

□

STORIA DELLA TECNOLOGIA

LEZIONE 8

**Massimo Guarnieri
Università di Padova
a.a. 2021-22**

~1000-1200 - Italia, Europa

Risveglio delle attività artigianali e mercantili

- Italia centro-settentrionale
- e altrove in Europa (Fiandre, alcune aree della Francia e della Germania...)

Urbanesimo: crescita degli agglomerati sociali

Nascita dei comuni e delle repubbliche marinare:

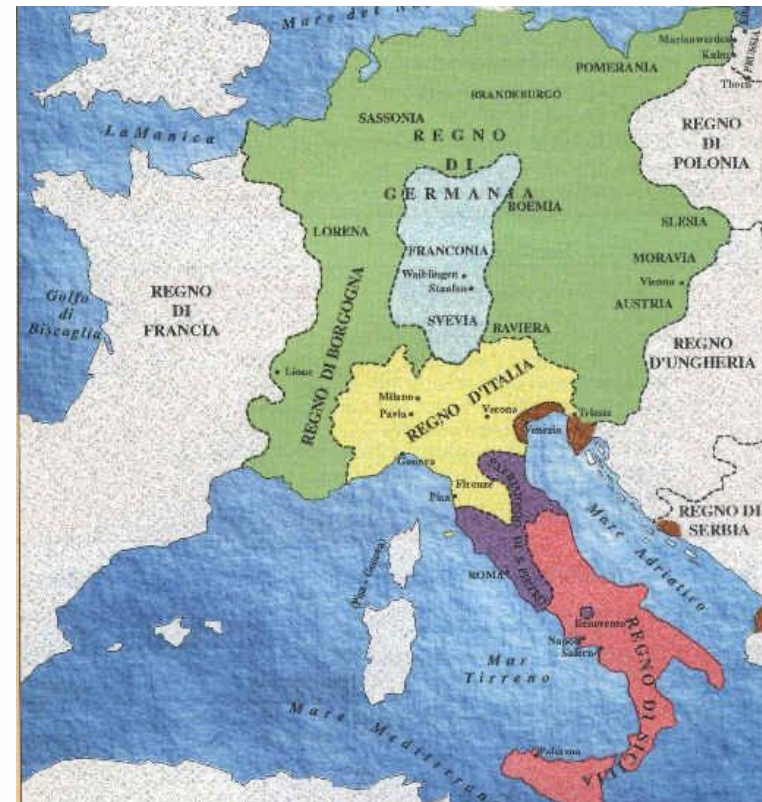
- organizzazione in città-stato
- autonomia amministrativa e legislativa rispetto ai poteri centrali deboli (re, impero, papato)
- assenza delle vecchie gerarchie feudali
- governati dalla borghesia mercantile

1176 - Italia

La Lega dei comuni lombardi sconfigge l'imperatore Federico I Barbarossa (1123-1190)

1183: pace di Costanza

- affermazione dell'autonomia dei comuni nord-italiani (con sottomissione solo formale)
- il sistema socio-tecnico-economico delle città-stato mercantili del nord-italiane prevale sul modello latifondista feudale



~1000-1200 - Italia, Fiandre Germania

Comuni: apogeo nel XIII secolo

- Centrati su produzione artigianale e commerci
- sviluppo e potere della borghesia artigiana e mercantile: riconoscimento nell'etica cristiana del lavoro manuale, che diviene un mezzo di promozione economico-sociale
- importanza delle conoscenze tecniche ai fini produttivi, coltivate nelle botteghe, organizzate in corporazioni
- le conoscenze tecniche non sono più relegate al rango servile, ma diventano patrimonio di una classe che orgogliosamente assume crescente importanza economica e sociale e potere

... un mondo nuovo sta nascendo

~1000 - Italia

Fioritura delle repubbliche marinare, rapporti commerciali con il Medio Oriente

- Importazione di oggetti, prodotti, materiali,
- ma anche di **tecniche** e idee
 - lavorazione dei metalli, del vetro, fabbricazione del vasellame, tessitura ...



- ... e abitudini

- Forchetta (a due rebbi) – misura igienica

~970: introdotta dalla principessa bizantina sposa dell'imperatore Ottone II

~1050: introdotta dalla principessa bizantina Teodora, sorella dell'imperatore d'Oriente e sposa del doge Domenico Selvo – osteggiata in quanto frivola e viziosa

- ... successiva diffusione in Italia
- ... quindi in Francia ad opera di Caterina dei Medici (1519-1589), sposa del re di Francia Enrico II d'Orléans
- ... e da qui diffusa in Europa

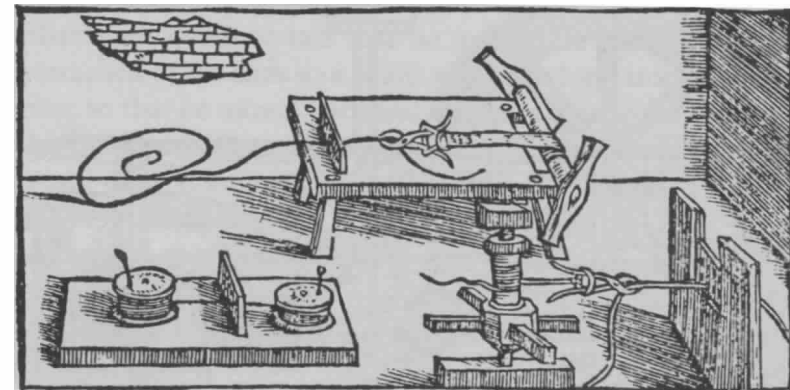
~1000 - Germania

Tecnologie meccaniche

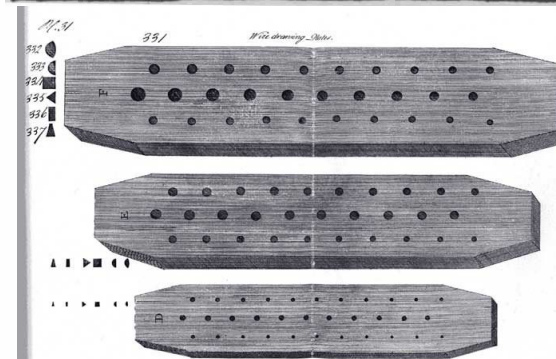
lavorazioni meccaniche in legno
trapano a collo d'oca
(girabecchino)



lavorazioni meccaniche in ferro
trafilatura meccanica
re-invenzione di tecnica nota a Roma
in età imperiale



Trafile di epoca successiva



~1050 - Francia

Armi

Balestra portatile

- già nota in Cina e Grecia ~340 a.C.
 - unisce meccanica lignea e metallica
 - leggera e maneggevole
 - facile addestramento all'uso
 - carica lenta (poi a manovella)
 - grande portata: 300 metri (in seguito 400 metri)
 - 1 freccia al minuto
 - effetti devastanti
- probabilmente usata dai Normanni di Guglielmo il Conquistatore nella battaglia di Hastings (1066)
 - poco dopo usata a Venezia, Genova, ...



modello successivo a manovella - Palazzo Ducale - Venezia

1086 - Inghilterra

Estensione dello sfruttamento dell'energia idraulica

- Sono in funzione oltre 5624 ruote idrauliche al servizio di circa 3000 comunità (anche mulini a marea a Dover)
- Registrate nel censimento del Domesday Book per Guglielmo il Conquistatore (dopo la conquista normanna del 1066)
 - un mulino da macina garantisce produttività pari a quella di almeno 5 schiavi dell'epoca classica
 - diffusasi per la carenza di manodopera servile, la ruota idraulica dimostra di poter fornire **potenze specifiche nettamente maggiori** e così di produrre una rivoluzione energetica

The National Archives, Kew, London



~1100 - Spagna

Energia

Ruota eolica: diffusione nei regni moreschi del mulino a vento

- nota in Persia almeno dal IX secolo
- risponde alla domanda di energia meccanica



1180 - Nord Europa

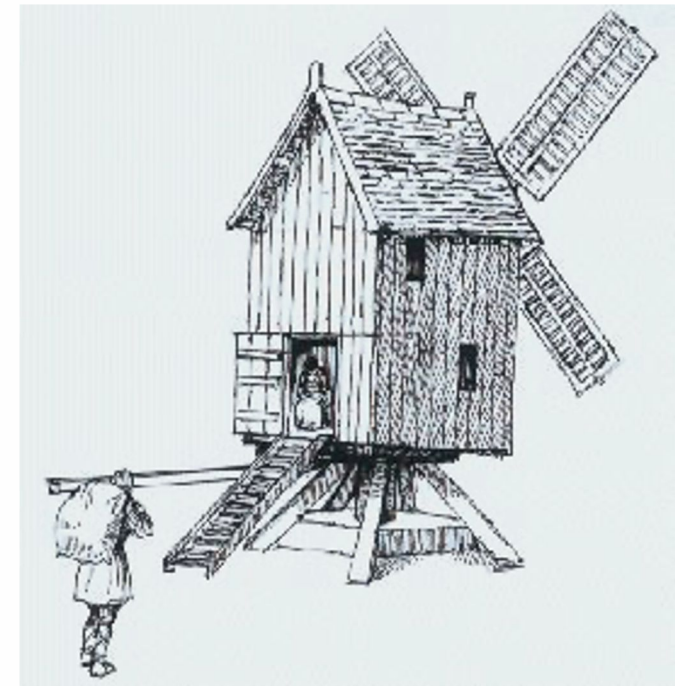
Energia

Ruota eolica a palo: Francia, Inghilterra, Scozia

- Diffusione del mulino a vento, in legno e montato su un palo verticale intorno a cui ruota, con timone per dirigere le pale nella direzione del vento
 - arrivato dalla Spagna?
oppure invenzione originale?
 - alternativo a quello ad acqua, ove questa scarseggia o ghiaccia
 - Ulteriore segno della ricerca sistematica di meccanizzare le attività più ripetitive

