



Marco Taddia
Gruppo Nazionale di Fondamenti e Storia della Chimica
marco.taddia@unibo.it

UN MANOSCRITTO DI ANTOINE L. LAVOISIER SUGLI IMPIEGHI DEL CARBONE

Lavoisier scrisse ‘Sur le charbon’ (1793) per un Dizionario di Artiglieria che non venne mai pubblicato ma il mémoire trovò posto nella raccolta delle Opere curata da Édouard Grimaux, pubblicata a cura del Ministro dell’Istruzione Pubblica e uscita a Parigi nel 1842. Dal contenuto emerge, tra l’altro, la competenza dell’Autore acquisita all’Arsenale come Régisseur Général delle Polveriere Reali.



Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794)

Insieme a Dmitrij Iva-novič Mendeleev (1834-1907), il cui nome è legato alla tavola periodica degli elementi, si può affermare, senza tema di smentita, che Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) sia tuttora il chimico più noto al grande pubblico. Oltre all’indiscussa fama scientifica e alle opere, come il *Traité Élémentaire de Chimie* (1789), che sancirono idee, concetti e regole alla base della cosiddetta ‘Rivoluzione Chimica’, concorrono alla sua notorietà altre ragioni, non ultima la tragica fine sotto la lama della ghigliottina. In questo lavoro, dopo alcuni cenni biografici, si parlerà di uno dei suoi ultimi scritti intitolato ‘*Sur le charbon*’, inserito nel quinto volume delle *Oeuvres*, quelle inerenti la produzione del salnitro e l’Amministrazione delle Polveriere Reali [1]. Seguirà un breve resoconto sull’esperienza dell’Autore nel campo delle polveri da sparo, anche per spiegare i motivi che lo portarono ad evidenziare nel manoscritto tale applicazione del carbone.

Antoine Laurent Lavoisier, breve biografia

Le notizie che seguono, raccolte da varie fonti e controllate, sono state ricavate dall’articolo di W.A. Smeaton [2] che, in apertura, passa in rassegna le principali biografie di Lavoisier a partire da quella



Fig. 1 - Veduta dell’Arsenale di Parigi di Charles Ransonnette (1848)



Fig. 2 - Lapide che ricorda la permanenza di Lavoisier all’arsenale



‘standard’ e autorevole di Douglas McKie [3], uno dei tre fondatori-editor degli *Annals of Science*, pubblicata nel 1952.

Lavoisier nacque a Parigi il 26 agosto 1743 e all’età di undici anni fu iscritto dal padre al *Collège Mazarin* dove, a partire dal settimo anno, ebbe la possibilità di seguire corsi di materie scientifiche. Intanto si era iscritto anche alla Sorbona per conseguire la laurea in giurisprudenza, che ottenne nel 1763. Studiò matematica ed astronomia fra il 1760 e 1761, sotto la guida dell’astronomo Nicolas-Louis de Lacaille (1713-1762) poi, nel 1762-63, o forse 1763-64 [2], seguì le lezioni di chimica di Guillaume François Rouelle (1703-1770). Più tardi lo ritroviamo impegnato per un lungo periodo in ricerche geologiche insieme

a Jean Étienne Guettard e Bernard de Jessieu [4] e, successivamente, in altre di tipo biologico dirette a confermare alcuni risultati di Spallanzani (1768). Nel maggio del 1768 venne nominato membro aggiunto dell’*Académie de Sciences*. La laurea in legge gli consentì poi di accettare un posto nella cosiddetta *Ferme Generale* (appalto generale delle imposte indirette), dove rimase per venticinque anni, divenendo in breve uno dei *Fermier Général*. Nel 1771 sposò la quattordicenne Marie Anne Pierrette Paulze che in seguito collaborerà con lui alle ricerche di laboratorio. Quattro anni dopo entrerà a far parte dell’Amministrazione delle Polveriere Reali, che gli consentirà di disporre fino al 1792 di un laboratorio di prim’ordine e di un appartamento presso l’Arsenale [5] (Fig. 1 e 2). Qui condusse gli esperimenti scientifici sui fluidi elastici, in particolare l’ossigeno (<https://www.indiscreto.org/come-lossigeno-cambio-il-mondo/>), la respirazione [5] e la composizione dell’acqua che lo portarono a negare l’esistenza del flogisto, tramite i *Mémoires* per l’*Académie* che gli procurarono la fama. Frutto delle sue scoperte e osservazioni furono in un primo tempo gli *Opuscules* (Fig. 3), sottoposti all’approvazione dell’*Académie* nel dicembre 1773. Ricordiamo qui che la prima versione integrale italiana di tale opera è disponibile da pochi anni [6]. Fra il 1783 e il 1785 (con Meusnier) compì le ricerche

