



LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE IN INGHILTERRA

UNA RIVOLUZIONE AGRICOLA (?)



I TRE SETTORI ECONOMICI IN INGHILTERRA.

- ✘ Il sistema economico inglese era simile ai sistemi degli altri paesi europei, in quanto **fondato sul settore primario, l'agricoltura**, che occupava la maggioranza degli individui e drenava buona parte degli investimenti, determinando ampi profitti.
- ✘ Era tuttavia **solida e ben sviluppata** anche l'attività commerciale e finanziaria, che era collegata, nel settore tessile, a una **embrionale industria**.

NORFOLK SYSTEM, OPEN FIELDS, COMMON LANDS, ENCLOSURES



1

- ✘ Il settore agricolo conobbe a partire dal Settecento e fino ai primi decenni dell'Ottocento un grande salto di qualità, che molti identificano con il cosiddetto “**Norfolk system**”, sviluppato da **sir Charles Townshend** ⁽¹⁾ nella regione del Norfolk, dove questi aveva grandi proprietà.
- ✘ Ebbe altrettanta importanza, tuttavia, e si collegava al “Norfolk system”, anche **il superamento dei modi di conduzione agricola** chiamati “**open fields**” e “**common lands**”, superamento avvenuto attraverso la massiccia estensione di “**enclosures**”.

IL SISTEMA OPENFIELDS



Un “openfield” inglese attuale

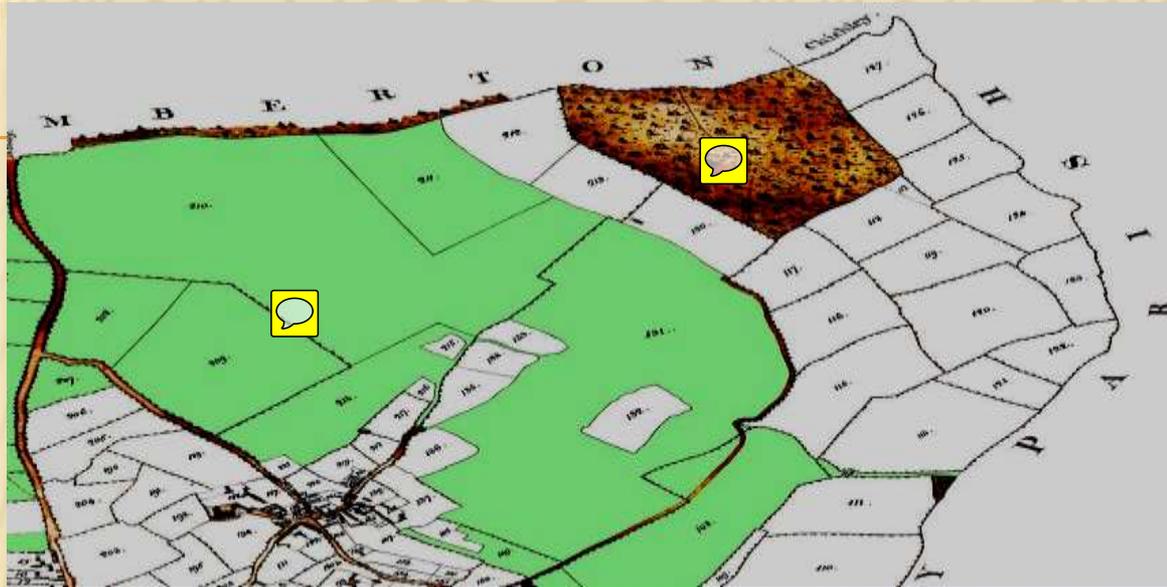
- ✘ I campi da coltivare, in Europa, erano in genere gestiti con il sistema che gli inglesi chiamavano

openfields

cioè **non avevano muri, recinzioni** o altre **forme di delimitazione** che segnalassero l'appartenenza di quei campi a un proprietario.

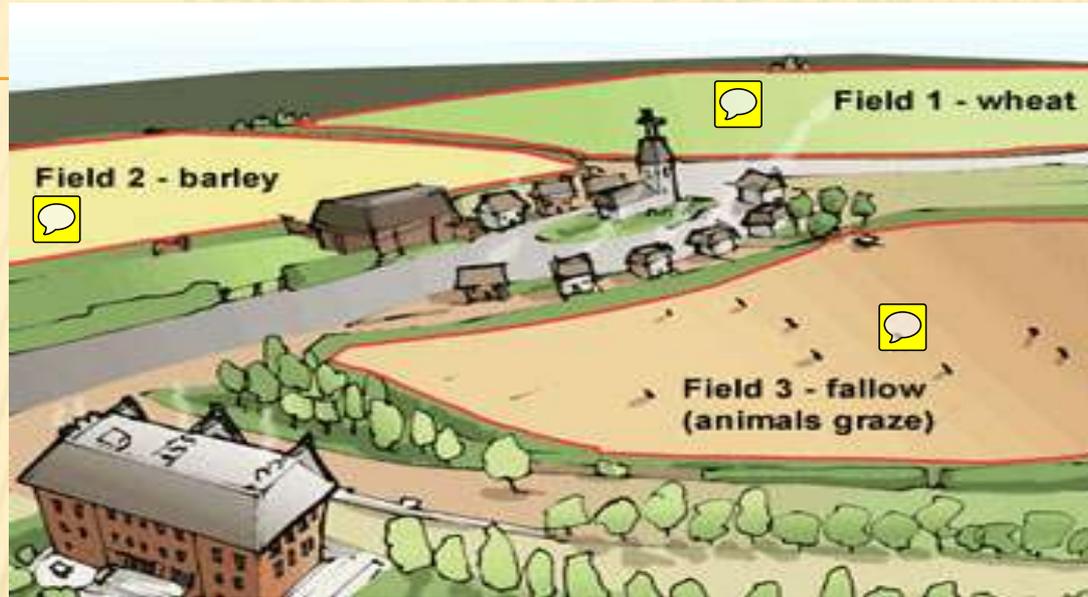
- ✘ Inoltre, **le proprietà del singolo possidente erano parcellizzate**, cioè **suddivise in diverse aree**, poste lontane l'una dall'altra,
- ✘ mentre **gli appezzamenti di proprietari diversi sorgevano l'uno vicino all'altro**, in Inghilterra all'interno delle **unità territoriali** minime che erano le **parrocchie**.

COMMON FIELD E COMMON LAND



- ✘ Ogni proprietario conosceva quale fosse il proprio appezzamento all'interno della singola parrocchia.
- ✘ Tuttavia spesso le singole comunità di villaggio imponevano uno sfruttamento del terreno secondo le esigenze della comunità, e a volta riuscivano a imporre diritti collettivi di sfruttamento su di esso.
- ✘ **Al termine del raccolto**, i contadini più poveri (cottagers o squatters) e in genere tutti gli abitanti della parrocchia **potevano liberamente usufruire di quanto rimaneva nei campi** dopo il lavoro svolto: **spigolare, pascolare**, ecc. erano le attività più diffuse
- ✘ All'interno di ogni parrocchia esisteva anche **un'area libera, di esclusivo usufrutto del villaggio, in cui raccogliere legna e torba, cacciare, pescare ecc. :**
si parlava di **common field o common land**

THREE FIELDS SYSTEM



Il sistema prevalente, in Inghilterra come in altri paesi europei, era detto dei “**tre campi**”.

Tutto il territorio parrocchiale era diviso in **tre fasce**:

1. **Cereali invernali**, frumento (o segale)
2. **Cereali primaverili**: orzo (o avena)
3. **Maggese** (cioè prato), per prevenire l'esaurimento del terreno

IL BUONO E IL CATTIVO DEL SISTEMA

Benefici:

tutti potevano sfruttare i territori del villaggio per ricavarne di che vivere.

Controindicazioni:

- × **1/3 della terra era inservibile** in quanto lasciato a maggese
- × Il terreno coltivabile era **attraversato da un complicato sistema di sentieri** per permettere a lavoratori e proprietari di raggiungere il singolo appezzamento.
- × **La mancanza di recinti spingeva gli animali a pascolare sul terreno coltivato,** calpestandolo e rendendolo inservibile.

DIVISION AND ENCLOSURES

Il sistema resse fino alla metà del secolo, ma a seguito di un **notevole aumento della popolazione inglese, che chiedeva cibo**, le voci degli innovatori contrari all'openfield system si fecero più forti.

