

□

STORIA DELLA TECNOLOGIA

LEZIONE 10

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

1466 - Francia

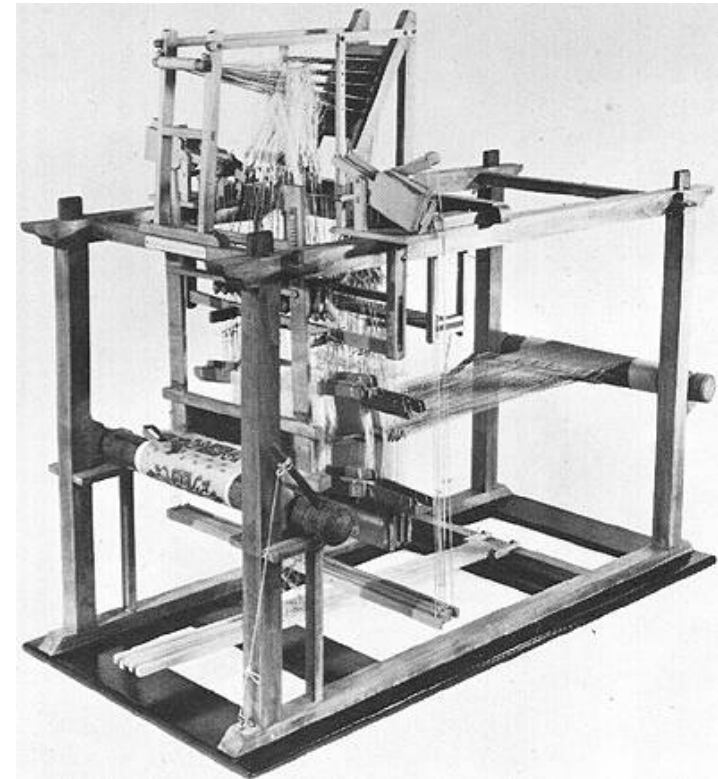
XIV secolo: sofisticato telaio per tessuti operati in seta

Giovanni il Calabrese

- tessitore di Catanzaro
- sviluppato dal telaio orizzontale di origine asiatica

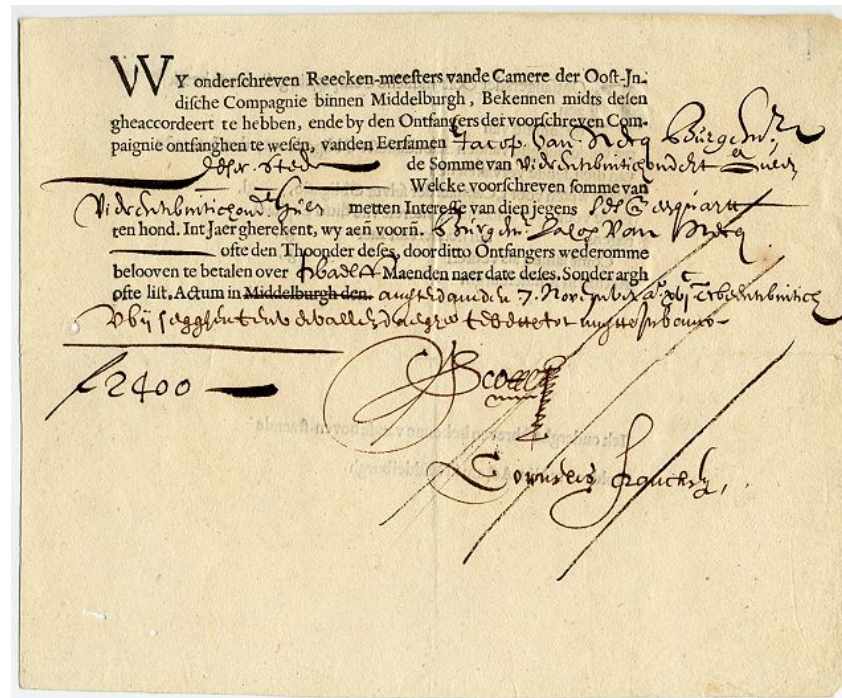
1466 Lione

- il telaio di Jean Le Calabrias è portato a Lione da tessitori italiani ingaggiati dal re di Francia
- diffusione del patrimonio tecnico italiano nell'Europa centrale
- avvia una tradizione secolare in Francia



XV secolo - Europa

Società per azioni: si affermano a Firenze, Venezia, Amsterdam e in altre città (Fiandre e Paesi Bassi), dove sono fiorite ricche attività artigianali e commerciali (in particolare tessili)



Forme primordiali di società partecipate: Cina del Song (960–1279), 1250 in Francia, 1288 in Svezia. Prima borsa: 1309 a Brouges

1474 - Venezia

Legge sul brevetto

- emanata il 19/03/1474 dal Senato della Repubblica,
- permette di vendere per un certo tempo l'uso delle invenzioni, impedendo ad altri di sfruttarle liberamente
- ideata anche per proteggere la produzione dello stato (che stava spostando i suoi interessi dal commercio alla produzione)
- precedenti:
 - Venezia 1416: privilegi per nuove macchine tessili per follatura
 - Firenze 1421: privilegio di 3 anni a Brunelleschi per il “badalone”, barcone anfibio a 14 ruote con paranco per il trasporto dei marmi
 - Inghilterra 1449: privilegio a vetraio fiammingo
 - Venezia 1469: patente a stampatore tedesco
- diffusione in Europa:
 - Francia 1551: privilegio a maestro vetraio veneziano
 - Inghilterra 1623: emanazione dello “Statuto dei Monopoli” (prima legge inglese sui brevetti)

1433-1489 - Italia

Comunicazioni in Europa

Primo servizio postale pubblico commerciale europeo

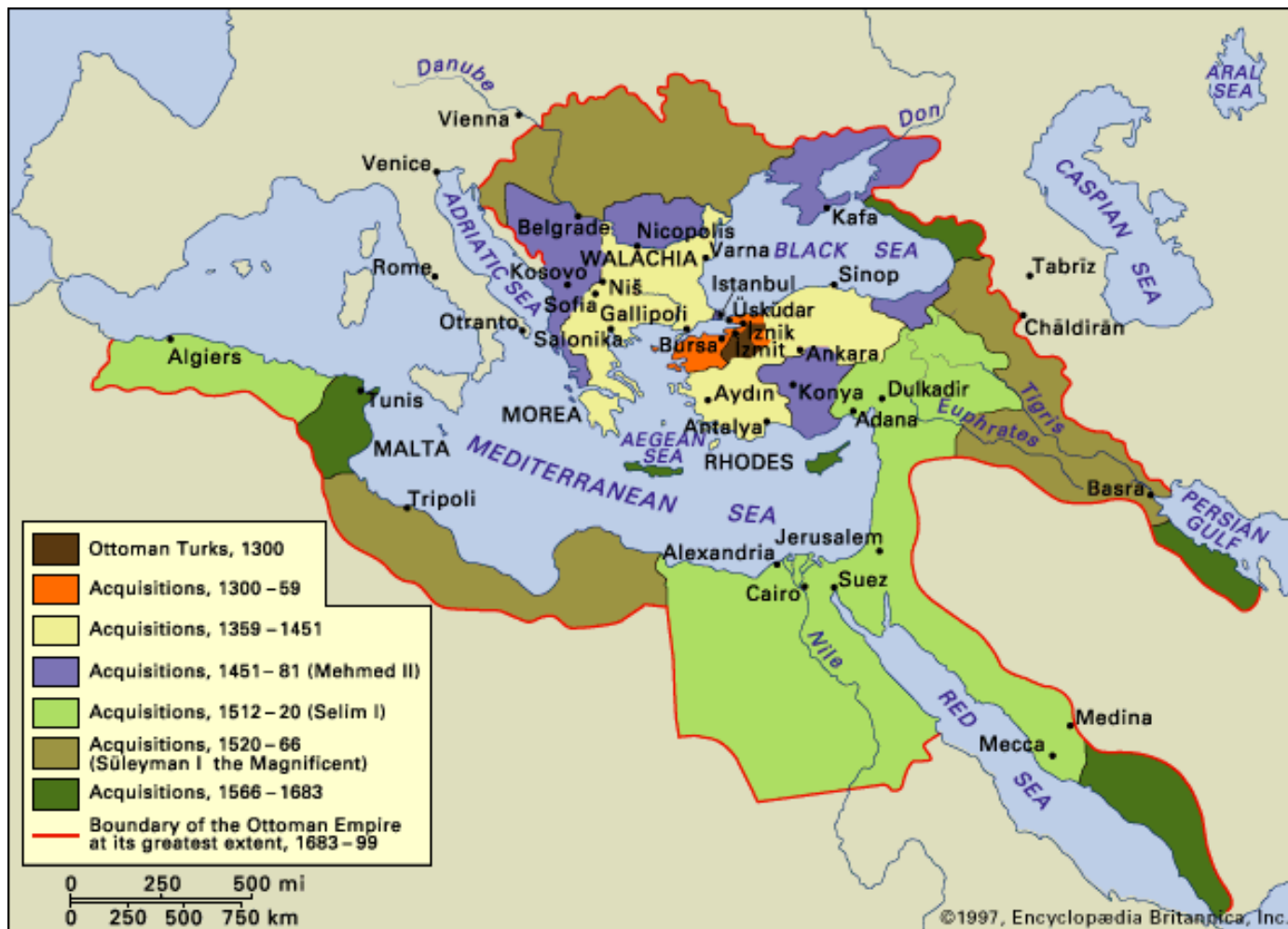
- 1433: Ruggiano de Tassis
 - originario di Bergamo, organizza servizio postale imperiale
- 1489 Jeannetto de Tassis
 - capomastro delle poste a Innsbruck
- altra esportazione di capacità tecniche italiane

- germanizzazione del nome in von Taxis e poi Thurn und Taxis
 - sotto l'imperatore Carlo V: servizio postale esteso a gran parte dell'Europa continentale
 - oggi una delle casate nobili tedeschi

~1400 - Medio Oriente

Espansione dell'Impero Turco-Ottomano

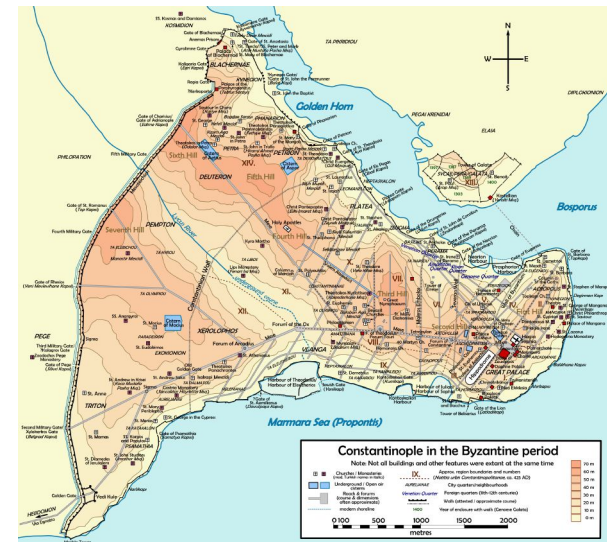
- sorto intorno al 1299 sulle ceneri del Sultanato selgiuchide
- 1389: vittoria sui Serbi a Kosovo (stermino della nobiltà serba)



1453 - Costantinopoli

Conquistata dagli Ottomani di Maometto II

- uso determinante delle artiglierie durante l'assedio:
 - archibugi (in dotazione ai Giannizzeri da un decennio)
- prima impiego bellico rilevante di grandi bombarde, lanciano proiettili da 270 kg (progettate dall'ungherese Orban)
 - 7 colpi al giorno, con effetti psicologici devastanti
 - infrangono le mura teodosiane, che per oltre 1000 anni hanno difeso la città respingendo 29 assedi



