
Acqua contro carbone

Elettrochimica e indipendenza energetica italiana negli anni trenta

di Rolf Petri

La trasformazione dell'Iri in uno strumento di attivo intervento pubblico, la fondazione dell'Anic, la crescita dinamica di alcune delle più grandi aziende italiane come la Fiat e la Montecatini, la rapida industrializzazione di alcune zone agevolata con leggi speciali — queste ed altre trasformazioni, verificatesi durante la seconda metà degli anni trenta, hanno innegabilmente contribuito alla formazione di quell'assetto tecnico, geografico e sociale che, negli anni sessanta e settanta, avrebbe permesso il cosiddetto "miracolo economico" e la definitiva trasformazione dell'Italia in un paese industrializzato.

Un tale apporto non poteva ancora determinare la diffusione dell'industria leggera e della relativa produzione. L'austera economia "autarchica" era il contrario di tutto ciò che, negli anni sessanta, sarebbe diventato status-symbol del benessere. Produzione e consumo su larga scala avevano come presupposto mercati internazionali più ampi, una maggiore libertà di scambio e di commercio e, infine, la creazione del grande "mercato interno" Cee.

Certo, nell'Europa degli anni trenta e quaranta si era ben lungi da questi presupposti. Ma, oltre alla diffusione dell'industria leggera, alla meccanizzazione dell'agricoltura e allo sviluppo del terziario, le maggiori economie post-belliche, per essere competitive sui mercati interni, europei e mondiali, avrebbero avuto bisogno di una solida base di industrie pesanti: è proprio at-

traverso queste industrie che possono radicarsi nella storia precedente, nell'epoca del protezionismo, dell'intervento pubblico e dell'economia bellica. Un'epoca che, nel caso italiano, è riassumibile, appunto, con l'appellativo di autarchia.

Sia nella memoria comune che nella storiografia, l'immagine dall'autarchia è strettamente connessa con una condizione sociale estremamente disagiata, caratterizzata da salari stazionari se non in ribasso, dalla restrizione del potere d'acquisto di vasti strati della popolazione, dall'agonia dell'agricoltura, del terziario e delle industrie piccole e medie. I prezzi di molti prodotti vennero tenuti alti dalle barriere doganali.

Alla popolazione si impose ogni tipo di sacrificio, purché non venisse importato più del minimo necessario e non venisse intaccato il disegno imperialista e guerrafondaio del fascismo. Era questo il volto più facilmente percepibile dell'autarchia.

Oltre all'arricchimento di qualche gerarca, allo spreco per lubrificare la "macchina del consenso" e del clientelismo, alla corruzione, la sottrazione di risorse ai redditi operai e ad altri settori dell'economia aveva dunque uno scopo più generale. Le misure autarchiche dovevano rendere la base economica del paese più autonoma a medio e lungo termine, mentre a scadenza più ravvicinata sebbene non meglio specificata, dovevano metterla in grado di sostenere lo sforzo bellico. Perciò si cominciò a sostitui-

re, per quanto possibile, l'importazione di ferro, rame, nichel, alluminio, zinco, magnesio, piombo, cadmio e di altri metalli, nonché di cotone, di gomme e di varie altre sostanze chimiche, per lo più necessarie per le industrie belliche¹. Le varie agevolazioni offerte dallo Stato, ad esempio nelle "zone industriali", nonché i prezzi interni protetti dalle barriere doganali, assicuravano alle imprese operanti in quei settori un alto tasso di autofinanziamento che permise una rapida espansione delle strutture aziendali.

Per non accontentarsi di queste semplici constatazioni, nel presente lavoro si cercherà di analizzare in che cosa fosse materialmente consistita l'autarchia per i settori che non ne soffrirono, ma che, al contrario, ne risultarono avvantaggiati.

Per l'industria di base l'autarchia significava tutt'altro che isolamento. Sebbene la propaganda politica dell'epoca non si stancasse di sostenere il contrario, non esistevano tecnologie specificamente autarchiche. Esistevano sì prodotti autarchici, ma per realizzarli bisognava ricorrere all'importazione di capitali e tecnologie esteri. La Alcoa americana, la Aiag (Alluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft) svizzera, la Ig Farben tedesca, la Saint-Gobain francese, la Solvay belga ed altre imprese diedero all'industria autarchica e bellica un notevole impulso. Risale a quegli anni l'ingresso in Italia di numerosi processi industriali. All'insegna dell'autarchia, l'Italia si aprì ad una serie di nuovi procedimenti, soprattutto chimici, già sperimentati e maturati nei paesi più

progrediti. Vennero introdotte nuove tecnologie per la produzione di colori e di affini, di magnesio, di esplosivi; venne allargata la gamma produttiva dei derivati del cloro e della soda; venne sperimentata l'elettrolisi dell'idrogeno e l'idrogenazione dei combustibili liquidi; vennero sviluppati e resi più sofisticati i procedimenti per concimi, metalli leggeri e pesanti, e così via. L'intero complesso della chimica organica, successivamente confluito nella petrolchimica, venne avviato in quegli anni. Nel dopoguerra, la produzione in massa dei beni finali si sarebbe basata in ragguardevole misura sulla precedente introduzione o, perlomeno, sperimentazione delle tecnologie per gomma sintetica, plexiglas e resine artificiali — tutte importate in Italia per ragioni strettamente autarchiche.

La produzione propria di queste materie o dei loro surrogati avrebbe però comportato un elevato consumo di energia, un bene ancor più scarso in Italia. La soluzione di questo problema, offerto dall'autarchia, non era affatto nuova: l'importazione del carbon fossile doveva essere parzialmente sostituita da una più intensa produzione idroelettrica. L'utilizzo industriale del "carbone bianco" su vasta scala era un concetto profondamente radicato nella storia industriale italiana. Già nel 1905, l'osservanza di questa linea, largamente condivisa dagli osservatori stranieri², aveva catapultato l'Italia al terzo posto tra i produttori di energia idroelettrica, superata solo dai due stati nordamericani³. L'energia idroelettrica non doveva solo tro-

¹ Fortunato Minniti, *Le materie prime nella preparazione bellica dell'Italia (1935-1943)*, in "Storia contemporanea", 1986, n. 1 e 1986, n. 2, Tav. 2, pag. 18.

² Cfr., per esempio, Robert Züblin, *Die Handelsbeziehungen Italiens vornehmlich zu den Mittelmeerlaendern*, Jena, 1913; l'autore, di fronte ai 5.500.000 Hp inutilizzati dei corsi d'acqua secondo una stima ufficiale italiana attorno al 1910, predisse "un futuro più grandioso per l'industria italiana" in base alla "sola ricchezza di risorse idriche" (p. 96).

³ Renato Giannetti fornisce, per il 1905, i dati seguenti: Usa 527.467 Hp installati di potenza idroelettrica; Canada 228.225 Hp; Italia 210.000 Hp; Francia 161.343 Hp; Svizzera 133.202 Hp; Germania 81.077 Hp; Svezia 71.000 Hp. L'energia idroelettrica contribuiva con il 47 per cento alla potenza produttiva installata in Italia fino al 1898, aumentando la propria quota al 69 per cento del 1908 (cfr. Renato Giannetti, *Tecnologia, scelte d'impresa ed intervento pubblico: l'industria elettrica italiana dalle origini al 1921 dal XVIII secolo ai giorni nostri*, "Passato e presente", 1982, n. 2, pp. 69-70).

vare applicazione come forza motrice industriale e nell'illuminazione, ma anche, e soprattutto, come fonte di calore nel processo industriale che più degli altri aveva punito l'Italia per la mancanza di giacimenti carboniferi nel sottosuolo nazionale: la metallurgia⁴. Negli anni venti e trenta, accanto ai forni elettrici della siderurgia, si sarebbero sviluppati con particolare intensità i processi elettrotermici ed elettrolitici per i metalli non ferrosi e per molte sostanze chimiche. L'applicazione del processo elettrico doveva sostituire, dove tecnicamente possibile, il processo a combustibile.

Se l'idea della sostituzione del carbon fossile con la forza idrica non era nuova, lo era di certo la coerenza con cui si lavorava per la sua realizzazione. La prospettiva generale dell'industria autarchica divenne, quindi, quella di produrre metalli e sostanze chimiche "nazionali" con l'energia idroelettrica.

Nell'ambito di questo orientamento il Nord-est dell'Italia, una zona fornita soprattutto dalla Società adriatica di elettricità, avrebbe assunto una particolare importanza.

La Sade e la formazione del monopolio elettrico triveneto

I primi due decenni del nostro secolo furono decisivi per la formazione e affermazione dei grandi gruppi elettrici italiani come Edison, Sip, Sade e Sme, i quali conservarono, grosso modo, la loro struttura industriale e finanziaria fino alla nazionalizzazione nei primi anni sessanta⁵.

Nel quadro di questa generale trasformazione monopolistica⁶ della produzione elettrica si staglia la costituzione della Società adriatica di elettricità (Sade), avvenuta nel 1905 per iniziativa della Banca commerciale

⁴ Cfr., tra gli altri, Bruno Caizzi, *Storia dell'industria italiana*, Torino, Utet, 1965, pp. 363, 366, 371-380; Rosario Romeo, *La rivoluzione industriale dell'età giolittiana* in Alberto Caracciolo (a cura di) *La formazione dell'Italia industriale*, Bari, Laterza 1963, pp. 171-175; e Antonia Carparelli, *I perché di una mezza siderurgia*, in Franco Bonelli (a cura di), *Acciaio per l'industrializzazione*, Torino, Einaudi, 1982, pp. 5, 6, 21.

⁵ Dal punto di vista dell'evoluzione tecnica non si trattava tanto di un'espansione delle strutture produttive, quanto di una integrazione di quelle esistenti. La costruzione delle reti di trasporto della corrente costituì, per le diverse ragioni di carattere tecnico-economico messe in rilievo da Renato Giannetti, un passo decisivo verso una più diffusa e qualificata elettrificazione a base idrica. Non può dunque stupire che soprattutto nelle aree già precedentemente munite di centrali elettriche, allestite lungo i corsi d'acqua, il processo di consolidamento delle diverse unità produttive appaia innanzitutto come operazione di carattere finanziario, come assorbimento delle piccole centrali da parte delle grandi; si può parlare quindi di una ristrutturazione monopolistica del settore.

Le operazioni di questo tipo riceverono la spinta maggiore dalle strategie "scelte dai grandi produttori di materiale elettrotecnico" (R. Giannetti, *Tecnologia, scelte d'impresa*, cit., p. 67) e messe in atto con una notevole partecipazione da parte dei capitali esteri di origine tedesca e, seppure in misura più limitata, svizzera, austriaca... Le "banche miste" con la Banca commerciale italiana furono la leva per la loro realizzazione. Confalonieri descrive i nessi che legavano la Commerciale alle "società costituite o comunque controllate dalla Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, la grande azienda di Siemens e Rathenau... — e continua affermando che — si manifesta in quella occasione una profonda fiducia nel 'grande avvenire' dell'industria elettrica" da parte della banca Commerciale: Antonio Confalonieri, *Banca e industria in Italia (1894-1906)*, vol. III, Bologna, Il Mulino, 1975, p. 201; Peter Hertner comunque precisa che l'attività delle società elettriche tedesche, il cui peso nell'ambito delle "banche miste" andava via via diminuendo dopo il 1900, non era tanto diretta ad un controllo globale del settore, quanto alla costruzione di infrastrutture per accrescere e consolidare il mercato dei loro materiali elettrotecnici; cfr. questo argomento P. Hertner, *Il capitale tedesco nell'industria elettrica italiana* in Bruno Bezza (a cura di), *Energia e sviluppo. L'industria elettrica italiana e la Società Edison*, Torino, Einaudi, 1986, p. 213.

⁶ Secondo Renato Giannetti, *Tecnologia scelte d'impresa*, cit., pp. 61, 62 e *La conquista della forza. Risorse, tecnologia ed economia nell'industria elettrica italiana (1883-1940)*, Milano, Angeli, 1985, p. 35, l'unificazione delle unità produttive rappresentò innanzitutto una necessità tecnica per rendere più flessibile ed efficace produzione e distribuzione della corrente idroelettrica e per corrispondere con ciò alle aspettative di un'utenza crescente e diversificata. In

italiana e del suo "fiduciario" veneziano, Giuseppe Volpi⁷. Al momento della sua costituzione la Sade poteva contare solo su alcune strutture di produzione elettrica precedentemente possedute dalla Sa per l'utilizzazione delle forze idriche nel Veneto. Ma nel giro di pochi anni riusciva a compiere una serie di operazioni di carattere finanziario intraprese sia a fini di concorrenza — come mostra la competizione con la Società per l'illuminazione elettrica di Venezia⁸ — sia con una più ampia strategia di integrazione tra produzione e distribuzione dell'energia elettrica nel vasto territorio delle Tre Venezie.

La società elettrica aveva "fin dall'inizio (...) puntato sull'acquisizione di impianti già funzionanti, *in reddito*: politica che veniva anche più decisamente seguita negli anni

successivi."⁹ Nel corso di questo rilevamento di società piccole e medie, che doveva essere finanziato con ingenti aumenti di capitale tra il 1906 e l'inizio della prima guerra mondiale¹⁰, furono integrati nel gruppo imprenditori e proprietari veneti, come Papadopoli (tra l'altro interessato nella centrale elettrica sul Cellina) e Giovanni Revedin. Su questa strada, alla fine della guerra, la Sade era già riuscita a controllare direttamente o indirettamente il grosso della produzione e vendita dell'energia idroelettrica triveneta, impiegando impianti e centrali dislocati sul Cellina, sul Cismon, sull'Adige e sul Piave — Lago di S. Croce — quest'ultimo progetto fu realizzato ancor prima della grande guerra — e portando la capacità produttiva a quasi 300 milioni di KWh annue.¹¹

questo contesto pare tuttavia utile ricordare come le "polemiche antimonopolistiche" dell'epoca non si fossero affatto esaurite con i discorsi dei "grandi produttori chimici e siderurgici" intenzionati a "rendersi autonomi dal ricatto degli 'elettrici'" (R. Giannetti, *Tecnologia, scelte d'impresa*, cit., p. 76). Alcuni, invece, riconobbero pienamente la necessità tecnica del monopolio elettrico quale presupposto dell'ulteriore progresso industriale, innescando proprio per questa ragione una polemica antimonopolistica. Rispondendo all'ing. Civita, che aveva difeso l'eliminazione della concorrenza nel settore elettrico come presupposto tecnico-economico di un'energia idroelettrica a prezzo conveniente, Silvio Trentin scrisse nel 1921: "Non contestiamo il fondamento di questi argomenti critici che sono indiscutibilmente ispirati da una chiara e precisa visione della realtà (...). Se è vero infatti che un regime di concorrenza non può regolare durevolmente l'esercizio delle imprese elettriche, non per questo è vero che debbasi considerare il *monopolio privato* come il sistema normale ed ideale di produzione in questo campo (...) se è vero che la maggior economia del servizio elettrico si raggiunge nel coordinamento degli impianti, è anche vero che il criterio puramente economico è insufficiente a rappresentare le esigenze di questo coordinamento stesso e che, d'altra parte, il servizio della produzione della energia elettrica mediante l'impiego di corsi d'acqua pubblici, non può concepirsi senza offesa al pubblico interesse, come avulso ed indipendentemente da tutto il complesso degli altri servizi a cui il demanio idrico può essere destinato, o di cui il demanio idrico può costituire l'oggetto" (Silvio Trentin, *Gli enti pubblici del Veneto di fronte al problema delle utilizzazioni idrotermiche*, Venezia, 1922, pp. 46-47). Nel presente lavoro la nozione "monopolistica" non sarà, quindi, usata nel senso tecnico descrittivo al quale fa riferimento chi parla di "monopolio naturale". Verrà usata, invece, nel suo più tradizionale senso "storico", così da comprendere oltre le caratteristiche tecniche ed economiche in senso stretto, l'intero processo sociale di appropriazione capitalistica e le tendenze che da esso derivano.