Gli innovatori insistevano su **quattro punti chiave**:

1. La pratica di utilizzare gli appezzamenti in comune dopo i raccolti **impediva una coltivazione razionale e redditizia**.
2. **Il maggese rendeva inservibile 1/3 del** terreno e non risolveva il problema della **mancanza di concime**.
3. La **parcellizzazione fondiaria** era assurda: i proprietari avevano il diritto di ricomporre la loro proprietà
4. **Il saccheggio delle common lands** era antieconomico.

Proposta:

“divisione” e “recinzioni” → *enclosures*

Le enclosures erano cominciate già nel '500, ma il loro numero aumentò ampiamente nel Settecento/Ottocento.

I DECRETI SULLE ENCLOSURES.

- ✘ Pressato dai proprietari agiati, desiderosi di sfruttare il momento di mercato favorevole, **il Parlamento inglese decise** attraverso decreti sempre più numerosi durante il periodo 1702 - 1810, **che i campi potevano essere chiusi se la maggioranza dei proprietari di una parrocchia era d'accordo**
- ✘ I prezzi dei cereali aumentarono contemporaneamente ai decreti sulle *enclosures* secondo una consequenzialità di questo tipo:

AUMENTO DELLA DOMANDA DI GRANO → AUMENTO DEI PREZZI → RICHIESTA PRESSANTE DI RECINZIONI PER AUMENTARE LA PRODUZIONE → AUMENTO DELLA PRODUZIONE → AUMENTO DEI GUADAGNI

GLI INIZI DEL NORFOLK SYSTEM



- ✘ L'**aumento** della produttività dei terreni fu reso **più ampio**, oltre che dalle enclosures, dall'applicazione di **un sistema di coltivazione chiamato "Norfolk system"**, il cui iniziatore fu sir **Charles Townshend**.
- ✘ Egli aveva vasti possedimenti nella zona del **Norfolk** (1), a ovest dell'isola.
- ✘ Erano **terreni ampi**, ma **poco produttivi**, che su cui Townshend detto "Turnip" (rapa) aveva cominciato a sperimentare **nuove rotazioni a partire dall'inizio del '700**, sul modello di analoghe **esperienze continentali**: Fiandre, Francia, Italia Settentrionale, alcune zone della Germania.

LA ROTAZIONE QUADRIENNALE.



Townshend sperimentò un tipo di **rotazione quadriennale** delle coltivazioni, in cui si alternavano sullo stesso terreno

- × **frumento**
- × **rape** (aiutano a liberare il terreno dalle erbacce)
- × **orzo**
- × **trifoglio** (aiuta il terreno a recuperare gli elementi nutritivi)

In questo modo, il terreno era sfruttato in modo da produrre cereali, ma metteva a disposizione del coltivatore **prodotti che alimentassero il bestiame** in modo da **incentivare**

l'allevamento (carne)
e avere **concime** utile alle ulteriori coltivazioni

MARLING E CONTRATTI D'AFFITTO.

- ✘ Il sistema di Norfolk era completato da un **metodo di concimazione** che mescolava il suolo ricco in profondità con terra povera di sabbia per avere coltivazioni di migliori qualità
- ✘ Infine **allungò i contratti d'affitto ai fittavoli** per incentivarli a investire più denaro nella sperimentazione di nuovi metodi di coltivazione, in modo da ottenere una maggiore produzione.

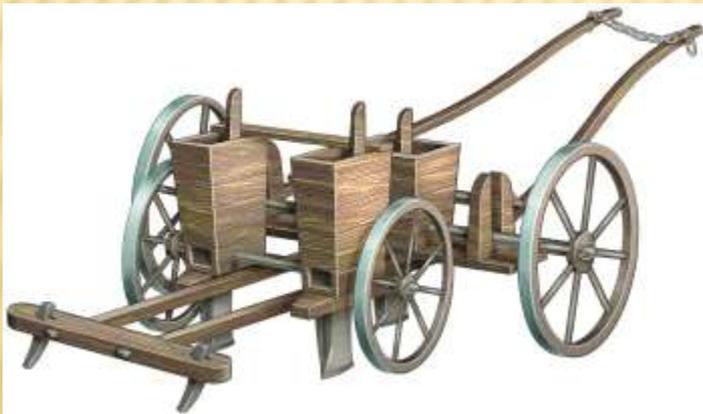
I NUOVI METODI PROPOSTI DA JETHRO TULL.



1

- ✘ Negli stessi anni l'agronomo **Jethro Tull** (1) pubblicava i primi saggi in cui descriveva **un nuovo modo di coltivare il terreno agricolo**, studiando preliminarmente la **natura** del terreno e delle **piante** da coltivare.

Questo studio preliminare avrebbe permesso di applicare **migliori metodi di coltivazione**, resi più incisivi dall'uso di **nuovi attrezzi** come la “**zappa – cavallo**” (2), che permetteva una semina più ampia e uniforme.



2

RIVOLUZIONE AGRICOLA E RIVOLUZIONE INDUSTRIALE.

- ✘ Nell'Inghilterra del Settecento si sono verificati “grandi progressi sulla via di **un'agricoltura intensiva**, che, in quanto capace di provvedere ai bisogni alimentari di sempre più persone non più impiegate in agricoltura, costituì un **incentivo essenziale al decollo industriale d'Oltremania**”.
- ✘ “Quegli stessi progressi consentirono di **accumulare capitali** di cui **beneficiò** – direttamente e indirettamente – **il processo di industrializzazione.**”
- ✘ Non si può tacere che “ **i mutamenti riscontrabili nelle campagne inglesi si collocano su un arco temporale di più d'un secolo e avanzarono a piccoli passi**”, quindi parlare di “rivoluzione agricola” e di “rivoluzione industriale come effetto della rivoluzione agricola” è una forzatura.

LE CAUSE DELLA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE



I QUATTRO PREREQUISITI FONDAMENTALI



1



2



3



4

L'Inghilterra possedeva **i quattro prerequisiti fondamentali** per l'avvio della rivoluzione industriale:

1. **le materie prime**: ferro (1), carbone (2), **fibre tessili** (lana, cotone) [3,4]
2. **notevole disponibilità di forza – lavoro** impiegabile al di fuori del settore agricolo
3. Un **mercato ampio e elastico**
4. Molti **capitali da investire** in un settore economico da sviluppare

CRESCITA DEMOGRAFICA E DISPONIBILITÀ DI FORZA LAVORO

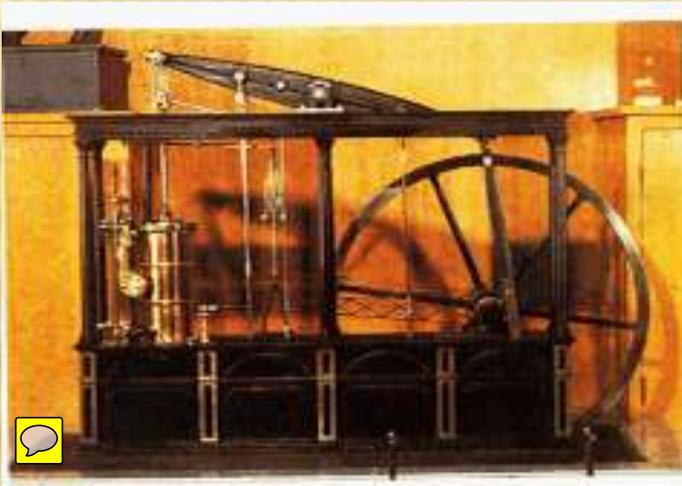
- × Nel corso del '700 la popolazione inglese crebbe del **57%**, e l'incremento maggiore si ebbe nel **periodo 1750 -1800: + 49,2%**
- × **L'aumento della produttività agricola** sostenne questa crescita, anche se comportò entro la fine del secolo una **diminuzione degli addetti all'agricoltura di circa la metà**: da 70 a 37 %
- × **La forza – lavoro liberata dai nuovi metodi agricoli intensivi (Norfolk system) fu disponibile per nuovi impieghi**: gli ex yeomen e i cottagers potevano lavorare come braccianti o cercare nuove opportunità di lavoro nelle città (anche se l'impovertimento fu molto ampio)

LE CITTÀ: CENTRI INDUSTRIALI E COMMERCIALI.