Ritratto del sultano Maometto II eseguito da Gentile Bellini nel 1479

1453 - Costantinopoli

Caduta dell'Impero Romano d'Oriente

Definitiva affermazione ottomana in Medio Oriente e nella penisola balcanica

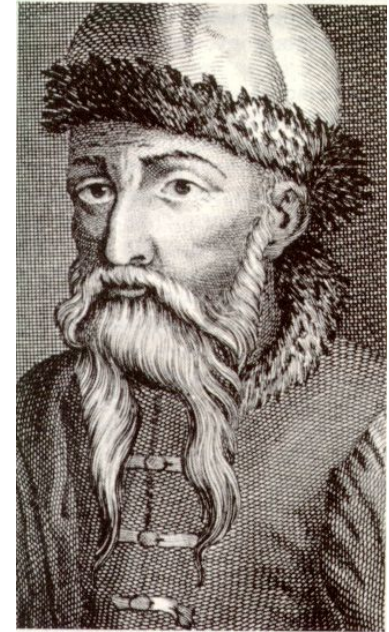
- radicalizzazione del confronto cristiano-islamico, specialmente in Europa orientale
- fuga degli intellettuali bizantini ortodossi in Europa occidentale ed in particolare in Italia dove contribuiscono alla fioritura del Rinascimento
- è anche l'inizio di una fase di scarsa diffusione culturale nel mondo islamico (nonostante i grandi successi politico-militari): dal 1485 nell'impero ottomano è proibito stampare testi in arabo (il divieto sarà abolito nel 1728)

1450 - Germania

Stampa a caratteri mobili metallici
(in piombo) ottenuti per fusione

Johann Gutenberg (~1397 - ~1468)
o altri? (**Johannes Fust, Laurens Coster...**)

- re-invenzione (1041 Cina - in porcellana, 1234 Corea - in metallo)
- richiede una progettazione complessa di “sistema” piuttosto che di “prodotto”:
 - fusione di precisione di caratteri piccoli e a profilo netto
 - calibrata viscosità dell’inchiostro
 - adeguata pressione, ottenuta con una pressa derivata dal torchio a vite da vino
- diffusione delle copie di set di caratteri, ottenuti per fusione da uno stesso stampo



1455 - Germania

Primo libro occidentale
a stampa di grande diffusione:

La Bibbia

(Bibbia mazarina, o vulgata)

- Stampata sia su pergamena che su carta (meno costosa)
- In pagine di 42 righe
- In latino, lingua colta comune a tutta l'Europa occidentale



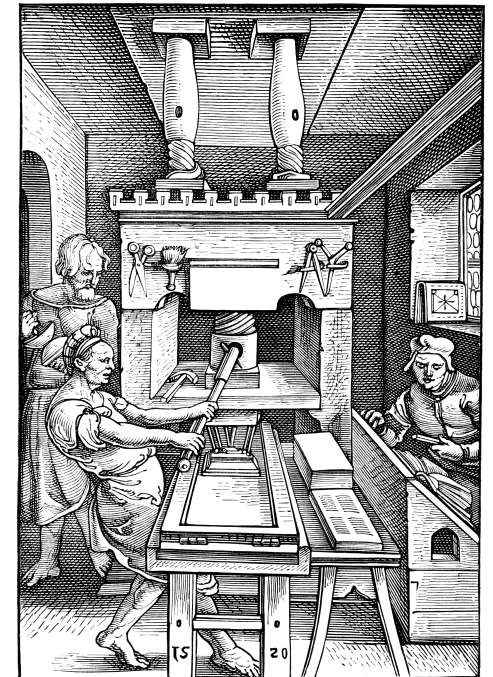
1455-1500 - Europa

Inizia la produzione in serie di libri (incunaboli)

- rapida diffusione della stampa, crollo dei prezzi, specialmente su carta
- la quantità di libri in circolazione aumenta vertiginosamente:
- 1480: stamperie in oltre 100 città europee
- 1500: 40.000 edizioni catalogate (circa 20 milioni di copie)
- Germania e Italia: 2/3 della produzione totale europea
- in particolare a Venezia

“saremmo rimasti increduli se ci avessero assicurato che... sarebbe stato possibile scrivere un’infinità di libri in poco tempo e con velocità mille volte più grande di quella con la quale si parla...”

Pierre Borel 1655



1455-1500 - Europa

Si stampano i grandi libri scientifici e tecnici classici

1473: *De rerum natura* di Lucrezio,

1475: *Geografia* di Tolomeo,

1482: *Elementi* di Euclide,

1486: *De Architettura* di Vitruvio, ...

anche argomenti profani e laici:

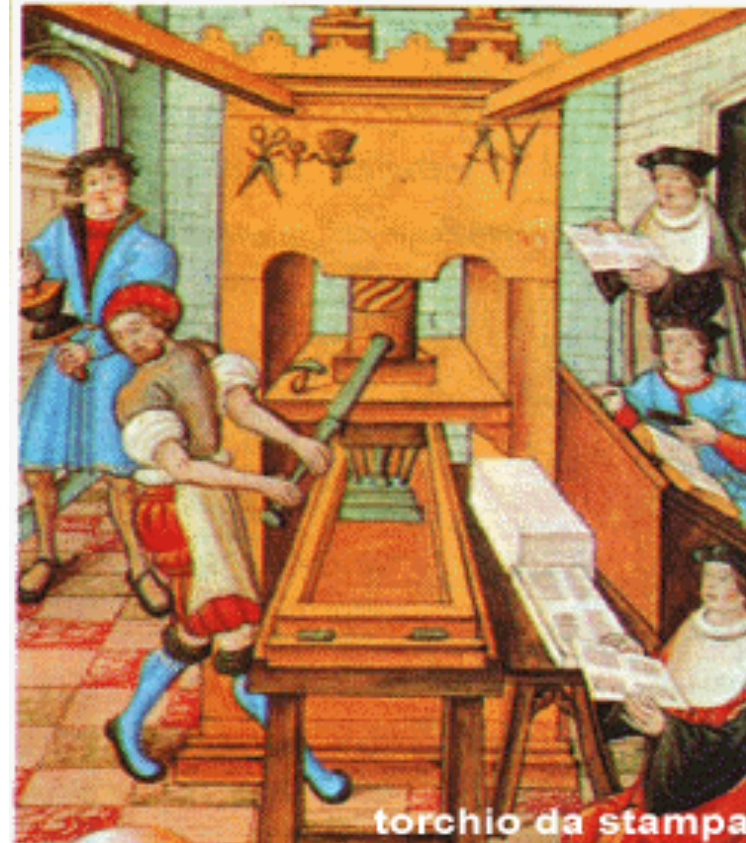
1472 Verona: *De re militari*

Roberto Valturio

primo trattato tecnico a stampa

1478 Treviso: *L'arte de labbacho*

primo libro di matematica a stampa



torchio da stampa

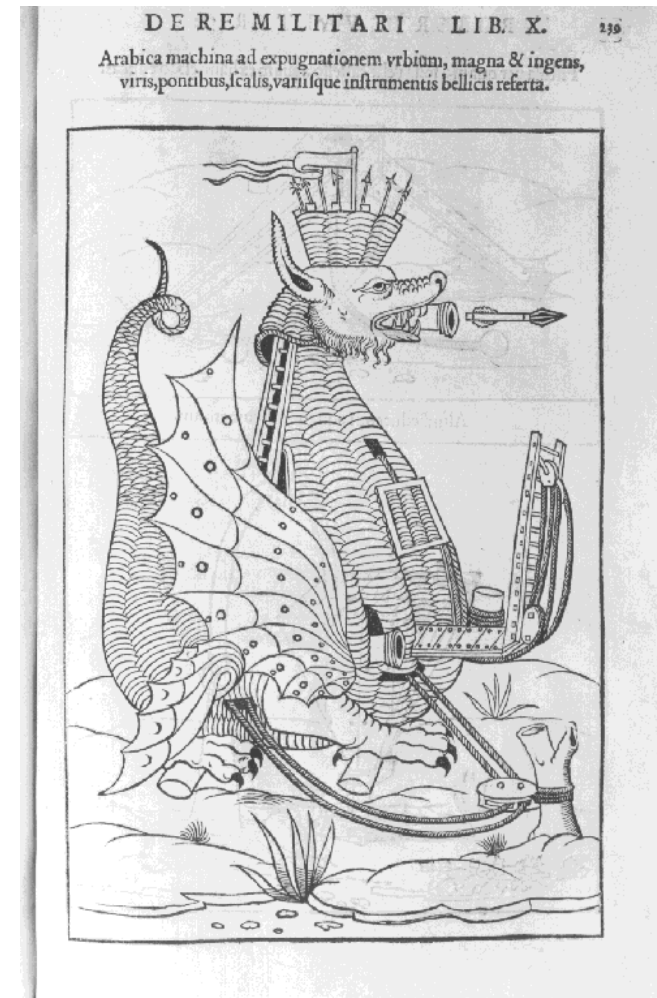
1455-1500 - Europa

- Fine del monopolio della copiatura amanuense, detenuto dai monasteri
- diffusione in serie della cultura, non più detenuta solo da religiosi e dotti e diventa più laica
- le idee e le conoscenze divengono patrimonio anche di artigiani e borghesi
- si riducono gli errori di trascrizione, aumenta il rigore verso le fonti
- la circolazione delle conoscenze fa sì che le attività intellettuali si trasformino in uno sforzo collegiale e di confronto e di coscienza
- si avvia un'era di diffusione culturale che non ha precedenti

1472 - Verona

De re militari

- **Roberto Valturio (1405-1475)**
 - primo trattato a stampa di argomento tecnico-scientifico
 - pubblicato a mano intorno al 1460
 - macchine militari e navali
 - macchine per assedio
 - propulsione navale a pale
 - scafandro da palombaro
 - ...



Ingegneri rinascimentali

Fioriscono molti inventori di macchine (e spesso architetti), oltre a Brunelleschi (1377-1446) e Leonardo (1452-1519):

- Mariano di Jacopo, Taccola (1382-1453)
- Giovanni Fontana (1395-1454)
- Filarete (1400-1465)
- Leon Battista Alberti (1404-1472)
- Roberto Valturio (1405-1475)
- Fra' Giovanni Giocondo (1433-1515)
- Francesco di Giorgio Martini (1439-1501)
- Giuliano da Sangallo (1445-1516)
- Lorenzo della Volpaia (1446-1512; astrario)

1478-1515 - Italia

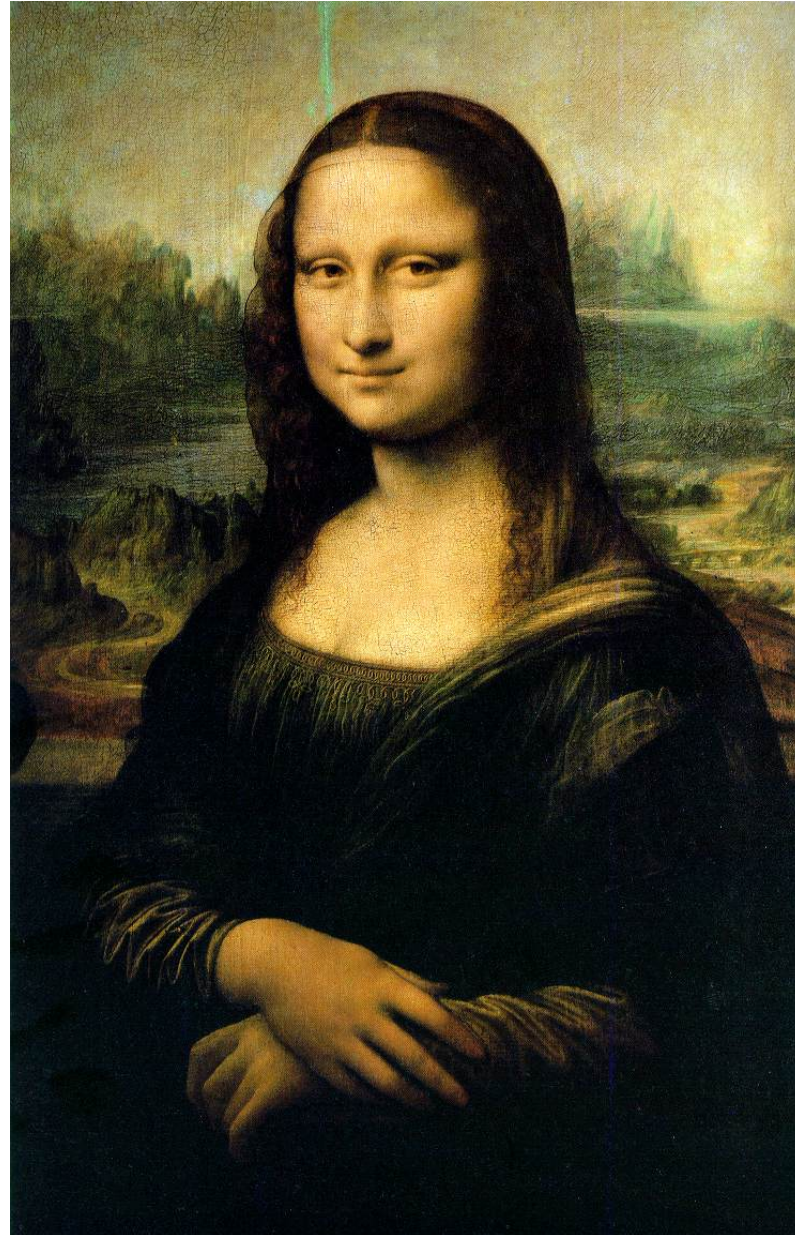
Leonardo da Vinci (1452-1519)

