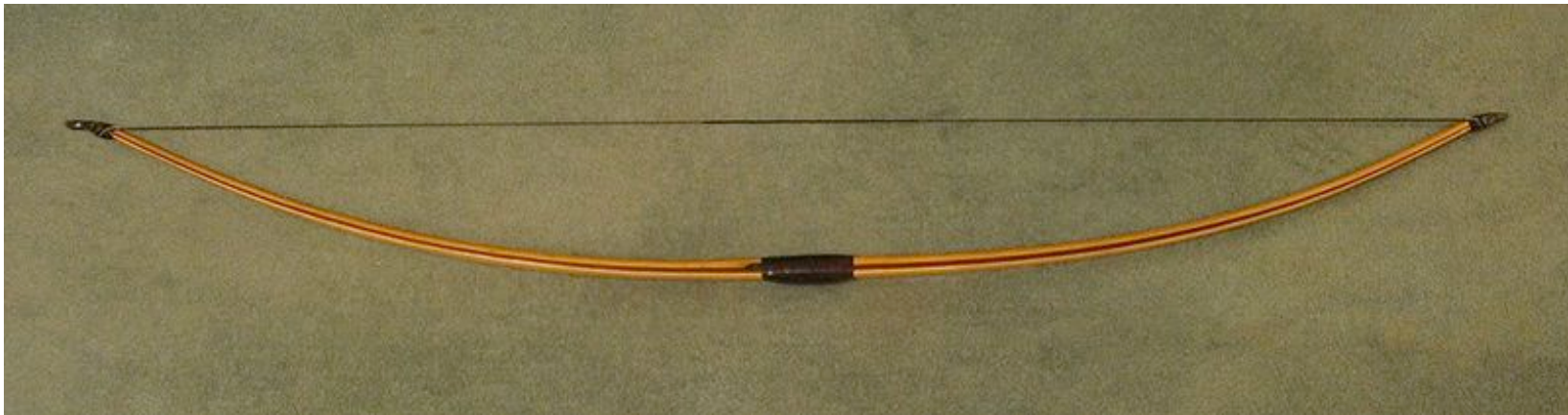
- mancanza di uomini per le attività tradizionali:
- esempi:
 - manodopera generica
 - soldati
 - copiatori amanuensi



1298 - Inghilterra

Tecnologia bellica: arco lungo inglese

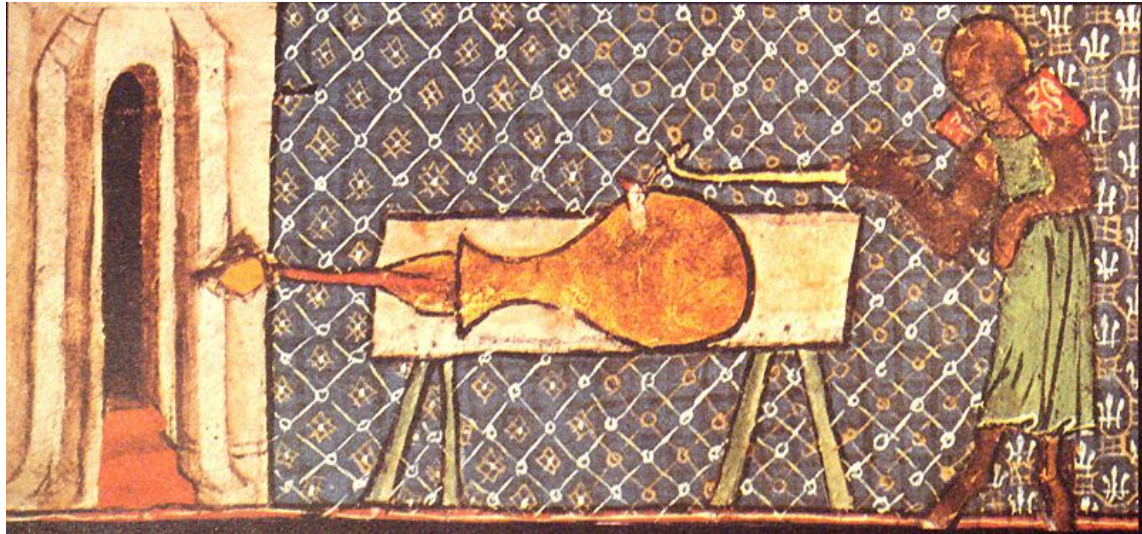
- 180 cm, con frecce da 90 cm
- richiede doti fisiche e lungo addestramento (670-900 N)
- 230 metri di gittata, 6 frecce al minuto
- è un'arma popolare:
tecnologia povera, semplice ed economica ma efficace
- vincente su quelle più raffinate in acciaio usate dai cavalieri



1326 - Europa

Tecnologia bellica:
proto-cannone con
polvere da sparo

- prima documentazione certa di un'arma da fuoco europea



Stampa conservata ad Oxford

- attribuzioni errate di prime armi da fuoco europee:
~1354: "cannone" di Berthold Schwartz
1379: Assedio di Chioggia durante la guerra tra Venezia e Genova: uso in razzi

1337 - Francia, Inghilterra

Inizia la Guerra dei Cent'Anni

- guerra tra principi francesi e inglesi per questioni dinastiche
- iniziale supremazia inglese grazie ai reparti di arcieri popolari e fanteria
- stragi di cavalieri aristocratici francesi da parte di arcieri con arco lungo inglesi:
- battaglie di Crécy (1346), Poitiers (1356), Azincourt (1415)
- devastazioni diffuse e prolungate sul territorio francese

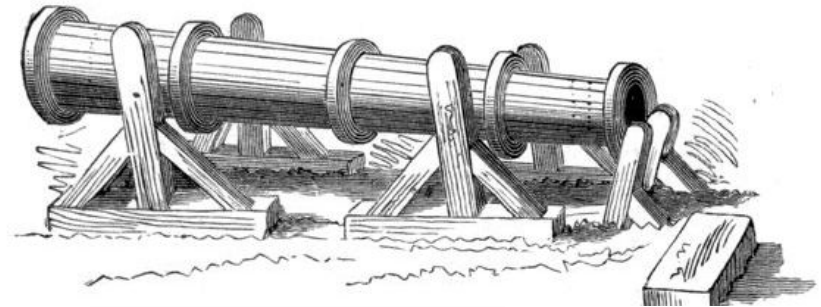


The Hundred Years' War

1346-1360 - Europa

Uso in battaglia di polvere da sparo e armi da fuoco

1346: primo impiego certo a Crécy
con grande effetto psicologico

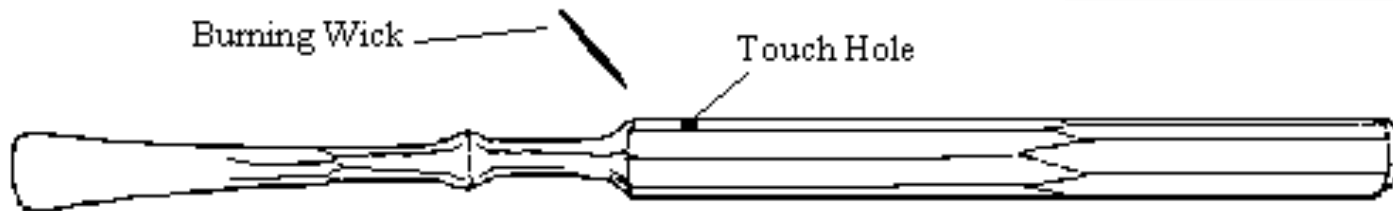


1360: **scoppietti, pertinali**
prime armi da fuoco portatili,
primi fucili più o meno piccoli cannoni

