SNR
160

Ing. Silvano Santini
già Direttore Generale delle Miniere e delle Fonti di Energia
Ministero dell'Industria

UNA SINTESI STORICA DELL'INDUSTRIA MINERARIA IN ITALIA

ROMA 1996

INDICE

	<i>Pag.</i>
1. Le espansioni glaciali	3
2. L'inizio dell'attività mineraria	3
2.1.1. L'Arte Megalitica	4
2.1.2. Le pietre preziose	5
2.1.3. Le argille	5
2.2. I metalli	6
2.2.1. L'Età del bronzo	6
2.2.2. L'Età del ferro	7
3. La prima industria minerometallurgica	7
3.1. Gli Etruschi	7
3.2. I Salassi	10
3.3. La decadenza etrusca.....	11
3.4. I Romani	11
4. La seconda decadenza mineraria	16
5. La ripresa mineraria	18
5.1. Le consuetudini minerarie fino al Mille e i Codici mi- nerari medioevali	20
5.2. Lo sviluppo minerario medioevale	21
6. La terza decadenza mineraria	25
7. L'innovazione tecnologica	27
7.1. Le scienze della Terra.....	28
7.2. La rivoluzione industriale	31
7.2.1. Le fonti di energia	31
7.3. La nuova tecnica mineraria	37
8. L'industria mineraria dall'unità d'Italia alla Prima guer- ra mondiale	39
8.1. La legislazione mineraria	39
8.2. La terza ripresa mineraria.....	40
9. L'industria mineraria fra le due guerre	49
9.1. La legislazione mineraria	49
9.1.1. La legge mineraria del 1927	50
9.2. La situazione mineraria nel dopoguerra e la crisi del 1929	51
9.3. L'autarchia e lo sviluppo minerario.....	52
I disastri minerari.....	58
Le innovazioni tecnologiche	59

	<i>Pag.</i>
10. Dal dopoguerra alla crisi energetica.....	60
10.1. La legislazione mineraria	60
10.2. L'immediato dopoguerra e lo sviluppo minerario....	61
10.2.1. Il mineroenergetico	64
10.2.2. Il minerometallurgico	67
10.2.3. Il minerochimico.....	72
10.2.4. Il mineroindustriale	73
10.2.5. Il settore marmifero	74
10.3. L'industria mineraria e la CEE.....	75
11. La crisi energetica.....	75
11.1. Generalità.....	75
11.2. La ripresa del mineroenergetico	76
12. La quarta decadenza minerometallurgica	80
12.1. Stato dell'industria estrattiva nei primi anni '70.....	80
12.2. Il deterioramento minerometallurgico.....	81
12.3. Il nuovo assetto minerario del dopocrisi	83
12.4. Provvedimenti legislativi	84

La storia dell'Industria Mineraria affonda le radici negli albori della civiltà, in quanto questa ha potuto svilupparsi solo grazie ai mezzi messi a disposizione da questa industria, che si può dire nata insieme all'uomo e ha quindi seguito la sua evoluzione attraverso i secoli.

Pertanto è necessaria una premessa in cui brevemente vediamo come si presentava la Terra e in particolare l'Italia in cui comparve l'Uomo, soprattutto per descriverne l'ambiente in cui dovette muoversi. Per poi illustrare la necessità di procurarsi i mezzi per sopravvivere, dando quindi luogo alla nascita dell'industria mineraria.

1) Le espansioni glaciali

La durata dell'era Quaternaria, è senza dubbio incomparabilmente più breve delle ere geologiche precedenti, ma riveste un'importanza straordinaria perché è l'epoca dell'Uomo.

In quel tempo la superficie terrestre aveva un aspetto simile all'attuale, ma per effetto delle quattro espansioni glaciali, le terre emerse erano più vaste di adesso.

Infatti il livello del mare risultava più basso per la gran quantità d'acqua sottratta per evaporazione e fissata sui continenti

sotto forma di ghiaccio. Le oscillazioni climatiche ebbero forti riflessi sulla vegetazione e sulla fauna, sia marina, sia continentale.

In questo ambiente così difficile, ma senz'altro migliore dei precedenti che avevano fatto da cornice alle ere più antiche, comparve l'Uomo, insieme a un notevole sviluppo dei Mammiferi.

2) L'attività mineraria inizia con la civiltà umana

L'Homo Sapiens è apparso stabilmente sulla Terra 25 millenni fa. L'uomo era necessariamente nomade, soprattutto per sfuggire alle invasioni glaciali. Aveva dovuto migrare verso sud per evitare l'inesorabile avanzata del freddo.

Nel Paleolitico Superiore, utilizzando le caverne e gli anfratti naturali quali rifugio, gli uomini ancora presenti nelle zone più fredde si riunirono in tribù e furono in grado di resistere e sopravvivere alle glaciazioni.

Si può dire che già in quei primordi, ha inizio l'attività mineraria insieme con la civiltà. In quanto la razza umana per evolversi nel mondo animale aveva bisogno di mezzi che poteva trarre dall'ambiente che la circonda.

Le prime operazioni di caccia

dell'uomo del Paleolitico, venivano effettuate facendo rotolare grosse pietre dall'alto di un pendio, allo scopo di uccidere o ferire grossi animali selvatici.

Questa tecnica però già imponeva l'apertura di cave per la fornitura di grossi macigni. Queste pietre rotolando, si frantumavano riducendosi in schegge aguzze. Perciò si cercò di ripetere l'operazione con la spaccatura per ottenere schegge di dimensioni adatte a essere impugnate.

L'uomo disponeva allora di una sola forma di energia meccanica, la sua forza fisica, ma coi primi strumenti meccanici cominciò ad accrescerne la potenza.

Vibrata è il primo centro operativo italiano per la lavorazione di pietre

L'uomo inventa le lame di selce che vanno via via perfezionandosi. Fra il diciottesimo e il quattordicesimo millennio, perfeziona la tecnica della scheggiatura. In Italia il più attivo centro industriale era un gruppo di villaggi in provincia di Teramo, alla foce del fiume Vibrata.

Qui giungevano le prime zattere a remi, cariche di selci, ossidiane, diaspri, pietre verdi. Venivano dalla Calabria, dalle isole Eolie, dalla Sardegna. Queste materie prime erano cedute in

cambio di prodotti lavorati: accette, raschietti, e oggetti di ornamento, confezionati con conchiglie e denti di animali.

Vibrata però non fu l'unico centro italiano della civiltà di quell'epoca: villaggi simili si sono trovati anche presso Molfetta, Siracusa, nel bresciano e nel reggiano.

Per lo sviluppo di questa civiltà preistorica non c'era però bisogno di pietre qualunque, ma di pietre speciali, in particolare pietre dure: stava perciò nascendo la Ricerca Mineraria.

Il preistorico era un minatore libero e con la sua intuizione risaliva i corsi d'acqua, scrutando i loro greti dove si mescolavano residui di roccia trasportati a valle dall'impeto delle acque, ad altre rocce in posto. E lo scopo di quella ricerca era di individuare la provenienza di quelle pietre che potevano andar bene alla sua necessità.

La prima sostanza minerale ovunque adoperata fu la selce piromaca conosciuta poi come pietra focaia, che è una varietà di calcedonio, dai colori rossastri o anche nerastri. Inizialmente fu rinvenuta e raccolta nei detriti alluvionali recenti.

Dalle rocce che la contengono, generalmente calcaree, nelle quali è racchiusa sotto forma di nuclei, l'uomo la strappò dalla matrice che l'avvolgeva: nasceva così l'Industria Mineraria.

In Italia ci sono miniere preistoriche sparse negli Appennini, in Sardegna e alle isole Lipari. La coltivazione della selce avveniva a prezzo di sforzi inauditi, con frequenti sacrifici di vite umane, come testimoniano scheletri di minatori rinvenuti sotto gallerie crollate.

In queste miniere la disgrega-

zione della roccia procedeva con il fuoco, seguita da forti getti d'acqua.

In seguito alla selce piromaca si aggiunsero il diaspro e l'ossidiana. Il primo è frequente nell'Appennino, come varietà compatta microcristallina di quarzo impuro e colorato. La seconda (chiamata anche vetro vulcanico) è contenuta nelle vulcaniti, specialmente alle Lipari e in Sardegna.

Compare l'uso della Giadeite (silicato di sodio e alluminio) di colore generalmente verde, e della Nefrite (così chiamata perché se ne facevano amuleti contro le malattie renali): è una roccia verde o verde grigio che si trova soprattutto nell'Appennino Ligure.

Una nuova tecnica insorge nel Neolitico con la levigazione delle pietre: prelude all'età dei marmi.

2.1.1. *L'arte megalitica*

Nel tardo Neolitico (2-3 millenni A.C.) si sviluppò l'arte Megalitica, che utilizzava grandi macigni disposti in modo da significare il culto dell'uomo per la divinità. I più appassionanti misteri che l'archeologia deve ancora scoprire sono quelli riguardanti l'origine e il significato dei colossali templi in pietra di Stonehenge (Inghilterra) e di Carnac (in Bretagna, Francia).

Gli antichi uomini che li edificarono, al di fuori di queste opere e di alcuni attrezzi in selce non hanno lasciato tracce della loro Storia.

Anche in Italia, presso Bisceglie, in Puglia, esistono monumenti megalitici. Essi sono simili a grossi tavoli in pietra, detti

Dolmen, probabilmente usati come rozze celle mortuarie.

Nel tardo Neolitico può farsi rientrare l'Arte Megalitica egiziana, sulla quale non è certo il caso di soffermarsi (basti pensare alle piramidi), quella Assira e Babilonese, a partire dal IV millennio A.C.

Sono opere in pietra di grandiosità tale da lasciare sbigottito il turista moderno, non solo per l'estetica e l'eleganza delle strutture architettoniche, ma soprattutto per la perplessità che desta come tali monoliti possano essere stati estratti, trasportati e innalzati da uomini di quelle antiche civiltà. Sono grandiosi templi innalzati in onore degli Dei o del Faraone, considerato di origine divina.

In particolare la pietra in cui venivano tagliati gli obelischi era la Sienite, cosiddetta perché si estraeva dalle cave di Syene (l'attuale Asswan), di colore rossiccio.

L'arte megalitica ebbe un notevole sviluppo anche in Sardegna circa due millenni A.C., quando nell'isola prosperava la civiltà nuragica, cosiddetta dal nome con cui venivano chiamate le loro torri - fortezze (Nuraghi).

Il Nuraghe ha l'aspetto di un imponente torrione tronco conico, formato da grandi blocchi di pietra, grezzi o talvolta squadriati, posti l'uno sull'altro senza legante. Nell'interno si trova uno spazioso ambiente coperto da una cupola ottenuta ad aggetto, cioè con i massi della fila superiore leggermente sporgenti su quelli della fila inferiore, fino a giungere alla chiusura della volta.

Il Nuraghe raggiunge talvolta un diametro di 10 metri e un'al-

tezza dai 15 ai 20 metri. Normalmente è a due piani, posti in comunicazione da una scala ricavata nello spessore della muraglia.

Era un'abitazione fortificata: la sua stessa mole, imponente e robusta, e la presenza di feritoie sono i caratteri propri di una costruzione difensiva.

Quasi tutti i 7.000 Nuraghi della Sardegna si trovano in posizione dominante, in modo che da ognuno di essi se ne potessero scorgere almeno altri due, cui chiedere soccorso, mediante segnali luminosi, in caso di pericolo per l'invasione di pirati.

I Nuraghi, come già detto sono costruiti con blocchi di pietra sovrapposti, senza cementante. Solo uno, il Nuraghe Melas, circa 8 km a Nord di Guspini, presenta fra i massi un legante, malta di calce aerea.

Questo straordinario fatto su un solo Nuraghe, fa supporre che i costruttori abbiano potuto trovare nelle vicinanze di Guspini calce viva o spenta di origine naturale, trovata al contatto fra il calcare sedimentario e il basalto effusivo presente nella zona. La venuta basica cioè può aver cotto il calcare trasformandolo in calce viva, parte della quale, ben isolata da ogni contatto con acqua e aria, si mantenne finché l'uomo non la scoprì e non la utilizzò.

L'uso sistematico della calce aerea risale però al V secolo A.C. in Grecia, presso i Liguri e gli Etruschi; quello segnalato da parte dei Nuraghi è il primo esempio del suo impiego che la Storia ricordi.

Con i Nuraghi, i Sardi poterono difendersi dalle incursioni dei Liguri e degli Etruschi e succes-

sivamente dai Fenici. Nulla però poterono successivamente contro la potenza dei Cartaginesi prima e dei Romani poi.

2.1.2. *Le Pietre Preziose*

All'alba del Neolitico gli uomini già distinguevano alcune pietre brillanti o vivacemente colorate alle quali attribuivano poteri magici. In tal modo verso la fine della Preistoria, queste pietre speciali divennero la prima moneta di scambio fra le popolazioni nomadi e le stabili comunità agricole.

Nelle antichissime civiltà i lapislazzuli, l'ossidiana, la corniola, le agate, i diaspri erano tagliati o incisi a forma di sfere perforate, sigilli, amuleti, tazze, fiori e figurine zoomorfe.

Fin da epoche remote anche l'ambra ebbe grande importanza, nel Paleolitico, come gemma magica e nel Neolitico come gemma ornamentale.

L'ambra, per frizione si elettrizza attraendo pezzetti di carta, frammenti di foglie secche e di paglia. Il termine elettricità deriva appunto dal nome greco dell'ambra, *electron*, perciò le isole del Baltico da cui in origine l'ambra veniva estratta furono chiamate Isole Elettridi.

Il diamante invece, conosciuto in India fin dal II millennio, sarà usato come gemma solo quando, dopo il periodo romano, si riuscì a lavorarlo, tecnica alquanto difficile per la sua straordinaria durezza.

2.1.3. *Le Argille*

Furono attivamente ricercate e utilizzate in epoca remota per la

loro plasticità, per la proprietà di assorbire i grassi e per la capacità impermeabilizzante.

La prima utilizzazione dell'argilla fu appunto per impermeabilizzare i cesti di vimini per il trasporto dell'acqua. Probabilmente scaldando l'acqua in questi recipienti l'uomo si accorse che l'argilla induriva con il fuoco e così con l'uso del fuoco fu possibile costruire recipienti incombustibili di terracotta.

Prima che l'uomo arrivasse alla costruzione di questi recipienti, l'acqua poteva essere contenuta solo in borse di pelle e il suo riscaldamento era possibile immergendo nel liquido ciottoli di pietra riscaldati al fuoco: fu in questo modo che l'uomo arrivò ad avere l'acqua calda.

Circa 2.500 anni A.C., forse in Egitto, apparve lo strumento che doveva rimanere fondamentale nella storia della ceramica: il tornio. Sempre nella stessa epoca gli Egiziani adottarono il primo rivestimento a smalto che aprì grandi possibilità d'impiego a questo materiale.

La cottura delle argille risolse anche importanti problemi di natura domestica, ma nell'industria l'argilla fu impiegata solo nell'età del Bronzo e del Ferro, quale rivestimento refrattario dei primi forni metallurgici.

Iniziava anche l'epoca dei laterizi, ampiamente utilizzati nelle costruzioni civili, specialmente all'epoca romana. Ricordiamo che la città di Roma fu anche chiamata Città Lateritia.

Il primo impiego dei laterizi ebbe luogo presso gli Egiziani, dove gli Ebrei ridotti in schiavitù, erano condannati al lavoro nelle cave per impastare argilla con paglia per farne mattoni, cotti al calore solare.

2.2. I Metalli

Nell'era Eneolitica fu la scoperta dei metalli che consentì agli uomini di produrre utensili e armi meno rozze e di tipi più svariati.

Questo avvenimento è tanto importante da indicare l'inizio di una nuova Età nella storia dell'Uomo.

Ricordiamo che raramente i metalli si trovano puri in natura. Ciò accade solo per alcuni di essi, come per l'oro, l'argento e talvolta il rame, perché meno aggrediti dagli agenti chimici (metalli nativi).

Comunemente invece i metalli si trovano in combinazione con altri elementi, formando cioè i loro minerali.

Così l'uomo iniziò dapprima a ricercare e ad estrarre quei metalli che si trovavano puri, e quindi le prime miniere furono d'oro, argento e rame, che furono i primi metalli conosciuti. Essi sono alla base delle civiltà dell'Egitto e delle altre medio orientali. Queste ebbero una evoluzione più rapida per effetto del clima temperato esistente in quell'epoca in tali regioni.

Circa 3 millenni A.C. l'uomo si accorse che dalle rocce poste attorno a un focolare era colato qualcosa che, raffreddandosi, solidificava di nuovo. Pensò allora che sarebbe stato possibile dare a quella sostanza ancora fusa, una forma che, raffreddandosi nuovamente, si sarebbe conservata per sempre: iniziava così la tecnica della Fonderia.

Dopo aver cominciato a lavorare i metalli nativi, insufficienti per le necessità quotidiane, l'uomo cominciò a cercare e a trattare anche i loro minerali.

Per la ricerca mineraria si praticava il metodo classico di risalire il greto dei corsi d'acqua per individuare le zone d'origine dei giacimenti minerali.

Si costruirono forni rivestiti in argilla refrattaria per estrarre il rame dalla Cuprite (ossido di rame), producendo così asce, seghie, coltelli, ecc., colando il rame in appositi stampi d'argilla.

2.2.1. L'Età del Bronzo

Contemporaneamente allo sfruttamento delle miniere di rame iniziò lo sfruttamento delle prime miniere di Cassiterite (ossido di stagno), all'epoca assolutamente mancanti nel bacino del Mediterraneo.

Apparvero così le prime armi in Bronzo (che è appunto una lega di rame e stagno) e contemporaneamente si sfruttarono le prime miniere di galena argentifera per l'estrazione dell'argento e, in subordine, del piombo. Nacque così una nuova tecnica: la Metallurgia.

I primi minerali a essere conosciuti nell'Età del Bronzo furono dunque la Cuprite e la Cassiterite, così chiamata perché ritrovata, la prima volta, nelle antiche isole Cassiteridi, al largo delle coste della Cornovaglia.

All'inizio i forni metallurgici non erano altro che pozzetti circolari rivestiti di refrattario e muniti di un foro per il tiraggio. Il minerale veniva tritato e immesso nel forno con fondente calcareo a strati con carbone di legna. Raggiunta la temperatura necessaria, il metallo si raccoglieva al fondo del pozzetto sotto forma di massello metallico.

In età preistorica furono sfrut-

tate numerose miniere cuprifere nell'Algherese, nell'Ogliastra, nelle Baronie e nel bacino dell'Alta valle del Flumendosa, nella miniera di Funtana Raminosa, in territorio di Gadoni, dove sono stati trovati i segni di una tragedia mineraria antica: lo scheletro di un minatore morto per infortunio in un pozzo.

I minerali cupriferi affioravano nel territorio sardo, ma incerta è la provenienza dello stagno, scarso nell'Isola. È probabile che lo stagno fosse ottenuto dal commercio dei metalli che dalla più remota età si esercitava fra i popoli del Mediterraneo.

Per sfruttare gli affioramenti mineralizzati, quegli antichissimi minatori aprivano ampie cavità e gallerie, avendo per arnesi solo picconi e punteruoli di pietra. Per l'abbattimento della roccia in miniera veniva usato il fuoco che arroventava la roccia, che era poi disgregata con getti d'acqua fredda e abbattuta a colpi di piccone.

L'attività commerciale nel bacino del Mediterraneo e oltre fu esercitata dai Fenici. Non sembra che questi siano mai stati minatori, ma solo grandi navigatori e commercianti di metalli.

I Fenici si stabilirono in quella sottile striscia di terra compresa fra i monti del Libano e il mare e cominciarono a percorrere tutte le coste del Mediterraneo, commerciando qualsiasi merce, ma soprattutto metalli.

Oltrepassando lo stretto di Gibilterra, giunsero fino alle Isole Cassiteridi, presso le coste della Cornovaglia, per procurarsi lo stagno. E probabilmente questo stagno era ceduto ai metallurghi del Mediterraneo in cambio di altra merce.

2.2.2. *L'Età del Ferro*

Mentre per la riduzione dei minerali di rame e di stagno, avvenuta nell'età del Bronzo, sono sufficienti temperature al massimo di 1.000 C, per la riduzione degli ossidi di ferro (limonite, ematite, magnetite, ecc.) occorre almeno una temperatura di 1.500°C.

L'uomo conosceva certamente il ferro, ma non ebbe modo di poterlo utilizzare, appunto per la sua alta temperatura di fusione. Per ottenere questa temperatura infatti sono necessari forni molto più efficienti e questa grande innovazione tecnologica richiese moltissimo tempo di prove e riprove.

Ciò spiega perché l'uomo riuscì a produrre il ferro soltanto nel secondo millennio A.C., mentre le lavorazioni del rame e dello stagno risalgono ad almeno 1.500 anni prima.

Per produrre il ferro erano usati forni di argilla a misura d'uomo, impastata con stoppie dove si mettevano legna di pino alternata a strati di minerale e fondente. Il forno aveva un'apertura laterale dove si metteva il minerale e una inferiore per l'areazione, mentre un'apertura superiore era per il tiraggio e lo sfogo dei fumi.

L'alta temperatura che occorre per fondere il ferro non ha mai permesso agli antichi di ottenere ferro fuso. Essi dovevano accontentarsi di scaldare il minerale che, perdendo ossigeno, diveniva ferro quasi puro (spugna di ferro).

Questa imperizia fu provvidenziale: infatti la completa fusione avrebbe trasformato il minerale in ghisa, che gli antichi non avrebbero potuto utilizzare

per la fabbricazione di utensili e di armi.

Ma gli uomini non si resero subito conto che la scoperta del ferro costituiva un'arma nuova per l'arte bellica. I primi popoli che con il ferro forgiarono armi, vinsero molte battaglie, perché nessuno poteva resistere ai loro assalti: le lance del duro metallo non si spuntavano contro gli scudi e le corazze del nemico, ma ne foravano il tenero bronzo.

Con questa grande innovazione tecnologica che dette inizio a una nuova età, l'Età del Ferro, era nata la Siderurgia, quando l'intera popolazione del Mondo allora conosciuto non raggiungeva ancora i 50 milioni di abitanti.

3. *La prima industria minerometallurgica*

L'attività mineraria si è sviluppata lentamente nel corso dei millenni seguendo l'evoluzione della popolazione per numero e per esigenze.

Agli albori dell'epoca storica, l'accresciuta popolazione doveva necessariamente trasformare questa attività artigianale o familiare, come era stata fino ad allora, in industriale, soprattutto per l'impulso dato dall'industria siderurgica.

Otto secoli A.C. la popolazione della Terra può valutarsi intorno ai 70 milioni di abitanti.

In quell'epoca, nelle pianure costiere della Toscana, giunsero per via mare, genti straniere provenienti dall'Asia Minore. Poco a poco queste genti asiatiche si estesero nei territori vicini arrivando in Umbria, nel Lazio, raggiungendo verso Nord la Val-

le Padana e verso sud la Campania.

3.1. *Gli Etruschi*

Cominciò così la storia degli Etruschi, il popolo più misterioso d'Italia.

Gli Etruschi non scelsero per caso la Toscana, come loro primo insediamento quando arrivarono nella penisola italiana. Vi furono attratti dai suoi giacimenti minerali e da quelli di ferro della vicina isola d'Elba, giacimenti che avrebbero rappresentato la loro maggiore ricchezza.

Essi furono i concorrenti dei Fenici e li sostituirono nel commercio marittimo in Toscana, in Sardegna e altrove per argento, ferro, rame, piombo e stagno.

A differenza dei Fenici però, gli Etruschi furono provetti minatori e metallurghi: verticalizzando l'industria mineraria con la metallurgia e con l'esportazione dei prodotti finiti verso altri paesi del Mediterraneo, guadagnando sull'enorme valore aggiunto dei prodotti finiti, divennero famosi per la loro straordinaria ricchezza.

In particolare valorizzarono i giacimenti minerali di tutta la Toscana, ricca di minerali metalliferi e di ferro. Il fatto più straordinario fu la scoperta di minerali di stagno (Cassiterite) presso l'attuale Campiglia Marittima, facendo in tal modo crollare, almeno in questo settore, la potenza economica dei Fenici che approvvigionavano di stagno il bacino del Mediterraneo, trasportando l'importantissimo metallo dalla lontana Cornovaglia.

Numerosi furono i giacimenti scoperti e coltivati dagli Etru-

schi, alcuni dei quali ripresi e coltivati fino ai nostri giorni.

Fra i minerali di rame, presenti nelle rocce ofiolitiche (Liguria e Toscana) importanti furono gli affioramenti cupriferi di Montecatini Val di Cecina, nel Volterrano e fra i minerali di rame e piombo argentifero i giacimenti del Massetano di Serrabottini nord (detto delle Bruscoline), e di Serrabottini Sud (dove è stata scoperta una necropoli con sepolcreti di epoca Villanoviana), di Castel Borello, Poggio Montierino, Castellaccia e Niccioleta e del Campigliese, nella valle del Temperino e nel monte Calvi (detto Buca del Ferro).

Fra i minerali di mercurio, allora utilizzati insieme alle ocre rosse come sostanze coloranti, quelli della regione del monte Amiata, nelle miniere del Siele e del Cornacchino, dove sono state trovate lucerne etrusche in terracotta, mazze e cunei di pietra in gallerie armate con legname d'abete (oggi le foreste in questa regione non sono più di abeti, ma di castagni e faggi).

Importantissima fu anche la lavorazione degli Etruschi nelle miniere di ferro dell'Isola d'Elba. Tutti i giacimenti affioranti furono coltivati per diversi secoli dagli Etruschi i quali estesero le loro coltivazioni in profondità, finché fu possibile approfondirle sotto il livello idrostatico con i mezzi allora disponibili.

L'attacco dei giacimenti era effettuato con cunicoli che partivano dagli affioramenti. Essi presentano andamento sinuoso conformemente alla giacitura delle vene più ricche in minerale, raggiungendo anche notevoli profondità (Metodo Etrusco).

Imponenti scavi furono effet-

tuati nel Campigliese e nel Massetano.

Nel Campigliese, nella zona della Valle del Temperino, data l'elevata compattezza della roccia incassante, costituita da silicati ferrocalfiferi (Ilvaite), furono scavate in sotterraneo camere enormi, lasciando pilastri a sostegno del tetto nelle parti povere o sterili del giacimento.

Nella zona di Monte Valerio, la Cassiterite era concentrata in vene di minerale puro e molto ricco (Massello) contenute entro una formazione ematitica affiorante. Gli Etruschi scavavano il minerale lungo queste vene mediante stretti cunicoli, lasciando in posto le parti sterili o scarsamente mineralizzate. La coltivazione assunse perciò un aspetto caratteristico per le innumerevoli camere di modeste dimensioni osservabili nel pendio del monte, tanto che la zona mineraria fu denominata le Cento Camerelle, nome che conserva tuttora.

Nel Massetano, nella zona di Serrabottini (nome che indica una coltivazione con una selva di pozzi affiancati), il minerale veniva estratto lungo le vene colonnari più ricche in rame che normalmente si presentano oblique rispetto all'immersione dei filoni quarzosi che le ospitano. Perciò si osservano pozzi subverticali del diametro di circa un metro, rivestiti con muretti a secco nelle zone franose, che potevano raggiungere anche notevoli profondità. L'estrazione del minerale era fatto con il solito sistema di operai a catena che si passavano di mano in mano il corbello o la borsa di pelle riempita di minerale.

Lo sterile proveniente dalle escavazioni era scartato e si-

stemato a scarica nel sotterraneo stesso, mentre i minerali estratti subivano una ulteriore cernita a mano all'esterno della miniera per separare le parti ricche da quelle povere o sterili che venivano poste a scarica a bocca di miniera.

I minerali di rame, stagno e piombo argentifero erano dunque arricchiti con sola cernita manuale e venivano inviati ai forni fusori per l'estrazione metallurgica dei relativi metalli. Le calamine (minerali ossidati di zinco) non erano conosciute, come non era conosciuto lo zinco, perciò erano scartate perché all'epoca non utilizzabili, mentre le galene avevano notevole pregio per l'elevato contenuto in argento.

In quel tempo i metalli conosciuti erano sette e, secondo le fantasiose teorie degli antichi Greci, provenivano dall'influsso dei sette pianeti, come il Sole per l'Oro, la Luna per l'Argento, Marte per il Ferro, Mercurio per il Mercurio, Giove per lo Stagno, Venere per il Rame e Saturno per il Piombo.

Lo zinco non era conosciuto, ma i fonditori dell'antichità conobbero l'arte di fabbricare l'ottone (lega di rame e zinco), ottenuto forse per caso fin dal X secolo A.C. e che gli antichi chiamarono Oriccalco.

Oggetti di Oriccalco sono stati trovati in Palestina e nell'Europa centrale. Anche nel Tirreno, a nord dell'isola di Carloforte, sono state trovate verghe di età nuragica in lega di rame con il 14% di zinco.

L'Oriccalco si diffuse dal Medio Oriente, dove per la prima volta fu prodotto, a tutto il mondo che in quell'epoca possedesse un barlume di progresso.

Non si hanno tuttavia notizie che gli Etruschi abbiano fabbricato l'Oricalco, né che abbiano conosciuto lo zinco, ma si giungerà fino al XVI secolo prima che il metallo così comune nei minerali fosse diffusamente conosciuto e al XIX secolo prima che fosse industrialmente utilizzato, nonostante che molto di esso venisse prodotto da secoli in India e in Cina.

Nel Campigliese, in località Madonna di Fucinaia, esistono forni fusori nei quali si trattava la Calcopirite (dal nome greco del rame, Calcos, della Calcide nell'Eubea) della vicina miniera del Temperino. Già eravamo ad uno stadio avanzato della metallurgia del rame che permetteva di trattare un minerale povero come la Calcopirite (solfuro di rame e di ferro), dopo il probabile esaurimento dei minerali più superficiali e molto più pregiati come la Cuprite e la Calcosina (solfuro di rame).

Gli Etruschi furono esperti metallurghi dell'argento, ricavato dai giacimenti di Montieri e di Massa; anche in Sardegna, nello stesso periodo, Cartaginesi e Fenici si interessarono attivamente ai minerali di piombo argentifero, i primi come ricercatori e minatori, come commercianti ed esportatori i secondi.

L'argento era utilizzato per coniare monete e trarne oggetti preziosi, mentre il piombo era usato come sottoprodotto nella fabbricazione di tubazioni, ancore e lastre per la carenatura delle navi.

Le coltivazioni sotterranee, dopo un certo tempo, furono ostacolate dalle profondità raggiunte che crearono seri problemi per il notevole lavoro necessario all'estrazione del minerale

e soprattutto per l'eduazione delle acque.

L'eduazione, come l'estrazione, veniva effettuata in salita, secondo il Metodo Etrusco, portando a giorno sia il minerale estratto sia l'acqua edotta dalla miniera mediante squadre di operai disposti a catena che si passavano di mano in mano corbelli o cesti carichi di minerale e recipienti pieni di acqua, con il ritorno dei vuoti in discesa.

L'eduazione fu un problema che ostacolò le coltivazioni delle miniere di Massa e della Sardegna, ma non creò gravi problemi nelle miniere del Campigliese, dove il livello idrostatico e abbastanza profondo, e dell'Elba dove le coltivazioni procedevano a cielo aperto.

Come già osservato, la coltivazione delle miniere metallifere, senza nessun lavoro preparatorio, iniziava dagli affioramenti con stretti cunicoli che si allargavano dove la vena mineralizzata si ingrandiva. Nelle parti friabili del giacimento si usavano picconi e punteruoli per l'abbattimento della roccia, mentre nelle parti più compatte si ricorreva all'arroventamento della roccia con il fuoco e conseguente suo sgretolamento con getti di acqua fredda.

Non risultano particolari accorgimenti per la ventilazione dei sotterranei che avveniva per diffusione. Non esistevano processi di arricchimento del minerale se non la cernita manuale. La metallurgia era rudimentale tanto che in epoca recente ne sono riutilizzate le scorie.

Anche le miniere di ferro furono intensamente coltivate dagli Etruschi: le coltivazioni iniziarono nel Campigliese, nella

zona di Monte Rombolo e di Monte Spinosa, e solo successivamente nell'Isola d'Elba.

Il nome Elba deriva da Ilva che ricorda il possesso delle miniere da parte degli Ilvates, una etnia ligure, i quali, probabilmente, iniziarono a coltivare giacimenti superficiali di minerali di rame di cui oggi non appare traccia nell'Isola, ma tali coltivazioni sono documentate da abbondanti cumuli di scorie cuprifere nei dintorni di Marciana Marina.

I Greci, poi, chiamarono l'Elba con l'appellativo di Aethalia, la Fuliginosa, a causa dei fumi dei forni fusori accesi di notte, onde pareva che la costa orientale dell'Isola fosse tutta un incendio.

Gli Etruschi svolsero nell'Isola intensa attività mineraria, come attestano i cumuli di scorie ad elevato tenore in ferro in varie zone.

La metallurgia del rame, piombo, argento e stagno era insediata nelle immediate vicinanze delle miniere, in particolare di rame, il cui trattamento, date le modeste produzioni di metallo, era effettuato da numerose società ed anche da lavoratori isolati. Ma ben diverso è il discorso sulla siderurgia etrusca, anch'essa, in un primo momento, collocata in prossimità delle miniere di ferro del Campigliese e di quelle ben più importanti dell'Isola d'Elba. La Fuliginosa dei Greci e l'apparente incendio sulle coste orientali dell'Isola, confermano questa tesi.

Mentre però alla metallurgia bastavano modeste quantità di carbone di legna e di materiali fondenti, date le produzioni non rilevanti di minerali metalliferi, per la siderurgia occorreva gran-

de quantità di combustibile e le foreste elbane, le miniere energetiche degli Etruschi, erano in esaurimento. Inoltre, il trasporto della Spugna di ferro dall'Isola verso il continente, nella città di Dicearchia, era soggetto alle ingordige dei pirati stanziati nella Corsica, cosicché gli Etruschi pensarono di sospendere il trattamento siderurgico all'Elba e di trasferirlo a Populonia, trasportando, con navi mineraliere, il minerale di ferro al golfo di Baratti, presso Piombino.

Populonia era una località baricentrica rispetto alle miniere elbane e alle miniere del Campigliese.

Le prime fornivano un minerale a ganga prevalentemente silicea, le altre a ganga calcarea e quindi i difetti dell'una erano compensati dai difetti dell'altra.

Populonia era ricca di foreste ancora intatte e nelle sue vicinanze erano reperibili i minerali necessari alla siderurgia, calcari come fondenti e argille come refrattari. Inoltre, il golfo di Baratti permetteva il trasporto marittimo del ferro in tutti i porti del Mediterraneo.

Lo sviluppo siderurgico diede inizio ad una continua guerra alle foreste che durerà per millenni fino all'utilizzo industriale del carbon fossile. La lavorazione del ferro, a differenza di quella di altri metalli, non poteva essere effettuata da società o da lavoratori indipendenti, ma richiedeva un'organizzazione accentrata. Perciò fu deciso l'accentramento siderurgico a Populonia dove giungevano i minerali di ferro dell'Elba, del Campigliese e delle altre zone dell'Etruria.

In un primo momento i forni fusori erano elementari e rudimentali e la mescolanza dei mi-

nerali elbani con quelli campigliesi non si dimostrò adatta per ottenere rendimenti adeguati. Infatti, i cumuli di scorie ferrifere etrusche di Baratti, riutilizzate oltre duemila anni dopo, avevano tenori in ferro molto elevati, il che dimostra le deficienze della siderurgia di quei tempi. Il prodotto di fonderia, più che ferro metallico, era una Spugna di Ferro, cioè un minerale preridotto che i fabbri, sparsi nei vari porti del Mediterraneo, riuscirono ad utilizzare.

In un secondo tempo, anche a Populonia sorse l'industria delle seconde lavorazioni che tanto lucro aveva recato ai fabbri del Mediterraneo, in particolare a quelli della città di Dicearchia che i Romani chiamarono Puteoli e che poi divenne Pozzuoli.

Gli Etruschi non impiegarono il marmo ma lavorarono il travertino e il macigno come pietre da costruzione e impiegarono gli alabastri di Volterra per anfore e urne cinerarie.

Essi furono anche esperti nell'arte ceramica: per la verniciatura delle ceramiche artistiche pare si avvalessero del borace dei laghi dell'attuale Larderello, senza conoscerne la natura.

Anche la gioielleria etrusca raggiunse una tecnica molto elevata; gli orafi importavano l'oro dall'Oriente allo stato greggio e in parte anche dalle zone alpine dove i Salassi, abili minatori, esercitarono in quei secoli una miniera d'oro la cui coltivazione si protrasse fin quasi all'inizio dell'era volgare.

3.2. I Salassi

La prima miniera d'oro di cui si hanno dettagliate notizie per

merito di Teresio Micheletti, ingegnere minerario, nel suo libro «L'immensa miniera d'oro dei Salassi», è quella della Bessa, scoperta e coltivata dai Salassi in quel di Vittimuli, in agro Verellese, dal IV secolo A.C. fin quasi all'inizio dell'era volgare.

Il giacimento aurifero era contenuto nei depositi morenici risalenti alla seconda glaciazione (Glaciazione di Mindel), costituiti da una frammistione di materiali fini, contenenti pagliuzze d'oro (in origine costituivano probabilmente sabbie aurifere coinvolte poi nella morena), e di altri materiali lapidei costituiti da grosse pietre (Pietroni).

Il metodo di coltivazione adottato dai Salassi fu quello del dilavamento di questo materiale morenico mediante forti innondazioni provocate dalle acque della Duria, incanalate con un'opera gigantesca della lunghezza di 100 km fino alla zona della morena in cui si immettevano a grande velocità.

Data la compattezza del deposito morenico, ormai consolidato nel corso di centinaia di millenni, l'acqua da sola non era in grado di disgregare il materiale, per cui i minatori Salassi pensarono di ricorrere al subsamento. Scavavano serie di lunghe gallerie affiancate, disposte sfalsate anche a due o più piani sovrapposti, armandole nella formazione morenica abbastanza friabile con archi in pietra inseriti nella volta in precedenza, a mò di marciavanti, delimitando così la striscia di morena da coltivare.

Successivamente, procedendo in ritirata, provocavano mano mano il crollo contemporaneo delle gallerie, demolendo i piedritti delle armature in pietra da

distanza di sicurezza mediante funi: in tal modo avveniva il crollo per subissamento della striscia di morena da coltivare.

Ottenuto il franamento, i Salassi inviavano sul materiale disgregato acqua a grande velocità il cui impeto trascinava a valle il materiale; regolando appositamente il flusso della corrente, riuscivano a separare il fino aurifero mediante apposita grigliatura ed a scaraventare a discarica i pietroni sterili nelle zone a valle.

Il fino in sospensione all'acqua subiva un processo di arricchimento facendolo passare su letti di ulice (un frutice simile al rosmarino) o su letti di pelle di animali (Vello d'Oro), oppure su tavolati con scanalature trasversali, in modo che le pesanti scaglie d'oro venissero trattenute.

L'ulice aveva nei confronti delle pelli il vantaggio di poter essere bruciato dopo essiccazione, cosicché l'oro era facilmente recuperabile dalle ceneri.

Il materiale fino poteva contenere al massimo un grammo di oro per metro cubo e la coltivazione, durata almeno quattro secoli, si dimostrò redditizia in quell'epoca, tanto da fornire una produzione stimata in 120 tonnellate di oro con una media annua di 300 chilogrammi.

3.3. La decadenza etrusca

La massima potenza degli Etruschi fiorì dal VI al IV secolo A.C. concomitante alla lavorazione minerometallurgica, tanto che nel V secolo l'Etruria cominciò a coniare monete, prima usando semplici pezzetti di bronzo e di rame, poi monete vere e proprie. La moneta di Populonia, per esempio, aveva il

martello e le tenaglie nel rovescio e la testa di Vulcano nel diritto ad indicare il carattere minerometallurgico della Città. Seguirono poi monete in argento e in oro.

La maggiore ricchezza degli Etruschi era rappresentata dalle miniere metallifere; esse però, nella loro plurisecolare attività, si erano approfondite anche oltre i 100 metri e l'eduzione delle acque divenne ostacolo insormontabile per la lavorazione dei filoni cupriferi, specialmente nel Massetano.

Le ricche vene di Cassiterite delle Cento Camerelle si erano esaurite e le miniere dell'Elba furono sospese, come attesta lo stato di abbandono di Populonia.

Gli Etruschi, con la loro organizzazione, avevano bonificato le Maremme con varie canalizzazioni rendendo possibile la costruzione di numerose città.

La crisi mineraria provocò lo spopolamento delle città marittime, per cui la malaria infestò in quelle regioni già fiorenti durante il benessere minerario.

La potenza degli Etruschi fu soprattutto economica, ma a causa della loro organizzazione politica, consistente soprattutto nell'estrazione e nella lavorazione dei metalli e nella loro commercializzazione, non pensarono mai di organizzarsi come grande potenza militare: perciò essi furono assoggettati dai Romani.

Le coltivazioni minerarie proseguirono invece in Sardegna sotto la dominazione cartaginese per l'estrazione di galene ad alto contenuto in argento.

Proseguì ancora la coltivazione delle miniere d'oro del Vercellese, finché i Salassi non furono sottomessi dai Romani.

3.4. I Romani

In epoca romana gli eventi politici fecero dell'Italia una nazione dedita più all'agricoltura che all'industria mineraria.

La prima rivoluzione industriale promossa dagli Etruschi aveva predisposto l'abbandono da parte dei Romani delle miniere di stagno e di rame dell'Etruria, le prime per esaurimento delle vene ricche di Cassiterite, le seconde per l'ostacolo causato dal livello idrostatico.