esempio più alto del genio (uomo di intelletto) universale rinascimentale

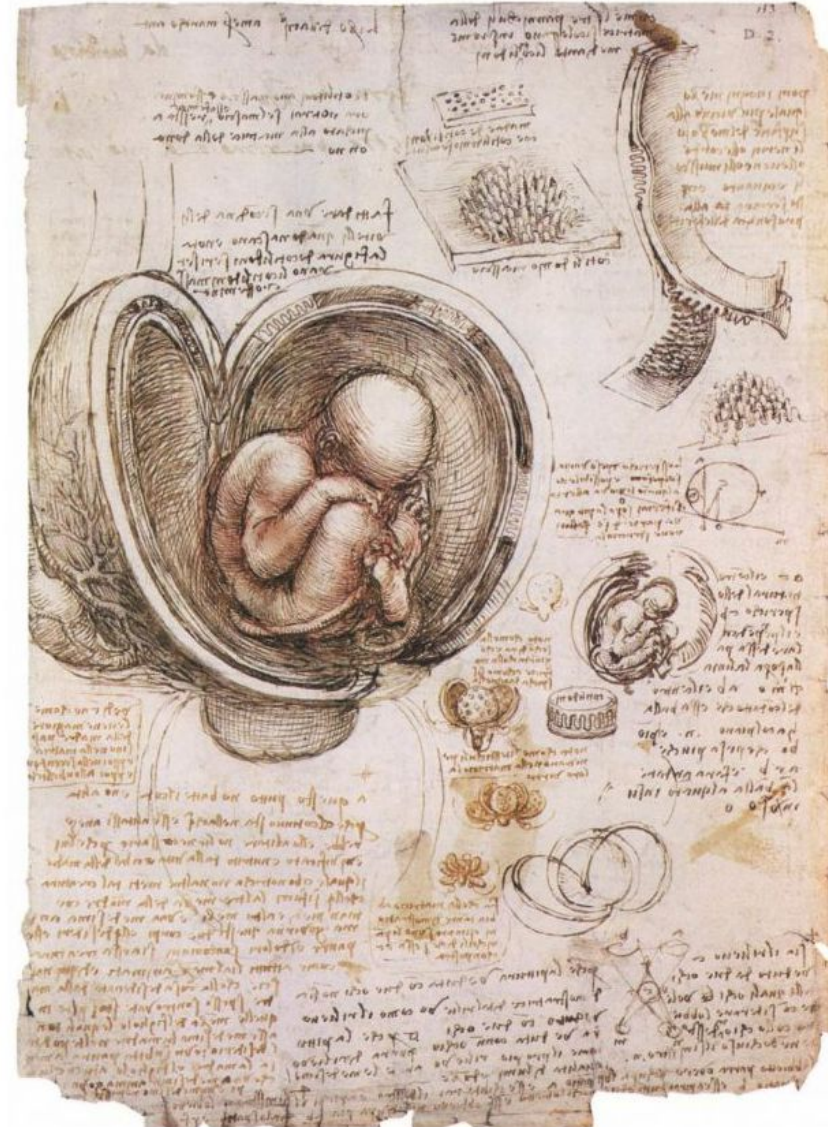
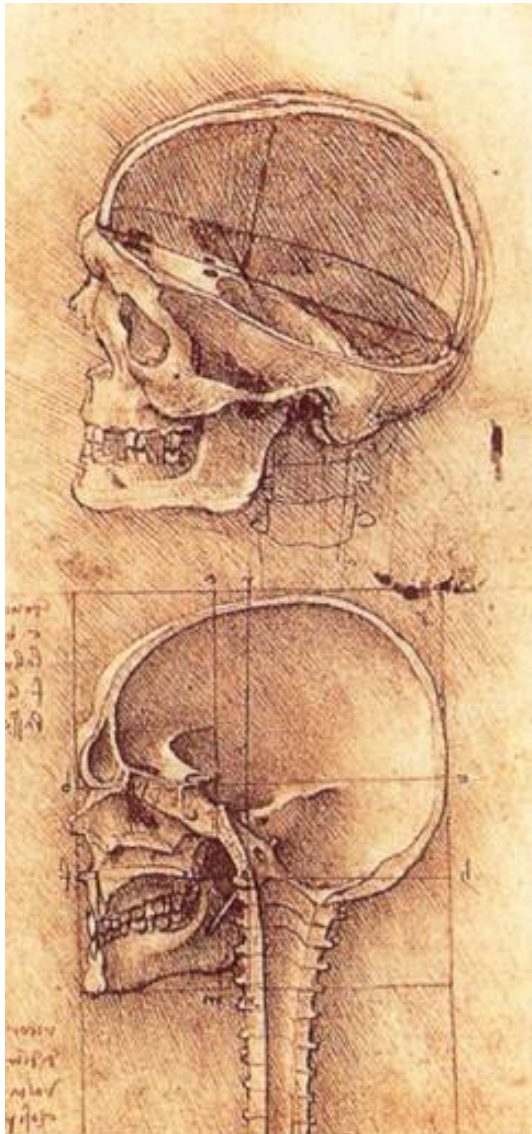
- pittore
- scultore
- anatomista
- scienziato
- tecnico
anche visionario,
solitario anticipatore di
sviluppi tecnici futuri



1506 - Leonardo artista



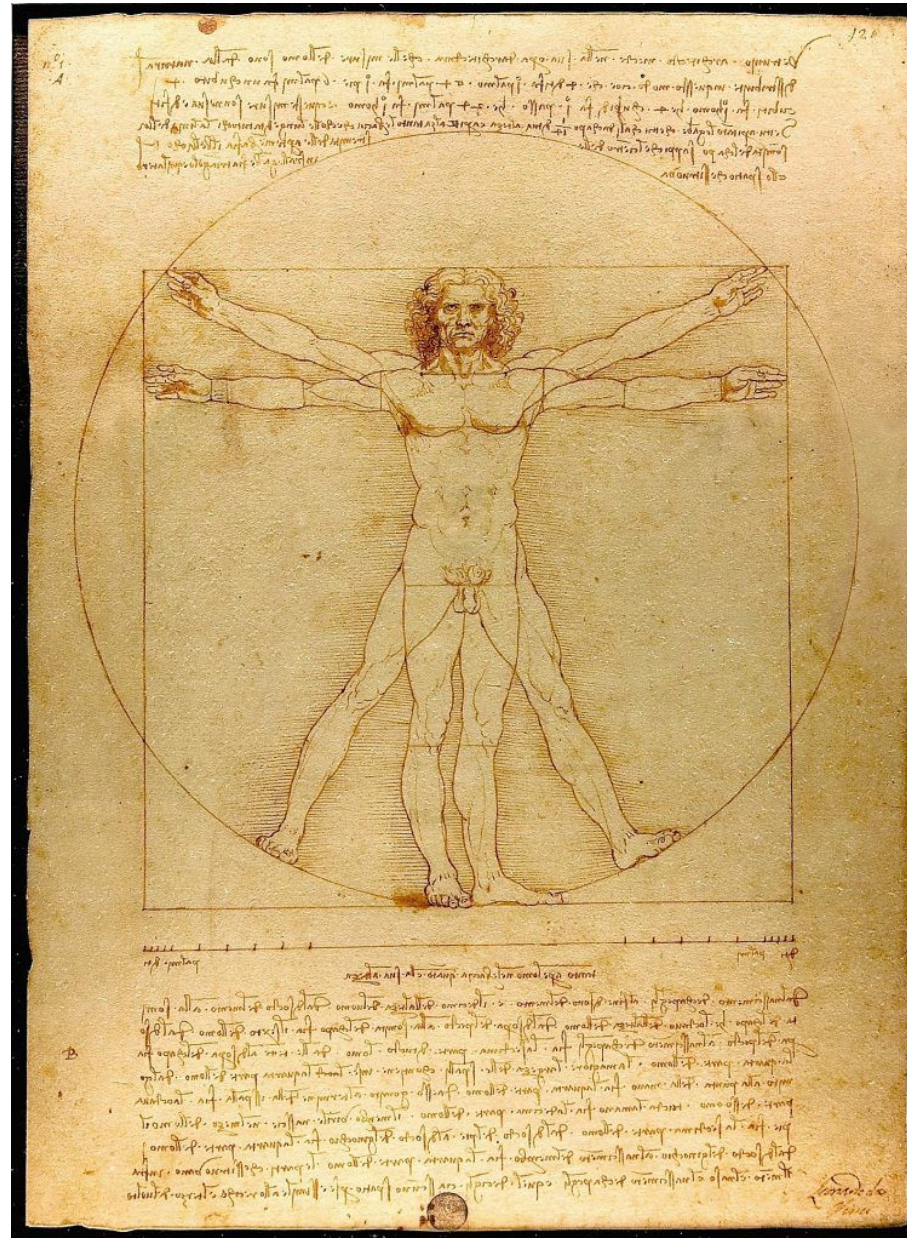
~1490 - Leonardo anatomista



19A. The infant in the womb (R.L. 19102R)

19

1478-1515 - Leonardo tecnico

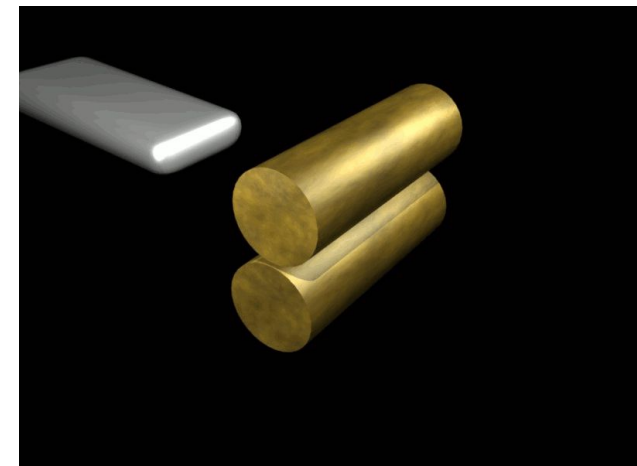
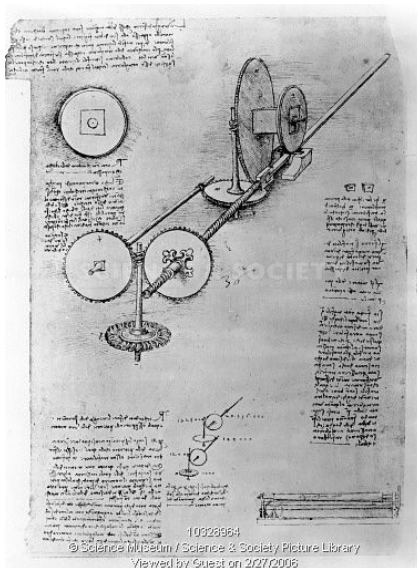


1478-1515 - Leonardo

Ingegneria meccanica – macchine utensili

laminatoi: per meccanizzare e velocizzare la forgiatura, producendo ferro saldato e di sezione regolare