⁷ Cesco Chinello, *Porto Marghera 1902-1926. Alle origini del 'problema di Venezia'*, Venezia, Marsilio, 1979, da p. 150 in poi; Sergio Romano, *Giuseppe Volpi. Industria e finanza fra Giolitti e Mussolini*, Milano, Bompiani, 1979, p. 80-112; Richard A. Webster *L'imperialismo industriale italiano 1908-1915*, Torino, Einaudi, 1974, pp. 117-246.

⁸ Benché questa società appartenesse all'area Edison (che ne deteneva il 50 per cento delle azioni) e quindi all'area della stessa Banca commerciale, tra la Società per l'illuminazione elettrica e la Cellina, poi confluita nella Sade, si scatenò una battaglia di prezzi. Questo episodio fa presumere che esistesse una spartizione delle sfere d'interesse all'interno della Commerciale che forse spiega l'autonomia relativa con la quale il gruppo veneziano poteva operare; cfr. A. Confalonieri, *Banca e industria*, cit., pp. 221-223.

⁹ A. Confalonieri, *Banca e industria*, cit., p. 227.

¹⁰ S. Romano, *Giuseppe Volpi*, cit., p. 36.

¹¹ Maurizio Reberschak, *Acqua e luce. Risorse idriche e industria elettrica nel Bellunese*, in *Storia contemporanea del Bellunese*, Feltre, Libreria Pilotta Editrice, 1984, pp. 282, 291; Carlo Semenza, *Impianti idroelettrici Piave-Santa Croce*, in "L'elettrotecnica", n. X, 1923; *Le centrali idroelettriche che forniscono l'energia a Venezia*, in "Rivista mensile" cit., 1923, n. 8.

Senza intaccare sistematicamente l'autonomia giuridica e gestionale delle singole imprese produttrici e distributrici, nei primi due decenni del secolo la Adriatica poté affermare su una vasta area il proprio monopolio.¹² Con la realizzazione di un ruolo dominante nella produzione e distribuzione di energia elettrica nel Triveneto (Veneto, Venezia Tridentina e Venezia Giulia) ed in Emilia¹³, la Sade passava man mano ad una politica di investimento ex novo o di ampliamento, prevedendo notevoli aumenti della produzione: gli impianti progettati o in costruzione nei primi anni venti dovevano portare la capacità produttiva a quasi 1,3 miliardi di kWh annue.¹⁴

La Sade era, però, solo il centro del gruppo veneziano facente capo a Giuseppe Volpi. Negli anni dell'immediato dopoguerra esso controllava un gruppo di imprese ben più vasto di quello delle diverse società elettriche venute sotto il controllo della Sade e di Volpi (fra le altre, la Società elettrica della Venezia Giulia, la Sa idroelettrica veneta, la Italiana per le forze idrauliche del Veneto, la Società tridentina, la Società emiliana di esercizi elettrici, la Società marchigiana di imprese elettriche); il "gruppo" di Volpi, rafforzatosi con Vittorio Cini,¹⁵ un altro astro nascente dell'imprenditoria italiana, disponeva di par-

tecipazioni in diversi rami dell'industria, dell'agricoltura e soprattutto del terziario, partecipazione che nella maggior parte dei casi erano tutt'altro che minoritaria. La crescita del gruppo portava quest'ultimo ad una condizione di sempre minore subalternità nei confronti della Banca commerciale.

Sia perché il gruppo monopolistico facente capo a Volpi non si limitò affatto all'industria elettrica, sia perché le necessità tecniche dello stesso settore elettrico erano in linea con lo sviluppo generale della struttura economica italiana, Maurizio Reberschak, alludendo alla chiave di lettura adoperata da Sergio Romano¹⁶, mette in guardia da un'angolatura troppo strettamente "elettrica" per la valutazione dell'installazione di un porto industriale a Venezia, voluta e ottenuta da Volpi: la creazione della zona industriale di Marghera fu decretata in piena guerra, nel 1917¹⁷, e accompagnata da ingenti sovvenzioni. Marghera, secondo Reberschak, non fu soltanto l'opera di un'industria elettrica in ricerca di sbocchi, bensì "un complesso di investimenti di capitale e di strutture produttive, destinato a proporsi sul mercato in termini competitivi grazie alla concentrazione di area e al contenimento dei costi."¹⁸

Pur tenendo conto di questa obiezione, il contesto del presente lavoro si limita a mette-

¹² S. Trentin, *Gli enti pubblici del Veneto*, p. 18: "Sopra le singole imprese cui corrispondevano singoli impianti o ristretti programmi di utilizzazione idroelettrica, venne costituendosi nel Veneto una salda, compatta potente organizzazione industriale cui non valsero a diminuire la forza e l'autorità le vesti incerte sotto cui amò mascherarsi e che doveva fatalmente generare, accanto all'unificazione tecnica degli impianti generatori e delle reti di distribuzione, un monopolio di esercizio industriale rigido ed implacabile, per cui mezzo la popolazione con i suoi sempre più crescenti bisogni, veniva messa, senza possibilità di difesa, alla mercé dell'imprenditore."

¹³ R. Giannetti, *La conquista della forza*, cit., pp. 40, 41, 69: la Sade controllò praticamente i due sistemi "tridentino" (Province di Trento e Bolzano) e "veneto" (Veneto, Venezia Giulia con Istria-Fiume, e le province di Ferrara, Ravenna, Bologna e Forlì); società elettriche venivano controllate da Volpi anche in altre regioni, come la Puglia; cfr. S. Romano, *Giuseppe Volpi*, cit., pp. 34-35.

¹⁴ Cfr. *Le centrali idroelettriche*, cit., p. 204.

¹⁵ Maurizio Reberschak, *Vittorio Cini*, in *Dizionario biografico degli Italiani*, Roma, Istituto dell'Enciclopedia italiana, 1981, p. 628.

¹⁶ Cfr. per esempio S. Romano, *Giuseppe Volpi*, cit., p. 92.

¹⁷ "Gazzetta ufficiale" n. 187, 7 agosto 1917; la storia politica della zona industriale è ampiamente trattata da C. Chinello, *Porto Marghera*, cit.

¹⁸ M. Reberschak, *Acqua e luce*, cit., p. 282.

re in rilievo l'interesse specifico che il "gruppo" aveva nella creazione della zona industriale: come produttore elettrico era, infatti, in cerca di un possibile mercato "divoratore" di energia. Già nel 1912 Gino Bertolini aveva parlato di un "crescente fascio di energia" che si voleva creare attorno al porto di Venezia, alimentandolo con corrente elettrica proveniente dagli impianti idroelettrici sul Cellina, sul Cismon e sul Tagliamento¹⁹.

Questo "fascio di energia" non doveva essere indirizzato all'industria nella sola forma di forza motrice e illuminazione, bensì, più specificamente, come calore per l'elettrometallurgia²⁰.

Le prospettive dipinte dai fautori dell'installazione del porto industriale di Venezia corrispondevano perfettamente alle analisi più diffuse tra economisti e uomini politici: che il futuro industriale italiano sarebbe di peso soprattutto dalla dinamica dell'industria idroelettrica.

Sviluppi dell'elettrosiderurgia e dell'elettrochimica

L'elettrosiderurgia e l'elettrochimica erano settori industriali parzialmente nuovi in quanto da tempo si potevano raggiungere altissime temperature stabili nell'arco elettrico, oppure convertire l'energia elettrica in energia chimica tramite l'elettrolisi. Quest'ultimo processo era stato sperimentato con successo già negli anni trenta dell'Ottocento. Ma l'applicazione industriale non poteva essere avviata prima che lo sviluppo della produzione elettrica permettesse un livello di prezzi competitivo con quello dei combustibili. Ciò avvenne sostanzialmente a cavallo dei due secoli²¹.

In linea con l'importanza attribuita allo sfruttamento delle risorse idrauliche italiane, ambedue le branche²² ebbero modo di crescere in misura pressoché uniforme. Era una ascesa, questa, apparentemente refrattaria alla crisi del primo dopoguerra. La cri-

¹⁹ Gino Bertolini, *Italia, Le categorie sociali*, vol. 1, Venezia, Istituto veneto di arti grafiche, 1912, pp. 182-183.

²⁰ L'elettrometallurgia si immaginava allora, durante la grande guerra, come metallurgia del ferro e dell'acciaio. Come scrisse nel 1917 il più autorevole protagonista politico del progetto di Marghera Piero Foscarelli, tali industrie "tendono sempre di più verso il mare e tenderanno maggiormente oggi che l'elettrometallurgia è divenuta da qualche tempo un fatto compiuto, sicché il forno elettrico per produrre ferro ed acciaio (...) permetterà colossali installazioni divoratrici del minerale bruto (...). E si ricordi che (...) abbiamo a breve distanza immense riserve di forza idroelettrica." (Pier Foscarelli, *Per il più largo dominio di Venezia*, Milano, Treves, 1917, pp. 68-69).

²¹ Tecnicamente parlando, il primo passo verso l'elettrochimica fu l'applicazione pratica della convertibilità tra energia elettrica, una corrente che si trasmette senza il trasporto di materia fisica a livello atomico, e quella chimica, condotta invece dalla migrazione di singoli atomi (ioni) o dei loro composti. Prima, nella pila di Volta, una reazione chimica veniva trasformata in corrente elettrica. Poi, a partire dal 1834, le scoperte di Faraday permisero l'inversione del processo: tramite la migrazione di cationi verso il catodo (+) e di anioni verso l'anodo (-) si potevano separare, a seconda della composizione dell'elettrolita fuso, acquoso, o degli elementi puri o dei composti. Oppure si potevano creare con l'arco elettrico temperature elevate e stabili fino a quel tempo sconosciute, provocando reazioni chimiche ottenibili solo ad alta carica termica. Vigendo la legge di Faraday sulla proporzionalità tra quantità di energia elettrica introdotta e quantità di energia chimica ottenuta, l'applicazione dei principi ormai noti poteva iniziare su scala industriale solo quando i prezzi dell'energia elettrica lo permettessero. Cfr. Ettore Molinari, *Trattato di chimica generale e applicata all'industria*, vol. I, (Chimica inorganica), Milano, 1943, pp. 240-265. Per un quadro più esauriente dello sviluppo tecnologico ed imprenditoriale del settore a livello mondiale, cfr. L.F. Haber, *The chemical industry 1900-1930*, Oxford, Clarendon Press, 1971, pp. 76-107.

²² Nel suo manuale tecnico sui forni elettrici, edito la prima volta negli anni trenta, l'ing. Mario Mainardis, massimo dirigente tecnico della Sade, distingueva le industrie elettrochimiche funzionanti con forni ad arco dalla elettrosiderurgia dei metalli ferrosi, dagli altri processi elettrotermici e dai processi elettrolitici. Questa categorizzazione, necessaria per molti aspetti pratici ma piuttosto schematica per altri, venne contrastata da Molinari che distingue soltanto la trasformazione diretta di energia elettrica in energia chimica (elettrolisi) dai processi elettrotermici, dove l'elettricità costituisce una fonte di energia termica. Ma nella realtà dell'applicazione industriale anche i limi-

si degli anni 1919-1922 sembrava invece sollecitare la ricerca di una soluzione "nazionale" del problema energetico. Dopo il ribasso congiunturale dei primi anni trenta, le industrie elettrochimiche ed elettrosiderurgiche avrebbero ricevuto, all'insegna dell'autarchia, una ancor più decisiva spinta.

Malgrado i limiti imposti da una crisi particolarmente violenta nel settore siderurgico, la produzione elettrosiderurgica italiana passò dalle 119.000 tonn. di acciaio del 1920 alle 210.000 tonn. del 1930, alle 742.000 tonn. del 1940, rappresentando in quest'ultimo anno quasi un terzo dell'intera produzione nazionale. In nessun altro paese la produzione elettrica dell'acciaio ebbe altrettanta importanza²³. In questa sede non potranno essere trattate le implicazioni dell'elettificazione nel settore siderurgico, né le particolarità tecniche che tennero il prezzo del prodotto a livello elevato nonostante i vari vantaggi del ciclo elettrico. Si può comunque genericamente constatare che l'incidenza della elettrosiderurgia sul bilancio energetico nazionale non si differenziava sostanzialmente da quella dell'elettrochimica²⁴.

L'elettrochimica ebbe inizio in Italia verso la fine dell'Ottocento con l'adozione di alcuni cicli come quelli dei superfosfati, della soda caustica (dal 1902), del carburo di calcio (dal 1898), del fertilizzante calciocianamide (dal 1905) e con altri cicli minori. Più tardi si aggiunsero i cicli produttivi dell'acido nitrico, dei coloranti, delle ferroleghie, dell'alluminio, dell'idrogeno, del piombo, dello zinco, del cadmio, del magnesio e vari altri. Tra que-

sti prodotti emersero il carburo di calcio con il suo derivato principale, la calciocianamide, producibili soltanto per mezzo del processo elettrolitico. Insieme con l'acido nitrico, questi due prodotti elettrochimici assorbono ingenti quote del consumo industriale di energia elettrica²⁵.

Sotto il profilo storico interessano soprattutto le differenze strutturali del consumo di energia elettrica da parte delle industrie elettrochimiche. È importante tener presente che queste differenze solo in modo secondario erano condizionate dai problemi tecnici della stessa elettrochimica. La trasformazione di corrente alternata in corrente continua (necessaria per alcuni processi), nonché i problemi di rendimento tecnico connessi alla tensione della corrente erano, negli anni trenta, o tecnicamente risolti o risolvibili. La questione principale era quella dei ritmi di fornitura, che in un sistema elettrico basato sulla forza idrica rappresentava, più che altro, un problema di costo: nella lavorazione dei cosiddetti prodotti "poveri" gli altri fattori di costo (mano d'opera, capitale fisso, materie prime) hanno così scarsa incidenza sul costo finale da rendere il costo dell'energia elettrica determinante per il rendimento del capitale, mentre nella realizzazione dei prodotti "ricchi" questa incidenza è molto inferiore. Da questo punto di vista i prodotti "poveri" come il carburo di calcio e la calciocianamide, la ghisa estratta dal minerale e le ferroleghie dipendevano direttamente dal prezzo per kWh di energia elettrica²⁶. Nella specifica situazione italiana nei primi decenni del secolo, il prez-

di questa distinzione a volte sfumano: durante l'elettrolisi dell'alluminio, per esempio, la decomposizione dell'elettrolita è infatti condizionata dalla conservazione dello stato fuso a temperatura elevata. Perciò in seguito si parlerà soltanto di elettrochimica, in quanto distinta, per le esigenze del presente lavoro, dalla elettrosiderurgia dei metalli ferrosi prodotti nei forni ad arco Cfr. Mainardis, *I forni elettrici e le industrie elettrosiderurgiche, elettrometallurgiche, elettrochimiche elettrolitiche*, Milano, 1953, pp. 8-11; E. Molinari, *Trattato di chimica generale*, cit., p. 262-265.

²³ R. Giannetti, *La conquista della forza*, cit., p. 157.

²⁴ Cfr. il penultimo paragrafo "Idroelettrica nazionale contro carbone estero" del presente lavoro.

²⁵ R. Giannetti, *La conquista della forza*, cit., pp. 148-152

²⁶ M. Mainardis, *I forni elettrici*, cit., pp. 5-8.

zo più basso era quello per l'energia *di supero* nelle stagioni *di morbida*. Per l'insufficienza dei sistemi accumulativi di forza idrica non era possibile equilibrare le oscillazioni stagionali della fornitura: l'energia *di supero* doveva essere ceduta a prezzo sensibilmente inferiore. Per le produzioni "povere" ciò implicava la convenienza di un ciclo produttivo interrotto, cioè sospeso durante la stagione di magra. Le produzioni "ricche" tendevano invece al ciclo continuo: non per ragioni tecniche, come nel caso della siderurgia a processo tecnico, ma per garantire il rendimento del capitale²⁷.

Se i primi due decenni del secolo erano stati quelli nella strutturazione monopolistica dei sistemi elettrici italiani, il terzo divenne il decennio dell'espansione delle strutture tecniche e delle capacità produttive; tuttavia, nonostante la notevole dinamica nella costruzione di serbatoi, l'integrazione stagionale non si sviluppò come sarebbe stato necessario per appiattire la curva delle oscillazioni stagionali. Cosicché le capacità di punta apparvero come potenzialità produttive inutilizzate che spinsero all'ulteriore incremento delle produzioni chimiche "povere" (vedi tabella 1).