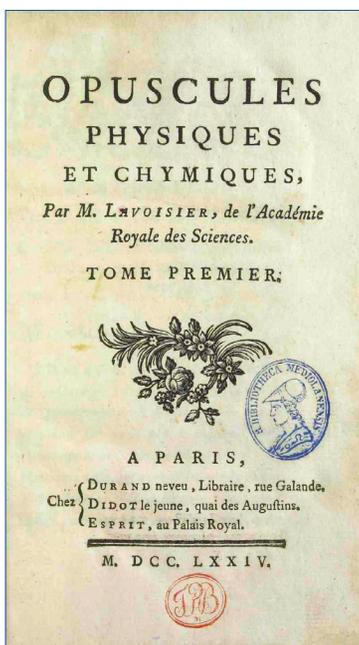


Fig. 3 - Gli ‘Opuscules’ di Lavoisier, prima edizione 1773

sull’acqua che consolidarono definitivamente la teoria antiflogistica, alla base del già menzionato *Traité*. La collaborazione con Laplace, basata sull’impiego del calorimetro e iniziata nei primi anni ‘80, condusse all’importante *Mémoire sur la Chaleur* (1784). A seguito della Rivoluzione del 1789 la popolarità di Lavoisier declinò rapidamente, benché lui l’avesse appoggiata fin dall’inizio. Influiro in tal senso le sue posizioni di esattore delle imposte e di amministratore delle polveri. Nell’agosto 1793 l’*Académie* venne soppressa e Lavoisier, insieme ad altri, fu accolto nel *Lycée des Arts*. Egli faceva parte dal 1785 anche del *Lycée* (da non confondersi con il precedente) dal quale i ‘contro-rivoluzionari’ furono espulsi per ordine del governo.

L’espulsione di Lavoisier dal *Lycée* ne precedette l’arresto il 28 novembre 1793 (Fig. 4). Nel maggio successivo fu decretata la morte degli esattori e la sentenza fu eseguita l’8 maggio 1794.

Su Lavoisier circolano parecchie idee imprecise e luoghi comuni, ad esempio che sia stato il primo ad introdurre in chimica metodi quantitativi, oppure il concetto di ‘elemento’. Invece va considerato il primo grande chimico-fisico, fondatore della scienza termochimica e, con Guyton de Morveau ed altri, il riformatore della nomenclatura chimica (1787) [7], oltreché il compilatore della prima lista degli elementi.

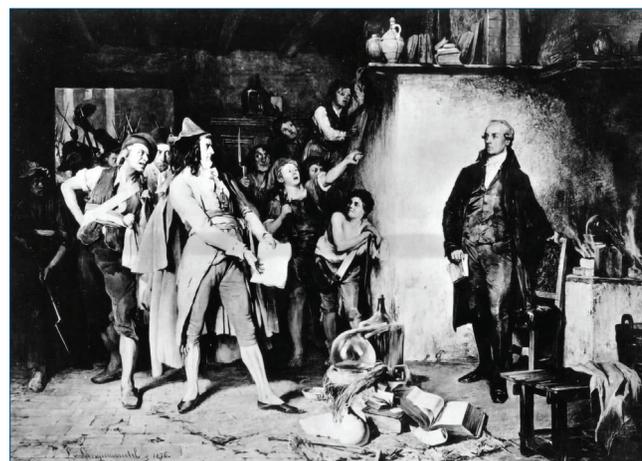


Fig. 4 - L’arresto di Lavoisier (Ludwig von Langenmantel, 1876)

Il manoscritto sul carbone

È un autografo datato 1793, quindi redatto poco prima della morte dell'A. e doveva costituire, al pari di *Détonation*, la voce di un dizionario, il *Dictionnaire d'artillerie de l'Encyclopédie méthodique*, la cui redazione era affidata a De Pommereul. Il *Dictionnaire* non è mai stato pubblicato ma 'Sur le charbon' è giunto a noi tramite le citate *Oeuvres*, Vol. V [1]. Non era certamente la prima volta che Lavoisier si occupava del carbone, come dimostrano le numerose voci che compaiono nel Panopticon Lavoisier [8] ma probabilmente non con l'intento applicativo con il quale redasse questo manoscritto.