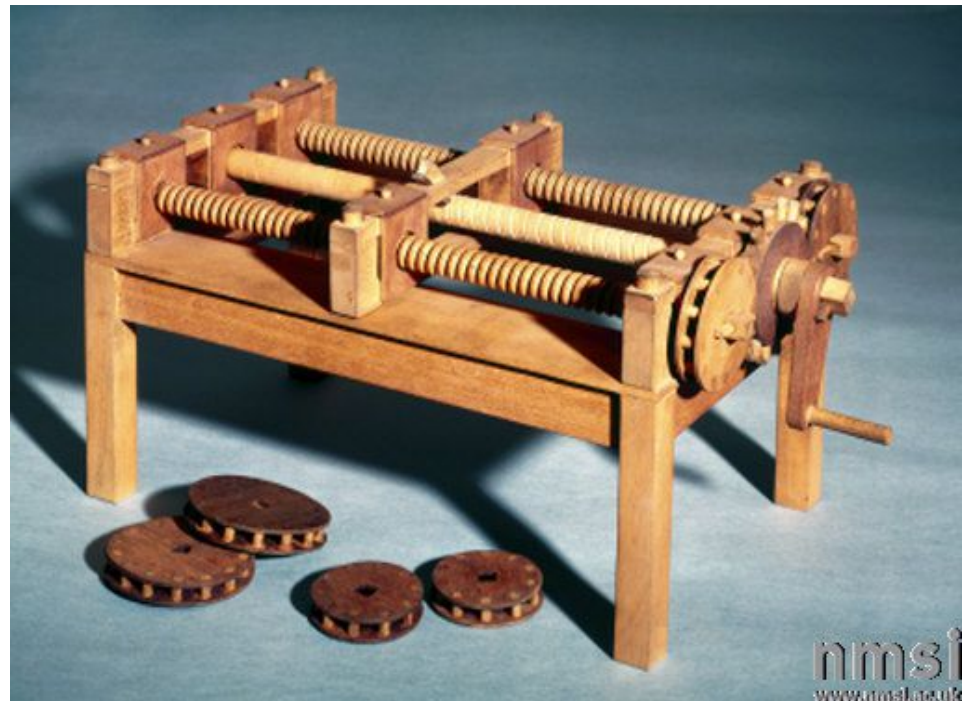
- Si affermano presto per gli impieghi più vari:
 - strutture scatolate → il ferro inizia timidamente a sostituire il legno in impieghi strutturali
 - col tempo: cannoni ottenuti da lamine arrotolate e saldate
 -



1478-1515 - Leonardo

Ingegneria meccanica – macchine utensili

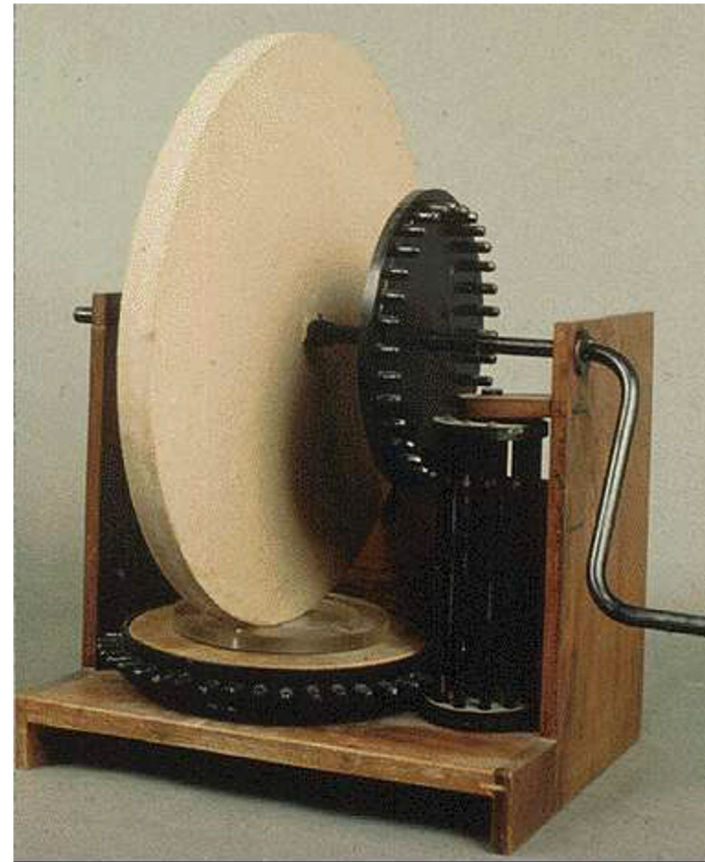
- filettatrice
 - dopo quella di Erone del I secolo d.C.
 - doppio movimento sincronizzato che offre velocità e precisione
- torni di questo tipo si diffondono intorno al 1550



1478-1515 - Leonardo

Ingegneria meccanica – macchine utensili
molatrice per lenti e specchi

- doppio movimento sincronizzato garantisce lavorazione sferica (velocità e precisione)
- anticipa macchine simili di Huygens e di Newton (XVII secolo)



1478-1515 - Leonardo

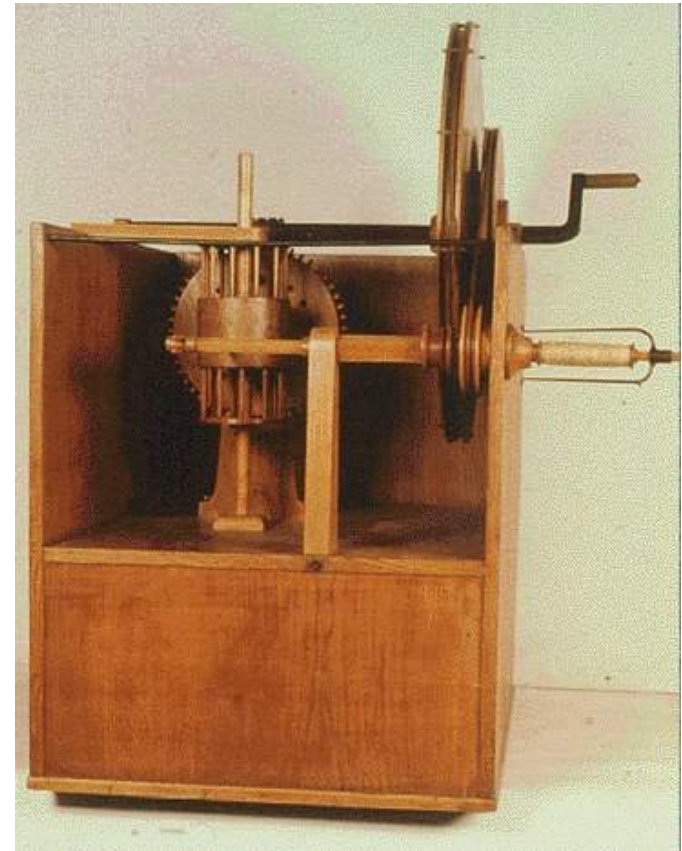
E molte altre **macchine utensili** per fare macchine o parti di macchine

- applicazione del volano a biella e manovella (supera i punti morti nella conversione di moto alternativo in rotazione continua)
- cuscinetto a rulli (archetipo di quelli a sfere, riduce gli attriti)
- pressa meccanica
- trafilatrice
- affilatrice per aghi
- trasmissione a catena
- alesatrice (anticipa alesatrice di Wilkinson del 1774)
- piallatrice (anticipa piallatrice di Roberts del 1817)
- macchina per fabbricare corde (realizzata per l'arsenale di Venezia)
- macchina per tritare i minerali (realizzata in Germania - 1512)
- torretta girevole per mulini a vento (realizzata in Olanda - 1579)
-

1478-1515 - Leonardo

Ingegneria meccanica –anche macchine per altri settori produttivi,
ad esempio **macchine tessili**

- filatoio a doppia aletta
 - unisce in una sola macchina la filatura e la bobinatura su rocchetto
 - permette di usare entrambe le mani per maneggiare il filato
 - produce due fili contemporaneamente
 - aumenta la produttività
- archetipo delle macchine prodotte dal 1530 e di quelle che hanno importante diffusione dal 1738



1478-1515 - Leonardo

Telaio automatico

- azionabile da un solo addetto
- velocizza la tessitura e aumenta la produttività
 - (archetipo dei modelli francesi apparsi dal 1524 e di quelli inglesi del '700 - anticipa la navetta volante di Kay del 1733)



1478-1515 - Leonardo

E molte altre macchine per migliorare la produzione artigianale

...

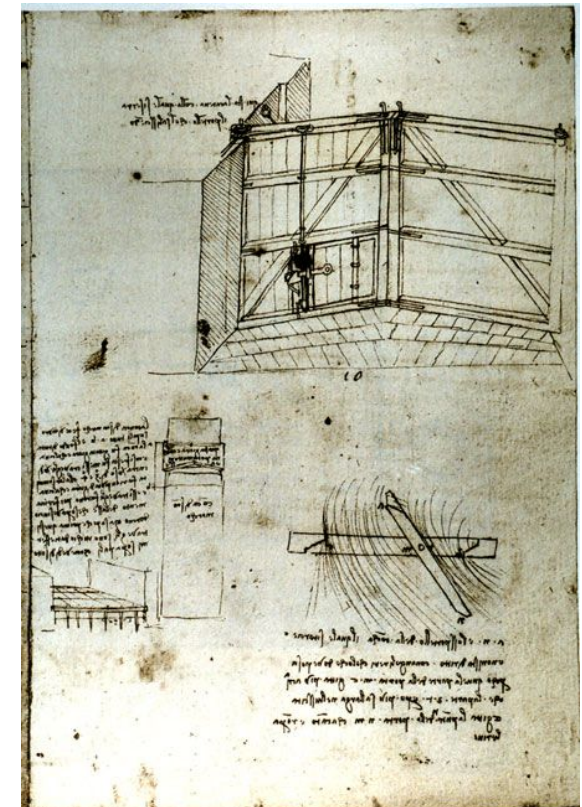
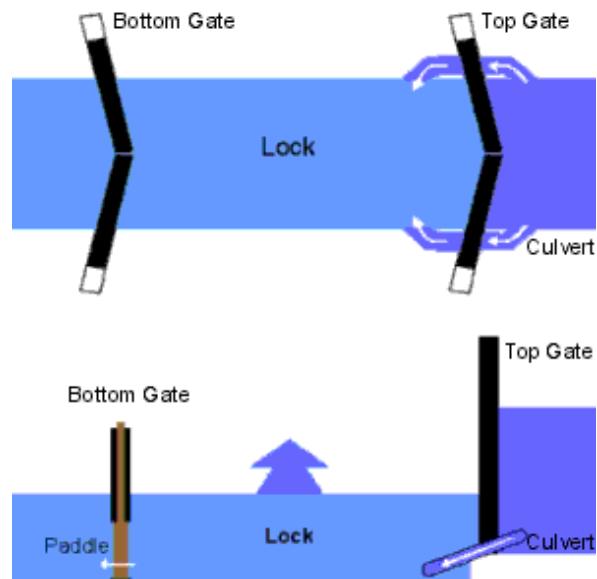
- macina meccanica per tritare i colori
-
- con lo scopo comune di rendere “meccaniche” (automatiche) e veloci le lavorazioni artigianali
- una concezione del lavoro che è già presente nella seconda rivoluzione tecnologica e troverà compimento nella rivoluzione industriale

1478-1515 - Leonardo

Ingegneria idraulica

1497: Porta idraulica a due battenti ad angolo per conche fluviali

- regge la spinta idrostatica
- realizzata sul canale della Martesana, a San Marco (Milano)
- Studi di fluidodinamica e per il controllo delle acque fluviali