La svolta, per l'elettrochimica italiana, avvenne a metà degli anni trenta. Il 26 settembre 1935, due mesi dopo la dichiarazione di guerra all'Etiopia e diciassette giorni dopo la proclamazione delle sanzioni nei confronti dell'Italia, la Società alluminio veneto anonima (Sava), produttrice di alluminio facente capo al gruppo svizzero Aiag di Neuhausen, chiese alle autorità di poter triplicare la propria pro-

duzione di alluminio, ritenendo "necessario, anche per fini bellici, che la produzione italiana di alluminio sia aumentata al più presto"²⁸.

Superata la insufficiente capacità di assorbimento del mercato interno durante gli anni di crisi, la ripresa congiunturale aveva già permesso di sfruttare meglio le capacità produttive installate. Ora gli eventi politici e la conseguente scelta autarchica e bellica offrivano una chance irripetibile per lo slancio definitivo del settore. L'alluminio serviva all'industria bellica, all'aeronautica in modo particolare; ma esso doveva sostituire anche il rame nei fili elettrici ed altri metalli importanti per le più varie applicazioni. L'alluminio, estratto dalla bauxite italiana tramite l'impiego di forza idroelettrica italiana era quindi, secondo l'opinione prevalente in quegli anni, un "metallo nazionale". Come lo erano lo zinco, il magnesio ed altri metalli, purché elettrochimicamente prodotti. Si favorì, da allora in poi, il metallo prodotto in Italia rispetto a quello estero e, dove si presentava una possibilità di scelta, la materia chimica estratta con l'elettrolisi a quella prodotta con l'impiego di combustibile. Era il caso dell'idrogeno²⁹, del piombo, del cadmio, dello zinco e di molti altri prodotti (vedi tabella 2).

L'alluminio, elettrochimicamente "ricco", crebbe in modo molto rapido dopo il 1935, mentre il carburo di calcio e la calciocianamide, una catena produttiva "povera", subirono un arresto rispetto agli indici di crescita del decennio precedente. Sul versante della produzione elettrica si nota un aumento piuttosto modesto delle capacità produttive, mentre i sistemi

²⁷ Luigi Manfredini, *L'industria dell'alluminio*, in Nicola Parravano (a cura di), *La chimica in Italia dal 1906 al 1936*, Roma, 1938, p. 92, scrisse che l'industria dell'alluminio "non può (...) fondarsi sul solo o quasi esclusivo consumo di energia stagionale estiva, ma deve tendere, nell'interesse economico e tecnico della produzione, ad eguagliare i diagrammi di alimentazione delle proprie fabbriche oggi più che mai costosissime. È quindi erroneo pensare che l'industria dell'alluminio possa essere considerata come quella del carburo di calcio (...) un'industria stagionale o semistagionale".

²⁸ Cfr. Archivio di Stato di Venezia (da ora in poi AsV), Camera di Commercio 1933-III-1, fasc. 10.

²⁹ La produzione elettrochimica dell'idrogeno risultò particolarmente costosa rispetto all'estrazione dal gas di coke-ria: cfr. Ettore Molinari, *Trattato di chimica generale*, cit., p. 344.

idrici di riequilibrio stagionale fecero un sostanziale passo in avanti. La novità degli anni 1935-40 consisteva, quindi, nella trasformazione della struttura di produzione e di consumo industriale dell'energia elettrica.

Verso la fine degli anni trenta l'elettrochimica, assieme all'elettrosiderurgia, assunse il ruolo di principale consumatore di energia elettrica. I cambiamenti sul lato del consumo solleccitarono cambiamenti sul lato dell'offerta, spingendo i produttori elettrici verso il perfezionamento dei sistemi di integrazione stagionale.

L'importanza del Triveneto per la produzione elettrochimica

In questo quadro generale spiccava, sotto vari aspetti, il "sistema veneto" controllato dalla Sade. Secondo i dati forniti da Giannetti, essa fu il gruppo più dinamico durante l'intero periodo 1921-40, "con valori più elevati del tasso di crescita della potenza installata, 13,7 per cento, della produzione, 13,9 per cento, e del carico massimo, 9,34 per cento". Le ragioni di questo dinamismo sarebbero da ricercare nell'acquisizione degli impianti altoatesini e trentini nell'immediato dopoguerra, e nella "precoce scelta della integrazione tra produzione elettrica e consumi elettrochimici ed elettrometallurgici effettuata dalla Sade". Già nel 1925 questi rami industriali avrebbero consumato il 64 per cento dell'energia prodotta dalla Adriatica³⁰.

In nessun altro caso lo sviluppo dell'elettrochimica, e quindi di uno specifico tipo di consumo elettrico, incise tanto sulla formazione di una società elettrica. Come vedremo più avanti, l'intricata vicenda della Società forze idriche dell'Alto Cadore (Sfiac) prova

come sia riduttiva l'immagine di una società elettrica che gode di una piena autonomia di scelte. Nel vasto spazio triveneto i produttori elettrochimici potevano ora giocare la carta dell'autoproduzione, ora minacciare la revisione delle scelte di ubicazione, mirando alla concessione di prezzi bassi. Specialmente nell'Alto Adige erano rimasti alcuni margini di autoproduzione (della Montecatini in particolare) e di concorrenza della Sip che controllava le Società idroelettrica dell'Isarco e idroelettrica Dolomiti (quest'ultima indirettamente legata alla Sade per la partecipazione di Marco Barnabò). Ma anche senza voler decidere a chi spettò il ruolo di protagonista, resta il fatto che negli anni trenta le regioni trivenete divennero l'area di più alta concentrazione relativa dell'elettrochimica italiana (vedi tabella 3).

Alle cifre della tabella terza andrebbero aggiunte altre produzioni elettrometallurgiche. Al sud dei confini triveneti, ma sempre nell'area dominata dalla Sade, dopo il 1936 sorse un'altra zona industriale a legge speciale, quella di Ferrara. Così nell'area dei "sistemi veneto e tridentino" venne a trovarsi, con le due fabbriche della Lavorazione leghe leggere (la prima a Porto Marghera, la seconda a Ferrara, da ora in poi LII), il grosso della produzione di leghe di alluminio. Sempre a Ferrara si insediarono fabbriche di cellulosa, di gomma sintetica e quelle di soda e cloro del gruppo belga Solvay, di particolare interesse per "la difesa nazionale". A Carbonera, in provincia di Treviso, la Cartiere Burgo, cui era interessato lo stesso Volpi, gestiva una fabbrica fornita con energia proveniente da una vicina centrale idroelettrica alpina³¹. Anche la produzione elettrolitica dell'idrogeno trovava applicazioni nel Triveneto. Già nel 1932 la Società trentina era tra i princi-

³⁰ R. Giannetti, *La conquista della forza*, cit., p. 63.

³¹ Per l'Aniene-Solvay di Ferrara cfr. Archivio di Stato di Ferrara (da ora in poi AsF), Prefettura, Affari generali, serie I, cat. 7, 1942, fasc. "fornitura di energia elettrica"; per l'impianto Burgo a Carbonera cfr. Carlo Rusconi (a cura di), *Cartiere Burgo 50° anniversario*, Torino, 1955.

pali produttori di ferroleghe nel forno del tipo usato per il carburo di calcio; più tardi anche la San Marco di Marghera avrebbe introdotto questo ciclo. Numerose e diffuse erano, inoltre, le applicazioni minori del forno elettrico per la cosiddetta seconda fusione di metalli vari, per la produzione di leghe e per il recupero di metalli da scorie e rottami.

E, infine, nel 1939 la Società italiana per il magnesio e le leghe leggere, legata al gruppo Montesi, impiantò nella zona industriale di Bolzano una fabbrica per 2.300 tonn. annue di magnesio metallico e 1.000 tonn. annue di leghe di magnesio, usufruendo forse dell'assistenza della tedesca Ig Farben. L'importanza di questi quantitativi del metallo adatto alle leghe con alluminio, all'impiego per le bombe incendiarie e per altri usi non era certamente trascurabile sullo sfondo dell'arretratezza italiana in questo campo. Infatti, l'impianto bolzanino era tra i primi regolarmente funzionanti in Italia³².

È dunque evidente come la maggior parte dell'energia elettrica consumata dall'elettrochimica triveneta, soprattutto concentrata nella zona industriale di Marghera, fosse fornita o direttamente dalla Sade o da società elettriche a questa collegate. Gli autoproduttori, sopravvissuti per lo più nelle aree del Trentino e dell'Alto Adige, rimasero complessivamente un'eccezione. Una delle più importanti era la Montecatini: nella pro-

vincia di Bolzano il gruppo gestiva sia una fabbrica di ammoniaca a base di idrogeno elettrolitico, sia una di alluminio (nella zona industriale del capoluogo); ambedue erano fornite dall'energia elettrica della Società elettrica dell'Alto Adige a Ponte Isarco³³.

L'incidenza dell'elettrochimica sullo sviluppo dell'assetto produttivo e distributivo della Sade aveva innanzitutto un aspetto strutturale. Il dato nuovo degli anni trenta, il balzo dell'alluminio e di altri prodotti autarchici, andava tendenzialmente a scapito dei prodotti "poveri" come il carburo di calcio, conseguenza peraltro contrastata dalla partecipazione diretta della società elettrica in quella stessa industria. Mentre sul versante del consumo si registrava un aumento della richiesta di energia continua, su quello dell'offerta si notava il potenziamento delle capacità di accumulazione di forza idrica e, come si vedrà più avanti, della capacità di generazione termica, per rendere più regolare l'erogazione di energia. Dopo il 1935 la capacità di forza idrica invasata nel "sistema veneto" venne addirittura quadruplicata³⁴.

In questo senso gli anni attorno al 1935 costituiscono una fase di transizione avvertita da tutti gli interessati e tradottasi in varie difficoltà tecniche, in permanente insufficienza dell'offerta di energia continua e in conflitti di prezzo durissimi. I relativi documenti abbondano di segni contrastanti, ora rassicuranti³⁵, ora preoccupati. Pare infatti

³² Almeno sin dal 1936 la Ig Farben aveva sondato le possibilità di collaborare con società elettrochimiche italiane per importare in Italia la propria tecnologia; cfr. Archivio Thaon di Revel (da ora in poi ATdR) 27-126 e 27-159; le lunghe trattative con la Montecatini, la Sulcis ed altre trovano conferma anche da parte tedesca, come risulta da una corrispondenza epistolare recentemente avuta con Gottfried Plumpe, storico molto addentro alle questioni connesse all'Ig Farben. Per quanto riguarda lo stabilimento di magnesio elettrotermico di Bolzano (cfr. Archivio Confindustria Roma, da ora in poi AConf, "Zone industriali", fasc. 6). Plumpe riferisce che esso venne giudicato da tecnici dell'Ig "assai primitivo". Un giudizio, questo, che potrebbe essere stato provocato dall'applicazione di un sistema diverso da quello elettrochimico della Ig Farben, la cui tanto auspicata applicazione non si realizzò.

³³ Cfr. Riccardo Innocenti, *L'industria dell'alluminio in Italia. Un profilo storico 1907-1943*, tesi di laurea, Università di Firenze, Lettere e filosofia, aa. 1983-84, p. 105; e Paolo Polimadei, *Il partito nazional-socialista Nsdap e la questione dell'Alto Adige 1933-1936*, tesi di laurea, Università di Roma, Scienze politiche, aa. 1982-83, p. 85.

³⁴ R. Giannetti *La conquista della forza*, cit., p. 48.

³⁵ Cfr., per esempio, Confederazione fascista degli industriali provinciale di Venezia, *Andamento dell'industria veneziana nel 1° quadrimestre 1935*, in Archivio della Fondazione Corazzini di Mestre (da ora in poi AfC), b. "Fonti B".

che la Sade fosse almeno parzialmente sorpresa del l'improvviso sviluppo dell'alluminio e dello zinco, vale a dire di prodotti caratterizzati da un assorbimento di energia elettrica particolarmente intenso³⁶, o che comunque richiedevano una più stabile fornitura di energia durante l'anno. Nello stesso momento la società cercò di ottenere un livello di prezzi che, a suo parere, rispecchiasse meglio i costi elevati dell'incremento di energia continua.

Quando nell'inverno 1936-37 il conflitto (in cui ciascuna delle parti si richiamò al "bisogno del paese") di fece più acuto, per effetto della siccità dell'anno precedente la Sade interruppe il rifornimento allo stabilimento di zinco elettrolitico Montecatini a Marghera, costringendolo ad una temporanea chiusura. Il messaggio trasmesso con questo atto dimostrativo era il seguente: l'elevata richiesta di energia continua comporta spese elevate per impianti e serbatoi, e quindi la necessità di stipulare nuovi contratti di fornitura con prezzi revisionati. All'accusa dei produttori elettrochimici che "la potenzialità attuale dell'Adriatica non è sufficiente" ad alimentare la produzione di alluminio e zinco, di cui del resto erano già previsti ulteriori aumenti, Mainardis rispose che era "in corso di costruzione un impianto idroelettrico di 150.000 kW ora", e che l'aumento dell'offerta di energia continua avrebbe comportato un aumento dei prezzi che i produttori elettrochimici dovevano essere disposti a pagare: "La situazione della Montecatini e della Sava è una situazione anormale non voluta dalla nostra Società"³⁷.

Negli anni successivi, caratterizzati dalla sempre più intensa preparazione bellica, la ri-

chiesta di prodotti elettrochimici autarchici aumentò in modo vistoso. Per chi cercava di organizzare una specie di allocazione delle risorse del paese specialmente l'alluminio era una voce di non poco conto (vedi tabella 4).

Il preannuncio e, poi, l'inizio della seconda guerra mondiale accentuarono ulteriormente l'importanza dei prodotti elettrochimici. In un rapporto dell'Ispettorato corporativo centrale del ministero delle Corporazioni, stilato attorno al 1940, si esprime tutta l'attenzione che le autorità rivolsero all'area orientale, sede di gran parte delle industrie del settore: "La Società adriatica di elettricità Sade si è trovata nella necessità di sopprimere la fornitura di energia stagionale ad alcuni stabilimenti industriali e di far fronte alle esigenze inderogabili di consumo col prelevare (...) circa il 38 per cento di energia dai suoi bacini artificiali. Sarebbe quindi opportuno che venisse esaminata la possibilità di disporre l'erogazione di energia elettrica agli importanti stabilimenti di Porto Marghera da parte di società elettriche di altre zone, onde permettere una conveniente ripresa di attività delle industrie elettrochimiche ed elettrometallurgiche di quella zona, che interessano particolarmente la difesa del paese"³⁸.

Nonostante il suo dinamismo e gli sforzi intrapresi per il riequilibrio stagionale della fornitura elettrica, pare che la Sade non fosse sempre perfettamente in grado di rispondere alle esigenze della produzione bellica.

I cicli del carburo di calcio e della calciocianamide

Quella del carburo di calcio era "la prima applicazione industriale dei processi al forno

³⁶ M. Mainardis riferisce, in *I fornii elettrici*, cit., p. 50, tra gli altri i seguenti valori in kWh/per tonn. per l'estrazione dal minerale: calcio 50.000, magnesio 30.000, alluminio 25.000, zinco 3.500, ferro 3.000, piombo 1.500, argento 1.000.

³⁷ Cfr. Archivio della Camera di Commercio di Venezia (da ora in poi AccV), Verbali della Sezione industriale, 5 gennaio 1937.

³⁸ Archivio centrale dello Stato, Segreteria particolare del duce (da ora in poi Acs, Spd), Carteggio ordinario 500.005, III, b. 804.

elettrico"³⁹. Le prime fabbriche per la produzione di questa sostanza chimica con processo elettrotermico, fino agli anni cinquanta esclusivamente realizzata per mezzo del forno elettrico, erano state costruite dal francese Moissan e da Wilson negli Usa a fine Ottocento. Nel 1898 si avviò un impianto italiano a Papigno nei pressi di Terni⁴⁰. Da quel momento in poi la produzione di carburo di calcio in Italia registra una continua ascesa fino alla seconda guerra mondiale (vedi tabella 5).