Le miniere di ferro dell'Isola d'Elba, nonostante le fantasiose e ingenuie teorie di scrittori greci e latini sulla miracolosa rigenerazione dei minerali estratti, furono abbandonate alla fine del periodo repubblicano (509-31 A.C.). Anche i giacimenti minerari di oro, già coltivati dai Salassi nel Vercellese, passati poi ai pubblicani dopo la sottomissione dei Salassi, erano prossimi all'esaurimento.

I Salassi, sfuggiti alla schiavitù romana, si erano rifugiati in Val d'Aosta, in quel di Cogne, dove svilupparono la ricerca e la coltivazione dei minerali di rame, di ferro e di piombo argentifero.

Il governo repubblicano, nella sua saggezza politica, non aveva interesse a sviluppare l'attività mineraria in Italia, bensì nelle varie provincie che, man mano, passavano sotto il suo dominio, per cui le miniere italiane furono trascurate. Potendo disporre delle grandi risorse minerarie delle provincie occupate e sottomesse, non era conveniente ricercare e coltivare miniere in Italia, evitando così di sottrarre braccia all'agricoltura che costituiva il fondamento economico e morale della so-

cietà romana, società contadina del popolo e sfrenata sete di dominio dei potenti.

Tuttavia, in epoca repubblicana la Gallia Cisalpina e la Sardegna non erano incluse nell'Italia amministrativa, per cui quelle regioni ebbero notevole impulso minerario.

Una legge censoria per le miniere di oro del Vercellese proibiva ai pubblicani di tenere al lavoro più di 5.000 uomini. Tali precauzioni erano adottate dal governo per evitare ammassamenti di schiavi per motivi di sicurezza nazionale, specialmente in Italia dove era consentito il lavoro minerario solo se ritenuto indispensabile per l'estrazione di minerali non rinvenibili altrove.

In verità, le miniere metallifere italiane erano state intensamente sfruttate nei secoli trascorsi, per cui fu ritenuto conveniente coltivare solo nuove zone alle quali gli Etruschi non avevano pensato e approvvigionare l'Urbe di metalli ricavati al di fuori dei confini dell'Italia amministrativa.

In epoca romana furono perciò effettuate coltivazioni minerarie in Sardegna e nell'Italia del nord per argento, piombo argentifero, rame, oro e ferro di pregiata qualità, che potevano configurarsi come minerali di interesse nazionale, altrimenti da importare anche da provincie lontane.

Nell'Italia centro-meridionale e nella Sicilia furono sviluppate coltivazioni di marmo, di sale e di zolfo, nonché di minerali di interesse locale, da impiegare solo in prossimità dei luoghi di estrazione, quali materiali da costruzione, come le argille per laterizi, le sabbie, le pietre da co-

struzione, la pomice e la pozzolana.

Filoncelli quarzosi con oro visibile furono coltivati in Valsesia, in Val d'Ossola e in Vallanzasca (Pestarena) nelle falde del Monte Rosa. Nella Gallia Cisalpina iniziò la pesca dell'oro nelle alluvioni di quasi tutti gli affluenti di sinistra del Po e nel fiume Gorzente in Alessandria.

Minerali di rame furono estratti in Val d'Aosta nelle miniere di Ollomont, Champ de Praz e Saint Marcel; galena argentifera nella zona di Courmayer e minerali di ferro nella miniera di Cogne.

Attività minerarie romane di minerali di ferro si riscontrano nel Bergamasco (a Clusone sembra esistesse una fabbrica di armi e un'armeria) e nel Bresciano, in Val Trompia e in Val di Scalve, presso Bovegno, dove il minerale di ferro manganeseifero poteva fornire ferri al manganese di notevole resistenza, tanto da poter essere impiegati nella fabbricazione di attrezzi rurali e di armi di alta qualità, con le quali le popolazioni locali vinsero molte battaglie e crearono serie difficoltà alle legioni romane.

Anche nel Calisio (Trentino), e nella Val di Brosso (Piemonte), furono effettuati importanti scavi minerari.

Le miniere di ferro elbane, dopo l'assoggettamento dell'Etruria, furono coltivate solo saltuariamente per lo scarso interesse che queste miniere presentavano rispetto a quelle esistenti nei territori conquistati, molto più ricchi di risorse minerarie e decentrate nei luoghi dove stanziavano gli eserciti.

Mentre in Toscana le esauste miniere, dopo l'intenso lavoro

dei minatori Etruschi, rimanevano abbandonate e allagate, in Sardegna fervevano ancora lavori minerari per l'estrazione delle galene argentifere.

I nomi Argentara, Plumberia e Gennargentu caratterizzano l'Isola per la sua ricchezza in argento, ed altri nomi come Metalla, Ferraria, Logudoro attestano che la Sardegna fu, in tempo romano, campo di intensa attività mineraria.

Tracce di lavorazioni minerarie romane sono evidenti nelle formazioni calcaree dell'Iglesiente entro l'area del cosiddetto Anello Metallifero, come a Monteponi, Malacalzetta, Planu Dentis, Valle dello Spirito Santo (Metalla, dove sorge il tempio di Antas a nord di Iglesias), Masua, San Giorgio, San Giovanni e Barega. Sono nomi noti a tutti i tecnici minerari in quanto quelle miniere sono state coltivate fino ai tempi nostri. Notevoli coltivazioni si notano nelle miniere dell'Argentiera, distanti sedici chilometri da Porto Torres.

I Romani ignoravano l'esistenza dei ricchi giacimenti argentiferi del Sarrabus, mentre le ricerche si sviluppavano nell'Ogliastra e nella Barbagia, presso Lula, nella miniera di Sos Enattos ancora oggi in attività.

Avanzi di forni fusori per piombo si osservano in numerosi punti dell'Iglesiente misti a frammenti di calamine, scorie che in epoca recente furono rifiuse nella fonderia di Masua.

L'esportazione dei metalli dalla Sardegna avveniva, come in epoca cartaginese, dal porto di Sulcis, chiamato anche Plumberia, nell'Isola di Sant'Antioco. L'istmo artificiale congiungente l'isola di Sardegna all'isola di

Sant'Antioco fu costruito dai Cartaginesi quando per primi scoprirono in ambedue giacimenti minerari e vollero sfruttarli.

Il nome di Logudoro fa supporre che i Romani abbiano esplicito nell'Isola attività di ricerca di minerali auriferi, ma ciò non è confermato da documenti storici.

Dall'ultimo secolo del periodo repubblicano, Roma, era il principale mercato dei sette metalli allora conosciuti. I Romani, avendo limitato in Italia le produzioni minerarie ai giacimenti più redditizi o non reperibili altrove, si approvvigionavano di materie prime dalle varie provincie occupate.

Le provincie romane minerariamente più importanti furono l'Iberia, la Gallia, la Bretagna, l'Illiria, la Penisola Balcanica e l'Asia Minore.

Lo stagno della Spagna alimentò il consumo di Roma nell'ultimo periodo della Repubblica e nel primo Impero, poi il metallo di Giove riprese ad essere commercializzato dalle Isole Cassiteridi, forse per esaurimento delle miniere spagnole.

Famosa per la produzione di rame fu l'Isola di Cipro, tanto che i Romani chiamarono il metallo di Venere col nome di Cuprum, da cui il simbolo.

Il Cinabro, solfuro di mercurio, proveniente dall'Iberia, era usato come medicinale e, per il suo colore rosso vivo, come sostanza colorante. Ma si hanno notizie secondo le quali i Romani usavano il mercurio anche per l'estrazione dell'oro dal minerale grezzo delle miniere (amalgamazione).

Nelle miniere della Gallia fu intensamente coltivato il piombo argentifero, lasciando in posto le

calamine sotto forma di pilastri sterili.

I Romani, nei loro stanziamenti nella Bretagna del nord, usarono il carbon fossile per il riscaldamento delle terme e per la fusione del ferro e del piombo.

L'industria dei marmi si sviluppò nelle cave dell'Attica e, in modo particolare in Egitto con la coltivazione delle famose cave di Sienite e di Porfido dalle quali provenivano numerosi obeliscchi che abbellirono molte piazze dell'Urbe. Dall'Asia Minore venivano importati i marmi di Jerapoli impiegati nei sarcofagi e da città presso Tebe, chiamata Alabastro, provenivano le Onici. L'Alabastro (Onice Gessoso) era riservato alle statue delle divinità e dei componenti la famiglia imperiale. Celebri furono anche i marmi dell'Arabia per il loro splendore e la loro levigatezza.

La coltivazione dei giacimenti metalliferi seguiva ancora il Metodo Etrusco senza nessun concreto miglioramento tecnico, per cui i pozzi erano allineati secondo la direzione in cui più abbondante era la mineralizzazione.

I problemi principali che avevano limitato l'attività mineraria, estrazione, eduazione e ventilazione, rimasero pressoché al punto cui erano pervenuti gli Etruschi e i Salassi.

Le coltivazioni romane avvenivano a cielo aperto (esempio importante è documentato dalle miniere elbane), in sotterraneo mediante pozzi (Putei) o gallerie (Fossae) e, nelle alluvioni stannifere e aurifere, mediante il sistema di abbattimento idraulico già praticato nelle miniere della Bessa.

Per la ventilazione dei sotter-

ranei profondi e comunicanti fra loro, dove il flusso dell'aria avveniva naturalmente, si ricorreva all'accensione di fuochi al basso dei pozzi di riflusso e all'esecuzione di camini in prolungamento dei pozzi stessi.

Per l'eduazione (qualche decina di metri di prevalenza) si ricorse all'impiego di ruote a calpestio e viti di Archimede azionate a mano giorno e notte, sistemi particolarmente usati in Iberia.

Non si hanno notizie circa l'uso delle gallerie di scolo se non per modestissimo sviluppo e per brevi profondità.

La necessità di evitare frane, le difficoltà di ventilazione e di eduazione, nonché la mancanza assoluta di cognizioni giacimentologiche, imponevano l'apertura di numerosi pozzi a breve distanza fra loro. Per sostenere il tetto degli scavi più ampi si lasciavano in posto grossi pilastri naturali nelle zone sterili e si faceva ricorso a puntelli e armature in legname. In rocce friabili si ricorreva anche alla tecnica del franamento del tetto dopo che il minerale era stato estratto. L'abbattimento delle rocce più compatte si praticava ricorrendo al fuoco.

La Metallurgia non fece progressi rispetto a quella praticata dagli Etruschi in Toscana e dai Cartaginesi in Sardegna.

Prima del trattamento metallurgico i minerali venivano arricchiti a bocca di miniera con ceruita a mano, triturati e lavati in appositi bacini per separare il minerale pesante dalla ganga più leggera (Metodo Idrogravimetrico). Poi, se il minerale era un ossido (Cuprite, Cassiterite, Ematite) passava direttamente ai forni di riduzione, se invece

era un solfuro (Galena argentifera, Calcopirite, Pirite), subiva prima un processo di arrostitimento per liberarlo dallo zolfo e poi passava ai forni di riduzione.

La metallurgia del rame e dello stagno era abbastanza semplice date le basse temperature di fusione dei due metalli. I Galli impararono persino la tecnica di stagnare il rame e il ferro così da renderli difficilmente distinguibili dall'argento e della saldatura dell'argento fatta con lo stagno.

La metallurgia del ferro, certamente molto diffusa in epoca romana, era più difficile per le alte temperature occorrenti; la fusione di certi minerali di ferro, come la Magnetite e l'Oligisto, era così imperfetta che le scorie contenevano elevatissime concentrazioni di ferro, tanto da essere riutilizzate in epoca recente. La metallurgia del ferro era effettuata in prossimità delle miniere o in zone ricche di foreste o dove fosse possibile disporre di carbon fossile, come in Bretagna; la disseminazione di scorie in più punti della Gallia fa supporre che si facesse impiego di fornaci mobili per rendere più agevole il rifornimento di lingotti di ferro sgrossati agli eserciti dislocati nelle varie province romane.

La metallurgia del piombo era dedicata all'estrazione dell'argento, trascurando il metallo di Saturno che aveva valore solo di sottoprodotto. L'argento era ottenuto mediante il processo della Coppellazione, facendo ossidare il piombo sotto forma di Litargirio (ossido di piombo) che poi veniva sottoposto a nuova fusione per il recupero del piombo in esso contenuto.

La metallurgia del mercurio

consisteva nella sublimazione del metallo contenuto nel Cinabro, facendolo condensare in un alambicco dove, per raffreddamento, si condensava e prendeva l'aspetto che lo caratterizza.

L'estrazione dell'oro dalle pagliuzze alluvionali avveniva per fusione da cui si ottenevano direttamente lingottini d'oro, ma l'oro racchiuso entro ganghe quarzose (oro da giacimenti primari) già i Romani riuscirono a recuperarlo con il metodo dell'amalgamazione ricorrendo al mercurio.

I centri metallurgici in Italia, oltre Pozzuoli, erano a Capua, Nola e Brindisi.

Nella città di Aquileia, allora appartenente alla provincia dell'Illiria, fiorì un'industria metallurgica per la fornitura di quasi tutti i paesi danubiani. La metallurgia del ferro, del rame e dell'argento vi era talmente sviluppata da far chiamare Aquileia la Puteoli dell'Italia settentrionale. L'importanza metallurgica fu tale da permettere di batter moneta nella zecca fondata da Diocleziano nel 298.

La valorizzazione dei marmi iniziò fin da epoca repubblicana ma si sviluppò enormemente durante l'Impero (31 A.C.-476).

Di origine etrusca fu il porto di Luni, all'inizio utilizzato per la spedizione del metallo delle miniere dell'Argentiera, presso Serravezza; ma in epoca romana Luni divenne il centro dell'industria dei marmi apuani, noti col nome di Marmi Lunensi.

L'ultimo secolo della Repubblica ed i primi due dell'Impero segnarono il periodo di maggiore prosperità per l'industria dei marmi, profusi nella costruzione

di templi, terme, colonnati, archi, acquedotti, non solo nell'Urbe, trasformatasi da lateritia in marmorea, ma nelle varie città dell'Impero.

Nelle cave, l'abbattimento era praticato mediante cunei posti a breve distanza fra loro che staccavano pareti di roccia secondo i piani di stratificazione; centinaia di scalpellini provvedevano poi a riquadrare i marmi.

Il trasporto dei giganteschi blocchi dalle cave al poggio di caricamento veniva effettuato col vieto metodo dell'abbrivio, cioè provocandone il rotolamento o lo scivolamento in ripide discariche di scaglie di marmo, dette ravaneti.

Il trasporto dei blocchi al porto di Luni era effettuato a mezzo di buoi con carri romani, mentre il trasporto alla Capitale veniva effettuato con facilità via mare mediante navi lapidarie che risalivano poi il corso del Tevere.

Anche il granito del Monte Capanne, nell'isola d'Elba, fu impiegato dai Romani prima che ne fosse importato dall'Egitto, insieme ad altre pietre da costruzione come il travertino e i tufi vulcanici laziali.

Travertino fu estratto nell'Umbria, nel Lazio presso Tivoli (Lapis Tiburtinus, donde il nome), in Toscana e nelle Marche. È un ottimo materiale da costruzione perché leggero e resistente agli agenti atmosferici. Con travertino furono costruiti i maggiori monumenti di Roma, come il Colosseo, il Castel Sant'Angelo, San Pietro ed altri monumenti di grande importanza.

All'epoca di Tiberio, quando la popolazione stabile sulla Terra poteva contare 125 milioni di abitanti, una grande voce si levò

dalla Montagna: VOI SIETE IL SALE DELLA TERRA! ... VOI SIETE LA LUCE DEL MONDO!...

Ma questa voce non fu ascoltata dai potenti, anzi il «Sale della Terra», gli uomini, specialmente quelli che avevano abbracciato la fede cristiana, furono uccisi o trascinati come schiavi nelle miniere metallifere o in quelle di sale e di zolfo. Essi erano soltanto uomini «dannati ad metalli», non liberi minatori ...

Il lavoro degli schiavi nelle miniere era particolarmente triste come saltuariamente descrivono alcuni autori latini: «Essi (gli schiavi) procurano grandi proventi ai padroni, ma muoiono in gran numero consunti dalle fatiche, senza riposo e frustati dai sorveglianti. Essi scavano monti procedendo a lume di lucerna per molti mesi senza vedere il giorno. Le gallerie spesso rovinano e li seppelliscono improvvisamente. Essi spezzano i grandi massi col fuoco e con l'aceto e quelli che il vapore o il fumo non affoga, portano fuori, sulle spalle, pietroni staccati e infranti. E così al buio l'uno di mano in mano ne carica l'altro e gli ultimi soltanto vedono la luce».

È forse per un senso d'imbarazzo o di vergogna che gli scrittori latini, uomini di elevati sentimenti, non fanno menzione nei loro testi delle miniere e poco delle condizioni di lavoro dei perseguitati.

Moltitudini di schiavi faticarono nelle miniere sarde, vi soffrirono e vi morirono per strappare alle viscere della Terra i suoi tesori profondi. Le Città di Antas e di Plumbaria sorsero per quell'attività. Le scorie abbandona-

nate presso le miniere romane furono riprese un secolo e mezzo fa per il recupero del piombo e dell'argento; e tra le scorie fu trovata anche una sbarra di piombo con l'iscrizione «Imperatore Cesare Augusto» a indicare che fu fusa sotto il suo dominio ed era naturalmente di sua pertinenza come tutti i prodotti del sottosuolo.

Fatto veramente straordinario fu la deportazione nelle miniere sarde del servo Callisto che, nella sua giovinezza, aveva abbracciato la fede cristiana ma, scampato alla schiavitù, divenne Papa col nome di Callisto I (210-223) e del suo secondo successore San Ponziano anch'egli divenuto Papa (230-238).

Anche le miniere di zolfo e di sale della Sicilia sono poco ricordate dagli antichi scrittori. Pare strano, perché zolfo e sale erano minerali importanti in epoca romana e la Sicilia è molto ricca di questi minerali.

La coltivazione dei giacimenti di zolfo in Sicilia è però documentata da una serie di reperti epigrafici, le così dette Tabulae Sulphuris, tavolette in terracotta riferibili al secondo e terzo secolo dell'era volgare, rinvenute nelle zone solfifere. Su di esse veniva colato lo zolfo fuso che, solidificando, portava scritta la marca del produttore con il nome impresso nelle tavole in negativo; ma quegli stampi di terracotta ci dicono anche che le Sulphurarium Fodinae siciliane, nelle quali erano deportati i «dannati in calcarium et in sulphurarium», appartenevano all'Imperatore. Infatti, si trovano incisi in queste tavolette nomi di imperatori i quali, proprio in quell'epoca, avevano ordinato le persecuzioni contro i cristiani.

In epoca preistorica gli uomini erano dunque minatori liberi e provetti e non pare fosse stato necessario l'impiego di macchine umane, cioè di schiavi sfruttati fino alla morte.

Ma nei grandi Imperi del passato, dall'Egiziano all'Assiro, al Persiano e soprattutto al Romano, che accumulò enormi ricchezze con lo sfruttamento degli uomini e con le rapine (botino di guerra), nei quali gli uomini liberi non trovavano altra possibilità di emergere se non nell'arte bellica, si lasciava agli schiavi il peso di ogni fatica.

In epoca antica ed anche in altre epoche della Storia, in mancanza di energia si ricorreva all'energia umana. Un'industria pesante come quella mineraria richiede notevole impiego di energia meccanica in limiti di tempo assai ristretti (cioè di potenza) ed è per tale motivo che si fece ricorso a gran numero di schiavi, in un lavoro avverso alla natura umana. ENERGIA è dunque sinonimo di LIBERTÀ, mancata per millenni, da quando iniziarono le prime lavorazioni industriali ad elevata intensità produttiva, finché l'Umanità non riuscì ad affrancarsi con l'impiego sempre più razionale delle fonti energetiche idrauliche e minerali.

I grandi Imperi dell'antichità utilizzarono molti schiavi, in gran parte prigionieri di guerra e sovversivi in religione, per azionare i remi delle loro navi, in un lavoro cioè in cui purtroppo l'opera dell'uomo era allora insostituibile, ma talora, più per malvagità che per necessità, poiché tale lavoro sarebbe stato più adatto per l'animale che non per l'uomo, per girare le macine dei mulini per le granaglie e per i

minerali, giungendo pure a farne oggetto di spettacolo cruento.

Tutte le grandi opere minerarie, dall'estrazione dei marmi a quella dei metalli, fatte da uomini liberi come gli Etruschi, i Nuraghi e i Salassi o da schiavi sotto le dinastie imperiali, dotati di soli picconi e del fuoco per la disgregazione della roccia, di leve e di funi di canapa per l'estrazione dei monoliti e di rulli per il loro trasporto, ci lasciano ammirati per la loro grandiosità, tanto da far pensare al lavoro non di uomini, ma di Giganti.

4. *La seconda decadenza mineraria*

La caduta dell'Impero Romano d'Occidente determinò in Europa uno stato di sgomento e di prostrazione generale. Il crollo dell'Impero derivò da fenomeni di carattere sociale dovuti alla pressione di selvatiche ed aggressive tribù (Unni), in cerca di cibo e di bottino, che scorrazzavano fra i confini delle due grandi civiltà: quella Romana d'Occidente e quella Cinese d'Oriente, dal Limes Romano alla Grande Muraglia Cinese. La pressione degli Unni scacciò le popolazioni locali determinando la grande alluvione barbara verso Occidente.

I nuovi dominatori, dagli Eruli ai Goti, dai Longobardi ai Franchi, con le loro invasioni nel mondo latino avevano trasformato l'Europa, in particolare l'Italia, in una necropoli dove non esistevano leggi ma solo il desiderio di distruggere tutto senza costruire niente. Nei territori occupati si era stesa una

coltre di apatia dove le popolazioni cercavano solo di sopravvivere. È evidente che questa situazione non poteva far pensare all'industria ma a difendersi dagli invasori che cercavano di procurarsi, per quanto loro possibile, compensi personali (rapine) per i sacrifici cui erano stati chiamati a combattere.

Le provincie di Gallia e di Spagna e quelle danubiane, che avevano fornito all'Urbe le maggiori ricchezze, erano in balia dei barbari; i tesori della stessa Roma furono saccheggiate, per la prima volta dai Goti di Alarico e poi dai Vandali di Genserico.

L'industria mineraria fu fiorente fino ai primi due secoli dell'era volgare ma declinò nel terzo secolo raggiungendo un decisivo regresso alla fine del quarto. Il declino minerario anticipa quello dell'Impero: ogni industria, infatti, in particolare quella mineraria, richiede sicurezza politica ed il suo sviluppo dipende dall'intensità dei traffici e dall'efficienza delle industrie trasformatrici a valle. In tutti i tempi l'industria mineraria è sempre stata la prima a cedere e l'ultima a riprendersi.

La caduta dell'Impero ridusse fortemente le richieste dell'antica Capitale che era stata il più grande mercato di metalli, di marmi e di pietre preziose. Anche l'edilizia si era arrestata, anzi la distruzione di Città da parte dei barbari impediva il mantenimento in essere delle cave di qualsiasi genere.

Il rapporto domanda/offerta di materie prime minerarie calava continuamente, per cui le miniere furono neglette come pure le industrie trasformatrici a valle.

Solo l'Impero Romano d'Oriente sopravvisse per circa mil-

le anni senza però riuscire nell'ambizioso progetto della riconquista dell'Occidente. Tuttavia, Giustiniano, sotto l'influenza della Regina Teodora, riformò la vecchia legislazione con il Corpus Juris Civilis che rappresentò, nel mondo greco, la continuità dell'Impero Romano. Ma ormai il mondo latino era separato geograficamente e politicamente dal mondo greco per cui quelle leggi vennero a conoscenza dei latini solo nei secoli successivi.

Gli Arabi avevano invaso la Spagna portando un soffio di nuova civiltà nel bacino del Mediterraneo.

Questa situazione durò per tutto l'Alto Medioevo fino alla proclamazione del Sacro Romano Impero (800) che, attraverso il Feudalesimo, pur basato su un contesto di ordinamenti sociali ingiusti e su un'economia generalmente arretrata, riportò una legge con la quale ogni attività cominciò a riprendere vigore.

Alla morte di Carlo Magno (814) seguì una rissa fra i suoi successori: in questa anarchia feudale non era possibile ricondurre all'unità un paese che in tre secoli aveva subito invasioni che l'avevano devastato, imbastardito e ridotto ad una piazza d'armi.

In Germania si ricostituiva invece il Sacro Romano Impero Germanico ad opera degli Ottoni.

In cinque secoli, dalla caduta dell'Impero Romano al Mille, l'Italia aveva cambiato quattro volte padrone e, alla morte di Ottone III, era un coacervo di piccoli potentati locali senza più una Capitale, ma con una dozzina di capoluoghi in continua lotta fra loro.

In questo contesto di confusione politica, la storia mineraria europea presenta pagine bianche.

Solo dopo il Mille, quando la popolazione poteva contare quasi 300 milioni di abitanti, si ebbero sensibili segni di risveglio.

Infatti, a cavallo fra l'XI e il XII secolo la civiltà del Medioevo può dirsi giunta al suo apogeo, apogeo del Papato e dell'Impero.

I due partiti politici, i Guelfi e i Ghibellini, erano in lotta in Germania per la successione all'impero, ma la successione alla Casa di Franconia fu attuata in favore degli Svevi che, dopo aver pacificato il conflitto in Germania, cercarono di porre fine alla indisciplina dei Comuni italiani in lotta fra loro perché partigiani di una parte e dell'altra.

Le Città italiane si ridestano a nuova vita e riescono persino, nelle loro discordie, a coalizzarsi contro l'Imperatore, tanto che, dopo la battaglia di Legnano, il Barbarossa fece questa dichiarazione alla Pace di Costanza del 1183: «Noi, Federico I, Imperatore dei Romani, concediamo alle Città della Lega Lombarda di formare esercito e di fortificarsi. Non faremo dimora non necessaria nelle Città e nelle Diocesi».

La Pace di Costanza rappacificò il Barbarossa con i Comuni, con il Papa, con il Re di Sicilia e con Venezia, facendo esercitare quei diritti che di fatto essi avevano già acquisiti.

I Comuni acquistarono perciò personalità giuridica e poterono sviluppare intensa attività legislativa, anche nel settore minerario.

La supremazia del papato sull'Impero apre la concezione di un grande mondo cristiano che diede inizio ai primi tentativi di liberare il Santo Sepolcro. Motivi strategici indussero il Papa e gli Imperatori ad iniziare le Crociate.

Le Repubbliche Marinare, già padrone del Mediterraneo Occidentale, poterono estendere i loro traffici anche in quello Orientale. Le Crociate si svolsero nelle otto tornate dal 1096 al 1270, concomitanti alla ripresa mineraria. Il Barbarossa partecipò alla II Crociata e vi morì nel 1190 solo per aver fatto un bagno nelle fresche acque di un fiume.

Il nipote del Barbarossa, Federico II di Svevia, Imperatore e Re di Sicilia, promosse lo sviluppo di ogni scienza e di ogni arte, ma non sembra siasi occupato di arte mineraria, salvo esercitare i diritti di regalia sovrani.

La tragica fine degli Svevi, avvenuta nel 1269, portò al predominio degli Angioini che persero il potere in seguito ai tumulti del lunedì santo del 1282 (Vespri Siciliani), cosicché la Sicilia veniva costituita in Repubblica indipendente sotto la dominazione degli Aragonesi che più tardi raggiunsero nuovi successi strappando la Sardegna ai Pisani ormai in crisi.

L'invasione della Spagna da parte degli Arabi, introdusse in Europa l'uso dei mulini idraulici ed eolici.

Ma il vero balzo in avanti nella diffusione del mulino idraulico si ebbe dall'XI al XIII secolo, periodo questo che può considerarsi della «Rivoluzione Energetica Medioevale».

Fu proprio per mancanza di

energia che nel corso della Storia aveva avuto origine la schiavitù: quando l'energia animale non poteva essere impiegata, si ricorreva all'energia umana. Questa Rivoluzione segnò pertanto l'inizio della fine della schiavitù.

Nel territorio francese si è calcolato che nell'XI secolo fossero in funzione più di 10.000 mulini idraulici che raddoppiarono nel secolo successivo. Stime accurate indicano che la potenza erogata dai mulini idraulici installati in Francia alla fine dell'XI secolo era compresa fra 40.000 e 60.000 CV: per produrre una potenza equivalente con energia muscolare sarebbe stato necessario il lavoro di un quarto della popolazione del Regno.

Tenuto conto che questi dati corrispondono alla situazione stabilitasi contemporaneamente in molte altre nazioni europee, si può senz'altro affermare che un'ondata di energia senza precedenti si riversò sui popoli del continente.

Grazie al diffuso impiego delle camme e di ingranaggi, anche complessi, l'energia idraulica trovò sempre più larga diffusione nei cicli produttivi delle varie industrie.

Ma nell'industria mineraria fu più difficile l'introduzione dell'energia idraulica perché l'ubicazione della miniera è obbligata dal giacimento. Era senz'altro possibile deviare i corsi d'acqua mediante canali verso la miniera, sfruttare il salto idraulico e restituire l'acqua di scarico al corso d'acqua a valle. Ma tali opere erano costose e perciò l'uso di ruote idrauliche imponeva la vicinanza della miniera al corso d'acqua.

Altra disponibilità di energia fu

offerta dal XIII al XIV secolo dai mulini a vento, anche orientabili, particolarmente in Francia, Inghilterra, Paesi Bassi e Germania. Questi mulini furono poco diffusi in Italia sia perché poco battuta da venti costanti e dotata di larga disponibilità di piccoli corsi d'acqua con correnti veloci, adatti a muovere ruote idrauliche, sia perché il gelo raramente poteva bloccare le acque impedendo l'uso della ruota idraulica, come invece accadeva frequentemente nelle regioni del nord Europa.

La combinazione mulino a vento mulino idraulico completò la rivoluzione del sistema energetico medioevale, tanto che la ripresa demografica ed economica dell'Europa a partire dall'XI secolo è certamente da porsi in relazione a questa accresciuta potenzialità energetica.

In questo contesto politico ed energetico, tutte le Città dell'Europa occidentale riuscirono ad ottenere l'autonomia municipale: il commercio e l'industria ebbero uno sviluppo vertiginoso, un'autentica esplosione che portò alla formazione di banche e di compagnie commerciali, allo scambio di merci e di notizie, alla creazione di vie commerciali. Sorgeva un'economia monetaria, s'incrementava il benessere, si accresceva la grandezza e la ricchezza delle Città contro le vecchie leggi feudali.

Per le esigenze di guerre continue, l'Europa visse quella che è stata definita una vera e propria «Seconda Età del Ferro». Dal tempo di Carlo Magno, infatti, gli eserciti, con le loro spade, lance, elmi, corazze e bardature dei cavalli, si basavano integralmente sull'impiego del metallo di Marte.

La produzione siderurgica richiedeva grandi quantità di combustibile che fu il carbone di legna, prodotto col procedimento antichissimo delle cosiddette carbonaie.

Lo sviluppo siderurgico accrebbe l'utilizzazione delle foreste, fin da epoca etrusca considerate miniere energetiche, tanto che il Medioevo è considerato il periodo di continua guerra alle foreste.

Le grandi foreste dell'Europa centro-settentrionale, ricche anche di minerali di ferro, furono depauperate, particolarmente in Francia e in Inghilterra. Ma non esistevano alternative: il carbon fossile era guardato con sospetto dai fonditori per le sue impurità (lo zolfo soprattutto) e dai fornai perché inquinava i prodotti alimentari. Persino nel riscaldamento domestico veniva rifiutato.

A partire dal XV secolo, la diffusione sempre più massiccia delle armi da fuoco condusse ad uno sviluppo straordinario dell'attività siderurgica e delle fusioni in bronzo, ma purtroppo mancavano ancora alternative alla legna e al carbone di legna come combustibili. L'alleanza fra carbon fossile e ferro avverrà solo dopo tre secoli, quando Abram Darby, in Inghilterra, mise a punto i primi processi di raffinazione del carbone. Fino a quel momento, la crescita impetuosa della produzione siderurgica e la distruzione delle foreste procedettero parallele.

Uno dei randi profeti della nuova età del ferro, Giorgio Agricola, nella sua enciclopedia mineraria, aveva riconosciuto, già a metà del Cinquecento, la minaccia per i boschi costituita dall'industria siderurgica.

La distruzione forestale nell'Europa centro-settentrionale fu tale che le grandi lavorazioni siderurgiche, verso la fine del Cinquecento, furono spostate in Svezia e, in Russia, ricche di foreste vergini e di minerali.

5. La ripresa mineraria

Nei secoli dopo il Mille, l'oro, l'argento, il rame e il ferro attirarono di nuovo l'interesse dei Feudatari e dei Comuni nei cui territori furono rivalutate le miniere italiane che, per l'appunto, erano state trascurate dai Romani.

Anche l'esportazione di moneta, determinata dalle Crociate nel XII secolo, favorì la ripresa mineraria dei metalli: Repubbliche marinare e Comuni italiani diedero nuovo impulso alle miniere, non solo, ma si rese necessaria una legislazione per incentivare e disciplinare lo sfruttamento minerario.

L'abbandono delle miniere da parte dei Romani nell'Italia amministrativa, rese possibile la ripresa con mezzi tecnici e concezioni senz'altro più evoluti che nel passato, perciò il risveglio minerario si verificò in numerosi distretti minerari dislocati in varie parti d'Italia.

Conosciuti erano soltanto i soliti sette metalli, ma per l'oro non si hanno notizie di importanti coltivazioni. Da notare che le coltivazioni di oro, avvenute nella Gallia Cisalpina, erano proseguite in epoca romana, perciò, dopo intenso sfruttamento, quelle miniere non ebbero possibilità di ripresa. Di conseguenza, anche il mercurio, dai Romani impiegato per l'amalgamazione dell'oro, servì solo come medi-

cinale ed il cinabro come sostanza colorante, mentre le miniere di stagno del Campigliese erano praticamente esaurite.

I quattro metalli coltivati in Italia in età medioevale furono perciò il rame, il ferro e soprattutto l'argento ed il piombo come sottoprodotto.

I distretti minerari principali furono quelli del Calisio (kalisberg secondo la dizione tedesca) per l'argento; di Bergamo per l'argento e il ferro; di Brescia per il ferro; di Montieri per l'argento; di Massa Metallorum per l'argento, il rame e il ferro; di Siena per l'argento e il rame; di Villa di Chiesa (Iglesias) per l'argento e il piombo; dell'Isola d'Elba e di Brosso per il ferro; della Repubblica di Venezia per il piombo; della Sicilia per lo zolfo, il sale e il petrolio.

Nei sistemi di abbattaggio, gli strumenti di lavoro non segnarono progressi rispetto a quelli impiegati nel passato, sia per l'uso del fuoco, sia per gli attrezzi necessari all'abbattimento della roccia.

Il progresso fondamentale sta invece nella concezione dei sistemi di coltivazione: nel caso di giacimenti di piccola consistenza, non c'era altro che seguire il Metodo Etrusco, anche con l'uso di pozzi binati per motivi di ventilazione, di cui numerosi sono esempi medioevali; ma per i grandi giacimenti si pervenne al concetto delle Gallerie di Ribasso che potevano servire sia all'estrazione del minerale, non più in salita ma in discesa facilitata dalla gravità, sia all'educazione spontanea delle acque. Si osservano alcuni esempi del genere in epoca medioevale ma tali opere non solo erano costose per quei tempi ma spesso di

impossibile realizzazione per le difficoltà di scavare in roccia compatta gallerie anche di modesta lunghezza, col solo piccone. Il metodo diverrà di ordinaria esecuzione più tardi, con l'uso degli esplosivi e la perforazione meccanica della roccia, tecnica questa che nel XIX secolo rivoluzionerà le coltivazioni minerarie.

Altra innovazione tecnologica fu il metodo di coltivazione per gradini rovesci con ripiena al piede realizzata con gli sterili di miniera: in tal modo migliorarono i rendimenti e la sicurezza delle lavorazioni, in quanto nei cantieri con rocce friabili e franose i minatori si trovavano costantemente a breve distanza dal tetto dello scavo che poteva essere controllato agevolmente. In rocce molto compatte si procedeva per vuoti, con eventuali pilastri abbandonati.

Ma i principali progressi tecnici si registrarono nella estrazione del minerale, nell'educazione delle acque e nella ventilazione dei sotterranei.

La Rivoluzione Energetica Medioevale introdusse la meccanizzazione in tutti i settori industriali ed anche nel settore minerario quando la disponibilità di energia idraulica era prossima alle miniere.

Le tecniche usate sono a nostra conoscenza attraverso le suggestive illustrazioni di Agricola (*De Re Metallica* - Basilea 1556).

La centrale energetica della miniera era la grande ruota idraulica colpita di sopra o di sotto (generalmente di sotto).

Ingegnosi congegni per l'inversione del moto di rotazione permettevano l'estrazione del minerale e la successiva disce-

sa del mastello vuoto. Non si osservano sistemi di estrazione a doppio effetto (mastello carico in salita e mastello vuoto in discesa) perché non si erano concepiti sistemi di guidaggio anche per la ristrettezza dei pozzi.

Altrettanto ingegnosi sistemi a camme trasformavano il moto rotativo della ruota idraulica in alternativo per l'azionamento di pompe a pistoncini, anche disposte in serie, per l'educazione da pozzi profondi.

Nella ventilazione dei sotterranei si notano soffianti a mantice azionati da ruote idrauliche.

Ove l'energia idraulica non era disponibile, si faceva ricorso a grandi ruote a calpestio, utilizzando l'energia umana (ordine di potenza: 2-3 cv).

Nei sistemi di arricchimento del minerale ebbe notevole sviluppo il metodo idrogravimetrico con tavole fisse e crivelli.

Nel Medioevo Romano si ritorna a concepire la libertà mineraria, non più a totale favore del Feudatario e dell'Imperatore ma a favore della collettività; non più lavoro di schiavi ma di minatori liberi e provetti che nel corso dei secoli ricostruirono pian piano le vecchie tradizioni minerarie che si erano spente nell'Alto Medioevo e che ora ricominciano vigorose, tanto che le città minerarie ebbero notevole sviluppo in ricchezza e prosperità.

Vengono chiamati esperti minerari tedeschi dalla Sassonia e dalla Boemia che, per primi, rivalutarono le loro miniere.

Data la ricchezza delle lavorazioni, nacque un contenzioso fra proprietari dei fondi, Vescovi e Comuni e spesso le miniere costituirono il pomo della discordia che generò guerre fra

Stati vicini per possesso delle miniere, specialmente di rame e di argento necessarie a batter moneta.

Nel XIII e nel XIV secolo, l'industria mineraria assunse importanza tale che i vari distretti minerari italiani legiferarono in materia mineraria, sia per quanto riguarda il diritto di escavazione, sia per la sicurezza delle lavorazioni (polizia mineraria), essendo spesso le miniere molto vicine fra loro e coltivate da Società diverse o da diversi soggetti indipendenti.

5.1 *Le consuetudini minerarie fino al mille e i codici minerari medioevali*

Fin dalle sue origini, l'attività mineraria sorse non appena l'uomo acquistò coscienza che i minerali non sono tutti identici ma dotati di proprietà e caratteri diversi, adatti ad usi diversi.

Si venne anche a conoscenza che una determinata pietra o minerale non si trova mai per caso o dovunque ma è localizzata entro certe aree: da ciò la prima nozione di giacimento minerario e la tendenza a circoscriverne i limiti.

Il Diritto Minerario sorse per dirimere il contenzioso fra proprietà mineraria e proprietà fondiaria quando comparvero in Europa le prime popolazioni agricole. Industria e Agricoltura furono le prime attività necessarie allo sviluppo dell'Umanità ma furono spesso in contrasto fra loro.

La scoperta dei metalli assegnò poi una posizione di privilegio ai minatori ed ai metallurghi, mentre diminuiva l'interesse per i minerali litoidi.

È pur vero che base primordiale del Diritto Minerario è la scoperta del giacimento: il minerale appartiene a chi lo ha ricercato, lo ha scoperto e lo coltiva. Ma tale concezione, durante i millenni di attività mineraria, urtava contro gl'interessi della proprietà fondiaria e generava continui conflitti con i minatori.

Durante l'Impero di Occidente, le miniere erano considerate parte del fondo. Il diritto romano precostantiniano considerava il prodotto della miniera come un frutto del fondo talmente diffusa era la convinzione che i minerali potessero riprodursi naturalmente dopo un certo periodo di abbandono; pertanto il diritto romano rimase rigidamente legato al sistema fondiario, cioè al principio giuridico dell'accessione.

Ma dopo Costantino, allo scopo di consentire l'escavazione dei marmi e dei metalli a prezzi accessibili per ingrandire il fasto delle città romane, l'ordinamento giuridico fondiario si affievolisce, tanto che coloro che coltivavano giacimenti in proprietà privata dovevano corrispondere la decima al fisco, la decima al proprietario del fondo e la parte restante a se stessi (Legge Cuncti), regola questa introdotta nel Codice Giustiniano valido per tutto il territorio dell'Impero. Le leggi riportate nel Codice Giustiniano si occupano principalmente dell'oro, per l'accresciuto impiego che di esso si faceva per le corone, le vesti e l'ornamento dei palazzi, e dei marmi per il desiderio di estenderne l'impiego. Divenne il Sovrano l'organo che concedeva la facoltà di aprire miniere o cave anche in terreni privati (Sistema giuridico regalistico).

Nell'Iberia, l'appartenenza delle miniere al fisco imperiale è documentata, per la prima volta, dalle Leggi Provinciali dettate dalle bronzee Tavole ai Aljustrel risalenti al secondo secolo dell'era volgare, secondo le quali al fisco era riservata la vendita dei pozzi. Le Tavole regolano i diritti di escavazione, i servizi per la popolazione mineraria, il trattamento dei minerali e la metallurgia, nonché le norme di sicurezza delle lavorazioni (polizia mineraria).

