

SOCIETÀ ITALIANA
DEGLI STORICI DELL'ECONOMIA

*Innovazione e sviluppo.
Tecnologia e organizzazione
fra
teoria economica e ricerca storica
(secoli XVI-XX)*

ATTI DEL SECONDO CONVEGNO NAZIONALE
4 - 6 MARZO 1993

MONDUZZI EDITORE

ROBERTA MORELLI*

EVOLUZIONE O RIVOLUZIONE? MUTAMENTI TECNOLOGICI ED ORGANIZZATIVI NELLA SIDERURGIA TOSCANA FRA CINQUE E SEICENTO

INTRODUZIONE

L'introduzione in Toscana, ad opera di maestranze bergamasche e bresciane, del metodo indiretto di fusione del ferro, avvenuta sotto Cosimo I dei Medici (1543), costituisce il nucleo centrale di questo lavoro. L'innovazione di cui si tratta, diffusa e documentata in molte aree europee fra metà Quattrocento e maturo Cinquecento come momento di primo impianto, è stata a più riprese indicata come una svolta decisiva, "rivoluzionaria", nella lavorazione di una materia prima fondamentale per il mercato internazionale.

Rivoluzionaria sotto vari profili: perché inanzitutto consentiva un incremento di produzione consistente, perché induceva una continuità nel ciclo produttivo prima sconosciuta, perché consentiva la diffusione in un consumo allargato di un prodotto destinato ad ampio successo, la ghisa. Molto di più perché garantiva un risultato sostanziale e comune a quella complessa rete di innovazioni e perfezionamenti collocabili nella prima età moderna: l'aumento di produttività. Un aumento rilevante, "notevolmente superiore" rispetto ad altri settori che, per l'Inghilterra, è stato valutato, fra 1350 e 1550, nell'ordine addirittura di sette-otto volte della produttività globale¹.

Ma il nuovo metodo che si diffonde in Europa grazie alla migrazione stagionale di specialisti e maestri di "forno" consente, accanto alla rottura rispetto ad un precedente modo di produrre, anche il parziale inglobamento, come vedremo, di pratiche, tecniche, usi e conoscenze del passato. Uomini della ferriera, della struttura cioè in cui avveniva la seconda fase della lavorazione, sono infatti artigiani locali in cui la competenza e la specializzazione lavorativa sono il risultato di una sedimentazione e di un affinamento progressivo, "evolutivo" di un modo di produzione preesistente.

* Facoltà di Lettere e filosofia, Università di Roma II "Tor Vergata".

¹ SCHUBERT 1957, pp. 332-333.

La fortissima lacunosità delle fonti quantitative per la siderurgia di epoca moderna è probabilmente la maggior responsabile di un ancor nebuloso quadro europeo. Tuttavia laddove le ricerche hanno avuto modo di descrivere in dettaglio la transizione, nelle tappe di una singola esperienza regionale specifica, il percorso che ne è emerso appare tutt'altro che lineare, chiaramente lontano dall'approdo monocorde ad una scelta innovativa e rivoluzionaria.

Sotto questo aspetto il caso toscano presenta stretti parallelismi con contesti territoriali ed economici apparentemente assai lontani, primo fra tutti quello con la siderurgia del Nord della Francia recentemente studiata da Belhoste, dove il passaggio da metodo diretto a metodo indiretto richiede quasi due secoli².

1. LA RIVOLUZIONE

La domanda crescente di metalli preziosi e non, presente in varie aree d'Europa fra la fine del Quattrocento e tutto il secolo successivo, imprime una significativa accelerazione all'adozione di tecniche che alterino il regime di produttività degli impianti tardo-medievali. È in questa temperie economica europea che si dipana la storia della siderurgia toscana fra Cinquecento e metà del secolo successivo. Ma più in particolare, alle urgenze europee di una domanda crescente di ferro che già Schubert³, Nef⁴, Maluquer de Motes⁵, Sosson⁶ e altri hanno, pur con accentuazioni diverse, rilevato, fanno eco istanze locali particolarmente sensibili.

Nella complessa rete degli scambi politici economici la Toscana di Cosimo I sta gradualmente guadagnando un suo spazio ben preciso. Cardine del disegno del giovane sovrano è innanzitutto l'acquisizione di una posizione strategica, quasi monopsonica, del circuito mercantile di materie prime saldamente instauratosi nell'alto-medio Tirreno.