Popolazione nel 1750 in alcune città inglesi		Popolazione nel 1800 in alcune città inglesi	
Londra	575.000	Londra	948.000
Bristol	50.000	Manchester	84.000
Norwich	37.000	Liverpool	83.000
Newcastle	29.000	Birmingham	71.000
Birmingham	24.000	Bristol	64.000
Liverpool	22.000	Leeds	53.000
Leeds	16.000	Sheffield	46.000
Exeter	16.000	Norwich	37.000
		Newcastle	33.000
		Portsmouth	33.000

- ✘ Inoltre l'aumento di popolazione creò un mercato interno al paese capace di assorbire sia i prodotti dell'agricoltura, sia le nuove produzioni industriali in campo tessile.
- ✘ A parte Londra, che all'inizio dell'800 era una metropoli da circa 1 milione di abitanti, crebbero nell'ordine di migliaia di abitanti altri centri abitati che fino allora erano poco più di cittadine.
- ✘ Le città erano sia centri industriali, sia snodi commerciali dove avveniva il commercio delle merci prodotte dalle industrie e in agricoltura.

IL RUOLO DEL SETTORE PRIMARIO NELLA PRIMA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE.



- ✘ L'agricoltura "rivoluzionata" del Settecento contribuì da una parte a un **massiccio aumento della produttività** e dall'altro a diffondere **una mentalità imprenditoriale** tra i produttori: una cultura dell'investimento in migliorie tecniche, in novità, in sperimentazioni.
- ✘ **Una parte dei proprietari terrieri investì nella nascente industria** per ottimizzare i guadagni ottenuti con il boom del mercato agricolo.
- ✘ Dal settore agricolo derivò **la disponibilità di capitali "di rischio" che sostenne in parte le novità** introdotte dal nuovo modo di produzione industriale.
- ✘ Infine fornì **una parte rilevante della materia prima tessile**: lana (allevamento) e cotone.

COME IL CONTADINO INGLESE CONTRIBUIVA ALLA CRESCITA DEL MERCATO.



«Nel mercato inglese **il potere d'acquisto pro - capite e il tenore di vita** erano notevolmente più alti che sul continente.

Il contadino inglese non solo **mangiava meglio**, ma **spendeva per il cibo una parte minore del suo reddito**, che non i suoi simili sul continente. Di conseguenza **aveva più denari da spendere per altri oggetti, compresi i manufatti.**

L'inglese era noto per portare **scarpe di cuoio**, mentre il fiammingo o il francese avevano ai piedi **gli zoccoli**; si vestiva di **lana**, mentre il contadino francese e tedesco rabbriviva in panni di **lino**, riparo mediocre contro i rigori degli inverni europei.» (David S. Landes, "Prometeo liberato")

IL COMMERCIO CON I PAESI EXTRAEUROPEI.



Cotone indiano



Tessuto indiano

L'Inghilterra era **la dominatrice dei mercati mondiali**, che controllava grazie

- × a un **vasto impero coloniale**,
- × a una **marina mercantile forte e aggressiva**
- × a un **network di rapporti con paesi, soprattutto del sud-est asiatico, in Africa e in nord America.**

Il paese disponeva di **grandi quantità di cotone greggio e lana**, e si trasformò da importatore (soprattutto cotone dall'India) a **esportatore di tessuti a basso prezzo e merci di largo consumo prodotte industrialmente**, verso i paesi non europei che componevano questa rete di rapporti.

Anche da questi ricavi si ebbe un massiccio reinvestimento nella produzione industriale.

COMMERCIO E MERCATO INTERNO IN INGHILTERRA.

1. Le manifatture inglesi non avevano subito i danni delle guerre continentali.
2. Avevano goduto dell'afflusso di artigiani specializzati stranieri.
3. I prodotti delle manifatture inglesi avevano libero accesso ai trasporti marittimi:

questi tre elementi contribuivano a **abbassare i costi delle manifatture e delle produzioni.**

- Il mercato interno inglese poté crescere grazie **alla mancanza di barriere doganali interne e di "gabelle" feudali.** L'Inghilterra era **il più grande mercato omogeneo in Europa.**
- Le comunicazioni via terra e via acqua erano cresciute grazie a investimenti sia di privati, sia del regno, così che **il sistema fluviale si era esteso, e erano state costruite nuove strade e ponti.**

LA GRAN BRETAGNA DEL '700: UNA SOCIETÀ APERTA.

L'aspetto decisivo del mercato interno britannico fu che si articolava su «un modello di consumo favorevole allo sviluppo delle manifatture. Più di ogni altra comunità europea, probabilmente, **quella inglese era una società aperta**. Non soltanto il reddito era più uniformemente distribuito che al di là della Manica; ma le barriere alla mobilità sociale erano meno alte, e le definizioni di rango meno rigide.»

(David S. Landes)

LE TRE “INDUSTRIE” PRECEDENTI AL SISTEMA DI FABBRICA.

Esisteva già, tuttavia, anche in Gran Bretagna un sistema industriale articolato secondo le tipologie più comuni in Europa a partire dal Medioevo:

- ❑ **Industria domestica**, rivolta al consumo familiare
- ❑ **Produzione manifatturiera artigianale**, eseguita nelle botteghe da parte di lavoratori specializzati, spesso organizzati e garantiti da diritti corporativi.
- ❑ Industria “a domicilio”, chiamata “**putting – out system**”, che consisteva nella distribuzione di materia prima tessile da parte di un **mercante – imprenditore** a **famiglie contadine**, che la lavoravano venendo pagate secondo un salario concordato, generalmente in base alla quantità prodotta. Il mercante poteva fornire anche le macchine e gli attrezzi per lavorare la materia prima.
Esse durante l’inverno, quando i lavori agricoli diminuivano, lavoravano soprattutto la lana.

PUTTING-OUT SYSTEM: ASPETTI POSITIVI E NEGATIVI.

Aspetti **positivi**:

- × Il mercante – imprenditore si garantiva **una produzione in serie a basso costo**, evitando le strozzature e le rigidità della produzione manifatturiera legata alle regole delle manifatture artigiane e ai regolamenti statali.
- × Poteva stabilire **rapporti relativamente elastici con le famiglie contadine**, riducendo la produzione tessile nel momento in cui il mercato era meno appetibile.



Aspetti **negativi**:

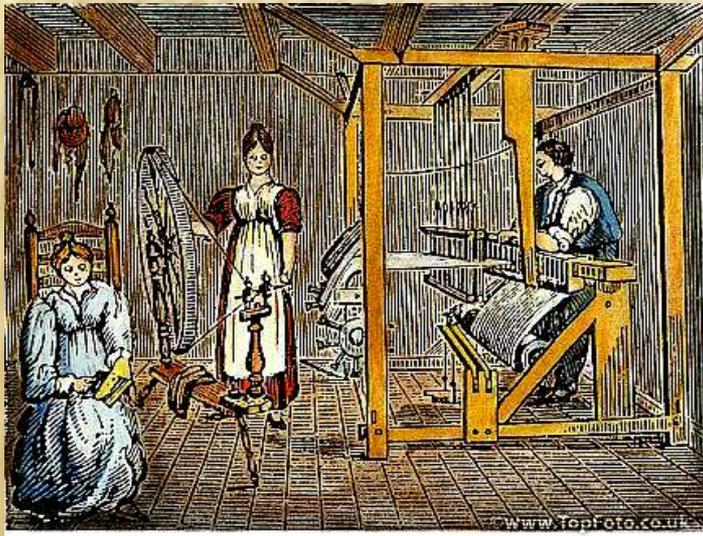
La produzione manifatturiera a domicilio poteva essere controllata, ma non incrementata dal mercante - imprenditore, in quanto **i contadini non accettavano un aumento di quantità e ritmi di lavoro**. Infatti il putting - out system dava loro solo un **guadagno integrativo rispetto all'attività principale**, che rimaneva il lavoro agricolo.

DAL PUTTING -OUT SYSTEM ALLE PRIME FABBRICHE

Prior to the Industrial Revolution, and even during its early years, entrepreneurs provided poor families with raw materials for spinning, weaving, and garment making in their own homes. Early 19th-century print of English family sewing uniforms for the British army under the domestic, or putting-out, system that preceded the factory system.