1478-1515 - Leonardo

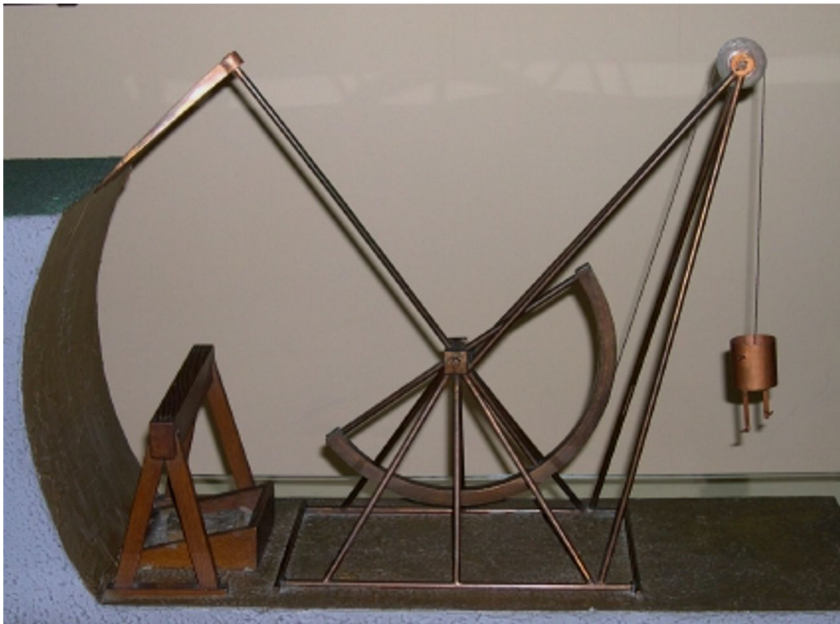
Ingegneria idraulica – Scavatrice e gru girevole

Pensate per realizzare un canale per deviare l'Arno, concepito al tempo della guerra tra Firenze e Pisa

- poi realizzate a Venezia e usate nelle opere di canalizzazione

1503: progetto di canale in quota, a Vicopisano (non realizzato, troppo futuristico)

- opere di bonifica in Lombardia e nel Pontino,

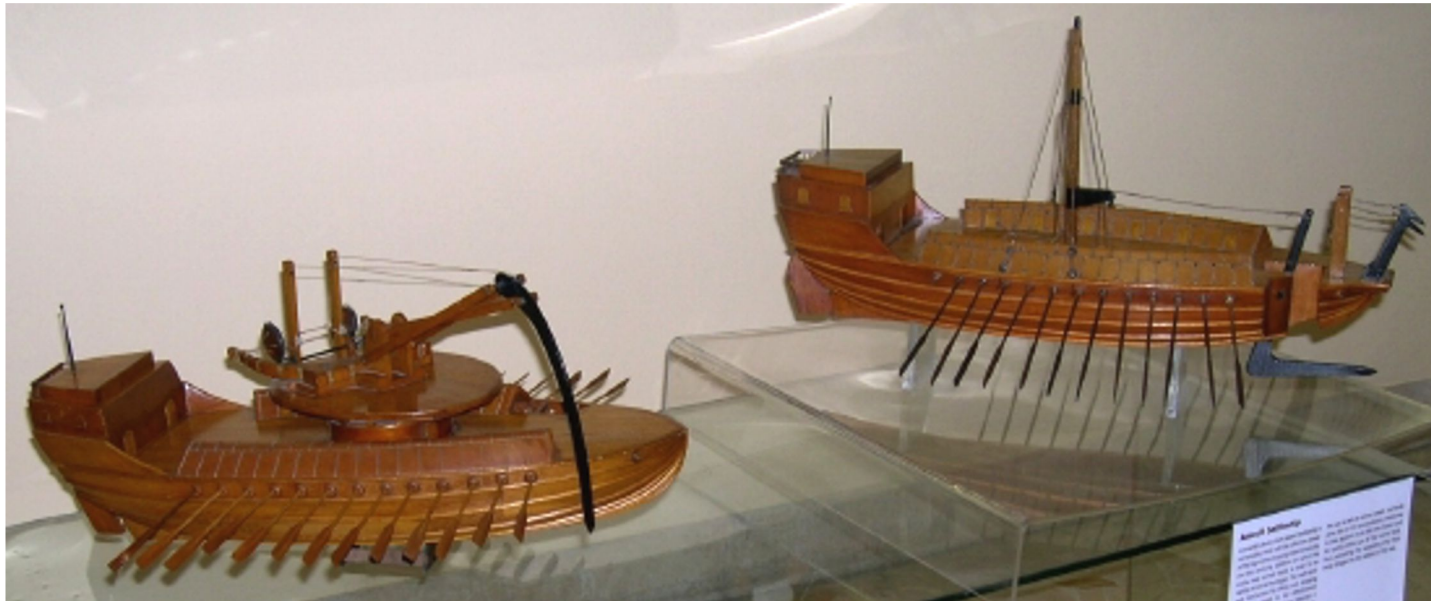


Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano

1478-1515 - Leonardo

Ingegneria navale

- per i vari principi alle corti dei quali era accolto:
- navi da guerra
- sottomarino
 - Il primo prototipo di successo apparve nel 1620



Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano

1478-1515 - Leonardo

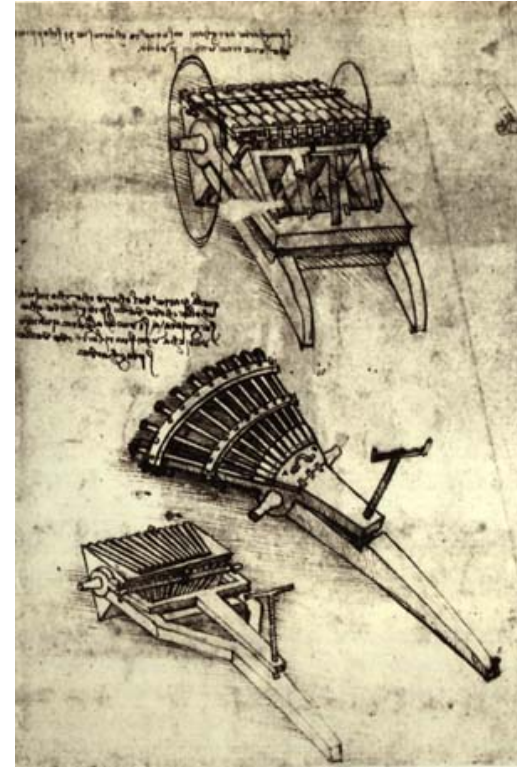
- Sci d'acqua (scarpe galleggianti)
- Scafandro da sommozzatore
 - già pensato da Roberto Valturio nel 1460, anticipa il prototipo del 1797 e i modelli operativi del XX secolo



1478-1515 - Leonardo

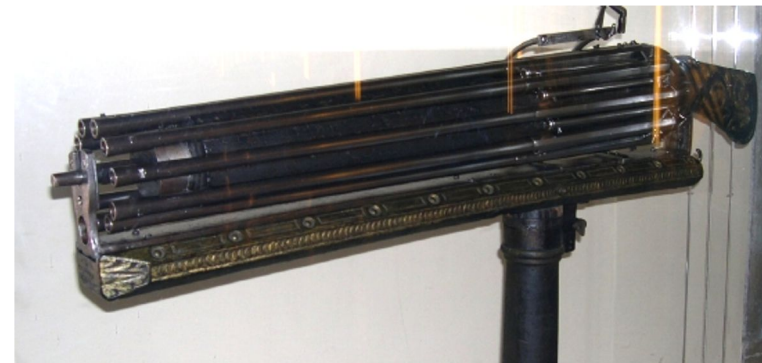
Ingegneria militare

- cannoni a canne multiple



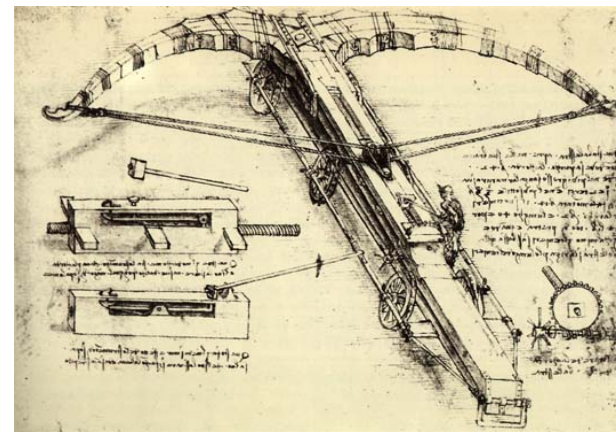
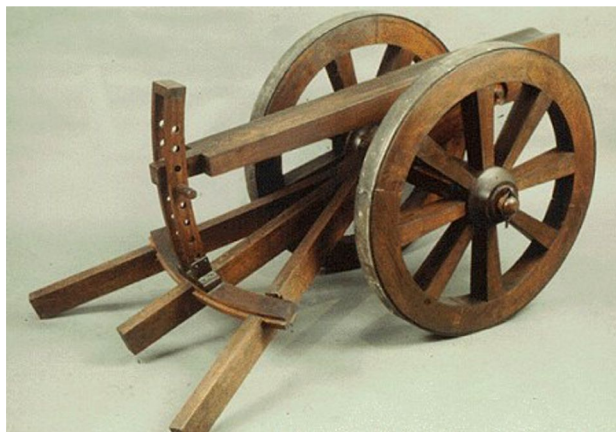
- anticipano armi a fuoco rapido del ~1650

Modello veneziano ~1650 - Palazzo Ducale



1478-1515 - Leonardo

- **Ingegneria militare**
- Carro armato, senza seguito (anticipa quelli apparsi nel 1915)
- Affusto per cannone a doppia regolazione
- Balestra gigantesca



1478-1515 - Leonardo

Mobilità

- Bicicletta (attribuzione del disegno incerta)
 - con propulsione a pedali e trasmissione a catena
 - anticipa in meglio la dreisina del XIX secolo



1478-1515 - Leonardo

Mobilità

Automobile a molla per uso teatrale

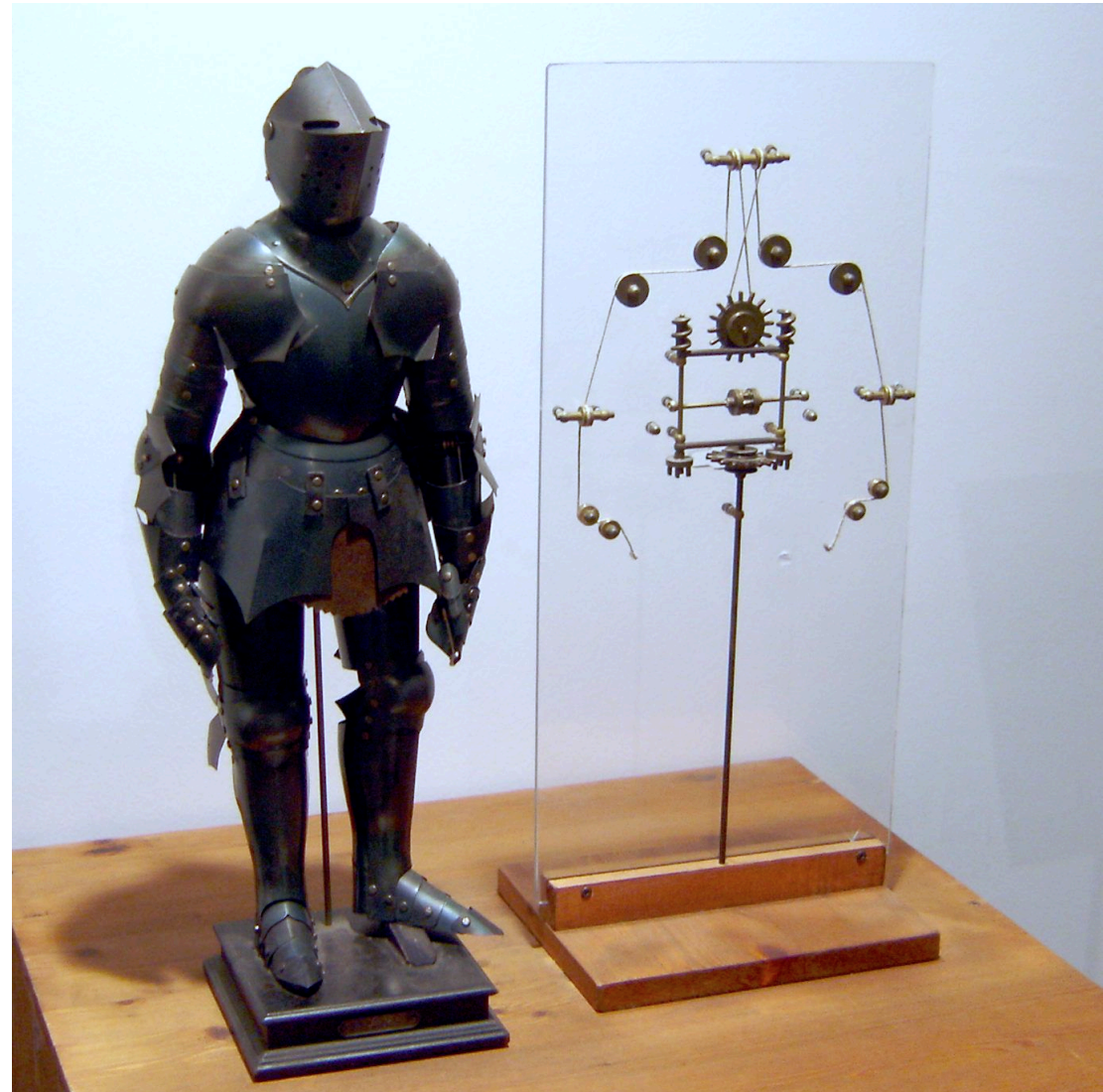
- sfrutta l'energia elastica di molle a spirale in ferro alloggiati in due tamburi
- accumulo di energia
- molle a spirale mutuata da quelle per orologeria, apparse verso il 1440