Sotto questo profilo il ferro, nei suoi vari gradi di purezza dalla ghisa al ferro puro, costituisce un prodotto di primaria importanza, imperiosamente richiesto per le esigenze civili - il crescente impiego di questo materiale nell'edilizia e nell'agricoltura - e per quelle militari. Lo "stato di penuria" cui frequentemente si allude nella corrispondenza fra granduca e agenti della Magona - l'istituzione statale che governa le "facende del ferro" - assume talvolta i toni drammatici dell'improvvisazione: un affannoso ricorrere a "palle vecchie" per compensare una produzione evidentemente inadeguata alle istanze interne⁷.

Le direttrici su cui si muove Cosimo nell'affrontare una questione che pone dilemmi sia sul versante della quantità - una prima proiezione verso la produzione di larga scala - sia nell'ambito della resa di vene a basso contenuto metallico, impongono scelte che coinvolgono da un lato l'aspetto più propriamente commerciale, dall'altro - di cui qui mi occupo - il versante della tecnica.

Il metodo indiretto che le più recenti ricerche tedesche e svedesi fanno risa-

² BELHOSTE, LECHERBONNIER 1991, pp. 73-157.

³ SCHUBERT 1957, pp. 332-333.

⁴ NEF 1948, pp. 52-53.

⁵ MALUQUER DE MOTES 1986, pp. 2-3.

⁶ SOSSON 1986, pp. 3-4.

⁷ Archivio di Stato di Firenze (ASF), Magona, filza 1622, c. 54.

lire al XIV secolo (contea di La Mark, a est di Düsseldorf e distretto minerario di Nordberg a nord-est di Stoccolma) appare in questa luce come l'opzione che rispondeva in modo ottimale alle istanze produttive sopra accennate⁸. Si trattava di una scelta "rivoluzionaria" nel senso proprio del termine, una scelta, a prima vista, che rompeva in modo definitivo con un passato medievale o anche recente legato alla riduzione del ferro col sistema del bassofuoco, diffuso e ancora presente nella vicinissima Liguria⁹. Ne riassumeremo qui i tratti fondamentali.

La fusione del ferro nell'altoforno-forno a canneccchio, a manica, alla bergamasca nella dizione cinquecentesca italiana rappresenta, a ben vedere, più "rivoluzioni" concatenate. Una rivoluzione di impianto, innanzitutto, una di processo e, non ultima, come si è detto, quella di prodotto.

Il forno "andante da colare vena da ferro" che vediamo descritto negli inventari della Magona a partire dal 1543¹⁰, corrisponde al forno a manica bresciano presentato un secolo più tardi nelle note pagine della *Pratica minerale* di Marc'Antonio Della Fratta: "la stessa manica o canneccchio per dirla alla bresciana si fa d'ordinario alto 12 braccia [= 6,96 m, n.d.a.] compartendolo sì che la parte superiore sia larga un braccio e mezzo [= 87 m] per quadro nel principio e, discendendo, si restringe poco a poco per fino sul fondo del terreno, dove resta quadripartita ugualmente alla misura di mezzo braccio [= 0,29 m] circa"¹¹.

Nel trentennio che separa il regno di Cosimo I da quello di suo figlio Ferdinando, sono almeno dieci gli altoforni che corrispondono a queste caratteristiche in Toscana (Follonica, Valpiana, Massa, Accesa, Campiglia Marittima, Pracchia, Ruosina, Campiglia e Cecina), con ogni probabilità l'accentramento territorialmente più intenso che il panorama italiano offra¹².

Il metodo indiretto prevede, come è noto, la scomposizione del processo di raffinazione del ferro in due grandi fasi: la fusione della vena grezza nell'altoforno che porta al "ferrazzo" o "ferraccio" (ghisa) e la successiva raffinazione della ghisa in impianti di seconda lavorazione, le ferriere, dove viene periscaldata e battuta al maglio fino ad ottenere ferro di sufficiente purezza, il "ferro sodo"¹³.

Il nuovo prodotto, il "ferrazzo" è destinato ad un rapido successo e diviene ben presto il grande protagonista del traffico commerciale del basso Tirreno, evidente punto-forza di una politica mercantile che tentava di contrastare il dominio dei genovesi sulle stesse rotte.