- rudimentali, ma facili da usare
basta poco addestramento



London Tower Museum



1420 - Europa

Bellicosità europea e uso di nuove tecnologie

- al crescere della forza di impatto dei proiettili, i cannoni rendono inadeguati i sistemi difensivi dei castelli feudali

Guerre Hussite

Jan Zizka (1360-1424)

- comandante dei protestanti Hussiti contro l'esercito imperiale cattolico
- primo uso strategico delle armi da fuoco mobili, primi "carri armati"
- le armi da fuoco hanno raggiunto un ruolo determinante



1330 - Milano

Orologio civico sonoro

- posto nel campanile della chiesa di San Gottardo in Corte vicino a Palazzo Reale
 - il primo europeo, dopo quello arabo di Damasco del 1154
- sofisticato dispositivo non visibile azionato da pesi
- scandisce il tempo suonando ad ogni ora (non solo quelle canoniche)
- udibile da tutti, anche per le esigenze laiche
- nasce il concetto dell'ora civica, udibile e condivisa da tutta la città
 - è il nuovo tempo, dell'artigiano e del mercante, diverso da quello del contadino che era regolato dal sole

>1330 - Europa

Diffusione degli orologi da torre (civici)

1344: Padova – uno dei primi, costruito da **Jacopo Dondi**

- a indicazione visiva (lancetta) e non più sonora
- ciascuna delle maggiori città (italiane, tedesche, inglesi, francesi, fiamminghe,) si dota di un suo orologio civico
- apparecchio avanzatissimo e costosissimo
- celebra la potenza economica e la capacità tecnica della città



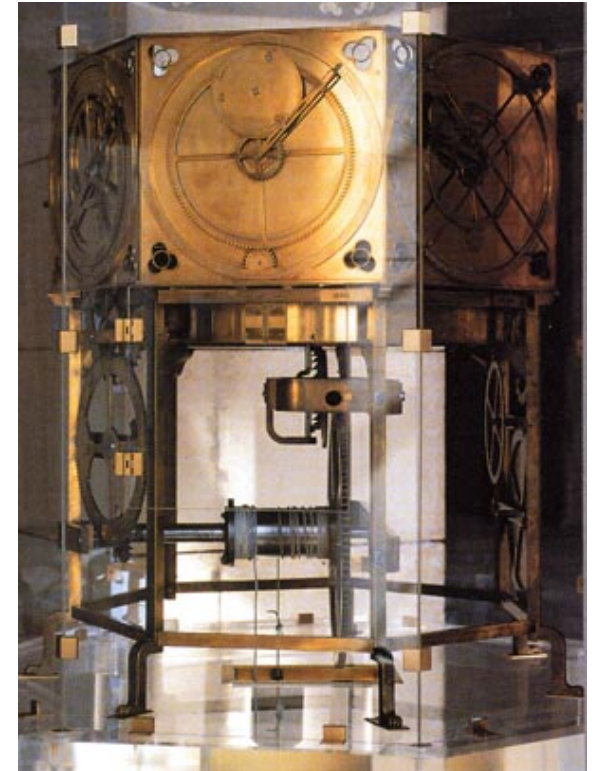
Orologio civico di Padova (copia dell'originale del 1344, distrutto da un incendio nel 1390)

1364 - Padova

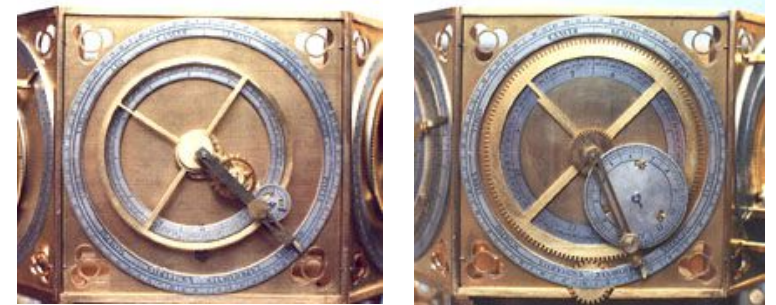
Astrario

Giovanni Dondi (1318-1389)

- figlio di Jacopo, medico, filosofo, astronomo, ingegnere a Padova
- meccanismo sofisticatissimo con movimento a bilanciere
- rappresenta su 7 quadranti il moto dei 5 pianeti noti, del Sole e della Luna in concezione geocentrica (tolemaica)
- richiede 16 anni di lavoro
- congegno straordinario per l'epoca ed insuperato per circa 4 secoli



“Vi è oggi in Italia un uomo eccezionalmente versato nella filosofia, nella medicina e nell'astronomia, che per consenso universale è ritenuto la più grande autorità nel campo di queste tre scienze: il suo nome è Giovanni de Dondi e abita nella città di Padova. ... “



1330-1500 - Europa

Orologi civici

- rimangono imprecisi
- hanno solo la lancetta delle ore, da regolare quotidianamente (riportare l'ora a mezzogiorno)
 - moto orario circolare imita l'ombra dello gnomone
- per ragioni meccaniche le ore dell'orologio hanno durata uguale e costante
- l'orologio rivoluziona la concezione del tempo (risalente agli egizi-babilonesi), nella quale le ore erano divisioni del giorno e della notte di durata variabile nel corso delle stagioni (12 ore diurne e 12 notturne), come indicavano le meridiane
- **la tecnica, con l'orologio, induce una concezione più astratta e razionale del tempo**



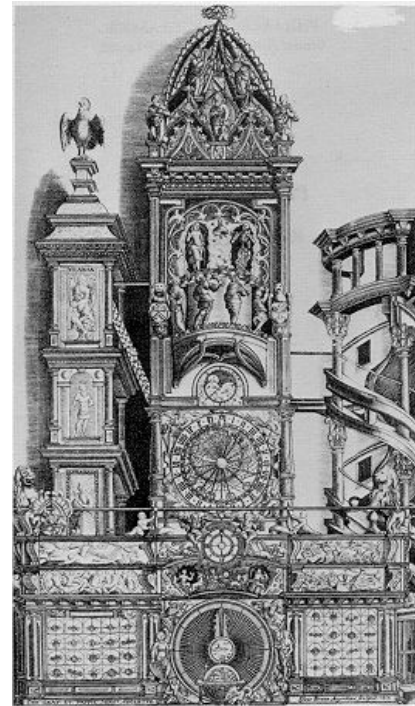
Chiesa di St Jacobi
Lubecca - XIV secolo

~1370-1450 - Europa centrale

I grandi orologi sono l'high-tech dell'epoca, e rappresentano l'orgoglio della tecnica nota alle città

Strasburgo

1370-74: Grande orologio astronomico a torre (11,5 m) munito di automi (oggi rimane solo il gallo)



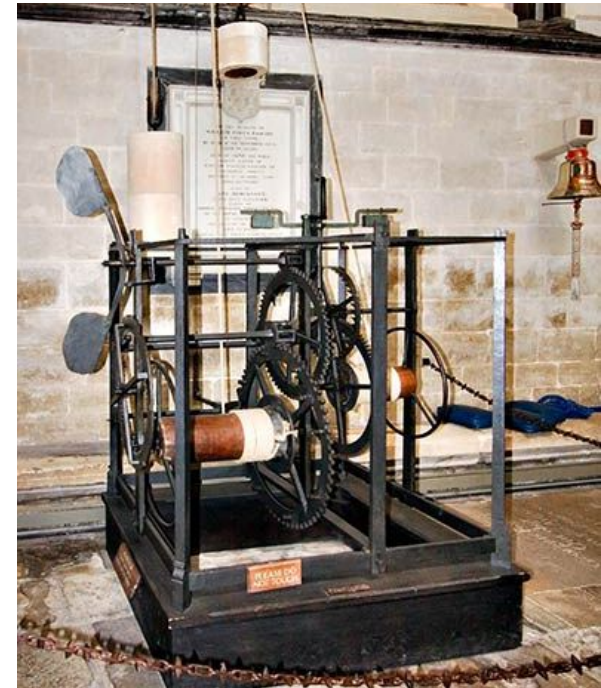
Parigi - Conciergerie

1371: Orologio civico (funziona tuttora una versione del 1585)