All'inizio il derivato più usato dal carburo era l'acetilene, per l'illuminazione e il riscaldamento. In una seconda fase l'acetilene trovò applicazione nella saldatura autogena. Con un processo elettrotermico per la fissazione dell'azoto atmosferico (sviluppato da Frank e da Caro nel 1904) si poteva ottenere dal carburo di calcio un fertilizzante agricolo, la calciocianamide. Da quest'ultima si ricavava anche la dicianamide per coloranti e resine, il cianuro di calcio per insetticidi o la nitroguanidina per esplosivi. La calciocianamide sembra essere rimasta a lungo il principale derivato del carburo di calcio. Ma dopo il 1936 si registra un certo "ritorno" alla filiera carburo-acetilene, forse perché nel frattempo quest'ultima aveva assunto un significato autarchico: era, infatti, una sostanza base per vernici, fibre tessili e vetri artificiali, masse plastiche, caucciù artificiale, linoleum ed esplosivi, e veniva quasi esclusivamente estratta dal carburo, essendo le materie prime alternative, come il metano e il gas di cockeria, ancora troppo costose⁴¹.

Attorno al 1937 esistevano in Italia ventitre impianti adatti alla produzione del carburo di calcio; i cinque principali erano nell'ordine: le Officine di Papigno con 70.000 kW, la San Marco di Marghera con 43.000 kW, la Montecatini e la Galtarossa, ambedue in Domodossola con 30.000 kW ciascuna, e, infine, la Società industriale carburo di Ascoli Piceno, con 19.000 kW⁴².

Al livello di sviluppo tecnico degli anni trenta il volume delle materie prime era composto, grosso modo, dal 60 per cento di calce di una purezza di almeno 9/10 di CaO (ossido di calcio), dal 38 per cento di carbone di una purezza di 8/10 di carbonio ad umidità ridottissima, e dal 2 per cento di elettrodi composti da derivati di carbone o di petrolio. I forni elettrici ad arco, alimentati con corrente alternata, si differenziavano in due tipi principali: il forno monofase aveva il vantaggio di maggiore semplicità costruttiva, di più regolare distribuzione della corrente con una conseguente maggiore uniformità del prodotto, di variabilità di potenza e di "possibilità" di evacuazione del prodotto da un unico forno di colata con risparmio di attrezzature e di manodopera⁴³; l'unico vantaggio del forno trifase era invece la migliore utilizzazione dell'energia. I brevetti erano, generalmente, in mano straniera.

Se razionalmente programmato, l'impianto per la fabbricazione del carburo di calcio non era molto complesso. Uscendo dai silos, la materia prima veniva seccata in forni, quindi frantumata e introdotta nei forni elettrici. Dopo la separazione del carburo

³⁹ M. Mainardis, *I forni elettrici*, cit., p. 486.

⁴⁰ G. Tofani, *Il carburo di calcio e le ferroleghie*, cit., p. 117.

⁴¹ Cfr. G. Tofani, *Il carburo di calcio e le ferroleghie*, cit., pp. 119-128 e M. Mainardis, *I forni elettrici*, cit., pp. 586-598; e Alfredo Cucchini-Bruno Righi, *I derivati dell'acetilene*, in N. Parravano (a cura di), *La chimica*, cit., pp. 369-373.

⁴² G. Tofani, *Il carburo di calcio e le ferroleghie*, cit., pp. 118-119.

⁴³ Giuseppe Zuliani, *La fabbricazione di carburo di calcio, leghe di ferro e lavorazioni varie al forno elettrico aperto*, Torino, 1933, p. 11.

di calcio e dell'ossido di carbonio, il primo veniva nuovamente frantumato per essere confezionato e spedito, mentre il gas CO alimentava le fornaci. La semplicità dell'impianto e la disponibilità di mano d'opera a basso prezzo, la cui arbitraria assunzione e licenziamento erano garantiti dalle autorità politiche e dalla disoccupazione diffusa, contribuivano alla "povertà" del prodotto. Il forno elettrico in generale aveva il vantaggio di essere piuttosto flessibile per ciò che riguarda periodi di attività e le materie prime introdotte. Con una leggera variazione costruttiva lo stesso forno poteva estrarre leghe di ferro come ferro silicio o ferro manganese dai minerali⁴⁴.

L'unico punto delicato era rappresentato dalla composizione e costruzione dell'elettrodo, la cui conducibilità poteva influenzare in modo determinante il rendimento dell'intero sistema. Anche i brevetti per gli elettrodi erano esteri, come quello Soederberg o quello Miguet⁴⁵.

Il costruttore francese Miguet era tra gli ideatori del forno monofase Miguet-Perron usato dalla San Marco di Marghera. La società veneziana disponeva di "due grandi forni tipo Miguet, modificati dall'ingegnere italiano Mainardis"⁴⁶, da 16.000 kW ciascuno. A questi, avviati poco prima del 1930, si aggiunsero nel 1932-33 e nel 1936-37 altri quattro forni di capacità minore, due dei quali erano forni trifase (Brown Boveri ed elettrodi Soederberg). Suddividendo la capacità complessiva in unità minori, si rendeva l'impianto più flessibile nell'utilizzazione dell'energia di *supero* fornita dalla Sade. Questa aveva fondato la San Marco per utilizzare l'energia cascame. I rapporti tra dirigenti e proprietari con altre società e la ricerca ingegneristica erano intensi. L'inge-

gner Mainardis collaborava con l'Università di Padova dove si svolgevano ricerche patrocinate dal Consorzio carburo di calcio e ferroleghie. Barnabò personificava il rapporto con altre società elettrochimiche come la Sava, la Lll e il Magnesio italiano, nonché con società produttrici come la Sfiac (fusa con la San Marco nel 1937) e la Sip. Nell'ambito della collaborazione tra Sip e Sade si costituì, nel 1930, la San Giorgio Doria. Sei anni dopo questa società elettrometallurgica si sarebbe fusa con le Officine Galileo, controllate dalla Sade. Nel 1935 la San Marco chiese di poter introdurre un ciclo di 6.000 tonn. annue di ghisa e di essere autorizzata ad un aumento della potenzialità produttiva di ferroleghie, precisando che "il quantitativo di 3.000 tonn. di ferroleghie corrisponderebbe a quello finora prodotto dalla Società San Giorgio Doria di Ponte San Martino (società associata alla San Marco) e che cesserebbe ogni produzione qualora tale attività venisse esplicata a Porto Marghera".

Il ministro delle Corporazioni, accogliendo le obiezioni dell'Ilva circa le molte capacità produttive di ghisa inutilizzate, impose un veto parziale limitandosi, con decreto del 28 agosto 1935, al permesso di produrre più ferroleghie. Anche il secondo tentativo della San Marco di prolungare i periodi produttivi, questa volta la produzione di silicio amorfo, venne bocciato dal ministero nel 1938. In queste occasioni sembrava esprimersi la volontà della San Marco di estendere l'utilizzazione dell'energia cascame, anziché ridurre la produzione. Ciò era sicuramente contrario all'interesse dell'industria dell'alluminio che voleva l'accumulazione del surplus stagionale di forza idrica per garantire maggiore continuità nella for-

⁴⁴ G. Tofani, *Il carburo di calcio e le ferroleghie*, cit., pp. 128-130.

⁴⁵ G. Zuliani, *La fabbricazione del carburo di calcio*, cit., pp. 15-18.

⁴⁶ G. Tofani, *Il carburo di calcio e le ferroleghie*, cit., pp. 118-119.

nitura di energia. Quanto poteva danneggiare la produzione di alluminio rappresentava un faro per le scelte politico-economiche generali. Evidentemente l'esercizio di un'industria elettrochimica da parte di una società elettrica aveva toccato un limite che poteva essere superato solo dalla disciplina imposta dalle autorità pubbliche⁴⁷.

La fabbrica della San Marco, con un'occupazione di punta stagionale di 870 persone e una produzione massima dell'anteguerra di 6.000 tonn. mensili di carburo, o di 5.000 tonn. mensili di carburo più 250 tonn. di ferro silicio, poteva teoricamente coprire, marciando con la massima carica durante cinque mesi dell'anno, tra il 15 per cento e il 18 per cento della produzione nazionale del 1940. Ma queste sono cifre ipotetiche, e la sua quota nell'ambito della capacità produttiva installata in Italia era certamente minore⁴⁸. Sin dalla sua installazione la San Marco di Marghera era destinata all'applicazione del sistema elettrotermico per la produzione del calciocianamide, destinato a fungere da fertilizzante. Si trattava di un indirizzo produttivo che rimanda all'osservazione di Reberschak sulla complessità dei motivi di investimento. Ancora nel 1932 si potevano leggere esaltazioni propagandistiche come questa: "Tra poco da Porto Marghera (...) la calciocianamide si irraderà, benefica e

apportatrice di fertilità, verso tutte le terre d'Italia, e specialmente nella Valle Padana, che ne è la maggiore consumatrice. E già gli agricoltori, i bonificatori, tutti coloro che dedicano alla terra nostra le loro energie e i loro capitali guardano a questo grandioso stabilimento con profondo compiacimento."⁴⁹

Il "compiacimento" sarebbe stato doppio per Cini, Volpi e altri "padroni dell'acqua" che non erano solo potenziali produttori ma parimenti consumatori di concimi, essendo in notevole misura presenti tra le file di quelli che "dedicarono i loro capitali" alle bonifiche venete. Successivamente però interventi non previsti modificarono la situazione. Inizialmente, per i motivi dell'"autocontrollo" eseguito nell'ambito delle Confederazioni industriali, "la S. Marco, con accordi intervenuti con altre ditte produttrici, rinunciava temporaneamente alla fabbricazione della calciocianamide e sospendeva (...) il completamento dello stabilimento"⁵⁰. Intanto, con la legge 141 del 1933, era entrata in vigore una disciplina più vincolante in materia industriale che sostituiva al precedente "autocontrollo" l'autorizzazione del ministero delle Corporazioni, obbligatoria per ogni impianto o ampliamento industriale. Siccome il parere consuntivo delle Camere corporative rimase importante per l'esito

⁴⁷ Cfr. per la San Marco le relative voci in *Le società italiane per azioni. Notizie statistiche*, a cura dell'Associazione fra le società italiane per azioni, Roma, vari anni; Ezio Lodolini-Alessandro Welczowsky, *Guida degli amministratori e dei sindaci delle società anonime*, Roma, 1933; Maurizio Reberschak, *Marco Barnabò in Dizionario biografico degli italiani*, vol. di aggiornamento, in corso di pubblicazione, cit. Cfr., per la produzione e le varie richieste della San Marco: AsV, Camera di Commercio, 1933-III-1, fasc. 13, 83; Per la reticenza dell'industria elettrica nei confronti di investimenti in sistemi d'invaso, atti all'appiattimento delle oscillazioni stagionali, può essere citato anche il consigliere direttore dell'Edison, Piero Ferrerio, che ancora nel 1939 volle che la stessa industria dell'alluminio lavorasse regolarmente a ritmi stagionali; cfr. Ferrerio *L'autarchia e l'industria elettrica*, Roma, 1940, p. 12.

⁴⁸ Associazione industriale di Marghera, *Inchiesta sulla situazione delle aziende a Marghera 1945*, Venezia, 1946, non pubblicata, presente nella biblioteca dell'Ente per la zona industriale di Venezia. La stima del contributo reale delle singole aziende al livello di produzione nazionale è estremamente difficile a causa dei ritmi produttivi irregolari.

⁴⁹ *Porto Marghera 1932-X*, in "Le Tre Venezie", numero unico, Venezia, 1932, pp. 73-74.

⁵⁰ Promemoria della richiesta San Marco, al ministero delle Corporazioni del 15 gennaio 1934, in AsV, Camera di Commercio, 1933-III-1, fasc. 8.

dell'istanza, le scaramucce per la divisione di contingenti e quote di mercato si fecero più dure. Perciò la richiesta della San Marco, rivolta nel 1934, venne sospesa finché il consumo nazionale non avesse "sorpasato le 150.000 tonn. annue". Forte della verifica di questa condizione, la società ripropose la domanda nel 1939, aumentando la capacità richiesta a 30-100.000 tonn. annue e sostenendo che una risposta negativa avrebbe implicato una perdita di 70 milioni kWh/anno di energia *di supero* — una dichiarazione che faceva poco onore all'assetto tecnico della società madre. Nel marzo 1940 il ministro concesse il permesso di importare dalla Germania, per un ammontare di lire 4.500.000, il macchinario necessario. Ma gli eventi bellici, accompagnati dalla rivalutazione dell'acetilene, fecero sì che ancora nel 1946 si parlasse del reparto calciocianamide come di un reparto "da considerarsi in corso di costruzione"⁵¹.

Avviata poco dopo, la calciocianamide avrebbe comunque avuto minore importanza come fertilizzante, mentre si sarebbe estratto l'acetilene dagli olii minerali e dal metano, appena questi divennero materie prime economiche.

Alluminio: tecnologia e capitale stranieri per un "metallo nazionale"

Nonostante si trattasse di uno degli elementi più frequenti nel sottosuolo, la produzione industriale dell'alluminio in forma metallica

rimase condizionata dalla disponibilità di energia elettrica a basso costo e tecnicamente matura⁵². Solo in seguito alla invenzione e applicazione del generatore elettrico si poterono sperimentare dei processi elettrochimici che portarono, nel 1886, ai due brevetti dell'americano Hall e del francese Heroult. Nel 1888 quest'ultimo cominciò la sua collaborazione con la Schweizerische Metallurgische Gesellschaft di Neuhausen, più tardi unita alla Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft (Aiag) nella quale erano confluiti anche capitali provenienti dalla Deutsche Edison Gesellschaft, la futura Aeg di Rathenau. I sistemi affermatasi in quel periodo rimasero fundamentalmente validi per tutto l'arco di tempo preso in considerazione dal presente lavoro. Accanto alla leucite, minerale di più modesto tenore di alluminio, la bauxite era la materia prima dell'alluminio. Dalle bauxiti o dalle leuciti doveva essere estratto l'ossido di alluminio, chiamato allumina, dalla quale in un secondo processo, ora elettrolitico, si estraeva l'alluminio metallico⁵³. Secondo una formula approssimativa da 4 kg di bauxite si estraggono 2 kg di allumina, che a loro volta rendono 1 kg di alluminio metallo. L'industria dell'alluminio metallo primario (non ancora raffinato né legato) procedeva, dunque, sulla base di due processi elettrochimici diversi. Ciò rendeva quest'industria tecnologicamente più complessa ed economicamente assai più ricca dell'industria del carburo (vedi tabella 5). Per quanto sia lacunosa, la tabella sesta permette comunque di

⁵¹ Cfr. Associazione industriale di Marghera, *Inchiesta*, cit.; e AsV, Camera di Commercio, 1933-III-1, ff. 8, 140.

⁵² Dopo il silicio, l'alluminio è il metallo più frequente nel sottosuolo terrestre. Ma come gli altri metalli leggeri inesistenti in forma metallica naturale, anche il metallo dell'alluminio rimase sconosciuto fino alla seconda metà del Settecento. Solo nel 1825 il danese Oersted riuscì a separarlo in stato metallico. Nel 1845 il suo sistema venne migliorato da Woehler, per essere ulteriormente sviluppato dal francese Ste-Claire Deville. In quel periodo si iniziò a produrre l'alluminio, ma gli ingenti costi fecero raggiungere livelli di prezzo appena inferiori a quelli dell'oro. Cfr. Alfred von Zeerleder, *Technologie des Aluminiums*, Leipzig, 1943, pp. 1-7; l'autore era il direttore del laboratorio scientifico-sperimentale dell'Aiag (Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft).

⁵³ Cfr. le generalità del processo in M. Mainardis, *I forni elettrici*, cit., pp. 536-553.

osservare come la produzione di alluminio si fosse diffusa negli anni trenta, spostando i suoi punti di gravitazione dai paesi europei tradizionalmente produttori (Francia, Svizzera, Inghilterra) verso altre nazioni. Tra i sette maggiori produttori del 1942 troviamo, accanto a Usa e Canada, la Germania e l'Italia ed i *newcomers* Unione Sovietica, Giappone e Norvegia, mentre la Francia, la Gran Bretagna e la Svizzera non figurano in questa graduatoria⁵⁴. In questo quadro segnato dall'economia di guerra, anche l'Italia poté sviluppare una certa dinamica espansiva che, sebbene modesta su scala internazionale, era notevole a livello nazionale.