Secondo le Leggi Provinciali, chiunque poteva occupare un'area libera o un pozzo o un gruppo di pozzi abbandonati dietro pagamento di una tassa, purché tenesse viva la miniera sotto pena di decadenza.

Le nozioni del diritto rimasero oscure dalla caduta dell'Impero Romano d'Occidente fino alla fondazione del Sacro Romano Impero.

In epoca feudale, la classificazione dei minerali era ripartita in tre categorie: minerali preziosi, come oro, argento e gemme; di media qualità, come rame; piombo, ferro, allume, zolfo e marmo; infimi, come pietre comuni, sabbie e argille. I primi appartenevano al Sovrano e nulla era dovuto ai proprietari del fondo; per i secondi il proprietario era preferito purché pagasse la decima al fisco oppure, se dava la miniera in concessione a terzi, osservasse le regole della Legge Cuncti; gli infimi erano in disponibilità dei privati che dovevano richiedere al Sovrano solo il semplice permesso di scavo.

Nel diritto feudale, dunque, la proprietà del sottosuolo per i minerali di prima e di seconda categoria non spettava ai privati ed

anche per le miniere che si trovavano nei fondi allodiali era l'Imperatore che concedeva il godimento al feudatario, ma il dominio restava al Sovrano (Sistema giuridico di Regalia Sovrana); l'investitura non attribuiva al feudatario la proprietà del sottosuolo minerario ma solo riferiva a lui quelle funzioni legislative ed esecutive che erano il vero contenuto del cosiddetto diritto di regalia.

La Pace di Costanza del 1183 permise ai Comuni italiani di legiferare in campo minerario ed i vari Codici medioevali risentirono indubbiamente l'influenza del diritto provinciale romano.

Gli statuti minerari comunali presuppongono ovviamente un'attività mineraria già sviluppata e ordinata giuridicamente. In essi si ritrova, in generale, consacrato il principio della libertà mineraria con il quale le miniere non ancora scoperte e anche quelle scoperte ma abbandonate, potevano essere da chiunque occupate; l'occupazione, seguita da continua lavorazione, faceva acquisire la proprietà della miniera.

Gli statuti attribuivano a chiunque il diritto di scavo con l'obbligo del risarcimento del danno al proprietario del fondo o assegnando ad esso una parte del valore del prodotto minerario (il settimo o il decimo), a condizione che i lavori di coltivazione non venissero sospesi, nel qual caso incorrevano motivi di decadenza.

I Codici stabilivano regole precise sui rapporti di vicinanza, dato che le miniere erano spesso una accanto all'altra, e norme di polizia mineraria, soprattutto per la disciplina dell'uso del fuoco, ancora usato per disgre-

gare la roccia, che si poteva compiere solo in certe particolari contingenze e a determinate condizioni.

Gli Statuti minerari più noti sono quelli del Calisio (Codex Wangianus del vescovo Wango di Trento) per il Trentino; di Bovegno e della Val Trompia per il distretto di Brescia; di Brosso, di Bergamo e della val di Scalve. Ma i Codici più importanti e completi sono quelli di Massa Metallorum (Ordinamenta Super Arte Fossarum Rameriae et Argenteriae Civitatis Massae) al quale fecero riferimento gli Statuti di Siena, di Montieri e dell'Isola d'Elba, e quello sardo, il Breve di Villa di Chiesa, iniziato sotto la dominazione pisana del Conte Ugolino e completato sotto la dominazione aragonese.

Lo spirito generale che informa i vari Codici minerari si basa sul presupposto che il giacimento minerario è *res nullius*, per cui la proprietà della miniera si acquisisce in quanto la si lavori e finché la miniera rimanga viva (Sistema giuridico Industriale).

I reati di furto minerario (facile era rubare l'argento nelle fonderie) erano severamente puniti con il carcere in caso di mancato pagamento di una multa e se il valore della cosa rubata era rilevante, il reo poteva essere condannato anche al taglio della mano.

Le vicende del diritto minerario si svolsero fra i contrasti che insorgevano fra Comuni e Vescovi per la giurisdizione sulle miniere che dapprima si cercò di affievolire con transazioni ma che infine condussero alla creazione di uno stato di fatto in favore delle comunità cittadine.

Solo in Sicilia non si ebbero Statuti Comunali ma rimasero in vigore le consuetudini risalenti ai tempi dei Normanni del Conte Ruggero.

5.2 Lo sviluppo minerario medioevale

Codici e sviluppo minerario si svolsero concomitanti, tanto che la legislazione mineraria fu dovuta all'impulso minerario e questo si accentuò con la certezza del diritto.

La prima ripresa mineraria iniziò nell'Europa Centrale dove si coltivavano i grandi giacimenti di galena argentifera e di tetraedrite (detta anche Freibergite), di rame, di stagno e di ferro dei Monti Metalliferi dell'Erzgebirg, nei dintorni sassoni (Freiberg e Anneberg), nella Slesia e in Alsazia.

In Boemia, Moravia e Ungheria sorsero fiorenti città fondate dai minatori sassoni, come Kuttemberg e Iglau, dove il Re di Boemia Venceslao I emanò forse il più antico codice minerario.

Scomparsi i barbari, l'Arte mineraria e la Metallurgia pervennero in Italia da esperti chiamati dalla Sassonia e dalla Boemia che portarono seco anche le maestranze, come attestano numerosi termini tecnici tedeschi italianizzati e questo gergo teutonico minerario fu introdotto persino nei Codici. Sotto la guida di questi esperti d'oltralpe, si svilupparono le miniere argentifere del Trentino (Calisio), di ferro della Val di Fiemme, d'oro della Val di Non e di rame del Fersina. Le coltivazioni minerarie interessarono le vene di galena argentifera: il piombo era considerato un prodotto di scarso valore che tuttavia trovò impiego nella copertura di edifici

pubblici, come il tetto del Duomo di Trento e dei Piombi di Venezia.

In Alto Adige iniziarono le coltivazioni a Pfunderberg ed a Schneesberg (Monteneve) per argento, oro, rame e ferro.

Anche in Sardegna riprese l'attività mineraria per argento nella zona di Villa di Chiesa: la città di Iglesias fu fondata dai Pisani del Conte Ugolino (la miniera di Campo Pisano, tuttora in attività, ricorda quell'epoca).

Nel distretto minerario di Massa Metallorum, ricco di argento e di rame, le miniere ripresero splendidamente e Massa (la Cittadella d'Argento) divenne il centro di quella regione mineraria, come Populonia era stata per l'Etruria, tanto da meritarsi il nome di Freigerg d'Italia.

La storia mineraria di Massa comincia attorno all'anno Mille quando qualcuno, per caso, ritrovò nella zona le miniere di argento dimenticate per oltre dieci secoli, da quando i Romani cancellarono ogni reminiscenza della tradizione mineraria etrusca.

Era il periodo delle Crociate e del parallelo risveglio dei flussi commerciali con il Sud e l'Oriente dove la valuta pregiata era ancora, e soltanto, l'oro. L'Europa, al contrario, dopo la riforma carolingia dell'anno 800, usava per la monetazione esclusivamente l'argento.

La scoperta di questo metallo nell'Alta Maremma fece esplodere una vera e propria «febbre dell'argento», per destinare il metallo alla monetazione in una fase dell'economia internazionale in cui la prorompente ripresa dei traffici commerciali esaltava la circolazione e la domanda di valuta.

Da questo momento ebbe inizio un'azione silenziosa che esploderà un secolo dopo con una «invenzione giuridica» (Codice Minerario) di straordinaria carica innovativa perché, per la prima volta nella Storia dell'uomo, spezza in due quel grande monolite intoccabile (usque ad infera, usque ad sidera) che era il diritto di proprietà.

Si tratta di una «Lex Mineraria» che consente coltivazioni minerarie anche nel terreno altrui, perché la miniera è una cosa viva ed è di chi la mantiene in vita col proprio lavoro. Se l'attività finisce, la miniera torna ad essere soltanto sottosuolo, materia inerte fagocitata di nuovo dal potere del superfiario.

Questo concetto giuridico, dopo sette secoli, costituirà la vigente legislazione mineraria.

All'Isola d'Elba proseguì la coltivazione dei minerali di ferro, coltivati anche a Cogne, Brosso e Traversella.

Nella Valli lombarde si sviluppò la coltivazione delle miniere di siderite (carbonato di ferro) nella Val Trompia e nella Val Camonica, nella Val di Scalve, nella Val Seriana e in Valsassina, per cui la siderurgia acquistò altissima fama europea con le officine di armi di Brescia.

La Repubblica di Venezia sviluppò le sue miniere di rame nella Valle Imperina presso Agordo e di mercurio in Vallalta.

In Sicilia gli Arabi diedero impulso ai giacimenti di zolfo, impiegati nella viticoltura ed anche nella fabbricazione della polvere da sparo.

Tutte le miniere citate sono note ai tecnici minerari: fra alterne vicende (fortuna e crisi ricorrenti) esse sono state colti-

vate fino a qualche decennio orsono ed alcune sono ancora in produzione.

In quell'epoca strana e fortunata, due grandi maestri hanno tramandato la tecnica mineraria e metallurgica in uso dal XIII al XVI secolo: il tedesco Giorgio Agricola, nome latinizzato di George Bauer, e il senese Vannuccio Biringuccio.

Agricola, il primo autore di *Arte Mineraria*, filologo addottorato alla celebre Scuola Medica di Padova, espone nel suo *De Re Metallica* in XII volumi, tradotto in lingua toscana dal fiorentino Michelangelo Florio, tutte le conoscenze di *Arte Mineraria* e di *Preparazione dei Minerali* che costituì per secoli l'unica guida tecnica.

Questo libro, con le sue illustrazioni, mostra i metodi di estrazione del minerale, molto lontani dai metodi più recenti ma anche molto lontani da quelli praticati dagli Etruschi e dai Romani.

Si notano pozzi verticali esterni ed anche interni con verricelli a mano a bocca di pozzo per la discesa e la risalita dei minatori e per l'estrazione del minerale; fornelli di passaggio muniti di scale; discenderie a notevole pendenza con funi a corrimano che i minatori percorrevano in discesa scivolando col sedere protetto ripiegando fra le gambe quella specie di frac di cui i minatori appaiono dotati nelle illustrazioni; gallerie orizzontali per il carreggio del minerale fino ai pozzi attuato con vagonetti in legno spinti dai minatori; uso del fuoco nelle camere di coltivazione; disaggio delle fronti di abbattimento; quadri in legname per l'armamento delle gallerie, ricerche rabdiche

per la scoperta di nuove vene mineralizzate; cernita manuale del minerale effettuata da manodopera femminile; arricchimento dei minerali per via idrogravimetrica ed uso di crivelli a mano per l'arricchimento dei fini; arrostimento (roste) dei minerali (certamente solfuri) presso i pozzi; metallurgia, specialmente del piombo argento, e molte altre tecniche che rimasero valide fino all'epoca della Rivoluzione Industriale.

Ma le illustrazioni di Agricola mostrano anche i sistemi di meccanizzazione delle miniere dell'epoca, conseguenti al grande sviluppo energetico, che differenziano nettamente questa coltivazione dalle precedenti.

Grandi descrizioni sono dedicate all'estrazione, con argani, e all'eduzione, con pompe a pistone, azionati con ruote a calpestio o con ruote idrauliche. Sono descritti anche sistemi di ventilazione con mantici azionati a mano e con energia idraulica.

Si può senz'altro affermare che lo sviluppo energetico avvenuto nel Medioevo abbia stimolato la domanda di materie prime e che lo stesso impiego energetico abbia adeguato l'offerta alla domanda determinando il rapido sviluppo minerario.

Ma anche i problemi sui gas tossici ed esplodenti furono affrontati dall'Agricola. Egli riferisce su questi gas che sovente si accumulano nelle miniere anche se le sue descrizioni sono piene di fantasticherie tipiche dell'epoca. Egli scrive infatti: «cosa da non mettere in dubbio è la notizia del demonio a forma di cavallo il quale nella miniera di Anebergo uccise con il suo alito mortale dodici minato-

ri; e quella di un demonio che nella miniera di Snebergo fraccassò al suolo un lavorante dopo averlo alzato fino al punto più alto di quella gran concavità».

Il travisamento di una emanazione di gas tossico ad Anebergo nel soffio di un demonio a forma di cavallo e di uno scoppio di grisù nella miniera di Schneeberg (Monteneve) fa presumere che a riferire ad Agricola il fatto sia stato qualche superstite ancor sotto la scossa della terrificante avventura.

Che siano stati i minatori, curati da Agricola per principio di asfissia o di avvelenamento o resi ebbri dalla lunga permanenza in ambiente poco aerato, a credere a quelle fantasticherie non fa meraviglia, ma ne desta il fatto che a quella suggestione abbia partecipato anche un intellettuale ed umanista lucido e cauto come appunto fu l'Agricola e come quattro secoli orsono, in pieno Rinascimento, tali credenze fossero ancora diffuse.

L'uso del fuoco e le esplosioni di grisù che si verificano sovente nelle miniere, indussero i minatori, probabilmente fin dal Medioevo, ad invocare Santa Barbara come loro protettrice. Il Suo martirio avvenne nel IV secolo ma le prime notizie vennero divulgate con scritti imprecisi latini risalenti al VII e poi al IX secolo: il rogo che si spense, il fulmine che incenerì lo scellerato padre, destarono nei minatori, un senso di profonda venerazione per questa giovinetta Patrona, da tutti noi festeggiata il 4 dicembre.

Dalle descrizioni fatte dall'Agricola, le miniere di quei tempi coltivavano giacimenti molto ricchi in metallo, ma la produ-

zione era certamente modesta, in rapporto all'entità della popolazione e alle sue esigenze. Le coltivazioni delle parti ricche dei giacimenti allora coltivati, anche di modesta consistenza, potevano avere lunga durata. Perciò presso le miniere sorgevano villaggi di minatori che alloggiavano nelle modeste baracche con le loro famiglie.

Lo stesso merito di Agricola spetta al Biringuccio per i suoi studi sulla ricerca mineraria e soprattutto sulla metallurgia, contenuti nella sua opera *De La Pirotecnia*, libri X, edita in Venezia nel 1540.

Nel settore della ricerca mineraria, Biringuccio suggerisce e conferma di esaminare i depositi sedimentati nel letto e nelle rive dei fiumi (metodo sempre seguito e sul quale, attualmente, è fondata la geochimica), le loro sabbie, le tinte dei minerali, le spaccature delle pietre, il dorso e le cime delle montagne, l'aspetto dei monti che deve essere arido, il colore e la sechezza della poca erba che vi si rinviene, lo scaturire di molta acqua di sapor minerale che d'estate è freddissima e tiepida d'inverno.

Biringuccio sembra aderire alla accreditata convinzione che tutti i monti dai quali l'acqua scaturisce abbondantemente sono pure abbondanti di minerali (teoria questa suggerita da motivi psicologici per il semplice fatto che molte miniere del passato furono abbandonate per l'ostacolo dovuto alle acque sotterranee).

Egli suggerisce inoltre di raccogliere il maggior numero possibile di segnali, interrogare i pastori e coloro che abitano da lungo tempo nelle zone indizia-

te (in sostanza di procedere alla raccolta dei Dati e della Documentazione, come consigliamo ancora oggi).

Trovata la miniera con i suddetti metodi (che potremmo definire di «Ricerca di Base») occorre accertare la consistenza e il tenore del giacimento, (in una operazione che oggi chiamiamo di «Ricerca Operativa») e calcolare il valore complessivo del giacimento prima di dare inizio all'impresa.

In lui era la convinzione dei minatori dell'epoca, cioè che il minerale profondo dentro il monte è migliore di quello rinvenuto in superficie (affermazione valida solo se si raffronta il minerale affiorante, ossidato o alterato, con quello un pò più profondo non attaccato dagli agenti chimici, ma l'esperienza afferma invece proprio il contrario, cioè che il minerale spesso impoverisce con la profondità).

Biringuccio afferma autorevolmente che la miniera deve essere aperta alla base del monte e non dagli affioramenti come facevano gli antichi (Metodo Etrusco) i quali, attratti dall'immediato guadagno e dalla facilità di attacco delle manifestazioni superficiali, cavavano all'in giù a guisa di pozzi seguendo la mineralizzazione anche fino a grandi profondità, anziché all'in sù a guisa di fornelli. La tecnica suggerita dal Biringuccio (Gallerie di Ribasso) è preferibile per poter edurre l'acqua (non solo, ma anche per facilitare l'estrazione del minerale in discesa mediante fornelli di getto, sfruttando la forza di gravità). E consiglia l'armamento delle gallerie con archi di pietra o con legname (quadri) o con puntelli (butte).

Biringuccio fa anche una rapida descrizione di alcuni giacimenti italiani: cita lo zolfo delle Isole Eolie, dell'Etna, di Pozzuoli, del territorio di Roma (Quarto della Solforatella), del Monte Amiata, ma non fa alcun accenno alle miniere della Romagna, benché iniziate nel XIV secolo, ed a quelle della Serie gessoso solfifera siciliana, forse perché miniere profonde, perciò allora incoltivabili. Egli dice che lo zolfo si estrae dalle cave all'aperto per evitare il gran caldo e l'insopportabile odore. Lo zolfo allora era impiegato soltanto come medicinale, per l'imbiancatura della lana e per la polvere delle artiglierie.

Anche il Vetriolo (solfato ferroso, verde, e solfato di rame, azzurro) si deve coltivare all'aperto a causa dei suoi malefici e insopportabili odori. E cita il Vetriolo di Bagnorea, detto Vetriolo Romano, e quello toscano di Massa, di Travale, di Monterotondo M.mo, di Bagni di San Filippo, di Sovana, di Santa Fiora e di Volterra.

Del mercurio dice: è chiamato argento vivo perché somiglia di colore all'argento ed è cosa mobile e difficilmente si mortifica; si genera comunemente in una pietra bianca mortigna, ovvero in un'altra bianca simile a calcina (formazioni caolinizzate) e ancora se ne trova in un masso rosso scuro (Cinabro)».

Del piombo, «metallico imperfetto e lebroso e poco fisso come apparentemente dimostra per la facil sua liquabilità», non cita alcuna miniera italiana.

Dell'argento ricorda la miniera di Schio in Vicentina e la miniera di Monte Avanza (Forni Avoltri) nella Catena Paleocarnica, nella quale egli stesso lavorò,

dove il minerale conteneva elevate percentuali di argento (Tetraedrite?).

Del rame non indica alcuna miniera, limitandosi a dire che l'Italia è ricchissima di rame e a deplorare l'ignavia dei ricercatori. Infatti, all'epoca di Biringuccio, le miniere di rame di Massa erano già in crisi o sospese.

Dell'antimonio, definito vigorosamente «un mostro infra li metalli, una sconciatura minerale» (forse perché velenoso e in certi casi curativo), ricorda le miniere di Siena (le Cetine presso Rosia) e dell'Amiata in cui l'antimonio e coevo al mercurio.

È proprio nel Grossetano che questo nuovo metallo ebbe il suo nome: pare che nei paraggi di Cerreto Piano, in un convento di monaci medioevali, si adoperassero stoviglie e posate di un metallo estratto e trattato sul luogo. Inesplicabilmente i monaci deperivano senza alcuna logica spiegazione per cui si sospettò che fosse colpa di quel metallo. Da quel momento, il mostro infra li metalli, la sconciatura minerale, fu considerato un metallo nefasto. E poiché la c, in Toscana è una consonante muta, il metallo fu chiamato Antimonio, mentre avrebbe potuto essere chiamato Stibio, probabilmente conosciuto anche dai Romani col nome Stibium, da cui il simbolo.

Dell'oro afferma che in Italia non è mai stata trovata alcuna miniera (dimenticandosi dei Salsassi) per quanto egli ritenga che ne esistano negli affluenti di sinistra del Po.

Le miniere di ferro citate sono quelle della Val Camonica, della valle di Boccheggiano, dove Biringuccio lavorò in quelle

fonderie, e dell'Isola d'Elba delle quali elogia la bontà del minerale e la facilità di escavazione e di fusione. E riferisce anche lui, come già avevano riferito gli antichi, che il ferro dell'Elba rinascesse nei luoghi dove era stato cavato, opinione accettata anche dall'Agricola da cui forse ebbe luogo il termine «coltivazione delle miniere» considerando il minerale come un frutto della terra.

Nel suo *Pirotecnia*, Biringuccio tratta soprattutto della preparazione e della fusione dei minerali, dei metalli e delle leghe.

Da alcune sue osservazioni sulla fabbricazione del ferro, si rilevano le caratteristiche dovute alla presenza del manganese nei minerali di ferro delle Alpi Lombarde che diedero grande rinomanza agli acciai impiegati nella fabbricazione delle famose armature milanesi, per cui il prodotto venne chiamato «Acciaio di Milano».

Tale tipo di acciaio veniva fabbricato ancora col metodo Catalano del bassofuoco del quale Biringuccio ha lasciato una efficace descrizione. Questa tecnica fu tanto perfezionata che, nelle Valli Lombarde, la costruzione e la condotta del bassofuoco costituirono il cosiddetto processo alla bergamasca o alla bresciana, tenuto segreto per lungo tempo.

Il bassofuoco si perfezionò fino a dare masselli di ferro anche di mezzo quintale che, depurati dalle scorie con la martellatura a caldo, fornivano il ferro malleabile.

Fonderie per il ferro erano dislocate nelle valli lombarde, in Val d'Aosta e in Toscana, ma il minerale diverso da quello elbano, del quale il Biringuccio ave-

va elogiato la buona qualità, aveva bisogno di forni capaci di dare temperature molto più elevate, per cui vennero costruiti i primi forni a manica con soffianti ad energia idraulica. Mentre però con i bassofuochi si otteneva direttamente il ferro (acciaio al manganese), nei forni a manica il ferro non era più malleabile e risultava fragile, tanto che inizialmente fu chiamato ferraccio. Esso non era altro che ghisa, all'epoca senza alcuna utilizzazione. Ma dopo attenti studi si riuscì, rifondendo il ferraccio in un bassofuoco fortemente soffiato, ad ottenere di nuovo il ferro malleabile. Questo processo, detto di fabbricazione indiretta del ferro malleabile, divenne la base della siderurgia moderna e fu una delle più grandi innovazioni tecnologiche del Rinascimento.

La produzione della ghisa nei forni a tino presentava il grande vantaggio di un processo continuo, mentre il bassofuoco era un processo intermittente, per cui, poco a poco, venne abbandonato.

Verso la metà del XVI secolo, l'industria della fabbricazione della ghisa e del suo affinaggio si affermò nel Bresciano e furono proprio i tecnici bresciani che la introdussero in Toscana.

I primi forni a tino per la fabbricazione della ghisa furono fatti costruire da Cosimo I dei Medici nel 1540 a Isola Santa in Garfagnana e a Pracchia nelle montagne pistoiesi.

Egli promosse anche le ricerche di argento e di rame in Toscana, nella zona di Montieri e dell'Argentiera (Bottino) presso Serravezza, nelle miniere di Massa, e nelle miniere di mercurio di Ripa e di Levigliani in

Serravezza, note solo per aver fornito nel Rinascimento il colorante rosso per le miniature dei libri ecclesiastici.

La metallurgia dell'argento avveniva fondendo il minerale in forni non molto dissimili da quelli utilizzati dai Romani. Si trattava di forni a riverbero di modeste dimensioni, impiegati per minerali ricchi (galene molto argentifere e tetraedriti), o per minerali più poveri, di forni a mantice (forni a manica) con soffianti idrauliche: in una prima fase avveniva la riduzione del minerale a metallo, liberandolo dallo zolfo e dalle scorie, mentre nella seconda fase si otteneva l'argento partendo dal piombo argentifero mediante il processo della Coppellazione che si concludeva con la rottura dell'ultimo velo di litargirio (Lampo d'argento).

La metallurgia del rame non ebbe innovazioni importanti rispetto a quella adottata nel passato.

6. *La terza decadenza mineraria*

La grande avventura mineraria italiana ed anche europea si concludeva per cause diverse e concomitanti.

Una causa determinata fu certamente l'esaurimento delle vene metallifere più ricche, mentre l'approfondimento delle coltivazioni, come già in epoca etrusca, aveva impedito di proseguire le lavorazioni a causa del solito ostacolo insormontabile delle acque e dell'impoverimento dei giacimenti con la profondità.

Altri giacimenti allora noti erano incoltivabili per l'estrema du-

rezza della roccia per la quale il fuoco ed il solo piccone non erano sufficienti.

L'esercizio delle miniere, con l'estendersi dei lavori, diventava tanto oneroso che svaniva la convenienza economica, per cui si determinava l'abbandono dei lavori. La manodopera disertava, determinando il rapido spopolamento delle Città, vissute prima in una situazione di grande floridezza economica.

Ma anche altre cause possono aver giocato un ruolo altrettanto importante: le grandi pestilenze seguite poi da quelle del 1630, spopolarono l'Europa e contribuirono ad aggravare la crisi mineraria.

La conquista del Nuovo Continente da parte degli Spagnoli, che in quell'epoca dominavano in Sardegna, creò una psicosi ottimistica per le ritenute favolose ricchezze di oro, argento e pietre preziose del Nuovo Mondo, per cui le miniere sarde furono tra le prime ad entrare in crisi.

Anche il continente italiano, dal Trattato di Cateau Cambresis del 1559 al Trattato di Utrecht del 1713, rimase sotto la dominazione spagnola ed è da ritenere ormai dimostrato come la crisi delle attività minerarie agli inizi dell'evo moderno sia direttamente connessa alla progressiva attenzione della Spagna nei confronti delle appena scoperte terre americane dalle inaudite ricchezze.

Le prime miniere metallifere ad entrare in crisi furono quelle del distretto di Massa Metallorum: tutta la Toscana fu colpita da una lunga e tragica sequela di pestilenze e nelle maremme impaludate la malaria spopolava le campagne, causa concomi-

tante al propagarsi della malaria.

L'attività mineraria per l'estrazione dei minerali di rame e di argento si era arrestata per l'ormai basso prezzo di quei metalli ed a causa delle zone impaludate della Maremma.

Una lapide del 1658, conservata presso la miniera di Fenice Capanne, documenta che Papa Alessandro VII concesse in perpetua enfiteusi al Granduca di Toscana Ferdinando II le due Ferriere dell'Accesa, presso Massa Marittima, ed in affitto per trent'anni i boschi e il fondo di esse con la lega della Marsiliana e di Campo alla Lite. Ciò significa che ogni interesse minerario nella zona si era ormai spento.

Con lo spopolamento delle zone minerarie, si creò uno stato di desolazione e di abbandono, durato oltre il XVIII secolo, come attesta la «Relazione di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana» del Targioni Tozzetti, nel 1742. La tradizione mineraria si spense rapidamente e Massa Metallorum divenne Massa di maremma: con i suoi superbi monumenti divenne un povero paese come tanti altri sparsi nelle cosiddette Colline Metallifere. Le miniere di argento di Montieri furono abbandonate e mai più riprese, quelle di rame di Massa, di Campiglia e di varie zone del Senese (Roccastrada) furono anch'esse sospese, ma riattivate nel XIX secolo.

Nel corso del XVI secolo anche le miniere del Calisio furono completamente abbandonate per l'esaurimento delle parti più ricche delle vene argentifere e per il crollo dei prezzi dell'argento che, in grande quantità,

veniva introdotto dal Nuovo Mondo con la facilità dei trasporti con galeoni a vela.

In Sardegna, nel XV secolo, sotto il governo catalano-aragonese, il declino minerario si tramutò in inattività quasi assoluta che perdurò fino a quando l'Isola passò a far parte del Regno Sabauda (1720).

Diverso fu il caso delle miniere di ferro del Bergamasco (Val di Scalve, Val Seriana e Val Brembana), dove il minerale era di ottima qualità, e del Bresciano (Val Trompia) dove il ferro continuò ad essere impiegato nella fabbricazione delle armi, anche con la fusione di bocche da fuoco, cioè in lavori giganteschi per quell'epoca. Queste coltivazioni si sono protratte fino ai giorni nostri, insieme alle miniere dell'Isola d'Elba, uniche in Toscana che continuarono le coltivazioni. Ivi sorsero le prime aziende del ferro (Magone) con il compito di regolare la vendita e l'economia del minerale di ferro.

Nella Valle di Brosso continuò la coltivazione delle miniere ferri-ferre di Brosso e Traversella che furono coltivate fino all'epoca della Rivoluzione Francese e poi riaperte anch'esse fino ai giorni nostri.

Anche la Repubblica di Venezia, servendosi di maestranze tedesche, coltivò le sue miniere fino alla caduta della Repubblica avvenuta nel 1797 (Trattato di Campoformio), per cui le miniere passarono al Demanio austriaco. È da ricordare la miniera di solfuri misti di Valle Imperina (Agordo) che iniziò le sue coltivazioni fin dal 1483, proprio durante l'inizio del periodo di crisi mineraria.

In Sicilia, nel XV secolo, pare venisse fabbricata la polvere pi-

rica con l'impiego dei minerali di zolfo. Anche miniere metallifere sembra siano state coltivate nei Peloritani insieme ad altri minerali come l'allume, lo zolfo e minerali di oro e di argento. Il petrolio per uso medicinale veniva estratto dai dintorni di Agrigento e di Petralia. Scarse notizie si hanno delle miniere siciliane fino ai primi decenni del XVIII secolo, quando l'esercizio minerario fu assunto direttamente dal governo.

Nelle residue miniere attive si sviluppò l'uso dell'energia idraulica (ruote idrauliche installate nelle attività prossime ai corsi d'acqua) che poteva provvedere all'eduazione delle acque, all'estrazione del minerale e all'alimentazione di energia per le soffianti a mantice nei connessi impianti metallurgici.

La decadenza delle plurisecolari, o addirittura millenarie, miniere metallifere classiche (rame, argento, piombo e oro) fu quasi completa in Italia e in Europa e fu dovuta all'intenso sfruttamento delle parti facili da coltivare a tenori in metallo più elevati.

Cenni di ripresa si ebbero in Italia, come nel resto di Europa, dalla prima metà del XIX secolo dopo lo sviluppo scientifico e tecnologico.

Negli antichi distretti minerari la ripresa fu ritardata a causa della secolare inattività, per cui la tradizione mineraria si era spenta, ad eccezione delle miniere di ferro dell'Elba e delle Alpi.

Fu lo sviluppo nel campo delle Scienze della Terra, iniziato nella seconda metà del XVIII secolo, che permise lo studio razionale dei giacimenti minerari e delle rocce incassanti, dando alla ricerca mineraria nuovo impul-

so, per cui furono scoperti nuovi giacimenti minerari od ampliata la consistenza di quelli noti.

Lo sviluppo industriale si evolvse alla fine del XVIII secolo grazie alla Rivoluzione Industriale che permise all'Europa di sviluppare ogni tipo di industria: nacque l'industria pesante, cosicché si svilupparono enormemente la Siderurgia e la Metallurgia, per cui i giacimenti di ferro e di altri metalli e soprattutto i giacimenti di carbon fossile attrassero l'interesse degli industriali e degli Stati. Ma l'industrialismo minerario, per sua stessa natura, si affermò solo verso la metà del XIX secolo quando si ebbe una vertiginosa ripresa mineraria in Europa e in altre parti del mondo.

Rinacque allora l'interesse per le miniere con l'introduzione delle innovazioni tecniche del tempo, l'adozione delle gallerie di ribasso per la ricerca, la coltivazione e l'eduazione delle acque, che permisero di raggiungere livelli più profondi di quelli già coltivati dagli antichi minatori, nonché di introdurre le prime mine nell'abbattimento della roccia, usate per la prima volta nelle miniere della Transilvania verso il principio del XVIII secolo ed in Sardegna nel 1744.

Gli esplosivi (polvere nera) stentarono comunque ad essere usati nelle miniere per la mancanza della tecnica della perforazione della roccia, per cui l'uso del fuoco era ancora considerato l'unico mezzo possibile e conveniente.

7. *L'innovazione tecnologica*

Il grande sviluppo minerario europeo, culminato a cavallo fra

il XIII e il XIV secolo, portò alla codificazione di norme legislative in materia mineraria ed alla formulazione di cognizioni tecniche mai prima di allora affrontate, pubblicate dal Biringuccio e dall'Agricola nel campo della metallurgia e dall'arte mineraria. Ma nel campo della giacimentologia le cognizioni scientifiche erano ancora vincolate al retaggio delle vecchie concezioni ed ai pregiudizi.

In pratica le Scienze della Terra (Mineralogia, Paleontologia e Geologia) nascevano solo verso la fine del XVIII secolo, dopo il risveglio scientifico preludente la Rivoluzione Industriale, i cui benefici effetti si fecero sentire, nel campo minerario, solo verso la metà del XIX secolo.

La Giacimentologia era legata allo sviluppo delle tre discipline geologiche, per cui gli antichi lavori minerari procedevano senza alcun indirizzo scientifico che non permise mai, nel passato, d'individuare e circoscrivere esattamente i giacimenti conosciuti in affioramento e che invece furono poi delimitati con metodi di ricerca fondati su basi scientifiche. Perciò, gli antichi minatori erano costretti a seguire le vene mineralizzate come un filo conduttore, coltivando via via le parti più ricche e lasciando a noi posteri le parti più povere o quelle che essi non erano riusciti ad identificare o a coltivare.

Unico sistema di ricerca adottata dai minatori del XV secolo era basato sulla Rabbdomanzia, come attesta un'interessante illustrazione di Agricola che mostra un rabbdomante al lavoro con la propria verga.

Come per la ricerca delle acque sotterranee, così per i de-

positi metalliferi si fece ricorso solo all'opera di quei sensitivi, chiamati appunto raddomanti, i quali, se non mistificatori, altro non erano che soggetti dotati di facoltà psichiche di percezione sottratte ai sensi normali.

Nel XVII secolo, in piena decadenza mineraria, si hanno notizie sull'uso della verga della quale si servivano i minatori italiani nelle miniere del Calisio, mentre i minatori tedeschi portavano in miniera, sul cappello o nella cintura, dei ramoscelli d'albero che servivano loro per seguire i filoni e le masse metallifere.

Ma lo sviluppo minerario si ebbe solo con l'uso delle tecniche che seguirono le discipline geogiacimentologiche e geofisiche.

7.1. Le scienze della terra

Mineralogia, Paleontologia, Geologia e Giacimentologia furono le scienze che permisero il rilancio della ricerca e delle coltivazioni minerarie.

– La Mineralogia iniziò con Aristotele e con il suo discepolo Teofrasto che poi successe alla sua Scuola.

La proprietà che già colpì gli osservatori dell'epoca fu la perfezione e l'eleganza delle forme che i minerali spesso presentano: poliedri isolati o riuniti in gruppi e non di rado così vari di aspetto anche nello stesso esemplare, che faceva allora sembrare disperata la causa di chi volesse sottoporli ad un'esauriente analisi morfologica.

Tali forme geometriche naturali furono dette Cristalli, dal nome di origine greca che voleva

significare Ghiaccio, in principio conferito al quarzo, Cristallo di Rocca, che gli antichi supponevano formato di acqua solidificata e indurita, senza voler con ciò riferirsi alle forme poliedriche del minerale.

È solo con Plinio Il Vecchio che, nel primo secolo, troviamo il primo accenno alle osservazioni dell'interessante fenomeno morfologico.

Notevoli furono anche i lavori del filosofo persiano Avicenna e di Alberto Magno, quando in quei tempi e per tutto il Medioevo, i minerali erano considerati sostanze dalle virtù magiche, come attesta la letteratura dei primi secoli.

I primi studi scientifici di mineralogia iniziarono nel Rinascimento, in particolar modo con Agricola, considerato, per i suoi studi di mineralogia e di arte mineraria, il Padre della mineralogia, della metallurgia e della geologia scientifica. Lo stesso onore di Agricola merita Biringuccio, benché gli storici della Scienza abbiano spesso ignorato il suo nome.

Rilievi cristallografici di indubbio valore si ritrovano successivamente nei lavori del Guglielmini e soprattutto in quelli del medico danese Nicola Steenone, accademico del Cimento, che enunciò la sua legge: «nei vari cristalli di un medesimo minerale gli angoli diedri omologhi hanno valore costante e caratteristico».

Ma il vero fondatore della Cristallografia come scienza fondata su basi matematiche fu, nel XVIII secolo, l'abate francese Renato Hauy il quale si diede tutto allo studio di quella geometria, ignaro della bufera che passava sulla Francia alla fine

del secolo quando fu imprigionato nei giorni del Terrore. Egli enunciò la celebre legge: «Le forme, sia semplici che composte, nelle quali cristallizza un dato minerale hanno tutte lo stesso grado di simmetria, cioè tutte fanno parte dello stesso sistema. Ogni minerale cristallizza di regola nelle forme di un dato sistema, ciò che ne costituisce un carattere specifico». Per esempio, tutte le forme sia semplici (cubo, ottaedro regolare ...) che composte sotto cui si rinvengono cristallizzate la Galena sono tutte riferibili ad uno stesso sistema, cioè al Sistema Monometrico.

– La Paleontologia, o scienza dei fossili, si sviluppò insieme alla Mineralogia ed inizialmente fu denominata Orittografia dal Soldani nel 1780, ma l'incontro tra i fossili e la scienza è stato tardivo e travagliato.

Agli albori della scienza, i fossili erano correttamente interpretati da Xenofane come resti di organismi un tempo viventi. Xenofane era giunto alla conclusione che il mare, in lontana età, doveva aver sommerso la Terra ed anche Pitagora aveva accettato il ritrovamento di conchiglie come segno che le pianure e le montagne, un tempo, erano sommerse.

Tutte queste concezioni s'infransero contro il muro di Aristotele e soprattutto dei suoi seguaci che non seppero, o non vollero, prendere in considerazione scientifica i fossili. I seguaci dell'Ispe Dixit ebbero buon gioco per secoli, negando ai fossili persino l'esistenza: essi, dicevano, sono scherzi di natura. E si dovette attendere il 1508 perché Leonardo facesse le stesse considerazioni di Xeno-

fane e che altri Greci avevano fatto duemila anni prima.

I fossili, perciò, continuarono per secoli ad essere mescolati a minerali, concrezioni, reperti archeologici e trattati con essi alla rinfusa. La stessa parola fossile significò oggetto scavato, nulla di più.

La Paleontologia nacque nel 1780, ma già Stenone, nel XVII secolo, aveva messo in evidenza il ruolo dei fossili quali testimoni delle antiche età della Terra.

– La Geologia, come scienza della storia della Terra e della natura dei terreni (come essi si sono formati, come si comportano i fiumi, quale sia l'origine dei ghiacciai e come si siano formate le coltri rocciose e i minerali in esse contenuti), deriva dagli studi di Mineralogia e di Paleontologia.

L'interesse per la Geologia, oltre che per lo studio dei giacimenti minerali, nacque dai grandi cataclismi che da sempre hanno funestato il nostro Pianeta, come le alluvioni, i terremoti e le eruzioni vulcaniche. Il suo interesse nacque anche con la scoperta di splendidi cristalli, strane pietre e fossili curiosi.

Non deve destare meraviglia se la storia della Geologia è largamente cosparsa di ingenue interpretazioni dei fenomeni naturali.

Nel Rinascimento, per esempio, nonostante la Teoria Copernicana fosse già divulgata, la Terra si credeva ancora al centro dell'Universo, perciò gli astri dovevano lanciare raggi di calore convergenti verso il suo centro, come i raggi di una ruota, ragion per cui il centro della Terra era considerato il punto più ardente dell'Universo.

In quel tempo c'era però chi riteneva fantastiche quelle considerazioni: Agricola, per esempio, considerava il calore della Terra come effetto della combustione di giacimenti minerali ubicati sotto le bocche dei vulcani. Ma alla fine del '700, già si sapeva che la temperatura del sottosuolo non dipende da un fenomeno di combustione locale limitato ai soli terreni vulcanici, ma aumenta spontaneamente dovunque in ragione della profondità (gradiente geotermico, in media 3° C ogni 100 metri di profondità). La crosta terrestre era già considerata come il prodotto del raffreddamento del Pianeta incandescente, non contraddicendo l'ipotesi di Laplace.

Fra i vari gruppi di geologi si svilupparono tre particolari correnti: i Nettunisti, seguaci del mineralogista tedesco Werner, i Plutonisti, guidati dal geologo scozzese Hutton, e i Diluvianisti, guidati dal naturalista svizzero Scheuchzer.

I primi ritenevano che tutte le rocce fossero precipitazioni e depositi formati progressivamente dall'acqua che ricopriva il nostro Globo, i secondi ritenevano però che le rocce granitiche e basaltiche fossero il risultato di una cristallizzazione di materia, già sì allo stato liquido, ma senza aver nulla a che fare con l'acqua ed i suoi sedimenti.

Fu il tedesco Rudolf Raspe, il grande sballone del secolo, (basti pensare che egli è l'autore delle Avventure del Barone di Munchausen) che diede il colpo di grazia alla Scuola di Werner, concludendo sulla natura vulcanica di quelle rocce e costringendo i Nettunisti a battere in ritirata.

Ad opera di Scheuchzer si sviluppò la Scuola dei Diluvianisti che cominciò col definire i fossili come resti di ossa umane appartenute a quella razza maledetta distrutta dal Diluvio.