~1370-1490 - Europa centrale

Salisbury

1386: più antico orologio pubblico da torre giunto integro a noi nella versione originale



Praga

1410-1490: grande orologio astronomico nella torre civica munito di automi

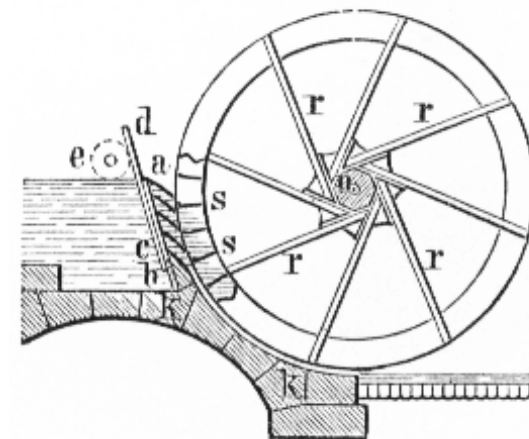
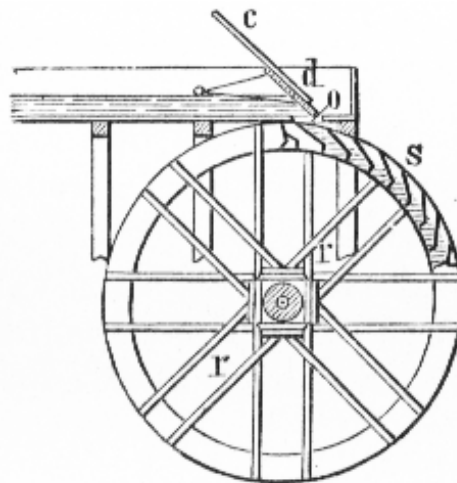
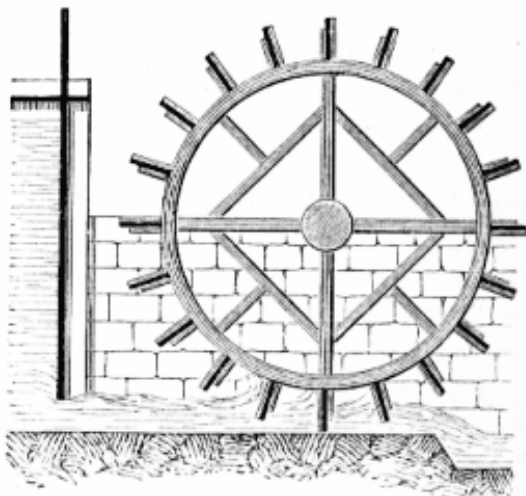
- uno dei più belli
- funziona tuttora una versione successiva

~1350 - Europa

Il calo demografico e la carenza di manodopera promuovono l'intensificazione dello sfruttamento di risorse idrauliche

Affermazione di diverse tipologie di ruota idraulica, potente ed instancabile

- Per sotto: I secolo a.C. (Vitruvio)
 - Rendimento < 25% (70% nel XIX secolo)
- Per sopra: IV secolo d.C.
 - Rendimento < 75-80%
- Centrale: XVI secolo d.C.
 - Rendimento < 45% (75% nel XIX secolo)



~1350 - Europa centrale

Meccanica

~1350 tornio rotativo

- re-introduzione
(era noto agli egizi e ai romani)



città tedesche

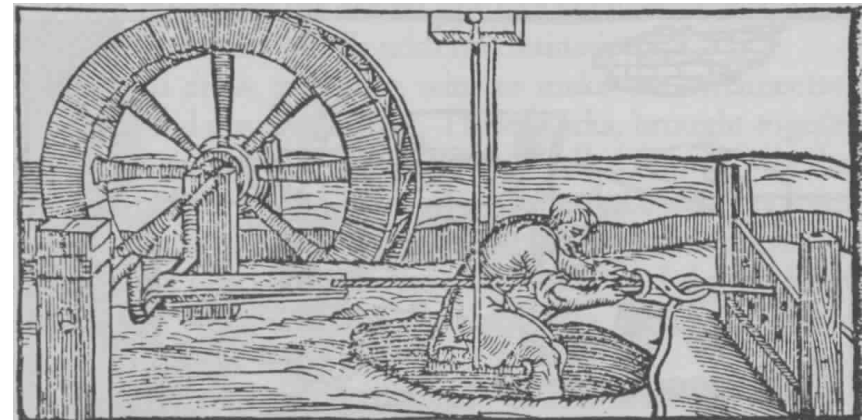
Augusta:

~1350 trafilatura metallica azionata
da ruota idraulica

Stampa del 1540

Norimberga:

1370: produzione di aghi in ferro



~1350 - Bologna

Filatoio serico azionato da ruota idraulica per sotto

- capace di avvolgere molti rocchetti contemporaneamente e in modo automatico
- macchina complessa e molto avanzata per l'epoca
- tecnica tenuta gelosamente segreta per secoli
- provenienza:
 - Lucca, già capitale europea della lavorazione della seta
 - filatoio "a braccia"
 - versione manuale più piccola e meno potente