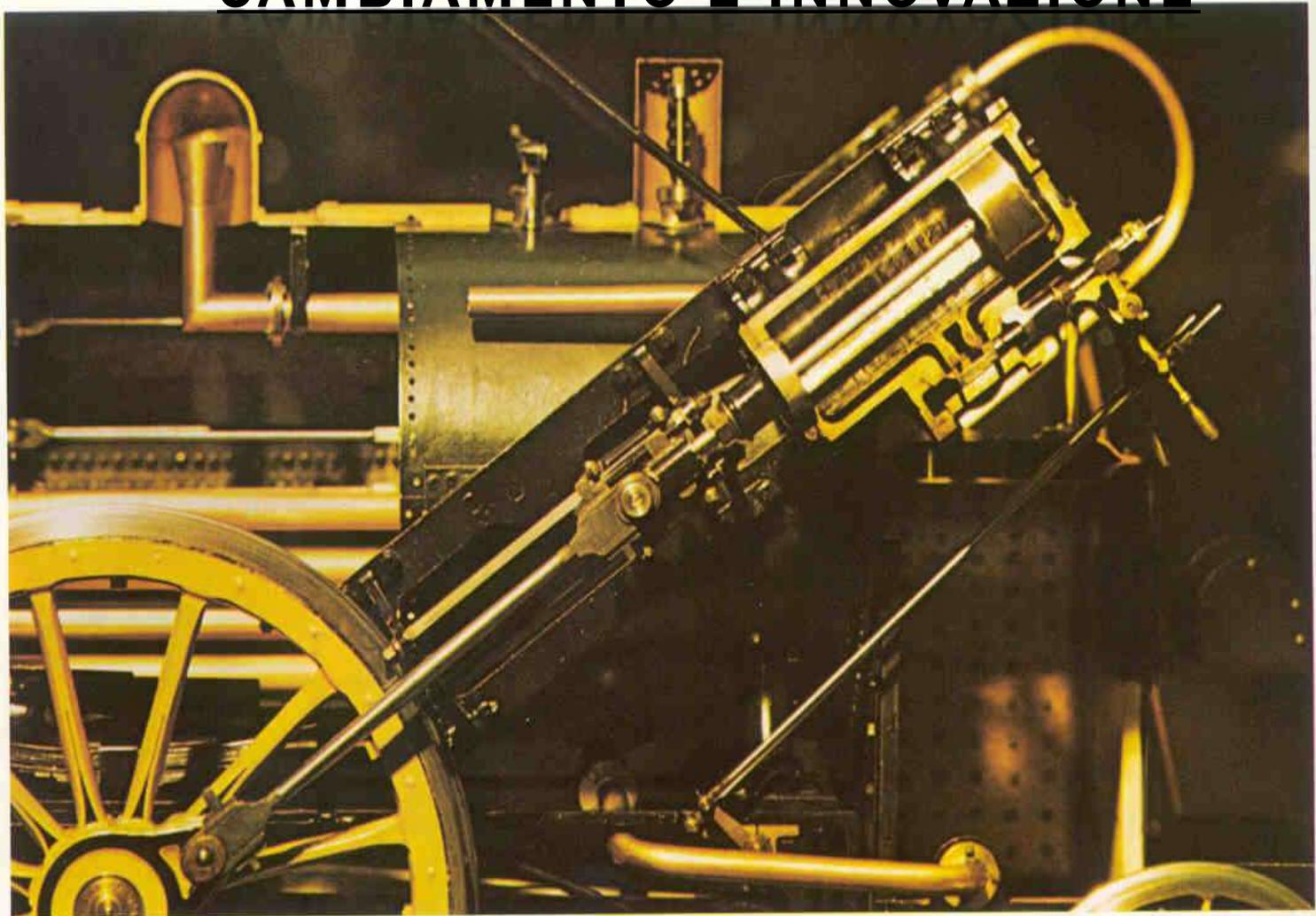
Prima



Dopo

- ✘ Per rimediare a queste negatività, molti mercanti – imprenditori preferirono **radunare persone, macchinari, e fibre da lavorare dentro luoghi come magazzini o capannoni**, acquistati o affittati, di solito posti **in città**: in tale modo **controllavano da vicino la produzione** e spostavano la produzione più vicino ai luoghi di smercio.
- ✘ Nasceva così una prima forma di **fabbrica industriale**.

LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE COME CAMBIAMENTO E INNOVAZIONE



I TRE PRINCIPI DELLA RIVOLUZIONE TECNOLOGICA E ORGANIZZATIVA

Dal punto di vista tecnologico e dell'organizzazione produttiva la rivoluzione industriale si imperniò su tre principi:

- × «la **sostituzione delle macchine** – rapide, regolari, precise, infaticabili – all'abilità e alla fatica umane
- × **la sostituzione di fonti inanimate di energia a quelle animali**, in particolare l'introduzione di macchine per la conversione del calore in lavoro, che diedero all'uomo una provvista di energia quasi illimitata
- × **L'uso di materie prime nuove e assai abbondanti**, in particolare la **sostituzione di sostanze minerali** (carbone minerale, ferro) **a quelle vegetali e animali** (carbone di legna, buoi e cavalli)» (D.S. Landes)

I CAPITALI DA INVESTIRE NELL'INDUSTRIA.

- ✘ L'Inghilterra del '700 aveva **un livello di ricchezza e reddito pro -capite** superiore a quello di odierni paesi non industrializzati.
- ✘ Il **fabbisogno di capitale** richiesto dalle innovazioni tecnologiche (telai, macchine) era **modesto**
- ✘ Le imprese affermate potevano costruire la crescita di un determinato periodo sui **profitti del periodo precedente.**
- ✘ Le innovazioni decisive si concentrarono in **settori ristretti dell'economia (tessile, siderurgia) e il bisogno di capitali rimase limitato.**

Contò, in definitiva, **la circolazione**, non la quantità di capitali disponibili.

I SETTORI DECISIVI DELLA I RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

I settori nei quali si verificarono le innovazioni determinanti per la rivoluzione industriale furono:

il settore tessile: lana e soprattutto cotone

il settore metallurgico e meccanico

il settore minerario (carbone)

I tre settori finirono con l'**intersercarsi**
(soprattutto metallurgico e minerario)

IL SETTORE TESSILE: LA MANIFATTURA DEL COTONE.



UN MATRIMONIO TRA MACCHINE E GRANDE INDUSTRIA

« Per fare la rivoluzione industriale **ci voleva un matrimonio.**

- ✘ Da un lato occorre**vano macchine che non solo sostituissero il lavoro manuale, ma imponessero la concentrazione della produzione nelle fabbriche.** Macchine che avevano bisogno di molta energia, più di quanto ne producessero le fonti casalinghe di forza motrice; macchine con una superiorità meccanica tale da rendere impossibile la tradizionale lavorazione manuale.
- ✘ **Dall'altro occorre**va una grande industria, che producesse una merce soggetta a una domanda grande e elastica.**** Un'industria tale che la meccanizzazione di un suo processo di manifattura spingesse a evolversi anche gli altri e che l'effetto dei miglioramenti del suo ambito economico si trasmettesse a tutta l'economia.» (D.S. Landes)

IL COTONE TRAINA LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE



1

- ✘ **Il cotone**, fin dall'ultima parte del XVII secolo, godeva di una **domanda in continua espansione**. Il cotone era importato in buona parte **dall'India in Inghilterra** e era un tessuto **conveniente per il suo prezzo basso**
- ✘ **Siccome la concorrenza del cotone mise in difficoltà i produttori di lana**, questi riuscirono a ottenere una **serie di leggi e decreti** con il fine di stimolare il consumo di lana, bloccare l'importazione di stoffe concorrenziali (cotone e seta indiana), e ridurre la produzione interna del tessuto **"calicò"** (1) (una stoffa, un cotone indiano a trama leggera, quasi una garza, che veniva importato da Calicut, India)
- ✘ **Ma i produttori inglesi realizzavano tessuti misti di lino e cotone**, che come tali, **sfuggivano ai provvedimenti di legge e conquistarono "fette" di mercato sempre più ampie.**

CARATTERISTICHE “INDUSTRIALI” DEL COTONE.



Semi e fibre di cotone.