Questa Scuola voleva anche spiegare la posizione degli enormi massi erratici che si riscontrarono negli Stati Uniti, nel Canada e nel Nord Est d'Europa, che non potevano essere autotoni ma trasportati da lontano per qualche evento straordinario. Si immaginò allora che durante il castigo di Dio cui sopravvissero soltanto gli ospiti dell'Arca di Noè, la Terra si fosse arrestata e che le acque si fossero proiettate in avanti con violenza tale da trasportare a grande distanza gli enormi blocchi. Ma questi blocchi furono attentamente osservati e si mostrarono completamente lisci e levigati alla base, come fossero stati trascinati da lontano per lungo percorso senza aver cambiato mai di posizione; e si convenne di ammettere che quei blocchi enormi fossero stati trascinati e logorati dai ghiacci e poi gettati a riva dalle acque del mare, pensando agli iceberg. Solo nel XIX secolo sorse l'idea che quelle formazioni non fossero altro che depositi morenici, trasportati cioè dai ghiacci terrestri che, durante le quattro glaciazioni quaternarie, potessero trovarsi in altre zone del Globo e che poi, poco a poco nel corso dei tempi, si fossero gradualmente ritirati.

Alla fine del '700, la Geologia cominciava perciò a muovere i suoi primi passi e ad imporsi come Scienza della Terra.

Un parametro che sfuggiva alla mente dei primi geologi era la

cognizione del tempo geologico. L'evoluzione della specie, le formazioni geologiche, il trasporto dei depositi morenici, le dislocazioni tettoniche (pieghe e faglie), la formazione dei giacimenti minerali, avvengono in tempi estremamente lunghi. Azioni blande, protratte per tempi estremamente lunghi, producono effetti tali che la mente dei primi geologi non poteva concepire: per spiegarli doveva ricorrere a fantasticherie di cui la preistoria geologica è piena.

La Geologia, superate le prime difficoltà in ordine al tempo geologico, si evolse splendidamente nel XIX secolo portando un contributo determinante nel campo della ricerca mineraria e della coltivazione delle miniere moderne.

Si svilupparono anche affascinanti teorie che giustificarono, in seguito, l'esistenza di giacimenti minerali in certe zone del Globo piuttosto che in altre. Infatti, a cavallo fra il XIX e il XX secolo, si svilupparono due Teorie importantissime: la Migrazione dei Poli di Schiapparelli e la Deriva dei Continenti di Wegener.

— La Giacimentologia è stata la scienza più lontana ad acquisire una visione coerente e realistica sulla genesi dei giacimenti minerali, di come essi si siano formati ed in quali circostanze e formazioni geologiche sono contenuti.

Basti pensare che le prime nozioni veramente scientifiche di geologia si ebbero solo alla fine del XVIII secolo, per cui le teorie scientifiche di giacimentologia non poterono che svilupparsi oltre la metà del secolo successivo, concomitanti alla Rivoluzione Industriale.

Se si considera che in pieno

Rinascimento, ancora influenzato dalla stravaganza degli alchimisti, erano ancora diffuse, in certi ambienti, le credenze degli antichi secondo le quali i sette metalli conosciuti erano generati sulla Terra per effetto delle emanazioni provenienti dai sette corpi celesti, si può facilmente immaginare quanto lontana fosse la giacimentologia da concezioni rigorosamente scientifiche.

Unica notizia positiva in questo periodo si ha per merito del medico tedesco Paracelso che, nel confezionare medicine, in dissenso con le concezioni alchemiche del tempo, usò oltre i sette metalli tradizionali anche l'Antimonio (rammentato anche dal Biringuccio) che fu l'ottavo metallo di cui si venne a conoscenza.

Evidentemente, con queste teorie, diffuse nel mondo della cultura prima dell'avvento del metodo scientifico iniziato alla fine del XVII secolo, ed alle ingenuità delle teorie geologiche ancora in uso alla fine del secolo successivo, la Giacimentologia aveva ancora grandi passi da compiere.

Fu solo agli inizi del XIX secolo che si cominciò a classificare i giacimenti minerali secondo la loro genesi e si riconobbe che essi potevano essersi formati per effetto del magmatismo, oppure per sedimentazione.

— Si pensò allora che i giacimenti di concentrazione magmatica si fossero formati quando il minerale utile costituiva elemento accessorio della roccia ad essa contemporaneo: può pertanto mancarvi o esservi presente in quantità ed in condizioni variabilissime; può aver subito concentrazioni parziali o

totali; può venir meno da un momento all'altro, per cui le coltivazioni di tali depositi saranno sempre incerte.

Si pensò anche che per questo tipo di deposito fosse lecita la presupposizione che le concentrazioni avessero avuto luogo in prossimità del contatto della roccia eruttiva con le rocce incassanti (infatti, in una soluzione salina omogenea, la soluzione diviene più concentrata nelle parti più fredde della massa, verificandosi una diffusione degli elementi dalle parti più calde - magma - alle parti più fredde - rocce incassanti). E questo magma induce nelle rocce incassanti cambiamenti di struttura e di composizione che vennero compresi sotto la denominazione di fenomeni di contatto.

Ma si pensò anche che dal magma liquido potessero sprigionarsi, durante la solidificazione, sostanze liquide o gassose (agenti mineralizzatori) che, sotto la pressione delle rocce sovraincombenti, potevano penetrare nelle rocce incassanti inducendo sostituzioni chimico-molecolari accompagnate spesso da formazioni di minerali metallici. Se le soluzioni acquistavano grande mobilità, avrebbero potuto trasportarsi a maggiore distanza, anche fuori della zona di contatto. Si cominciò a pensare perciò ai cosiddetti giacimenti di estrazione magmatica.

Queste mineralizzazioni primarie, se rimobilizzate dalle acque sotterranee circolanti, rese più aggressive dalla elevata temperatura e pressione, nonché dai gas acidi (come l'acido carbonico), avrebbero favorito la riprecipitazione, sotto forma filoniana, dei minerali entro fratture, oppu-

re la loro fissazione per reazione chimica di scambio al contatto di formazioni sedimentarie.

In un primo momento la giacimentologia si occupò dei giacimenti metalliferi, essendo gli altri giacimenti, in particolare di carbone e di petrolio, non ancora utilizzati industrialmente.

7.2. *La rivoluzione industriale*

Per millenni l'uomo ha ricavato l'energia meccanica necessaria alla sua industria nel modo più facile e conveniente, cioè per mezzo degli animali e degli schiavi.

Il progresso umano è stato lentissimo nel corso dei millenni per la mancanza di energia, anzi senza che l'uomo sapesse che cosa fosse l'energia o senza sapere utilizzarla come lavoro meccanico.

Un modesto progresso energetico si ebbe solo nel Medioevo, forse per merito degli Arabi, quando si cominciò a sfruttare l'energia idraulica ed eolica per azionare mulini o altre rudimentali macchine.

Il calore prodotto dalla combustione fu usato solo per riscaldamento, ma gli uomini non sapevano ancora che quella energia termica avrebbe potuto essere trasformata, almeno in parte, in lavoro meccanico.

Ma dopo la Restaurazione del 1815, quando la popolazione stabile poteva contare quasi 1.000 milioni di abitanti, iniziava un moto di rivoluzione economica, sociale, politica e spirituale. Specialmente l'Inghilterra si mantiene costantemente alla testa delle nazioni dominando col suo prestigio e la sua ricchezza. È il grandioso progresso di quel-

le applicazioni pratiche dei risultati della Scienza alla vita economica che costituisce la caratteristica dei tempi moderni in confronto dei secoli passati.

Una tappa importantissima fu l'introduzione della macchina a vapore, applicata alla fine del XVIII secolo e perfezionata dall'inglese Giacomo Watt con l'introduzione del condensatore. Come la ruota idraulica promosse la rivoluzione energetica medioevale, così la macchina a vapore promosse la rivoluzione industriale del XIX secolo.

L'uomo comincia a porsi il problema energetico la cui unica fonte era stata, nel passato, la legna o il carbone di legna. La raccolta del legname per ardere e per le costruzioni, portò alla distruzione di intere foreste. In Francia, nel 1789 (prima della Rivoluzione), il consumo di legna era di 20.000 t annue, 200.000 t in tutta Europa.

Le prime macchine a vapore lavoravano con rendimenti bassissimi, perciò, nel campo della Fisica Classica, iniziano gli studi di Termodinamica da parte di scienziati inglesi, tedeschi e francesi i quali, sotto la spinta del Positivismo, porteranno un contributo decisivo al settore energetico.

Fu il tedesco Robert Mayer che, nel 1842, dimostra come il calore non sia altro che una forma di energia (Energia di Seconda Specie) ed estende il principio della conservazione dell'energia a tutti i processi nei quali viene ceduto o assorbito calore. È il Primo Principio della Termodinamica, in base al quale l'inglese Giacomo Joule accertava in 427 Kgm l'equivalente meccanico della caloria.

Al tedesco Clausius e all'in-

glese Lord Kelvin, sulla scorta degli studi del francese Carnot, è dovuto, nel 1850, il Secondo Principio della Termodinamica, secondo il quale non è possibile convertire totalmente in lavoro meccanico (Energia di Prima Specie) una data quantità di calore.

Se dunque il Primo Principio afferma l'equivalenza fra lavoro e calore, il Secondo limita o sminuisce il Primo e stabilisce una netta e sostanziale differenza fra l'uno e l'altro.

Iniziano gli studi sui Cicli Termodinamici sulla scorta dei risultati del Carnot, riportati nella celebre opera del 1824, «Riflessioni sulla potenza motrice del fuoco», che servirono meravigliosamente non solo a migliorare gli accorgimenti tecnici per ottenere maggiori rendimenti nelle macchine a vapore ma soprattutto a preparare le basi per la migliore utilizzazione dei motori a combustione interna.

Non è da meravigliare se gli scienziati che fondarono la Termodinamica furono inglesi, tedeschi e francesi: i loro Stati, infatti, erano i più ricchi di giacimenti minerari di carbon fossile; questo combustibile risolse la crisi energetica dell'epoca, determinando nell'economia un vero salto di qualità.

Nei paesi che l'adottarono per primi, avendone la maggiore disponibilità, come l'Inghilterra, la Francia e la Germania, si avviò la Rivoluzione Industriale e nacque la civiltà contemporanea.

7.2.1. *Le fonti di energia.*

– Il carbon fossile fu la prima fonte energetica che venne utilizzata nell'industria. Esso si tro-

va in giacimenti minerali dislocati in tutto il mondo, ma le fortunate nazioni che posseggono i maggiori giacimenti erano situate tutte, all'epoca della formazione del carbone, nelle zone equatoriali: URSS, USA, Inghilterra, Germania, Polonia, Francia settentrionale, Giappone, Belgio, Sud Africa, Australia, ed il loro insieme forma un allineamento lungo una fascia regolare che avvolge tutta la Terra, allineamento che appare perfetto se si considera, secondo la Teoria di Wegener, la posizione della Pangea nel periodo carbonifero. Tenuto conto che le foreste carbonifere dovevano essere di tipo equatoriale, questo allineamento rappresenta la posizione della fascia equatoriale terrestre nel periodo carbonifero quando, nel corso della sua migrazione, il Polo Nord si trovava in mezzo all'attuale Pacifico. L'Italia non si trovava nel periodo carbonifero su quell'allineamento, perciò i suoi giacimenti carboniferi sono tutti di basso rango (ligniti più o meno calorifiche e torbe).

L'impiego del carbon fossile è antichissimo: i primi ad usarlo furono i Cinesi due millenni A.C. per il riscaldamento domestico e per la fabbricazione della polvere pirica. In Europa, l'uso del carbone inizia 3.000 anni più tardi, anche se i Romani ne fecero qualche tentativo in Bretagna per il riscaldamento delle terme e per la fusione dei metalli.

La produzione europea cominciò nei piccoli bacini superficiali francesi quando il carbon fossile fu usato nel riscaldamento domestico e in alcune operazioni di forgiatura dei metalli, che si completò, agli inizi

del XIX secolo, con la scoperta del coke.

In questo secolo si intensificò la coltivazione delle miniere di carbone in Inghilterra che, in breve, riuscì a fornire il 90% della produzione mondiale di carbone da vapore e da coke.

L'impiego del vapore non era come quello dell'energia idraulica subordinato al condizionamento assoluto del luogo e delle risorse locali. Una macchina a vapore può essere installata ovunque sia possibile procurarsi carbon fossile a prezzo ragionevole. In Inghilterra il carbon fossile abbondava ed era diffusamente impiegato fin dalla fine del XVIII secolo: una rete di vie navigabili, espressamente creata, permetteva di trasportarlo ovunque con poca spesa, per cui nel suo complesso, il paese era destinato a divenire una terra privilegiata, più di ogni altra adatta allo sviluppo industriale.

I minatori inglesi vanno collocati in testa per i sacrifici sofferti nelle miniere di carbone (rischio mortale, sfruttamento brutale, disagi e sofferenze fisiche) ai quali, per primi, era toccato il calvario destinato anche ai minatori dei bacini carboniferi tedeschi, francesi e belgi.

Per lungo tempo, nella coltivazione delle miniere di carbone, l'uomo potè fare affidamento solo sulla sua forza e sul suo coraggio. Negli anni della Rivoluzione Industriale, per fronteggiare il grisù, sempre in agguato nei pozzi, si ricorreva al «penitent», un uomo avvolto in sacchi bagnati, con una candela accesa issata su una lunga pertica, correndo gravissimi rischi, faceva esplodere il pericolosissimo gas.

Nelle stesse miniere, al fine di ridurre i rischi, per fare un pò di luce si usava l'acciarino, una sorta di rudimentale strumento che, azionato da un fanciullo accanto al minatore, sprigionava scintille.

Numerosi disegni e stampe d'epoca ci hanno trasmesso le immagini di donne piegate sotto il carico di pesanti ceste che si arrampicavano su larghe e ripide scale a pioli e le immagini di fanciulli che camminavano carponi in stretti e bui cunicoli spingendo carrelli di carbone. In talune miniere, sprovviste ancora di macchine a vapore, per sollevare il carbone dal fondo dei pozzi si usavano capaci ceste tirate su da argani a cavalli. Delle stesse ceste si servivano i minatori per salire o scendere; ma più spesso essi facevano il viaggio con una gamba infilata in un cappio della corda del montacarichi, a grappoli: i ragazzi sedevano sulle ginocchia degli uomini o semplicemente si afferravano alla corda con mani e piedi.

Frequenti erano esplosioni ed incidenti gravi di notevoli proporzioni con centinaia di morti e feriti in una situazione di lavoro che differiva da quella medioevale solo per il febbrile aumento delle produzioni.

La produzione di carbone inglese passava da 10 Mt nel 1800 al 225 Mt nel 1900 ed era ancora destinata ad aumentare negli anni successivi fino a toccare il massimo nel 1913.

Ma nel frattempo, anche altri bacini carboniferi erano entrati in esercizio e l'Inghilterra, nel 1913, perdeva il monopolio del carbone. Infatti, la Germania produceva 220 Mt di combustibili fossili (compresa la lignite), gli Stati Uniti 517 Mt di carbone,

la Francia 41 Mt, il Belgio 23 Mt e l'Olanda 2 Mt.

Insieme allo sfruttamento dei bacini carboniferi erano coltivati i giacimenti di ferro con impressionante sviluppo della Siderurgia negli Stati Uniti, Inghilterra e Germania.

Il carbone non servì soltanto per essere combusto tal quale, ma agli inizi dell'800 cominciarono i primi esperimenti per la sua distillazione. Si pensò di riscaldare il lintantrace in assenza dell'aria e dalla sua distillazione si produssero gas illuminante, catrame e coke; dalla distillazione del catrame si ottennero poi il benzolo, il fenolo, l'analina, la naftalina e l'antracene che vennero utilizzati nell'industria chimica come carburanti, solventi, coloranti e deodoranti, in una enorme quantità di applicazioni.

Fino al 1920, il carbon fossile rimase la fonte energetica principale per tutti i paesi industrializzati insieme alla vecchia energia idraulica. Ma verso la fine del XIX secolo, con l'introduzione del motore a scoppio, si affermarono altre fonti di energia ben più importanti del carbone.

– Il petrolio è conosciuto fin da epoca assai remota.

Già Marco Polo aveva testimoniato sui fuochi che ardevano nella grande provincia di Persia: «è una fontana ove surge tanto olio in tanta abbondanza che cento navi se ne caricerebbero alla volta; ma egli non è buono da mangiare ma si da ardere; è buono da rognare e ad altre cose; e vengono gli uomini molto dalla lunga per quest'olio; e per tutta quella contrada non s'arde altro olio».

La raccolta del petrolio agli affioramenti ebbe inizio ovunque

in epoche molto remote, dando luogo al commercio di oli veramente pregiati.

Famoso nell'antichità, come medicinale, fu l'olio bituminoso di Agrigento, chiamato Olio di Sicilia, che sgorgava nel mare e veniva raccolto con pannocchie di canna, spugne e cenci.

Il petrolio era conosciuto anche dagli Egizi che da esso ricavano pece cui immergere le bende impiegate per fasciare le mummie. I Romani lo adoperavano come lubrificante e gli indiani d'America per curare malattie e ferite. Ma le proprietà medicinali del petrolio furono riconosciute valide nel Medioevo romano e nel Rinascimento: nel *Chronicon* di Giovanni de Mussis del XIV secolo si legge: «esistono in diocesi di Piacenza alcune fonti e pozzi che producono olio petronico efficace contro molte malattie» e in un manoscritto del 1464, Francesco Ariosto, il padre del Poeta, riferisce sulle manifestazioni petrolifere del Monte Zibio nel modenese dove si cavava olio di sasso detto Olio di Santa Caterina, famoso in tutto il mondo per le sue virtù medicamentose. L'efficacia terapeutica del petrolio è ricordata nella letteratura da autori affidabili come Aldrovandi, Spallanzani, Boccia e il geologo Stoppani. Anche fino a pochi decenni orsono, il petrolio appare come linimento in prescrizioni dermatologiche, utilizzato contro i parassiti della pelle e le larve delle zanzare, o indicato per lozioni contro la caduta dei capelli.

Ma bisogna giungere al secolo XIX per trovare uno sfruttamento industriale del petrolio, quando in America qualcuno si accorse che, una volta purifica-

to, il petrolio bruciava nelle lampade con luce molto chiara e luminosa. La scoperta si deve ad un certo Sam Kier, venditore ambulante di petrolio per usi medicinali. Egli aveva distillato il petrolio per il caratteristico sgradevole odore: fu così che ottenne il Kerosene, mentre la parte più pesante costituiva un ottimo lubrificante.

Dunque, il petrolio poteva soddisfare alle esigenze della nuova industria dell'illuminazione. La prospettiva di ingenti guadagni spinse i pionieri americani ad accaparrarsi le terre dove si trovavano i giacimenti, cercando di raccogliere il petrolio schiumandolo dalla superficie delle acque su cui galleggiava. Poi nel 1859, per merito di Edwin L. Drake, fu trovato un sistema più pratico e redditizio, quello che, perfezionato e potenziato, è usato ancora oggi: la trivellazione.

Fino all'inizio del XX secolo, la maggior parte del petrolio veniva adoperato per la produzione di kerosene per illuminazione e da questo veniva estratto anche un altro prodotto, la benzina, usata soltanto come smacchiatore. Ma la benzina divenne improvvisamente importantissima con l'invenzione del motore a scoppio (Benz 1879), mentre altri numerosi prodotti venivano ricavati dalla sempre più preziosa materia prima.

Nasceva pertanto la distillazione del petrolio a temperature sempre crescenti in modo che, una alla volta, distillavano le sostanze che lo compongono (distillazione frazionata). Si ricavarono benzina, olio lampante, olio combustibile e coke di petrolio. L'olio combustibile fu subito impiegato, al pari del carbone, per

alimentare le caldaie, mentre il gasolio assunse estrema importanza con l'invenzione del motore Diesel, avvenuta nel 1892.

– Il gas naturale si manifestò con emanazioni infiammabili causate dalla fuoriuscita del gas attraverso fenditure di strato di rocce sedimentarie, dopo aver migrato attraverso formazioni permeabili fino a raggiungere la superficie terrestre. In qualche caso il gas, uscendo attraverso piccole fessure con violenza, ebbe occasione, forse per attrito o per altre cause naturali, di incendiarsi, provocando fuochi naturali.

Il preistorico fu certamente influenzato da questi fenomeni allora inspiegabili che, tuttavia, gli servirono a procurarsi il fuoco. I fuochi naturali, per la loro continuità, vennero considerati come fuochi perpetui ed eterni, probabilmente sacri: perciò divennero, per alcune popolazioni, il simbolo della loro religione. Sacri furono considerati dagli Ebrei e dai Persiani e soltanto segnalati da parte di antichi autori greci, latini, arabi e cinesi. Nel Rinascimento si hanno segnalazioni di Francesco Ariosto nel modenese, di Agricola nell'Appennino toscano e di altri noti scrittori e scienziati dei secoli dal XVI al XVIII.

Il XVIII secolo segna per la Scienza l'epoca della Teoria del Flogisto, epoca di transizione fra le vecchie e stravaganti concezioni alchemiche e la Scienza Chimica.

L'Olandese Van Helmont fu il primo a coniare con il nome di Gas gli aereiformi che all'epoca erano chiamati con il nome fisso di aria seguito da un nome variabile appropriato. Nel ventennio 1756-76, si scoprirono

numerosi gas: Joseph Black scoprì l'aria fissa (anidrite carbonica); Henry Cavendish, l'aria infiammabile (idrogeno); Daniel Rutherford, l'aria flogisticata (azoto); Joseph Priestley, l'aria nitrosa (ossido di azoto), l'aria acida marina (acido cloridrico), l'aria deflogisticata (ossigeno), l'aria alcalina (ammoniaca) e l'aria acida vitriolitica (anidrite solforosa); Wilhem Scheele, l'aria acida marina (cloro) e infine Alessandro Volta, nel 1776, scoprì l'aria infiammabile nativa dalle paludi (metano).

Il Volta non si limitò soltanto alla semplice constatazione dell'infiammabilità della nuova aria che si sviluppa alla superficie delle paludi, ma eseguì la captazione della stessa, la portò in laboratorio, la sottopose alle varie prove di combustione e d'infiammabilità con varie dosi d'aria comune od anche con l'aria vitale o deflogisticata (ossigeno), provocandone l'accensione con la scintilla elettrica (allora l'elettricità stava muovendo i suoi primi passi). Lazzaro Spallanzani, dopo il Volta, studiò a fondo l'aria delle paludi che chiamò Gas Naturale, denominazione divenuta universale.

L'uso del metano risale alla fine del XIX secolo come combustibile per la cottura delle ceramiche, del vetro e della calce e per altri modesti usi, facendo ricorso a limitate reti di metanodotti per collegare i vari pozzi trivellati al luogo d'impiego. La produzione mondiale di metano, dal 1882 ad oggi, risulta continuamente crescente, in modo lineare a modestissima pendenza fino al 1920 e a pendenza più accentuata fino al 1940; poi la produzione aumenta vertiginosamente in modo esponen-

ziale, tanto che nel 1980 ha raggiunto 1.400 miliardi di normal metri cubi, contro i 90 miliardi del 1940.

– I fluidi geotermici furono conosciuti fin da epoca etrusca per l'impiego del borace nella smaltatura delle ceramiche e, nelle epoche successive, per l'estrazione dello zolfo, del vetriolo e dell'allume di cui i mercanti toscani fecero attivo commercio con le Repubbliche toscane.

Gli uomini hanno sempre provato un senso di sgomento di fronte a quelle manifestazioni naturali che si presentavano come bianchi pennacchi sprigionanti dal terreno in maniera più o meno violenta o gorgoglianti in piccoli bacini naturali, detti Lagoni, nei quali si raccoglievano le acque meteoriche e di condensa del vapore. La zona interessata dal fenomeno dei Soffioni Boraciferi si estende per oltre 200 Km² nell'Alta Maremma toscana, a cavallo delle province di Grosseto, Livorno, Pisa e Siena, nella cosiddetta zona delle Colline Metallifere.

Fu solo nel 1777 che nelle acque di uno di questi Lagoni un farmacista di Pitigliano (GR) delle Spezierie Granducali scoprì quello che allora era chiamato sale sedativo, ossia l'acido borico. A seguito di questa scoperta, alcune imprese impiantarono rudimentali lavorazioni industriali, ma il vero sfruttamento industriale del fenomeno ebbe inizio nel 1818 ad opera di un profugo della Rivoluzione francese, Francesco De Larderel (da cui il nome Larderello) che si limitò solo all'estrazione dell'acido mediante concentrazione delle acque dei Lagoni in caldaie riscaldate a legna. Il sistema divenne tuttavia antieconomico per l'ele-

vato costo del combustibile, ma nel 1827, con l'ideazione del Lagone Coperto, divenuto poi il marchio di fabbrica della Società Larderello, costituito da un duomo in muratura costruito sopra i crepacci dai quali scaturiva il fluido naturale, fu possibile captare il vapore endogeno e convogliarlo nelle caldaie contenenti le acque boriche, utilizzando il calore stesso del vapore per la concentrazione dell'acido in maniera del tutto economica. E fu il primo esempio di risparmio energetico della Storia.

Sviluppandosi sempre più l'industria dell'acido borico, il vapore captato dai Lagoni Coperti non era più sufficiente alle sempre maggiori richieste, per cui, nel 1828, si pensò di ricorrere all'uso di trivelle a mano per aprire soffioni artificiali. Tali prove diedero risultati lusinghieri ottenendo, da pozzi perforati fino a 20-30 metri di profondità, quantità di vapore con caratteristiche di pressione, portata e temperatura pressoché costanti: furono così gettate le basi di quell'arte mineraria tutta particolare di forare i soffioni.

Nel 1897 vennero accese le prime quattro lampadine elettriche e, nel 1913, inizia, con una centralina da 250 Kw, la prima produzione industriale di energia geotermoelettrica.

L'utilizzazione del calore associato ai soffioni andò sempre più allargandosi e le esperienze acquisite a Larderello furono utilizzate per l'attivazione di numerosi campi geotermici, dalla California, alla Nuova Zelanda ed alla Repubblica Cinese.

— L'uranio è stato conosciuto solo in epoca recentissima, cioè alla fine del XVIII secolo.

Nel 1786, il tedesco Martino

Enrico Klaproth scopriva, con l'ossido di zirconio, altri due elementi ai quali dava poi, non a caso, nomi di pianeti: Titanio e Uranio.

Il Klaproth era tutto preso dalle sue ricerche mineralogiche, quando il suo contemporaneo Herschel individuava il nuovo pianeta Urano. E Uranio il chimico tedesco denominò il nuovo metallo perché scoperto sotto il segno del nuovo astro.

Nonostante il suo nome splendente come quello di Urania, Musa dell'Astronomia, l'Uranio ebbe vita ignota per oltre un secolo.

Prima a trarlo dalla sua mediocrità di sottoprodotto fu Maria Sklodowska Curie, Premio Nobel 1903 insieme al marito Pierre Curie e nel 1911 da sola per la scoperta del Polonio, la cui attenzione, sul finire del 1897 fu attratta, sfogliando le relazioni sugli studi dell'annata, da uno scritto del fisico francese Henry Becquerel, Premio Nobel 1903, che aveva già studiato i sali di uranio. Dopo la scoperta dei Raggi X, fatta nel 1895 da Guglielmo Roentgen, Premio Nobel 1901, il matematico e fisico Henry Poincaré si era posto il quesito se i Raggi simili a quelli X non fossero, per caso, emessi da corpi fluorescenti sotto l'azione della luce; e a sua volta il Becquerel, interessato allo stesso problema, aveva preso in esame i sali di un metallo allora molto raro, l'Uranio. I sali di Uranio emettevano spontaneamente, senza l'azione della luce, raggi di natura ignota: un composto di Uranio, collocato su una lastra fotografica, impressionava la lastra attraverso la carta.

Le constatazioni del Becquerel colpirono la Curie la quale si propose di stabilire la na-

tura delle radiazioni del nuovo elemento. Il cammino dell'esplorazione era completamente nuovo: nessuno aveva ancora approfondito la natura dei Raggi Uranici.

Tra le annotazioni giornaliere dei coniugi Curie per l'anno 1899 si leggono queste parole: «Diverse ragioni ci spingono a credere che la sostanza radioattiva detta Uranio racchiuda in sé un elemento nuovo al quale noi Curie ci proponiamo di dare il nome di Radium».

Così l'Uranio comincia il suo cammino per giungere, un secolo e mezzo dopo la sua scoperta, a dominare il mondo dell'era atomica. Prima della Seconda Guerra Mondiale, l'interesse suscitato dall'Uranio consisteva in massima parte nella piccolissima quantità di Radio che esso contiene: circa un grammo ogni tre tonnellate.

Oggi, da sottoprodotto dell'industria del Radio, l'Uranio è passato in primo piano nella strategia dell'era atomica.

Nell'Uranio naturale (U nat.) è presente l'isotopo Uranio 235 (U 235) nella misura del 7% (7 gr di U235 per ogni Kg di U nat.). Dalla fissione di un grammo di U 235 si libera l'enorme quantità di calore di 21.800 Kwh termici, perciò la fissione di un grammo di Unat produce una quantità di calore di 152,6 Kwh termici, pari a 13,4 Kg di olio combustibile. Una centrale elettronucleare da 2.000 MWe (come ad esempio poteva essere quella di Montalto di Castro) avrebbe un consumo di soli 33 Kg/ora di Unat (con l'Uranio arricchito la quantità si riduce notevolmente), contro 440 t/ora di olio combustibile e 533.000 mc/ora di metano.

– L'energia elettrica è il risultato finale dell'uso parziale delle fonti di energia prima descritte.

A prescindere dalle prime sperimentazioni fatte con gruppi turbina-dinamo, l'energia elettrica poté essere impiegata nell'industria solo dopo l'invenzione dell'alternatore e del trasformatore che permisero di trasmettere l'energia alternata a grande distanza mediante reti elettriche di distribuzione.

L'uso industriale dell'energia elettrica ebbe perciò inizio nel nostro secolo con l'energia idroelettrica. Prima del 1895 in Italia non esisteva alcuna industria idroelettrica: l'impianto di Paderno, il primo degno di nota, data solo dal 1906.

La produzione di energia idroelettrica fu di 3,5 Twh nel 1921 (1 Twh = 1 miliardo di Kwh), ma la produzione crebbe notevolmente stabilizzandosi dal 1960 sui 40-45 Twh/anno.

L'energia termoelettrica si è poi sviluppata prodigiosamente sorpassando la produzione idro nel 1965, tanto che nel 1975 raggiunse i 120 Twh.

La produzione nazionale di energia elettrica, nel 1987, è stata di 191 Twh, mentre al 2000 è prevista in 323 Twh (inclusi i consumi per pompaggio) che sarà ottenuta incrementando il consumo di carbone e di metano e diminuendo quello di petrolio. Si prevede un incremento della produzione idro e un notevole impulso geotermoelettrico, mentre per il settore nucleare è previsto un presidio la cui produzione potrebbe raggiungere solo un terzo di quella idroelettrica, in attesa della Terza Rivoluzione Energetica che sarà promossa dalla fusione nucleare.

7.2.2. *Gli Esplosivi*

Grandissima scoperta scientifica che condusse ad applicazioni pratiche immediate fu quella di Alfredo Nobel, chimico svedese che lasciò un reddito annuo di 1.850.000 Corone svedesi destinato a cinque premi annuali (Premi Nobel) per la Fisica, Chimica, Fisiologia, Letteratura e Pace Universale.

Nel 1866 egli scoprì che la farina fossile è capace di assorbire la Nitroglicerina, la quale conserva in tale forma solida le sue proprietà esplosive, pur presentando una sensibilità agli urti notevolmente ridotta. Questa scoperta aprì la strada alla produzione industriale dell'esplosivo a base di Nitroglicerina, preparata per la prima volta dal piemontese Ascanio Sobrero nel 1848, che rivoluzionerà l'abbattimento della roccia nei lavori minerari.

La convinzione che la polvere da sparo fosse in uso in Cina non è suffragata dai resoconti fatti da Marco Polo. A quell'epoca, la polvere da sparo era già conosciuta in Occidente, anche se non ancora impiegata come propellente per le armi da fuoco che comparvero solo dopo il 1320.

Purtuttavia, in Cina erano già note, in quei tempi, miscele contenenti salnitro, zolfo e carbone che presentavano caratteri deflagranti tali da farle chiamare protopolveri. Incerto è se tali composti fossero scoperti dai cinesi o dai mongoli o se, addirittura, notizie degli stessi non fossero pervenute in Oriente dall'Occidente.

Opere ispirate da intenti scientifici compaiono solo nel XIII secolo con i due grandi scienziati

dell'Occidente, Alberto Magno, teologo scolastico, e Ruggiero Bacone, francescano di Oxford. Quest'ultimo, nel suo *Opus Majus*, sembra aver dettato la prima ricetta della polvere nera usando una frase di colore oscuro, forse per il timore di Tribunali ecclesiastici o per altri motivi che non si è riusciti ad individuare; più tardi Berthold Schwartz ideò la prima bocca da fuoco.

In principio la polvere nera fu impiegata nell'arte militare (polvere da sparo), ed i primi esperimenti di impiego nell'arte mineraria (polvere a mina) iniziarono nel Rinascimento, come attestano gli scritti dei senesi Mariano da Siena, detto Il Taccola, Francesco di Giorgio Martini e Vannuccio Biringuccio. Anche Leonardo s'interessò di esplosivi soprattutto da impiegare nell'arte militare.

Dopo la scoperta della polvere nera, la tecnica degli esplosivi non fece progressi fino alla prima metà del secolo XIX; per 600 anni la polvere nera fu dunque l'unica sostanza esplosiva. Notizie sull'uso della polvere nera si hanno nelle miniere della Sardegna nel 1744, ma quest'uso non poteva aver assunto nessuna importanza concreta senza l'impiego sistematico della perforazione della roccia.

Verso la metà del XVIII secolo, con l'avvento della Chimica che soppiantò l'Alchimia, sorsero i laboratori con l'uso costante della bilancia nello studio dei fenomeni chimici, cosicché si giunse alla scoperta della Nitroglicerina che Nobel valorizzò perché riuscì ad impiegarla preparando un esplosivo noto col nome di Dinamite.

Il grande impiego della polvere nera si ebbe nello scavo del

Trafo del Frejus, iniziato nel 1853 e terminato nel 1870, quando la Dinamite di Nobel era ancora in fase di sperimentazione.

Per la prima volta nella Storia, la notte di Natale del 1870, minatori italiani e francesi s'incontrarono sotto le Alpi con l'abbattimento dell'ultimo diaframma di roccia del Traforo che collega Bardonecchia a Modane.

Si attuava così il fantastico sogno reso possibile dall'uso sistematico degli esplosivi nello scavo della roccia.

Allo scoppio delle prime mine, il Traforo del Frejus fu definito dalla Gazzetta Piemontese come «l'opera più colossale che il genio umano abbia mai tentato in simil genere ed una delle più utili che abbia immaginato». Questa frase dà perfettamente l'idea della natura dell'opera che prevedeva lo scavo di un tunnel lungo 12 km con una sezione di 65 mq al di sotto delle Alpi, con mezzi che oggi sembrerebbero insufficienti persino nello scavo di un cunicolo di poche decine di metri. Basti pensare che i fori da mina venivano eseguiti a mano, ciascuno da una coppia di minatori armati di sola mazza e barramina, poi caricati con polvere nera.

Solo negli ultimi anni di scavo furono introdotte le prime perforatrici ad aria compressa da parte del Sommelier che incrementarono fortemente la velocità di avanzamento della galleria, aprendo grandi prospettive anche all'industria mineraria.

7.3. La nuova tecnica mineraria.

Opere da giganti si susseguirono nel corso dei secoli: mina-

tori armati di solo piccone e del fuoco, di mazza e scalpello, avevano eseguito nel passato giganteschi scavi per estrarre minerali o monoliti dalle profondità della Terra. Ma la Rivoluzione Industriale aveva alleviato la fatica dei minatori per compiere opere più gigantesche che nel passato.

La ripresa mineraria si sviluppò con l'impiego dell'energia diversa da quella umana, con la macchina a vapore, perfezionata nel 1777, per l'estrazione del minerale attraverso pozzi verticali, per l'eduzione delle acque di miniera ed anche per la ventilazione dei sotterranei.

La macchina a vapore fu il meraviglioso strumento, all'inizio ovviamente adottato nelle miniere di carbone e poi via via esteso anche ad altre miniere per la facilità dei rifornimenti del combustibile. Data la sua versatilità, la macchina a vapore si rendeva particolarmente adatta al sollevamento di carichi variabili, come appunto si verifica negli impianti di estrazione.

Non più gli arganetti a mano descritti dall'Agricola, non più pozzi profondi poche decine di metri, ma pozzi molto più profondi serviti da macchine di estrazione che potevano sollevare quantità di minerale enormemente maggiori che nel passato a costi enormemente inferiori.

La Rivoluzione Industriale si affacciò nel campo minerario in ritardo rispetto ad altre industrie meno pesanti e permise l'impiego di macchine a vapore e ad aria compressa prima che nascesse l'elettrificazione, sviluppatesi all'inizio del XX secolo nella forma idro.

La macchina a vapore risolse

egregiamente non solo il problema dell'estrazione ma anche quello dell'eduzione delle acque, in un primo momento per mezzo di mastelli o di skips a riempimento e svuotamento automatico. Ma essa poté considerarsi, in un secondo tempo, anche la centrale energetica della miniera, in quanto il vapore prodotto poté essere impiegato direttamente per l'azionamento di pompe a vapore poste a fondo pozzo, già in uso verso la metà del XIX secolo, per l'azionamento dei ventilatori installati all'esterno per il ricambio dell'aria nei sotterranei, per la meccanizzazione delle officine e degli impianti di arricchimento del minerale.

Mentre la macchina a vapore risolse tutti questi problemi, rimaneva ancora da risolvere quello del trasporto del minerale dai cantieri di coltivazione alla base dei pozzi.

Per secoli si era ricorso al trasporto a ruote con vagoni in legno, come mostrano le illustrazioni di Agricola, o con la cariola che si ritiene inventata da Biagio Pascal nel XVII secolo; questi primitivi mezzi di trasporto potevano percorrere vie sotterranee tortuose ed a pendenza variabile, richiedendo notevole sforzo fisico da parte dei minatori per il trasporto di modesti carichi di minerale.

La grande rivoluzione nel settore dei trasporti sotterranei, fu promossa dal costruttore francese Paolo Decauville (1846-1922), inventore della ferrovia che porta il suo nome. Essa è un tipo di ferrovia portatile a scartamento ridotto (0,40-0,60-0,75 m) con carrelli in ferro ribaltabili, spinti a mano dai minatori con relativa facilità, oppu-

re riuniti in treni composti di numerosi vagoni a trazione animale. La quantità di minerale trasportato e la distanza di trasporto furono fortemente aumentate ed il costo della tonnellata chilometro notevolmente ridotto.

La ferrovia decauville imponeva gallerie regolari in planimetria e soprattutto in pendenza; anzi, la pendenza delle gallerie fu scelta in modo da offrire lo stesso sforzo di trazione sia a carrello pieno (in discesa), verso i pozzi, sia a carrello vuoto (in salita) verso i cantieri. Ne conseguiva anche lo spontaneo scolo delle acque, entro cunette ricavate nelle gallerie, verso i pozzi (o verso l'esterno nel caso di gallerie di ribasso), dove l'acqua poteva essere raccolta in un deposito a fondo pozzo (puisar).

Si imponeva perciò un nuovo disegno della miniera: gallerie di livello in traverso-banco o in direzione partenti dal pozzo principale o da altre vie di accesso al giacimento (discenderie), collegate fra loro da fornelli per il gettito del minerale (o per la ventilazione) in modo da centralizzare il trasporto in una di queste gallerie di livello (in generale la più bassa) che fu appunto chiamata Galleria di Carreggio.

La realizzazione di questo processo di razionalizzazione si rese possibile con l'uso sistematico degli esplosivi che da secoli erano stati impiegati nell'Arte Militare, ma non nell'Arte Mineraria in assenza dei sistemi meccanici per la perforazione della roccia, entrati in uso solo dopo la metà del secolo.

La galleria ferroviaria del Frejus (1853-70) fu scavata ricorrendo alla mazza e barramii-

na per poter impiegare la polvere nera, unico esplosivo disponibile all'epoca. Ma la prima perforatrice ad aria compressa, ideata dal Piatti nel 1853 e realizzata dal Sommellier per lo scavo dell'ultimo tratto del Traforo, segna un'autentica rivoluzione nella Storia delle miniere. Nel contempo, gli studi del Sobrero e del Nobel condussero alla fabbricazione della Dinamite (1867) che, in seguito, soppiantò la polvere nera.

Tali sistemi di scavo permisero di effettuare, con relativa facilità, gallerie di ribasso anche di notevole lunghezza per raggiungere il corpo mineralizzato. Senza queste innovazioni tecnologiche, l'industria mineraria sarebbe rimasta senza futuro.

Le stesse gallerie di carreggio poterono essere utilizzate anche per l'eduazione spontanea delle acque (gallerie di scolo), per l'estrazione del minerale e per la ventilazione.

Celebri, a questo proposito, sono le gallerie di scolo delle miniere argentifere di Freiberg (1876) e del bacino lignitifero di Gardanne (1891), gallerie di scolo di eccezionale lunghezza, della sezione di 4-5 mq. Importanti furono anche le gallerie di scolo di Monteponi (1898), nel bacino dell'Iglesiente, e di Fenice Capanne nel Massetano, costruita agli inizi del nuovo secolo.

Dunque, macchine a vapore, aria compressa, binario decauville, perforazione meccanica della roccia, uso sistematico degli esplosivi, promossero la ripresa mineraria nella seconda metà del XIX secolo.

Le lavorazioni minerarie furono approfondite proprio in virtù dei nuovi mezzi resi disponibili

dalla nuova tecnologia. I giacimenti minerari noti da secoli furono ampliati in estensione e in profondità, anche se a tenori inferiori a quelli coltivati dagli antichi minatori, e furono coltivati anche giacimenti che gli antichi non poterono coltivare, o per la presenza dell'acqua o per l'estrema durezza delle rocce.