Diffusione successiva in tutta Europa

- Italia (1237, 1337),
- Olanda (1392),



Mulino su palo

~1150-1250 - Nord Europa

Siderurgia - ghisa

1150: Lapphyttan (Svezia):

- Primi altiforni europei a mantici in attività per un periodo prolungato (1150-1350) - prima produzione di ghisa europea

1250: abbazia cistercense di Rievaulx (Inghilterra)

- Altoforno in grado di produrre ferro di buona qualità
- Centro di eccellenza isolato
- Poi disperso con la chiusura dei monasteri ordinata da Enrico VIII

1088 - Bologna

X secolo - scuola medica di Salerno (laica)

1088 - Prima **università** medioevale occidentale - **Studium**

- data convenzionale, è la prima ad usare il nome “università”

1158 - gode dei privilegi imperiali (Federico I Barbarossa)

Altri Studia (con privilegi imperiali o papali):

1150 - Parigi

1167 - Oxford (privilegi nel 1214)

1209 - Cambridge

1218 - Salamanca

1220 - Montpellier

1222 - Padova (secessione da Bologna)

1224 - Napoli - istituita da Federico II di Svevia (che è in contrasto col papato) - primo (e unico per secoli) studium completamente laico - interesse anche per le scienze esatte

Università - Studia

Sono istituite per rispondere a più esigenze (in Italia)

- approfondimento dottrinale e giuridico nella lotta per le investiture e nelle dispute tra papato ed impero, studiando il diritto romano (Codice di Giustiniano)
- esigenza dei Comuni di conoscere il diritto amministrativo
- esigenza delle Corporazioni di formazione notarile, legale, commerciale

- segnano la nascita della cultura borghese
- la Chiesa non è più la sola depositaria della cultura e delle conoscenze astratte



Università - Studia

Gestite dagli studenti,
appartenenti alla ricca borghesia
che assumono e pagano
i professori

Discipline insegnate:

- giurisprudenza,
medicina,
arti astratte,
teologia

poi:

- matematica,
astronomia,
- non la tecnica, che è coltivata nelle botteghe artigiane a fini produttivi



Università - Studia

Uomini, donne e cultura

- Gli studia sono competenza esclusiva maschile
 - in realtà vi furono rare figure di donne di scienza, come:
 - Bitisia Gozzadini (1209-1261), giurista laureata e professore a Bologna
 - Alessandra Gilliani (1307-1326), medico ed anatomista a Bologna
 - Dorotea Bocchi (1360-1436), dottore a Bologna e qui succeduta al padre come professore di medicina
- Elena Lucrezia Cornaro Piscopia si laureò con clamore a Padova nel 1678, solo dopo essersi impegnata a rinunciare all'attività di "doctor", ossia di docente
 - è considerata la prima donna laureata ufficialmente al mondo

1233 - Roma

Gregorio IX dà inizio all'inquisizione

Istituzionalizza la persecuzione delle eresie (principi religiosi non conformi all'ortodossia della Chiesa), ma anche delle forme di pensiero autonomo ed innovativo

sono perseguitati e processati anche molti pensatori e scienziati, come:

- Guglielmo di Ockham (1280-1349)
filosofo e teologo francescano

ed anche giustiziati come:

- Pietro d'Abano (1257-1315)
medico e scienziato, prof. a Padova
- Cecco d'Ascoli (1269-1327)
medico e astronomo, prof. a Bologna
- Domenico Savi, medico
- ... (la lista è molto lunga)

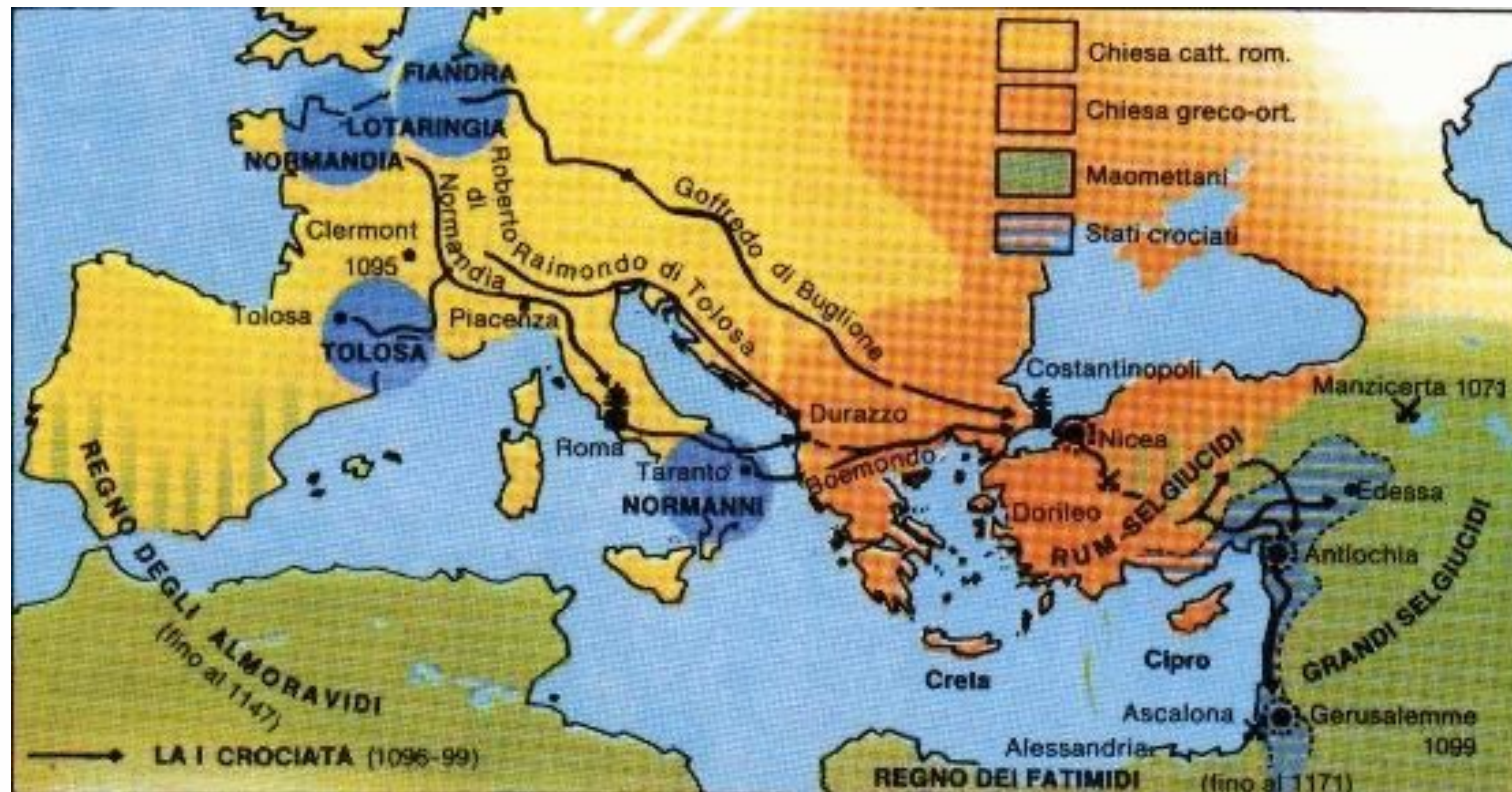
la Chiesa Romana assume una posizioni contrarie al rinnovamento ed al progresso intellettuale



1096 - Terrasanta

Prima crociata, indetta da Urbano II

- sostenuta anche da Costantinopoli
- mossi dallo sdegno per le violenze turche sui pellegrini in Terrasanta
- e anche dalla sete di gloria, potere e bottino della nobiltà feudale



1096 - Terrasanta

Prima crociata, indetta da Urbano II

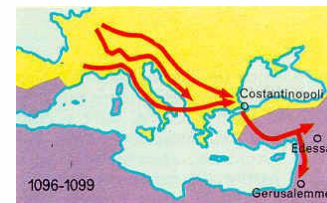
- Ultima invasione barbarica, guidata dalla nobiltà feudale, oppure prima espansione europea in altri continenti?
- sulla via per Costantinopoli vengono massacrati e depredati gli ebrei
- nella presa di Nicea, Antiochia e Gerusalemme (1099) viene massacrata la popolazione araba ed ebraica



1096-1272 - Crociate

con le 8 crociate dirette in Terrasanta
iniziano ad arrivare in Europa dal Medio Oriente:

- Spezie e lavorazione dello zucchero di canna (giunto in Arabia dopo il 751)
 - Sostanza rara e costosissima (usata come medicinale)
- enormi tesori, con i bottini di guerra
- ed altro ...