La prima manifattura a godere gli effetti positivi dalla meccanizzazione fu appunto il cotone.

- × Il cotone è una **fibra vegetale, resistente** e di **caratteristiche** relativamente **omogenee**
- × « Con **le macchine rudimentali dei primi tempi**, dai movimenti maldestri e a strattoni, **la resistenza era un vantaggio decisivo** per il cotone.»
(D.S.Landes)

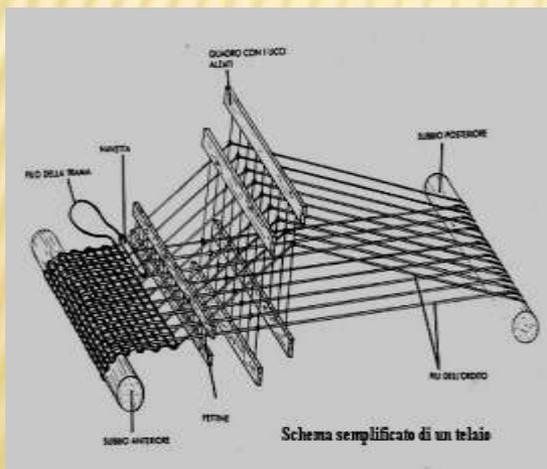
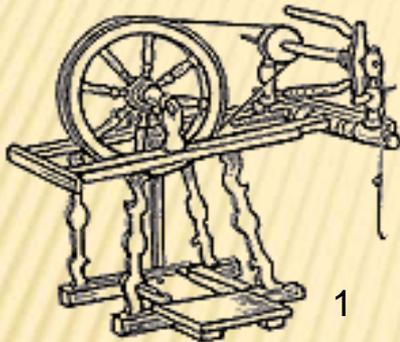
IL SUCCESSO DEL COTONE: RAGIONI DI MERCATO.

- ✘ **L'elasticità dell'offerta di cotone è superiore a quella della lana:**
è più rapido l'aumento delle seminagioni di cotone che la crescita delle pecore.
- ✘ **I prezzi del cotone crebbero costantemente dal 1770 in avanti**
- ✘ **Il mercato di manufatti cotonieri era più elastico di quelli lanieri:**
 - le tendenze del gusto (da anni il pubblico preferiva tessuti più leggeri);
 - la disponibilità di tessuti lavabili e convenienti;
 - il comfort e l'igiene della biancheria (mutande e camicie potevano essere indossate da milioni di persone);
 - la nascita di nuovi abiti da lavoro: comodo da portare sulla pelle, facile da pulire e tenere in ordine.
 - I tessuti prodotti industrialmente erano esportati nelle aree calde del mondo: Africa, Oriente, Americhe.

LE QUATTRO FASI DELLA MANIFATTURA TESSILE

La manifattura tessile si realizza attraverso **quattro fasi principali**:

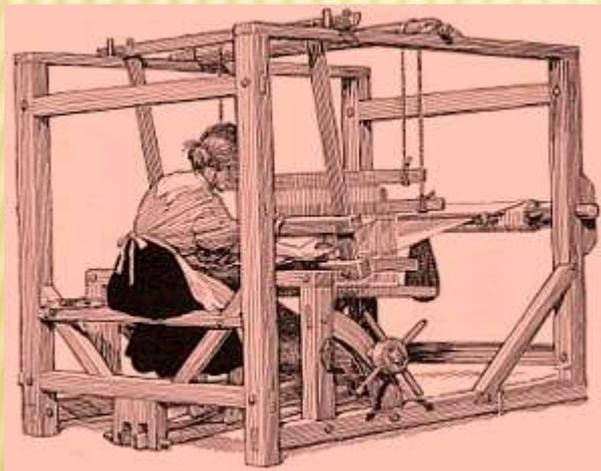
- **Preparazione** (il materiale è scelto, pulito e pettinato in modo che le fibre siano parallele)
 - **Filatura** (le fibre sciolte sono tirate e ritorte per formare il filo) (1)
 - **Tessitura** [un tipo di filo è disposto in lunghezza (ordito) e un altro (trama) è fatto passare sotto e sopra i fili longitudinali, per formare un intreccio] (2)
 - **Finitura** (follatura, imbozzimatura, pulitura, cimatura, tintura, stampatura, candeggio)
- Nel '700 solo **una piccola parte** di queste fasi era **meccanizzata**.



LA DOMANDA STIMOLA INVENZIONI E INNOVAZIONI



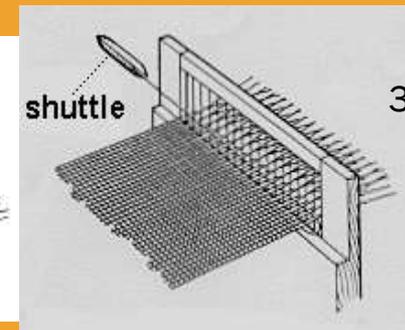
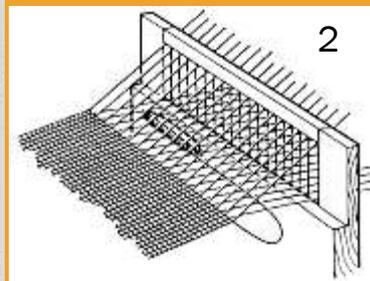
Ruota per **filare**



Telaio per **tessere**

La **domanda sempre crescente** di prodotti tessili stimolò i produttori e i tecnici a cercare **strumenti meccanici** che permettessero una **lavorazione meccanica rapida e uniforme**.

La prima invenzione significativa fu la **navetta volante di Kay** (1733) che permetteva di infilare meccanicamente il filo nella trama riducendo i tempi di produzione (**tessitura**)



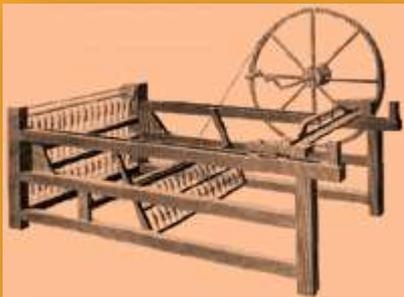
IL MECCANISMO «A BOTTA E RISPOSTA»

- ✘ La storia delle invenzioni meccaniche delinea un processo che si svolge secondo una sequenza «**a botta e risposta**, in cui **l'accelerazione di una fase del processo di fabbricazione** sottoponeva a un grosso sforzo i fattori di produzione di una o più altre fasi, e **suscitava innovazioni per correggere lo squilibrio** »

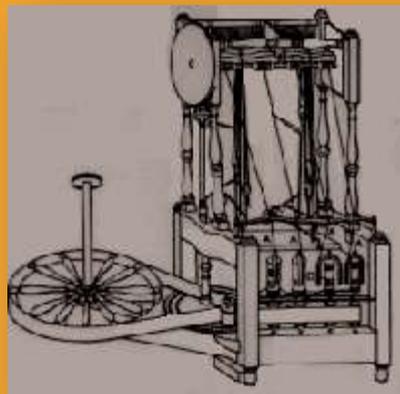
LA RISPOSTA: LE MACCHINE PER FILATURA

«La navetta volante di Kay (botta) stimolò la creazione di una serie di **congegni per rifornire di filo i filatori** (risposta).»

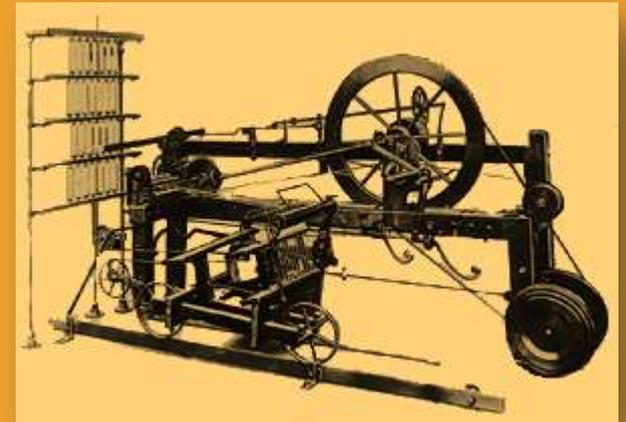
Ne conseguirono:



La “**spinning -jenny**”
di Hargreaves per
filare più fili in
Contemporanea,
1765



Il “**water - frame**”
filatoio idraulico
a lavoro continuo di
Arkwright , 1769



Il “**mule - jenny**” di
Crompton che
che lavorava
con fili sottilissimi e robusti,
1779

IL FILATO A MACCHINA: UN PRODOTTO MIGLIORE

Il filato ottenuto a macchina era migliore di quello ottenuto con conocchia e ruota, mosse dalla mano del lavoratore.