Le tre "rivoluzioni" - macchina, processo, prodotto - non hanno goduto di una attenzione omogenea né presso la tradizione dotta contemporanea, da Biringuccio e Agricola al Della Fratta, né negli studi attuali. Delle tre quella che impressiona di più i contemporanei è senz'altro la comparsa di una "macchina" nuova, una struttura di proporzioni e prestazioni sconosciute, il forno, che diviene il grande protagonista di un paesaggio alterato e trasformato dalla sua visivamente ingombrante presenza.

⁸ MORELLI 1993, pp. 147-150.

⁹ CALEGARI 1981, pp. 293-294.

¹⁰ ASF, Magona, filza 2394.

¹¹ DELLA FRATTA 1985, cap. XXIV, p. 135.

¹² CALEGARI 1989, p. 77.

¹³ MORELLI 1991, p. 122.

La costruzione di un forno richiede un'opera di progressivo e accorto adattamento ambientale, come fanno intendere con chiarezza i resoconti dei numerosi sopralluoghi operati dai maestri di forno. Visioni posteriori, ricavate anch'esse da visite ed inventari, ci pongono davanti ad una natura violata, in cui i fiumi vengono disciplinati e ricanalizzati nel tentativo di fornire energia idraulica costante e sufficiente per muovere i grandi mantici "ad ala di farfalla"¹⁴ e le foreste si riducono, mappa dopo mappa, testimoni tangibili di una "nuova" fame energetica¹⁵ e di un consumo di carbone da legna che la gran "bocca" richiedeva.

Nel caso dei forni toscani, rimarranno anche molto dopo il loro primo impianto un elemento "esterno" ed eccezionale ad un pur fertile retroterra di conoscenze minerario-metallurgiche indigene. Ad accrescere il senso di estraneità e, allo stesso tempo, la meraviglia che i contemporanei hanno nei confronti del nuovo manufatto contribuisce la scarsa conoscenza che se ne ha, conoscenza o meglio "pratica" che resta per l'arco secolare che affronto patrimonio elitario e circoscritto.

Manutenzione e normale funzionamento sono patrimonio esclusivo di quei "bergamaschi, bresciani e voltolini", vero pernio della prima fase di fusione. La loro presenza è considerata indispensabile sia nei lavori di ripristino murario - il rifacimento del "cannecchio" che precede l'inizio di ogni campagna di fusione - che nel normale funzionamento. Gli scaramantici riferimenti a malaugurati "accidenti (...) pesti (...) guerre che Iddio non voglia" che chiudono i contratti stilati fra gli agenti del granduca e i maestri da forno sono l'indiretta ammissione di una dipendenza totale, talora esplicitamente ammessa da uomini esperti che "offeriscono con lor virtù di dar lumi e ordini bastanti a far detto ferro"¹⁶ che consentano il massimo utilizzo - giornaliero e nell'arco dell'anno - dell'impianto¹⁷.

L'attenzione per la "macchina" rivoluzionaria porta allo storico due ordini di problemi. Da un lato lo spinge nella direzione degli strumenti economici volti a far nascere ma soprattutto a tenere in vita una struttura di una costosità incomparabile rispetto al passato, tanto da relegarne l'esclusivo appannaggio, in Italia, allo Stato¹⁸. Dall'altro lo porta a riconsiderare i termini reali di una rivoluzione in cui i tratti di maggior interesse sembrano travalicare l'apparato meramente tecnico.

Sul primo fronte, il caso dell'impianto del metodo indiretto ad opera di maestranze straniere non pare rivestire tratti di particolare originalità. Si tratta qui, come per altri settori industriali, primo fra tutti il tessile, di orientare un flusso migratorio di manodopera specializzata, di collegarsi a quelle grandi direttrici di trasmissione di innovazione particolarmente fiorenti nel settore minerario-metallurgico da metà Quattrocento, di rendere stabile nel tempo un rapporto di collaborazione con "certi esperti nella professione". La politica di alti salari, resa ancora più appetibile in determinati periodi dall'ampio utilizzo di incentivi e premi - un cavallo, un paio di calze di seta ecc. - è la risposta

¹⁴ MORELLI 1980, pp. 486-487.