Consta di una decina di pagine che si aprono con una breve introduzione, dove l'A. precisa che per carbone s'intende la sostanza combustibile nera che rimane come residuo della distillazione del legno, oppure in seguito all'arresto della combustione per sottrazione dell'aria fornita inizialmente. Le prime cinque pagine comprendono due paragrafi: prima si parla del carbone dal punto di vista chimico poi si prosegue trattando dei suoi usi nelle cosiddette 'arti economiche'. Il resto parla del carbone come ingrediente che entra nella composizione della 'polvere', sottinteso polvere da sparo, notoriamente costituita da una miscela di nitrato di potassio, zolfo e appunto carbone di legno, in proporzioni varie.

Nel primo paragrafo l'A. ci tiene a ricordare che all'inizio del Settecento i chimici ritenevano che il carbone fosse composto da flogisto e terra. Dato che del primo avevano un'idea piuttosto vaga, questa poteva adattarsi anche al carbone. Le esperienze moderne avevano chiarito che si trattava invece di uno dei principi dei corpi (per noi elementi) che entrava in diverse combinazioni dei tre regni della natura e, aggiungiamo, che lo stesso Lavoisier ed altri avevano dimostrato trovarsi anche sotto forma di diamante [9]. Poiché, secondo Lavoisier, nessun chimico aveva fino ad allora trattato l'argomento 'carbone' da questo punto di vista, egli aveva

deciso di presentare i risultati di esperienze che potevano giustificare tale affermazione. Comincia allora descrivendo la combustione completa del carbone di legno, contenuto sotto una campana di cristallo, in presenza di aria 'vitale', ed effettuata per mezzo una lente. Aveva trovato che bruciando 24 grani di carbone il peso dell'aria aumentava esattamente della stessa quantità e concludeva che la combustione era una vera combinazione tra carbone e aria vitale. Tra l'altro, ancora una volta, poteva affermare che 'nulla si distrugge in natura'. Citando altre esperienze più complesse e sempre appoggiandosi a dati numerici che coinvolgevano il bilancio di formazione dell'aria fissa, cioè del diossido di carbonio prodotto dalla combustione, definisce la combustione del carbone analoga a quella dello zolfo che produceva 'acido solforoso' e 'acido vitriolico'. Tralasciando volutamente altre considerazioni sul ciclo del carbonio tra i regni della natura, di cui oggi è considerato una sorta di anticipatore [10], qui, per non andare fuori tema, Lavoisier si affretta a sottolineare la natura del carbone come costituente dell'aria fissa, sia per la sua importanza nella detonazione del nitro (nitrato di potassio), sia per gli effetti sulle polveri. A questo punto, per chiarezza, e non confondere il termine 'carbone' con 'carbonio', è utile ricordare fin da ora che l'elemento carbonio fece la comparsa con

il nome francese 'carbone' al posto del vecchio 'charbon pur' nel 'Méthode de Nomenclature Chimique' (1787).

Il paragrafo che segue tratta del carbone come uno dei principali combustibili per alimentare il fuoco e, senza addentrarsi nei metodi di produzione, l'A. si preoccupa piuttosto di giustificare i prezzi con cui apparivano sul mercato combustibili di origine differente. La fonte dei risultati delle esperienze intraprese dagli ingegneri delle polveri, per stabilire, su richiesta governativa, la 'quantità' di calore' che ciascun combustibile in uso a Parigi era in grado di fornire, sono i *Mémoires de l'Académie* (1783). Dopo aver