Itinerario della prima Crociata.



Itinerario della seconda Crociata.



Itinerario della terza Crociata.



Itinerario della quarta Crociata.



Itinerario della quinta Crociata.



Itinerario della sesta Crociata.



Itinerario della settima Crociata.

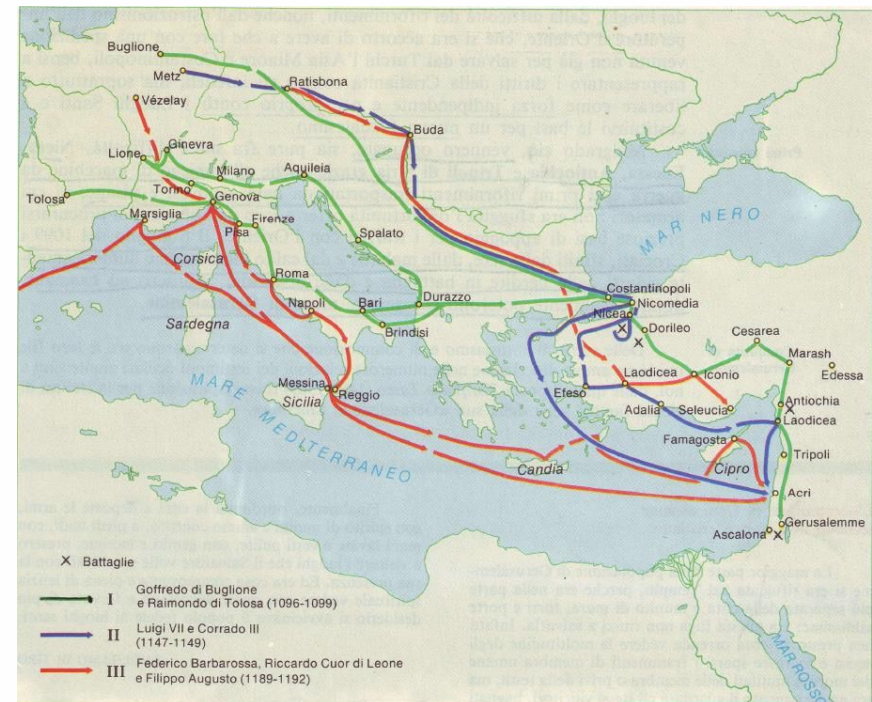


Itinerario dell'ottava Crociata.

1096-1272 - Crociate

I viaggi avvengono per lo più per mare, assicurati dalle repubbliche marinare (Genova, Venezia, ...), che conoscono la navigazione e le rotte

- per il trasporto sono costruite apposite flotte
- richiedono enormi quantitativi di legname, procurato con vasti disboscamenti
- e assicurano favolosi guadagni



1291 - Terrasanta

Fine dei regni crociati

- riaffermazione dell'Islam
- i Cristiani se ne vanno arricchiti non solo di tesori materiali, ma specialmente immateriali:
- conoscenze scientifiche e tecniche

Regni crociati nel 1135



1154 - Siria

Il potere politico e militare arabo stava entrando in decadenza ma la cultura araba era ancora nel massimo splendore

1154: Orologio meccanico sonoro da torre

- Moschea Omayyade a Damasco
 - costruito da **Al-Kaysarani**
 - Suona ad ogni ora
 - Primo orologio “civico”
(dopo la Torre dei Venti di Atene)



1206 - Arabia

Il libro della conoscenza dei meccanismi ingegnosi

Al-Jazari (Siria, 1136-1206)

trattato di meccanica con riferimenti a Filone di Bisanzio, Apollonio di Bisanzio, Erone di Alessandria, ...

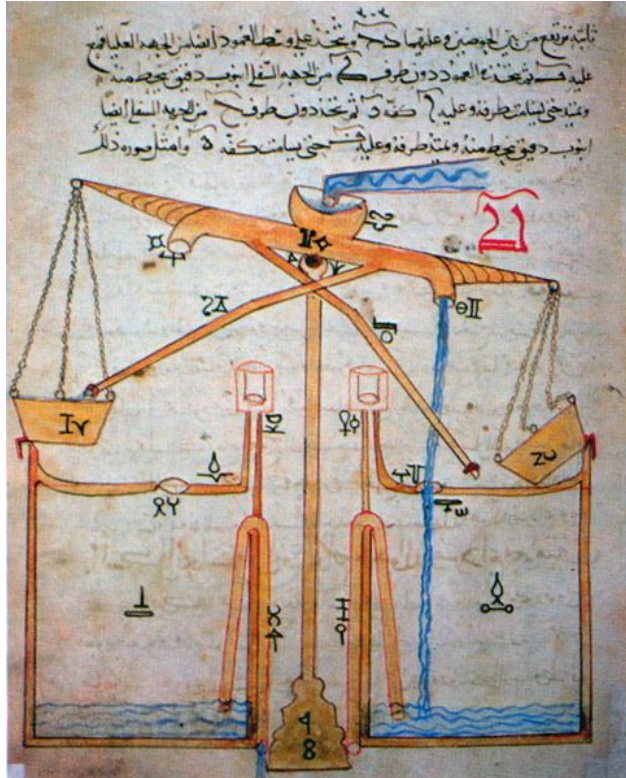
■ descrive oltre 50 macchine, comprendenti innovazioni meccaniche:

- orologi a candela con un meccanismo a retroazione che solleva la candela mentre essa si consuma
- fontane e fontane sonore,
- serratura a combinazione
- valvola regolatrice per sciacquone (a retroazione)
- albero a gomiti e biella

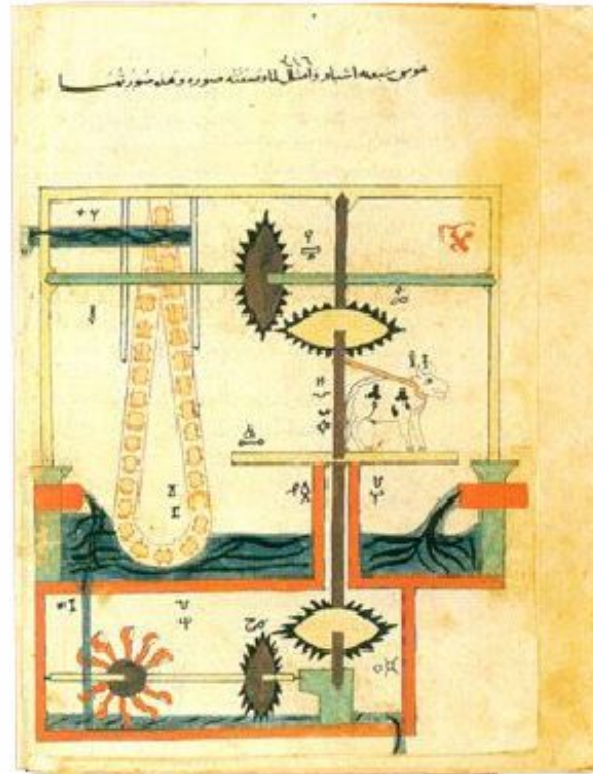
e altro ancora: ...