Tali coltivazioni si resero possibili perché i costi di estrazione subirono riduzioni tali da poter considerare «minerale» ciò che dagli antichi fu considerato «sterile».

Lo sviluppo della giacimento-logia permise poi una più esatta delimitazione dei giacimenti e la scoperta di nuovi.

Nel settore dell'arricchimento del minerale si ebbero progressi nelle laverie a mano con l'uso di crivelli non ancora meccanizzati che producevano ingenti quantità di prodotti misti a tenore intermedio. La prima laveria meccanica si ebbe in Sardegna nel 1875, azionata da motrici, nella quale il grezzo veniva classificato ed arricchito con trommel, crivelli e casse a punta: iniziava così il sistema meccanico di arricchimento gravimetrico.

Sempre nella preparazione meccanica dei minerali, fu Quintino Sella, eminente ingegnere minerario, che concepì la geniale idea di utilizzare le proprietà magnetiche dei minerali di ferro ed a lui si deve la prima cernitrice elettromagnetica, utilizzata per la prima volta nella miniera di Traversella.

In seguito, con ulteriori perfezionamenti, le cernitrici si diffusero dovunque con inestimabile vantaggio per l'industria mineraria.

8. *L'industria mineraria dall'Unità d'Italia alla prima guerra mondiale*

8.1. *La Legislazione mineraria.*

Prima del 1927, vigevano in Italia ancora le antiche leggi ereditate dallo Stato Italiano al momento dell'Unità. Mentre lo Stato si era unificato nel 1861, occorrevano ancora oltre sessant'anni per l'unificazione del diritto minerario. E ciò dipese dai numerosi interessi instauratisi negli ex Stati italiani, politicamente separati fra loro, prima dell'Unità.

Ben tredici legislazioni differenti vigevano in Italia prima dell'Unità. Di esse ne riportiamo un elenco sintetico:

— La legge sardo-piemontese del 20 novembre 1859, n. 3755, emanata a seguito dell'Editto di Carlo Alberto del 30 giugno 1840, era vigente nel Piemonte, Liguria, Lombardia (meno la provincia di Mantova), Sardegna e nelle Marche, e seguiva il sistema giuridico industriale, cioè conferiva al concessionario la proprietà incommutabile della miniera. La legge non si applicava al sale e al salnitro.

— La legge generale montanistica austriaca del 23 maggio 1854, vigente nella provincia di Mantova, nel Veneto e nei territori di Trento, della Venezia Giulia, di Fiume e di Zara, seguiva il sistema regalistico.

— Il Decreto parmense del 21 luglio 1852, vigente nelle province di Parma e Piacenza e nel circondario di Pontremoli (MS), seguiva il sistema giuridico misto, cioè conferiva la concessione governativa solo nel caso di diniego del proprietario del suolo.

— La legge italiana del 9 agosto

1808 (Editto Napoleonico), vigente nelle province di Modena e Reggio, seguiva il sistema demaniale di concessione in cui il proprietario del fondo era preferito purché possedesse i requisiti. La legge proibiva la fabbricazione del sale.

— Il sistema pontificio illimitato, vigente nelle province di Bologna, Ferrara e Ravenna, nel territorio di Pontecorvo (Caserta) e in quello dell'ex Ducato di Benevento, San Leucio, Sant'Angelo e San Marco, seguiva il sistema regalistico con il quale il governo disponeva, per mezzo di concessioni, delle miniere e cave senza alcuna legge speciale, ma con varie bolle e concessioni papali.

— Il sistema pontificio regolato dal R.D. 23 marzo 1865, vigente nella provincia di Forlì, seguiva il sistema industriale in base alla legge del 1859.

— Il sistema pontificio regolato dal R.D. 17 giugno 1872, vigente nelle province di Roma e Perugia, seguiva il sistema industriale in base alla legge del 1859.

— La legge lucchese del 3 maggio 1847, vigente nella provincia di Lucca, meno i territori di Serravezza, Stazzema, Pietrasanta e Barga, nei territori di Montignoso, di Minucciano e di Galliciano e frazioni di Treppignana, Riana e Lupinaia del comune di Fosciandora (MS), seguiva il sistema industriale in quanto la concessione conferiva la proprietà perpetua della miniera.

— Il sistema estense illimitato, vigente nel territorio di Castelnuovo Garfagnana, Fosciandora, meno le frazioni di Treppignana, Riana e Lupinaia, Castiglione, Camporgiano, Vagli Sotto, Aulla, Rocchetta Vara, non era regolato da nessuna legge: le miniere erano di assoluto dominio del Sovrano.

— La legge 1 febbraio 1751 per le cave di marmo nelle Vicinanze del Carrarese e il Regolamento 14 luglio 1846 per quelle del Massese, confermava la proprietà delle cave di marmo già aperte e conferiva la concessione alle cave da aprire.

— Il Motuproprio granducale 13 maggio 1788, vigente nelle province di Arezzo, Firenze, Grosseto, Livorno (meno l'Isola d'Elba), Pisa, (meno il territorio di Piombino), Siena nei territori di Serravezza, Stazzema, Pietrasanta e Barga (LU) e in quelli di Fivizzano, Calice, Terrarossa e Albiano (MS), aboliva il sistema regalistico ed instaurava il sistema giuridico fondiario.

— Il Sovrano Rescritto granducale 28 ottobre 1856, vigente nel territorio dell'Isola d'Elba e del Principato di Piombino, conserva il sistema regalistico per i minerali di ferro.

— La legge borbonica 17 ottobre 1826, vigente nel Regno delle due Sicilie, in base al Rescritto Sovrano 8 ottobre 1808, integrato dal successivo del 30 aprile 1852, disponeva che le miniere di zolfo non potevano essere aperte senza uno speciale permesso di apertur, dietro pagamento di un diritto di regalia spettante allo Stato. Questa legislazione seguiva il sistema misto, cioè quello fondiario e regalistico.

Fu nello Stato Sardo-Piemontese che, insieme alla ripresa produttiva delle miniere sarde, si ebbe, con l'emanazione delle Regie Patenti del 18 ottobre 1822, una concezione moderna del diritto minerario, basato sul sistema industriale demaniale, confermando che la proprietà del fondo non dava alcun diritto sulla miniera.

Dal 1859 ad oggi ha notevol-

mente contribuito allo sviluppo minerario e dell'Arte Mineraria il Corpo delle Miniere, già precedentemente sorto con la promulgazione, da parte dello Stato Sardo-Piemontese, delle Regie Patenti del 1822 che istituì il Corpo Reale degli Ingegneri delle miniere e il primo Consiglio Superiore delle miniere.

Prima dell'unificazione del Regno, il Servizio minerario era disimpegnato, nei vari Stati della Penisola, da appositi corpi di ingegneri, denominati: ingegneri delle miniere nello Stato sardo-piemontese, commissari montanistici nel Lombardo-Veneto, consultori di miniere in Toscana, ispettori delle solfate e calcaroni in Sicilia.

Dopo l'annessione della Lombardia al Regno, fu promulgata la prima legge mineraria del 1859 che può considerarsi l'atto ufficiale di nascita del Corpo Reale delle Miniere e del Consiglio Superiore delle Miniere.

Con l'unificazione dello Stato si ampliò gradatamente il Corpo delle Miniere del Regno sardo-piemontese con l'assunzione di nuovi ingegneri minerari di grande valore.

Il Corpo delle Miniere si è dunque unificato insieme all'Italia, ma l'unificazione della legislazione mineraria doveva ancora attendere faticosamente 68 anni, cioè fino al 1927, anno in cui fu promulgata la legge, ancora vigente, che costituisce la legge mineraria fondamentale dello Stato.

Parallelamente alla evoluzione mineraria, si modificarono anche i criteri informativi delle leggi di Polizia Mineraria che dettano norme in materia di sicurezza delle lavorazioni.

Infatti, la legge del 1859 dettava

anche norme di polizia mineraria. Nella vigilanza sulla sicurezza delle lavorazioni, gli ingegneri delle miniere finivano per essere i depositari delle regole dell'arte, non codificate ma da suggerire.

Tale normativa sopravvisse per 34 anni, fin quando, con legge 30 marzo 1893, n. 184, il cui Regolamento fu promulgato con R.D. 10 gennaio 1907, n. 152, e con il Regolamento di prevenzione infortuni R.D. 18 giugno 1889, n. 231, fu instaurata una disciplina che, pur avendo di mira le condizioni di lavoro dell'epoca ed applicando quelle che allora erano ritenute le cognizioni tecniche più aggiornate, costituì un sistema giuridico articolato con elasticità ed ampiezza tali da consentire agli Uffici minerari di adottare le misure più aggiornate per la sicurezza delle lavorazioni.

Il segreto di tale nascosta vitalità risiedeva nella disposizione cardine di tutta la disciplina, sancita dall'art. 4 della legge e 14 del regolamento, che lasciava arbitro l'ingegnere delle miniere di adottare i provvedimenti necessari per garantire la sicurezza dei lavoratori e dei terzi. Mentre le norme tecniche sancite dalla legge rimanevano ancorate alla loro rigida dizione letterale, rapidamente invecchiandosi, i progressi dell'Arte Mineraria suggerivano l'adozione di cautele ognor più efficaci ed aderenti all'evoluzione tecnica in atto.

L'espedito giuridico che la saggezza del vecchio legislatore aveva messo a disposizione del Corpo delle Miniere si rilevava efficace e funzionale. Tale normativa ha dato i suoi buoni frutti per oltre 67 anni, cioè fino al 1959.

Con R.D. 15 dicembre 1867 fu istituito il Comitato Geologico,

staccando la Sezione Geologica già istituita in seno al Consiglio Superiore delle Miniere.

Il Servizio Geologico del Corpo delle Miniere era composto da ingegneri ai quali fu affidato il compito della rilevazione geologica del territorio del Regno. Il Servizio possedeva anche un Laboratorio Chimico per l'analisi dei campioni prelevati, in particolare, dai giacimenti minerari.

Questa struttura amministrativa permise al Corpo delle Miniere la massima efficienza che si completò con la promulgazione della legge mineraria del 1927.

8.2. La Terza Ripresa Mineraria. Il secolo XVIII fu un secolo di preparazione durante il quale non si affermò nessuna ripresa seria e stabile, ma si risvegliarono l'interesse pubblico e le antiche memorie di un'attività millenaria caduta in oblio.

A cavallo fra il XVIII e il XIX secolo, la Rivoluzione Francese e le guerre dell'Impero obbligarono gran numero di emigrati politici a cercare rifugio nei diversi Stati italiani. Taluni, studiosi di geologia, si occuparono di miniere e le descrissero rendendole popolari, destando interesse nell'opinione pubblica. Numerosi termini, tradotti in gergo minerario di denominazioni francesi, ancora largamente usati nel gergo minerario italiano, ne sono testimonianza.

La rinascita avvenne però con estrema lentezza specialmente in Toscana dove il Motu Proprio granducale del 1788 aveva instaurato il regime giuridico fondiario, da cui derivarono pretese eccessive da parte dei proprietari del suolo che ostacolavano ogni ripresa produttiva.

Ma ormai i tempi erano maturi per la ripresa e questa si sviluppò in tutti i distretti minerari italiani a cominciare dai primi decenni del nuovo secolo.

Nella seconda metà del XIX secolo iniziava dunque l'industria mineraria basata sui presupposti tecnici della Rivoluzione Industriale.

Al momento dell'Unità, l'attività mineraria era assai modesta: i settori minerari principali erano quelli dello zolfo, del piombo argentifero, del rame, del ferro, dei combustibili fossili solidi e del salgemma, nonché quello del marmo delle Alpi Apuane.

Modestissima fu la produzione metallurgica di antimonio regolo, di mercurio, di piombo e di argento. Fonderie per il piombo erano in attività a Cogoleto (GE), dove erano inviati i minerali sardi, a Stazzema (fonderie del Bottino - Argentiera, in provincia di Lucca), a Pertusola (SP), per i minerali sardi e toscani, e ad Auronzo (Belluno).

In Sardegna ebbero breve vita le varie fonderie che trattavano, oltre i minerali, anche le antiche scorie argentifere.

La metallurgia dello zinco era completamente assente perché il metallo non aveva avuto ancora una vera e propria utilizzazione industriale.

La manodopera occupata nel settore minerario, escluse le cave, fu di 33.577 addetti, nelle cave di marmo di 8.200 e nel settore metallurgico solo di 399.

Ma l'attività mineraria si sviluppò notevolmente fino all'inizio della Prima Guerra Mondiale.

— Il nuovo Stato unitario considerò, fin dal 1870, la necessità di creare un'industria siderurgica moderna già fiorente nel periodo etrusco e romano e soprattutto

nel Medioevo ma cristallizzatasi per secoli mantenendo i vecchi metodi sino all'Unità d'Italia.

I moderni ritrovati, come la sostituzione del carbone coke, preparato nelle stesse ferriere (coke metallurgico), al carbone di legna, segnarono un vero progresso, onde l'Inghilterra che per prima adottò questa innovazione e che già nel 1806 possedeva 160 forni in piena efficienza, riuscì a conquistare in breve tutti i mercati mondiali ed a rimanere per lungo tempo alla testa delle nazioni produttrici e consumatori di prodotti siderurgici.

L'ingresso della scienza e della tecnologia nelle officine fecero poi mutare radicalmente le cose: il Convertitore Bessemer è del 1856, il Forno Martin Siemens del 1865. I due sistemi con i quali ebbe inizio l'ascesa della siderurgia moderna furono introdotti in Italia nel decennio 1860-70, il primo nella Magona d'Italia di Piombino e il secondo nelle ferriere, sempre di Piombino, dove proseguiva la tradizione di Populonia.

Da allora cominciò la graduale trasformazione della siderurgia nazionale che segnò un lento ma ininterrotto progresso: nel 1902 entrano in funzione gli altiforni di Portoferraio che, insieme a quelli di Piombino, di Follonica e di San Giovanni Valdarno, sostituiranno nel corso del XX secolo le vecchie ferriere nel trattamento dei minerali di ferro.

Il minerale di ferro, nel 1860, proveniva ancora dall'Isola d'Elba, dalle miniere di Rio e di Calamita, l'estrema punta orientale isolana, là dove l'ago della bussola trema e si agita risentendo l'influenza magnetica del monte. Minerale di ferro proveniva anche dalla Maremma toscana (Valdapsra, presso Niccioleta), dalla Val

d'Aosta (Cogne) e dalla Sardegna (San Leone e Nurra).

La produzione mineraria, prima totalmente esportata, venne utilizzata negli altiforni esistenti nel Regno.

La produzione elbana è imprevedibile nell'antichità ma nella prima metà del secolo scorso ammontava a sole 7.000 t annue per salire a livelli notevoli all'inizio del nostro secolo. Durante la prima guerra mondiale, la produzione annua elbana salì a 800.000 t per mantenersi poi fra 400 e 600.000 t di minerale di ferro.

La miniera di Cogne fu costretta a sospendere i lavori per quasi mezzo secolo a causa della concorrenza del minerale estero, ma le sue coltivazioni furono riprese nell'immediato dopoguerra.

Ridotta fu l'attività delle miniere sarde e lombarde, limitatissima quella di alcuni giacimenti del Piemonte, della Toscana e della Calabria.

Nel corso della Grande Guerra ebbe inizio anche l'utilizzazione delle sabbie ferrifere che si rinvengono lungo tutte le coste della Penisola ove sfociano fiumi provenienti da zone vulcaniche a lava basica.

— Nella prima metà del secolo XIX assunse importanza la ricerca dei minerali di alluminio, metallo nuovo isolato dal Wohler nel 1827 insieme al berillio.

Nel 1887, il francese Paolo Heroult scoprì il processo elettrico per ottenere allumina dalla quale, con il processo chimico Bayer ed elettrolitico Haglund, si ottenne il metallo.

Si sviluppò pertanto molto rapidamente la ricerca e la coltivazione di quel minerale che per la prima volta fu trovato a Baux in Provenza, da cui il nome di Bauxite.

Per molto tempo fu ignorata l'esistenza in Italia di giacimenti di questo minerale ma nel 1901 e nel 1902 furono stipulati contratti di affitto di zone mineralizzate a bauxite in alcuni comuni dell'Aquila. Nel 1904, nella valle del Pescara, tra Bussi e Tocco Castiglione, fu impiantato il primo stabilimento per la fabbricazione di alluminio ad opera della Società Italiana Fabbricazione Alluminio.

La prima produzione mineraria italiana si ebbe nel 1905 in misura molto modesta e la prima produzione di metallo risale al 1907 partendo dalle bauxiti di Lecce dei Marsi (L'Aquila), trattate nello stabilimento di Bussi.

Le ricerche rivelarono l'esistenza di bauxiti, oltre che in Abruzzo, anche in numerose altre località dell'Appennino centrale e meridionale, in particolare nel versante adriatico, nella Penisola Salentina, in Puglia, nel Gargano e nell'alta valle del Liri.

Modesta, comunque, fu la produzione italiana di bauxite agli inizi del nostro secolo e durante la prima guerra mondiale raggiunse solo 9.000 t e quella dell'alluminio oscillò fra 900 e 1.800 t.

— Le coltivazioni di minerali di antimonio vennero riprese nel 1840 nei giacimenti di Pereta e di Mantauto, nel Grossetano. Il Repetti e il Savi riportarono una produzione, per il quinquennio 1845-50, di circa 1.000 t di minerale, per la maggior parte spedito all'estero prima che si costruissero gli impianti metallurgici del Monte Argentario, presso Porto Santo Stefano.

In seguito furono oggetto di attività più o meno intensa i giacimenti di Selvena, del Tafone ed altri minori, sempre nel Mancianese, e più a nord quelli del Frassinense e di Casal di Pari (GR). Dal

1880 fino ai primi decenni del nostro secolo fu in attività anche il giacimento delle Cetine di Cotoniano, nella Montagnola Senese, e dal 1885 fu attiva in Sardegna la miniera di Villasalto (Ballao) con l'annessa fonderia.

Mentre le miniere toscane subirono alterne vicende di attività e sospensioni (dal 1900 al 1908 e dal 1915 al 1918), a seconda delle variazioni dei prezzi del metallo, che raggiunsero il loro massimo nel periodo bellico, le miniere sarde, con l'annessa fonderia, ebbero attività continuativa.

— Miniere di manganese iniziarono le coltivazioni nella seconda metà del secolo; esse producevano in parte minerali adatti all'industria vetraria per l'elevato contenuto in silice altri invece fornirono materiale adatto alla siderurgia.

Nell'Isola di San Pietro, in Sardegna, ebbe inizio una modesta attività mineraria.

L'isola fu abitata dai Romani ma poi rimase abbandonata per secoli, finché un centinaio di genovesi, lasciando l'Isola di Tabaca presso Tunisi, l'ebbe in dono da Carlo Emanuele III fin dal 1737. Carloforte divenne il deposito delle ricchezze minerarie sarde dal cui porto venivano spedite nei luoghi continentali di sfruttamento industriale.

I Carolini iniziarono a sfruttare anche le risorse minerarie della loro Isola ricca di ocre, utilizzate come terre coloranti, e di minerali di manganese. Fin dal 1879 si cominciò ad agglomerare a macchina il minerale di manganese ed a calcinarlo in forni a riverbero.

Attive furono, in Liguria, la miniera di Gambatesa che sempre è stata, anche se di modesta entità, la principale miniera italiana di

manganese e, in Val d'Aosta, la miniera di Saint Marcel.

Anche in Toscana furono coltivate piccole miniere a Quercianella, presso Livorno, e ricerche furono effettuate in località Magazzini nell'Isola d'Elba, a Rapolano e a Bagni di San Casciano, nonché nell'Isola del Giglio e nel Monte Argentario.

Molte di queste mineralizzazioni sono associate ai diaspri del complesso ofiolitifero delle formazioni alloctone che ricoprono la serie toscana.

Fu nelle miniere di ferro manganese del Monte Argentario che, nel 1881, si verificò la prima avvisaglia di disastro minerario, dovuta all'entità dei vuoti di coltivazioni, con il crollo di quasi l'intero sottoterraneo. L'evento non provocò vittime perché si verificò, per fortuna, in un momento di assenza del personale.

— Minerali di rame per oltre 32.000 t furono prodotti, nel 1860, nelle miniere di pirite cuprifera della Val d'Aosta, di Agordo e della Toscana e piccole produzioni si ebbero anche in Liguria.

Dato l'andamento favorevole dei corsi, nel 1827 si ridestò l'interesse per l'affioramento cuprifero del complesso ofiolitifero alloctono di Montecatini Val di Cecina (PI), conosciuto ed in parte coltivato fin da epoca remota.

Evento di straordinaria importanza mineraria si verificò dopo un decennio di intense ricerche che condussero alla scoperta di grosse concentrazioni cuprifere ad alto tenore (calcocite e bornite, in prevalenza, e calcopirite).

Il merito spetta al conte Demetrio Bourtoline di nobile famiglia russa che, venuto in dissapore con il governo zarista, emigrò in Italia per evitare la Siberia e all'ing. Schneider, un tedesco naturaliz-

zato italiano, che diresse la miniera di Montecatini in quel periodo.

Il giacimento di Montecatini portò sensibile contributo anche come fatto nuovo, e per primo segnò il risveglio minerario italiano.

Fin dal 1883 la miniera di Montecatini costituì la base della Società Generale delle Miniere di Montecatini che doveva divenire poi la maggiore impresa mineraria italiana.

Nei suoi 80 anni di vita produttiva, la miniera produsse concentrati di rame con 50.000 t di rame contenuto, ma verso fine secolo la produzione si contrasse e la miniera chiuse nel 1907 per totale esaurimento.

Nonostante i lavori di ricerca, effettuati successivamente a più riprese, la celebre miniera non è stata mai più riaperta.

La Società Montecatini riprese allora in considerazione i giacimenti cupriferi del Massetano dove vennero aperte le miniere di Fenice e Capanne Vecchie e, verso fine secolo (1896), la miniera di Boccheggiano (filone quarzoso-cupriferi) che ebbe un periodo di prosperità fino al 1907.

Il 1907 fu l'anno in cui chiusero molte miniere metallifere, in particolare di rame, alcune per l'andamento sfavorevole del corso dei metalli, altre, come la miniera di Montecatini, per totale esaurimento delle riserve.

L'attività mineraria in Toscana condusse alla scoperta di un minerale nuovo che non era stato ancora preso in considerazione e mai coltivato dagli antichi perché non conosciuto o perché industrialmente inutilizzabile: la Calamina (o ossidato di zinco), esistente in vasti affioramenti presso la località Niccioleta, 9 km a nord di Massa Marittima.

Anche le miniere di rame-piombo-zinco di Campiglia Marittima furono riprese nella Valle dei Luzzi e nella Valle del Temperino verso la fine del secolo dalla Società inglese Etruscan Mines che investì ingenti capitali per la costruzione di grandi impianti nella fonderia di Monterombolo, collegata alle miniere con una ferrovia di notevole importanza. Ma il costo eccessivo di tali investimenti, sproporzionato all'entità dei giacimenti, condusse al fallimento della Società e alla chiusura delle miniere nel 1907, anno in cui molte altre miniere chiusero per il basso corso dei metalli, anche se in quell'anno si ebbe la massima produzione di minerali di rame, però a basso tenore (circa 2%) ed a bassissimo prezzo.

Anche in Liguria furono attive le miniere di rame nel complesso ofiolitifero di Libiola e di Monte Loreto che, tuttavia, non ebbero la fama di quella di Montecatini.

Nel 1901 furono prodotte, in 22 centri estrattivi nazionali, circa 108.000 t di minerale grezzo a tenore alquanto elevato, desumibile dal suo valore unitario, comparabile a quello dei minerali di manganese, di antimonio e di mercurio ed addirittura doppio di quello dei minerali di ferro.

Alla vigilia del conflitto europeo, i centri estrattivi si ridussero a 7 con una produzione di 87.000 t al tenore medio del 2,7%, ma il grezzo aveva un valore metà di quello dei minerali di manganese e di mercurio ed inferiore al valore dei minerali di ferro e della pirite.

La discesa dei prezzi verificata nel 1907 fece precipitare la produzione che riprese solo nel periodo bellico per l'alto valore che assunse la quotazione del rame.

— L'attività esplorativa delle

miniere cuprifere in Toscana favorì l'apertura delle miniere mercurifere del Monte Amiata con la coltivazione di minerali molto ricchi in mercurio (2-3%).

La prima miniera fu quella del Siele (1846) e poi quella delle Solforate (1852). Il mercurio era allora ottenuto in forni a storta o in forni continui.

Queste coltivazioni ebbero enorme successo, tanto che altre miniere furono aperte in quel bacino mercurifero.

Dalla seconda metà del XIX secolo, l'Italia fu ai primi posti nella produzione mondiale di mercurio.

Dalle 116 bombole (1 bb = 34,5 kg) in metallo contenuto prodotto nel 1860, si passò, in un continuo crescendo, alle 30.000 bb, pari a circa il 25% della produzione mondiale, durante il periodo bellico.

Trascurabile fu l'apporto delle piccole concentrazioni cinabrifere di Ripa presso Serravezza, di Levigliani nelle Alpi Apuane e di Jano nel Volterrano, le quali, pur se saltuariamente coltivate, hanno sempre inciso minimamente sulla produzione nazionale di mercurio.

Nella zona mercurifera del Monte Amiata si aprirono, oltre le miniere del Siele e delle Solforate, anche quelle del Morone (Selvena), del Cornacchino, di Bagnore e per ultima, ma fra tutte la più produttiva, quella di Abbadia San Salvatore nel 1897.

Questo straordinario sviluppo minerario fu dovuto all'impiego dei forni Cermak, modificati dallo Spirek, in esercizio nelle miniere di Idria, in Jugoslavia, fin dal 1885-90, che potevano trattare con profitto minerali poveri al 0,4-0,5% in metallo. In virtù di questi nuovi forni, divennero sfruttabili i greti dei fiumi ed i rigagnoli nei quali si gettavano i fanghi delle

laverie che arricchivano, non molto tempo prima, il cosiddetto minerale ricco. Ciò avvenne nel letto del fiume Siele a valle del luogo dove sorgeva la celebre miniera.

Nel periodo bellico la produzione delle miniere fu requisita dallo Stato per la rivendita del mercurio ai Paesi alleati a prezzi notevolmente elevati; il prezzo del mercurio raggiunse il suo massimo nel giugno del 1918.

– Zolfo e pirite hanno sempre avuto il loro destino legato alla produzione dell'acido solforico.

Nel 1860, pirite cuprifera fu prodotta in modesta misura nelle miniere di Brosso (Ivrea), di Agordo (Valle del Cordevole) nella miniera di Valle Imperina e della Maremma toscana (Boccheggiano-filone quarzoso-cuprifero). In quest'ultima miniera veniva ricavato solo il rame nelle fonderie dell'Accesa, presso Massa Marittima, previo arrostimento a bocca di miniera. In un secondo tempo la produzione venne spedita alle fabbriche di acido solforico con il ritorno delle ceneri per l'estrazione del rame.

Lo zolfo non aveva ancora subito la concorrenza della pirite per la fabbricazione dell'acido e la sua produzione fu, in quell'anno, di 158.000 t proveniente dalla Sicilia, Romagna, Marche e dall'Irpinia, e costituiva la principale risorsa mineraria del paese.

Prima della fabbricazione in grande dell'acido solforico, lo zolfo veniva impiegato nella fabbricazione della polvere pirica: in Sicilia, all'inizio del XVIII secolo, erano attive soltanto sei zolfare, mentre la pirite era completamente negletta.

L'acido solforico è una delle sostanze chimiche più anticamente note. Ne avevano già nozione, fin dalla fine dell'VIII secolo, gli alchimisti arabi che l'ottennero per distillazione del solfato ferroso (Ve-

triolo verde), onde il nome di Olio di Vetrolio, nome in uso per lungo tempo, da riferirsi più propriamente all'oleum (acido solforico fumante per eccesso di anidride solforica). Ricordato nel Medioevo da Alberto Magno, l'oleum fu preparato, nei primi del XVII secolo, da Angelo Sala, medico e chimico di Vicenza, con un metodo che può considerarsi precursore dei moderni.

La prima fabbrica di acido solforico sorse nel 1739 a Richmond presso Londra ad opera del Vard. Egli riscaldava, in una grande cassa di ferro, una miscela di zolfo e di nitrato di potassio (Nitro) e raccoglieva i vapori in vasi di vetro contenenti acqua della capacità fino a 300 litri. L'acido che così formavasi, veniva concentrato col riscaldamento. Qualche anno dopo, ai vasi di vetro, facilmente soggetti a rottura, vennero sostituiti recipienti o casse di lamiera di piombo. Nel 1798, queste casse cominciarono a cedere il posto a vere Camere alle quali si facevano arrivare l'anidride solforosa e i vapori nitrosi, prodotti all'esterno, insieme ad una corrente d'aria e di vapor d'acqua: l'acido solforico che così si formava si raccoglieva nella parte bassa della camera di piombo.

Nel 1835, venne applicata, in seguito agli studi del Gay Lussac, la torre che porta il suo nome per utilizzare i vapori nitrosi che prima andavano perduti, e nel 1861, a Newcastle, la torre di Glover con la quale, oltre a rigenerare i vapori nitrosi, si ottenne anche una parte di acido più concentrato di quello delle camere.

Da allora, la fabbricazione del più importante intermedio dell'industria chimica è venuta sempre più a perfezionarsi nei dettagli tecnici e ad ingrandirsi fino a raggiungere i giganteschi impianti moderni.

Il metodo catalitico, introdotto nel-

la pratica industriale nel 1879, nella fabbrica di anilina e di soda di Ludwigshafen, poté conservare il segreto di fabbricazione per oltre un ventennio, costituendo un serio concorrente all'unica fabbrica di oleum di Praga che lo preparava distillando il vetriolo di ferro. Reso noto nel 1898 con un'operazione di spionaggio industriale, portò una vera rivoluzione nei processi di preparazione.

La prima fabbrica di acido solforico in Italia fu impiantata nel 1805 a Milano, ampliata nel 1815 e in questo stesso anno ne venne costruita una a Torino. Le fabbriche di acido solforico andarono moltiplicandosi in Italia, sia col metodo delle Camere di piombo, sia col metodo catalitico, e cominciarono ad espandersi in quasi tutte le regioni, dalla Lombardia al Piemonte, dal Lazio alla Calabria, al Veneto, alla Romagna, alla Toscana, alla Sardegna e alla Sicilia, con prevalenza, per numero ed importanza, nelle regioni del nord. Di esse, alcune furono annesse agli stabilimenti di concimi chimici.

La produzione di acido che nel 1878 era appena di 7.000 t, alla vigilia del conflitto mondiale salì a 420.000 t.

Fino al 1838 l'acido solforico veniva fabbricato con lo zolfo siciliano, ma per la loro limitata singola produzione, le varie miniere non erano in grado di attuare il commercio degli zolfi destinati alle industrie consumatrici situate per la quasi totalità all'estero. Per cui, in quello stesso anno, il governo borbonico, per arrestare la continua discesa dei prezzi, accordò ad una Società francese il diritto esclusivo dell'esportazione; ma il prezzo dello zolfo ne risultò triplicato. Il rialzo dei prezzi, verificatosi nel breve periodo del monopolio francese, contribuì alla sostituzione delle pirite allo zolfo nella fabbricazione

dell'acido solforico. Questa sostituzione fu già sperimentata in Inghilterra quando fu stretta dal blocco napoleonico che le chiudeva le vele nei porti siciliani. È da questo momento che la pirite fu conosciuta in ambito industriale.

Nonostante la concorrenza delle piriti, nuovi impieghi, quale anticrittogamico, e nuove fabbricazioni industriali, quali il solfuro di carbonio, stimolarono la domanda dello zolfo, onde la produzione siciliana dal 1860 andò continuamente crescendo e nel 1901 registrò la massima intensità produttiva con oltre 500.000 t di zolfo, discesa poi a 420.000 t alla vigilia del primo conflitto mondiale. Il numero delle solfare attive si era quasi triplicato, e la manodopera si era raddoppiata raggiungendo quasi 39.000 addetti.

Questo febbrile incremento produttivo si basava esclusivamente sull'impiego della manodopera. Basti pensare che gran parte della produzione di zolfo veniva estratta attraverso vie sotterranee tortuose da fanciulli (Carusi) che portavano a spalla cesti carichi di minerale.

Il vertiginoso ritmo produttivo, non compensato da adeguati mezzi tecnici, causò gravi disastri minerali per il crollo di interi sotterranei con innumerevoli vittime: in provincia di Agrigento, nel 1886 si verificò il crollo della miniera Mintinia Verdilio che provocò 68 morti e, nel 1887, si registrò un altro crollo nella miniera Fratepaolo con 30 morti.

Forti sacrifici gravarono sui carusi e sui minatori siciliani in un ambiente di lavoro completamente ostile «per il gran caldo e l'insopportabile odore», come già aveva preannunciato il Biringuccio oltre tre secoli prima.

Anche la meccanizzazione si evolse con la produzione: nel 1860, delle 300 miniere soltanto 4

erano munite di macchina a vapore per l'estrazione del minerale e l'eduazione delle acque, con una potenza installata di 120 CV complessivi; nel 1901 le macchine a vapore furono 119, con una potenza complessiva di 2.406 CV.

La produzione di zolfo della Romagna e delle Marche, che nel corso della prima metà del secolo fu modestissima, oscillò, dal 1850 al 1900, fra le 20 e le 50.000 t. Al principio del secolo la più importante miniera delle Marche era Peticara, cui si aggiunsero poi Morazzana e Cabernardi. Le miniere attive della Romagna furono numerose, ma tutte di limitata importanza; fra le principali erano Formignano, Busca, Borello, Tana ed altre minori.

In dipendenza delle crescenti richieste di zolfo per la viticoltura, nuove miniere vennero aperte in altre regioni della Penisola: in Calabria nel 1867 (Comero) e in provincia di Avellino, nelle quali, dalla seconda metà del secolo, venne messo in commercio minerale ricco di zolfo macinato impiegato nella solforazione dei vigneti delle regioni meridionali invece dello zolfo raffinato.

La produzione nazionale di zolfo, nel 1905, aveva raggiunto il suo massimo con 569.000 t ma dall'anno successivo iniziò quella lenta e continua discesa che si accentuò nel periodo bellico, quando la produzione risultò poco più della metà di quella del quinquennio 1901-1905. In pochi anni il primato mondiale venne tolto all'Italia dagli Stati Uniti d'America la cui produzione, iniziata nel 1903, già superava quella italiana fin dal 1913.

Prima di essere impiegata nella fabbricazione dell'acido solforico la produzione italiana di pirite era molto limitata: nel 1860 modestis-

sime produzioni provenivano solo dalle miniere di Brosso e di Valle Imperina. Queste miniere avevano vissuto poveramente per l'impiego della pirite nella produzione di solfato di ferro (Vetriolo verde), ma, con il nuovo impiego, queste miniere acquistarono importanza mai prima raggiunta e si ingrandirono assumendo enorme sviluppo.

Risultato importantissimo della ricerca mineraria fu, verso fine secolo, la scoperta del giacimento di Gavorrano (GR) che verrà intensamente coltivato fin dagli inizi del secolo successivo dalla Società Montecatini. Questo giacimento si manifestava con un affioramento ferruginoso poco sotto l'abitato di Gavorrano, nel quale procedevano lavori e cielo aperto per l'estrazione di minerali di ferro, impiegati in forni a tino alimentati con carbone di legna per la fabbricazione di ghisa abbastanza pura.

L'utilizzazione del minerale cuprifero spagnolo, diffusa in Europa nella seconda metà del XIX secolo, indusse tutte le altre miniere più o meno cuprifere, ma ricche di zolfo, a mettere in commercio il loro minerale. Ciò accadde fin dal 1890 per il minerale cuprifero di Boccheggiano che precedentemente veniva arrostito nei piazzali presso la miniera, cagionando gravi danni all'agricoltura, ma che poi fu spedito alle fabbriche di acido solforico nella zona di Firenze che, a loro volta, restituiscono le ceneri per l'estrazione del rame presso Livorno.

Ma solo il giacimento di Gavorrano fu in grado di approvvigionare le fabbriche italiane di acido solforico.

Dall'ultimo decennio del secolo scorso, la produzione di pirite aumentò gradualmente e all'inizio del primo conflitto mondiale aveva già sorpassato le 300.000 t, grazie alla miniera di Gavorrano.

Il rapido incremento produttivo delle miniere italiane che avevano seguito a distanza la produzione dell'acido solforico fino al 1914, consentì poi di fronteggiare l'intero fabbisogno delle nostre fabbriche necessarie all'industria dei concimi chimici e a quella dell'acido solforico concentrato richiesto nella fabbricazione di esplosivi; non solo, ma permise anche, nel triennio 1916-18, una discreta corrente di esportazione.

La produzione di pirite segnò una continua e regolare ascesa rivestendo primaria importanza nella nostra industria mineraria.

Infatti, le scoperte di giacimenti di pirite non si erano ancora arrestate in Toscana: nel 1906 iniziarono, all'intorno di Boccheggiano, i lavori di coltivazione di nuovi e vasti corpi lentiformi a pirite massiva (Miniere di Mognoni e di Botroni) che contribuirono ad alimentare quella corrente di esportazione.

Ma questo grande sforzo produttivo fu funestato da una sciagura mineraria, fra le prime occorse in Italia e che qui è doveroso ricordare.

Il 3 gennaio 1917 alle ore 1 si sviluppò un incendio all'interno della miniera di Gavorrano causato da sovraccarico dei cavi elettrici di alimentazione degli impianti di estrazione, eduazione e dei vari servizi di miniera.

L'incendio, innescato dalla combustione dei cavi elettrici incassati entro contenitori in legno, si sviluppò nella cabina elettrica di distribuzione rivestita con tavole in legno e poi si estese alle armature in legname delle gallerie prossime alla cabina.

I prodotti della combustione, attivati dalla corrente di ventilazione, invasero rapidamente tutti i livelli della miniera, causando la morte per asfissia e avvelenamento di 18

minatori dei 40 che lavoravano in miniera durante il turno di notte.

Drammatica è la descrizione, nei verbali, delle opere di soccorso e di recupero delle salme, cui presero parte anche le squadre di soccorso dei minatori del Monte Amiata dotate di apparecchi respiratori autoprotettori.

— A Monte Valerio, presso Campiglia Marittima, il giacimento di cassiterite, già intensamente coltivato dagli Etruschi, rimase ignorato per oltre due millenni, ma venne «riscoperto» nella seconda metà del secolo nell'euforia del grande risveglio minerario europeo.

I lavori di estrazione dei minerali di stagno furono riattivati nel 1875 dal Blanchard, direttore delle miniere del Bottino Argentiera di Pietrasanta, e si svilupparono ininterrottamente fino al 1890, poi furono ripresi nel 1900 e dal 1908 al 1914.

Essi erano diretti all'estrazione di lenti sporadiche, residuo delle lavorazioni etrusche, in mezzo alle masse ferrifere.

Il minerale estratto veniva esportato, mancando in loco una fonderia per l'estrazione dello stagno metallico, ma la modesta produzione si arrestò nel 1914 con 36 t al 10% in Sn, con l'impiego di 22 operai.

— In Sardegna, la ripresa mineraria ebbe inizio dopo l'estensione all'Isola dell'Editto di Carlo Alberto del 30 giugno 1840 che introdusse nella legislazione mineraria il sistema demaniale industriale, seguito poi dalla legge sardo-piemontese del 20 novembre 1859, n. 3755.

Le coltivazioni interessarono non solo i minerali di piombo, giustificate dal loro contenuto in argento, ma anche altri minerali come quelli di carbone del Sulcis (Bacu Abis), di ferro (Perda Nieddas) e di rame (Tertenia).

Le miniere di piombo argentife-

ro, sorrette dalle favorevoli quotazioni e dalla notevole consistenza dei giacimenti ancora in parte affioranti, si svilupparono fin dal 1860 consentendo produzioni intorno alle 10.000 t. annue di galena argentifera

Le ricerche minerarie si estesero, prima nell'area dell'antica Argentiera, poi si tutta l'Isola. Si scoprirono così nuove miniere di argento nel Sarrabus (filone argentifero del Monte Narba), di minerali misti nel Sulcis (Rosas) e si svilupparono le miniere di Montevecchio.

Nel 1866 venne scoperto lo zinco nelle miniere di piombo sarde, passato fino a quel momento inavvertito, e si ebbe subito produzione di calamina (ossidati di zinco) e successivamente di blenda (solfo). Nel 1870 si ebbe una produzione di 92.000 t di minerali calaminari. Nasceva così in Italia l'industria dello zinco, ignota fino allora perché il metallo fu conosciuto molto tardi e per esso non era ancora sorta una vera utilizzazione industriale.

Infatti, lo zinco non era stato identificato dagli antichi metallurghi i quali fecero uso del bronzo e non dell'ottone. Quest'ultima lega, pur conosciuta dagli antichi, fu ottenuta per caso e denominata Oriccalco. Il motivo dell'ignoranza quasi assoluta di questo misterioso metallo fino ad epoca recente è dovuta al fatto che lo zinco fonde a 419 °C, mentre il rame a 1083 °C, e bolle a 912 °C, mentre il rame a 2340 °C. Per cui i metallurghi, mentre ottenevano la massa fusa del bronzo, lo zinco evaporava sotto forma di fumi bianchi (ossido di zinco, detto lana filosofica) che potevano depositarsi solo in ambiente chiuso. Quest'ossido, senza sapere che cosa fosse, fin dalla più remota antichità era utilizzato in medicina e poi anche dai metallurghi per fabbricare l'Oriccalco.

L'ignoranza dello zinco da parte degli antichi e dei medievali ha contribuito a conservare la consistenza delle miniere sarde nel corso dei millenni ed alla loro ripresa nel XIX secolo, quando le galene iniziarono il loro declino per il diminuito contenuto in argento.