Fig. 5 - Un arbusto di 'bourdaine' o frangola

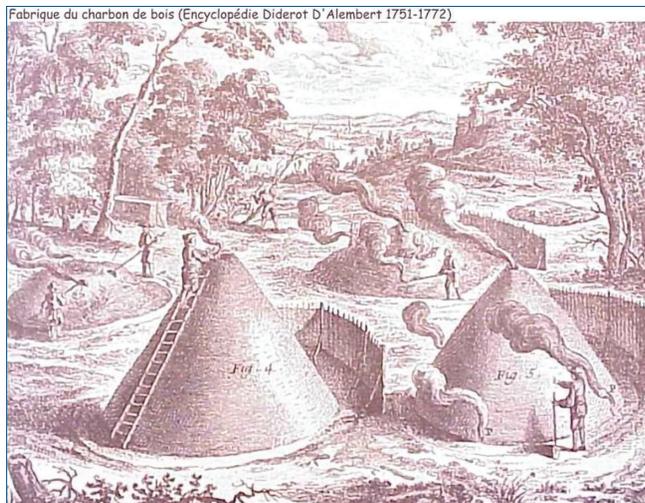


Fig. 6 - Preparazione del carbone di legna nell'*Encyclopédie*

descritto l'apparato sperimentale e il procedimento per evaporare una data massa di acqua, Lavoisier riporta il confronto tra i risultati ottenuti per i seguenti combustibili: carbon fossile, coke, carbone di legna misto, legna da ardere, torba di Villeroy e carbone di torba. Per evaporare 2.800 litri di acqua quello tra loro che, in termini di peso, era richiesto in minore quantità era il carbone di legna mentre, in volume, vinceva il carbon fossile.

Il paragrafo che segue tratta del carbone come ingrediente delle polveri da sparo. Qui la sua competenza in materia traspare con evidenza, dato che si occupava della gestione delle polveri dal 1775. Ricordando innanzitutto che il legno, quando viene convertito in carbone tramite distillazione a secco, perde i 4/5 del suo peso, l'A. si dilunga nella descrizione del procedimento e dei prodotti (oli, acidi e sostanze volatili) che si liberano. Precisa poi che il tipo di legno preferibile è quello di un arbusto noto come '*bourdaine*' (in italiano frangola) (Fig. 5) e spiega che i carbonai, dopo aver levato la corteccia, lo pongono in buche preparate a tale scopo poi lo bruciano fino a ridurlo a carbone, estinguono il fuoco e ricoprono il tutto con zolle erbose. Di tale procedimento esistevano delle varianti, come documentato dall'*Encyclopedie di Diderot* (Fig. 6). Un altro procedimento più 'pulito', prosegue Lavoisier, si adotta in alcune fabbriche dotate di forni in mattoni (Fig. 7) ed era preferito, precisa l'A. per la polvere specificatamente destinata al Re. Il carbone così preparato, mette in guardia l'A., si infiamma facilmente, può provocare incidenti specialmente nei mulini che lo macinano e spiega

diffusamente quali precauzioni sono consigliate per lavorare in sicurezza. A proposito di incidenti, ricorda quelli piuttosto frequenti a Saint-Joseph di Essonnes, da ascrivere probabilmente a tale causa.

L'ultima parte del paragrafo è dedicata alle impurezze (sali e terre) che può contenere il carbone e si ritrovano nelle ceneri, influenzando la qualità del prodotto finale. A tal fine, scrive che si sono cercate alternative alla *bourdaine*, come ad esempio il *saule* (salice) ma un'ordinanza del Re (4 aprile 1686) aveva stabilito di utilizzare solamente la *bourdaine*. Purtroppo si trattava di una pianta rara, specialmente in talune province, per cui il discorso rimaneva aperto, mentre c'erano scienziati come il conte d'Arcy e Beaumé che insistevano sul fatto che c'erano legni egualmente adatti allo scopo. Il manoscritto presenta poi una tabella, lasciata in bianco, nella quale andrebbero riportati i valori delle ceneri ricavati dalla combustione di legni diversi.