Ricostruzione del Museo
del Patrimonio Industriale
Bologna



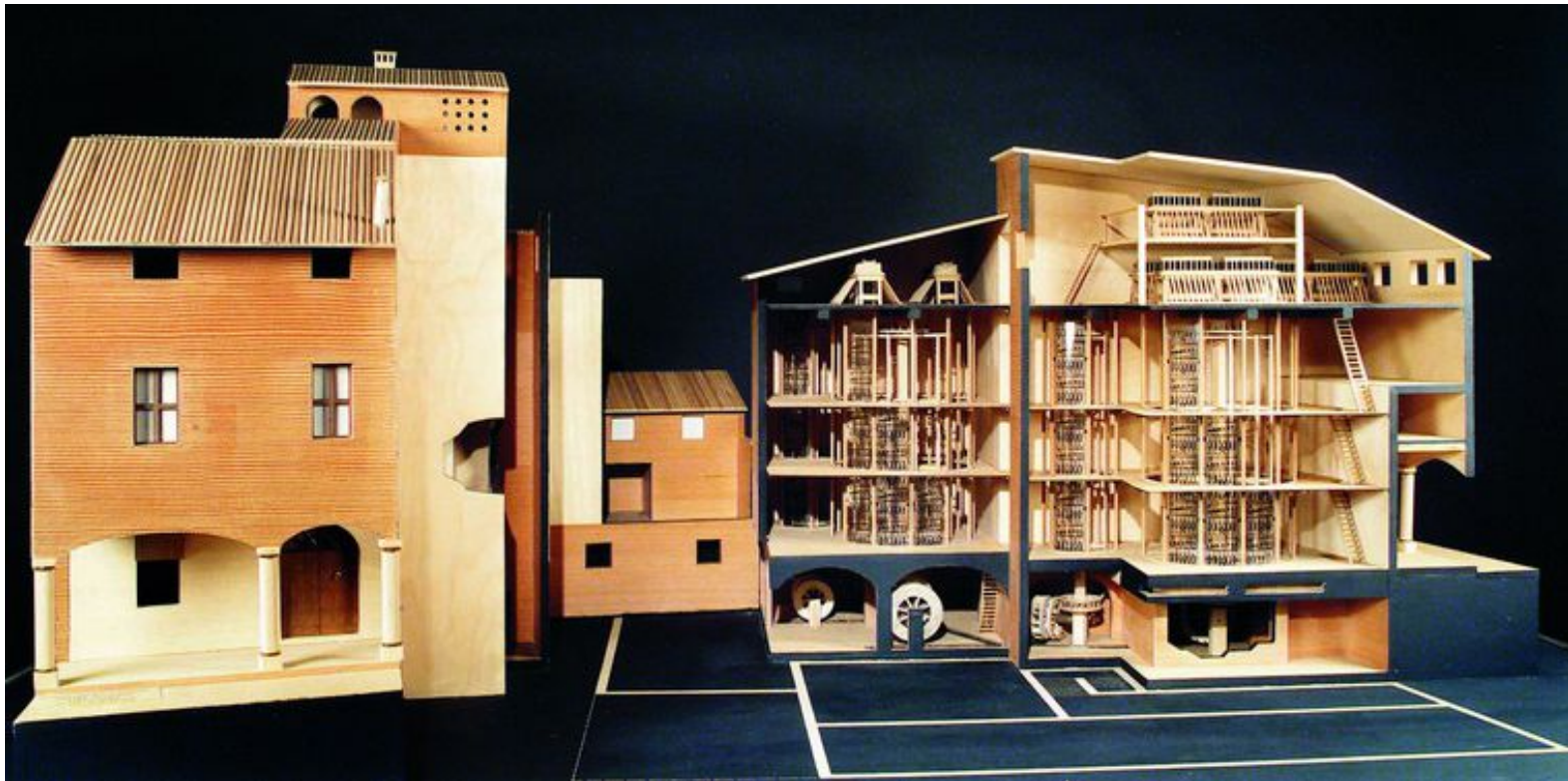
~1350 - Bologna

filmato



~1350 - Bologna

Filatoio serico “alla bolognese” azionato da ruota idraulica per sotto in edifici appositi ~ prime fabbriche



Ricostruzione del Museo del Patrimonio Industriale - Bologna

~1450 - Bologna

Filatoio serico alla bolognese

- perfezionamento:
incannatoio per la predisposizione della matasse di tessitura
- posizione di monopolio europeo, produzione strutturata in fabbriche e botteghe e a domicilio con 24.000 addetti su 60.000 abitanti

XV secolo: diffusione iniziale in Emilia e Trentino

XVII secolo:

- Attivi a Bologna 119 setifici le cui macchine sono mosse da 353 ruote idrauliche
- diffusione prima in Veneto, poi Lombardia (citati nei Promessi Sposi), Piemonte e Friuli

XVIII sec. inizio:

- John Lombe carpisce il segreto in Piemonte e lo porta a Derby in Inghilterra

1340-50 - Italia

Genova, Venezia e altre città-stato:

Nascono le tecniche contabili e finanziarie moderne

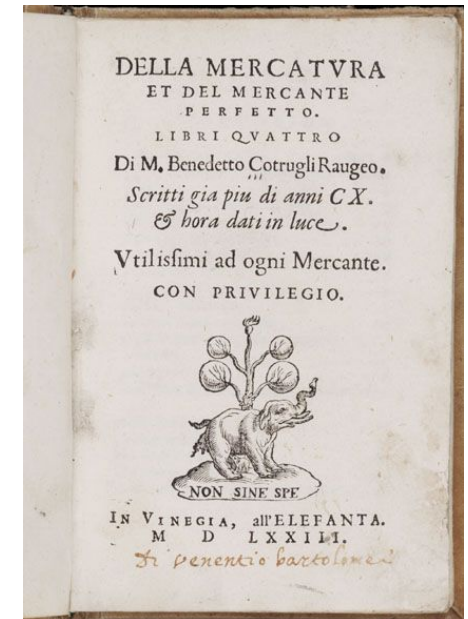
1340 Genova:

- contabilità a partita doppia
- ~1450: Codificata da Benedetto Cotrugli (1416-1469) in
De la Mercatura e del Mercante Perfetto
 - mercante della repubblica marinara di Ragusa

1343 Genova:

- primi contratti di assicurazione autonomi
(trasporto di merci via mare)
- ~1350 cambiali moderne
 - prime forme nel XIII secolo
 - perfezionate con la “girata” nel 1410

→ strumenti commerciali che danno grande impulso ai commerci



~1350 - Italia

Firenze (e altre città-stato):

- imprese finanziarie, istituzione delle banche moderne
- capitali di ventura
- prima: mercanti-banchieri
- poi: banche vere e proprie

Firenze: Bardi, Datini, Pazzi,
Peruzzi, Medici

Genova: Lomellini, Spinola

...

- Finanziamento di regni europei: Spagna, Francia, Impero, Inghilterra, Papato

1407 Genova: Casa di San Giorgio - prima banca di deposito statale



Implicazioni economico-sociali

Italia, poi Fiandre, Germania, ...

- I capitali di ventura, prestati dalle banche, permettono di investire in nuovi macchinari, molto costosi, che sono strategici nella concorrenza mercantile e sopperiscono alla carenza di manodopera

- iniziano a comparire imprese finanziate dal capitale di terzi e organizzate con macchine complesse e costose

- Prima diversificazione di artigiani (e contadini):
 - da un lato: evoluzione dei grossi artigiani in imprenditori e proto-industriali (coloro che investono e innovano)
 - dall'altro; evoluzione dei piccoli artigiani che vanno a lavorare dai precedenti in proto-proletari

Implicazioni economico-sociali

Tensioni sociali testimoniate da rivolte e sommosse delle classi più povere (non solo artigianali) e con cause diverse

1323-1328 Fiandre: sollevazione rustico-artigiana

1358 Francia: Jacquerie (a causa degli oneri per la Guerra dei Cent'Anni)

1351–1378 Firenze: rivolta dei Ciompi (salariati dell'Arte della lana) estese a Perugia e Sena

1381 Inghilterra: predicazioni di John Ball rivolta di Wat Tyler (a causa degli oneri per la Guerra dei Cent'Anni)

... e molte altre rivolte: galiziane, catalane, scandinave, inglesi, tedesche

1373 - Vreeswijk (Olanda)

Prima conca di navigazione europea (sistema a due paratoie)
sul canale tra Utrecht e il Lek

vitale importanza per i trasporti su acqua,
che sono in grande espansione grazie
alla trazione animale con collare e
finimenti moderni

- precedenti: prima conca cinese nel 984

Aspetto attuale della conca di Vreeswijk



1389-1411 - Germania

Norimberga

- insieme alle merci arrivano libri e cultura

tecnica cartaria

- importazione dall'Italia e sviluppo:
- artigiani italiani emigrati a Norimberga vi costruiscono la prima cartiera tedesca
- introduzione di miglioramenti tecnici
- maggiore centro cartario europeo



~1400 - Europa

Prima diffusione della tecnica di fusione della ghisa

- uso del carbone fossile in siderurgia (il legno diviene scarso e costoso)
- manufatti ottenuti per colata di ghisa completamente fusa, grazie alle temperature raggiunte col carbone
- ma più fragili di quelli in acciaio e non forgiabili, a causa dell'eccessivo contenuto di carbonio e della presenza di zolfo
- non adatti ad impieghi di elevata qualità (armi, utensili)

1350-1530 - Italia

Cultura e università – Rinascimento

- rinnovato interesse per le conoscenze dei classici greci e latini (traduzioni dirette) ad opera dei dottori – crescita culturale
- si afferma una concezione aristotelica del sapere nelle università, inteso come disinteressata e distaccata contemplazione della verità degno di uomini liberi e privi di impellenze economiche
- riguarda le **arti liberali** organizzate in:
 - insegnamenti del trivio di Zenone (grammatica, dialettica, retorica)
 - insegnamenti del quadrivio di Archita (aritmetica, geometria, musica, astronomia)
 - oltre a diritto e medicina
- in una concezione esoterica e sacerdotale del sapere

“... A quel tempo, e prima di tutto in Italia, i dottori alla moda, imitando gli antichi romani, cominciarono a disprezzare l’opera della mano ...”