1478-1515 - Leonardo

Automa
o robot di Leonardo

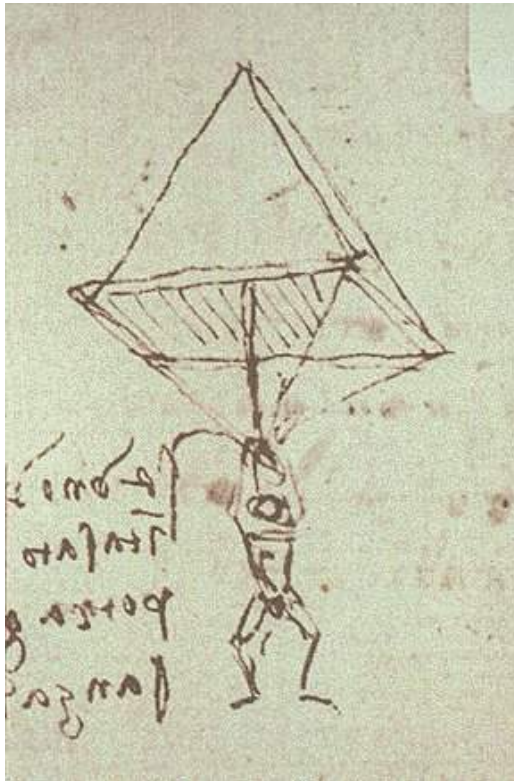
- macchina teatrale



1478-1515 - Leonardo

Ingegneria aeronautica

- Paracadute
 - anticipa i primi modelli del 1595, 1732 e 1797



1478-1515 - Leonardo

~1485: Vite aerea

- macchina impossibile, ma intuisce il principio di sostentamento dell'elicottero
- anticipa il prototipo di Forlanini del 1877 e i modelli operativi del XX secolo

Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano



1478-1515 - Leonardo

~1505: Macchine per il volo, studi di ali per volo planato

- Anticipano gli alianti realizzati dal 1853

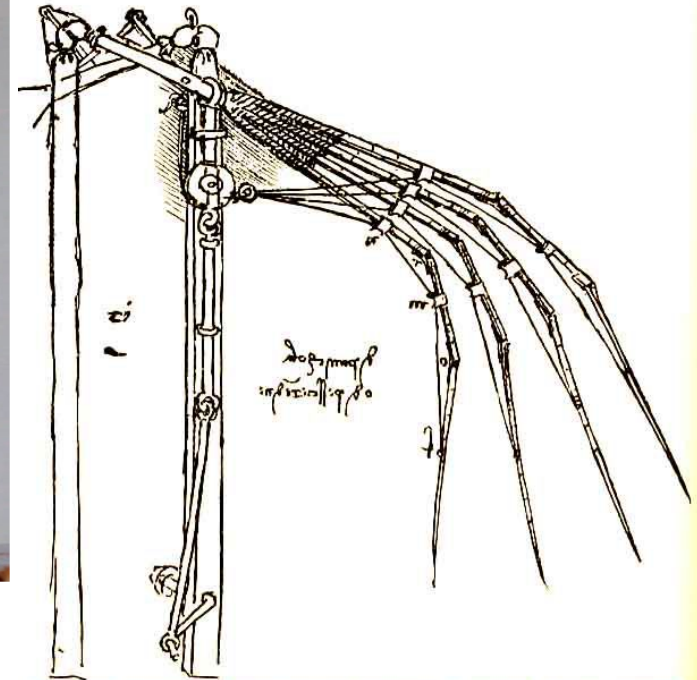
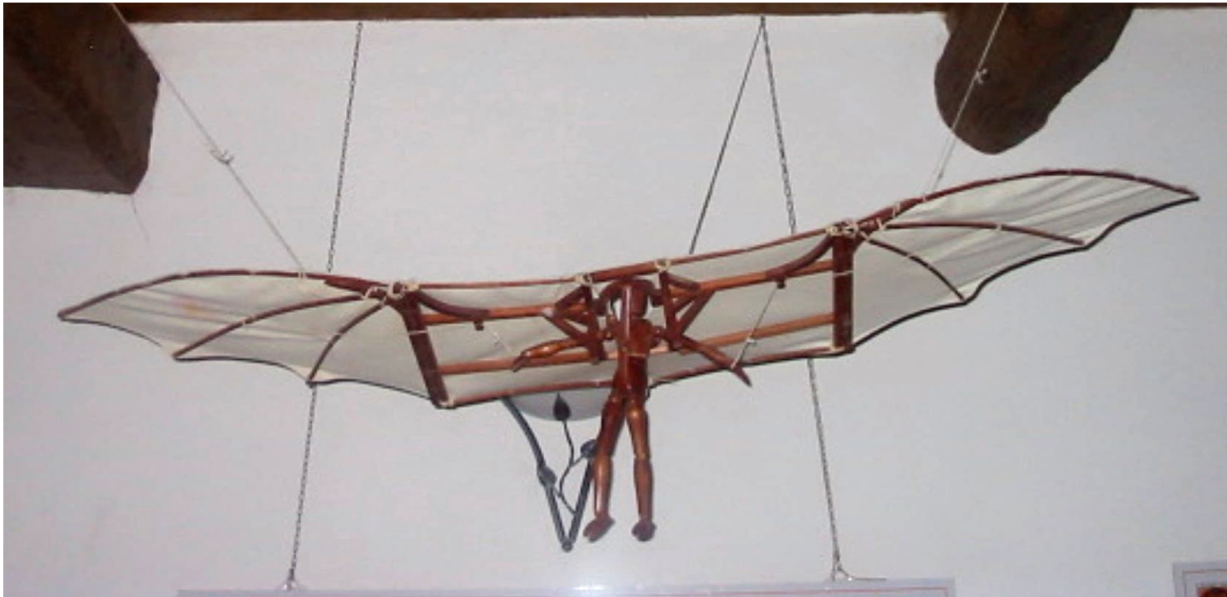


FIG. 4.—ONE EXAMPLE OF SEVERAL DEVICES CONTAINED ON SEPARATE SHEETS, EMPLOYED BY LEONARDO IN HIS STUDIES IN THE MECHANISM OF FLYING.



- metodo sperimentale “trial and error”

alianti e ornitotteri di Leonardo

Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano

1478-1515 - Leonardo

Ingegneria civile

- Ponte a campata singola attraverso il Corno d'Oro, a Istanbul
 - Proposto al sultano in una lettera del 1502
- lungo 200 metri e alto 55 metri
- i fianchi dell'arco, inclinati e dotati di spalle allargate per reggere la spinta orizzontale (scoperta e studiata da Leonardo; nell'arco a fianchi verticali non è compensata)
 - soluzione oggi ordinaria, ma allora rivoluzionaria



1478-1515 - Leonardo

- ...

Studi urbanistici

- Definizione razionale dell'ampiezza delle strade cittadine
- Concezione del traffico urbano su due livelli differenziati per velocità di transito
- superiore per pedoni e inferiore per veicoli
 - sarà realizzato con le metropolitane nel 1863
- Quartieri residenziali satelliti rispetto ai centri cittadini
- Regole di igiene urbanistica

- ...

1478-1515 - Leonardo

Studi tecnico-scientifici

- Studi strutturali sulle sollecitazioni dei materiali, prime forme di diagrammi di carico di travi e puntoni
- Scoperta e valutazione della spinta orizzontale dell'arco di volta
- Misura del carico di rottura di fili metallici (automatica con macchina speciale)
- Studi di dinamica
- Studi di fluidodinamica
- Uso moderno della vite come elemento di assemblaggio
-

Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano



1478-1515 - Leonardo

... si riconosce nelle sue opere una sequenza straordinaria di ideazioni nei più diversi settori, anche ispirate alle idee dei grandi tecnici classici e solo in parte recepite e realizzate al suo tempo (alcune, però erano irrealizzabili),

- dal punto di vista umanistico esprimono il dominio e la centralità dell'uomo sulla natura
- dal punto di vista tecnico sono concezioni geniali
- **crede nella "superiorità dell'occhio sulla mente"** (ossia dell'osservazione diretta sullo studio dei libri, ...)
- **inventa un nuovo metodo rigoroso per progettare e rappresentare le macchine**, prime forme di disegno tecnico moderno, col quale le "anatomizza"

- ...

in definitiva prosegue l'opera di Honnecourt e Brunelleschi nel re-inventare un approccio **scientifico alla progettazione tecnica**, 1700-1400 anni dopo Archimede, Filone ed Erone (ai quali si ispira)

- giungendo a risultati molto più progrediti della cultura dell'epoca

1478-1515 - Leonardo

Ma:

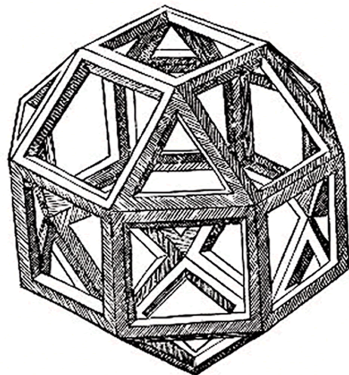
- scrive per se stesso, in modo arcano (da destra a sinistra) con simbologia volutamente oscura (*pensando di non poter essere capito dai suoi contemporanei?*)
- disprezza la stampa e la tipografia e quindi la divulgazione tecnico-scientifica (non pubblica libri a stampa)
- è ancora un uomo che concepisce la conoscenza in modo “sacerdotale”, non trasmissibile o divulgabile
- e il suo metodo non è raccolto dai filosofi naturali e dai tecnici del suo tempo, che continuano a costituire due ambiti ancora privi di linguaggio comune e di possibilità di intesa

1494 - Italia

Summa di Arithmetica, Geometria, Proportioni e Proportionalità

Luca Pacioli (1445-1517)

- Frate e matematico
- il più influente testo europeo di matematica dopo il *Liber Abaci* di Fibonacci del 1202



Rombicubottaedro disegnato da Leonardo per la Summa



Jacopo de' Barbari, museo nazionale di Capodimonte

1414-1450 - Portogallo

Navigazione atlantica esplorativo-commerciale (infrangendo tabù culturali ed ideologici):

- Genova: primi commerci lungo le coste atlantiche africane e prime navigazioni d'altura in Atlantico (scoperta delle Canarie - 1312)
- Portogallo: poco dopo, in competizione con i Genovesi
- Interessi mercantili (oro senegalese, ...), materie prime dal Ghana
 - Scoperte: Madeira (1419), Azzorre (1432) e poi la Costa africana centro-meridionale oltre capo Bojador (1434)

Enrico il navigatore (1394-1460)