Nel 1889 si aprì la grande galleria di ribasso Umberto I nell'Iglesiente che abbassò di 58 metri il livello idrostatico del Medioevo. Nel 1898, la galleria di scolo della miniera di Monteponi raggiunse una grossa spaccatura nei calcari, per cui il livello idrostatico si abbassò rendendo disponibili alla coltivazione nuovi importanti corpi minerali.

Nel settore dell'arricchimento dei minerali, si ebbero notevoli risultati in Sardegna: nel 1875 fu costruita la Laveria Pilla, azionata per la prima volta da motrici con trasmissioni a fune, e nel 1897 entrarono in funzione la Laveria Ferraris per le calamine, la Laveria Mameli di Monteponi e quella di Buggerru. L'arricchimento avveniva per via idrogravimetrica, integrato da cernitrici magnetiche per la separazione dei misti calaminari ferruginosi.

Miniere di piombo e zinco, negli ultimi decenni del secolo, furono aperte anche in Lombardia (Val Seriana e Val Brembana) che dettero vita ad un nuovo centro produttivo di minerali zinciferi.

Nei primi decenni del XX secolo, la produzione nazionale dei minerali di piombo si era attestata sulle 44.000 t di concentrati e quella dello zinco sulle 135.000-145.000 t.

Le galene si erano però impoverite in argento (nel 1914, i concentrati di piombo contenevano solo 413 gr/t di argento), mentre le miniere argentifere del Sarrabus (filone argentifero), che nel 1891 avevano prodotto circa 2.000 t di minerale, decadde rapidamente e

la produzione non comparve più alla vigilia del conflitto mondiale.

Durante il periodo bellico la produzione dei minerali di zinco risultò più che dimezzata rispetto a quella del periodo precedente perché vennero meno i mercati del Belgio e della Germania che assorbivano la quasi totalità della produzione italiana.

I nostri minerali trovarono allora il loro unico sbocco nelle fonderie francesi e inglesi che però acquistavano a prezzi assolutamente sproporzionati rispetto a quelli di mercato. In Italia non esisteva ancora la metallurgia dello zinco, nonostante i tentativi fatti in Sardegna nel 1899, essendo la Nazione priva delle materie prime indispensabili (carbone e terre refrattarie di alto rango) necessarie alla fabbricazione dello zinco, allora ottenibile solo per via termica.

Tale situazione di dipendenza totale dall'estero, non si verificò per il piombo in quanto la nostra metallurgia, con le fonderie di Monteponi e di Pertusola, poté trattare la produzione nazionale mineraria che purtroppo fu inferiore a quella immediatamente precedentemente al periodo bellico.

— Minerali mercantili di oro provenivano in modesta misura dai filoni di pirite aurifera della Valle Anzasca e da altre valli del Monte Rosa, nel massiccio del Morghen che i valligiani chiamano la montagna dell'oro.

Oro continuò ad estrarsi anche dai filoncelli quarzosi, associato a pirite anche arsenicale, dalla Valle d'Aosta all'Ossola, e dalla sabbia degli affluenti di sinistra del Po.

Le coltivazioni andavano moltiplicandosi, tanto che nel 1893 la produzione globale raggiunse 362 kg di oro. Seguì poi un periodo di decadenza con produzioni sempre più ridotte.

Nel 1901, sette centri estrattivi di oro, con circa 100 addetti, fornirono una produzione di 890 t di minerale grezzo il cui valore unitario superava quello dei minerali di mercurio, di antimonio e di manganese ed era triplo di quello dei minerali di ferro e delle piriti, quadruplo di quello dello zolfo.

Nel 1914 l'attività si era ridotta alla sola miniera di Pestarena (Novara) che fornì una produzione di 206 t di minerale con 186 gr/t di oro e 100 gr/t di argento, ottenuta dall'arricchimento di un grezzo contenente 15 gr/t di oro. La produzione fu totalmente esportata a Freiberg.

Il declino produttivo fu dovuto soprattutto alle difficoltà incontrate nel processo di amalgamazione, a causa del prevalere dell'arsenopirite sulla pirite.

— Ascesa analoga a quella dei minerali di ferro presentarono i combustibili fossili solidi, con incrementi medi annui del 6,7% dal 1860 al 1901 e del 4,8% fino al 1914.

Combustibili fossili di basso rango, con una produzione complessiva di 30.280 t, provenivano, fin dal 1860, da La Thuile in Val d'Aosta e dalla Sardegna per antracite; dalla Sardegna, dalla Toscana (Bacino del Valdarno) e dalla Lombardia (Val Gandino) per le ligniti.

Le modeste riserve di antracite di La Thuile e di Seui in Sardegna, fornirono altrettanto modeste produzioni di antracite.

Le prime ligniti picee furono scoperte in Toscana a Montebamboli, presso Massa Marittima, e a Ribolla, presso Montemassi (GR). Notevole fu lo sviluppo delle ligniti della Toscana (Valdarno-AR, Ribolla-GR, e Lunigiana-MS), dell'Umbria (Spoleto) e della Sardegna (Sulcis).

Nel periodo bellico la produzio-

ne si incrementò notevolmente, oltrepassando i due milioni di tonnellate nel 1918, grazie anche ai provvedimenti legislativi di cui si dirà in seguito, in particolare al Dlt 7 gennaio 1917, n. 35 per il rilascio delle concessioni minerarie anche laddove, come in Toscana, vigeva il regime giuridico fondiario, per arginare le eccessive pretese dei proprietari del suolo.

— Combustibili liquidi e gassosi (petrolio e gas naturale) ebbero in Italia un'importanza produttiva secondaria. Produzioni modeste si ebbero solo nell'Appennino toscano-emiliano nella Valle del Taro, a Miano e a Monte Gibbio (Monte Zibio degli antichi), produzioni tuttavia continuamente crescenti, tanto che nel 1914 la produzione fu di 5.542 t di petrolio e 5.920.000 mc di gas naturale (4.933 Tep).

Il grande sviluppo dell'industria mineraria petrolifera avverrà in Italia solo dopo il secondo conflitto mondiale.

— Roccia asphaltica e bituminosa, insieme al bitume (Pix Tumen, pece bollette dei Romani), ebbe produzioni in continuo aumento negli importanti giacimenti siciliani (Ragusa) e abruzzesi (Chieti e Valle del Liri).

I bitume trovava impiego, fin dall'antichità, come vernice per la calafatura delle navi e come legante nelle costruzioni; con una specie di cemento asphaltico furono costruite le città di Menfi, di Ninive e le mura di Babilonia. Ma lo sviluppo del settore è dovuto all'impiego dell'asfalto nella pavimentazione delle piazze e delle strade urbane, nonché, con l'avvento dell'industria automobilistica, anche delle strade extraurbane.

La modesta produzione di 6.400 t del 1860, sale perciò a 105.000 t nel 1901 e a 171.000 t alla vigilia della Guerra.

— Il salgemma è sempre stato un minerale soggetto a regime monopolistico regolato da una delle prime leggi dello Stato Unitario, la legge 15 giugno 1865, n. 2397 e, fin dal 1860, era prodotto nelle miniere siciliane di San Cataldo, Casteltermini e Racalmuto, nonché nella miniera di Lungro (Cosenza). A Saline di Volterra e a Salsomaggiore veniva estratto il cosiddetto Sale di Sorgente.

È il mare la più grande sorgente dalla quale il sale si estrae per evaporazione e cristallizzazione nelle regioni temperate, oppure per congelamento e successiva cristallizzazione dalle acque madri in caldaie, nelle regioni artiche.

Il sale ottenuto dalle saline allo stato puro, per il suo alto titolo, era destinato all'alimentazione.

Ma l'industria del sale non avrebbe potuto progredire se il prodotto fosse stato impiegato soltanto nell'alimentazione, in quanto l'aumento produttivo sarebbe stato proporzionale all'aumento della popolazione, ma il vertiginoso aumento produttivo che ha interessato questo comparto è dovuto all'impiego del sale nella fabbricazione di importanti e numerosi prodotti chimici.

Il sale industriale, impuro e meno costoso, era estratto allo stato solido dalle miniere siciliane e calabresi, oppure in soluzione dalle sorgenti naturali o artificiali (Sale di Sorgente) di Saline di Volterra e di Salsomaggiore. Anch'esso era sottoposto ai costosi processi di cristallizzazione per ottenere sale alimentare, ma in seguito verrà anche impiegato tal quale come sale industriale.

Dal 1860 al 1914 la produzione italiana di salgemma è soltanto triplicata perché destinata quasi esclusivamente nell'alimentazione umana e animale, ma nel succes-

sivo dopoguerra inizierà lo sviluppo dell'attività mineraria per l'impiego che il sale ebbe sempre di più nell'industria chimica.

Infatti, nel 1914 la Società belga Solvay iniziava ricerche di giacimenti salini nel territorio di Volterra e di Montecatini Val di Cecina con l'impiego di una prima sonda a vapore.

— Grande successo nazionale va attribuito anche ai lavori intrapresi nella regione boracifera toscana.

Notevole sviluppo ebbe infatti l'industria dell'acido borico nella zona di Larderello, iniziata praticamente nel 1860 con una produzione di 2.500 t, ottenuta dalle acque di condensa del vapore in vasche di concentrazione, dette Adriane dal nome dell'inventore Adriano De Larderel, utilizzando il calore dei soffioni, specialmente di quelli esausti, e in tini di cristallizzazione nei quali l'acido borico cristallizza per essere poi purificato con adatti procedimenti.

Questa originale industria, sia pure non importantissima nel contesto dell'economia italiana, prelude un'altra attività ben più importante, l'industria geotermoelettrica, sviluppatasi meravigliosamente dopo il periodo bellico.

— Dal 1860 alla prima guerra mondiale si è dunque verificato il risveglio minerario, accentuatosi dal 1901 al 1906, che può considerarsi il periodo di massimo impegno, sia per quanto riguarda l'attività produttiva, sia per la preparazione delle future miniere.

Nell'arco di mezzo secolo che precede lo scoppio della guerra, si assiste al continuo sviluppo delle miniere di ferro, specialmente dell'Isola d'Elba, di piombo-zinco, specialmente della Sardegna, di mercurio del Monte Amiata, di pirite della Maremma toscana, di

combustibili solidi, di salgemma, di petrolio e di gas naturale, di roccia asfaltica e bituminosa e di acido borico.

Altre miniere, come quelle di zolfo, raggiunsero il massimo produttivo nel 1901, ma poi iniziò il declino già nei primi anni del nuovo secolo, quando lo zolfo della Louisiana e del Texas, estratto con il nuovo metodo Frasch, invase i mercati e tolse il primato mondiale allo zolfo siciliano fin dal 1913. L'andamento a forbice fra costi e ricavi accentuava le difficoltà del comparto; i costi di estrazione subivano incrementi dovuti al progressivo approfondimento delle coltivazioni, mentre il prezzo dello zolfo segnava il passo in seguito alla concorrenza statunitense, per cui il comparto subì numerose e violente crisi e non segnò mai più decisivi progressi tecnici.

Le produzioni di minerali di oro, di manganese, di antimonio, di allume e di grafite andarono declinando rispetto a quelle raggiunte nel 1901, con una certa ripresa nel corso del periodo bellico; anche la produzione di minerali di rame ebbe una drastica riduzione a causa dell'esaurimento del giacimento di Montecatini e della sospensione delle miniere del Campigliese, avvenute nel 1907.

Nel 1901 compaiono nelle statistiche ufficiali anche notevoli produzioni di minerali di ferro-manganese e di argento che però ebbero vita effimera. Le prime dovute alla coltivazione di miniere nel grossetano, le seconde a quella del filone argentifero del Sarrabus, sospese nel periodo precedente la guerra.

La valorizzazione dei giacimenti di salgemma del Volterrano da parte della Solvay, la scoperta del giacimento cupriferi di Montecatini,

del giacimento di pirite di Gavorrano, nonché la valorizzazione dei giacimenti mercuriferi del Monte Amiata e l'interesse per l'industria geotermica, rappresentano il grande successo minerario italiano nel periodo che va dall'Unità d'Italia alla vigilia del primo conflitto mondiale.

La manodopera occupata nelle miniere fu di 33.577 addetti nel 1860, 65.607 nel 1901 e 44.165 nel 1914. Notevole fu l'impiego di manodopera femminile adulta e di minori di 15 anni (maschi e femmine), soprattutto nelle miniere di zolfo siciliano.

Questo febbrile incremento produttivo fu trainato dalla incalzante richiesta europea di materie prime minerarie, ma troppa chimica, troppa siderurgia stavano preparando eventi di eccezionale gravità.

La meccanizzazione si sviluppò notevolmente con l'impiego delle macchine a vapore, in particolare nelle miniere di zolfo, di piombo-zinco, di combustibili fossili e di rame, mentre nel settore degli idrocarburi si fece uso, ovviamente, di motori a gas.

Nel 1901 la potenza installata nelle miniere fu di 735 CV idraulici, 97 CV elettrici, 7.562 CV a vapore e 445 CV a gas e petrolio, mentre nel 1914 si ebbero 1.055 CV idraulici, 4.186 CV elettrici, 10.052 CV a vapore e 7.109 CV a gas e petrolio.

Iniziava così l'innovazione tecnologica dell'elettrificazione che trova l'industria mineraria europea impegnata nella Grande Guerra (la guerra della Siderurgia), quando la popolazione poteva contare 1.600 milioni di abitanti.

9. *L'industria mineraria fra le due guerre*

9.1. *La legislazione mineraria.* – Nel periodo bellico e post-

bellico furono emanate norme legislative allo scopo di evitare i difetti insiti nel regime giuridico fondiario vigente in due regioni di capitale importanza mineraria: la Sicilia e la Toscana.

Queste leggi confermarono il diritto di proprietà fondiaria ma vollero mitigare le eccessive pretese dei proprietari del suolo allo scopo di incentivare la produzione di quelle sostanze minerali che costituivano carattere strategico nel corso degli eventi bellici e post-bellici. Esse non contenevano ancora alcuna espressa dichiarazione di demanialità del sottosuolo minerario (ma ve n'era indubbiamente il germe), tuttavia conferivano allo Stato (nel rispetto del diritto di proprietà) la disponibilità del sottosuolo, nel che sta la sostanza della demanialità.

Disposizioni legislative speciali furono adottate per i combustibili fossili con Dlt 7 gennaio 1917, n. 35 (*), e Dlt 22 febbraio 1917, n. 261, per gli zolfi con Dlt 18 luglio 1918, n. 1194, esteso poi ai sali alcalini e al salnitro con Dlt 26 gennaio 1919, n. 105 e infine per le sostanze radioattive con legge 3 dicembre 1922, n. 1636.

Queste leggi, preludenti la legge unificatrice del 1927, ebbero applicazione, ove necessario, in tutto il territorio dello Stato instaurando un regime fondiario affievolito.

Con il Trattato di Versailles del giugno 1919 furono assegnate all'Italia le province del Trentino-Alto Adige, della Venezia Giulia e dell'Istria. In queste province le miniere erano regolate dalla legge montanistica austriaca del 1854 che vi rimase in vigore fino

(*) Anche in seguito alle crisi carbonifere europee dovute alla devastazione di 103 miniere di carbone in Francia ad opera dei tedeschi nel corso della guerra.

alla promulgazione della legge unificatrice.

Importanti miniere entrarono a far parte del patrimonio minerario italiano, come i giacimenti dolomitici (magnesio) di Trento, di pirite cuprifera di Calceranica e del Calisio, di feldspati, di fluorite e barite nel Trentino, di piombo e zinco di Monteneve (Shcneeberg) di Bolzano, di piombo e zinco Raibl e di solfuri polimetallici del Monte Avanza (Forni Avoltri) nel Friuli-Venezia Giulia, di mercurio (Idria), di carbone (Arsa) e di bauxite (Pola) nell'Istria.

9.1.1. La legge Mineraria del 1927 – Il R.D. 29 luglio 1927, n. 1443, emanato in forza della legge delega 14 aprile 1927, n. 571, detta norme sulla ricerca e la coltivazione delle miniere, integrando, modificando e sopprimendo le disposizioni prima vigenti, per metter fine al caos legislativo instauratosi in Italia prima dell'Unità.

È quella *Reductio ad Unum*, in un solo testo organico, delle tredici legislazioni prima vigenti.

In Italia vivevano allora i sistemi più difformi facenti capo al sistema industriale, al sistema regalistico, al sistema fondiario e al sistema misto.

Specialmente al sistema fondiario erano legati i gravi inconvenienti che spesso facevano rinunciare ad iniziative industriali a danno della pubblica utilità e dell'interesse generale del Paese.

La nuova legge mineraria ha informato il nuovo sistema legislativo al principio della demanialità del sottosuolo minerario (Concessione mineraria da parte dello Stato), perché meglio di ogni altro consente la razionale disciplina delle attività volte alla valorizzazione del sottosuolo da parte d'impresе pubbliche e private (Sistema demaniale).

Infatti, il proprietario del suolo

difficilmente possiede le capacità (tecnica ed economica) che sono indispensabili per condurre un'impresa mineraria, caratterizzata da notevoli impegni finanziari soggetti ad elevato rischio. Pertanto, il passaggio dal regime giuridico fondiario a quello ispirato alla demanialità del sottosuolo minerario si rendeva non solo indispensabile, ma anche e soprattutto urgente.

La nuova legge, per non turbare i diritti precostituiti, disciplinò il passaggio dai vecchi al nuovo sistema mediante accurate e precise norme transitorie e, tenendo nella massima considerazione il diritto di «proprietà attiva», conferiva la concessione perpetua (art. 54) al legittimo proprietario del diritto di escavazione, qualora la miniera risultasse in normale coltivazione alla data di pubblicazione della Legge. E stabiliva, alla lettera b) dell'art. 60, che entro un anno dalla sua pubblicazione doveva esser fatta denuncia, corredata dei titoli comprovanti la disponibilità o la proprietà, dell'esercizio della miniera.

La nuova legge ha abrogato tutte le disposizioni delle leggi e dei decreti prima vigenti in materia mineraria (art. 64), ma nulla ha innovato (lett. e) all'ordinamento giuridico ed al sistema di utilizzazione delle miniere e delle sorgenti termali e minerali pertinenti allo Stato. Per miniere pertinenti (o appartenenti) allo Stato sono da intendersi le miniere già esercite dallo Stato o di cui lo Stato ne avesse la proprietà per il disposto delle leggi precedenti, come per esempio le miniere di ferro dell'Isola d'Elba, trasferite, con le altre miniere cosiddette erariali, al Demanio patrimoniale dello Stato.

Si ritiene interessante riportare le più significative frasi della Relazione che accompagna la Legge:

«Questione di primaria importanza è quella dell'atteggiamento che deve prendere lo Stato nel campo delle attività minerarie... La scienza ha condannato, e per sempre, la concezione formale e manifestamente irrazionale del diritto di proprietà posto a fondamento del sistema fondiario... Le necessità della pubblica economia consigliano, oggi più che in passato, di svincolare la disponibilità del sottosuolo da quella della superficie... Il più delle volte, il suo intervento (del superficiario n.d.r.) è puramente negativo, con pretese smodate di fronte alle quali cadono le iniziative più ardimentose... L'esperienza utile fatta con le legislazioni di guerra e del dopoguerra consiglia di non lasciare all'arbitrio del privato le ricerche minerarie. Ogni forma di insana speculazione deve essere impedita o repressa... Il concessionario deve considerarsi come investito di una pubblica funzione e che, per l'importanza che hanno nell'economia moderna le materie prime e per l'autorità da cui discende la facoltà di ricercarle e coltivarle, egli, più che il diritto, ha il dovere di dare all'impresa tutte le sue forze... Con l'emanazione del nuovo decreto legislativo restano abrogate tutte le disposizioni delle leggi e dei decreti fino ad ora vigenti in materia mineraria. Tuttavia... nulla è innovato... all'ordinamento concernente le miniere e le sorgenti termali e minerali appartenenti allo Stato... Il Paese riconoscerà che, mentre sono state assicurate le più alte e inderogabili prerogative dello Stato, ogni interesse apprezzabile ebbe la sua giuridica tutela».

Questo processo di unificazione legislativa ha mantenuto il sistema fondiario solo per i materiali di cava (con l'eccezione di cui all'art. 45) mentre per i minerali di prima categoria ha instau-

rato il regime giuridico demaniale. In questo sistema, i giacimenti minerari di prima categoria sono beni appartenenti al Patrimonio indisponibile dello Stato (art. 826 del codice civile).

A norma della legge mineraria del 1927, la ricerca e la coltivazione delle sostanze minerali sotto qualsiasi forma o condizione fisica sono da essa regolate (art. I).

Per le sostanze minerali, la legge individua due categorie, quella delle miniere (prima categoria) e quella delle cave e torbiere (seconda categoria). Alla prima categoria appartengono le sostanze di maggiore rilevanza, come i minerali metalliferi, i combustibili solidi, liquidi e gassosi, i fosfati, i sali alcalini e magnesiaci, i minerali e le argille industriali e refrattarie, le pietre preziose, le sostanze radioattive, ...i vapori e i gas del sottosuolo.

Le miniere possono essere coltivate soltanto da chi ne abbia avuto la concessione (art. 14). La concessione è fatta con decreto del Ministro dell'Industria, sentito il Consiglio Superiore delle Miniere (art. 18).

La concessione mineraria, anche se perpetua, è relativa, nel senso che può essere rilasciata solo a chi ne abbia la capacità (artt. 14 e 57); onerosa perché il concessionario è soggetto al diritto proporzionale annuo (art. 25); trasmissibile *inter vivos* e *mortis causa* (artt. 27 e 28); ipotecabile per ottenere credito per il miglioramento degli impianti (art. 22); caducabile quando vengano a mancare i requisiti per cui fu rilasciata (art. 40).

Il Consiglio Superiore delle Miniere fu notevolmente impegnato per risolvere i quesiti conseguenti all'entrata in vigore della nuova legge, specialmente per quanto riguarda le disposizioni transitorie.

Immediatamente dopo la promulgazione della legge furono emanati provvedimenti legislativi sulla obbligatorietà della denuncia dei dati statistici con R.D. 18 dicembre 1927, n. 2717; sulla denuncia dello stato dei lavori con D.M. 30 gennaio 1928; sulla decadenza di concessioni e permessi di ricerca e sui programmi di lavoro delle miniere con R.D.L. 16 giugno 1936, n. 1347, convertito con legge 25 gennaio 1937, n. 218.

Con R. D. 23 marzo 1940, n. 245 veniva istituita la Direzione Generale delle Miniere presso il Ministero delle Corporazioni (oggi Industria, Commercio e Artigianato).

Un Laboratorio Chimico era già stato istituito presso l'Ufficio Geologico fin dal 1889, poi con R.D. 15 dicembre 1936, n. 2335 venne creato il Laboratorio Chimico del Corpo delle Miniere con ruolo distaccato dei chimici che ebbe funzionamento autonomo con il predetto R.D. n. 245/1940. IL Servizio Chimico del Corpo delle Miniere fu definitivamente istituito con R.D. 10 maggio 1943.

9.2. La situazione mineraria nel dopoguerra e la crisi del 1929 – Nel XIX secolo le grandi novità che incentivarono lo sviluppo minerario furono la scoperta e la coltivazione del celebre giacimento cuprifero di Montecatini e la scoperta della miniera di Gavorrano.

Novità mineraria importante del dopoguerra fu l'acquisizione delle miniere delle cosiddette provincie redente che entrarono a far parte del patrimonio minerario italiano.

Nell'immediato dopoguerra continuò senza interruzione la coltivazione delle vecchie miniere, conosciute o coltivate fin da epoca remota, e della nuova miniera di Gavorrano, alla quale si

deve l'inizio produttivo delle pirite della Maremma, che sostituì le tradizionali miniere di rame, piombo e argento del distretto minerario di Massa Marittima. Così, come Montecatini fu la grande novità mineraria del XIX secolo, Gavorrano lo fu per il XX secolo.

Ma altre importantissime novità dovevano accrescere il potenziale minerario nazionale.

L'inizio degli studi di geofisica mineraria e l'applicazione di essi a tutto il territorio nazionale, permise di ampliare la conoscenza dei vecchi giacimenti, conosciuti da lungo tempo perché affioranti, prolungando la loro vita produttiva. Ma la geofisica permise soprattutto di scoprire nuovi giacimenti minerari, anche se manifesti in affioramento con indizi più o meno vistosi: nel 1924, nella zona di Gavorrano, furono segnalati i giacimenti di pirite di Rigoloccio, di Ravi e della Massa Boccheggiano; a Boccheggiano, nel 1925, fu segnalato il giacimento di pirite di Baciolo quando quelli di Molognoni e di Botroni erano prossimi all'esaurimento; nel 1926 fu segnalato il grande giacimento della Niccioleta che si manifestava in affioramento con vistosi cappellacci ferruginosi e calaminari.

Fu la geofisica che permise di ampliare i giacimenti noti e di scoprirne nuovi, particolarmente di pirite, ed è dai metodi più sofisticati di geofisica che si attendono oggi eventuali nuove scoperte di giacimenti non affioranti, sottratti perciò all'attenzione degli antichi ricercatori.

Nell'immediato dopoguerra la attività mineraria riprese con le vecchie miniere ed anche con le nuove, comprese quelle delle provincie annesse allo Stato italiano, in un processo di riorganizzazione incentivato dai decreti luogotenenziali emanati nel periodo bellico e post-bellico,

prima, e dalla nuova legge mineraria del 1927, dopo.

Le miniere passate allo Stato italiano con il Trattato di Versailles incrementarono i livelli produttivi nei settori chiave dell'industria, come i settori carbonifero, della bauxite, del piombo-zinco, della fluorite, del mercurio e del magnesio. Particolare interesse assumevano le miniere carbonifere dell'Arsa, già coltivate dai Romani e dalla Repubblica di Venezia. L'Austria, invece, quasi se ne era disinteressata perché aveva nella Stiria ben altra abbondanza di carbone. Fin dal 1920 si era costituita a Trieste la Società Carbonifera dell'Arsa ma occorsero ancora cinque anni perché la gestione potesse passare tutta al capitale italiano e le miniere entrassero in coltivazione.

Mentre l'industria mineraria si accingeva a questo processo di riorganizzazione generale, una crisi mondiale di inaudita violenza imperversò dal 1929 al 1932 travolgendo le economie di ogni paese.

Il marasma economico prodotto dalle devastazioni della guerra, mai sanate nel decennio successivo, esplose sotto forma di fulmineo crollo dei prezzi, manifestandosi in America nel campo dei prodotti agricoli, poi, nell'ottobre 1929, raggiunse la Borsa di New York (Crollo di Wall Street) travolgendo anche i valori industriali.

Molte industrie dovettero sospendere la produzione rovesciando sul lastrico milioni di disoccupati. Poiché la produzione mineraria dipende dalla produzione industriale, la crisi imperversò su tutte le miniere e fece sentire i suoi effetti dirimpenti anche sull'industria italiana.

Né fu sufficiente che le miniere reagissero prontamente sul piano tecnico ed organizzativo, concentrando le produzioni, mi-

gliorando i rendimenti e ampliando gli investimenti per la meccanizzazione.

Divenuta insostenibile negli anni dal 1930 al 1932, la crisi determinò una forte contrazione dell'attività produttiva in molti settori minerari: numerose miniere, specialmente le più povere, vennero abbandonate ed in esse vennero trascurate persino le manutenzioni col rischio di comprometterne la eventuale futura ripresa.

La produzione di mercurio che dopo il 1919, acquisite le miniere di Idria, superava quella della Spagna, ad eccezione del triennio 1927-29, divenne precaria per la notevole riduzione delle esportazioni. La produzione infatti calò da circa 2.000 t nel 1929 a 600 t nel 1933.

Analoga discesa si verificò nel settore siderurgico: i minerali di ferro da 715.000 t passarono a 412.000 t; la ghisa da 670.000 t a 460.000 t; l'acciaio da 2.122.000 t a 1.400.000 t.

Drastica fu la riduzione produttiva del marmo a seguito del notevole calo delle esportazioni.

I prezzi del piombo, zinco, rappresentarono una discesa lineare, con il minimo nel luglio 1932. L'argento subì una brusca contrazione di prezzo nel gennaio 1931. Il confronto dei prezzi per gli anni 1932-33 con la media del quinquennio 1909-13 mette in evidenza il notevole ribasso subito in rapporto al periodo ante-guerra e rivela le ragioni della crisi che afflisse le relative industrie nei loro diversi rami (minerario, mineralurgico, metallurgico).

Le miniere di zinco ridussero di un terzo la loro produzione, perciò in condizioni particolarmente difficili si trovarono le miniere sarde e la metallurgia sarda nonché quelle di La Spezia, di Vado Ligure e di Crotone.

Andamento diverso ebbe la produzione di piombo che si mantenne sui livelli del 1925. Il consumo di zinco, nel biennio

1930-31, diminuì del 30,65%, quello del piombo solo del 4,4%.

Il carbone liburnico incontrò non lievi difficoltà, mentre la produzione di lignite picea si ridusse del 21,2% e quella della xiloide di quasi il 40%.

Lo zolfo siciliano mantenne il prezzo e la produzione complessiva andò leggermente aumentando. L'introduzione dei nuovi forni Gallè a ricupero di calore diede una maggiore resa in zolfo in confronto ai forni Gill.

Nel 1932 la produzione di molti minerali calò ancora rispetto al 1931, come i minerali di manganese, di ferro, di piombo, di zinco, pirite, magnesite, mercurio, rame; altri presentarono qualche aumento, come antracite, petrolio, bauxite, caolino e terre caoliniche e fluorite.

Come conseguenza della ridotta produzione, non compensata da qualche aumento, il valore della produzione mineraria subì una diminuzione del 14,3% nel 1930; fattori negativi continuarono nel 1931 quando il valore totale della produzione si ridusse ulteriormente del 25%.

Anche l'occupazione seguì riduzioni corrispondenti.

Fra i metalli, solo la produzione di alluminio (e di allumina) subì sensibili aumenti a causa del nascente impianto elettrolitico di Porto Marghera.

L'autarchia e lo sviluppo minerario

Dal 1933 si verificarono i primi segni di ripresa e dal 1935, con l'inizio della Guerra d'Africa e delle Sanzioni, la politica autarchica diede nuovo impulso all'industria mineraria italiana. Tutti i settori minerari furono rivalutati per raggiungere l'obiettivo riassunto nello slogan: Bastare a noi stessi!

Nell'ottimismo industriale, oltre che minerario, con il quale si

sognava l'autosufficienza delle materie prime, dal piombo allo zinco, dall'idrogenazione delle ligniti alla sostituzione del rame con l'alluminio e lo zinco, dalla produzione dello stagno e dell'oro allo sfruttamento delle leuciti per assicurare l'autosufficienza di alluminio e di potassa, non si teneva conto delle regole dettate dall'economia, ma solo di assicurare il rifornimento delle materie prime che dovevano essere importate in cambio di oro. Ma assurda era la convinzione che questa strategia dovesse durare in eterno (Non si torna indietro!), quando le risorse minerarie italiane, proiettate ai consumi futuri, non potevano certamente soddisfare questa ambiziosa utopia.

Tuttavia, in questa euforia autarchica, il settore minerario italiano fu mobilitato ai massimi livelli produttivi.

-Le nuove scoperte permisero il rapido sviluppo produttivo della pirite che andò continuamente crescendo: da 335.000 t nel 1914 superò il milione di tonnellate nel 1940.

I livelli occupazionali raddoppiarono in questo comparto: nel 1940 la manodopera occupata fu di circa 5.800 addetti, doppiando quella del 1914.

L'importanza strategica della pirite si accrebbe con il grande sviluppo che si intese dare alla siderurgia e la pirite fu considerata, con linguaggio metallurgico, «vena di ferro». Il residuo della sua combustione nei forni annessi alle fabbriche di acido solforico, le cosiddette ceneri di pirite, fino a pochi anni prima considerate un capomorto ingombrante, furono utilizzate dalla Società Montecatini per l'estrazione del ferro nei due stabilimenti di Piombino e di Marghera.

La produzione di pirite era assicurata, in massima parte, dalle miniere della Maremma toscana

e, in minor misura, dalle antiche miniere della Valle Imperina, di Brosso e di Traversella, nonché da quelle di Calceranica dopo che il Trentino fu annesso all'Italia.

Le piriti della Maremma erano trasportate per ferrovia al pontile di carico di Portiglioni presso Follonica, per essere distribuite alle varie fabbriche di acido solforico. Ma per disaccordo sui prezzi di trasporto con la Società Ferroviaria, la Società Montecatini studiò un sistema di trasporto mediante teleferiche dello sviluppo complessivo di 45 km che risultò più elastico e più economico di quello su rotaia.

Perciò, fin dall'inizio degli anni Trenta, la produzione delle piriti maremmane, dopo arricchimento gravimetrico, veniva spedita mediante una grande rete di teleferiche con la quale la miniera di Boccheggiano venne congiunta con quella di Niccioleta ed ambedue inviavano collettivamente la loro produzione alla stazione ferroviaria di Scarlino dove affluivano, con teleferica, anche le piriti di Gavorrano e di Ravi. Il silos di raccolta di Scarlino serviva al caricamento dei vagoni ferroviari per la pirite da trasportare su rotaia, mentre un'altra teleferica congiungeva Scarlino al pontile di Portiglioni, presso Follonica, per il trasporto della pirite con navi mineraliere.

L'importanza che assunse la coltivazione della miniera di Niccioleta impose l'apertura della grande galleria di scolo lunga 5.360 m, iniziata nel 1935.

-Nonostante la deficienza di materie prime, nel 1914 la produzione siderurgica italiana aveva raggiunto 911.000 t di acciaio e 385.000 t di ghisa e nel 1917, in pieno periodo bellico, raggiunse 1.322.000 t di acciaio e 470.000 t di ghisa.

Nel dopoguerra l'industria siderurgica risentì più di ogni altra delle sfavorevoli condizioni di

carattere economico, politico e sociale ed in genere del disagio generale, perciò la produzione andò declinando, toccando il fondo nel 1921 con 713.000 t di acciaio e 60.000 t di ghisa. Tuttavia, sotto la spinta dell'industria manifatturiera, l'attività riprese e nel 1935, dopo la grande crisi, la produzione di ghisa aveva superato le 670.000 t, in massima parte prodotta negli altiforni a coke (14 in funzione) di Piombino, Poroferraio e di Bagnoli dove proseguì la tradizione di Dicearchia. La produzione di acciaio raggiunse 2.253.000 t, ottenuta in 124 forni Martin-Siemens, in 8 convertitori Bessemer e in 88 forni elettrici, dislocati in vari stabilimenti, oltre quelli prima citati, dell'Ansaldo di Cornigliano, delle Ferriere Lombarde Falk e della Società Nazionale Cogne.

La produzione dei minerali di ferro provenne dalle «eterne» miniere dell'Isola d'Elba e di Cogne, nonché da quelle della Nurra, di Valdaspra (presso Niccioleta) e dalle miniere di siderite della Val di Scalve e della Val Trompia nel Bergamasco, riprese nel 1935. Nel 1940, la produzione di minerali di ferro superò il milione di tonnellate.

-Le miniere di ferro-manganese del Monte Argentario continuarono a produrre minerale adatto all'impiego siderurgico, come pure quelle liguri di manganese.

-Anche nel settore metallurgico, il progresso industriale si fece sentire soprattutto nei comparti dello zinco, del piombo e dell'alluminio.

L'industria dello zinco aveva importanza notevole per la ricchezza dei giacimenti della Sardegna, del Bergamasco (Gorno), dell'Alto Adige (Monteneve) e del Friuli (Raibl), ma nonostante le sue disponibilità mancava quasi totalmente di officine me-

tallurgiche per l'estrazione dello zinco. Gran parte del minerale veniva perciò esportato e ritornava in Italia sotto forma di metallo. Ciò perché, come prima osservato, mancavano le materie prime per l'estrazione dello zinco, allora ottenibile solo per via termica.

Affermatosi nel campo industriale il processo di estrazione per via elettrolitica (Processo Cambi), decolla in Italia l'industria dello zinco: un primo stabilimento per via termica era già sorto a Vado Ligure nel 1918 ad opera della Società Mineraria di Monteponi, ma altri impianti elettrolitici verticalizzarono l'industria italiana dello zinco: nel 1921 fu costruito quello di San Dalmazio di Tenda (chiuso poi nel 1930 per l'esaurimento dei giacimenti zinciferi della Vallaura), nel 1925 un terzo ancor più importante a Campo Pisano in Sardegna e nel 1928 quello di Crotone.

La produzione italiana di zinco da 3.000 t nel 1922, salì a 40.000 t nel 1940. L'Italia si trovò così ai primi posti fra i Paesi produttori, grazie agli impianti in funzione, mentre altri erano in preparazione a Porto Marghera, entrati in esercizio nel giugno 1936.

La metallurgia del piombo era ancora incentrata nei poli produttivi delle fonderie di Monteponi e di Pertusola, ma nel 1932 entrò in funzione il nuovo stabilimento di San Gavino in Sardegna della capacità di targa di 10.000 t annue, cosicché la produzione di piombo primario, che fino al 1914 fu di circa 20.000 t, dal 1923, con la ripresa generale dell'economia del Paese dopo la depressione del periodo bellico e post-bellico, salì a 44.000 t nel 1938, tale da soddisfare gran parte del fabbisogno interno.

La produzione di argento da piombo d'opera fu di 42 t nel

1936 e di 23 t nel 1940.

Lo sviluppo delle miniere di minerali misti di piombo e zinco era legato soprattutto agli impianti di flottazione selettiva per l'ottenimento di concentrati di minerali di piombo e di zinco nettamente separati per rendere possibile il loro utilizzo nella metallurgia. Il processo di flottazione selettiva, iniziato nelle miniere sarde negli anni Venti, contribuì enormemente alla ripresa dell'industria mineraria. I primi impianti di flottazione sorsero, nel 1924, a Montevecchio e a Ingurtosu per trattare le ingenti quantità di misti gravimetrici accumulati nel corso degli anni; ma altri numerosi impianti furono installati all'Argentiera, Malacalzettà, Monte Agruxau e a Monteponi. Di notevole importanza fu il nuovo impianto di Campo Pisano costruito per la valorizzazione delle masse di solfuri misti messe in vista dai lavori spinti oltre le già note masse di calamine ferruginose.

La ripresa dell'industria mineraria piombo-zincifera si ebbe dopo la grande crisi del 1929, tanto che nel 1934 si avvertirono i primi segni di ripresa che si consolidò negli anni successivi, sorretta dalle impellenti necessità nazionali imposte dalle «sanzioni», ma anche dall'applicazione generalizzata di progressi tecnici e organizzativi.

Nelle miniere, non solo in quelle di piombo-zinco, venne largamente utilizzato il metodo Bédoux per la valutazione del lavoro che tanto malcontento suscitò nelle maestranze e che si concluse con uno sciopero (allora vietato) dei minatori della miniera di Gavorrano.

Questo sforzo tecnico ed organizzativo non tardò a dare i suoi frutti, tanto che nel 1940 la produzione complessiva toccò la notevole cifra di oltre 47.000 t di piombo e 96.000 t di zinco con-

tenuti nei rispettivi concentrati.

Nelle grandi miniere sarde i lavori di coltivazione continuarono ad approfondirsi, per cui, nella miniera di Monteponi, si rese necessario realizzare l'impianto di eduazione a quota -60 s.l.m.

– Con l'acquisizione delle miniere di bauxite dell'Istria, iniziò in Italia l'industria dell'alluminio.

La produzione mineraria di bauxite ebbe praticamente inizio nell'immediato dopoguerra ed andò continuamente crescendo: dalle 161.000 t del 1930, provenienti dalle miniere istriane, la produzione raggiunse 571.000 t di bauxite al 55,87% (3,32% in SiO₂) nel 1940, con una occupazione di 2.250 addetti. La produzione istriana fu di 400.000 t, mentre era iniziata, fin dal 1939, la produzione della miniera di San Giovanni Rotondo che, nel 1940, raggiunse 166.000 t.

Per tale motivo fu costruito fin dal 1930 l'impianto per la fabbricazione elettrolitica di alluminio con il processo Haglund di Porto Marghera, per cui la produzione fu di 18.000 t di alluminio nel 1936 e di 39.000 t nel 1940, con l'ausilio degli impianti di Mori e di Bolzano. Il vecchio stabilimento di Bussi fu chiuso nel 1939.

Si pose fin da allora il problema della utilizzazione della leucite, silicato di alluminio e di potassio, abbondante nelle rocce basiche dell'Italia centrale (Rocca Monfina, Monti Albani e Laziali, Campi Flegrei), per l'estrazione di allumina e potassa.

Un metodo di utilizzazione della leucite per via acida fu ideato dal Blanc per risolvere l'assillante problema dell'alluminio e dei sali potassici, questi ultimi così largamente richiesti dalle industrie dei concimi chimici e degli esplosivi. Spetta al Blanc il merito dell'ideazione di questo processo che, se applicabile in pratica, potrebbe fare della leucite una ricchezza mine-

raria nazionale. Ma tale processo, sperimentato nell'impianto di Aurelia presso Civitavecchia, non fu mai realizzato su scala industriale per le difficoltà inerenti, soprattutto, le fasi di filtrazione delle soluzioni, perciò, nel 1940, lo stabilimento fu utilizzato per il trattamento delle bauxiti, ma con scarso successo.

L'obiettivo da raggiungere fu quello delle 40.000 t di alluminio, definito il metallo italianissimo, forse per aver pensato alle riserve di bauxite, soprattutto istriane, e alle inesauribili riserve di leucite, ma non si tenne conto dell'alto costo energetico richiesto.