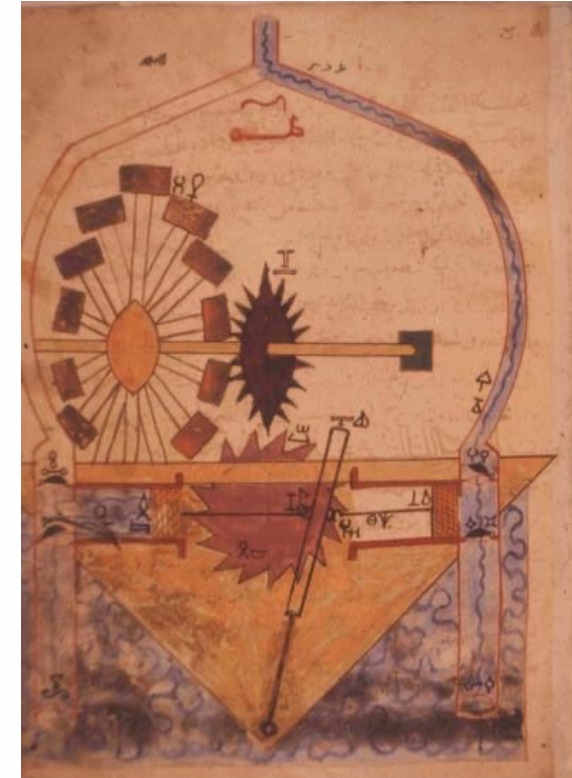
Al-Jazari (1136-1206)



Macchina a bilanciere
per sollevare l'acqua



Macchina con noria
per sollevare l'acqua



Pompa a due cilindri
a doppio effetto azionata
da una ruota idraulica

Al-Jazari (1136-1206)



Pompa a due cilindri a doppio effetto azionata da una ruota idraulica

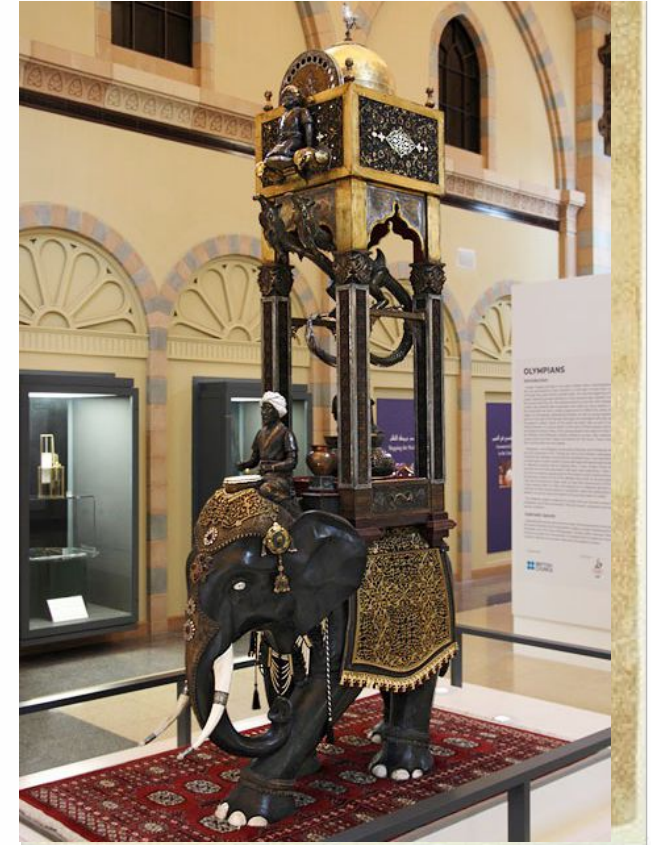
Al-Jazari (1136-1206)



Lavandino con sciacquone
azionato da meccanismo a
retroazione operato da un
automa



Automi di musicisti
programmabili per suonare
diversi ritmi
(cambiando le camme di un
albero di comando)



Orologio a elefante
con automi che si animano all'ora
controllato in retroazione

Europa

L'afflusso di cultura classica da Oriente prosegue anche con le crociate:

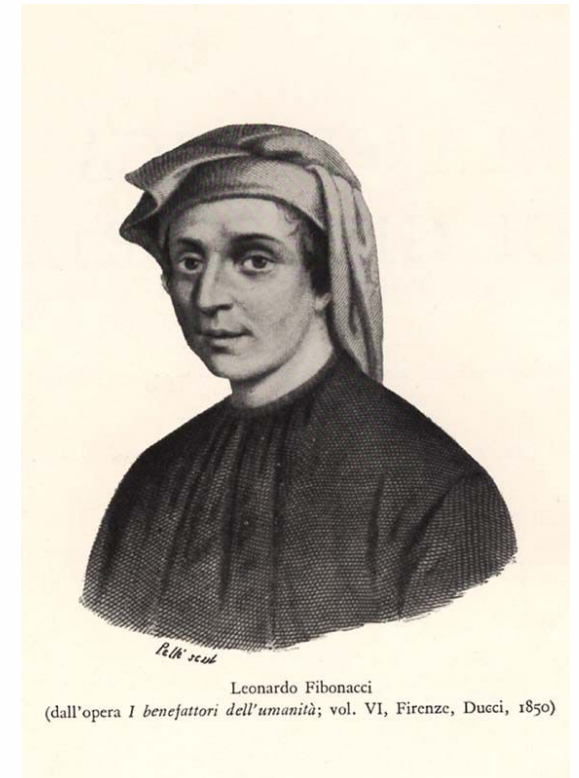
- libri arabi e greci (spesso nelle traduzioni in arabo) portati in Europa da laici
- assorbimento in Europa delle culture greco-ellenistica ed araba
→ alla cultura europea, storicamente dominata dal pensiero religioso (ed abituata all'accettazione passiva dei testi e dei dogmi sacri), si aprono nuovi orizzonti

1202 - Italia

Liber Abaci di **Leonardo Fibonacci** (1170-1245) introduce la notazione posizionale e dello zero indiani, appresi dagli arabi

- mercante pisano vissuto in Nord Africa, matematico (cultura divenuta patrimonio laico)
- maggiore contributo occidentale alla matematica, dall'antichità
- accettazione lenta: adozione definitiva dal 1600

N.B.: Le cifre indo-arabiche furono usate per la prima volta in Europa intorno al 1000 da *Gerbert d'Aurillac* (ca. 955-1003), studioso di testi arabi in Spagna, poi consigliere dell'imperatore Ottone III, arcivescovo e quindi Papa Silvestro II.



Leonardo Fibonacci
(dall'opera *I benefattori dell'umanità*; vol. VI, Firenze, Ducci, 1850)

1190 - Europa

Bussola magnetica: arrivata dalla Cina attraverso l'islam o invenzione autonoma?

1190: descritta dal monaco inglese Alexander Neckam (1157-1217) in *De naturis rerum*

1269: descritta da Pietro Peregrino da Marincourt (cavaliere crociato), con dettagli costruttivi



Bussola portoghese del XVI secolo

~1140-1300 - Francia

Fioritura dell'architettura gotica

1137-1144 Cattedrale di St. Denis (F)

1160-1235 Cattedrale di Notre-Dame de Laon (F)

1194-1250 Cattedrale di Notre-Dame de Chartres (F)

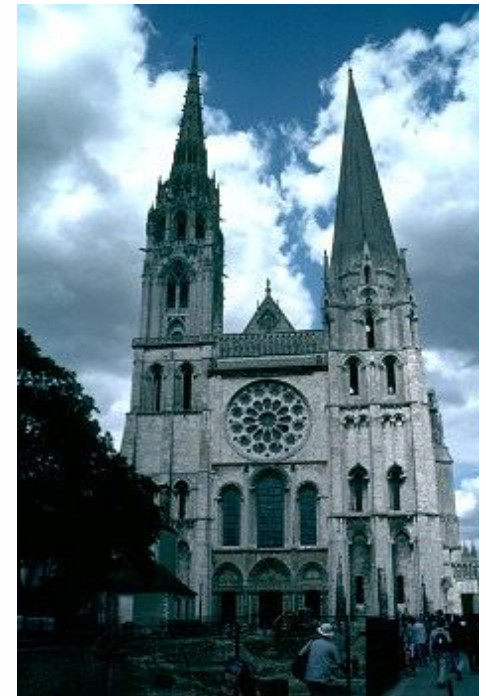
- arco gotico a sesto acuto (originale effetto architettonico di elevazione verso l'alto, ma anche riduzione della spinta laterale)
- arco rampante (per scaricare la spinta laterale delle navate)
- volta a nervatura



St.Denis



Laon



Chartres

~1140-1300 - Francia

In gara per costruire la cattedrale più alta

1195-1255 Cattedrale di Saint-Etienne de Bourges (F)

1247-1272 Cattedrale di Saint-Pierre de Beauvais (F)

- chiesa più alta

1284: crollo del tetto e ricostruzione (seguono altri due crolli) = progettazione per tentativi (*trial and error*)

La cultura normanna evolve verso forme di arte e tecnica inedite, raffinate ed ardite, ispirate all'arte islamica e finanziate anche con le ricchezze predate in Oriente



~1160-1300 - Inghilterra

Architettura gotica diffonde in Europa centro occidentale:
Inghilterra, Boemia, Ungheria, Germania, Italia settentrionale, ...