¹⁵ ASF, Magona, filza 2443, c. 11.

¹⁶ Ibid., filza 1618, c. 51 ss.

¹⁷ MORELLI 1982, pp. 621-626.

¹⁸ SELLA 1974, pp. 103-105.

adottata, con successo, dal granduca¹⁹.

Ma l'interesse per il forno è tuttavia indissolubile dalle peculiarità di organizzazione che esso comportò, e dai mutamenti socio-economici più vasti determinati dal suo ingresso in un ambiente produttivo diversamente orientato. I punti di interesse si spostano quindi dal manufatto alle modalità di funzionamento, da un universo circoscritto, legato alla macchina, ai rapporti di rottura o di complementarità che si stabilirono fra un vecchio e un nuovo modo di produrre ferro.

Connessa a questa innovazione è, come è stato già ampiamente rilevato, una diversa filosofia del produrre costruita sull'“approntare strumenti finanziari, contrattuali (...) nell'intenzione di rientrare in tempi relativamente brevi degli esborsi fatti”²⁰.

Esigenze tecniche del forno e logica economica si coniugano in un effetto di grande valenza e totalmente ignoto alla siderurgia toscana: la continuità cioè di produzione, l'ingresso in una dimensione temporale finora ignota ad una produzione che si disegnava sulla scala limitata e sulle esigenze momentanee di una domanda locale, piuttosto che sui meccanismi complessi di una produzione programmata.

Il tempo fa il suo ingresso tangibile nel mondo siderurgico, o, almeno, nella prima fase del ciclo. È il tempo annuale di funzionamento dell'impianto indicato dai contratti con le maestranze: otto mesi continuativi con una data di inizio, “Ognissanti”, per le campagne di fusione e una fine, “li Santi Pietro e Paolo”. È il tempo giornaliero di lavoro, non più scandito dal naturale avvicinarsi del giorno e della notte ma ritmato sui tempi delle colate.

Ad un secolo di distanza dall'impianto dei primi forni toscani Marc' Antonio Della Fratta riporta, con lo stupore di un osservatore ancora non totalmente avvezzo alla novità che il nuovo metodo recava con sé, l'alternarsi continuo - nell'arco di 3, 6, 12, 16 ore a seconda delle quantità di carica - e convulso di una squadra nel tentativo non sempre fortunato di “ridurre a perfetion l'opera sua”²¹.

Su queste nuove esigenze di continuità produttiva si disegna la stessa divisione interna del lavoro in modo tale da garantire una perfetta sostituibilità degli elementi responsabili della colata. Il “maestro da forno” in primo luogo viene affiancato per l'intera durata della stagione da un “sottomaestro” dotato delle stesse competenze tecniche e anche il “maestro dei mantici” può trovare una sostituzione nel suo “disente” (apprendista) che garantisca, 24 ore su 24, la delicata areazione della manica.

Uomini di rara competenza e di massima abilità vengono aiutati da pochi garzoni, da un pestamine, incaricato di frantumare la vena per l'arrostitura prima della carica, da qualche “puteo” (ragazzo): in tutto uno sparuto numero di sette-otto elementi attorno al quale ruota un assai più numeroso mondo di cavallari e carbonai, incaricati di un approvvigionamento mastodontico di materia prima, di combustibile e di generi alimentari. Meno di dieci uomini di squadra operativi per gli otto mesi di lavorazione contro un universo non sempre facilmente identificabile nella consistenza, ma che i conti della dispensa di

¹⁹ MORELLI 1993, pp. 154-155.

²⁰ CALEGARI 1989, p. 77.

²¹ DELLA FRATTA 1985, cap. XXIV, p. 140.

Follonica fra 1640 e 1680 fanno oscillare a quasi cento unità, distribuite irregolarmente in una durata annuale quasi identica²².

Numeri comunque ridotti. Non si può essere in disaccordo con chi, come Landes, è portato a concentrare l'apporto rivoluzionario del metodo indiretto all'alterazione dei due rapporti fondamentali nella siderurgia pre-Darby, quello fra capitale e materia prima e quello fra capitale ed energia²³. Ma quello che fino ad ora poco appare sottolineato è che, almeno per una parte esigua ma significativa degli addetti al settore siderurgico, lo spartiacque con un passato produttivo era definitivamente segnato.