– Il passaggio all'Italia delle miniere di Idria (Gorizia) determinò anche nel mercurifero notevoli passi avanti. Infatti, dalle 119.000 t di minerale all'1% di mercurio (34.000 bb) del 1914, la produzione passò a 245.000 t nel 1930 e a circa 254.000 t di minerale all'1,29% in mercurio (94.000 bb) nel 1940, di cui 72.000 t di minerale istriano, cosicché l'Italia poté gareggiare con la Spagna che possedeva le ricche miniere di Almaden, nel primato mondiale del mercurio.

L'occupazione in questo comparto salì a circa 1.700 addetti, contro i 900 del 1914.

– Modesta fu la produzione di minerali di rame proveniente dalle miniere di Fragnè e Fabbriche nelle province di Vercelli e di Torino e di Ollomont in Val d'Aosta, mentre intense furono le ricerche di questi minerali nel complesso ofiolitifero dell'Appennino e delle rocce verdi alpine.

Nonostante l'intensa attività di ricerca, la produzione mineraria del 1940 raggiunse appena 19.000 t di minerale a tenore alquanto elevato (7,18% Cu), ma il metallo contenuto era circa metà di quello ottenuto alla vigilia del primo conflitto mondiale quando la produzione proveniva anche

dalla miniera Fenice Capanne. In questa miniera, le coltivazioni furono arretrate al livello della galleria di scolo ed i lavori di educazione per l'abbassamento della falda idrica, effettuati dalla Società Montecatini, non portarono ad alcun pratico risultato.

– Anche il comparto dell'antimonio, che si reggeva con le sole miniere sarde di Su Suergiu con l'annessa fonderia di Villasalto, era attestato su una produzione di circa 2.600 t di grezzo fino al 1938, quando entrò in coltivazione la miniera di Macchia Casella nel Mancianese (GR). Da allora la produzione quasi raddoppiò e nel 1940 raggiunse 5.300 t di grezzo e la produzione di antimonio regolo salì a 565 t.

– Nel periodo autarchico sono anche da segnalare, con riferimento ai dati del 1940, modeste produzioni di minerali pregiati: minerali di molibdeno furono estratti in Sardegna per 33 t di concentrati al 45,4% MO e per 2.418 t di greggio, proveniente, in massima parte, dalla Calabria, al 0,23% MO di nichelio e cobalto dal complesso kizingifero di Ivrea-Verbanò (Campello Monti), con 3.700 t di greggio al 2,3% Ni e 2,4% CO di minerali di tungsteno con circa 4 t di grezzo al 3,85% in WO₂.

Furono modeste attività produttive e di ricerca che tuttavia occuparono 1.633 addetti, e ciò vale a dimostrare quanto importante fosse in epoca autarchica la valorizzazione delle risorse minerarie nazionali.

– Le miniere di pirite aurifera, anche arsenicale, dell'Arco Alpino occidentale ebbero notevole sviluppo.

L'oro, come il rame, lo stagno e gli altri metalli, aveva assunto enorme valore strategico (si ricordi la raccolta di utensili in metallo e delle fedie d'oro durante il regime d'epoca), per cui le miniere vennero riaperte, anche

per l'aumentata richiesta di minerali di arsenico per scopi bellici, tale da rendere conveniente l'estrazione dell'arsenico dal minerale (che complicava il processo di amalgamazione dell'oro) prima di quella dell'oro stesso. Così l'interesse per l'arsenico stimolò la produzione di oro.

Infatti, dalle 2.000-2.200 t di minerale aurifero (privo di arsenico) degli anni precedenti il primo conflitto mondiale, si passò a circa 4.000 t nel 1930 e nel 1940 furono prodotte oltre 40.000 t con 7,63 gr di oro per tonnellata e 9.158 t di concentrati al 21,62% in arsenico, con una occupazione di oltre 1.400 addetti.

Negli impianti della Rumianca di Novara furono prodotte circa 1.200 t di anidride arseniosa, mentre la produzione di oro da minerale fu di 156 kg nel 1938, 265 kg nel 1940 e di 414 kg nel 1942.

– Tra i minerali metalliferi merita menzione la miniera di cassiterite di Monte Valerio presso Campiglia Marittima, anche se la lavorazione, durata solo dodici anni, fu poi definitivamente abbandonata.

L'attività di questa miniera, dal 1936 al 1947, dette luogo ad una produzione complessiva di 2.555 t di cassiterite al 60% in stagno, estratta per motivi strategici ed autarchici.

Le coltivazioni si svilupparono in sotterraneo nella Sezione delle Cento Camerelle, nei residui lasciati in posto dagli Etruschi, e a cielo aperto nelle formazioni scistose della Sezione Santa Barbara, dove il minerale era disseminato nella roccia a basso tenore, sia pure con rare e sporadiche concentrazioni di massello (minerale ricco) in vene. Questa Sezione della miniera era collegata alla grande laveria gravimetrica per mezzo di una teleferica.

Nell'arco di quei dodici anni furono impiegate oltre 11 milioni di ore di lavoro, con una media occupazionale di 470 addetti (notevole fu l'occupazione di manodopera femminile per le operazioni di cernita manuale presso i cantieri e di arricchimento in laveria) e 26 milioni di Kwh, sia per i lavori di coltivazione e trasporto, sia, soprattutto, per l'arricchimento del minerale nella grande laveria posta nella zona delle Cento Camerelle.

Come si evince dai dati sopra esposti, la miniera fu tenuta in esercizio solo per motivi autarchici, per la necessità assoluta di approvvigionamento dei minerali di stagno durante il periodo bellico.

Nei primi anni di attività era in funzione presso la miniera un piccolo impianto metallurgico per la produzione di stagno metallico, non più utilizzato dal 1939.

- Anche l'industria del salgemma ebbe enorme sviluppo per l'uso di questo minerale nel settore dell'industria chimica, la cui maggiore utilizzazione fu destinata alla fabbricazione del carbonato di sodio (la c.d. soda) che, insieme all'acido solforico, fu uno dei più importanti intermedi dell'industria chimica.

La soda naturale, detta anche Natron (oggi dicono Trona), era diffusa in natura, ma non in concentrazioni tali da permettere di soddisfare il mercato. Perciò, nel 1775, l'Accademia di Scienze di Parigi istituì un premio da assegnare a chi avesse ideato un processo economico di preparazione della soda partendo dal cloruro di sodio.

Fu il medico francese Nicola Leblanc che ideò questo processo, applicato nella prima fabbrica impiantata nel 1781 a St Denis. Perfezionato dagli industriali inglesi e tedeschi, il metodo tenne per oltre 60 anni, quando ver-

so il 1862 il chimico belga Ernesto Solvay attuò il ben noto processo, detto all'ammoniaca, che sostituì totalmente il processo Leblanc perché più economico.

La Società Solvay aveva iniziato ad approvvigionare di soda il mercato italiano, ma dovendo sgravare il prodotto dalle ingenti spese di trasporto per l'esportazione, concepì la costruzione in Italia di uno stabilimento per la fabbricazione della soda Solvay le cui materie prime sono il salgemma, esistente in notevole quantità nel territorio di Volterra, e il carbonato di calcio (calcare di elevata purezza), esistente nel territorio di San Vincenzo (Zona di San Carlo).

Lo stabilimento venne costruito nell'immediato dopoguerra presso l'abitato di Rosignano M.mo (da cui il nome di Rosignano Solvay), posto in zona baricentrica fra il sale e il calcare.

La Solvay acquisì i diritti di escavazione del sale (all'epoca vigeva in Toscana il regime giuridico fondiario) e dopo un periodo di ricerca e delimitazione, iniziò le coltivazioni dei nuovi giacimenti per dissoluzione, inviando la salamoia satura a Rosignano mediante un lungo salinodotto. Fu un'impresa ben concepita e ben organizzata che può considerarsi un'altra novità nel settore minerario italiano.

La produzione di sale salì ben presto dalle 60.000 t del 1914 alle 685.000 t nel 1940.

- L'industria dell'acido borico, assestata sulle 2.500 t annue nel corso degli anni Venti, ebbe un rapido sviluppo quando il vapore endogeno cominciava ad essere utilizzato per la produzione di energia elettrica. La produzione di acido borico passò infatti a 4.800 t nel 1930 e a 6.600 t nel 1940.

Dalle prime rudimentali sonde a percussione azionate a mano, si passò ad argani azionati pri-

ma dallo stesso vapore e successivamente da motori elettrici. In seguito furono usati sistemi a rotazione con sonde Davis-Calix e poi quelle a percussione con circolazione di fango che raggiunsero sempre maggiori profondità.

Durante una di queste perforazioni, nel marzo del 1931, si ebbe l'esplosione con straordinaria violenza (200.000 kg/ora di vapore) di un grosso soffione, denominato Soffionissimo n. 1, e di un altro di quasi uguale potenza, il Soffionissimo n. 2, nel maggio del 1932. Sia per l'uno che per l'altro, fu necessario un intenso lavoro, non scevro di difficoltà e di pericoli, prima che i due Soffionissimi, il cui fischio assordante si faceva sentire ininterrotto per un'area vastissima, venissero imbrigliati e sistemati per la loro utilizzazione.

La prima utilizzazione termoelettrica a livello sperimentale aveva già avuto inizio nel 1913 con una centralina da 250Kw, ma dopo l'esplosione dei due Soffionissimi iniziò veramente l'utilizzazione industriale del vapore. Al carbon bianco della vecchia energia idraulica, si aggiunse l'altra imponente sorgente: il carbone rosso. La produzione di vapore andava continuamente crescendo, tanto che nel 1940 furono estratte circa 10 milioni di tonnellate di vapore e prodotti 536 milioni di Kwh di energia elettrica (occorsero cioè 19 kg di vapore per ogni Kwh prodotto). Il basso rendimento termodinamico delle prime produzioni elettriche era dovuto all'impiego delle prime turbine ad azione funzionanti in controcompressione (cioè a scarico libero nell'atmosfera), ma successivamente il rendimento quasi raddoppiò con l'uso di turbine a condensazione.

Dopo condensazione, le acque boriche dei fluidi endogeni esausti continuarono ad essere

utilizzate per la produzione dei prodotti chimici, come l'acido borico grezzo e raffinato, il borato di sodio o borace (utilizzando la soda Solvay), il bicarbonato ammonico (utilizzando l'ammoniaca e l'anidride carbonica contenute nel vapore) e il solfato ammonico.

Questa celebre industria, sorta per la prima volta in Italia, si evolse in un continuo e progressivo crescendo presentando notevoli prospettive future.

- Il comparto dei combustibili fossili solidi, dopo la notevole ascesa che culminò nel 1918 con una produzione superiore a 2 milioni di tonnellate, nell'immediato dopoguerra segnò una forte contrazione e gran parte delle miniere furono chiuse. In conseguenza della grande crisi economica degli anni 1930-32 la produzione discese ai livelli di anteguerra.

La ripresa si ebbe nel 1935 per le difficoltà di approvvigionamento dall'estero, perciò molte miniere vennero riaperte a ritmo sempre più accelerato.

Ad accrescere fortemente i livelli produttivi concorsero le miniere del bacino del Sulcis (CA) e quelle del bacino dell'Arsa (Po-la). Questi combustibili erano chiamati lignite sarda e lignite istriana, ma poi, con termine che li rivalutò psicologicamente, furono chiamati Carbone Sulcis e Carbone Liburnico.

L'euforia produttiva fu tale che nel 1937 venne fondata la Città mineraria di Arsa, in prossimità dei giacimenti di carbone liburnico, e nel 1938 la Città mineraria di Carbonia, in prossimità dei giacimenti di carbone Sulcis.

La produzione carbonifera italiana nel 1940, ottenuta in 53 miniere ad elevato ritmo produttivo, fu di 162.000 t di antracite (La Thuile, Seui, Seulo), 2.120.000 t di carbone liburnico e del Sulcis (Arsa e Carbonia),

340.000 t di lignite picea (Ribolla, Baccinello ed altre minori) e 1.800.000 t di lignite xiloide (Valdarno, Spoleto ed altre minori), per un totale di 4.390.000 t di combustibile di basso rango, con una occupazione di circa 42.000 addetti. Questo boom produttivo ed occupazionale non è stato mai più superato nel corso della Storia mineraria italiana.

- Anche il comparto dei combustibili liquidi e gassosi ebbe incrementi notevoli dal primo dopoguerra.

Fu appunto durante la Grande Guerra che il petrolio si affermò elemento di straordinaria potenza militare ed economica, d'importanza superiore a tutti gli altri, anche al ferro e al carbone. La produzione mondiale di petrolio nel dopoguerra era divenuta più che tripla di quella del 1913: da poche decine di migliaia di tonnellate del 1850, raggiunse 20 milioni di tonnellate nel 1900, oltrepassò 50 Mt nel 1913 e superò 173 Mt nel 1927, per toccare 200 Mt nel 1930. La produzione italiana era invece modestissima e proveniva dai pozzi petroliferi dell'Appennino tosco-emiliano, per cui il fabbisogno era soddisfatto (allora come tuttora) quasi per intero dalle importazioni.

Anche la produzione di gas naturale andava continuamente aumentando e questo aumento si verificò anche nei piccoli giacimenti italiani che contribuirono ad alleggerire il fabbisogno di petrolio in misura del tutto insignificante.

Ma di fronte al febbrile lavoro di ricerca e sfruttamento perseguito in altri Stati, ben poco si era fatto in Italia. Perciò, nel 1926 venne costituito un Ente parastatale, l'Azienda Generale Italiana Petroli (AGIP) per la ricerca nel territorio nazionale e per l'approvvigionamento di petrolio dall'estero.

Tuttavia, lo sviluppo minerario italiano si verificò anche in questo comparto: nel 1940 la produzione raggiunse 11.200 t di petrolio e 28 Mmc di gas naturale (23.000 Tep) e nel 1942, salì rispettivamente a 13.000 t e 55 Mmc (45.800 Tep).

- Altra importante novità nel settore minerario italiano si ebbe nel 1926 con l'apertura della miniera di roccia asbestifera (e nichelifera) di San Vittore (Balangero) in Piemonte, la cui produzione fu continuamente crescente, tranne che nel periodo della grande crisi economica del 1929: la sua produzione raggiunse 342.000 t di roccia asbestifera nel 1936 e 677.000 t nel 1940. Altre produzioni di amianto a fibra corta e lunga si svilupparono nelle provincie di Sondrio e di Aosta e in Val Malenco e Val di Lanzo.

- Gli altri comparti minerari (fluorite, barite, argille industriali, allumite, anidride carbonica, roccia asphaltica e bituminosa, feldspati) proseguirono la loro attività con notevole incremento produttivo.

- Le miniere di zolfo della Sicilia, della Romagna, delle Marche, della Campania e della Calabria, si mantennero invece su una produzione di minerale poco superiore ai 2 milioni di tonnellate e non ebbero aumenti significativi nel futuro, anzi si era aperta la crisi che, poco a poco, portò alla totale scomparsa di questa gloriosa attività.

- Mentre l'industria dei minerali di prima categoria (miniere), sotto la spinta della politica autarchica, andava incrementando la produzione di materie prime necessarie al fabbisogno interno, l'industria marmifera, che si reggeva quasi esclusivamente sulle esportazioni, andò declinando proprio nel periodo del massimo sviluppo minerario italiano.

Fin dal XVIII secolo, i marmi

italiani erano in gran parte destinati al commercio con l'estero. Il moto ascendente si accentuò negli ultimi anni del secolo scorso, quando tutto il mondo fece ricorso ai marmi apuani (marmi lunensi dei Romani). Si ebbe allora un'importante innovazione nei trasporti con l'apertura del primo tronco della Ferrovia Marmifera del Carrarese, seguita nel 1890 da un secondo che, con 20 km di linea principale e 10 km di raccordi, venne ad allacciare le più importanti cave ai centri di lavorazione e di commercio, sostituendo l'insufficiente e primitivo trasporto a mezzo buoi e carri romani.

Al principio del nostro secolo, si contavano nelle Apuane oltre 600 cave in attività con una produzione di circa 300.000 t di marmo in blocchi e alla vigilia del primo conflitto mondiale la produzione oltrepassò le 400.000 t, destinate in massima parte all'esportazione.

Il conflitto mondiale ridusse sensibilmente questa attività che però riprese subito dopo la cessazione delle ostilità, segnando il massimo nel periodo 1926-29 con produzioni oscillanti fra le 400 e le 500.000 t.

Un nuovo e potente impulso fu dato dall'uso di sempre più efficaci mezzi tecnici, come il filo elicoidale che, sostituendo in gran parte le mine, rese più razionali e proficui i mezzi di escavazione, evitando il frantumarsi dei blocchi e riducendo al minimo il cumulo dei detriti negli antichi ravaneti; così ancora le corone diamantate e le pulegge penetranti perfezionarono il taglio con il filo elicoidale delle grandi bancate marmoree. Anche i martelli ad aria compressa perfezionarono il lavoro di escavazione.

Il trasporto dei giganteschi blocchi marmorei dalle cave ai luoghi di carico, precedentemen-

te effettuato con l'abbrivio, cioè con lo scivolamento spontaneo dei blocchi lungo i ravaneti, fu sostituito dalla lizzatura, facendo scivolare i marmi, legati sopra due assi di legno chiamati lizze (da slitta), su traversine a mezzo di canapi, sostituiti poi con cavi metallici; operazione questa non scevra di pericoli e che si tentò di sostituire con piani inclinati in circostanze favorevoli e più ancora, per blocchi di non grosse dimensioni, con teleferiche.

La teleferica delle cave del Sagro, inaugurata nel 1935, fu una delle più grandi e poteva trasportare blocchi anche di 20 t.

Infine, con l'uso sempre più esteso dell'energia elettrica, grazie agli impianti della Società Idroelettrica Apuana, entrati in funzione nel 1910, e con essa di nuovi perfezionamenti tecnici introdotti nelle segherie con telai orizzontali a più lame, sagomatrici, tagliatrici, lucidatrici e scalpelli pneumatici, l'industria italiana del marmo si affermò fra le più importanti e moderne.

Un notevole prodotto di questa industria fu l'enorme obelisco eretto al centro del Foro Italico, detto allora Foro Mussolini.

Tratto dalla cava della Carbonera, nel celebre vallone dei Fantiscritti (Carrara), ove attinsero per primi gli edili romani, la colonna risultò di 550 t in un blocco solo, lunga 17 m e spessa 2,35.

Per portarla dall'altitudine di 800 m al mare, fu imprigionata in una gabbia per la quale occorsero 50 t di legname. Fu poi trascinata al piano lungo il ripido pendio a mezzo di funi in acciaio dello sviluppo totale di 10.000 m e per superare la distanza di 10 km che separa il monte dal mare, fu impiegata una teoria di 40 paia di buoi aggiogati al traino. Un galleggiante, battezzato Apuano e costruito appositamente con 150 t di ferro, fu destinato a

trasportare il monolito sino alla foce del Tevere.

Si volle così ripetere il fasto della Roma Imperiale, ma non c'è dubbio però che anche questa fu un'opera da giganti.

La massima produzione nazionale di marmo si ebbe nel 1926 con 614.000 t, ma essa andò declinando continuamente, nel 1940 si ridusse circa al 35%.

Anche la manodopera occupata nel settore seguì lo stesso declino.

I disastri minerari

Nel grande fervore minerario, l'infortunistica raggiunse tassi elevati dovuti non solo al notevole livello produttivo raggiunto, ma anche all'avvento della meccanizzazione e dell'elettrificazione delle miniere che, se da un lato permisero di alleviare la fatica dei minatori, dall'altro crearono pericoli nuovi prima inesistenti.

Se precedentemente gli infortuni minerari erano dovuti principalmente a crolli o distacchi di roccia, ora a questi si aggiunsero quelli dovuti al largo impiego degli esplosivi, alle macchine in movimento nei posti di lavoro e all'energia elettrica, nuova forma di energia, i cui effetti sul corpo umano e nell'ambiente di miniera non erano ancora del tutto conosciuti e le relative protezioni non ancora perfezionate.

Inoltre, l'uso dei martelli pneumatici con spurgo ad aria compressa, rendeva l'atmosfera di miniera densa di polvere con grande disagio per i minatori, soggetti anche a gravi malattie professionali.

Nelle miniere sotterranee l'atmosfera differisce da quella esterna per la maggiore temperatura ed umidità e per la presenza di gas tossici e nocivi, come l'anidride carbonica, l'ossido

di carbonio, l'idrogeno solforato (nelle miniere di mercurio spesso anche disciolto nelle acque di miniera), gli ossidi di azoto (causati dal tiro delle mine), l'anidride solforosa (causata da fuochi in miniere di zolfo, di pirite ed anche di carbone). La percentuale di ossigeno risulta ridotta se non viene attivata un'adeguata corrente di ventilazione.

Ma altri gas e sostanze sospese nell'aria, specialmente nelle miniere di carbone e di zolfo, rendono ben più pericoloso il lavoro sotterraneo, come il grisù (miscela di aria e metano, infiammabile nella misura dal 6 al 16% in metano) che può accumularsi in qualsiasi miniera, e le polveri di carbone e di zolfo tipiche di quelle miniere.

La velocità di combustione di queste miscele è accelerata se i gas non hanno facilità di espansione, come spesso accadeva nelle miniere dell'epoca (miniere strette, caratterizzate cioè da modesto orificio equivalente), strutturate con gallerie di piccola sezione. In tal caso la velocità di combustione è così rapida da trasformarsi in esplosione.

La ristrettezza delle lunghe gallerie e dei cantieri presentava anche notevole pericolo nel caso di irruzioni di acqua, specialmente nelle gallerie a fondo cieco che potevano incontrare fratture acquifere o antichi lavori allagati non segnalati nei piani di miniera.

In questo periodo sono da segnalare i drammatici disastri avvenuti nelle miniere di carbone e di zolfo causati da inondazioni dei sotterranei o da violente esplosioni di grisù o di polvere di carbone e di zolfo.

Questi drammatici eventi che causarono innumerevoli infortuni mortali devono essere ricordati in ossequio a quei minatori che nulla poterono contro le forze della Natura.

— Il 12 agosto 1935 alle ore 2 si verificò il gravissimo infortunio nella miniera di Ribolla dove persero la vita 14 minatori in seguito al repentino svuotamento di una grossa sacca di acqua (probabilmente contenuta in vecchi lavori abbandonati non segnalati nei piani di miniera) che fu intercettata da un avanzamento in galleria in prossimità del Pozzo Nord, al livello -46. L'evento si rese disastroso per effetto delle modeste dimensioni della galleria e dei cantieri. Solo ai primi di dicembre fu possibile recuperare la salma dell'ultima vittima dopo un penoso lavoro di ripresa della galleria e dei cantieri.

— Nelle miniere di carbone liburnico dell'Arsa, il 7 settembre 1937 alla fine del turno di notte si verificò un'esplosione di polvere di carbone in seguito allo sparo di mine che causò la morte di 9 minatori.

— Nella miniera di carbone di Sirai (Sulcis), del bacino di Bacu Abis, il 19 ottobre 1937 alle ore 22,50, si verificò un'esplosione di polvere di carbone in seguito al brillamento di una volata di mine in un cantiere di coltivazione. L'esplosione causò la morte di 3 minatori ed ustioni gravi ad altri 19. Il numero dei morti salì poi a 14.

— Nella miniera di zolfo di Grottacalda (CL), il 28 maggio 1937 uno scoppio di polvere di zolfo provocato dal brillamento di mine investì 19 minatori, di cui 2 morirono.

— Nella stessa miniera il 26 gennaio 1938 si verificò uno scoppio di grisù provocato da lampade a fiamma libera che investì 20 minatori, di cui 3 morirono.

— Nella miniera di Serbariu (Sulcis), il 14 febbraio 1938 alle ore 16 morirono 5 minatori a causa di una violenta irruzione di acqua verificatasi dopo il brillamento di una volata di mine.

— Nella miniera di zolfo Testa-secca, il 23 giugno 1938 alle ore 9, 8 minatori furono investiti da una frana. Dopo vari tentativi le salme non poterono essere recuperate e la zona fu segregata.

— Il 28 febbraio 1940, si verificò il drammatico incidente nelle miniere di carbone dell'Arsa. L'incidente fu dovuto all'esplosione di polvere di carbone che provocò l'effetto devastante per uno sviluppo di circa 15 km di gallerie. L'esplosione fu probabilmente innescata dal brillamento di mine in presenza di grisù: 185 minatori persero la vita, la maggior parte intossicati da ossido di carbonio, altri 149 rimasero feriti o intossicati.

Si è voluto segnalare la drammatica sequenza di disastri minerari avvenuta in epoca di massima produzione mineraria, ma altri infortuni minori, gravi e mortali, si susseguirono incessantemente nelle miniere italiane (e non solo italiane) dovuti ai motivi prima detti, derivati cioè dall'uso di macchine e dall'elettrificazione dei sotterranei.

Le innovazioni tecniche

Il grande sviluppo minerario verificatosi dopo la prima guerra mondiale, sorretto da una politica autarchica ed agevolato dal basso costo della manodopera, condusse ad innovazioni tecniche rilevanti dovute alla ormai estesa elettrificazione di tutte le miniere ed al grande avvento della flottazione nel settore dell'arricchimento dei minerali, introdotta nelle miniere sarde di Montevecchio e di Ingurtosu fin dal 1924.

Ma altre innovazioni tecnologiche vennero adottate in quel periodo:

— l'introduzione del calcestruzzo e del cemento armato

per il rivestimento dei pozzi e delle gallerie;

— il forte aumento della potenza delle macchine di estrazione e la sostituzione delle funi di estrazione in aloè con funi in acciaio;

— l'adozione definitiva della perforazione ad aria compressa per la maggiore efficienza e semplicità raggiunta nella distribuzione ed utilizzazione di questa forma di energia e l'introduzione di martelli perforatori che consentì la definitiva generalizzazione della perforazione meccanica della roccia e l'impiego di esplosivi a base di nitroglicerina. Tuttavia, se i rendimenti di abbattaggio erano enormemente aumentati, il lavoro del minatore si era aggravato dal peso del martello perforatore che doveva essere sorretto a spalla, e soprattutto dalle polveri di perforazione, dato che i martelli perforavano a secco con spurgo ad aria compressa. Tutti i minatori furono dotati di maschere antipolvere che servivano a poco o niente;

— il trasporto mediante trazione elettrica a trolley e ad accumulatori nelle gallerie di carreggio fino ai pozzi di estrazione che cominciava a sostituire il trasporto mediante treni a trazione animale;

— il trasporto del minerale dalle miniere agli impianti di utilizzazione o ai posti di spedizione mediante teleferiche anche di notevole lunghezza, come la grande rete di teleferiche delle miniere di pirite di Boccheggiano-Niccioleta-Gavorrano fino a Portiglioni di Follonica, tanto da poter definire quest'epoca come l'epoca delle teleferiche;

— l'arricchimento dei minerali per flottazione in bulk e poi anche selettiva con l'uso di reagenti attivanti e deprimenti per la separazione dei minerali misti.

Queste innovazioni tecnologiche condussero ad una buona

meccanizzazione delle miniere.

Nel 1940, infatti, si ebbe nel complesso minerario italiano una potenza installata di 6.889 CV idraulici (in particolare nelle miniere di piombo-zinco e di mercurio), 12.350 CV a vapore (in particolare nelle miniere di carbone), 6.590 CV a gas (nelle miniere di gas naturale), 5.559 CV ad olio minerale (sparsi in quasi tutte le miniere, in particolare di idrocarburi), 153.134 CV elettrici (in particolare nelle miniere di zolfo, di vapore endogeno, di carbone, di pirite, di piombo-zinco ed in minor misura in tutte le altre miniere).

La manodopera occupata fu, nel complesso, di 109.318 addetti (escluse le acque minerali e termali) di cui solo 874 costituiti da manodopera femminile (423 minori di 15 anni, maschi e femmine).

Nel complesso si ebbe quindi una potenza totale installata di 184.522 CV con un grado di meccanizzazione di 1,69 CV/addetto, contro 0,51 CV/addetto nel 1914 e 0,14 CV/addetto nel 1901.

Questi dati mettono in evidenza il grado di meccanizzazione abbastanza elevato raggiunto alla vigilia della seconda guerra mondiale, quando la popolazione contava circa 2.000 milioni di abitanti.

10. Dal dopoguerra alla crisi energetica

10.1. La legislazione mineraria

Allo scopo di snellire le procedure previste dalla legge mineraria del 1927, il Ministro dell'industria, con proprio decreto 10 luglio 1951, delegò gli ingegneri capi dei distretti minerari a rilasciare permessi di ricerca, ad eccezione di quelli di

combustibili liquidi e gassosi, di sostanze radioattive, di acque minerali e termali e di vapori e gas.

Questo decreto ebbe vita efficace per circa quattro anni, cioè fino all'attuazione del decentramento amministrativo dei servizi del Ministero dell'industria, fatto con DPR 28 giugno 1955, n. 620, che modificò gli artt. 4 e 5 del RD 1443/1927. Il DPR 620 attribuisce facoltà all'Ingegnere capo del distretto minerario di rilasciare permessi di ricerca e concessioni di coltivazione per minerali di interesse locale e conferiva al Prefetto il rilascio di concessioni di acque minerali e termali.

Minerali di interesse locale furono considerati quelli di prima categoria classificati alle lettere *c*) e *d*) dell'art. 2 della legge del 1927, nonché la grafite e le acque minerali e termali.

Successivamente, data la sempre maggiore importanza che assumevano la ricerca e la coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi, fu emanata la legge 11 gennaio 1957, n. 6 che adottò provvedimenti particolari per il comparto, dopo la promulgazione della legge 10 febbraio 1953, n. 136 istitutiva dell'ENI.

La legge sugli idrocarburi, nel regolare tutta la materia, introdusse royalties a favore dello Stato commisurate alla produzione di olio e di gas naturale (art. 22) e istituì l'Ufficio nazionale minerario per gli idrocarburi (UNMI) alle dipendenze della Direzione generale delle miniere (art. 40) e il Comitato tecnico per gli idrocarburi (art. 41) che esercita nel comparto azione consultiva come il Consiglio superiore delle miniere esercita negli altri comparti minerari.

Nel settore della polizia mineraria, come già accennato, trovò applicazione la legge del 1893 con il suo regolamento del 1907 fino a tutto il 1959, anno in cui furono emanate le nuove norme, tuttora vigenti, con DPR 9 aprile 1959, n. 128, in forza della legge delega 4 marzo 1958, n. 198.

Tali norme provvedono a tutelare la sicurezza e la salute dei lavoratori, ad assicurare il regolare svolgimento delle lavorazioni nel rispetto della sicurezza dei terzi e delle attività di preminente interesse generale ed a garantire il buon governo dei giacimenti in quanto appartenenti al patrimonio dello Stato (indisponibile o di proprietà demaniale).

Le attuali norme di polizia mineraria modificano i principi informativi posti a base della legge del 1893. Infatti, il DPR 128/1959, con le applicabili norme di prevenzione infortuni date dal DPR 27 aprile 1955, n. 547, è un sistema legislativo permeato di chiarezza e razionalità ma caratterizzato da estrema rigidità che, al contrario della vecchia normativa, non consentiva più al Corpo delle Miniere di predisporre quelle cautele e quelle possibilità che il rapidissimo progresso tecnologico, realizzatosi nelle miniere dal 1959 ad oggi, imporrebbe.

Nel settore degli idrocarburi, alle norme di cui alla legge n. 6 del 1957, si aggiunse la legge 21 luglio 1967, n. 613 sulla ricerca e coltivazione degli idrocarburi off-shore, dato il notevole incremento registratosi nelle perforazioni di idrocarburi a mare.

Fatto veramente nuovo in ambito minerario avvenne nel 1970, quando con legge 16 maggio 1970, n. 281, le funzioni ammi-

nistrative in materia di cave ed acque minerali e termali furono trasferite alle regioni a statuto ordinario, in attuazione degli artt. 117 e 118 della Costituzione.

Infine, per disciplinare l'attività dell'Ente autonomo di gestione per le aziende minerarie e metallurgiche - EGAM - e per rilanciare l'industria mineraria, fu promulgata la legge 7 marzo 1973, n. 69.

Il primo accenno ufficiale di attenzione rivolto ai problemi di politica mineraria e degli approvvigionamenti delle sostanze minerali risale al Convegno nazionale delle regioni minerarie, tenutosi a Firenze dal 6 all'8 luglio 1972, poi alla Conferenza mineraria nazionale, tenutasi a Cagliari dal 9 all'11 marzo 1973, subito dopo l'approvazione della legge n. 69 che, disciplinando le attività dell'EGAM, delineò i criteri generali ispiratori di tale politica.

La legge affidò al Ministero dell'industria il compito di redigere una Relazione generale mineraria ed all'EGAM un Programma delle attività e delle prospettive del settore minerario e metallurgico per il quinquennio 1973-77.

10.2. *L'immediato dopoguerra e lo sviluppo minerario*

Lo sforzo produttivo culminava nel corso dei primi anni del secondo conflitto mondiale quando la produzione delle miniere in esercizio toccò il massimo assoluto, uguagliato e superato solo molti anni dopo.

Ma le delusioni belliche determinarono ben presto un regresso generalizzato dell'attività mi-

neraria fino al suo crollo avvenuto nel 1944 con l'abbandono pressoché totale dell'attività produttiva, seguito poi dall'allagamento delle gallerie e dei cantieri ubicati al di sotto dei livelli idrostatici.

Il ripristino delle vecchie miniere iniziò nel 1945 in condizioni certamente inadeguate alle difficoltà ed ai pericoli dovuti a sacche d'acqua pensili, accumuli di gas e fuochi latenti originati dal lungo periodo di abbandono.

Non è certamente estraneo a questa situazione il drammatico infortunio occorso nella miniera di Ribolla alle ore 9 del 1° ottobre 1945 che causò gravi ustioni a 11 minatori per uno scoppio di grisù. La miniera era in corso di riattivazione dopo molti mesi di chiusura ed è da ritenere che l'incidente sia stato provocato dalla concomitante presenza di grisù, facilmente accumulatosi per prolungata inattività, e di fuochi latenti da tempo nel giacimento lignitifero. L'esplosione sembrò dovuta alla presenza di un fuoco attizzato da fughe di aria compressa dopo un periodo di deficienza di ventilazione (è da rilevare che il giorno dell'infortunio era un lunedì).

Nonostante tutte queste difficoltà presenti in ogni miniera sotterranea di quel tempo, la ripresa produttiva fu possibile già a partire dal 1946-47, per consolidarsi negli anni successivi.

L'attività mineraria si sviluppò nuovamente nelle vecchie miniere e con la scoperta e la coltivazione di miniere nuove. Anche il settore dei minerali non metalliferi ebbe incremento produttivo notevole, specialmente nei comparti degli idrocarburi, della barite, della fluorite, del tal-

co e dei silicati idrati di alluminio.

Con riferimento al 1948, anno di assestamento dopo la generosa ripresa mineraria avvenuta negli anni 1946-47, si ebbe notevole sviluppo nei settori della siderurgia e della metallurgia dell'alluminio, del piombo-argento e dello zinco, nonché nei comparti della grafite, del gas naturale e del talco; un assestamento registrarono i comparti dei minerali auriferi, dell'amianto, della roccia asphaltica e bituminosa, dei silicati idrati di alluminio, del petrolio, del salgemma e dello zolfo. Notevoli regressi si registrarono invece nei comparti dell'antimonio, del mercurio, nonostante il primato mondiale, del rame e dello stagno, che scompaiono dallo scenario minerario italiano, dei combustibili fossili, la cui produzione ebbe drastica riduzione per l'abbandono delle miniere di carbone di inferiore qualità, della magnesite e dei marmi.

In quell'anno, la manodopera mineraria, escluse le cave e le acque minerali e termali, fu di 73.494 addetti e la potenza installata di 8.730 CV idraulici, 500 CV a vapore, 5.465 CV a gas, 9.188 CV a olio o a benzina e 164.631 CV elettrici. Nel complesso, la potenza installata nelle miniere e ricerche attive e produttive fu dunque di 188.514 CV, con un grado di meccanizzazione di 2,57 CV/addetto, contro 1,69 CV/addetto nel 1940.

Nell'immediato dopoguerra si praticavano ancora i sistemi tradizionali, tipici del periodo autarchico.

Il minatore sosteneva a spalla il martello perforatore in una nube di polvere ed il carica-

mento delle volate veniva effettuato a mano con l'esplosivo distribuito dal carichino dalla riservetta ai vari cantieri. L'accensione delle mine era effettuata con miccia a lenta combustione che tanti infortuni sul lavoro provocò, talvolta per partite difettose e spesso per involontario attardamento del minatore alla fronte di abbattimento.

Nei tracciamenti, lo sgombero del materiale abbattuto dalle mine era eseguito con il paleggio a mano su vagonetti decauville a ribaltamento laterale, mentre nei cantieri di coltivazione era in uso un piccolo vagonetto a ribaltamento frontale (il mucchetto dei minatori toscani) per lo scarico del minerale nei fornelli di gettito.

Nelle gallerie di carreggio il trasporto del minerale era effettuato con treni a trazione animale e, nelle miniere più progredite, con locomotori elettrici a trolley o con locomotori a combustione interna.

Questa ormai antiquata organizzazione mutò profondamente alla fine degli anni Quaranta e negli anni successivi.

La prima innovazione si ebbe con l'introduzione delle perforatrici ad aria compressa ad iniezione d'acqua su servosostegno. La fatica dei minatori risultò attenuata e la presenza di polvere nell'atmosfera di miniera drasticamente ridotta.

La velocità di avanzamento delle gallerie aumentò considerevolmente: mentre prima un buon minatore poteva effettuare, in roccia compatta di media durezza, al massimo un metro di sfondo in un turno di otto ore, ora si potevano raggiungere sfondi alquanto superiori. Le perforatrici avevano velocità di

perforazioni più elevata, specialmente quando entrarono in uso i fioretti al Widia, ed avrebbero consentito di effettuare anche due volate per turno.

Innovazione tecnica importante fu l'introduzione dell'accensione elettrica delle mine (anche con microritardi) che determinò un vero salto di qualità nello scavo della roccia per la perfetta sequenza del brillamento delle varie mine componenti la volata e soprattutto per la sicurezza dei minatori.

L'obiettivo delle due volate per turno di lavoro fu raggiunto, in circostanze favorevoli, con la meccanizzazione delle operazioni di sgombero del materiale di volata che non tardò ad essere introdotto nelle miniere con le prime pale caricatrici ad aria compressa su binario che potevano procedere rapidamente allo smarino del materiale abbattuto.

Nelle gallerie di carreggio fu esteso l'uso di locomotori elettrici ad accumulatori con carica delle batterie all'interno delle miniere.

Negli anni Sessanta fu studiato a Montevecchio l'autovagone, progettato e costruito presso quella miniera e diffusosi poi rapidamente in molte altre.

E tutto ciò avvenne nell'angustia dei cantieri e delle gallerie dalle dimensioni tradizionali.

Innovazione importante nei sistemi di armamento delle gallerie e dei cantieri si ebbe con l'introduzione della tecnica della bullonatura del tetto, adottata poi particolarmente negli scavi di grande sezione insieme al gunitaggio che si dimostrò efficace nel rivestimento di gallerie in rocce compatte, ma facilmente deteriorabili sotto l'azione dell'umi-

dità dell'aria di miniera.

Furono inoltre introdotti metodi di coltivazione massivi che, pur determinando un certo impoverimento dei grezzi, permisero una notevole contrazione dei costi.

Nel settore dell'arricchimento dei minerali furono messi a punto metodi di flottazione dei minerali ossidati, applicati con successo fin dal 1950 nelle miniere sarde (San Giovanni) per la valorizzazione dei minerali calaminari poveri, e poi nelle miniere dell'Isola d'Elba per il recupero di oligisto dai misti piritosi. Il perfezionamento dei metodi di flottazione selettiva in Sardegna consentì anche il trattamento dei minerali semiossidati, articolato in ben cinque circuiti in serie per il recupero in successione di galena, blenda, pirite, cerussite e calamina.

Inoltre, l'introduzione dei processi di concentrazione con mezzo denso (Sink and Float) consentì di risolvere il problema della coltivazione di giacimenti distanti dai centri principali di arricchimento.

Ma dagli anni Sessanta iniziò quella meravigliosa rivoluzione tecnologica nelle lavorazioni minerarie, sviluppatasi inizialmente nelle nuove miniere di sali potassici, con ampie gallerie armate con centine metalliche (ove necessario) o bullonate (con rete metallica e gunita) e con la meccanizzazione dei cantieri con perforatrici su carro, anche a due bracci, pale caricatrici su gomma, non vincolate cioè al binario, per lo smarino dell'abbattuto, trasporti sotterranei con carri-spola ed estrazione attraverso pozzi a skip con puleggia Koepe e frantumazione sotterranea.

L'introduzione della ripiena cementata, anche se costosa, contribuì enormemente alla razionalizzazione, all'ampliamento dei cantieri e alla sicurezza delle coltivazioni, tanto da rivoluzionare i sistemi di coltivazione da montanti, con ripiena sciolta al piede, in discendenti, con ripiena cementata in testa.

Questi sistemi di lavoro si rendevano ormai indispensabili e irreversibili per l'economicità delle lavorazioni, per alleviare il disagio dei minatori e, soprattutto, per la loro sicurezza.

Infatti, l'angustia degli spazi di miniera aveva favorito il verificarsi di gravi disastri minerari per esplosioni di grisù, di polvere di carbone e di zolfo e per irruzioni di acqua. Gli scavi di maggiore ampiezza aumentarono l'orificio equivalente delle miniere, migliorando la ventilazione, permettendo la meccanizzazione, inibendo le esplosioni e riducendo la violenza di eventuali irruzioni di acqua.

Questa rivoluzione tecnologica verrà completamente attuata nel corso degli anni Settanta.

L'industria mineraria italiana andò progredendo e con essa progredirono i metodi di lavorazione rendendo il lavoro del minatore meno pesante rispetto ai periodi precedenti.