Il filato **a mano** è necessariamente **ineguale per spessore e robustezza**: non ci sono due matasse identiche.

La **produttività per lavoratore** aumentava del **doppio con l'uso delle macchine**.

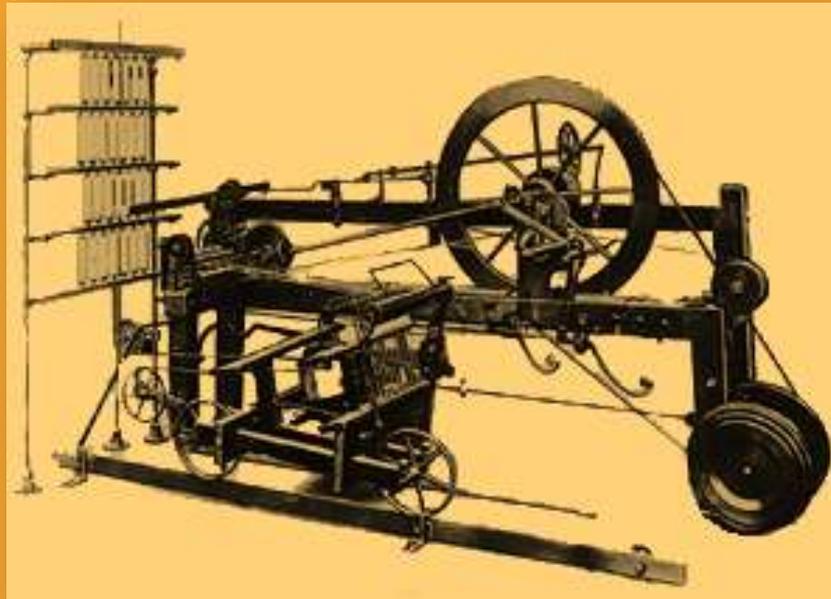
INTERCONNESSIONE DELLE INNOVAZIONI MECCANICHE.

La meccanizzazione della filatura ha come presupposto l'**accelerazione corrispondente dei processi preliminari** di pulitura, cardatura e preparazione.

Allo stesso modo **subiscono un'accelerazione anche le operazioni di finitura dei tessuti** che vengono sbiancati con apposite procedure chimiche.

IL TELAIO DI CARTWRIGHT (1787)

Il progresso definitivo della lavorazione tessile fu determinato dal **telaio meccanico**, inventato da E. **Cartwright** nel **1787**. Dopo avere stentato a affermarsi perché la sua velocità nella tessitura era eccessiva e tendeva spezzare i fili, esso si diffuse a cavallo tra la fine del Settecento e l'inizio dell'Ottocento. **Nel 1825 un solo ragazzo, lavorando a due telai poteva produrre fino a quindici volte in più di un artigiano casalingo**. Inizialmente mosso dall'energia idraulica, fu poi riconvertito all'energia creata dalla macchina a vapore.



LA NASCITA DELLA FABBRICA MECCANIZZATA.

Le nuove macchine avevano bisogno di un **ambiente ampio e di una potenza superiore a quella delle braccia umane**. Questa meccanizzazione diede così **impulso alla costruzione delle moderne fabbriche**, in cui l'imprenditore riuniva **lavoratori, macchine e materie prime** per concentrare la produzione, **ottimizzare i costi e controllare la fase manifatturiera**.



Fabbrica con telai completamente meccanizzati
(inizio 1800)

«LA FABBRICA DI COTONE DI ARKWRIGHT DURANTE LA NOTTE»



In questo dipinto del 1782/83, Joseph Wright of Derby, noto come “il pittore della rivoluzione industriale”, raffigura la fabbrica tessile di Richard Arkwright, l’inventore del filatoio idraulico, a Cromford.

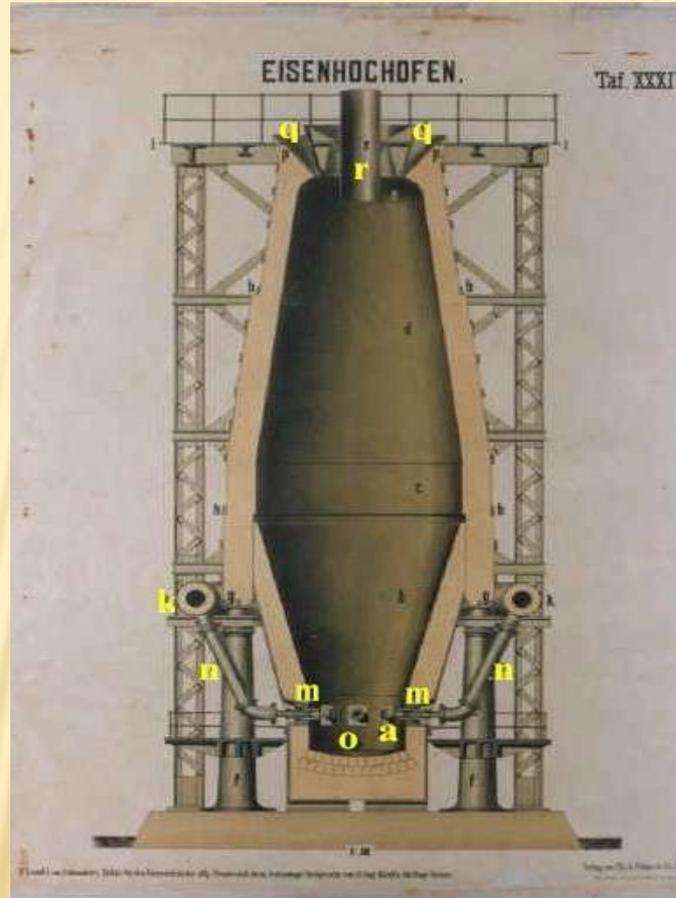
UN PROCESSO DI PERFEZIONAMENTO CONTINUO

Le macchine subirono **perfezionamenti continui** prima di funzionare pienamente sul piano commerciale.

Tuttavia **tra la fine del '700 e l'inizio dell'800 potevano essere costruite in ferro sia la struttura fissa della macchina, sia le parti mobili**; le macchine furono dotate di cinghie di cuoio (al posto delle funi). Si aggiunsero poi i movimenti più morbidi determinati dalla macchina a vapore, la razionalizzazione di ingranaggi e trasmissione e un maggiore automatismo.

I telai meccanici in Gran Bretagna passarono da **2.400 nel 1813 a 250.000 nel 1850.**

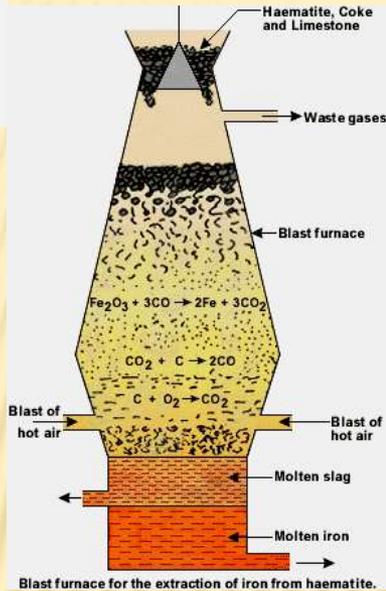
CARBONE E FERRO: LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE AVANZA



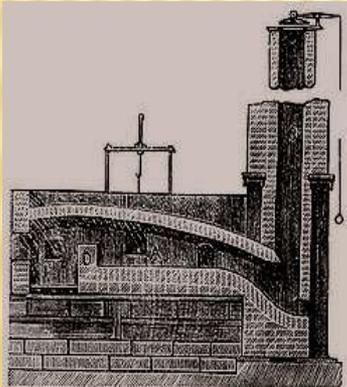
LA MISCELA DI DARBY (1709)



1



2



3

La siderurgia ebbe un ruolo sul lungo periodo ancora più incisivo e trainante rispetto a quanto compiuto dal settore tessile.