Dal punto di vista delle materie prime l'Italia non era certo svantaggiata. Già prima del 1930 contribuiva con quote tra l'8 e il 10 per cento all'estrazione mondiale di bauxite⁵⁵. Dal primo dopoguerra disponeva dei ricchi giacimenti istriani, aggiunti a quelli di minore qualità abruzzo-campani e pugliesi⁵⁶. Un secondo minerale adatto all'estrazione dell'alluminio era la leucite, molto meno ricca di alluminio, ma contemporaneamente adatta all'estrazione dei potassi. La leucite italiana, che si trovava soprattutto nel Lazio, veniva estratta per mezzo del processo Blanc, applicato in uno stabilimento di Aurelia dalla Società prodotti chimici Napoli a capitale americano⁵⁷. Oltre alla soda caustica per il processo di Bayer (allumina) e altre sostanze di minor importanza, era la criolite la terza materia base dell'industria di alluminio. La criolite, composta

da fluoruro di alluminio e da sodio, e rarissima in natura, veniva usata per la formazione dell'elettrolita nell'elettrolisi dell'alluminio. Nel 1932 la Montecatini avviò a Porto Marghera "la prima fabbrica del mondo di criolite artificiale" a base di fluoriti altoatesine, contribuendo in misura ragguardevole alla sostituzione di criolite importata. Con un decreto ministeriale del 1938 ottenne un'autorizzazione per un aumento della capacità produttiva da 750 a 2.000 tonn. annue⁵⁸.

Prima della svolta autarchica la produzione dell'alluminio in Italia aveva assunto un certo rilievo, non perché il mercato nazionale lo avesse richiesto, ma per la scelta di luoghi più prossimi alle miniere dei produttori esteri per ubicare alcune lavorazioni. In quell'epoca il mercato interno mostrava scarsa capacità di assorbimento, benché alcune industrie importanti del settore meccanico figurassero tra gli acquirenti: la Società metallurgica italiana (Duralluminio), la Fiat, l'Alfa Romeo e la Isotta Fraschini⁵⁹.

Dal 1927 al 1929 venne portata a compimento la costruzione di due stabilimenti, l'uno a Mori e l'altro a Marghera; le società esercenti, Montecatini e Sa veneta alluminio (Sava) (quest'ultima controllata dalla svizzera Aiag), controllarono l'intero settore. Siccome le loro capacità superarono largamente le possibilità del mercato interno, le due imprese si unirono in un consorzio di vendita che permetteva di fissare quote sul mercato e di esportazioni allo scopo di evitare sovrapproduzioni e conflitti sui prezzi.

⁵⁵ N. Parravano, *L'industria dell'alluminio*, cit., p. 1.

⁵⁶ P. Scotti, *Geografia dell'alluminio*, cit., p. 11 e Camillo Crema, *La bauxite in Puglia*, in "La miniera italiana", 1928, p. 427 e 1931, pp. 77 sgg.

⁵⁷ Cfr., fra gli altri, Atdr, 27-121 e Bruna Bianchi, *L'economia di guerra a Porto Marghera: produzione, occupazione, lavoro 1935-1945* in Giannantonio Paladini-Maurizio Reberschak (a cura di), *La resistenza nel Veneziano*, Venezia, Stamperia di Venezia, 1985, vol. I, p. 166.

⁵⁸ P. Scotti, *Geografia dell'alluminio*, cit., p. 22 e AsV, Camera di Commercio 1933-III-1, f 76; cfr. anche Giuseppe Agnini, *La criolite e il processo elettrolitico di fabbricazione dell'alluminio*, in "La chimica e l'industria", maggio 1940.

⁵⁹ N. Parravano, *L'industria dell'alluminio*, cit., p. 6.

Solo nel 1935, di fronte alle possibilità offerte dalla svolta bellica, questa intesa sarebbe temporaneamente crollata⁶⁰.

Anche se la qualità dell'alluminio italiano inizialmente venne contestata dalle autorità militari⁶¹ che intendevano farne largamente uso⁶², non ci sono dubbi sul prevalere dell'indirizzo bellico nella produzione dopo il 1935. Altre applicazioni erano l'elettrotecnica, l'industria automobilistica, delle conserve, dove l'alluminio, insieme con lo zinco ed altri metalli definiti "nazionali", doveva sostituire metalli e leghe importanti quali il rame, lo stagno, il cromo, il nichel, il cobalto. Il principale obiettivo autarchico era rappresentato dalla sostituzione del rame nei conduttori elettrici⁶³.

Come mostrano i grafici dei prezzi forniti da Zeerleder, nel periodo 1935-1940 il rame rimase sempre meno costoso dell'alluminio che, protetto da un funzionante cartello internazionale, costava circa il doppio. Gli autori dei piani autarchici pensavano, ovviamente, anche ai problemi della bilancia dei pagamenti con l'estero: sostituendo il rame con l'alluminio italiano, intendevano compensare in notevoli proporzioni il peso dell'importazione di rame e di altri metalli.

Infatti, già nel 1938 si sarebbe raggiunto un saldo positivo nel commercio estero dell'alluminio per 10,5 milioni di lire. Ma il saldo negativo del commercio di rame, am-

montando a ben 358 milioni, mostra quanto lontana fosse una svolta definitiva. A questo sostanziale fallimento dell'orientamento autarchico si accompagnava il problema politico di mediare tra il presunto vantaggio economico del paese e l'interesse della singola impresa: nel 1940 l'alluminio costava sul mercato italiano in media 12.330 lire tonn. annue (un livello di prezzo leggermente più alto di quello internazionale), mentre il rame nazionale (fuso o riciclato in Italia) era ottenibile a 7.000 lire tonn. annue, e quello statunitense a 4.300 lire tonn. annue⁶⁴. Nella "relazione segreta" del ministero dell'Aeronautica alla Commissione internazionale per i surrogati si ammonì circa la "solo apparente" economicità del rame per un paese produttore di alluminio come l'Italia: "Le sanzioni hanno fatto tacere le assurde affermazioni di molti elettrotecnici italiani (...). È bene però non trascurare che esiste ancora, nel campo metallurgico, uno stato di marcata diffidenza verso la utilizzazione dei *metalli nazionali per eccellenza*, cioè lo zinco, l'alluminio ed il magnesio (...). Il largo uso di questi metalli rappresenta *in pace la ricchezza* (...) ed in *guerra la sicurezza* (perché la scorta è garantita dal suolo della patria)"⁶⁵. In altre parole, la decisione di sostituire il rame ad altri metalli esteri era strettamente legata alla strategia di politica internazionale seguita dall'Italia fascista.

⁶⁰ "La miniera italiana", 1931, p. 123, e ATdR 27-121.

⁶¹ Acs, Spd, carteggio ordinario, 1922-43, b. 779, fasc. 50.0001/I: nel 1935 l'aeronautica italiana cercò di fornirsi di alluminio tedesco; in un rapporto del 4 ottobre 1936 a Mussolini si nota che "gli incidenti di volo ad apparecchi della nostra Aeronautica, verificatisi in questi ultimi giorni, vengono attribuiti al materiale in uso".

⁶² Aa.Vv., *Alluminio, magnesio, berillio*, cit.

⁶³ Cfr. per esempio Alluminio Sa, *Il decreto sulla "limitazione dell'impiego dei metalli nell'elettrotecnica" nei riguardi dell'alluminio e sue leghe come materiali di sostituzione*, Milano, 1942, pp. 3-10, 33 e Società Montecatini, *L'alluminio ossidato anodicamente*, Milano, 1935.

⁶⁴ Cfr. A.v. Zeerleder, *Technologie*, cit., p. 12; e E. Hugony, *Autarchia nel campo dei metalli non ferrosi*, in "Metallurgia italiana", novembre 1939, p. 646. Per i prezzi all'ingrosso cfr. Istat, *Sommario di statistiche storiche italiane 1861-1965*, Roma, 1968, Tav. 90, 92; R. Innocenti, *L'industria dell'alluminio*, cit., tab. 33, fornisce una serie completa dei prezzi "interni" dell'alluminio secondo cui tra il 1935 (8.080 lire/tonn.) ed il 1942 (12.290 lire/tonn. si verificò una crescita quasi lineare.

⁶⁵ ATdR 27-121.

Se l'alluminio, per le materie prime che utilizzava, era apparentemente un metallo nazionale, non lo era di sicuro per le tecnologie e i capitali necessari alla sua produzione. Il primo impianto di alluminio era sorto nel 1907 a Bussi (Pescara) per usufruire delle forze idriche del Tirino e del Pescara e delle vicine cave di bauxite abruzzese. Già la seconda fabbrica, avviata a Villanova nel 1917 e successivamente trasferita a Borgofranco, venne assorbita da una società straniera, la *Alluminium français*. Mentre lo stabilimento di Bussi fu rilevato dalla Aiag di Neuhausen, operante in Italia tramite la Sava, lo stabilimento di Borgofranco confluiva, assieme all'*Alluminium français*, nella *Alluminium Ltd.*, che a sua volta faceva capo alla *Alluminium Company of America* (Alcoa); durante l'intero periodo tra le due guerre quest'ultima tenne il controllo sia delle lavorazioni delle leuciti laziali, sia delle miniere di bauxite in Istria⁶⁶.

Lo stabilimento per la produzione di allumina e alluminio, sorto nel 1927 a Mori (Trento), risale ad una iniziativa comune della Montecatini e della tedesca *Vereinigte Aluminium Werke* (Vaw) per lanciare in Italia il processo Haglund. Da ora in poi, con i nuovi stabilimenti di Porto Marghera (1928, Sava: alluminio e — dal 1937 — allumina; e 1929, Montecatini/Vaw: allumina) e quello di Bolzano (1936, Montecatini: alluminio), la società chimica italiana, in temporanea alleanza con la Vaw, faceva la parte del leone con la Sava. Una convivenza, questa, a volte molto pacifica: la costituzione della Lavorazione leghe leggere con stabilimenti a Marghera (1928) e Ferrara (1942) era un'iniziativa concertata tra i due gruppi (vedi tabella 7).

La stessa tabella mostra come nell'industria elettrometallurgica più importante per il complesso industriale militare italiano, proprio durante il periodo prebellico e bellico, fosse presente una cospicua partecipazione di capitali esteri la cui influenza era addirittura preponderante considerando anche il controllo americano sulle miniere di bauxite e sull'estrazioni delle leuciti. Questo fatto non creò ostacoli alla preparazione bellica; esso prova comunque la subalternità dell'industria italiana, soprattutto in campo tecnologico.

La Montecatini, instancabile a mettere in evidenza la propria italianità ogni volta che le scaramucce concorrenziali con la Sava lo richiedevano, non esitò a farsi trascinare dalla Vaw nell'avventura del sistema elettrotermico Haglund per l'estrazione di allumina, sentendosi in linea con le direttive del governo che raccomandava "molta cautela nel favorire lo sviluppo industriale della produzione dell'alluminio col processo Bayer"⁶⁷. Il processo Bayer, applicato dalla Sava, esigeva l'aggiunta di soda caustica e una bauxite a più alto tenore di alluminio, escludendo così la lavorazione delle bauxiti pugliesi. Ma il processo Haglund, oltre ad offrire un'allumina più impura e meno adatta alla separazione elettrolitica, aveva conseguenze ecologiche disastrose che, nel 1934, comportarono la temporanea chiusura degli stabilimenti di Mori e Marghera⁶⁸. Fu la fine del forno Haglund in Italia e della collaborazione con la Vaw. Ma mentre la Montecatini, mostrandosi fiera di essere ormai una produttrice di alluminio "totalmente nazionale", traeva dai "noti inconvenienti verificatisi a Mori" la pessima lezione di dedicarsi ad altre sperimentazioni, questa

⁶⁶ P. Scotti, *Geografia dell'alluminio*, cit., . 12; B. Bianchi, *Leconomia di guerra*, p. 166; N. Parravano *L'industria dell'alluminio*, cit., p. 4 e L. Manfredini, *L'industria dell'alluminio*, cit., p. 97.

⁶⁷ ATdR 27-121 ("Relazione segreta").

⁶⁸ Cfr., tra gli altri, B. Bianchi, *Leconomia di guerra*, cit., pp. 174-176.

volta con il processo Pedersen⁶⁹, la Sava mostrò con disinvoltura e tranquillità non tanto la superiorità del sistema Bayer, quanto l'inferiorità tecnologica italiana, che non permetteva di porre in atto una tecnologia autenticamente "nazionale".

Lo zinco elettrolitico ed i conflitti per il prezzo dell'energia elettrica

Prima del 1915, in Italia, paese ricco di giacimenti di zinco di blenda e di calamine (contenente attorno al 50 per cento di zinco), non si produceva questo metallo in quantità degne di nota. La situazione sarebbe mutata solo durante la prima guerra mondiale, che interruppe sia l'esportazione del minerale, sia l'importazione del metallo. Allora la società Monteponi, insieme con la Montevicchio l'unica proprietaria italiana di giacimenti zinciferi, eresse a Vado Ligure (Savona) un impianto a fusione termica. "Cessato il periodo favorevole della guerra, avvennero le prime liquidazioni", scrisse il professor Cambi, che nel 1916 aveva iniziato le prime sperimentazioni per l'elettrolisi dello zinco⁷⁰, imputando al dominio straniero l'agonia di questo settore in Italia.

Gli inizi di tale industria si erano sviluppati in Sardegna a partire dal 1860. Più tardi le due imprese appena ricordate si sarebbero divise lo sfruttamento delle cave sarde con altre società, tra cui la Società italiana di Pertusola, dopo il 1922 controllata da capitali francesi⁷¹.

Nel 1926 la Monteponi impiantò in Sardegna la prima fabbrica italiana di zinco elettrolitico, usufruendo di un prezzo sovvenzionato "per provvidenza di governo" di energia elettrica proveniente dall'impianto di Tirso. Due anni dopo la società francese di Pertusola eresse un altro stabilimento elettrolitico a Crotone (Taranto) utilizzando la forza idrica della Sila⁷². Nello stesso 1928 la Miniere e Cave di Predil, società mineraria proprietaria del giacimento friulano di Raibl⁷³, si fece assegnare un terreno nella zona industriale di Marghera per erigerci "un impianto di estrazione dello zinco metallico"⁷⁴. La società, da una parte sotto controllo inglese e dall'altra legata, tramite i suoi fondatori Barnabò e Agostino Cerruti, ad ambienti Sip, Sade e Montecatini, non si sarebbe mai stabilita a Venezia. L'energia elettrica prodotta dalla Sfiac, destinata ad alimentare lo stabilimento progettato⁷⁵, sarebbe stata invece indirettamente sfruttata dalla Società italiana dello zinco, appartenente al gruppo Montecatini, che nel 1936, dopo un difficile braccio di ferro con la Sade, avrebbe messo in funzione un impianto elettrolitico a Porto Marghera.

La crisi a cavallo degli anni trenta recò un duro colpo all'appena avviata produzione di zinco elettrolitico. Siccome i prezzi di borsa dello zinco caddero sotto il livello del 1890, i grandi cartelli internazionali imposero — ma senza spettacolari effetti — una riduzione della produzione. L'industria "veramente italiana" visse la vicenda come un

⁶⁹ AsV, Camera di Commercio, 1933-III-1, fasc. 4, 27.

⁷⁰ Livio Cambi, *La metallurgia dello zinco e del piombo*, in D. Marotta (a cura di), *I progressi dell'industria chimica italiana nel I° decennio di regime fascista*, Roma, 1932, p. 18.

⁷¹ L. Cambi, *La metallurgia del piombo, zinco, argento, cadmio*, in N. Parravano (a cura di), *La chimica*, cit., p. 100; per la storia dell'industria estrattiva sarda cfr. Maria Stella Rollandi, *Miniere e minatori in Sardegna*, Cagliari, Della Torre, 1981.

⁷² L. Cambi *La metallurgia dello zinco*, cit., p. 102.

⁷³ Dino Di Cobertaldo, *Il giacimento piombo-zincifero di Raibl in Friuli*, Treviso, 1948.