Simbolo non esterno del mutamento, di quel misurare uomini e produzione in termini prevalentemente temporali è la comparsa, in quest'unico segmento della produzione, del salario a tempo. "Maestro del forno", "maestro dei mantici", "sottofornaro" ricevono infatti per contratto una paga mensile monetaria prefissata al momento dell'ingaggio e invariata per tutta la stagione, laddove la vasta schiera degli altri lavoratori ha un compenso che variamente può rientrare nelle categorie del cottimo, del salario a peso o a quantità²⁴ a pagamento di un lavoro che si distribuisce variamente ed irregolarmente nel tempo, senza un apparente controllo di scadenze di tempo, che non siano il generico richiamo, per i carbonari, a concludere la propria opera "prima" dell'inizio della campagna di fusione.

2. EVOLUZIONE NELLA RIVOLUZIONE

Se i tratti "rivoluzionari" del metodo indiretto paiono emergere con sufficiente evidenza da molti angoli visuali, meno chiari possono apparire gli elementi "evolutivi" o semplicemente "conservativi" che questo nuovo metodo includeva.

Il "nuovo" che esso conteneva pare nullificare qualsiasi traccia di una tradizione di fondere ferro col bassofuoco o "forno alla catalana" talmente consolidata da rimanere la forma prevalente di siderurgia in vaste aree dell'Europa mediterranea fino ad epoca di matura industrializzazione²⁵. Nuove erano le quantità prodotte, nuovi erano gli investimenti, nuovi gli imprenditori, nuovo il prodotto ma, soprattutto, nuove erano le rese ottenute da vene metalliche anche povere. Si è parlato a più riprese di una svolta, di un'innovazione che, in certo senso, anticipa ben più note tappe rivoluzionarie dei secoli a venire.

Il forno a manica applicato, con varie sfumature tipologiche in Toscana come in Bretagna o nel Berry²⁶, è un parente stretto dell'altoforno di Darby, certo il responsabile diretto dell'aggravamento progressivo di una crisi energetica che attanaglia, fra la fine del Cinquecento e tutto il secolo successivo, molte regioni europee. Innovazione quindi, se ragioniamo con uno schema di "botta e risposta", foriera di una sperimentazione serrata e di ulteriori innovazioni che coinvolgono prima la politica di gestione delle risorse e poi la ricerca, sempre più agguerrita, di fonti energetiche alternative, dal carbon "marino" al coke²⁷.

²² MORELLI 1980, pp. 486 ss.

²³ LANDES 1978, p. 117.

²⁴ MORELLI 1993, p. 159.

²⁵ URIANTE AYO 1988, pp. 38-50.

²⁶ BELHOSTE 1990, p. 221.

²⁷ *Ibid.*, pp. 222-240.

La suggestione di questa linea interpretativa ha spinto, soltanto per restare all'ambiente toscano, ad enfatizzare, ponendo soprattutto l'accento sulla rottura con l'assetto precedente²⁸: legami e continuità strettissimi fra siderurgia medica e i ben noti epigoni fra restaurazione e fine del Granducato²⁹, con il conforto soprattutto di una persistenza territoriale plurisecolare di questa attività.

Il successo, protratto, del metodo indiretto merita probabilmente qualche riflessione in più, che tragga spunto non solo da cause di ordine geo-ambientale o politico-economico, ma si rivolga anche alle caratteristiche intrinseche del nuovo metodo.

Come ho precedentemente accennato, il ciclo di produzione si compone nella siderurgia indiretta di due grandi fasi: la prima svolta nell'altoforno e la seconda svolta in impianti di seconda raffinazione, le ferriere. In queste ultime il materiale, il "ferraccio", viene di nuovo riscaldato, poi affinato, cioè decarburato, con la battitura al maglio, mosso prevalentemente da energia idraulica³⁰.

La coppia forno-ferriera diviene la caratteristica dominante dei nuovi insediamenti medicei che comprendono spesso, oltre a queste due strutture pressoché contigue nel territorio, il "distendino" o la "filiera", dove il ferro ormai raffinato viene "ridotto a modello", colato e prodotto in forme "mercantili": "verzella", "verzellone", "quadro" ecc.