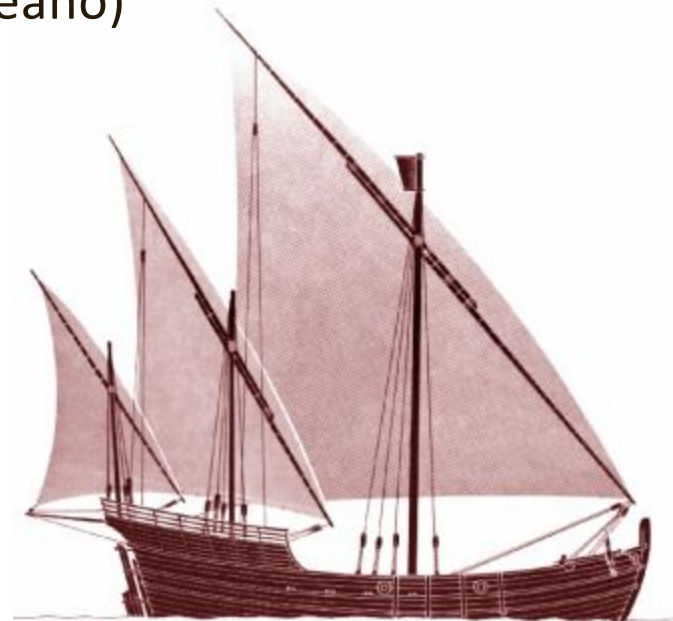
- centro nautico a Sagres:
 - cartografia:
Studio sistematico di rotte e metodi di navigazione, con apporti moreschi e ebrei
- +



1441 - Portogallo

Nuovo tipo di imbarcazione: Caravella

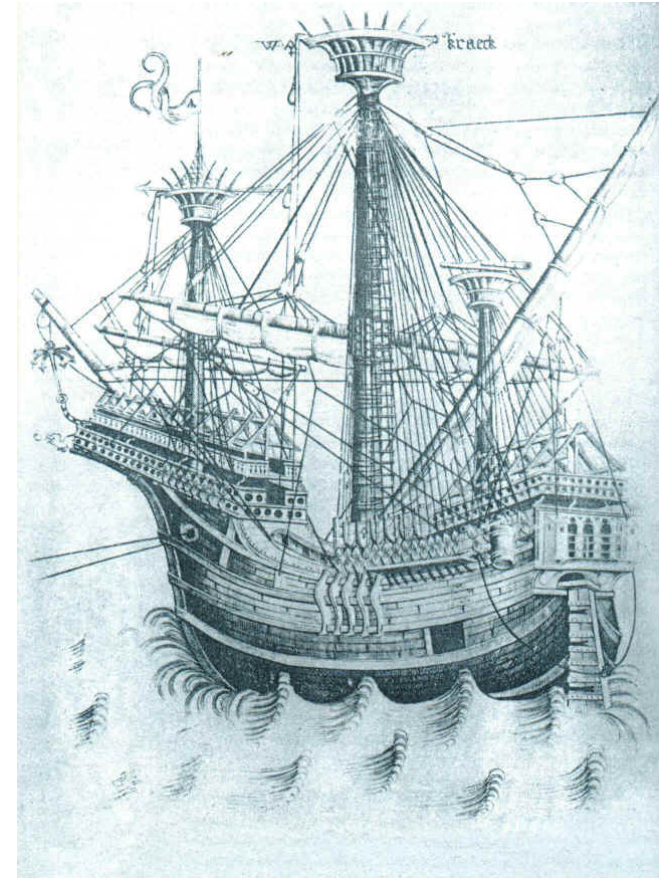
- elaborando elementi del qarib moresco, della galea mediterranea e del vascello nordico
- murate alte, forma panciuta
 - regge i marosi oceanici e offre grande capacità di carico
- priva di remi e di rematori (inutili in oceano)
- minor equipaggio
 - maggior autonomia di navigazione
- velatura estesa e versatile (vele quadrate e triangolari)
 - venti di poppa o angolati
- timone di poppa
- bussola



XVI sec. - Portogallo

Caracca

1470 circa, evoluzione della caravella
più grande e con sistema di vele più ricco
caravella e caracca: grande capacità di carico,
ideali per commercio oceanico



Caracca francese, 1476

~1480-90 - Portogallo

Tecniche di navigazione

- Mappatura delle coste oceaniche
 - Navigazione astronomica per rotte d'altura
 - con sistemi di coordinate geografiche triangolari



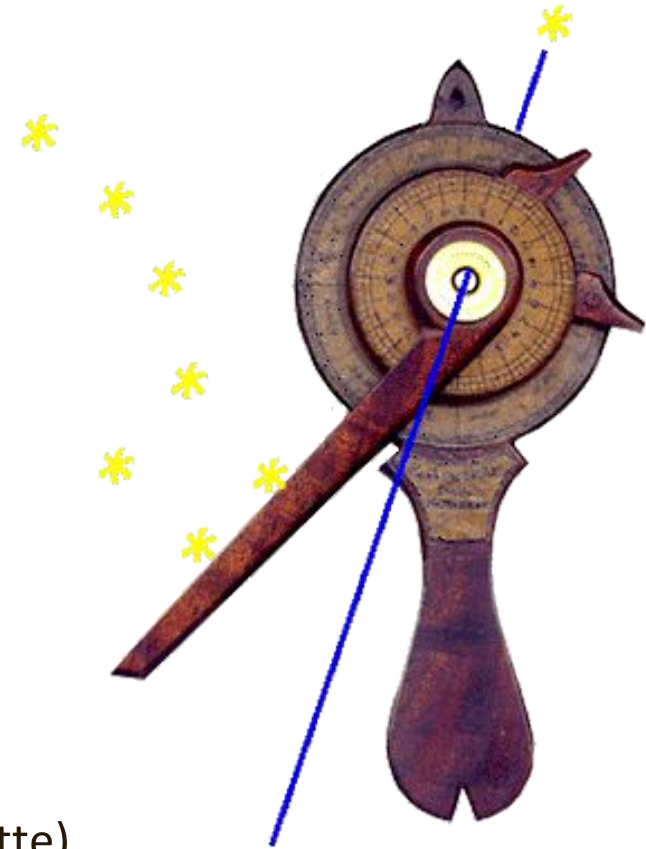
- Portolano del XV secolo

~1480-90 - Portogallo

Tecniche di navigazione

Strumenti per navigazione d'altura

- Mappe stellari
- Nord
 - bussola
- Latitudine
 - angolo di elevazione del sole al meridiano → **astrolabio**
 - angolo di elevazione della stella polare → **notturnale**
(strumento astronomico per stabilire l'ora di notte)
 - sviluppati nell'Asia Centrale islamica (Samarkanda, Bukhara), importati da arabi ed ebrei della Spagna Islamica
 - il primo astrolabio metallico europeo è realizzato da Rabbi Abramo Zacuto, a Lisbona



1487-8 - Portogallo

Caravelle portoghesi doppiano Capo delle Tempeste
- ribattezzato Capo di Buona Speranza

Bartolomeu Dias (1450-1500)

- Navigando in pieno oceano trova la rotta degli alisei verso sud



1498 - Portogallo

Vasco de Gama (1469-1524)
circumnaviga l'Africa e arriva in India

- Sbarca a Calicut, primo europeo
- con 3 caracche e 1 caravella



São Gabriel - caracca ammiraglia



1498 - Portogallo

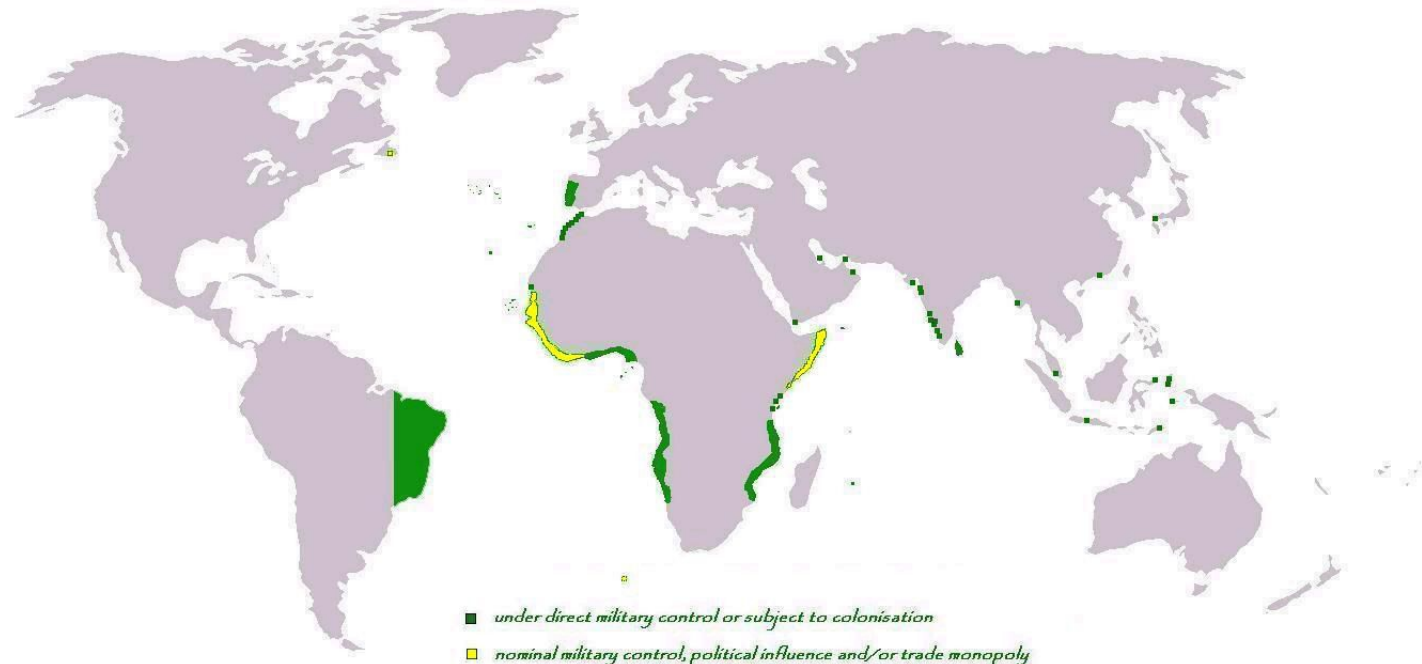
Conseguenze dell'impresa di Vasco de Gama

- creazione di rotte oceaniche che collegano Europe e Asia
- apertura delle rotte commerciali oceaniche
 - penetrazione diretta degli europei nei mercati costieri africani (prima scoperta dell'Africa sub-sahariana) e dell'Asia meridionale
 - rotte commerciali in progressiva estensione a tutto il mondo civile
 - (prima forma di "globalizzazione")
- prodromi della nascita degli imperi coloniali europei in Oriente
 - prima Portoghesi
 - poi Olandesi
 -

~1500 - Portogallo

Primo impero coloniale europeo

- scoperta del Brasile (1500)
- Conquiste e avamposti portoghesi in Africa (Mozambico, Kilwa, Brava e Mombasa, Madagascar, Abissinia, ...)
- e Asia (Goa, Malacca, Molucche, Macao, Nagasaki, Ceylon, Timor, ...),
- insediamenti costieri: interessi commerciali e non territoriali



1492 - Spagna

Conquista di Granada

Realizzata dai sovrani cattolicissimi

- **Ferdinando d'Aragona**
(1452-1516) e
Isabella di Castiglia
(1451-1504)



- la Spagna torna ad essere tutta cristiana
- cacciata dei mori (e degli ebrei)
- obbligo di conversione ad arabi ed ebrei che rimangono
- gli ebrei spagnoli cercano asilo in regni più tolleranti, come il Portogallo, portandovi le loro conoscenze
- azioni perseguite dall'inquisizione spagnola (Torquemada), istituita nel 1479

1492 - Spagna

Termina la reconquista

- elementi cospicui del patrimonio culturale arabo-giudaico rimangono comunque in Spagna e a disposizione dell'Occidente
- Comprendono:
 - conoscenze astronomiche
 - tecniche di navigazione
 - matematiche
 - trigonometria,
 - algebra, ...
 - chimiche
 - mediche