⁷⁴ Cfr. Archivio Municipale di Venezia (da ora in poi AmV), Licenze per nuove costruzioni e sopraelevazioni. Marghera, Q 1926-30 b IX 2/8 n. 41777.

⁷⁵ M. Reberschak, *Marco Barnabò*, cit., e le relative voci in *Società italiane per azioni. Notizie statistiche 1925, 1926*, cit.

attacco alle sue prospettive di sviluppo, temendo che il controllo straniero sull'estrazione mineraria, sul commercio e su una ragguardevole parte della produzione venisse usata per soffocarla.

In quella situazione di crisi l'industria italiana chiese una particolare protezione di vincoli imposti dai cartelli

Così nacque precocemente l'autarchia zincifera, intesa come sforzo per sottrarre la "nazione proletaria" al controllo dei potenti gruppi monopolistici internazionali. "L'Italia deve svincolarsi da tale impegno — esclamò Cambi — poiché non è esportatrice di metallo, non possiede 'stock' residuati, ed ha una potenzialità complessiva di produzione che corrisponde anche oggi appena al proprio fabbisogno"⁷⁶.

Nel campo dello zinco l'idea dell'autarchia prese dunque forma già nel 1932 all'insegna della parola d'ordine di non farsi "irritare" dai prezzi dumping, e di sviluppare comunque un'industria italiana dello zinco, capace di sostituire completamente la dipendenza dell'importazione del metallo. Cinque anni dopo si raggiunse lo scopo, coprendo per la prima volta l'intero consumo nazionale (vedi tabella 8).

Dopo il 1935 i piani autarchici produssero ulteriori effetti, essendo proprio lo zinco iperpuro, derivante dal processo elettrolitico, adatto alle leghe di zinco-alluminio, zinco-alluminio-rame e ottone, dove poteva ridurre il tenore di rame sostituendolo parzialmente⁷⁷.

Non è difficile dedurre dalla tabella otto come per l'incremento della produzione fos-

se decisivo l'avvio della fabbrica di Marghera.

Nel 1937 le capacità produttive di zinco metallico erano divise in quattro unità produttive: la fonderia termica a Monteponi con 8.000 tonn. annue, la fonderia elettrolitica della stessa società con 6.500 tonn. annue la fonderia elettrolitica di Crotone con 12.000 tonn. annue e quella di Marghera con 12.000 tonn. annue già in via di ampliamento⁷⁸. Delle 38.500 tonn. annue di capacità complessiva in quell'anno si sfruttò il 96,6 per cento, per almeno l'83 per cento in via elettrolitica. Solo il 31 per cento delle potenzialità produttive era rimasta in mano straniera.

L'affermazione di un discreto contributo dell'ingegneria italiana allo sviluppo della tecnologia elettrolitica per il piombo, lo zinco e il cadmio è innegabile: il cuore del processo, la cella elettrolitica, era stata sviluppata dall'ingegner Cambi per essere in seguito applicato sia a Monteponi che a Marghera, nella fonderia "di gran lunga più interessante delle precedenti"⁷⁹. Tuttavia, a Marghera nelle fasi preparative e finali del processo l'applicazione di tecnologia straniera rimase notevole: l'arrostimento si svolgeva in forni Wedge a costruzione Humboldt, per la fusione dello zinco catodico si usavano dei forni Siemens; e nemmeno a Monteponi, dove lo stabilimento funzionava sotto la direzione tecnica dello stesso Cambi, si poteva rinunciare all'applicazione di brevetti esteri⁸⁰.

La Società Pertusola di Crotone "venne progettata e dapprima azionata da tecnici

⁷⁶ L. Cambi, *La metallurgia dello zinco*, cit., p. 21.

⁷⁷ Cfr. E. Hugony, *Autarchia nel campo dei metalli non ferrosi*, cit., pp. 651-652.

⁷⁸ Cfr. L. Cambi, *La metallurgia del piombo*, cit., p. 104.

⁷⁹ L. Cambi, *La metallurgia del piombo*, cit.; cfr. anche M. Mainardis, *I forni elettrici*, cit., 531.

⁸⁰ Cfr., per lo stabilimento di Porto Marghera, Montevocchio, *Notizie sull'industria del piombo*, cit., e Valerio Bellotti, *Lo stabilimento di zinco elettrolitico della "società piombo e zinco" a Porto Marghera 1936-40*, Mestre, 1981, non pubblicato, sta in AfC; per la fabbrica di Monteponi, cfr. Livio Cambi, *Il processo e l'impianto per zinco elettrolitico di Monteponi*, in D. Marotta (a cura di), *I progressi dell'industria chimica*, cit., pp. 25-35.

americani" che vi impiantarono, ad esempio, dei forni Lurgi per l'arrostimento⁸¹. L'industria estrattiva, infine, importò ancora nel 1940 il brevetto "sink and float" della Huntington, Heberlein Company di Londra⁸².

Di fronte alla completa dipendenza tecnologica italiana nel campo dell'alluminio dev'essere comunque sottolineato che l'industria italiana dello zinco raggiunse alcuni degli obiettivi autarchici: non solo la sostituzione dell'importazione di zinco in un periodo di crescente richiesta, ma anche la limitazione del capitale straniero e lo sviluppo di proprie tecnologie.

D'altro canto l'industria italiana dello zinco venne lanciata in un momento di crollo dei prezzi internazionali, e quindi il costo relativo dell'innovazione non poteva non gravare sull'economia nazionale. La tendenza dei prezzi italiani rimase opposta a quella dei mercati esteri anche dopo il riassetto dell'economia internazionale della seconda metà degli anni trenta: tra il 1935 ed il 1938 lo zinco estero subì un'ulteriore, benché contenuta, flessione di prezzo, mentre quello italiano aumentò di ben il 47 per cento⁸³. Anche in questo caso la decisione per un "metallo nazionale" aveva, dunque, il suo prezzo, e la questione era quella della volontà politica di pagarlo con la sottrazione di risorse ai redditi da lavoro dipendente e agli altri settori dell'economia.

Una volta stabilita la necessità della sua produzione, non ci potevano essere dubbi sul sistema da applicare per lo zinco italiano, anche se il valore calorico è un indice piuttosto schematico (vedi tabella 9).

L'industria italiana di zinco ci fornisce un significativo esempio dei rapporti di for-

za tra produttori e consumatori industriali di energia elettrica. Negli anni trenta, in un quadro di sistemi e prezzi ancora multiforme, una delle carte che poteva giocare un potenziale utente industriale di energia elettrica era quella dell'ubicazione. Nel calcolo della singola impresa circa la localizzazione di una fabbrica elettrolitica di zinco si dovevano prendere in considerazione i più vari fattori di costo: essendo il costo dell'impianto più o meno uguale per qualsiasi luogo, i fattori più importanti erano rappresentati dalla disponibilità, qualità e oneri di trasporto del minerale, dal costo della mano d'opera, dalla disponibilità e dal prezzo dell'energia elettrica, e dalla possibilità di smerciare e smistare sia i prodotti principali del processo (zinco iperpuro, oleum, cadmio) sia quelli collaterali, consistenti soprattutto nelle ingenti quantità di acido solforico proveniente dalla fase di arrostitimento della blenda.

Per la Montevecchio, che doveva scegliere tra Sardegna e Venezia, il conto era questo: mentre la mano d'opera non si sarebbe differenziata per il costo, la vendita dei prodotti pesava a favore della zona industriale di Marghera, tantoché il costo di trasporto del minerale sardo (solo in tempo di guerra lo stabilimento avrebbe lavorato più grandi quantità di blenda Raibl) sarebbe stato compensato; ma questo conto sarebbe tornato solo nel caso che il prezzo dell'energia elettrica non superasse certi limiti di convenienza⁸⁴.

Il 29 settembre 1929 la Montecatini, società madre della Montevecchio, aveva stipulato un contratto con la Sfiac a Pelos, assicurandosi "per un periodo di quarant'an-

⁸¹ L. Cambi, *La metallurgia del piombo*, cit., p. 103.

⁸² D. Di Cobertaldo, *Il giacimento piombo-zincifero di Raibl in Friuli*, cit., pp. 136-137.

⁸³ Ernesto Rossi, *Padroni del vapore e fascismo*, Bari, Laterza, 1966, p. 231.

⁸⁴ Archivio della Banca d'Italia (da ora in poi AbdI), Fondo Beneduce (F 1), pratica 240 (Promemoria in merito alla ubicazione di un nuovo stabilimento per produzione di zinco), bob. 110. Cfr., inoltre, Fiorello Zangrando, *Volpi, Barnabò, Vascellari: tre imprenditori nella storia dell'industria elettrica*, in "Protagonisti", 24, 1986, pp. 41-44.

ni l'intera disponibilità dell'energia ricavabile dall'impianto Piave-Ansiei (...) allo scopo di utilizzare prevalentemente l'energia per i suoi impianti elettrochimici". Questo atto non poteva piacere alla Sade, "da tempo l'unica distributrice dell'energia elettrica nelle tre Venezie"; Volpi mise in rilievo "le conseguenze di una distribuzione Montecatini nella zona Adriatica, la perdita di utenti, gli inevitabili ribassi di tariffe in zone sempre più vaste, e per tanto, l'accumularsi anche per l'Adriatica di perdite".

Si preannunciò un'accesa discussione del monopolio elettrico. Scesero in campo, sin dal 1930, gli stessi Volpi e Donegani, mentre Toeplitz della Banca commerciale e il futuro presidente dell'Iri, Beneduce, operavano come mediatori. Il loro lodo dell'8 febbraio 1933 consentiva l'acquisto della corrente Sfiac esclusivamente alla Sade, il cui compito era di fornire gli stabilimenti elettrochimici della Montecatini a Marghera con 40 milioni di kWh annuali al prezzo di 0,5 centesimi per kWh⁸⁵. Con il prezzo raggiunto a Venezia, l'energia elettrica sarda avrebbe dovuto costare tra 4,7 e 5 cent. per kWh, una cifra evidentemente non ottenibile. La scelta cadeva quindi sulla ubicazione veneziana. Queste considerazioni inducono a ridimensionare il protagonismo delle grandi società elettriche. La Sade, le cui vendite si concentrarono nelle categorie delle grandi utenze, oltre alla realizzazione di certi prezzi di vendita non disponeva di misure con cui sostenere direttamente un alto tasso di profitto. Se uno di questi grandi utenti intendeva impiegare l'energia elettrica in un processo "ricco", in cui il prezzo d'acquisto dell'energia costituiva solo un elemento tra altri, aveva la possibilità di manipolare una

serie di fattori che si potevano influenzare a vicenda: ad esempio un più alto costo dell'energia poteva essere compensato dal più basso onere di trasporto delle materie prime. Dal momento che non sussisteva una garanzia legale dei prezzi di monopolio su scala nazionale, le industrie chimiche avevano possibilità di decisione nella scelta della ubicazione e quindi una posizione più forte nei confronti delle società elettriche.

"Idroelettrica nazionale contro carbone estero"

Per tutti gli anni trenta uomini politici, industriali e tecnici continuarono a ribadire che l'espansione della produzione idroelettrica avrebbe consentito l'attenuazione della dipendenza italiana dal rifornimento energetico estero. Fu questa la premessa fondamentale dell'industria energetica italiana. Si potrebbe schematicamente ammettere che alcune produzioni, come lo zinco elettrolitico, facessero risparmiare sulle importazioni di carbon fossile, che, in altre parole, si fosse realizzata una riduzione relativa dell'importazione di fossile, nascosta dietro le cifre assolute e difficilmente quantificabile perché dipendente da fattori assai complessi quali il risparmio teorico di carbone tramite l'introduzione di processi elettrochimici e i risparmi di valuta per metalli effettivamente sostituibili da produzione propria. Come scriveva De Stefani, l'impiego della forza idroelettrica "ha permesso di contenere il nostro fabbisogno di carbon fossile di provenienza straniera in limiti approssimativamente costanti malgrado l'aumento dell'attività industriale..."⁸⁶.

⁸⁵ AbDI, Fondo Beneduce (F 1), pratica 33.

⁸⁶ Alberto De Stefani, *Sopravvivenze e programmi nell'ordine economico*, Roma, 1941, p. 271; la famiglia di De Stefani era legata attraverso il fratello Stefano, esponente della Società idroelettrica industriale ing. De Stefani & C., all'industria elettrica; cfr. Maurizio Zangarini, *Politica e società a Verona in epoca fascista. Studi e ricerche*, Verona, Cierre, 1986, p. 85.

Ma, soprattutto nella logica della preparazione bellica l'obiettivo era, e doveva essere, la riduzione *assoluta* delle importazioni di fossile. La riducibilità delle importazioni energetiche venne stimata (in base ai dati della produzione, importazione e consumo del 1938) tra il 10 per cento e il 20 per cento a seconda dei criteri di valutazione: fino al 10 per cento con una intensificazione di investimenti ammortizzabili all'interno del settore elettrico, fino al 20 per cento se per ragioni strategiche si fosse voluto intensificare lo sfruttamento della forza idrica coll'apporto suppletivo di risorse di altri settori (vedi tabella 10).

Va comunque sottolineato che i valori sopra riportati sono meramente ipotetici, sia perché le diverse materie energetiche non in tutte le applicazioni sono sostituibili l'una con l'altra, sia perché una serie di altri fattori — la probabile crescita del fabbisogno energetico e l'incidenza degli investimenti per centrali e sistemi di accumulazione idrica sulla bilancia valutaria non sono stati presi in considerazione. In ogni caso, il più intenso sfruttamento della forza idrica richiedeva investimenti non realizzabili a breve scadenza. Perciò la produzione idroelettrica non era aumentabile nel giro di pochi anni. Sullo sfondo di questa sostanziale stazionarietà della produzione idroelettrica effettiva l'elettrochimica non fu in grado negli anni successivi di ridurre e, tantomeno, di eliminare la dipendenza energetica italiana.

L'elettrochimica nel suo complesso contribuì, invece, alla moltiplicazione della produzione elettrotermica in quanto aumentava la richiesta di energia continua. Mentre la produzione elettrica complessiva crebbe dai 13,1 miliardi di kWh del 1930 ai 19,3 miliardi di kWh del 1942, la produzione termica, diretta all'integrazione della produzione

idraulica nelle stagioni di magra, aumentò nello stesso periodo da 300 milioni di kWh a 1,5 miliardo, passando dal 3 per cento al 7 per cento della produzione elettrica complessiva. La stessa Sade, ad esempio, disponeva di sette centrali termoelettriche, la più grande delle quali era quella di Porto Marghera. Questo impianto, costruito poco prima del 1930 con l'esplicito compito di corrispondere all'elevata richiesta delle industrie, disponeva di una potenza di 60.000 kW contro i 20.000 kW delle altre sei centrali. L'applicazione di tecnologia estera fu notevole: accanto ai brevetti esteri, realizzati dalla Tosi e dall'Ilva (caldaie e turbine), troviamo caldaie costruite dalla tedesca Borsig e alternatori prodotti dalla ungherese Ganz. In quel periodo il rendimento termico effettivo superava appena il 20 per cento: per un kWh prodotta (860 calorie) l'impianto divorava ben 4000 calorie di combustibile. Nel 1938 la società venne autorizzata ad allestire altre caldaie per raggiungere un livello di energia continua ancora più alto. Ciò era necessario per corrispondere all'elevata richiesta dell'industria elettrochimica dopo la svolta del 1935. Nonostante la società dichiarasse sibilinamente la possibilità di utilizzare i combustibili nazionali, non ci sono dubbi sull'impiego di carbon fossile e, in misura ridotta, di nafta importati⁸⁷ (vedi tab. 11).