Il lavoro svolto in ferriera si discostava solo in un punto dal vecchio lavoro al bassofuoco, che cioè il materiale di partenza era ghisa anziché vena grezza. Punto nevralgico nell'affermazione del nuovo metodo era quindi la possibilità di riconvertire in senso ampio impianti ma soprattutto competenze, "perizie" locali antecedenti piegandole ad una diversa organizzazione produttiva. Accanto alle nuove ferriere attestata nella diretta vicinanza dei forni, gestite, con criteri analoghi al forno, direttamente dalla Magona del granduca³¹, la siderurgia toscana poteva contare su una rete preesistente di ferriere distaccate gestite autonomamente da artigiani indipendenti, variamente dislocate nel territorio ma con una forte concentrazione nella montagna pistoiese, lungo quella dorsale appenninica così prossima alle reti mercantili viarie verso Nord.

A questi la Magona vende ferraccio per comprarne, alla fine del ciclo, "ferro buono e mercantile". Il contratto di vendita che sigla i rapporti intercorsi fissa prezzi e quantità, garantendo allo Stato un controllo sulle quantità e sui prezzi, un interesse e un dominio apparentemente mercantile, con un intervento pressoché nullo sui tempi di fabbricazione. "Quando gli parrà" è la formula usuale con cui si indica la consegna.

Il maestro di ferriera, apparentemente indipendente nel suo organizzarsi il lavoro di "sollevare (...) con un badile grosso il ferro infuocato nel mezzo dove appunto [la massa] è più calda e battendosi sopra con una mazza (...) attaccarne l'una parte all'altra"³², diventa asservito al tempo che ritma sovrano i cicli del forno.

Nel 1614 l'agente della Magona assicura "che li fabbrichieri non habbino obbligo di fare una somma precisa di ferro ma solo quello che potranno como-

²⁸ CARDARELLI 1938, pp. 192-194.

²⁹ MORI 1966.

³⁰ BIRINGUCCIO 1558, cap. VI, pp. 16-17.

³¹ ASF, Magona, filza 2394.

³² DELLA FRATTA 1985, cap. XXIV, p. 142.

damente fare”³³.

Una riconversione, si potrà osservare, quasi perfetta. Grazie a questa i costi finanziari del passaggio al metodo indiretto si erano concentrati in uno sforzo imponente ma territorialmente concentrato - la Toscana meridionale, la Maremma - privilegiando la vicinanza alla fonte di esclusivo rifornimento, l’Elba, limitando le macchinosità di una gestione aziendale dispersa e parcellizzata. In virtù di una convivenza pacifica fra universi tecnicamente distaccati era stato possibile coniugare i vantaggi di un’innovazione “importata” fortemente propulsiva, in termini sia di produzione che di produttività, con le competenze di una tradizione “locale” ancora fortemente salda nel territorio.

Un’evoluzione non unica nel panorama europeo³⁴ ma certo di grande interesse soprattutto per l’impronta duratura che essa avrebbe manifestato. La specializzazione produttiva fra aree prevalentemente destinate alla prima fusione e zone di seconda raffinazione rimane, ad esempio, in Toscana la caratteristica dominante della siderurgia sette-ottocentesca, quella stessa che Teodoro Haupt avrebbe definito come “eredità degli antichi”³⁵.

Una evoluzione comunque che comportava qui come altrove pesanti costi. Lo stato degli studi non consente attualmente, per la Toscana, una valutazione degli effetti, in termini di depauperamento del patrimonio boschivo, che il passaggio al metodo indiretto e il conseguente aumento di fabbisogno energetico comportò. Sintomi indiretti di un disagio sono, senz’altro, gli aumenti particolarmente sensibili nel corso del XVII secolo dei prezzi del carbone di legna per i forni di Follonica e Cornia³⁶. Sono chiare denunce di uno stato di preoccupante depauperamento le lunghe controversie fra il vescovo di Massa e il granduca per il taglio dei boschi circostanti all’altoforno, un continuo via vai di “ambasciatori della comunità di Massa [venuti] per trattare e convenire (...) del sito del forno del legname per il carbone”³⁷, ma ancor più grave sembra la situazione denunciata dalle comunità, depauperate per il taglio massiccio di castagni del magro bottino che comunque il bosco regalava³⁸.

Costi questi pagati dagli spettatori esterni ad un disegno imprenditoriale di vasto respiro, ma molto di più da alcuni dei protagonisti attivi.