1492 - Spagna

Scoperta dell'America

Cristoforo Colombo (1451-1506)

- impresa finanziata da banchieri genovesi e dai regnanti di Spagna, per celebrare l'unificazione, intesa a trovare la via delle Indie viaggiando verso ovest, senza circumnavigare l'Africa, realizzata con due caravelle e una caracca



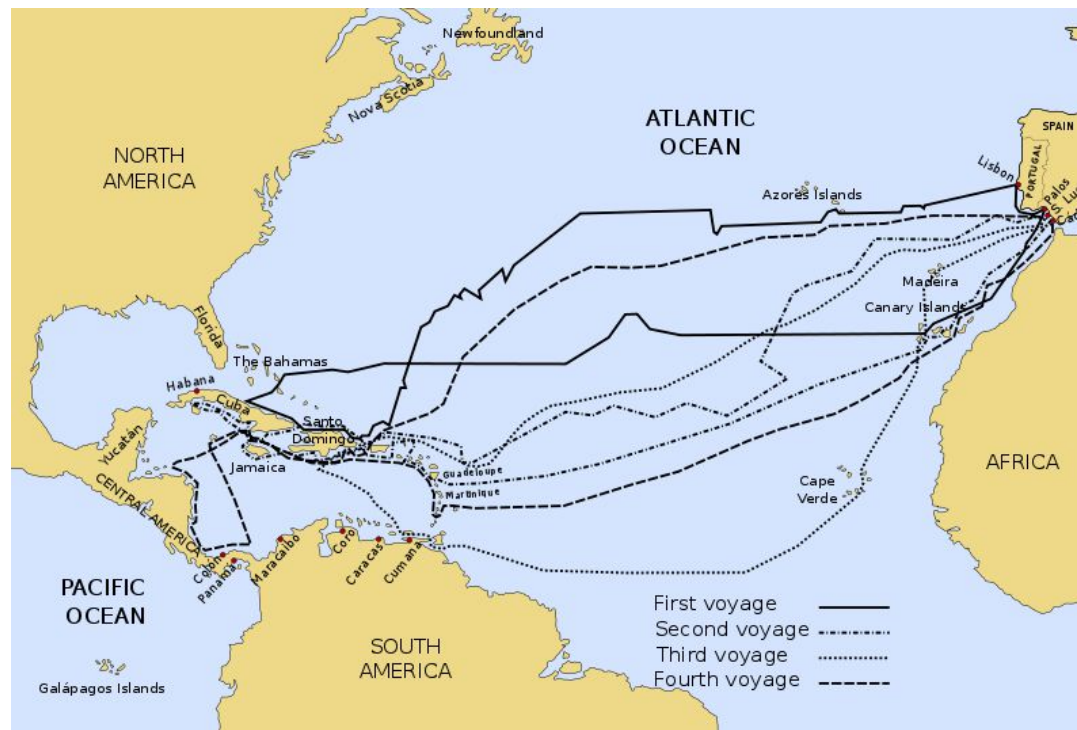
Niña, Pinta, Santa Maria

1492 - Spagna

Scoperta fortunosa dell'America

Cristoforo Colombo (1451-1506)

- favorita da una grossolana sottostima della circonferenza terrestre (era noto il risultato di Eratostene, del III sec. a.C.?)

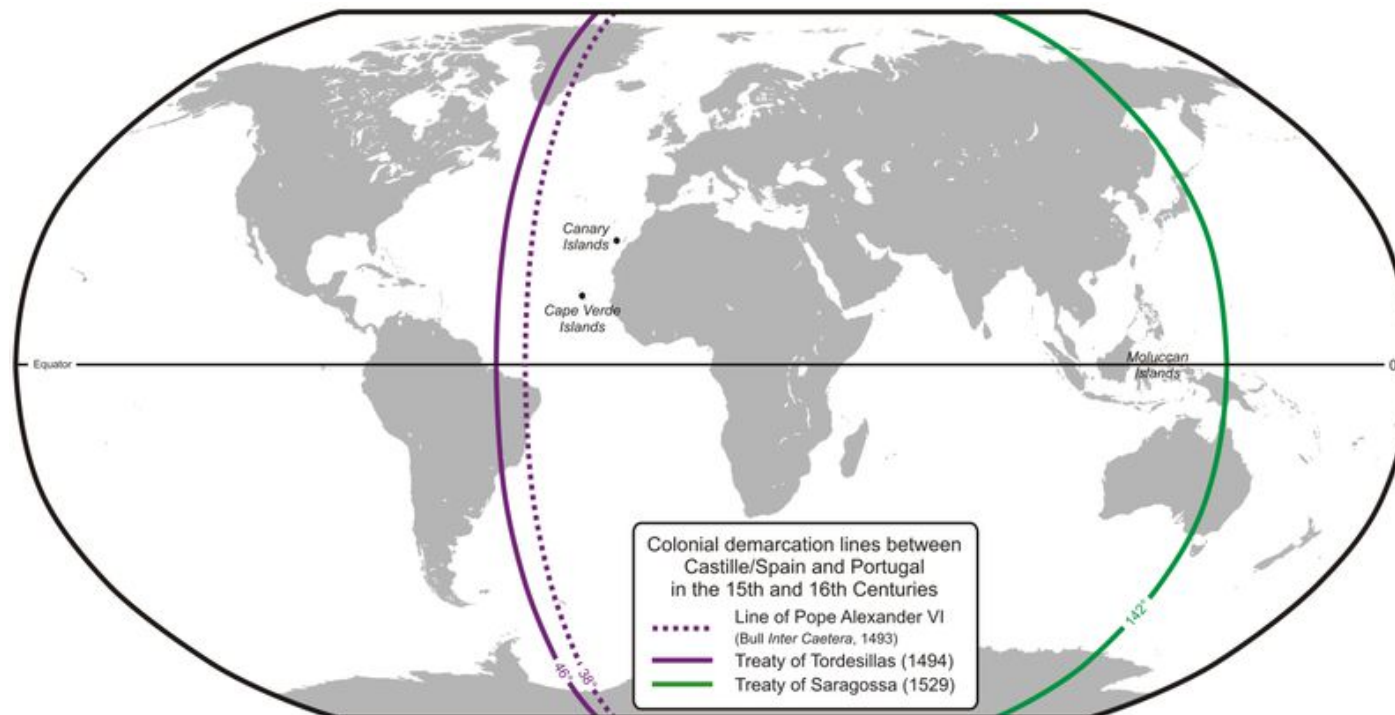


1494 - Portogallo, Spagna

Trattato di Tordesillas

spartizione delle aree di conquista extra-europee nel meridiano posto 370 leghe a ovest di Capo Verde

- Portogallo a est = Asia, Africa, Brasile
- Spagna a ovest = il resto dell'America



1507-1520 - Portogallo, Spagna

Primi imperi coloniali europei in America

1500: evidenza che si tratta di un nuovo continente - Amerigo Vespucci per il Portogallo

1507: primo uso del nome *America*, in una mappa del cartografo tedesco Martin Waldseemüller

1520: conquista spagnola dell'impero azteco

1532: conquista spagnola dell'impero Inca



1520 - Spagna

Spagna: Nel “siglo de oro” arrivano dall’America ricchezze e tesori immensi

- stimati equivalenti a 1.5 trilioni di dollari (valutazioni del 1990)

America: crollo delle culture precolombiane, pauroso calo demografico (malattie) e persecuzioni delle culture pagane

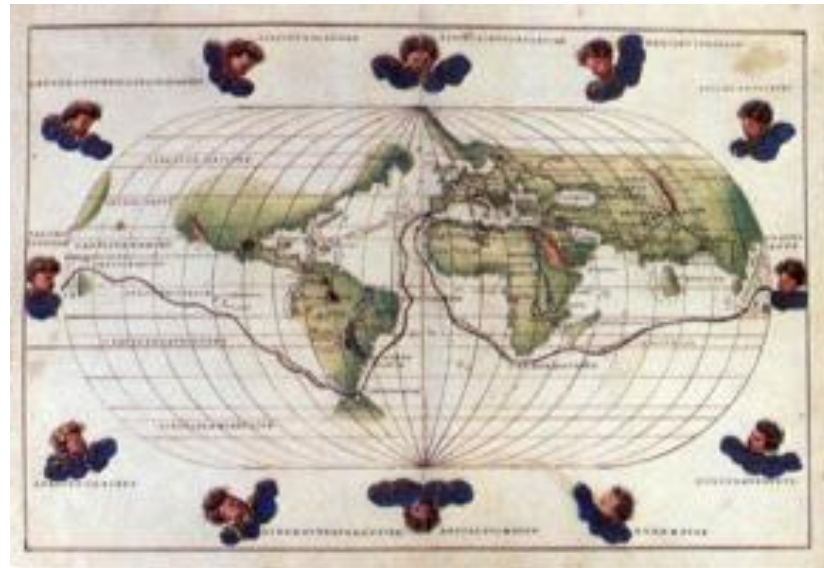
Europa: inflazione

- Superamento di restrizioni ed equilibri economici preesistenti e avvio di nuove economie
 - Spagna: scarso interesse all’innovazione tecnico-economica
 - Altri paesi europei: allettati a commerciare con la Spagna, sono interessati a promuovere le innovazioni

1519-22 – Spagna-Portogallo

Fernão de Magalhães (Ferdinando Magellano 1480-1521)

- nel 1519 inizia la circumnavigazione del globo, per Carlo V, con 5 navi e 237 uomini terminata nel 1522, tornano 1 nave e 18 uomini (anche Magellano muore durante il viaggio)
- Ma è un'impresa fantastica per l'epoca (documentata da Antonio Pigafetta, che fa ritorno)
- Allarga i confini del mondo conosciuto e induce una sua nuova concezione: il mondo è limitato e conoscibile




1494 - Italia

Calata in Italia del re francese Carlo VIII (1470-1498)

- guerra tra Francia e Spagna
- prima delle 8 guerre d'Italia
- esercito di oltre 20.000 uomini «enorme» per le città italiane
- con potenti artiglierie
 - costosissime
 - primi eserciti moderni



 Italy, 1494, showing the largest of the city-states. The city-states were among the most wealthy urban areas in the world.

decretano la superiorità militare degli stati nazionali sulle città-stato che non hanno le dimensioni necessarie a dotarsi di tali eserciti

1498-1559 Italia

Guerre franco-spagnole

Uso sistematico delle armi da fuoco in battaglia

- Artiglierie, bombarde, archibugi
 - 1503 Cerignola
 - 1522 Bicocca
 - 1525 Pavia

- 1500-1503: sistemi di mine
 - **Pedro Navarro**



1498-1559 Italia

Uso sistematico delle armi da fuoco

- le armi da fuoco sono molto più costose delle armi tradizionali e quindi richiedono risorse economiche disponibili più facilmente in uno stato nazionale che in una città-stato
- ma possono essere usate da soldati poco addestrati e sviluppare **potenze molto maggiori** delle armi bianche e da lancio tradizionali:
- inducono una rivoluzione in campo militare, sia nelle armi da offesa che nei sistemi di difesa (le vecchie spade e lance divengono molto meno importanti, corazze e cinte murarie sono inefficaci)
- fanno tramontare il concetto medioevale del “mestiere delle armi”
- realizzano la **conversione di energia chimica in energia termica e meccanica** (prime applicazioni sistematiche di conversione energetica): rendono evidente che è possibile ricavare effetti meccanici intensi anche da sistemi non meccanici (quindi non solo da muscoli, acqua, vento, ...)

1527 - Italia

Sacco di Roma

- Ad opera dei lanzichenecci imperiali di Carlo V, di fede protestante, rimasti privi di condottieri
- Saccheggio efferato e prolungato (quasi un anno)
- Evidenza in modo clamoroso la vulnerabilità delle città ove è nato ed è coltivato il Rinascimento



1559 - Spagna-Francia

Pace di Cateau-Cambrésis:

- Francia-Spagna-(Savoia)
- Affermazione del dominio spagnolo in Italia avvia la decadenza del Rinascimento italiano