1175-? Cattedrale di Canterbury (UK)

- San Vito - Praga,
- Cattedrale Aachen – Germania
- St. Matthias - Buda
- Duomo – Milano
-

sono anche il segno dell'osmosi
culturale diffusa in Europa
centro-occidentale



~1200 - Europa

Tale architettura, assai ardua, è realizzata con tecniche edilizie rudimentali, spesso in assenza di macchine (anche di quelle poco complesse come gru e carriola)



Nartece della Basilica di San Marco – Venezia: il materiale da costruzione è sollevato a mano

~1200 - Europa

Edilizia militare medioevale: castelli

- posizione elevata
- alte mura e torri
- accesso tortuoso
 - *per resistere alle tecniche e macchine d'assedio*

Château de Bonaguil (Francia)

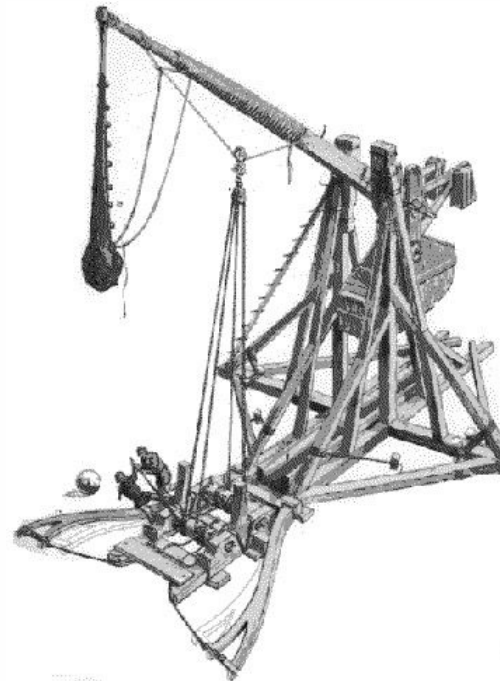
Krak des Chevaliers (Siria)



~1200 - Europa

La tecnologia di difesa è regolata su quella d'assedio ed edilizia militare medioevale dei castelli con mura molto alte:

- Fatte per resistere alle armi da assedio contemporanee (poco diverse da quelle romane ed utilizzando la stessa tecnologia di base)
- **trabocco**: catapulta a gravità di maggiori dimensioni



1185 - Giappone

Inizio del periodo Kamakura (1185-1333)

- Periodo d'oro dei samurai
- lavorazione dell'acciaio di elevatissima qualità:
 - lavorazioni segrete, considerate rituali religiosi (concezione mistica che ricorda quella greco-romana con gli dei forgiatori Efesto e Vulcano)
 - usando bassiforni, lavorazione a pacchetto assai complessa, in moltissimi strati (centinaia, migliaia), più morbidi dentro e più duri fuori
 - migliore acciaio mondiale per secoli
- per uso marziale: tachi, katana (spade dal filo legendario)

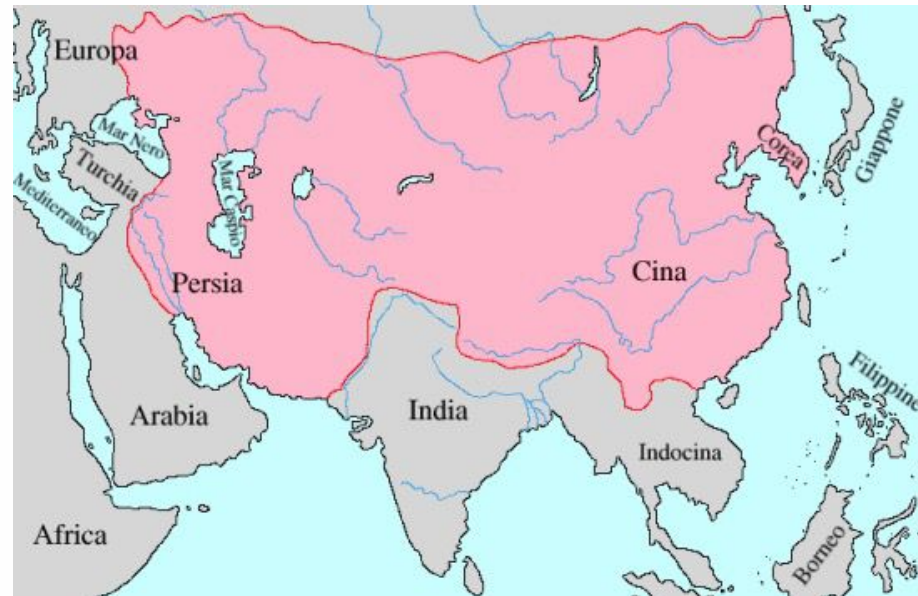
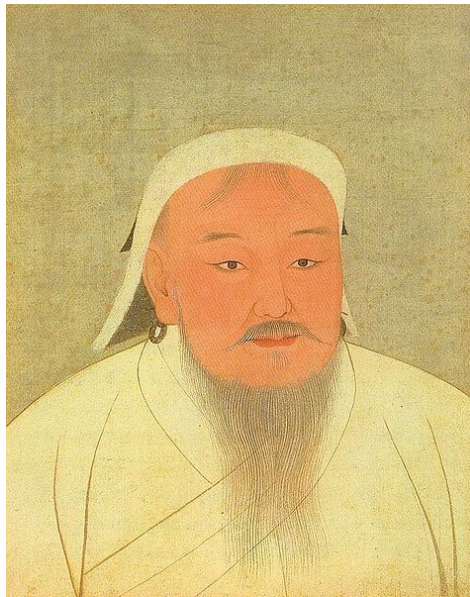


British Museum - Londra

1180 - Mongolia

Temujin (Gengis Khan, ~1160-1227) inizia l'espansione mongola

- superiorità militare basata su strategia, cavalleria leggera ed arco leggero composto
- più vasto impero terrestre della storia, conquistato in soli 60 anni, a fronte di immani massacri (dai 30 ai 60 milioni di morti)



1241-1279 - Eurasia

1241: morte di Ogodei, figlio e successore di Gengis Khan

- Ferma l'avanzata in Europa centro-orientale

1258: Distruzione di Baghdad

- declino agricolo dell'Asia centrale, prima fertilissima (Iran...): i mongoli (allevatori nomadi e non agricoltori) impongono il pascolo

1279: Massima estensione

- quinto imperatore: Kublai Khan (1215-1294), iniziatore della dinastia mongolo-cinese Yuan
 - la capitale Khanbalik (Pechino mongola) è la città più popolosa del mondo (~1 milione di abitanti)



1271-1295 - Asia

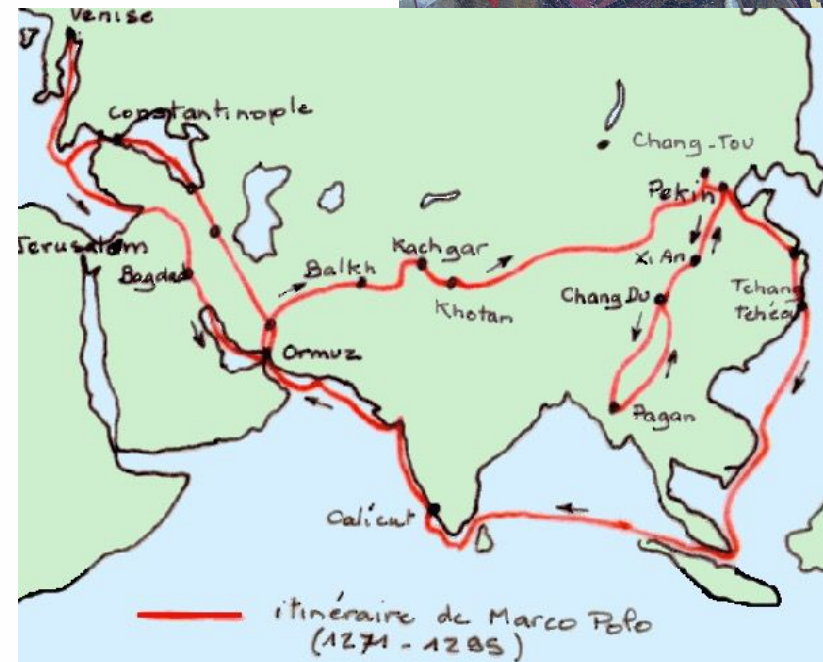
Marco Polo (1254-1324)

viaggio e soggiorno (17 anni) alla corte di Kublai Khan - suo ambasciatore

1298: detta a Rustichello da Pisa

“Divisament du monde” (il Milione)

- primo grande viaggiatore e narratore europeo dai tempi di Erodoto
- riporta e diffonde in Europa conoscenze orientali, anche tecniche
- la Cina è tanto più avanzata dell' Europa che molte cose raccontate da Marco Polo inizialmente non sono credute



1274 - 1281 - Asia

Distruzione della flotta mongola di Kublai Khan

Tentativi mongoli falliti di
invasione del Giappone

- Nonostante l'uso
di armi da fuoco,



cessa la fase espansionistica dell'impero mongolo

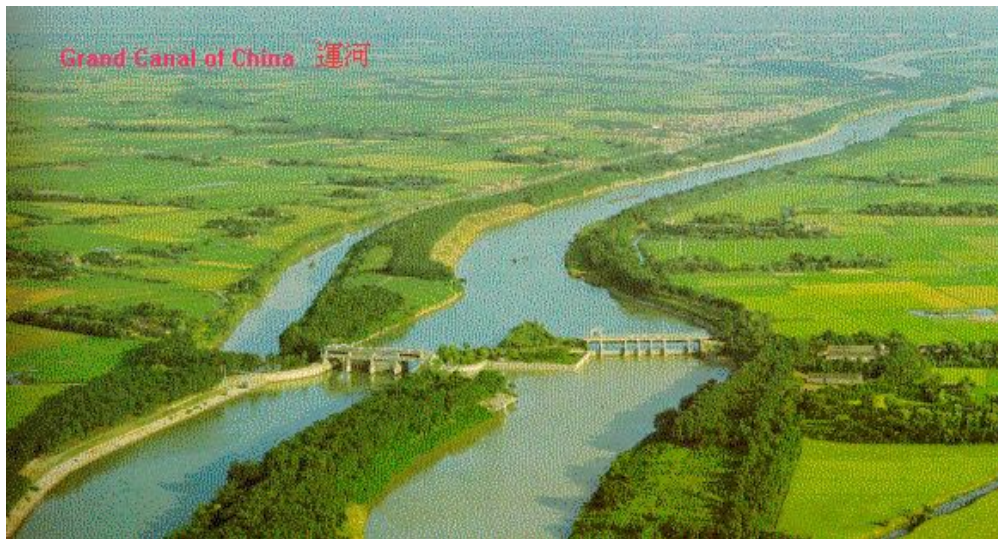
1283 - Cina

Sviluppo della grande rete di canali cinese:

1283: canale in quota (attraversante uno spartiacque)

1280-1293: restauro ed estensione del Gran Canale, portato a 1120 km da Huaian a Pechino

- grandiose opere di ingegneria idraulica



1241-1300 - Europa

Dalla Cina lungo le rotte commerciali sicure entro l'impero mongolo (pax mongola) arrivano:

- carriola (inventata ~270)
- telaio da tessitura orizzontale (inventato ~400)
- cartamoneta (inventata ~960)

ed anche:

1241: polvere da sparo,

- usata dai mongoli nella battaglia di Sajo (Ungheria)



1228-1274 - Islam

Polvere da sparo e armi da fuoco

1044: primi usi bellici dei Cinesi, granate lanciate con catapulte

1228-29: polvere da sparo e armi da fuoco sarebbero stati usati dagli Arabi durante la sesta crociata (1228-1229)

1241: usata dai Mongoli nella battaglia di Sajo

1260: armi da fuoco portatili usate dagli Arabi contro i Mongoli nella battaglia vittoriosa di Ain Jalut (Palestina)

1270: *Libro della cavalleria militare e delle macchine da guerra ingegnose*

Hasan al-Rammah (Siria, ? - 1295)

(poi diffuso anche in Europa)

- ricette per la produzione di polvere da sparo, con le proporzioni dei componenti (es.: 75% nitrato di potassio, 10% zolfo, 15% carbonio)
- armi da fuoco
- razzi, razzi luminosi
- proto-torpedine

1271: armi balistiche usate dagli arabi nell'assedio di Hang (Cina)

1274: cannoni impiegati nell'assedio di Sijilmasa (Marocco)

Rapporti Oriente-Occidente

Fino a questo momento le maggiori innovazioni tecnologiche sono avvenute in Oriente e da lì sono state importate in Occidente

- dal Medio Oriente - anticamente e recentemente -
- dal Lontano Oriente - recentemente -
- In Occidente talvolta sono state ampiamente sviluppate - anche prodigiosamente sotto l'impero romano -

→ l'Occidente è debitore di tecnologia verso l'Oriente
In questo periodo il flusso inizia a cambiare

Charles Singer - *Storia della Tecnologia*

~1200 - Europa

SECONDA RIVOLUZIONE TECNOLOGICA

Il risveglio tecnologico europeo del tardo medioevo è talvolta chiamato così, a ragione della sua ampiezza e portata

- coinvolge altri fattori oltre a quelli già visti
- promosso anche dalla persistente conflittualità economica e militare tra tanti regni e principati europei, che cercano con ogni mezzo (anche tecnologico) di prevalere sui loro competitori

~1200 Seconda rivoluzione tecnologica

Risorse energetiche meccaniche

- **energia muscolare**
 - animali da tiro, uomini
- **energia idraulica**
 - **l'acqua corrente** è la risorsa primaria
 - La **ruota idraulica** è il motore primario
 - il suo moto rotatorio diviene il movimento primario per la fornitura versatile e continua di potenza meccanica in tanti processi produttivi
 - Materiale strutturale: **legno**

~1200 - Europa

Trasporti – innovazioni nello sfruttamento dagli animali da traino:

+ dal 760: ferratura

+ dal 1130: collare da tiro e bardatura anti-soffocamento con pettorale, sottopancia e collare

- sostituisce la vecchia bardatura, che tendeva a soffocare l'animale riducendone la forza di tiro
 - ideati in Cina nel VII secolo, importati in Europa dagli Ugrofini

→ L'animale è in grado di fornire più energia meccanica

→ Effetti su trasporti e commerci:

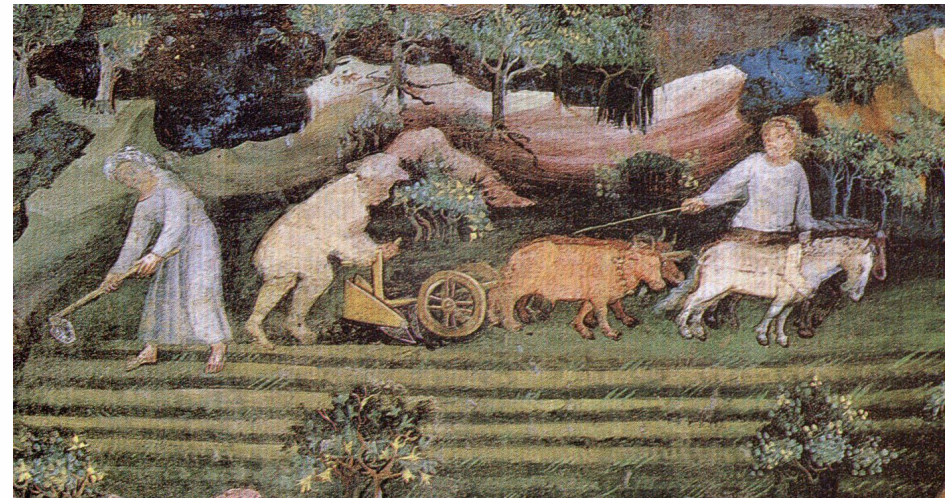
- risparmio di animali da tiro (cavalli)
- trasporto di più merci
- uso di veicoli pesanti più comodi per viaggi lunghi
- crescita della mobilità a grande distanza

~1200 - Europa settentrionale

Agricoltura

- aratro pesante a versoio con ruote
→ aratura profonda per terreni pesanti
- aerazione con ossigeno e azoto delle zolle

n.b.: l'aratro pesante con ruote era noto ai romani (citato da Plinio), ma era poco efficiente, perché trainato da buoi (meno forti dei cavalli) e usato con la vecchia bardatura (e comunque poco utile nei terreni leggeri dell'Europa meridionale)



~1200 - Europa settentrionale

Sviluppi in agricoltura

L'atteggiamento xenofilo delle culture germaniche promuove:

- l'adozione combinata di queste tecnologie di varia origine
 - collare e finimenti anti-soffocamento
 - ferratura
 - aratro pesante a versoio con ruote
 - permettono di raggiungere campi più lontani negli spostamenti quotidiani
 - rendono molto più efficiente il lavoro di aratura nei terreni pesanti dell'Europa settentrionale
- rotazione delle culture: cereali-legumi-maggese
 - Riduce dal 50% al 33% i terreni lasciati a maggese (a pascolo) = infruttuosi per la produzione agricola



→ aumento della produzione agricola, surplus agricolo-alimentare

~1200 - Europa settentrionale

Sviluppi in agricoltura

“L'aratro pesante, i campi aperti, l'integrazione dell'agricoltura con l'allevamento, la rotazione triennale, il nuovo basto per cavalli, il ferro da cavallo si combinano in un sistema di produzione agricola tale che era oramai in grado di creare una vasta area di prosperità agricola dall'Atlantico al Drepr”

Lynn White Jr, University of California in Los Angeles



~1200 - Europa settentrionale

Cavallo e ferro

- Inizialmente nell'Europa feudale è la maggiore efficienza bellica che promuove sia la lavorazione del ferro che l'allevamento dei cavalli.
- Però durante il secolo XII l'uso del cavallo e del ferro passano dal mondo degli uomini d'arme a quello dei contadini.
- La sostituzione del cavallo al bue significa il ricorso a un tipo di capitale più costoso, ma più efficiente.
- La figura del fabbro di villaggio si diffonde sempre più nel XII secolo