Traccia dell’aggravamento o, comunque, del peso che il problema andava assumendo anche nella seconda fase della lavorazione, viene questa volta dall’affacciarsi prima velato, poi sempre più consistente nei contratti fra magonieri e maestri di ferriera, di clausole attinenti la resa del combustibile, un ben preciso quantitativo di carbone di legna per ogni “migliaro di ferro sodo” prodotto³⁹.

La tendenza di fondo verso una continuità produttiva che eliminasse tempi morti fra prima e seconda fase di lavorazione, quello scongiurabile “se le fabbriche perdessero tempo e non lavorassero”, andava, a qualche decennio dall’introduzione del nuovo metodo, imponendo un’attenzione all’energia consumata

³³ ASF, Magona, filza 1628, c. 15.

³⁴ BOISSIÈRE 1990, pp. 41-43.

³⁵ HAUPT 1847, p. 8.

³⁶ MORELLI 1980, p. 48; ROMBALI, TOGNARINI 1986, p. 24.

³⁷ ASF, Magona, 2251, c. 72.

³⁸ Ibid., filza 1622, c. 9.

³⁹ Ibid., filza 1693, c. 9.

prima ignota al mondo del bassofuoco⁴⁰.

Un'incrinatura evidente agli equilibri del mondo della ferriera è già percepibile, nelle fonti, dalla definizione della perizia del "fabbrichiere". L'abilità di un maestro di ferriera, da dote individuale e "qualitativa" trova un nuovo metro di misura. Non si tratta del tempo, rigido regolatore dell'organizzazione del lavoro nell'altoforno ma piuttosto del consumo ragionato di una fonte energetica che si avverte in veloce esaurimento. Una nota in margine al contratto ci cala totalmente nel mutato clima: "il fabbrichiere (...) deve essere riconosciuto dalle sue operazioni secondo la soddisfazione che gli si darà a' detti magonieri non tanto della qualità o quantità di ferro quanto nel consumo del carbone"⁴¹.

Parole a cui si aggiungono elementi di maggior gravità, come l'indebitamento progressivo, contratto dopo contratto, dei maestri di ferriera percepibilmente sempre meno all'altezza di corrispondere a regimi di produttività tenuti forzatamente alti. Dagli anni '20 del XVII secolo la sofferenza diviene, come altrove si è già detto, caratteristica dominante. Suo epifenomeno marcato, la lunga serie di "mancamenti" nel corrispondere alle clausole contrattuali sulla resa da parte di artigiani i cui margini di indipendenza diventano sempre più labili⁴².

Occorrerebbe seguire più a lungo quest'evoluzione e capire quanto potevano influire crisi congiunturali - caduta dei prezzi del ferro, recessione generale ecc. - su un andamento generale di progressivo deterioramento del settore tradizionale. Le fonti lasciano tuttavia lo spazio per formulare un'ipotesi.

L'innovazione, che nel suo iniziale adattamento all'ambiente produttivo toscano aveva inglobato elementi tradizionali, si apriva ora verso altre dinamiche. Le prime avvisaglie di una crisi energetica avevano di fatto reso impossibile o almeno fortemente conflittuale la coesistenza di entità culturali tecniche autonome (altoforno e ferriera) e soprattutto di logiche economiche ormai chiaramente in rotta di collisione.

⁴⁰ Ibid., filza 1622, c. 14.

⁴¹ Ibid., filza 2693, c. 72.

⁴² MORELLI 1993, p. 161.