- ✘ In questo ambito risultò importante la scoperta (casuale) di A. Darby, che nel 1709 ottenne una miscela ottimale di minerale ferroso e carbon coke (detto così dal processo di “distillazione distruttiva” veniva sottoposto per eliminarne le impurità) (1) che poteva essere usato negli altiforni (2,3) per ottenere la ghisa (lega di carbonio e ferro), base dei prodotti in ferro.

PRIME PRODUZIONI DI DARBY

La scoperta di Darby permetteva di fabbricare una **ghisa con assai meno impurità e quindi di maggiore resistenza rispetto a quella prodotta fino allora** con il carbon fossile e con il tradizionale carbone di legna.

Darby riuscì a affinare la sua tecnica dopo dieci anni di esperimenti e ottenne una **ghisa utile per fabbricare oggetti relativamente piccoli (caldaie, grate, ferri da stiro)**

Da quel momento **Darby tentò la fusione di pezzi di ghisa più grandi**, per dare inizio alla fabbricazione di macchinari tessili, che costassero meno di quelli in legno

PUDELLAGGIO E LAMINAZIONE DI H. CORT

- ✘ **Le nuove tecniche stentarono però a imporsi a causa degli alti costi degli altiforni a coke**

Inoltre la **ghisa** era ancora **troppo dura** (poco malleabile) e **friabile** (poco resistente alle lavorazioni), e andava quindi liberata delle sue **impurità**,

Tra il 1783 e il 1784 **Henry Cort** inventò i procedimenti di **puddellaggio** e **laminazione** per produrre una ghisa più malleabile e sottoponibile a torchiatura, cosa che permetteva di trasformarla in **barre di ferro** da lavorare per costruire strutture di dimensioni notevoli.

EFFETTI DI PUDELLEGGIO E LAMINAZIONE

I procedimenti di Cort migliorarono **la qualità degli impianti** e stimolarono la **meccanizzazione**.

Testimoniano questo fatto:

- ❑ L'aumento della **produzione inglese di ghisa**
- ❑ La moltiplicazione dei **centri di fabbricazione di ferro**
- ❑ L'aumento del numero di **centri di estrazione del carbon fossile**

CARBON FOSSILE E MECCANIZZAZIONE / TAPPA 1

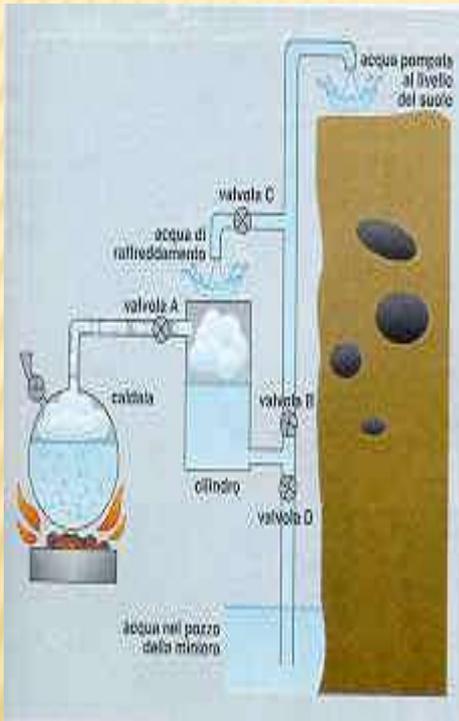
Il carbon fossile diventa l'elemento capace di unire, in modo diretto, l'uso di combustibile e la meccanizzazione dei processi produttivi.

Si tratta di un **processo** che procedette a **tappe**.

Tappa 1:

l'aumento della domanda di carbone come **indispensabile combustibile** capace di generare la **reazione chimica** per produrre **ghisa**, determinò la **necessità di cercarlo e scavarlo sempre più profondamente** nelle miniere.

LA “FIRE ENGINE” DI THOMAS SAVERY (1698)/TAPPA2



1, “fire engine” di Savery

Tappa 2.

I giacimenti carboniferi erano posti a grandi profondità e in genere erano pieni d'acqua.

Era quindi necessario **pompate in superficie l'acqua che vi si trovava**, e questo richiedeva una grande quantità di energia.

Alla **fine del 1600 T. Savery aveva inventato una macchina** che pompava l'acqua fuori dalle miniere (1) sfruttando **la forza generata dal vapore**.

LA MACCHINA A VAPORE DI NEWCOMEN (1712)/

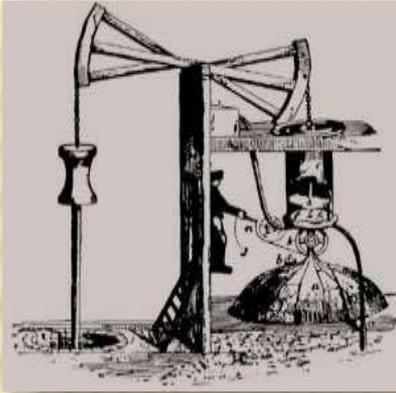
TAPPA 3

Il fabbro e commerciante di ferramenta, Thomas **Newcomen**, sfruttando anch'egli l'idea del **vapore**, inventò (**1712**) **una macchina** costituita da un **congegno più efficiente e sicuro rispetto a quello di Savery** (1)

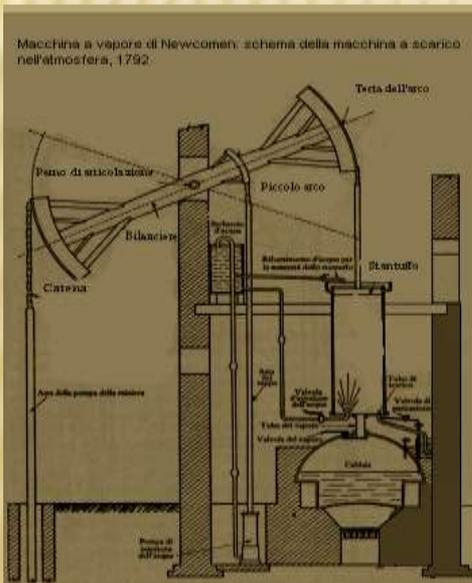
Essa generava forza e la trasmetteva a una macchina per pompare l'acqua.

Una pompa a **pistone** era azionata da un **motore a vapore** a condensazione interna, primo esempio di applicazione **dell'energia trasmissibile con il vapore**, ossia della **trasformazione di energia chimica** (data dalla ossidazione combustiva del carbonio con ossigeno) **in energia meccanica** (espressa in lavoro di sollevamento). L'uso del pistone permetteva di ottenere **maggiore forza** senza aumentare la pressione del vapore: occorreva solo una superficie più ampia sulla quale l'atmosfera potesse esercitare pressione, cioè un **pistone più grande**.

Le macchine di Newcomen erano **più potenti, sicure e solide** delle macchine di Savery.