A. Vesalio, *De humani corporis fabrica* 1543

1350-1500 - Italia, Germania

Evoluzione dei Comuni in Signorie

- città-stato governate dall'aristocrazia mercantile
- incapaci di evolvere verso uno stato nazionale
- ma sedi di uno straordinario sviluppo economico-culturale
- prima in Italia (Firenze, Venezia, Milano, Bologna, Genova, Padova, ...)
- poi in Germania e in aree di cultura tedesca (Norimberga, Augusta, Strasburgo, Magonza, Dresda, Praga, Danzica,)
- e in altre aree europee

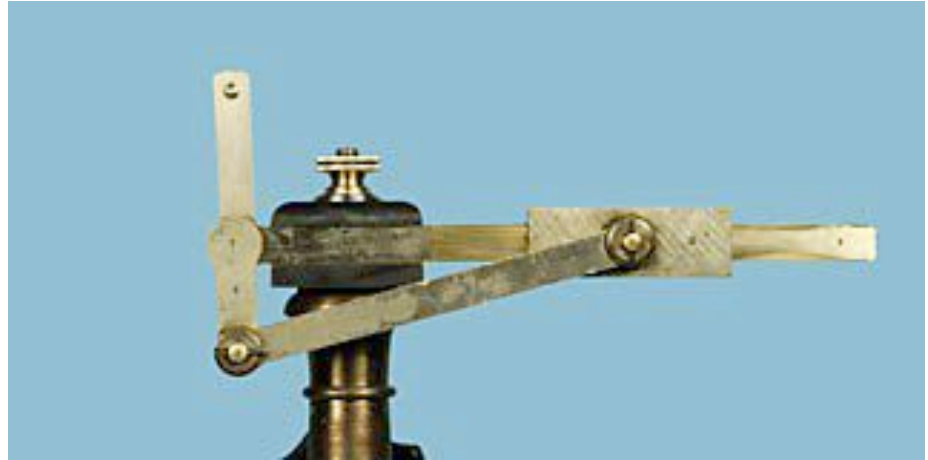
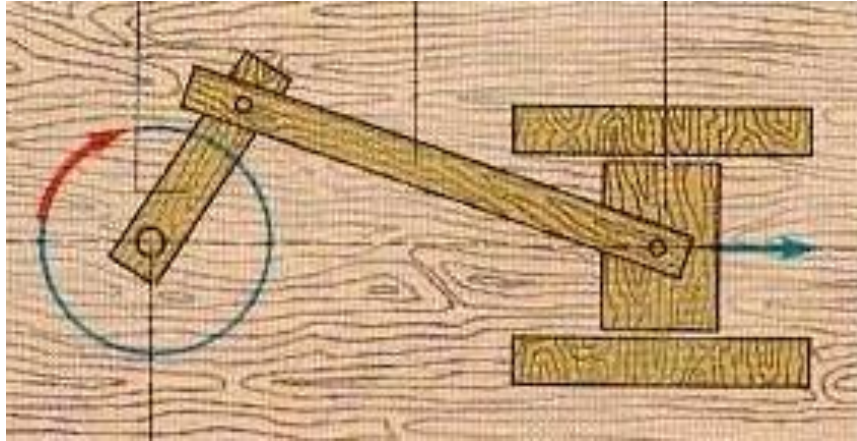
1430-1530 - Italia

Rinascimento delle tecniche

Le “tecniche” sono arti **servili** o **meccaniche** e sono esercitate dai ceti inferiori per lucro (pittura, scultura, architettura, meccanica)

- Arte e Tecnica
 - le botteghe degli artigiani diventano veri laboratori, ove si formano artisti (pittori, scultori) ed anche ingegneri e tecnici: i costruttori di macchine
 - nell’Orto di San Marco di Lorenzo il Magnifico a Firenze sono educati i migliori giovani talenti presi dalle botteghe
- Sono le scuole del sapere tecnico, che nel giro di pochi decenni sarà diffuso anche con trattati tecnici a stampa
- È una nuova forma di **cultura materiale** che sta emergendo

1424 - Francia



Meccanismo biella-manovella

- trasformazione di moto rotatorio in moto alternativo
- e più tardi viceversa (con presenza necessaria del volano)
 - usato nell'impero romano
 - usato da Al-Jazari nel 1206
 - forse già usato nel XIII secolo, in Italia
 - usato poco dopo da Brunelleschi

1414 - Svizzera

De Architectura di Vitruvio

- ritrovato in un monastero da Poggio Bracciolini
- dopo essere stato dimenticato, scatena un'ondata di entusiasmi tecnici
- riscoperta dello stile e della tecnica romani
 - statuaria in bronzo per fusione a cera perduta
 - architettura
- grande influenza sui gusti architettonici europei:
1450-1485: *De Re Aedificatoria* (di L. B. Alberti - 1404-1472)
lo cita ampiamente, insieme all'opera di Teofrasto (IV sec a.C.)
- contribuisce alla nascita del Rinascimento delle tecniche

1416 - Firenze

Filippo Brunelleschi (1377-1446)

- architetto, scultore, orefice, orologiaio, matematico e geometra
- invenzione della prospettiva
 - tecnica di visualizzazione 3D
 - poi sviluppata anche da Leon Battista Alberti e Piero della Francesca

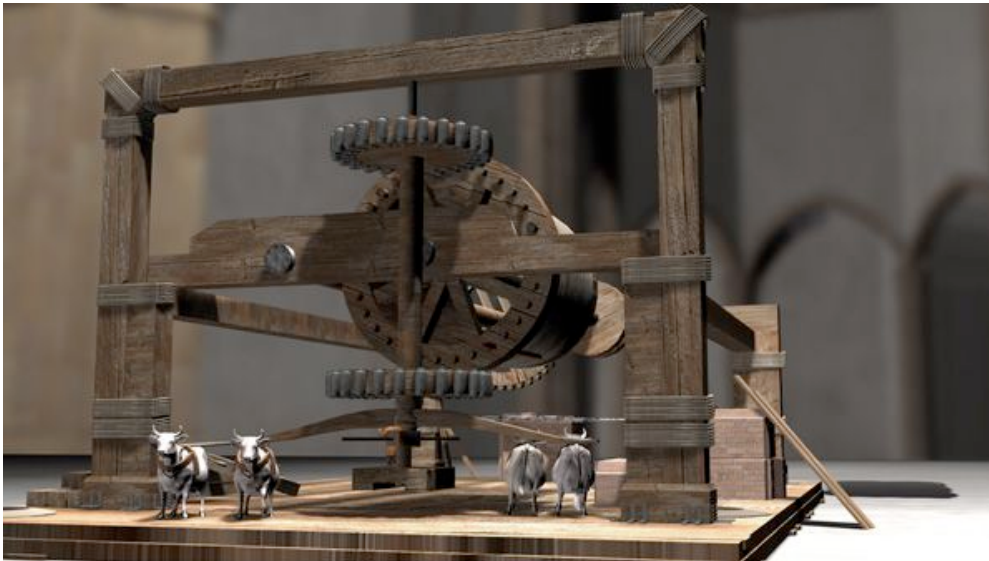
Pala di Montefeltro
Piero della Francesca 1472