BIBLIOGRAFIA

- BELHOSTE 1990: J.F. BELHOSTE, *Une sylviculture pour les forges, XVI^e-XIX^e siècles*, in *Forges et forêts. Recherches sur la consommation proto-industrielle de bois*, sotto la direzione di D. Woronoff, Paris 1990, pp. 219-261.
- BELHOSTE, LECHERBONNIER 1991: J.F. BELHOSTE, Y. LECHERBONNIER, *Les conditions de l'expansion (milieu XVI^e- milieu XVII^e siècles)*, in *La métallurgie normande XII^e-XVII^e siècles. La révolution du haut fourneau*, Caen 1991, pp. 73-160.
- BIRINGUCCIO 1558: V. BIRINGUCCIO, *Pirotechnia*, Venezia 1558.
- BOISSIÈRE 1990: J. BOISSIÈRE, *La consommation parisienne de bois et les sidérurgies périphériques: essai de mise en parallèle (milieu XV^e-milieu XIX^e siècles)*, in *Forges et forêts* cit., pp. 29-56.
- CALEGARI 1981: M. CALEGARI, *Origini, insediamento, inerzia tecnologica nelle ricerche sulla siderurgia ligure di antico regime*, in "Quaderni storici", 1981, 46.
- CALEGARI 1989: M. CALEGARI, *Forni alla bresciana nell'Italia del XVI sec.*, in "Quaderni storici", 1989, 40.
- CARDARELLI 1938: R. CARDARELLI, *Le miniere di ferro dell'Elba durante la Signoria degli Appiano e l'industria siderurgica toscana nel Cinquecento*, in *Miniere e ferro dai tempi etruschi ai nostri giorni*, Roma 1938.
- DELLA FRATTA 1985: M. A. DELLA FRATTA, A. MONTALBANO, *Pratica minerale* (Bologna 1678), rist. an. a cura di M. CIMA, Firenze 1985.
- LANDES 1978: D. LANDES, *Prometeo liberato*, Torino 1978.
- MALUQUER DE MOTES 1986: J. MALUQUER DE MOTES, *Le tecniche della siderurgia preindustriale nell'area mediterranea: elementi di una comparazione*, comunicazione alla XVIII settimana di studi dell'Istituto internazionale di storia economica "Francesco Datini" di Prato, 1986, in corso di stampa.
- MORELLI 1980: R. MORELLI, *Sullo stato di infanzia della siderurgia seicentesca: le ferriere e i forni di Follonica e Cornia (1640-1680)*, in "Ricerche storiche", 10 (1980), 3.
- MORELLI 1982: R. MORELLI, *Swedenborg and Iron Founding in Italy*, in "Historical Metallurgy", 16 (1982), 1.
- MORELLI 1986: R. MORELLI, *Human Technology: Lombard Masters Working for Tuscan Mineralogy and Metallurgy in the 16th Century*, in *Technical Education and Social Mobility*, a cura di H. VAN DIJK, Ninth International Economic History Congress, Bern 1986.
- MORELLI 1991: R. MORELLI, *Il passaggio dal metodo diretto al metodo indiretto di fusione: cambiamenti socio-economici nella Toscana del XVI secolo*, in *Dal basso fuoco all'altoforno. Atti del I simposio Valle Canonica 1988: "La siderurgia nell'antichità"*, a cura di N. CUOMO DI CAPRIO, C. SIMONI, Brescia 1991.
- MORELLI 1993: R. MORELLI, *Men of Iron: Masters of the Iron Industry in Sixteenth Century Tuscany*, in *The Workplace Before the Factory*, a cura di T. M. SAFLEY, L. N. ROSENBAUM, Ithaca-London 1993.
- MORI 1966: G. MORI, *L'industria del ferro in Toscana dalla restaurazione alla fine del Granducato*, Torino 1966.
- NEF 1948: J. NEF, *Cultural Foundations of Industrial Civilisations*, Cambridge (Mass.) 1948.
- ROMBALI, TOGNARINI 1986: L. ROMBALI, I. TOGNARINI, *Follonica e la sua industria del ferro. Storia e beni culturali*, Firenze 1986.
- SELLA 1974: D. SELLA, *The Iron Industry in Italy*, in *Schwerpunkte der Eisengewinnung und Eisenverarbeitung in Europa 1500-1650*, a cura di H. KELLENBENZ, Wien 1974.
- SCHUBERT 1957: H.R. SCHUBERT, *History of the British Iron and Steel Industry*, London 1957.
- SOSSON 1986: J. P. SOSSON, *Les métiers de la métallurgie dans les anciens Pays Bas méridionaux, XVII^e-XVIII^e siècles: aspects économiques et sociaux*, comunicazione alla XVIII settimana di studi dell'Istituto internazionale di storia economica "Francesco Datini" di Prato, 1986, in corso di stampa.
- URIANTE AYO 1988: R. URIANTE AYO, *Estructura, desarrollo y crisis de la siderurgia tradicional vizcaina (1700-1840)*, Bilbao 1988.