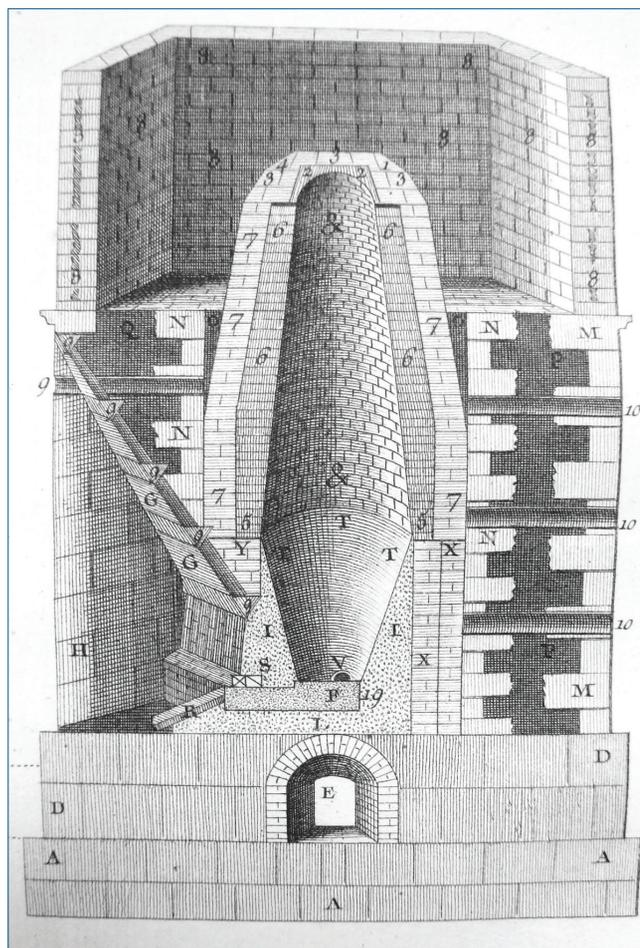


Fig. 7 - Forno in mattoni per produrre il carbone

In conclusione, secondo l'A., i tempi non erano maturi per proporre un ritiro dell'ordinanza reale, tanto più che nelle ceneri poteva esserci della *plombagine* (grafite impura) che poteva compattare il carbone e comprometterne la combustione. In conclusione restava comunque difficoltoso, dal punto di vista chimico, stabilirne la concentrazione quindi, in attesa di saperne di più, meglio aspettare i risultati di ulteriori indagini affidate alla direzione di Le Tort, uno dei *régisseurs* che a Essonnes si occupava delle polveri da caccia del Re.

Lavoisier, Amministratore delle Polveriere Reali

C'è più di un resoconto su questo incarico di Lavoisier [11-13] e quelli di Scheler [11] e Bret [13] si distinguono per completezza di informazioni. La gestione delle polveri e del salnitro nella Francia del Settecento costituiva un affare di rilevanza economica considerevole, affidata ad un'apposita Compagnia finanziaria (*Ferme de Poudres*), che venne accusata di tollerare frodi di vario genere e di fornire merci di scarsa qualità. Con l'arrivo di Turgot al Ministero, vennero presi provvedimenti immediati: la Compagnia fu trasformata in *Régie des Poudres* (Amministrazione delle Polveriere Reali) a partire dal 1° luglio 1775 e posta sotto la giurisdizione di un Comitato di quattro membri, comprendente Lavoisier, Le Fauchaux, Clouet, Barbare de Glatigny, presto sostituito da un figlio di Le Fauchaux. Costoro ebbero subito l'incarico di 'esplorare' la situazione e rimettere in ordine i conti. Intanto Lavoisier s'installò nell'Arsenale, anzi nel Piccolo Arsenale, dove trascorse sedici anni a partire dal 1776 [5]. Quando i nuovi amministratori entrarono in carica dovettero confrontarsi con frodi, traffici clandestini, corruzione ed emanare prontamente norme disciplinari correttive. Nel periodo 1775-1791 Lavoisier svolse egregiamente il suo compito manageriale e redasse vari documenti, anche di tipo tecnico per migliorare la produzione [14], avvalendosi delle sue competenze chimiche. Si deve alla mano di Lavoisier, che manteneva l'incarico di esattore delle imposte, l'*Instruction pour la Ferme général* che si occupava anche degli



Fig. 8 - Gioan Ignazio Molina (1740-1829)

addetti alle polveri e dei loro misfatti. I principali collaboratori dei dirigenti erano i commissari alle polveri, circa una quarantina, che facevano da tramite tra i capi e le province francesi.