1420 - Firenze

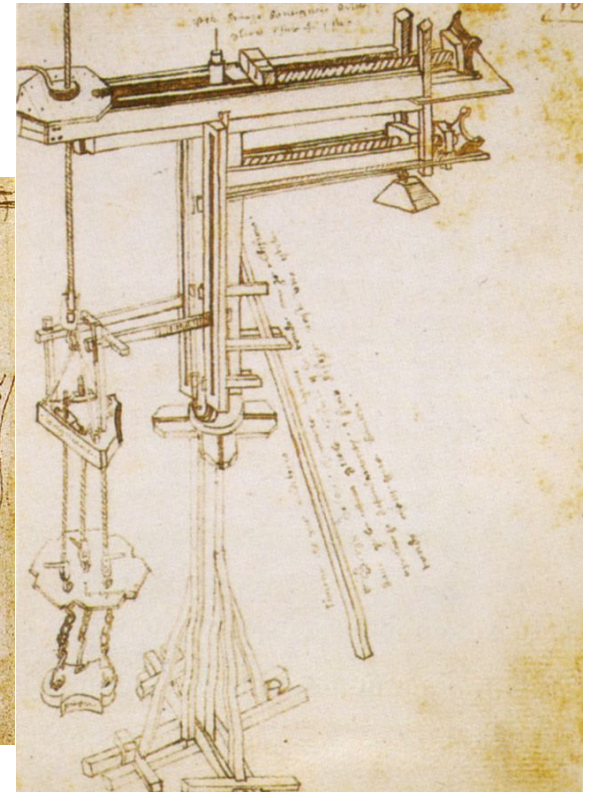
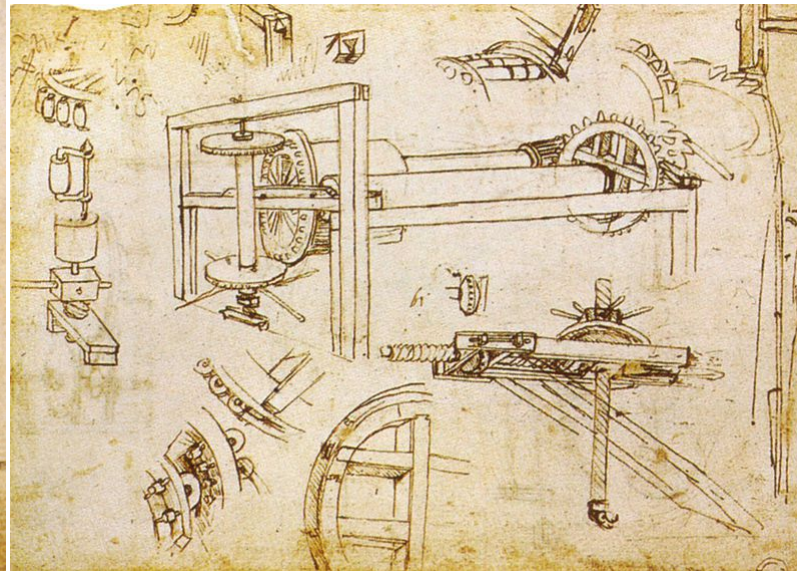
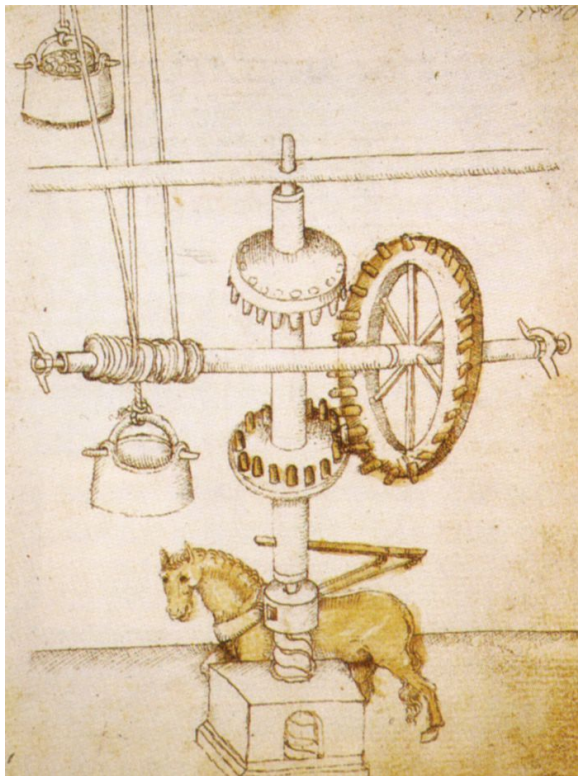
Filippo Brunelleschi (1377-1446)

- sviluppa una tecnica edilizia ed una meccanica in legno per l'edilizia rivoluzionarie
 - il metodo architettonico passa dall'approccio empirico a quello razionale, alla speculazione matematica
- concezione moderna alla organizzazione dei lavori ("tecnica del tecnico")



1420 - Firenze

Macchine di Filippo Brunelleschi (1377-1446) disegnate dal giovane Leonardo da Vinci (1452-1519)



1436 - Firenze

Macchine usate per realizzare la cupola di Santa Maria del Fiore

Filippo Brunelleschi (1377-1446)

Ø = 45 metri, H = 91 m, 37000 t
per Cosimo dei Medici

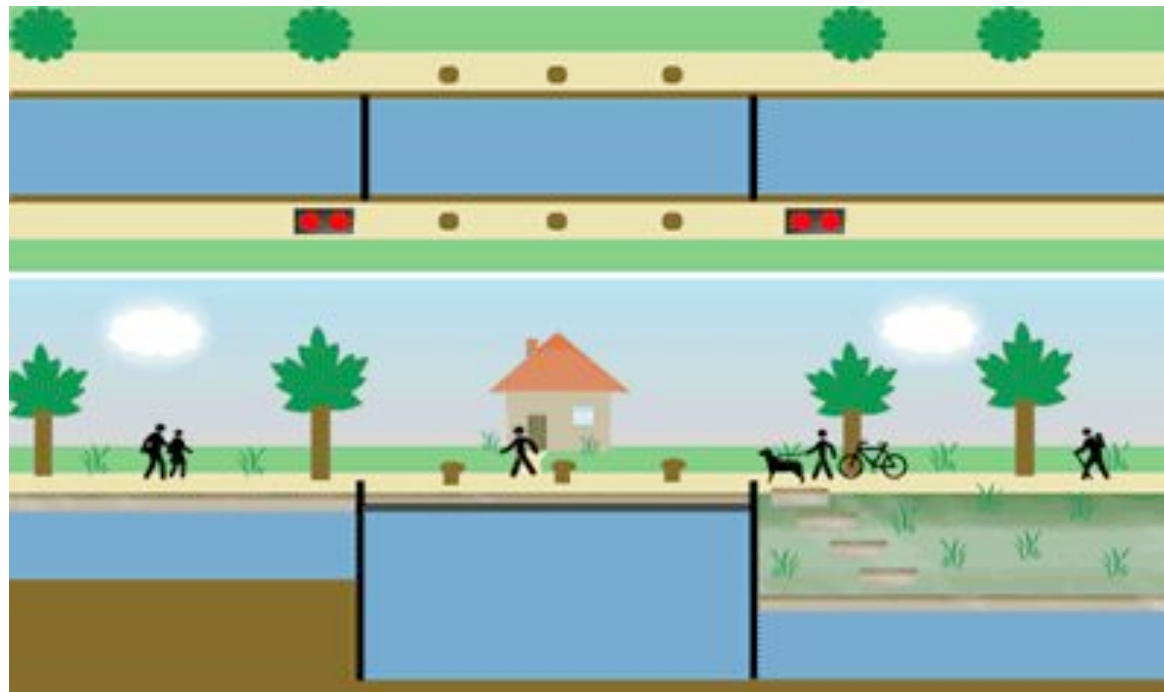


- struttura portante con costoloni e mattoni a spina di pesce, senza usare centine provvisorie in legno da terra
- 1300 anni dopo il Pantheon (43,2 metri)

1438 - Milano

Prima conca di navigazione italiana (sistema a due paratoie)