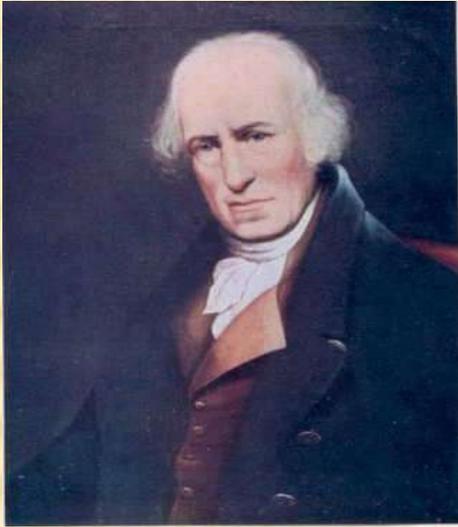


1



2

I PRIMI ESPERIMENTI DI JAMES WATT/TAPPA 4A



1

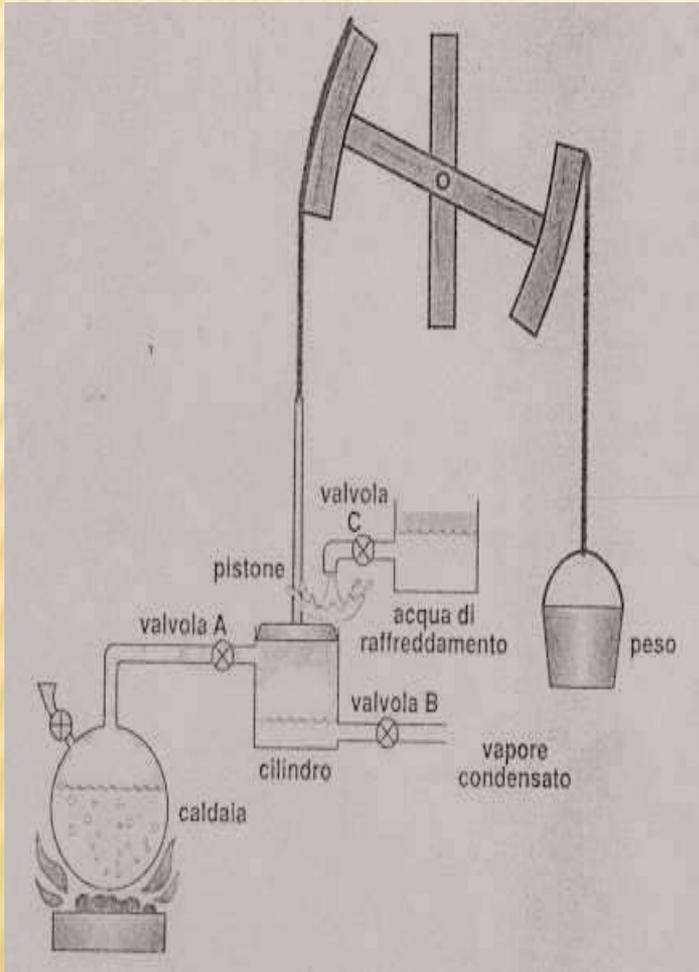


2

A partire dal 1769, **James Watt** (1), un ingegnere e imprenditore scozzese, collaboratore tecnico presso l'università di Glasgow, cominciò una serie di esperimenti insieme a **Joseph Black** (2), docente di chimica impegnato in ricerche sul calore.

Mentre riparava un modello in scala della macchina di Newcomen (usata per i corsi di fisica all'università), Watt constatò che il principale difetto del congegno era **l'enorme spreco di energia**.

I DIFETTI DELLA MACCHINA DI NEWCOMEN/4B

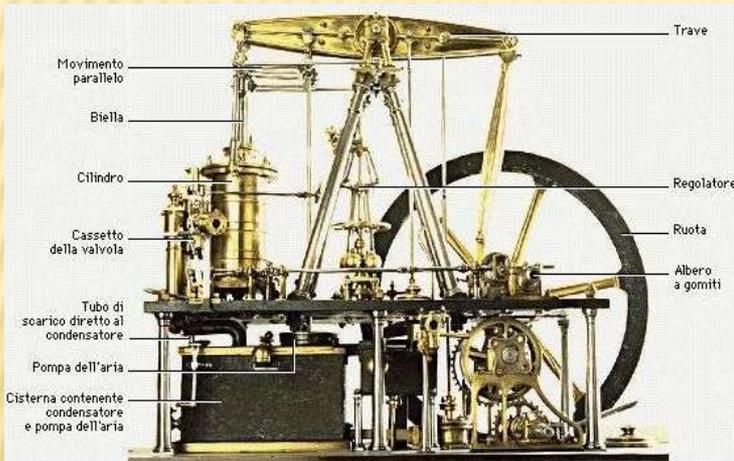


La macchina di Newcomen utilizzava il **vapore** per creare, mediante condensazione, **il vuoto** in un apposito **contenitore** e spingere verso il basso un **pistone** collegato a un'**asta** che, con movimento alternato alto/basso, azionava la **pompa per l'acqua**.

Occorre però una **grande quantità di calore** per ristabilire una temperatura elevata all'interno del cilindro, dopo ogni movimento del pistone.

Inoltre la **condensazione** nel contenitore resta **incompleta** a causa dell'insufficiente raffreddamento.

IL PERIODO 1769 - 1775/4D



Watt si dedicò a perfezionare la nuova macchina:

- per evitare di raffreddare continuamente con acqua la parte superiore del pistone, con l'obiettivo di **farlo aderire perfettamente alle pareti del cilindro**,
- e per impedire che l'aria raffreddi il cilindro, durante la discesa del pistone, **l'inventore sostituisce la pressione atmosferica con l'impiego del vapore come forza motrice.**

LA PRIMA MACCHINA A VAPORE (1775)/4E



1



2

La prima difficoltà fu quella di **rendere commercializzabile** il congegno su un mercato, quello delle macchine industriali, che era ancora ristretto.

La macchina aveva **alti costi produttivi** e richiedeva un **investimento notevole** per un imprenditore, questo era il secondo ostacolo.

La terza difficoltà consisteva nel **creare un'industria del tutto nuova**, addestrando **tecnici** e **operai** a utilizzare la nuova attrezzatura.

Watt trovò un socio, **M. Boulton** (1), un imprenditore disposto a rischiare nell'investimento sul vapore.

Nel **1775** dall'impresa Boulton – Watt uscì **la prima macchina a vapore** (2).

EFFETTI: IL PRIMO FILATOIO A VAPORE (1786)

Nel 1781 Watt brevettò un nuovo modello perfezionato della sua macchina, e nel **1786 fu costruito il primo filatoio a vapore.**

Nei tre decenni successivi la macchina **si diffuse in tutte le industrie**, e la Boulton – Watt ne produsse 300 fino al 1800. Questo avvenne perché:

- **Il vapore sviluppava una potenza maggiore** di qualunque forma di energia conosciuta fino allora.
- Una macchina a vapore poteva essere **installata ovunque fosse possibile avere a disposizione del carbon fossile** a un prezzo ragionevole

EFFETTI DELLA MACCHINA A VAPORE, 1

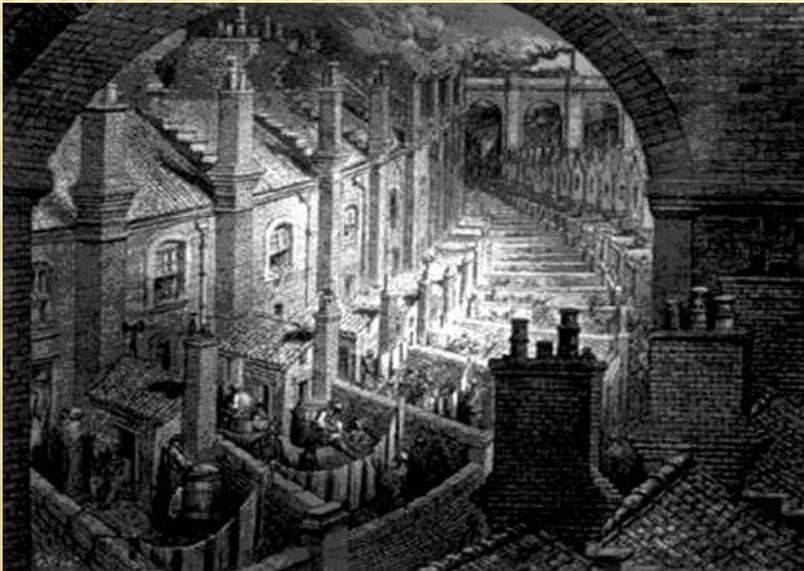
Questo fu il passo decisivo che segnò l'inizio di quella che fu definita “**Era del vapore**”.

- La macchina di Watt **risparmiava combustibile** (consumava il 75% in meno della macchina di Newcomen)
- La macchina consentiva un **notevole aumento della produttività**
- Il nuovo congegno **aprì la strada a continui progressi di efficienza**: « a differenza delle macchine per filare e tessere il cotone e la lana, la macchina a vapore richiese fin da principio una rivoluzione corrispondente nei campi pertinenti della **metallurgia** e della **costruzione meccanica**.» (D.S. Landes).

EFFETTI, 2: NASCITA DEI GRANDI CENTRI INDUSTRIALI.



Fucine a Coalbrookdale



Londra, città industriale, avvolta dal fumo a inizio '800

L'uso del vapore come fonte di energia permise di **spostare le fabbriche lontano dalle fonti di energia idrica.**

Le fabbriche furono **poste vicino a mercati, porti, grandi città**, dove era più facile avviare le merci alla commercializzazione e reclutare manodopera.

Il vapore creò il "paese nero".