Tornando al livello nazionale, si osserva come in quel periodo il consumatore di energia più esigente e dinamico fosse proprio l'elettrochimica, insieme all'elettrosiderurgia: la quota attribuibile a queste industrie salì dal 29 per cento del 1930 a circa il 43 per cento del 1940, quando l'energia elettrica prodotta superò di una volta e mezzo la quota di dieci anni prima. Trascurando la produzione di metalli ferrosi a ciclo interrotto, si constata come il carburo di calcio,

⁸⁷ M. Mainardis, *Centrali elettriche*, Milano, 1949, p. 4; e *Porto Marghera 1932-X*, cit., pp. 92-96; Società termoelettrica veneta, *Centrale termoelettrica di Marghera 'Giuseppe Volpi'*, Venezia, 1959; AccV, Verbali della Sezione industriale, 24 novembre 1934; AsV, Camera di Commercio, 1933-III-1, fasc. 73.

classico prodotto elettrochimico connesso con l'energia di supero stagionale, fosse il prodotto meno dinamico nel ventennio 1921-1940, mentre l'alluminio crebbe del 22,9 per cento. Se è vero che per la produzione di una tonnellata di alluminio si consumavano complessivamente 30.000 kWh, la sola produzione di alluminio non raffinato avrebbe, per esempio nel 1939, consumato il 5,7 per cento dell'intera produzione elettrica italiana. Per i trattamenti di raffinazione, necessari per molti impieghi del metallo, l'intensità di assorbimento di energia elettrica non era inferiore⁸⁸.

La crescita della produzione elettrochimica, e dell'alluminio in particolare, comportò quindi un notevole incremento della domanda di energia continua. Contemporaneamente il contenimento del consumo energetico privato all'insegna dell'autarchia, espressa nelle sempre più modeste quote riservate alla illuminazione e al riscaldamento, non consentì, dal punto di vista dei costi, alle società elettriche di estendere ulteriormente le proprie capacità produttive senza risolvere il problema della costosa sottocarica stagionale. Si doveva, quindi, rialzare l'offerta di energia continua al di sopra della "soglia naturale"⁸⁹; obiettivo, questo, che era raggiungibile solo attraverso

il riequilibrio tra *magra* e *morbida*: con serbatoi per immagazzinare la forza idrica di *supero* stagionale, e con un ulteriore input di energia termica. Passando al primo posto tra i consumatori di energia elettrica ed aumentando la propria esigenza di energia continua, l'elettrosiderurgia e l'elettrochimica nel loro complesso, con l'unica eccezione rilevante del carburo di calcio⁹⁰, contribuirono decisamente all'aumento della produzione termica a base di carbone.

Vi fu inoltre un altro aspetto, spesso sottaciuto dai manuali tecnici dell'epoca⁹¹, ma non per questo meno importante: il costo dell'impiego dei derivati di carbon fossile in alcuni dei processi elettrochimici ed elettrotermici, sia come elettrodi che come materia prima del carburo di calcio.

Per una tonnellata di carburo di calcio si impiegavano ben 600-700 kg di carbone (per ricavarne il carbonio) e 15-40 kg di elettrodi, contro i 950-1100 kg di calce⁹². Questi dati di Tofani troveranno sostanziale conferma nelle osservazioni empiriche di Meneghini sul forno monofase di Miguet della San Marco di Marghera⁹³. Essendo il coke l'unica materia adatta per ricavare carbonio nei forni elettrici, la produzione di carburo di calcio esigeva notevoli quantità di questo derivato del carbon fossile: premesso un

⁸⁸ R. Giannetti, *La conquista della forza*, cit., pp. 145-150, e M. Mainardis *Centrali elettriche*, cit., pp. 4, 145, 253; cfr. anche ATdR, 27-121 e Edoardo Osella, *La produzione chimica e le fonti di energia* in N. Parravano (a cura di), *La chimica*, cit., p. 42.

⁸⁹ Questa soglia equivale al livello più basso che si raggiunge nel corso di un anno senza provvedere ad alcuna integrazione; cfr. M. Mainardis, *Centrali elettriche*, pp. 2-5, e R. Giannetti, *La conquista della forza*, cit., pp. 79-81; cfr. anche, per l'importanza strutturale dell'elettrochimica, Giuseppe Revessi, *L'elettricità. Uomini-scoperte-applicazioni*, Firenze, 1951, pp. 232-233.

⁹⁰ R. Giannetti, *La conquista della forza*, cit., p. 151: "Il carburo di calcio e la calciocianamide, da soli, nel 1930 e nel 1935 consumarono l'80 e l'84,2 per cento del totale della energia di supero".

⁹¹ È il caso di E. Osella, *La produzione chimica*, cit., che non solo trascura il consumo elettrico della estrazione di allumina, indicando i valori limitati alla sola elettrolisi del metallo; a p. 42 l'autore espone una tabella dove "sono indicati dove è necessario anche i consumi di carbone che accompagnano gli assorbimenti di energia elettrica". Sotto la voce "alluminio" non fornisce alcun dato. Altri autori solevano parlare di coke di pece o di petroli come di "prodotti nazionali", "sorvolando" sulle loro derivazione da combustibili importati.

⁹² G. Tofani, *Il carburo di calcio e le ferroleghie*, cit., p. 118.

⁹³ Domenico Meneghini, *Sul bilancio di materie nei forni a carburo*, estr. da *Atti del Reale Istituto veneto di scienze, lettere ed arti*, a.a. 1934-35, tomo XLIV, parte seconda.

consumo medio di 700 kg di carbone e derivati per una tonnellata di carburo di calcio, la produzione di quest'ultimo avrebbe impiegato, durante il decennio 1931-40, 93.702 tonnellate in media annua. Ma nel processo di applicazione pratica le insufficienze tecniche facevano superare questi valori nominali, provocando lo spreco di ingenti quantità di carbone. Così il vantaggio principale del processo elettrotermico rispetto a quello a combustibile, vale a dire la maggiore rendita delle materie prime, venne sensibilmente ridimensionato⁹⁴. Dagli studi di Meneghini risultò una perdita di materie prime (calce e coke) "per volatizzazione ecc. dell'8 per cento circa, cifra che si scosta notevolmente da quelle esposte nella letteratura tecnica"⁹⁵.

Anche gli elettrodi dei forni per carburo di calcio erano composti da derivati carboniferi. La parte centrale dell'elettrodo del sistema Miguet consisteva, per esempio, di una pasta formata da 75 per cento di coke e 25 per cento di catrame, quest'ultimo di accuratissima composizione per assicurare la conducibilità elettrica⁹⁶. Pur non essendo il carbone una materia prima dell'alluminio, le cose in questo settore non andarono diversamente. Il rapporto tra l'impiego di carbone per unità di metallo prodotto era ancora molto più sfavorevole: mentre nella produzione di carburo di calcio si consumava un volume medio di elettrodo corrispondente al

2,5 per cento del volume di prodotto finale, nella produzione dell'alluminio metallo la cifra per l'elettrodo di coke di pece raggiungeva valori tra il 70 e l'80 per cento⁹⁷. In questo calcolo non sono nemmeno compresi gli altri possibili usi che i derivati di carbone potevano assumere in varie forme (coke, gas di cokeria) nelle fabbriche di alluminio, per esempio nella preparazione della bauxite.

In termini di costo si nota che già per la prima trasformazione della bauxite, la produzione dell'allumina, Vianello calcola una quota del 20 per cento del costo complessivo, attribuibile ai soli derivati di carbone, mentre voci come la soda caustica (13 per cento), la manodopera (10 per cento), l'energia elettrica (2,5 per cento) e la stessa bauxite (10 per cento) rimangono notevolmente al di sotto di tale percentuale⁹⁸. Pur trattandosi di un calcolo riguardante la situazione italiana degli anni cinquanta, la quota del carbone sembra sostanzialmente valida anche vent'anni prima: nella *Relazione segreta del rappresentante del ministero dell'Aeronautica alla Commissione interministeriale per i surrogati* del settembre 1936⁹⁹ si calcola, per la seconda fusione dell'alluminio, una partecipazione dell'8,9 per cento degli anodi al costo finale. Per l'allumina il valore ammonta al 42,2 per cento, ed è chiaro come questa cifra includa il costo per gli anodi della prima fusione. Interpolando il

⁹⁴ Per esempio, Carlo Palestrino, *Applicazioni termiche, in Utilizzazione ed economia dell'energia elettrica nelle applicazioni industriali*, Roma, 1938, p. 253.

⁹⁵ D. Meneghini, *Sul bilancio*, cit.; anche nell'elettrolisi dell'alluminio l'impurità del materiale, l'instabilità di tensione e l'insufficiente quantità dell'elettrodo potevano provocare effetti elettrolitici secondari, capaci di aumentare le perdite di materia prima (liberazione di gas, mancata decomposizione dell'elettrolita), e di intensificare l'assorbimento di energia; cfr. Roberto Piontelli, *Contributo alla conoscenza dell'elettrolisi per alluminio*, in "La chimica e l'industria", novembre 1940.

⁹⁶ G. Zuliani, *La fabbricazione del carburo di calcio*, cit., p. 28.

⁹⁷ Henry Molinari *La distillazione del catrame ed il coke di pece*, in N. Parravano (a cura di), *La chimica*, cit., p. 74.

⁹⁸ Mario Vianello, *Il progresso tecnologico nella produzione e trasformazione dell'alluminio*, Milano, Giuffrè, 1960, p. 6; l'affermazione di L. Manfredini, (*La distillazione*, cit., p. 92), secondo cui "l'energia elettrica (...) incide in modo decisivo sul prezzo del metallo" è forse attendibile in quanto il costo dell'energia elettrica poteva rappresentare il fattore più variabile di tutti, dipendente com'era addirittura da condizioni atmosferiche. Ma in complesso si ha l'impressione che affermazioni di questo tipo volessero mettere in rilievo l'importanza dell'energia elettrica, sorvolando contemporaneamente lo scomodo tema del carbone.

⁹⁹ ATdR, 27-121.

20 per cento di Vianello, si arriva, per i derivati di carbone, alla quota 18,14 per cento del costo complessivo dell'alluminio metallo non ancora raffinato.

Già nel 1937 a Porto Marghera le società Cledca e Vetrocoke distillavano dal carbon fossile 18.000 tonn. annue di catrami (materia prima del coke di pece), corrispondente al 14 per cento della produzione nazionale¹⁰⁰. L'alluminio, con la sua sempre crescente richiesta di coke di pece, divenne un "catalizzatore" di altre industrie chimiche lavoranti i derivati del carbon fossile. Essendo la produzione di coke di pece soltanto una tra quelle basate sulla distillazione del carbone, è chiaro come l'incremento della distillazione a favore dell'alluminio avesse offerto contemporaneamente la possibilità, o meglio, imposto la necessità di sfruttare anche gli altri distillati della cokeria, il gas prima di tutti, su scala più vasta. La Vetrocoke sviluppò lungo la propria catena produttiva del gas di cokeria vari cicli, come quelli degli azotati e dell'etilene; questi cicli, una volta avviati, avrebbero assunto una dinamica propria, spingendo autonomamente, anche senza lo stimolo del coke di pece, verso ulteriori aumenti della distillazione di carbone¹⁰¹. All'inizio stava comunque la svolta autarchica dell'alluminio, avvenuta nel 1935, e l'aumento della produzione di coke di pece che ne conseguiva: "Il consumo italiano di coke di pece raggiungerà rapidamente le 8-10.000 t./anno per far fronte all'aumento di produzione dell'alluminio in corso di realizzazione. Per questa ragione è

stata decisa a Porto Marghera, presso la distilleria di catrame della Soc. Vetrocoke, la costruzione del primo impianto industriale italiano di coke di pece, che utilizzerà la pece di detta distilleria e potrà produrre circa 6-7.000 t./anno di coke di pece. L'impianto ha cominciato a funzionare nel mese di marzo 1938..."¹⁰².

Così tutta l'industria chimica a base di distillati di carbon fossile subì una forte spinta, poi ripercossasi in un'ulteriore richiesta di carbone: ancora nello stesso 1938 la Vetrocoke chiese alle autorità il permesso di aumentare la distillazione e quindi l'importazione del carbon fossile del 35 per cento¹⁰³. In altre parole, non solo il coke e il coke di pece, richiesti dalle industrie di alluminio e dal carburante di calcio, contribuirono a tale aumento; anche le industrie chimiche che inizialmente lavoravano gli altri prodotti di cokeria per sfruttare la sovrabbondanza in seguito spinsero verso l'incremento del volume di distillato. Sullo sfondo di questi dati non può meravigliare come il porto di Venezia divenisse un'importante approdo per l'importazione di carboni (vedi tabella 14).

Va notato che a partire dai primi anni trenta nelle cifre dei carboni riesportati era inclusa una recente quota di coke prodotto dal carbone importato nella stessa zona industriale. Osserva Ciriotta: "Nella maggior parte gli arrivi erano destinati alla Vetrocoke ed il fossile proveniva dai Paesi Bassi, dalla Gran Bretagna, dalla Germania, dalla Polonia e in minor misura da alte nazioni"¹⁰⁴.

¹⁰⁰ H. Molinari, *La distillazione del catrame*, cit., p. 68; va comunque notato che ancora per il 1940 si può provare l'intenzione della Sava di importare il coke di pece nonostante avesse la Vetrocoke "a pochi passi" (cfr. AsV, Camera di Commercio, 1933-III-15 e 159). Questo comportamento si spiega probabilmente con rapporti privilegiati che la società aveva con i produttori esteri appartenenti allo stesso gruppo di Neuhausen.

¹⁰¹ Rolf Petri, *Strategie monopolistiche e Veneto industriale. Porto Marghera alla vigilia della seconda guerra mondiale*, in "Venetica - Rivista di storia delle Venezia", 2, 1984, pp. 7-13 e 25.

¹⁰² H. Molinari, *La distillazione del catrame*, cit., p. 74.

¹⁰³ AsV, Camera di commercio, 1933-III-1, ff. 29 e 122.

¹⁰⁴ G. Ciriotta, *Trenta anni di traffico marittimo*, cit., p. 14.

Di fronte a questi fatti, l'insistenza sulla "produzione nazionale di coke di pece", messa in atto nell'interesse autarchico¹⁰⁵, suona strana: il coke di pece non era certamente l'unico responsabile della mancata riduzione dell'importazione di carbon fossile. Ma essa testimonia assai chiaramente l'incapacità dell'elettrochimica di contribuire alla tanto desiderata indipendenza energetica del paese.

Conclusioni

Abbiamo visto come la riduzione effettiva dell'importazione di carbon fossile restasse un obiettivo irraggiungibile. Per le varie ragioni ricordate, le formule quali "idroelettrica nazionale contro carbone estero", "alluminio metallo nazionale", "zinco nazionale sostituito o il rame estero" o erano destinate a fallire completamente, o dovevano rimanere delle mezze verità. In realtà tutta la produzione idroelettrica impiegata nel campo dell'elettrochimica comportava, come effetto collaterale, il mantenimento di un alto livello di importazione dei combustibili esteri. In sostanza, l'unico cambiamento raggiunto nell'ambito delle importazioni di materie prime consisteva nello spostamento delle dipendenze da altre zone geografiche verso l'area controllata dalla Germania. E nemmeno nei campi della tecnologia e dei capitali elettrochimica italiana raggiunse uno standard che meritasse pienamente l'appellativo di "nazionale".

Un'altra questione, di più difficile soluzione è quella delle alternative. La complessità non deriva tanto dal fatto che si dovrebbero prendere in considerazione altri fattori di costo oltre all'importazione del carbon

fossile, per quanto questa voce sia decisiva per il bilancio dell'economia nazionale. Il problema è piuttosto che la decisione di creare un'industria elettrochimica "nazionale" assunse il carattere di una scelta strategica, funzionale agli interessi egemoni in quella situazione concreta: scelte del genere si verificano difficilmente tramite formule della contabilità aziendale e nazionale. Se, per esempio, dalla loro applicazione risultasse la convenienza matematica per l'economia nazionale di importare l'alluminio anziché produrlo, ciò indurrebbe alla conclusione che una rinuncia alla preparazione e conduzione della guerra sia più economica. Ma la *pura economicità* non fu certo la ragione fondamentale delle scelte, come all'opposto un complesso calcolo econometrico è superfluo per giungere alla conclusione dell'"inopportunità" della guerra.