- **Filippo da Modena e Fioravente da Bologna**
- conca di Viarenna sul Naviglio, a Milano, permette la navigazione tra Lago Maggiore e la Fossa interna di Milano
- la tecnica idraulica italiana è all'avanguardia europea



~1440 (1300-1650) - Europa

Manufatti in acciaio

- Armature (costosissime): monopolio nord-italiano
 - Brescia, Milano (maggiore produttrice europea)
 - raffinati e costosissimi manufatti in acciaio saldato, lavorato alla forgia

Armature di Enrico VIII, prodotte a Milano - London Tower Museum



1449 - Fiandre

Mons Meg - calibro 510 mm

Supercannone di grosso calibro

- Fini difensivi
- Forgiato in ferro da sbarre e anelli
- (non ottenuto a getto da ferro fuso)



- La diffusione delle armi da fuoco dà impulso alla tecnologia dei metalli

1486 - Francia

La Perche: palle di cannone e cannoni in ferro di gettata (ghisa)

- risultati scadenti, a causa della fragilità della ghisa
- nel cinquecento cannoni in ferro migliori saranno ricavati da lamine forgiate, arrotolate a saldate (con vari miglioramenti successivi)



Cannone in ferro scadente del XIX secolo



Cannoni

Evoluzione:

1525: primi tentativi di canna rigata

- Tolleranze di lavorazione e tenute del proiettile (a palla) sono mediocri

I cannoni migliori si ottengono in bronzo

- usando tecniche di fusione mutuata dalla statuaria

1586 Tsar Pushka (Russia)

- fuso in bronzo
- 39 ton - calibro 890 mm
- primato attuale di calibro
- mai usato



~1450 - Olanda

Archibugio

- con innesco a miccia
 - azionabile rapidamente da un solo uomo, con il sostegno di una stampella forchetta

London Tower Museum



~1440 - Norimberga

Sviluppo di:

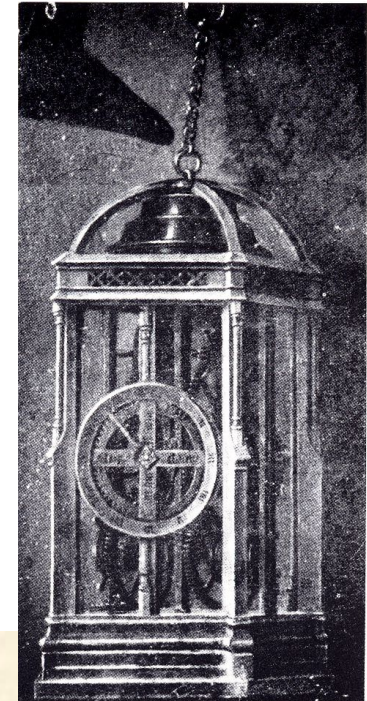
- Lavorazioni meccaniche metalliche (armi)
- Costruzione di strumenti scientifici
 - scienziati: astronomi, matematici
Johannes Müller da Königsberg (Regiomontano, 1436-1476),
 - e artigiani (tradizioni familiari)
- Primato europeo in questo settore, che permane per quasi due secoli
- Poco dopo: stampa di testi scientifici e tecnici

1440 - Norimberga

1440: Orologio azionato a molla

- invece che a pesi
- molla in filo d'acciaio a "coda di maiale"
- esemplari costosissimi destinati agli aristocratici

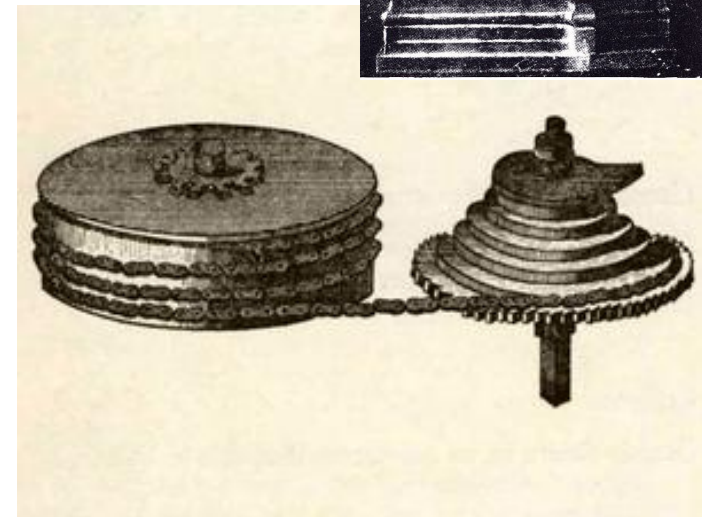
Prima testimonianza, in un dipinto del 1440



1477: conoide

Paulus Alemannus (Roma)

- per compensare la progressiva riduzione della trazione della molla durante la scarica
- nasce la possibilità-necessità di conoscere in modo individuale il passare del tempo



1368 - Cina

Nuova rinascita nazionale sotto i Ming (1368-1644)

1500: Pechino città
più popolosa del mondo

- 1 milione di abitanti



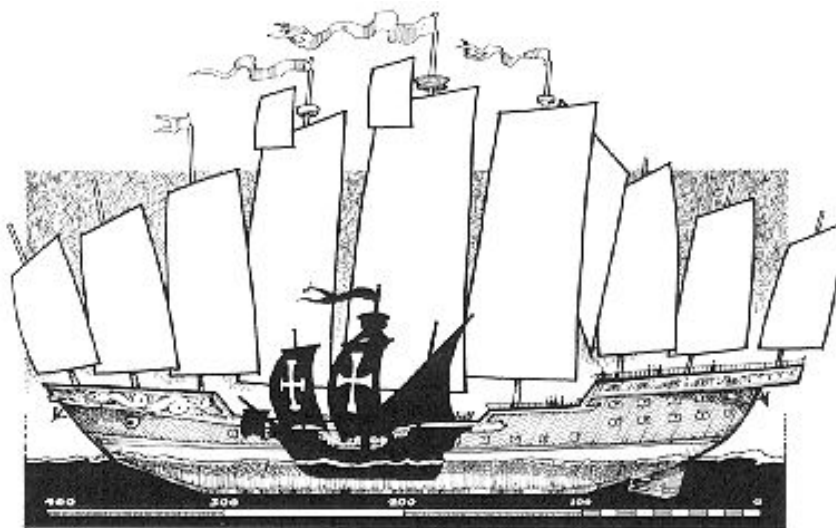
1405-1433 - Cina

Enormi velieri a 9 alberi dotati di compartimenti stagni

Flotta di 62 di tali velieri e 225 più piccoli con 27000 uomini di equipaggio

Guidata dall'ammiraglio **Cheng Ho** (1371-1433)

- esplorazioni marittime, estensione del controllo territoriale e raccolta di tributi + importazione di animali esotici africani
- costo enorme: dal 1426 è vietato costruire navi con più di 2 alberi
- inizia un periodo di isolamento nazionale xenofobico durato fino al XIX secolo



1234 - Corea

dal 660 la Corea è unificata da re Silla in un unico stato nazionale

1234: stampa a caratteri mobili metallici in bronzo

- assai più resistente di quella cinese in creta (1041)
- ma la scrittura ideografica, mutuata da quella cinese, rende molto complessa la composizione tipografica

1377: primo libro a stampa su carta con caratteri mobili metallici



Seoul National Museum of Korea

1444 - Corea

Introduzione della scrittura fonetica

hangul (= il giusto modo di educare il popolo)

- in sostituzione di quella ideografica (*hanja*)
- voluta dal sovrano illuminato Sejong il grande
- sviluppata da un comitato di saggi e molto razionale
 - supera varie resistenze
 - il successo, è favorito dalla limitata scolarizzazione del popolo
 - e sancisce anche il successo del sistema di stampa coreano a caratteri mobili metallici