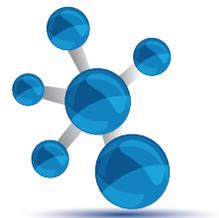
Il confronto con un'altra memoria sull'argomento

Può essere interessante richiamare qui la memoria 'Sul carbone' del gesuita-scienziato cileno Gioan-Ignazio Molina (Talca, 1740 - Bologna, 1829) (Fig. 8), giunto in Italia nel 1769 e dal 1812 insegnante di Scienze Naturali all'Università di Bologna. La memoria venne letta all'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, cui

Molina apparteneva dal 1802, e venne pubblicata nel 1822 [15]. Del suo A. e del contenuto della memoria si è parlato diffusamente altrove [16]. Qui basterà ricordare che, rispetto a Lavoisier, Molina faceva ricorso ad una classificazione piuttosto imprecisa e confusa dei quattro diversi stati o forme in cui si poteva presentare il 'carbone':

1. Ossido carbonioso, ovvero carbone comune di legno
2. Carbone di terra o carbon fossile
3. Carbonio, ovvero carbone puro
4. Carbonio saturato di ossigeno e sublimato dal calore, chiamato 'gaz' acido carbonico.

A titolo di curiosità, notiamo che Molina si tratteneva anche sugli usi antisettici del carbone di legno, sul suo impiego come purificante delle acque e sulla stabilità chimica che lo rendeva idoneo a diverse applicazioni. I principali impieghi da lui citati: combustibile nella produzione di vapore per macchine idrauliche e navi, oltre alla produzione di gas illuminante. Parlava anche delle miniere di carbon fossile e delle sorgenti di 'olio di sasso' ossia di petrolio, derivato secondo lui dalla distillazione del carbone ad opera del calore sotterraneo, e indice della prossimità delle suddette miniere. Molina dimostrava di conoscere le ricerche di Guyton de Morveau sul diamante, quelle di Thomas Henry sui processi fermentativi e quelle di Hales e Black sull'aria fissa. Mancava del tutto un accenno all'impiego come componente della polvere da sparo che a Lavoisier, viceversa, stava a cuore. Insomma possiamo concludere che il nostro gesuita,



bolognese acquisito, era giustamente più preoccupato di mettere in risalto i vantaggi del carbone nella vita di tutti i giorni delle persone comuni piuttosto che come componente di esplosivi per la caccia dei Re e, purtroppo, anche per i cannoni.

BIBLIOGRAFIA

- [1] A.L. Lavoisier, Sur le charbon, in É. Grimaux (a cura di) *Oeuvres de Lavoisier*, Paris, Imprimerie Nationales, 1892, **5**, p. 301
- [2] W.A. Smeaton, *Hist. of Science*, **2**(1), 51.
- [3] D. McKie, Antoine Lavoisier, scientist, economist, social reformer, London and New York, 1952, ristampa, New York, 1962.
- [4] J. Guettard, A.L. Lavoisier, Description de deux mines, 1777, in *Corpus Etampois*, 2002, <http://www.corpusetampois.com/cse-18-guettard2mines.html>.
- [5] M. Beretta, P. Brenni, The Arsenal of Eighteenth-Century Chemistry: The Laboratories of Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), Nuncius Series, vol. 10, Brill, Leiden, 2022.
- [6] A.L. Lavoisier, *Opuscoli Fisici e Chimici*, a cura di M. Ciardi, M. Taddia, Bononia University Press, Bologna, 2005.
- [7] G. De Morveau, A.L. Lavoisier, C.L. Berthollet, A.F. De Fourcroy, *Méthode de nomenclature chimique*, Paris, Chez Chucet, 1787, p. 117.
- [8] <https://www.museogalileo.it/it/biblioteca-e-istituto-di-ricerca/progetti/banche-dati-e-bibliografie/400-panopticon-lavoisier-it.html>
- [9] S. Tennant, *Phil. Trans.*, 1797, **87**, 123.
- [10] M.E. Galvez, J. Gaillardet, *Comptes Rendus Geoscience*, 2012, **344**, 549.
- [11] L. Scheler, *Rev. Hist. Sciences*, 1973, **26**(3), 193.
- [12] C. Viel, *Revue d'Histoire de la Pharmacie*, 1995, **306**, 255.
- [13] P. Bret, Lavoisier à la régie des poudres: Le savant, le financier, l'administrateur et le pédagogue, 1994, halshs-00002883, 2004.
- [14] S.H. Mauskopf, *Rev. Hist. Sciences*, 1995, **48** (1-2), 95.
- [15] G.-I. Molina, Sul carbone, *Memorie di storia naturale lette in Bologna*. Memoria X, Bologna, 1822.
- [16] M. Taddia, Quando il carbone diventò una risorsa, *Riv. Combustibili*, 2012, **66**(4), 28.