In ogni caso le scelte erano quelle appena ricordate. A condizionarle non era la cecità di alcuni fanatici fascisti, né quella degli industriali e finanziari, ansiosi di approfittare dell'occasione offerta dalla preparazione bellica. E neanche era quella dei quadri tecnici, che concretamente stimavano il rapporto tra applicazione tecnica e rendimento finanziario e conoscevano benissimo il costo di queste scelte; lo sapeva, per esempio, l'ingegner Mainardis, quando in nome dell'interesse superiore del paese difese lo sfruttamento delle risorse idriche nazionali, anche "al di là dei limiti di pura convenienza economica"¹⁰⁶. E l'economista e uomo politico De Stefani attribuì all'energia idroelettrica "un enorme valore prospettico", facendo capire tra le righe che l'impiego di questa energia autarchica si sarebbe basato a lungo sull'apporto di risorse sottratte agli altri settori dell'economia¹⁰⁷.

¹⁰⁵ H. Molinari, *La distillazione del catrame*, cit., p. 74.

¹⁰⁶ M. Mainardis, *Centrali elettriche*, cit., p. 3.

¹⁰⁷ A. De Stefani, *Sopravvivenze e programmi dell'ordine economico*, cit., p. 217.

Non ci fu dunque cecità. Tra i massimi dirigenti era diffusa una precisa consapevolezza del costo economico e sociale della scelta operata dalla classe politica dominante, che aveva accettato i rischi di una elevata spesa iniziale destinata nelle aspettative a produrre vantaggi a lungo termine. Per pervenire ad una diversa definizione dei rapporti di forza in campo internazionale non sembrava possibile alcuna alternativa alla linea dell'autarchia ad ogni costo. Tra l'altro l'adeguarsi a questa direttiva comportava una sia pure infondata simulazione di indipendenza nazionale.

Considerando lo svolgimento della storia successiva, pare tuttavia difficile sostenere che tale calcolo fosse del tutto errato. Le vie percorse non furono certo quelle considerate, ma le scelte "irrazionali" di quell'epoca, con tutte le loro tragiche conseguenze, hanno in negabilmente contribuito alla creazione dell'assetto industriale italiano del secondo dopoguerra. Una conclusione che dovrebbe far riflettere sui percorsi storici del capitalismo italiano, e sulle forme politiche che ha saputo adottare per la sua espansione.

Rolf Petri

Tabella 1. - Sviluppo delle capacità produttive di alcune produzioni dell'energia elettrica e dell'elettrochimica 1906-30.

	Energia elettrica: potenza install./kWh invasati		Produzione di		
	in kW	per kWh inst.	Carburo di calcio (tonn.)	Calciocia - nam. (tonn.)	Alluminio (tonn.)
1906	294.000	—	28.000	1.200	200
1920	1.385.000	16 (1921)	36.000	25.200	1.200
1930	4.666.000	95	102.600	102.310	7.968
crescita media annua in percentuale:					
1920-30	+ 22,3	+ 66,0	+ 18,5	+ 30,9	+ 66,4

Fonti: Istat, *Sommario di statistiche storiche italiane 1861-1865*, Roma, Istat, 1968, Tav. 59 e Tav. 61, R. Giannetti, *La conquista della forza*, cit., pp. 48, 249-251; N. Parravano (a cura di), *La chimica in Italia*, pp. 9-10. I dati forniti da Giovanni Tofani, *Il carburo di calcio e le ferroleghie*, cit. a p. 118 dello stesso volume contraddicono i grafici di N. Parravano, che tuttavia sembrano più affidabili perché confermati dai dati dell'Istat.

Tabella 2. - Sviluppo delle capacità produttive di alcune voci dell'energia elettrica e dell'elettrochimica 1930-40.

	Energia elettrica: potenza install./kWh invasati		Produzione di		
	in kW	per kW inst.	Carburo di calcio (tonn.)	Calciocia - nam. (tonn.)	Alluminio (tonn.)
1930	4.466.000	95	102.600	102.310	7.968
1935	5.145.000	133	120.708	143.518	13.776
1940	6.119.000	275	167.403	131.210	38.790
crescita media annua in percentuale:					
1930-35	+ 3,0	+ 8,0	+ 3,5	+ 8,1	+ 14,6
1935-40	+ 3,8	+ 21,3	+ 7,7	-1,7	+ 36,3

Fonti: come Tab. 1.

Tabella 3. - Veneto, Venezia Tridentina e Venezia Giulia a confronto con l'Italia: dati geografici e produttivi, quinquennio 1935-39 (salvo indicazione diversa).

	percentuale rispetto all'Italia
Superficie	15,5
Popolazione residente (1936)	13,8
Occupati di industria, trasporto e comunicazioni (1936)	13,1
Produzione elettrica (volume)	20,5
Produzione metallurgica (valore)	5,9
Produzione chimica (valore)	15,5
Estrazione di bauxite (volume)	93,6
Produzione di alluminio (volume)	92,1
Produzione complessiva di piombo e zinco (volume)	10,1
Capacità produttiva di zinco (1937)	32,5
Capacità produttiva magnesio metallo (1939)	ca. 50
Capacità produttiva di carburo di calcio (1936)	ca. 10

Fonti: Istat, *Sommario statistico delle regioni d'Italia*, Roma, Istat, 1947, pp. 5, 6, 26, 28, 29; Istat, *Sommario di statistiche storiche*, cit., Tav. 61; Filippo Pennavaria, *Relazione per l'autarchia: industrie estrattive*, Roma, 1937, p. 57, in ATdR 27-167; *Corporazione acqua, gas ed elettricità*, p. 3, in ATdR 27-159; AsV, Camera di Commercio, 1933-III-1, fasc. 13.

Tabella 4. - Fabbisogno di energia elettrica delle industrie estrattive, metallurgiche e chimiche entro la fine del 1940, nelle previsioni fatte dalle rispettive corporazioni industriali nel 1937 (in 1.000.000 kWh).

	Branca	per cento	Settore
<i>Industrie estrattive</i>		(1,3)	70
<i>Siderurgia</i>		(16,7)	880
Forni elettrici ghisa	550	10,4	
Forni elettrici ferro leghe	80	1,7	
Trattamenti termici	150	2,8	
Energia meccanica	50	0,9	
Vari	50	0,9	
<i>Metallurgia</i>		(9,5)	500
Magnesio	300	5,7	
Rame	120	2,3	
Piombo e zinco	80	1,5	
<i>Cellulosa</i>		(1,7)	90
Produzione meccanica	30	0,5	
Produzione per cloro soda	60	1,2	
<i>Chimica</i>		(70,8)	3.730
Alluminio e potassa	1.440	27,3	
Soda e cloro	560	10,6	
Azoto	500	9,5	
Idrogenazione ligniti ecc.	1.040	19,8	
Vari	190	3,6	
Totale	5.270	(100,0)	5.270

Fonti: *Corporazione acqua, gas ed elettricità*, Roma, 1937, in ATdR, 27-159. L'unificazione di alluminio e potassa (carburato di potassio: K₂-CO₃) in una sola voce si spiega con il tentativo di estrarre dalla leucite (A1203, K₂O, 4 SiO₂) sia l'alluminio, sia del concime potassico, nonostante il tenore di alluminio fosse solo un terzo di quello della bauxite; cfr. AA.Vv., *Alluminio, magnesio, berillio e loro leghe. Atti ufficiali del 1° convegno nazionale dell'alluminio, magnesio e loro leghe*, Milano, 1939, p. 59. Alla metà degli anni trenta la produzione italiana di potassa, realizzata maggiormente in un impianto di Crotone, ammontava a circa 3.000 tonn./annue.

Tabella 5. - La produzione italiana di carburo di calcio e calciocianamide 1898-1940 (medie annue in tonnellate).

	1898-1900	1901-10	1911-20	1921-30	1931-40			
Carburo di calcio	508	27.112	38.379	63.894	133.860			
Calciocianamide (al 15-16 per cento di azoto)	0	1.472	15.498	48.792	146.080			
Volume prodotto: Carb. = 100 per cento, calciocianam. =	—	5	40	76	109			
Periodo prebellico e bellico:	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942
Volume prodotto in percentuale:								
Carb. di calcio	100	100	100	100	100	100	100	100
Calciocianamide	119	126	102	111	106	78	87	69

Fonti: Istat, *Sommario di statistiche storiche*, cit., Tav. 61.

Tabella 6. - Produzione mondiale di alluminio metallo 1890-1940 e quote di alcuni paesi produttori (in tonnellate, quote arrotondate in per cento; — sta per quote ignote).

	Mondo (t)	USA/ CAN per cento	F per cento	CH per cento	D per cento	GB per cento	NOR per cento	URSS per cento	I per cento	altri per cento
1890	250	40	15	16	0	29	0	0	0	0
1907	33.000	49	13	24	0	11	0	0	1	2
1915	78.000	—	—	—	—	—	—	—	2	—
1920	128.000	57	9	9	9	6	5	0	1	4
1925	182.000	43	11	12	15	5	12	0	1	1
1930	268.000	51	8	12	12	5	9	0	3	1
1931	218.000	50	8	5	12	6	10	0	5	1
1932	154.000	43	10	6	12	6	12	1	9	1
1933	143.000	38	10	6	13	8	11	3	9	2
1934	171.000	29	9	5	22	8	9	8	8	2
1935	262.000	27	8	5	28	6	6	10	5	5
1936	369.000	35	7	4	27	4	4	10	4	5
1937	497.000	35	7	5	27	4	5	10	5	2
1938	578.000	34	8	5	29	4	5	8	4	3
1939	666.000	—	—	—	—	—	—	—	5	—
1940	785.000	—	—	—	—	—	—	—	5	—
1941	1.032.000	—	—	—	—	—	—	—	5	—
1942	1.383.000	54	—	—	25	—	3	4	3	—
1943	1.935.000	—	—	—	—	—	—	—	2	—

Fonti: R. Innocenti, *L'industria dell'alluminio*, cit., tabb. 3, 6, basate maggiormente sulle indicazioni statistiche della *Metallgesellschaft* che sono riportate in « Alluminio », vari nn. ed anni; Pietro Scotti, *Geografia dell'alluminio italiano*, Genova, 1948, pp. 6-7; A.v. Zeerleder, *Technologie*, cit., p. 9; N. Parravano (a cura di), *L'industria dell'alluminio in Domenico Marotta (a cura di) I progressi dell'industria chimica italiana nel 1° decennio di regime fascista*, Roma, 1932, p. 4 e L. Manfredini, *L'industria dell'alluminio*, cit., p. 4.

Tabella 7. - La produzione di allumina e alluminio in Italia durante il periodo prebellico 1937-1939 e le quote delle società produttrici (in tonnellate).

Allumina	1937 per cento	1938 per cento	1939 per cento
Produzione complessiva:	70.596	91.993	102.094
Gruppo Montecatini	30,9	32,7	31,0
Gruppo Sava	69,1	67,3	69,0
Alluminio			
Produzione complessiva:	23.118	26.057	34.582
Gruppo Montecatini	57,3	53,1	48,8
Gruppo Sava	34,5	39,8	44,0
Gruppo Aluminium Ltd	7,5	6,0	6,2
Baslini (Treviglio) / recupero	0,7	1,1	1,0

Fonti: Francesca Tonon, *L'industria dell'alluminio a Porto Marghera. Produzione, tecnologia, lavoro 1928-1940*, Tesi di laurea Facoltà di Lettere e filosofia, Università di Venezia, aa. 1983-84 e Ministero delle Corporazioni, *Relazione sul servizio minerario*, Roma, vari anni.

Tabella 8. - Produzione e consumo di zinco in Italia 1900-1940 (in tonnellate/consumo = produzione + importazione — esportazione).

	Minerale: estratto		Zinco metallo in pani			
	Estratto	Esportato per cento	Produzione	A Marghera per cento	Consumo	Prod.—cons.
1900	139.679	80,1	60		3.328	—
1920	95.985	97,5	1.177		4.900	—
1925	177.085	98,5	6.478		20.080	—
1930	200.694	72,0	19.264		24.583	—
1931	123.976	55,2	16.174		17.522	—
1932	94.120	33,9	17.725		19.339	—
1933	81.272	38,9	22.232		23.347	—
1934	121.493	29,5	24.223		26.909	—
1935	144.122	34,9	26.263		34.878	—
1936	157.152	33,5	27.011	2,6	29.515	—
1937	181.968	41,2	37.772	29,9	37.205	+
1938	200.848	38,4	34.069	35,9	34.415	+
1939	234.500	33,1	35.175	34,5	35.098	+
1940	211.511	34,8	38.826	36,1	38.386	+

Fonti: L. Cambi, *La metallurgia dello zinco*, cit., p. 19 e Montevicchio, *Notizie sull'industria del piombo e dello zinco in Italia*, Milano, 1948, Tavv. 123, 124, 117.

Tabella 9. - Assorbimento di energia nei processi di estrazione di zinco metallico negli anni trenta (valori per tonn. di zinco prodotto).

(materie introdotte)		calorie
Processi termici	(carbone 5000 kg)	37.500.000
Processi elettroterm.	(elettr. 9000 kWh; carbone 314 kg)	31.300.000
Processi elettrolitici	(energia elettrica 4200 kWh)	3.600.000

Fonti: M. Mainardis, *I forni elettrici*, cit., pp. 4, 520-521, 527.

Tabella 10. - Fonti di energia termica e chimica in confronto. Dati del 1938 e riducibilità teorica delle importazioni di combustibili. Valori energetici in 10 calorie.

Combustibili		Valore calorico
Nazionali	min. solidi	12
	liquidi	1
	legna da ardere	19
Importati	diverse	120
Totale		152
Energia idroelettrica prodotta		9
Produzione idroelettrica		per cento del valore calorico delle importazioni di combustibili
Effettiva, nel 1938		7,5
Potenziale, secondo le "possibilità tecniche"		28,3
Potenziale, secondo le "convenienze industriali"		16,7
Riducibilità teorica delle importazioni di combustibili (1938):		
Secondo le "possibilità tecniche". Percentuali		—20,8
Secondo le "convenienze industriali"		— 9,2

Fonti: in base ai dati forniti da P. Ferrerio, *L'autarchia*, cit., pp. 3-6, lo stesso autore scrive a p. 4: "Secondo una ricerca effettuata dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici col proposito di individuare gli impianti idroelettrici tecnicamente costruibili, si potrebbe ricavare in tutto dalle nostre forze idrauliche 56 miliardi kWh annui".

Tabella 11. - L'importazione di carbon fossile e coke e il consumo (valore nominale) delle centrali termiche (1930-1940).

Anno	Importazione carbon fossile	Consumo centrali termoel.
1930	12.936.800 tonn.	146.500 tonn.
1931	11.093.900 »	118.500 »
1932	8.778.100 »	140.000 »
1933	9.561.800 »	138.000 »
1934	12.737.000 »	127.000 »
1935	14.589.600 »	148.000 »
1936	9.263.600 »	147.000 »
1937	12.926.700 »	222.000 »
1938	12.139.700 »	380.500 »
1939	11.275.700 »	461.500 »
1940	12.529.500 »	498.000 »

Fonti: Istat, *Sommario di statistiche*, cit., Tavv. 64 e 78; il valore nominale del consumo è stato calcolato sulla base del rendimento calorico indicato nei manuali degli anni trenta, secondo cui si producevano con una tonn. di carbon fossile 2000 kWh di energia elettrica (cfr. *Porto Marghera 1932-X*, cit., pp. 92-96, ed altri); si può presumere che questo valore nominale in realtà sia stato anche superato.

Tabella 12. - L'importazione italiana di carbon fossile e coke in confronto con alcuni dati del porto (industriale e commerciale) di Venezia; medie annue in tonnellate.

	1935-39	1937
Importazione italiana:	12.039.000	12.927.000
per cento	(100)	(100)
Importazione veneziana via mare e terra:	1.600.000	
per cento	(13,3)	
Partenze da Venezia:	1.170.000	
Consumo netto di Venezia:	430.000	
per cento	(3,6)	
Arrivo di fossile (sola zona ind.): (percentuale / coke e fossile)		694.704 (5,4)

Fonti: Istat, *Sommario di statistiche*, cit., Tav. 78; Luigi Candida, *Il porto di Venezia*, in "Memorie di geografia economica", II, 1950, pp. 79-80, 158; Giorgio Ciriotto, *Trenta anni di traffico marittimo nella zona industriale di Marghera 1931-1961*, in "Porto di Venezia", 8 (1962), p. 14.