•Consonants:

ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ	ㅅ	ㅇ	ㅈ
\k,g\ kiyok	\n\ niun	\t,d\ tikut	\r,l\ riul	\m\ mium	\p,b\ piup	\s,sh\ siot	\ng\ iung	\ch,j\ chiut
ㅋ	ㆁ	ㆁ	ㆁ	ㆁ				
\ch'\ ch'iut	\k'\ k'iuk	\r'\ r'iut	\p',f\ p'iup	\h\ hiut				

•Vowels

ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ
la	lya	leol	lyeol	lol	lyol	lul	lyul	leul	leel

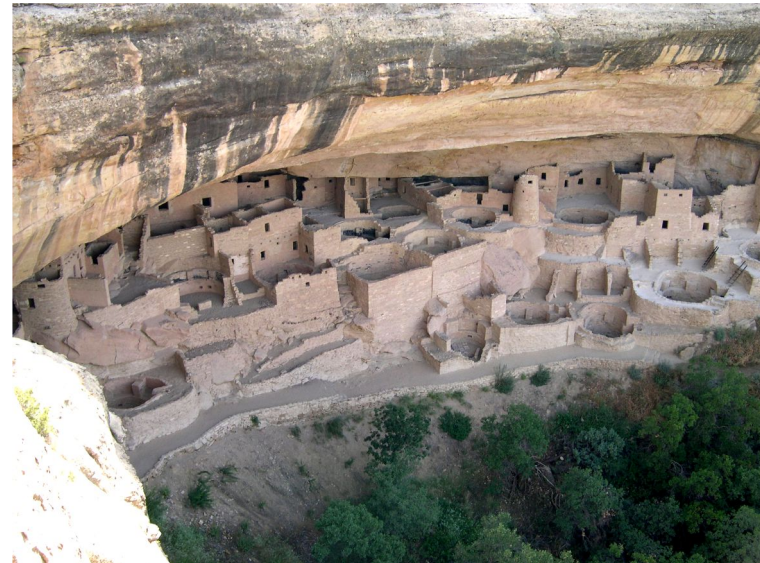
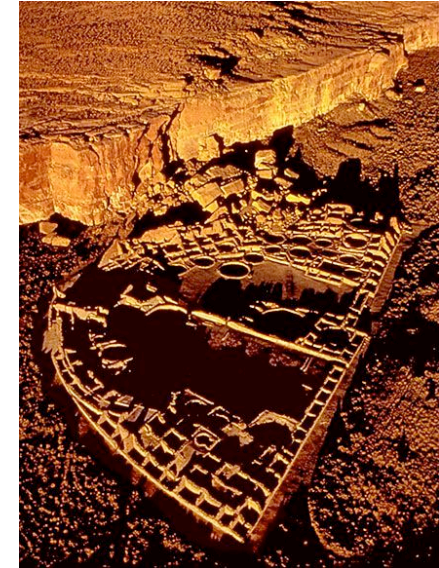
~700-1400 - America Settentrionale

culture **Pueblo** (o Anasazi)

- culture neolitiche del sud-ovest, già urbanizzate
- fiorite nell'VIII secolo
 - livello paragonabile alla Çatalhöyük del VII millennio a.C.

~1400: collasso a causa di eccessivo sfruttamento delle risorse naturali

→ esaurimento della fertilità dei terreni



~1320 - America Centrale

Affermazione dell'Impero Azteco

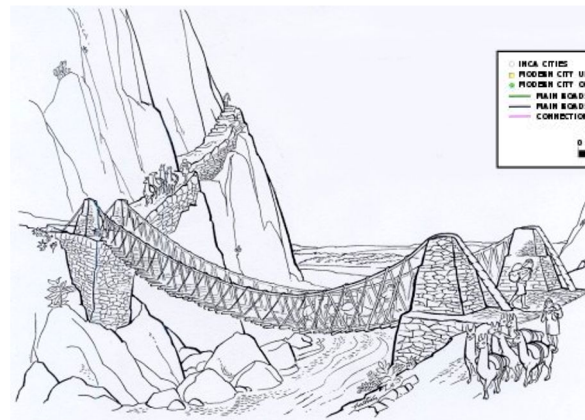
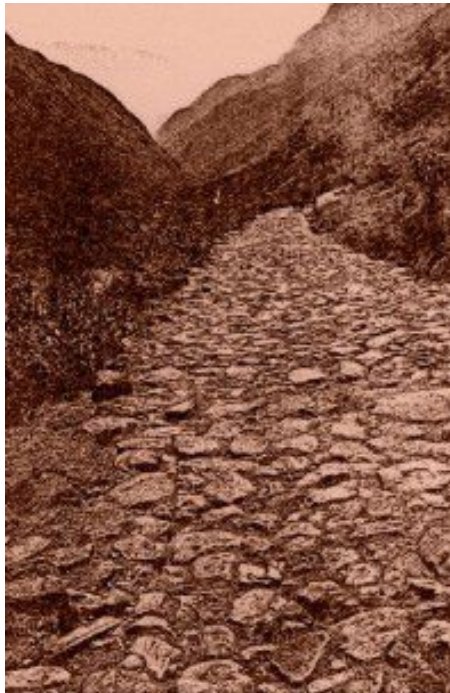
- agricoltori e conquistatori
 - livello evolutivo di tipo post-neolitico, privo della ruota
 - assoggettamento di altri popoli tenuti in schiavitù
 - uso di metalli preziosi e marginale del rame
 - Tenochtitlan: splendida capitale sull'acqua



1438 - America Meridionale

Affermazione dell'Impero Inca

- comunicazioni e commerci
- sistema militare efficiente, con grande mobilità
- imponente sistema stradale (40000 km)
 - strade lastricate
 - ponti sospesi con campate di 45 metri
 - ponti su zattere



~1450 - America Meridionale

Civiltà Inca

- architettura ciclopica
- blocchi in pietra con forme irregolari ma collimati con grande precisione



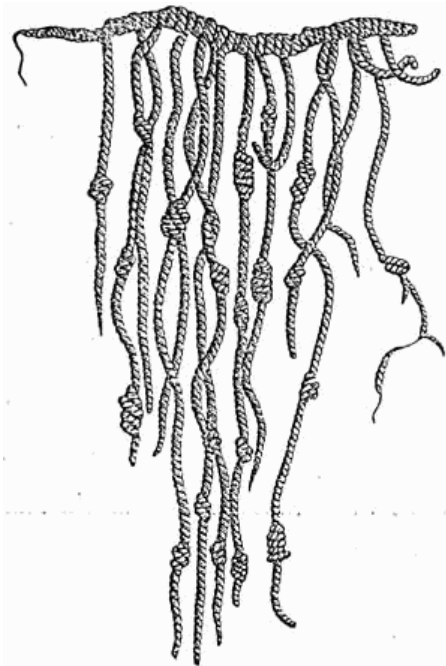
1438 - America Meridionale

Civiltà Inca

- lavorazione dei metalli ereditata dai Chimu



Mazza da guerra inca in bronzo
fuso a cera perduta
Museum of Natural History –New York



- **Quipu:** sistemi di cordicelle annodate per registrazione le informazioni
- **Yupana:** specie di abaco per eseguire i conti

~1400 - Rapa Nui (Isola di Pasqua)

Apice della cultura neolitica Rapa Nui, sviluppatasi dal 1200

- tecnologia neolitica basata su pietra e legno
- grandi sculture in pietra (Moai)

1400: fanatismo religioso

→ sfruttamento esasperato
delle risorse boschive
fino all'esaurimento totale

- alterazione irreversibile
dell'intero ecosistema
e collasso della civiltà
verso il 1600



fu una forma di suicidio dell'intera società