~1200 - Nord Europa

Progressiva riduzione delle riserve boschive → servono nuovi combustibili

Carbone: prima diffusione in Europa centro-settentrionale

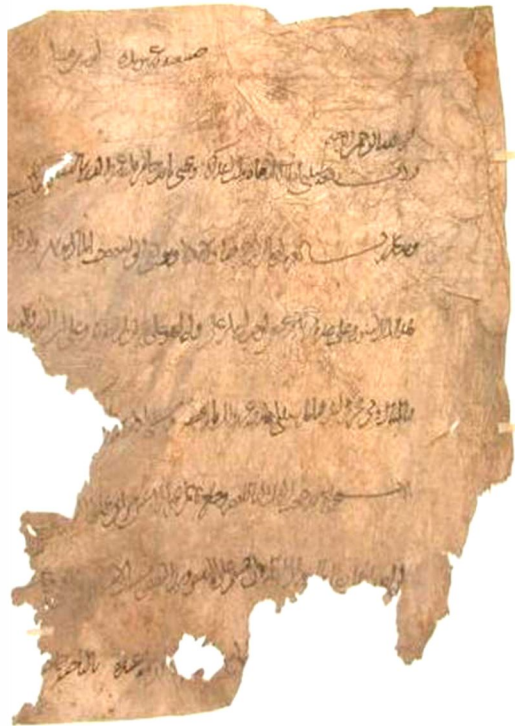
Noto e marginalmente impiegato dai Romani in Britannia, ma ancora sconosciuto in Italia all'epoca di Marco Polo (~1290)

- Primi usi tecnici del carbone fossile
- Primi tentativi di sostituire il legno con il carbone fossile in fucinatura (con risultati modesti)
 - 1190-1230: Area di Liegi (B)
 - 1243: Inghilterra
 - 1345: Arles (F)
- Permette temperature più elevate: fusione del **ferro** (o meglio della **ghisa**), formabile per colata
- Effetti nocivi: contaminazione con zolfo e contenuti elevati di carbonio, che causano fragilità elevata, non lavorabile alla forgia

1173 - Spagna

Carta: dal Medio Oriente arriva la lavorazione arriva nei regni moreschi spagnoli

- inventata in Cina nel 105 e diffusa nell'Islam dal 751



1173-1220 - Italia

Carta

1173 Spagna: dal Medio Oriente la lavorazione arriva nei regni moreschi spagnoli

1220 Amalfi: introduzione in Italia dal Medio Oriente della tecnica cartaria, (pare) ad opera di un reduce dalle crociate



~1276 - Italia - Fabriano

Miglioramento della **tecnica cartaria**

- uso della gualchiera (specie di maglio) idraulica per tritare le fibre
- aggiunta di additivi per inchiostatura (antibatterici al posto di quelli arabi)

1294: Filigrana

- Le cartiere italiane dominano il mercato europeo per 200 anni
 - Impulso all'uso di documenti scritti:
 - la carta è un supporto per scrittura molto meno costoso di papiro e pergamena
 - ma comunque non economico



~1220-1232 - Europa

Innovazioni meccaniche della tecnologia del legno

~1220: pialla moderna

- permette di lavorare il legno con maggiore precisione



1232: Destatoio (svegliatoio)

- costruito e usato dai monaci per chiamare alle preghiere notturne
- meccanismo in legno: rudimentale proto-orologio meccanico
- azionato ad acqua
- a indicazione sonora (solo alle scadenze volute)
- molto impreciso (ben più impreciso degli orologi ad acqua dell'antichità)

~1230 - Francia

Scappamento a ventola

- usato come freno fluidodinamico per regolare il flusso di una clessidra ad acqua
- *illustrato nella Bibbia di San Luigi*
 - Prezioso libro miniato appartenuto al re Luigi IX (San Luigi) di Francia
- in seguito usato come scappamento aerodinamico

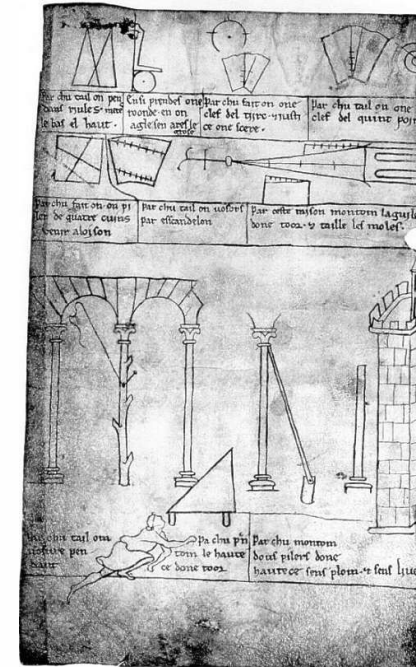
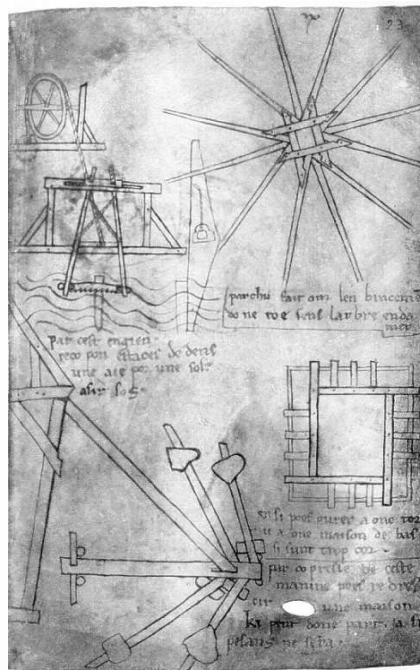
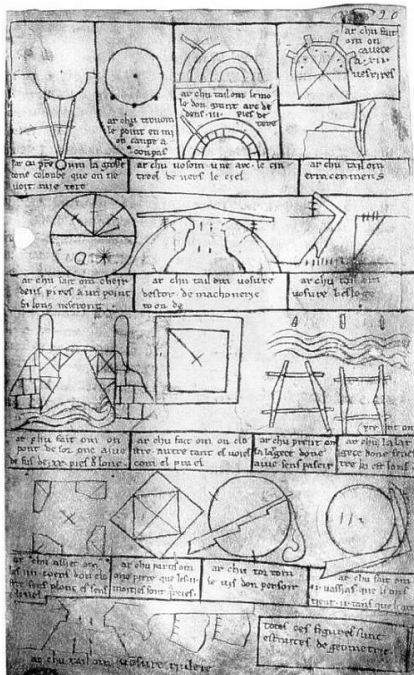


~1230 - Francia

Villard de Honnecourt

- Taccuino di viaggio: documento tecnico eccezionale
- Descrive concetti che precorrono sviluppi futuri, proponendo un approccio razionale alla realizzazione tecnica
 - afferma che “disegno e matematica sono alla base del linguaggio di ingegneri ed architetti”: prime concezioni quantitative nella tecnica in Europa.

Bibliothèque Nationale de France

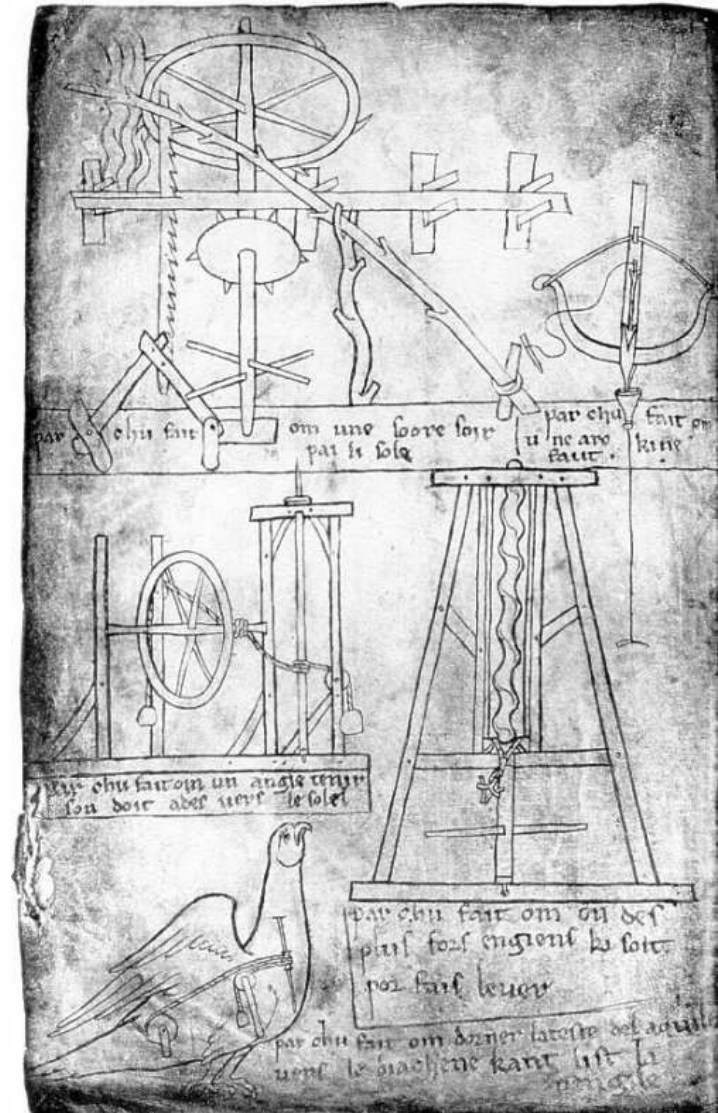


~1230 - Francia, Europa

Villard de Honnecourt:

- ... e illustra dispositivi originali
- sega alternativa azionata da ruota idraulica,
 - doppia camma per avanzamento del pezzo e azionamento della sega con richiamo elastico
- martinetto a vite
- scappamento a corda usato in proto-orologio sonoro, azionato a pesi

Livre de portraiture,
Bibliothèque Nationale de France



~1250 - Europa

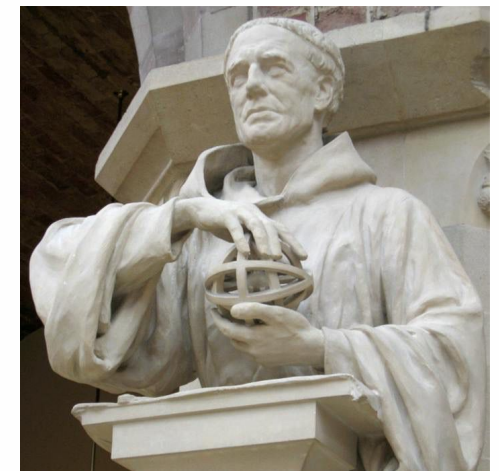
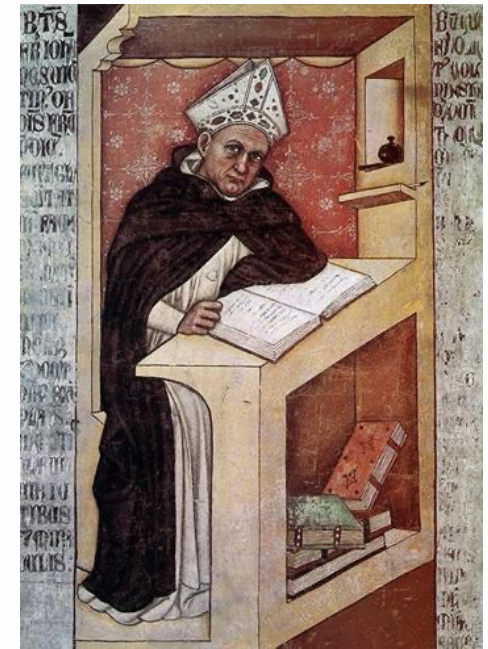
Primi sviluppi importanti di chimica (e alchimia):

Alberto Magno (Albert von Bollstädt 1193-1280)

- Domenicano tedesco, studente a Padova
seguace di Aristotele
 - arsenico, acido solforico (forse)

Roger Bacon (1214-1292)

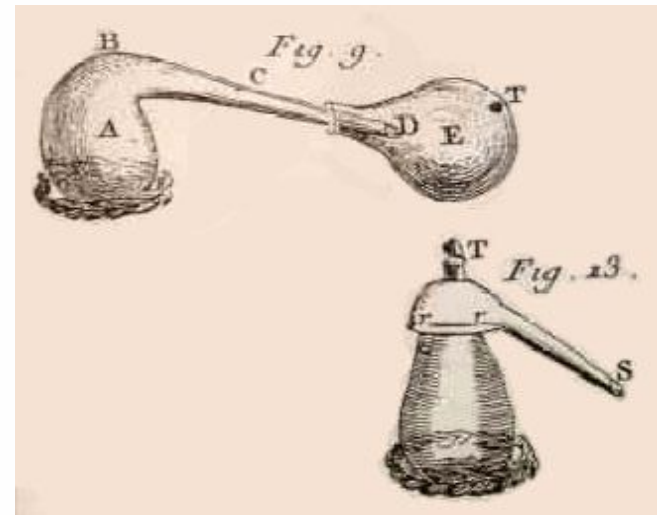
- Francescano inglese, studente a Parigi
seguace degli ellenistici
 - iniziatore dell'empirismo inglese, lettura matematica
dei fenomeni fisici - approccio geometrico allo studio
dell'ottica
 - polvere da sparo (1265)



~1250 - Europa

Chimica (e alchimia): anche altri sviluppi

- partendo dalle conoscenze e strumenti arabi
 - alambicchi in vetro,
 - distillazione frazionata,
 - etanolo, acquavite, potassa,
 - primi acidi minerali in Europa (solforico, nitrico, molto più forti di quelli vegetali),
 - acqua regia, ...
-
- permettono reazioni chimiche prima impossibili



~1250 - Europa

Sviluppi in chimica da parte di artigiani,
legati ad interessi tecnici e produttivi:

tinture per prodotti tessile
e coloranti colori per usi artistici

Cimabue - Maestà del Louvre ~1280
(Musée du Louvre, Paris)



1240 - Europa

Dall'Arabia arriva il timone di poppa moderno per navi
(o timone al dritto di poppa)

- inventato in Cina ~50 d.C.



cattedrale Winchester 1180

galea veneziana con timone
di poppa - spinta a remi e da
due vele latine



1270 - Europa

Portolano (a Venezia: carte da mar)

- carta nautica che indica i dettagli dei profili costieri e le posizioni dei porti
- le rotte di navigazione sono segnate tramite triangolazioni tra punti notevoli costieri



~1280 - Europa

Filatoio a ruota

- altro successo della meccanica in legno e del moto rotatorio
- permette di produrre filati per tessitura più velocemente che il tradizionale fuso, ma di qualità inferiore (per ora)
 - filare col fuso è un'attività onerosa, una servitù da sempre svolta quotidianamente dalle donne di ogni classe sociale: grazie al filatoio questo impegno si mitiga

- Già in uso nel mondo islamico e in Cina nel XI secolo
- nel XIV secolo in Cina già esisteva il filatoio a ruota motorizzato da una ruota ad acqua



1280 - Europa

Primi orologi meccanici

- eredi dei destatoi di 50 anni prima
- meccanica in legno
- rimangono per lungo tempo molto imprecisi
- hanno solo la lancetta delle ore, da regolare quotidianamente (riportare l'ora a mezzogiorno)
 - il moto orario circolare imita l'ombra dello gnomone
- per ragioni meccaniche le ore dell'orologio meccanico hanno tutte **durata uguale**:
è un tempo molto più astratto di quello delle tradizionali meridiane, le cui 12 ore diurne avevano durata diversa dalle 12 notturne e si dilatavano e contraevano nel corso delle stagioni

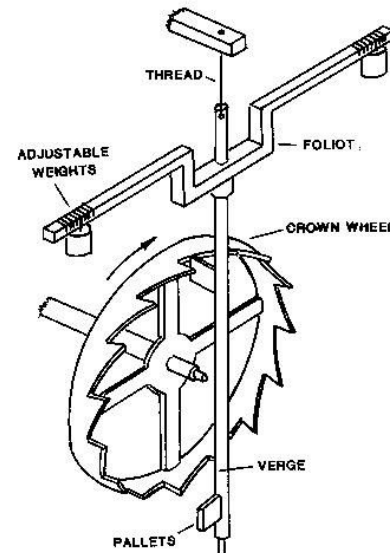
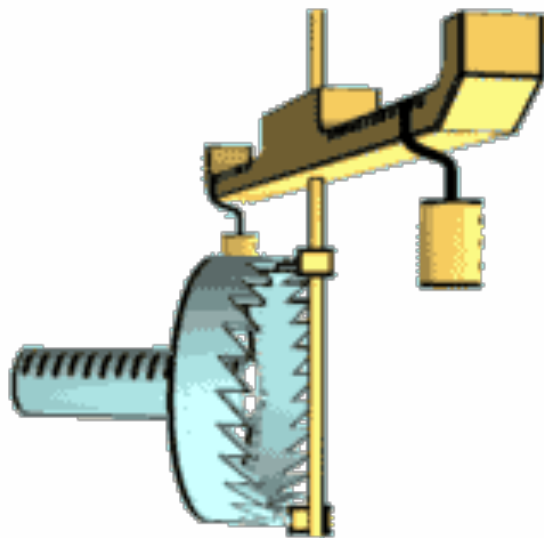


Museo della Scienza e della
Tecnologia - Milano

1285 - Inghilterra

Orologio con scappamento a bilanciere (foliot) e verga

- a Saint Paul - Londra
- dispositivo a moto alternato il cui momento d'inerzia rallenta e regola il moto delle ruote
- ha precisione migliorata seppur modesta
- richiede di essere riportato quotidianamente all'ora (a mezzogiorno)



1290 - Italia (e Cina?)

Occhiali per presbiteri

- lenti convesse, inizialmente in quarzo, poi in vetro
- allungano la vita produttiva
- inventati in Cadore?
- presto sviluppati a Venezia (Murano)
 - citati in documenti delle gilde dei vetrai nel 1300, 1301, 1316, ...
 - le lenti per miopi sono introdotte nel XVI secolo
 - tra lenti a diversa curvatura (gradazione), prodotte in modo empirico, si scelgono per tentativi quelle più idonee al difetto visivo

1352: prima rappresentazione degli occhiali:

Cardinale Ugo di Provenza

Tommaso da Modena

Capitolo dei Domenicani - chiesa di San Nicolò – Treviso