Nel settore minero-energetico si ebbe il rapido sviluppo del gas naturale e del petrolio, nonché dei fluidi geotermici, mentre il comparto carbonifero iniziò un periodo di crisi che portò via via alla chiusura di quasi tutte le miniere.

Il minero-metallurgico ebbe notevole incremento fin dal 1961 superando le produzioni anteguerra. Poi la produzione mineraria si arrestò ed ebbe inizio un

rapido declino fino ai primi anni Settanta, dopodiché iniziò il crollo produttivo decorrente dal 1971 al 1973. Fanno eccezione a questa tendenza solo i comparti dell'antimonio e del magnesio.

Nel minero-chimico si ebbero innovazioni importanti nei comparti della pirite, del salgemma, della fluorite ed il meraviglioso sviluppo dei sali potassici siciliani, mentre il comparto dello zolfo andò continuamente riducendo la produzione fino al suo pratico annullamento.

Nel settore dei minerali industriali si registrarono aumenti produttivi notevoli nei comparti del feldspato, del talco, dell'amianto, delle argille industriali, della bentonite ed un assestamento nei comparti del caolino e della grafite.

I massimi livelli produttivi toccati dal 1961 al 1974 nei vari comparti minerari, escluse le fonti energetiche che presentarono andamento produttivo regolarmente crescente, si ebbero nel 1961 per bauxite, minerali di ferro e di zolfo; nel 1963-64 per minerali di magnesio, di manganese e di mercurio; nel 1968-69 per minerali di piombo-zinco, di rame, barite, feldspati e sali potassici; nel 1970-74 per amianto, fluorite, pirite, salgemma, argille industriali e talco.

Possiamo perciò assumere l'anno 1968 come quello di normale sviluppo produttivo, in quanto alcuni comparti toccarono i loro massimi assoluti ed altri si assestarono su buoni livelli produttivi.

Solo per i minerali di ferro e di zolfo la produzione era già in avanzato declino.

Nel 1968, la manodopera impegnata nelle miniere (escluse le acque minerali e termali) fu di

23.976 addetti (la manodopera femminile e dei minori era praticamente scomparsa) e il grado di meccanizzazione fu alquanto elevato.

La potenza installata fu, infatti, di 172.206 CV non elettrici e di 317.353 CV elettrici, per un totale di 489.559 CV.

Il grado di meccanizzazione fu di 20 CV/addetto, contro 2,57 CV/addetto del 1948.

Il settore maggiormente meccanizzato (perché meglio di ogni altro meccanizzabile) fu il minero-energetico con 29,5 CV/addetto: furono le grandi macchine escavatrici e l'uso dei grandi nastri trasportatori nelle due rimaste miniere di lignite a cielo aperto, i grandi impianti di perforazione degli idrocarburi e dei vapori endogeni, nonché la meccanizzazione introdotta nelle miniere del Sulcis che portarono questo settore a quel grado di meccanizzazione.

10.2.1 *Il minero-energetico*

- Nel settore minero-energetico iniziò il grande sviluppo minerario degli idrocarburi che, in epoca precedente, aveva contribuito assai modestamente all'approvvigionamento energetico italiano.

Fin dal 1926 era stata costituita l'AGIP che, nei suoi primi venti anni di attività, non ebbe quei successi sperati, nonostante i ritrovamenti metaniferi dei giacimenti di Podenzano (1927) e di Pontevivo (1929) scoperti in seguito ai rilevamenti gravimetrici effettuati nella Pianura Padana, e l'applicazione, per la prima volta in Europa, del metodo sismico a riflessione che rilevò situazioni strutturali di grande interesse minerario.

Nell'immediato dopoguerra, si

pensò persino di liquidare l'Azienda, ma ad opporsi a tale operazione fu Enrico Mattei, allora Commissario straordinario dell'AGIP per il nord Italia, per cui le ricerche continuarono con le vecchie sonde già in uso nell'anteguerra.

I primi successi si ebbero in Val Padana con la scoperta dei giacimenti di Caviaga (1945-46), di Ripalta (1947-48), di Cortemaggiore (1948-49), di Conegliano e Pontemuro (1949-50), di Bordolano e Correggio (1951-52), di Ravenna, Alfonsine e Cotignola (1952-53).

La produzione di metano, di soli 42 milioni di mc nel 1945, passò a 2,48 miliardi di mc nel 1953 e il sottosuolo padano divenne, come già disse Mattei, una specie di «cassaforte aperta» dalla quale portare alla luce i tesori in essa contenuti.

Con legge 10 febbraio 1953, n. 136 veniva istituito l'ENI per la coltivazione dei giacimenti di idrocarburi, per la raffinazione e la vendita dei carburanti, cui vennero trasferiti AGIP, ANIC, ROMSA e SNAM.

Dal 1954 al 1962 l'ENI, disponendo di mezzi tecnici e finanziari adeguati, procedette senza indugio alla ricerca di nuovi giacimenti di metano: furono scoperti i giacimenti di Piadena, Soresina, Porto Corsini, Pandino, Orzivecchi, Bagnolo Mella, Minerbio, Spilamberto, Tresigallo, Budrio e Rubiera, tutti nel bacino padano, e quelli di Cisina, Ardizzone, Rizzo, Gela e Galliano, in Sicilia, poi quelli di Cupello e San Salvo, in Abruzzo, nonché di Ferrandina e Pisticci, in Basilicata.

Dopo il 1959, l'ENI rivolse attenzione ai fondali sottomarini dell'Adriatico con l'esperienza già acquistata al largo di Gela con la piattaforma Scarabeo.

Nel 1960, un rilievo sismico segnalò che il fondo del mare al largo di Ravenna aveva la stessa conformazione strutturale del sottosuolo padano. Così fu intrapresa una trivellazione sottomarina che individuò indizi minerari di notevole importanza.

Nel 1962 l'ENI aveva perforato per la ricerca mineraria 167 pozzi in Italia e coperto 160 mila ettari di aree in permesso e in concessione in Iraq, Egitto, Somalia, Sudan, Libia, Tunisia, Marocco e Nigeria. Il Gruppo occupava 55.000 addetti e la produzione italiana di metano si era portata a circa 7 miliardi di mc.

L'opera di Mattei terminava con il tragico incidente aereo dell'ottobre 1962, dopo aver creato l'industria petrolifera italiana e gettato le basi per nuove prospettive future, per cui, dopo la sua morte, le ricerche di idrocarburi continuarono a ritmo intenso.

Dopo il felice risultato raggiunto nell'off-shore padano le scoperte di nuovi giacimenti di metano a mare si susseguirono.

Con legge n. 613/1967, l'esclusiva delle perforazioni sottomarine venne estesa al fondo marino di tutta la penisola dove i giacimenti metaniferi si trovano alla profondità di 3.000-4.000 m. Al largo di Ravenna furono scoperti i giacimenti di Porto Corsini, Cervia, Cesenatico, Riccione, Fontespina, San Giorgio e Santo Stefano. Ritrovamenti furono ottenuti anche al largo di Crotona, nel Mare Jonio.

Le società principali dell'ENI, AGIP mineraria e SNAM, si distinsero per i loro successi: la prima per i notevoli ritrovamenti in mare al largo delle coste italiane, la seconda per il vettoriamento e la distribuzione del gas in tutto il territorio italiano e per la conclusione di accordi internazionali per l'importazione di

metano dalla Libia, con la contemporanea costruzione di importanti metanodotti.

Grazie a questa intensa attività, la produzione di gas naturale passò da 7 miliardi di mc nel 1963, a 14,5 miliardi nel 1973. Fino all'inizio della crisi energetica si era così determinata una situazione di quasi autosufficienza di gas.

Le riserve accertate, nel 1951 di 73 miliardi di mc, raggiunsero i 150 miliardi nel 1973.

Analogo sviluppo ebbe la rete dei metanodotti costruiti dalla SNAM che da 706 km del 1950, raggiunse nel 1973 lo sviluppo complessivo di circa 11.000 km.

Anche la produzione di petrolio andava crescendo parallelamente allo sviluppo metanifero, ma con il ritrovamento del giacimento di Ragusa avvenuto nell'ottobre 1953, la produzione di petrolio grezzo assunse una certa consistenza. Dalle 570.000 t. del 1956, la produzione andò continuamente aumentando e sfiorò i 2.000.000 t. nel 1960, oltre la produzione di gasolina per circa 60.000 t. annue, poi si assestò a circa 1.800.000 t. annue.

- Nel comparto dei combustibili fossili solidi è da segnalare, nell'immediato dopoguerra, il passaggio delle miniere di carbone liburnico dell'Arsa alla Jugoslavia.

I principali bacini carboniferi che dal 1946 continuarono ad alimentare i nostri fabbisogni furono quelli di La Thuile in Val d'Aosta ed altri in Sardegna, del Valdarno e dell'Umbria, di Ribolla-Baccinello ed altri minori, nonché il bacino carbonifero del Sulcis. La produzione complessiva di combustibili solidi fu di 2.790.000 t., assestata a 1.877.000 t. nel 1948, e tale situazione si mantenne, più o meno, per quasi un decennio, stabilizzandosi a 1,5-1,9 mt. annue.

«King's Coal Decline» fu il ti-

tolo con il quale l'Economist del 27 maggio-2 giugno 1966 apriva il quadro della situazione energetica mondiale riferita al carbone che costituiva la principale fonte energetica prima del grande sviluppo petrolifero mondiale.

In ambito comunitario, l'indice di incremento del carbone fu uno dei più bassi. Le vendite di carbone diminuivano e la chiusura di molti pozzi non riusciva ad arrestare l'aumento delle scorte.

Nonostante la crisi carbonifera, il consumo di energia andava tuttavia crescendo. Nel 1950 il consumo CEE di energia primaria fu di 289 Mtec (milioni di tonnellate equivalenti carbone), di cui il 74% soddisfatto dal carbone e il 10% dal petrolio; nel 1965 il consumo energetico salì a 596 Mtec, soddisfatto per il 38% dal carbone e per il 45% dal petrolio. Perciò, mentre il consumo energetico si era raddoppiato, quello del carbone non ebbe incrementi e quello del petrolio fu quasi decuplicato, superando il carbone. Questa tendenza energetica di prevalenza del petrolio sul carbone è proseguita fino al 1973.

L'energia elettrica diveniva sempre più richiesta e nella produzione «termo» il petrolio veniva sostituito man mano al carbone, per cui l'unità di misura energetica divenne il Mtep al posto del Mtec.

L'Italia, dal 1958 in periodo di rapida e forte espansione industriale, aumentò progressivamente la produzione di energia elettrica utilizzando sempre più il petrolio; mentre l'energia «idro» rimaneva costante, quella termo era in continuo aumento: il sorpasso «termo-idro» avvenne nel 1965-66.

Nel 1963, con la legge di nazionalizzazione, fu istituito l'ENEL, quando in Italia oltre un milione di abitanti (1 su 40) vi-

veva ancora al lume di candela nelle case dove l'energia elettrica non era ancora arrivata.

Nelle centrali elettriche era preferibile utilizzare olio combustibile, per il suo basso prezzo, al posto del carbone.

Il carbone attraversò dunque una durevole crisi di mercato ed i combustibili italiani non potevano reggere la concorrenza dei carboni esteri e, tanto meno, quella del petrolio.

Nel bacino carbonifero del Sulcis, nel 1951, erano in attività le vecchie miniere di Bacu Abis, di Serbariu, di Sirai, di Tanas e di Nuaraxeddu della Carbosarda, nonché quella di Terras Collu della Monteponi ed era in preparazione la miniera di Seruci da parte della Carbosarda, le quali, con 9.000 addetti, assicuravano una produzione superiore al milione di tonnellate di carbone grezzo. Con l'apertura della miniera di Seruci, dopo ristrutturazione dell'intero bacino che portò alla chiusura di tutti i cantieri a struttura mineraria obsoleta, si erano raggiunte produttività di rilievo.

La massima produzione si ebbe nel ventennio 1946-65 con punte di un milione di tonnellate annue utilizzate per energia elettrica, trazione ferroviaria ed energia termica per uso industriale e domestico.

Dopo il 1962, penalizzata da una politica energetica che puntava esclusivamente sul petrolio, la produzione Sulcis si ridusse progressivamente.

Quando le miniere furono trasferite all'ENEL, nel quadro della nazionalizzazione elettrica, l'estensione di sempre maggiore utilizzo del petrolio causò il rapido declino produttivo e occupazionale che fu il preludio alla sospensione produttiva decisa nel 1972, proprio alla vigilia della improvvisa crisi energetica. Da

quel momento terminava l'attività produttiva e le miniere furono ridotte a sola manutenzione.

La centrale termoelettrica, costruita appositamente presso le miniere per essere alimentata a carbone Sulcis, funzionò solo ad olio combustibile. Essa è allacciata al continente per mezzo di una linea elettrica a 200 Kv con cavo sottomarino.

Anche la Società Mineraria del Valdarno, incontrando analoghe difficoltà, fu costretta a rinunciare alle concessioni. Le maestranze, per sopravvivere, si riunirono in cooperativa istituendo l'ELV (Ente Ligniti Valdarno) che proseguì per alcuni anni le coltivazioni sotterranee fin quando le concessioni vennero trasferite alla Società Santa Barbara che, nel 1956, diede inizio ad un grande programma di coltivazione a cielo aperto con annessa centrale termoelettrica, ubicata presso la miniera, per l'utilizzo della lignite tal quale.

Questo tipo di gestione, pur salvando le miniere da sicuro abbandono, incontrò gravi difficoltà per le sfavorevoli caratteristiche meccaniche delle argille di tetto che imponevano angoli di scarpata inferiori al previsto, per cui aumentò notevolmente il rapporto sterile/lignite con forte aggravio dei costi di estrazione in un momento di mercato sfavorevole.

Dopo la legge di nazionalizzazione, anche questa attività passò all'ENEL. Mentre la centrale ebbe facile passaggio all'Ente elettrico, le miniere avvertirono difficoltà. Lotte sindacali imperversarono per il mantenimento dell'unità fra miniere e industria di prima trasformazione: «Il malato ha avuto un brodo» fu trovato scritto su una lavagna dell'officina di miniera quando si ebbe la timida promessa del passaggio delle miniere al-

l'ENEL.

Analoga soluzione fu adottata dalla Società Mineraria del Trasmimeno per la coltivazione a cielo aperto della miniera di Pietrafitta, in Val di Nestore (PG), acquisita poi dall'ENEL con l'annessa centrale termoelettrica Città di Roma.

La produzione delle due miniere a cielo aperto andò crescendo dalle 385.000 t. del 1957 a 1.200.000 t. nel 1959, poi salì ad oltre 2 Mt nel 1973.

Il bacino lignitifero del Mercure ebbe vita effimera dal 1965 al 1970. Nel comparto lignitifero erano anche in attività le miniere di Ribolla e di Morgnano presso Spoleto. Queste due miniere hanno lasciato un triste ricordo per i 66 minatori che vi persero la vita per scoppi di grisù:

– il 4 maggio 1954 si verificò all'interno della miniera di Ribolla un tremendo scoppio di grisù che causò la morte di 43 minatori. La violenza dell'esplosione, amplificata dall'angustia delle gallerie e dei cantieri, si propagò fino all'esterno, a bocca di pozzo. Il recupero delle salme richiese 38 giorni di pericoloso lavoro. E questo fu un altro gravissimo incidente che funestò le miniere italiane. La miniera fu chiusa e mai più riaperta.

– Altra sciagura mineraria si verificò nella miniera di Morgnano, dove erano state vietate lampade a fiamma libera e prescritte protezioni antideflagranti dopo la sciagura di Ribolla. Nonostante questo, il 22 marzo 1955 si verificò un'esplosione di grisù che causò la morte di 23 minatori e gravi ferite ad altri 13. La miniera proseguì le coltivazioni per alcuni anni ancora, poi venne definitivamente chiusa nel 1960.

– L'industria geotermoelettrica si sviluppò nell'immediato dopoguerra dopo la ristrutturazione

delle vecchie centrali.

Grande sviluppo venne dato all'utilizzazione dei fluidi geotermici circoscritti nella regione boracifera che potevano fornire energia pulita a basso costo.

Fu potenziato il parco sonde e introdotto il sistema di perforazione Rotary a circolazione di fango con impianti in grado di raggiungere 1.500-3.000 m. di profondità, dotati di attrezzature moderne e di apparecchiature speciali per alte temperature.

La produzione di vapore andò continuamente crescendo, come pure il numero delle centrali che, nel 1950-51, con la gestione della Società Larderello, erano in numero di 7 dislocate nelle zone di maggior produttività: Larderello 2 e 3, Castelnuovo, Serrazzano, Sasso Pisano, Monterotondo e Travale, nelle province di Pisa e di Grosseto, con un totale di 24 gruppi turboalternatori della potenza complessiva di 262 MW. La centrale più importante era la Larderello n. 3 con 6 gruppi per totali 120 MW che venne costruita dopo che la centrale Larderello n. 1 fu dismessa nel 1948.

Caratteristica del vapore della regione boracifera è il basso contenuto in CO₂ e di altri gas che, in totale, non superano il 4,4%. Trattasi di vapor d'acqua allo stato assai puro con pressione a bocca aperta di 3-6 ata (atmosfere assolute) e temperature comprese fra 140 e 230 °C. Il vapore trovasi allo stato surriscaldato, particolarmente idoneo alla produzione di energia elettrica.

L'ubicazione dei soffioni, la loro portata e le caratteristiche termiche e chimiche del vapore, costituiscono la configurazione ottimale per il conveniente e razionale sfruttamento dei soffioni stessi che, debitamente imbrigliati, vengono convogliati alle

centrali con collettori in acciaio di grande diametro fortemente isolati con adatti coibenti termici.

Il più razionale sfruttamento termodinamico del vapore iniziò quando l'attività si svolse sotto il controllo delle Ferrovie dello Stato.

Il vapore veniva immesso direttamente in turbine ad azione a contropressione (scarico libero direttamente in atmosfera alla temperatura di 100 °C), oppure in turbine a condensazione (scarico di acqua calda a 30-40 °C). L'acqua di condensa veniva utilizzata negli impianti chimici, oppure il vapore di scarico era impiegato nell'evaporazione delle acque boriche.

Nel corso degli anni Cinquanta fu valorizzato anche il campo geotermico del Monte Amiata di caratteristiche termodinamiche inferiori a quelle della regione boracifera per l'alto contenuto in CO₂ che non permetteva di utilizzare il vapore in centrali a condensazione ma in turbine a contropressione. In tal caso, il vapore di scarico può essere utilizzato a scopi termici.

Nel 1963, con il passaggio degli impianti all'ENEL, in seguito alla nazionalizzazione, lo sfruttamento dei soffioni della regione boracifera si sviluppò quasi esclusivamente a fini energetici, essendo molto limitata l'utilizzazione dei fluidi per la produzione chimica di acido borico. Lo stabilimento chimico che operava a Larderello cominciò ad approvvigionarsi con minerali di boro (Colemanite) importati dalla Turchia, in quanto il contenuto in acido borico dei fluidi estratti da zone sempre più periferiche del campo andava riducendosi.

La produzione di vapore andò così aumentando: nel 1974 furono prodotte 28 Mt di vapore e nelle centrali si ebbe una produzione di 2,5 TWh elettrici. Il ren-

dimento globale della trasformazione (10-12 Kg di vapore per Kwh) migliorò notevolmente rispetto all'anteguerra, tanto che la produzione geotermoelettrica, pur modesta rispetto ai fabbisogni nazionali, era in grado di fornire energia elettrica per l'intera rete ferroviaria italiana.

Altre ricerche minerarie furono intraprese in altre zone del territorio nazionale. Esplorazioni geotermiche erano già state effettuate dall'AGIP con la Società Vulcano negli anni 1952-57 nell'Isola di Vulcano. L'ENEL poi assorbì nel 1963 e proseguì l'attività pionieristica della Società Larderello. Furono effettuate importanti esplorazioni nella Toscana meridionale (Zona di Radicofani), nella Campania settentrionale (Zona di Roccamonfina), nel Lazio (Zona di Viterbo-Monti Cimini, Zona di Torre Alfina, Zona dei Monti Sabatini, Zona dei Colli Albani) e nel napoletano (Zona dei Campi Flegrei).

Questa intensa attività esplorativa segnalò aree anomale ad entalpia elevata ed anche a bassa entalpia per l'uso termico dei fluidi.

– Minerali radioattivi non sono mai stati coltivati in Italia ma all'inizio degli anni Cinquanta furono effettuate febbrili ricerche che portarono anche a risultati minerari di un certo rilievo.

Alle prime iniziative di ricerca si affiancarono l'Ente nucleare di Stato (CNEN) e le Società SOMIREN e AGIP NUCLEARE del Gruppo ENI.

L'area investigata fu di 75.000 Km², prospettata con metodi radiometrici areoportati e da terra e con metodi geochimici. Furono effettuati notevoli lavori di scavo in galleria e con fori di sonda.

La maggior parte delle manifestazioni uranifere risultò però

di scarso interesse industriale, ma alcune aree delle Alpi centrali e orientali risultarono di interesse minerario: il giacimento di Novazza in Val Goglio (BG) fu il più importante fra quelli individuati. Il minerale utile è costituito da peblendite con riserve accertate di 2.250 t. di U₃O₈, di cui 1.500 t. al tenore dell'1, 33%. Questa ricerca ha comportato lo scavo di oltre 6.700 m. di gallerie e 22.000 m. di fori di sonda e, nel 1979, quando la SIMUR (Società del Gruppo ENI) ottenne la concessione per la sua coltivazione, avrebbe potuto essere un'altra novità importante della seconda metà del nostro secolo.

Nessun'altra manifestazione uranifera, dal Trentino (Val Rendena) alle Alpi occidentali e al Viterbese, costituì entità giacimentologica coltivabile.

Nonostante l'assenza di risorse uranifere nel nostro Paese, furono costruite le centrali nucleari di Latina, del Garigliano, di Trino Vercellese e di Caorso, alimentate ad uranio naturale o debolmente arricchito di totale importazione.

10.2.2. Il minero-metallurgico

Nel settore minero-metallurgico continuarono le coltivazioni delle antiche miniere, sviluppatesi particolarmente nell'anteguerra.

Nel decennio 1938-48, alcuni comparti della metallurgia italiana presentavano un quadro di quasi autosufficienza, come quello della siderurgia e della metallurgia dell'antimonio. Altri comparti, come la metallurgia dell'alluminio (e dell'allumina), del piombo, dello zinco e del mercurio, alimentavano anche una corrente di esportazione. Altri, invece, erano completamente assenti o insuffi-

cienti, come la metallurgia del magnesio, del nichelio, dell'oro, dell'argento, del rame e dello stagno.

La metallurgia primaria (da minerale) sorse in Italia per quei metalli che potevano essere approvvigionati dalle miniere italiane, mentre per altri si provvedeva mediante una metallurgia secondaria (da rottami o da recuperi) e con diretta importazione. Possiamo perciò affermare che la metallurgia primaria altro non era, allora, che un sistema industriale verticalizzato dell'industria mineraria, con impianti metallurgici dislocati in prossimità di porti o di miniere.

- La produzione di minerali di ferro, comprese le ceneri di pirite, era sufficiente alla fabbricazione della ghisa negli altiforni di Bagnoli e di Cogne (gli altiforni di Piombino furono gravemente danneggiati durante il periodo bellico) e nei forni elettrici sparsi in vari centri del nord Italia.

Nel 1938 la produzione di ghisa raggiunse 844.000 t. ma si contrasse enormemente durante il periodo bellico e post-bellico, tanto che nel 1948 superò appena il 50% di quella ottenuta nell'anteguerra. Ghisa da affinazione fu prodotta in altiforni a coke (Bagnoli e Aosta) od in forni elettrici; ghisa da fonderia provenne, per la quasi totalità, da forni elettrici.

La produzione di acciaio, più facile da ottenere, si riportò ai livelli anteguerra con oltre 2 Mt, come pure le ferroleghie con 51.000 t.

Le miniere che alimentavano questo importante comparto industriale furono, come al solito, quelle dell'Elba e di Cogne, insieme a quelle minori del Bergamasco, del Bresciano e

della Sardegna, per un totale di 549.000 t. di minerali di ferro con l'aggiunta di 540.000 t. di ceneri di pirite in gran parte esportate.

Anche i minerali di manganese, prodotti in massima parte nella miniera di Gambatesa, furono utilizzati in siderurgia insieme ai minerali di ferro-manganesi provenienti dall'Argentario.

Ma la siderurgia si sviluppò enormemente negli anni successivi: gli altiforni di Piombino ripresero nel 1951, poi entrarono in funzione gli altiforni di Cornigliano e di Taranto, rispettivamente nel 1953 e nel 1965, cosicché la produzione mineraria italiana, pur non presentando ancora sintomi di crisi, divenne del tutto marginale di fronte alla produzione di ghisa che, nel 1961, superò 3 Mt. Mentre la produzione di ghisa andava aumentando al ritmo del raddoppio ogni 7 anni, la produzione mineraria raggiunse, dal 1961 al 1963, punte poco superiori al milione di tonnellate ed andò poi riducendosi assestandosi sulle 700-800.000 t. fino al 1970. La siderurgia, dunque, iniziò per prima ad attuare una politica di approvvigionamento quasi totale di materie prime minerarie dall'estero. Nel 1973, la produzione di ghisa raggiunse 10 Mt. e quella di acciaio 21 Mt, mentre la produzione mineraria italiana divenne insignificante rispetto ai consumi: nel 1973, infatti, a fronte di un consumo di 16 Mt di minerali di ferro impiegati in siderurgia, la produzione nazionale fu solo di 550 mila t., cui si aggiunsero 290.000 t. di pellets provenienti dal trattamento delle pirite maremmane nello stabilimento di Scarlino (GR).

- La metallurgia dell'antimonio

riprese nel dopoguerra riportandosi rapidamente ai livelli del 1938 grazie all'entrata in produzione della miniera di Macchia Casella nel Mancianese con l'annessa fonderia ultimata nel 1943. La produzione dei due centri metallurgici di Manciano e di Villasalto permise, inizialmente, anche una certa corrente di esportazione di antimonio regolo.

La produzione mineraria di stibina si stabilizzò poi a 250-300 t. di antimonio contenuto fino al 1966, quando raddoppiò e poi quadruplicò dal 1968 in poi con l'apertura della nuova miniera del Tafone-Poggio Bellino, sempre nel Mancianese, che, insieme ai minerali di importazione, assicurò alla metallurgia una situazione di quasi autosufficienza di antimonio regolo.

Le miniere antimonifere di Su Suergiu sospesero la produzione nel 1969 e la fonderia di Villasalto trattò esclusivamente i minerali mancianesi, arricchiti nel nuovo impianto del Tafone entrato in esercizio nel maggio 1967.

Nel 1972 entrò in esercizio anche l'impianto metallurgico presso la miniera del Tafone, per cui la metallurgia, ricorrendo anche a minerali di importazione, assicurò una produzione di 1.000-1.300 t. di antimonio regolo destinata in parte all'esportazione.

- La metallurgia primaria del piombo fornì, nel 1948, poco più della metà della produzione del 1938 e meno della metà di quella di argento. A questo calo produttivo fu provveduto con una maggior produzione di piombo di recupero che rese possibile l'esportazione netta di 14.000 t. di rottami e pani di piombo, date le favorevoli quotazioni del mercato. La produzione metallur-

gica era ancora incentrata negli stabilimenti sardi di San Gavino della Società Montevecchio e di Monteponi della Società Monteponi, nonché in quello di Pertusola (SP) della Società Pertusola.

La produzione di zinco primario, anch'essa inferiore a quella del 1938, proveniva dagli stabilimenti di Crotone della Pertusola, di Monteponi e di Vado Ligure della Società Monteponi e di Porto Marghera della Società Montevecchio.

L'attività mineraria del Piombo-zinco fu in grado di approvvigionare la metallurgia primaria, permettendo anche una corrente di esportazione di concentrati, ma la produzione del 1948 non raggiunse i livelli del 1938. Questa situazione consentiva di ampliare gli impianti metallurgici o la costruzione di nuovi.

A migliorare la situazione mineraria concorse in misura modesta, la ripresa delle miniere di piombo-zinco (1957), e di rame (1966), di Campiglia Marittima da parte della Società Mineraria di Campiglia, ma determinante fu la scoperta da parte della Pertusola, del nuovo giacimento di Salafossa, già conosciuto in affioramento, entrato in coltivazione nel 1959, che si affiancò all'attività delle miniere sarde e di Raibl in Friuli-Venezia Giulia. Anche le miniere di Gorno, nel Bergamasco, ebbero sviluppo notevole, perciò fu costruito l'impianto zinco di Ponte Nossa, entrato in esercizio nel giugno 1952 per il trattamento anche di minerali calaminari.

Il risveglio metallurgico del piombo e dello zinco si completò con la costruzione dell'impianto Imperial Smelting di Porto

Vesme che, nella fase iniziale, incontrò non lievi difficoltà per la sua messa a punto.

La produzione mineraria andò aumentando fino al 1959-61, superando quella del 1938, con punte di 51.000 t. di piombo (1959) e di 136.000 t. di zinco (1961) contenuti nei rispettivi concentrati, poi ebbe un drastico declino.

Con riferimento allo zinco, comparto più rappresentativo, si ebbe infatti una produzione mineraria media di 124.497 t./anno di zinco contenuto nei concentrati nel periodo 1961-69, poi la produzione scese a 105.488 t. nel triennio 1970-72 e crollò a 78.151 t. nel biennio 1973-74, mentre la produzione media metallurgica, negli stessi periodi, fu rispettivamente di 88.322 t., 145.933 t. e 193.784 t. Il rapporto fra la quantità di zinco contenuto nei concentrati nazionali e lo zinco prodotto nella metallurgia nazionale fu 1,41 nel periodo 1961-69 (situazione di autoapprovvigionamento produttivo o addirittura possibilità di esportazione parziale di concentrati), 0,723 nel triennio 1970-72 (grado di approvvigionamento inferiore al 70%, tenendo conto del rendimento metallurgico) e 0,403 nel biennio 1973-74 (autoapprovvigionamento inferiore al 40%).

Nel comparto del piombo questa situazione è meno avvertita dato che notevoli produzioni di galena provennero anche dalle miniere di fuorite.

In sostanza, mentre la produzione mineraria accusava il suo triste declino, la produzione metallurgica era in euforica espansione: si ripeteva cioè quanto era accaduto nel settore siderurgico, dato che la produzione mi-

neraria stava per divenire insignificante rispetto alla produzione metallurgica.

Il crollo minerario avvenne nel 1973 in tutte le principali miniere italiane (Iglesiente, Nuorese, Bergamasco, Veneto, Friuli), quando la produzione di concentrati di zinco poté raggiungere solo il 60% di quella del 1969.

La gloriosa attività mineraria sembrava prossima al tramonto, ma ricerche effettuate dall'Ente Minerario Sardo (EMSa), mediante sondaggi profondi, accertarono che i giacimenti di tipo colonnare dell'Iglesiente continuavano in profondità a tenori in solfuri non dissimili da quelli coltivati. E fu stimata una consistenza di 10 Mt di minerali di piombo e zinco al di sotto del livello idrostatico artificiale di quota -100, affrancato alle acque con l'impianto di eduazione entrato in esercizio nel marzo 1956.

Per la coltivazione di queste giacenze minerarie, limitate in quantità e tenore, le strutture metallurgiche esistenti potevano bastare, anche se da perfezionare o da ampliare.

- Nel dopoguerra, con il passaggio delle miniere istriane alla Jugoslavia, il comparto minerario della bauxite rimase incentrato nella miniera di San Giovanni Rotondo (FG), in via principale, ed in altre piccole miniere ubicate nelle provincie di Bari, Viterbo e Aquila.

La miniera di San Giovanni Rotondo diede un notevole contributo alla metallurgia per la fabbricazione dell'allumina e dell'alluminio primario negli stabilimenti di Porto Marghera, di Bolzano e di Trento.

Mentre nell'anteguerra la produzione mineraria assicurava il fabbisogno e consentiva anche

una corrente di esportazione, nel dopoguerra si dovette ricorrere ad importazioni di bauxite dalla stessa Jugoslavia per la produzione di allumina che continuò ad essere in parte esportata ed in parte utilizzata nella metallurgia dell'alluminio in una situazione di quasi autosufficienza.

La produzione italiana di bauxite andò continuamente crescendo dal 1948 in poi, raggiungendo il massimo nel 1961 con 323.000 t., ma la produzione di 361.000 t. del 1938 non fu mai più raggiunta. Anche le importazioni che nel 1948 furono di circa 120.000 t., salirono a 262.000 t. nel 1961 e la produzione di alluminio da 33.000 t. passò a 83.000 t.

Mentre però la produzione di bauxite, dal 1961 in poi, andava continuamente decrescendo, toccando il minimo di 97.000 t. nel 1972, quando la miniera di San Giovanni Rotondo chiuse per totale esaurimento, le importazioni di bauxite raddoppiarono nel sessennio 1961-66, stabilizzandosi poi sulle 550-650.000 t. fino al 1972, quando l'importazione ebbe un ulteriore repentino aumento, triplicato in un triennio, raggiungendo, nel 1974, l'eccezionale cifra di 1.950.000 t. Questo repentino aumento è dovuto all'entrata in esercizio dell'impianto EURALLUMINA della capacità di targa di 730 mila tonnellate di allumina da destinare, in parte, all'esportazione e, in parte, al nuovo impianto ALSAR della capacità di targa di 125 mila tonnellate di alluminio primario, impianti costruiti a Porto Vesme nei primi anni Settanta. Si ripeteva così la stessa politica di totale approvvigionamento dall'estero di materie prime minerarie, già adottata nella side-

rurgia e nella metallurgia del piombo e dello zinco. Per questi due settori, esisteva in Italia una secolare tradizione mineraria e metallurgica, ma per il settore dell'alluminio viene spontaneo chiederci quale sia stato il motivo per cui tali impianti siano stati costruiti in Italia, ormai priva di bauxite e povera di risorse energetiche.

Gli ingenti investimenti impiegati nel settore dell'alluminio sardo sono probabilmente da mettere in relazione alla volontà di riattivare il bacino carbonifero del Sulcis che, nonostante tutti i suoi difetti, rappresenta indubbiamente una notevole fonte energetica nazionale.

Il passaggio delle miniere carbonifere all'ENEL indusse a concepire un polo metallurgico che, pur non potendo essere alimentato con bauxiti nazionali poteva almeno esserlo con l'energia del carbone Sulcis.

Infatti, le materie prime necessarie alla metallurgia dell'alluminio sono la bauxite e l'energia, anzi l'energia rappresenta la materia prima principale, ma, come già accennato, la centrale di Porto Vesme fu alimentata con olio combustibile, e così il «metallo italianissimo» (tale era definito l'alluminio in epoca autarchica) ebbe ed ha origine solo da materie prime di totale importazione.

- Il comparto mercurifero, dopo il passaggio alla Jugoslavia delle miniere di Idria, rimase incentrato nel bacino amiatino, nelle province di Siena e di Grosseto, e mantenne ancora il primo posto nella produzione mondiale.

Dopo il calo produttivo verificatosi negli ultimi anni di guerra e nei primi del dopoguerra, la produzione riprese egregiamen-

te riportandosi su buoni livelli, superando, dal 1956 al 1958, le 2.000 t. annue di mercurio, ma non raggiunse mai più il livello produttivo del 1938 (2.300 t.).

L'attività proseguì regolarmente dal 1961 al 1969, quando le esportazioni di mercurio costituivano oltre l'80% della produzione nazionale, con scorte quasi totalmente assorbite dal mercato.

Ma dal 1969-70 ebbe inizio il declino: nonostante la riduzione produttiva, le scorte andarono continuamente crescendo e l'esportazione divenne praticamente insignificante.

La crisi mercurifera era dovuta a motivi di carattere congiunturale e strutturale insieme, sia per la sostituzione del metallo, in particolare negli impianti di cloro-soda, con altri prodotti per motivi ecologici, sia per la diminuzione del tenore dei grezzi in fase di costi di produzione crescenti.

Le prime miniere a sospendere la produzione furono quelle del Siele verso la fine del 1973: le concessioni passarono sotto il controllo dell'EGAM per mezzo della SOLMINE, prima, e della S.M.M.A., dopo, per cui le coltivazioni furono momentaneamente riattivate. Alcune miniere del bacino mercurifero ridussero drasticamente la produzione, mentre altre, di minore importanza, furono chiuse fin dall'inizio degli anni Settanta ed altre ancora sospesero i lavori per l'esaurimento dei giacimenti o furono rinunciate dalle stesse Società del Gruppo EGAM.

Nel 1974, la produzione mercurifera si era ridotta a 894 t. (circa 26.000 bb), cifra minima mai prima toccata.

L'industria mercurifera è sempre stata caratterizzata da un andamento ciclico, comprenden-

te periodi di alte o altissime quotazioni cui hanno fatto seguito periodi di depressione, con conseguente accumulo di scorte che poi trovavano esito nei periodi di ripresa.

Ma l'attuale periodo depressivo risultò molto più pesante dei precedenti perché aggravato dalla novità ecologica e dall'aumento dei costi di produzione, contrapposto alla diminuzione del tenore medio del grezzo.

- La metallurgia del magnesio, insieme alla miniera di piombo-zinco di Salafossa, può considerarsi invece un'importante novità nel settore minero-metallurgico italiano del dopoguerra.

Già produzioni di magnesio metallico furono ottenute in una piccola officina sorta a Palmas Suergiu dal 1936 al 1938 con 43 t. di magnesio. Poi, entrarono in esercizio l'officina di Bolzano nel 1939 che trattò dolomite locale al 20% MgO, ed un'altra ad Aosta nel 1940.

La dolomite, così chiamata perché scoperta nel 1789 dal mineralogista francese De Dolomieu, fu dunque la materia prima per la fabbricazione del magnesio, metallo leggero utilizzato appunto per leghe leggere e resistenti.

La produzione anteguerra ebbe buon successo, tanto che dalle 43 t. del 1936 si portò a 2.400 t. nel 1942, utilizzando 28.000 t. di dolomite.

Nel dopoguerra, la produzione riprese nel 1951, quando entrò in esercizio lo stabilimento di Bolzano con circa 1.000 t. di magnesio metallico; poi, per le favorevoli condizioni di mercato, la produzione andò continuamente crescendo a ritmo costante fino al 1974, quando raggiunse circa 7.500 t.

L'attività ha presentato un lo-devole andamento produttivo, alimentando anche un notevole flusso di esportazione, grazie alle immense riserve di dolomite pregiata della miniera Dosseni, in provincia di Trento.

- La metallurgia primaria del rame, in pratica, non è mai esistita in Italia, per cui le modeste produzioni di minerale cuprifero furono destinate all'esportazione. Eppure il nostro Paese è un grande consumatore di rame di prima fusione e di greggio, di rottami e di cascami. Il consumo, dal 1961 al 1974, è passato da 226.000 a 391.000 t. di rame totalmente importato.

Per la metallurgia del rame non fu adottata la stessa politica di approvvigionamento totale di minerali esteri per la fabbricazione di rame primario, come invece fecero, prima, la siderurgia e poi la metallurgia dell'alluminio ed ora anche quella del piombo e dello zinco. Una proposta di tale politica, rimasta poi solo sulla carta, fu fatta dall'EGAM con un progetto metallurgico a Gela per la fabbricazione di 120.000 t. di rame elettrolitico, 150.000 t. di zinco e 1.200.000 t. di acido solforico, progetto mai più, non solo attuato, ma nemmeno ricordato.

Dal 1952 la modesta produzione di minerali di rame proveniva principalmente dalle miniere del Predoi (BZ) e di Funtana Raminosa (NU), quando la miniera Torrente Otro (VC) era in fase di ricerca e quella di Fenice Capanne (GR) ancora improduttiva.

Una certa ripresa produttiva si ebbe nel 1966, anno del raddoppio (1.260 t. di rame contenuto) dei livelli produttivi precedenti, che triplicò nel 1968

(2.315 t.) con l'entrata in coltivazione delle miniere del Temperino nel Campigliese e di Torrente Otro nel Vercellese.

Dal 1970 in poi la produzione iniziò il suo declino e dal 1973 ritornò ai livelli precedenti per l'avanzato stato di esaurimento della miniera Torrente Otro. La modesta produzione di minerali di rame continuò a provenire dal Campigliese, da Funtana Raminosa e da Fenice Capanne, ripresa nel 1954 con la messa a punto dell'impianto di flottazione. Mentre i comparti siderurgico e metallurgico erano costretti a massicce importazioni di minerali, il comparto del rame ricorse invece a massicce importazioni di metallo.

Nel settore minero-metallurgico, i massimi livelli produttivi, nel loro complesso, si ebbero dunque nel 1968 con una occupazione di 8.300 addetti. La potenza installata nelle miniere metallifere fu di 9.229 CV non elettrici e 119.530 CV elettrici, per un totale di 128.759 CV ed un grado di meccanizzazione di 15,5 CV/addetto. Nonostante ciò, la crisi minero-metallurgica era in atto fin dal 1970 in quanto tutti i giacimenti metalliferi, ad esclusione di quelli di magnesio, si trovavano in stato di avanzato esaurimento fisico dovuto al calo dei tenori al di sotto dei limiti di economicità.

I costi di estrazione aumentavano, non solo per la maggiore incidenza del costo della manodopera e degli oneri finanziari, ma anche per l'approfondimento delle coltivazioni delle residue miniere, costi non compensati da un'adeguata rivalutazione dei prezzi dei metalli.

La situazione, dunque, era già critica prima che la crisi energe-

tica producesse i suoi deleteri effetti sull'economia italiana.

10.2.3. *Il minero-chimico*

Nel settore minero-chimico, grandi eventi caratterizzarono gli anni Cinquanta e Sessanta:

– l'entrata in stabile produzione delle miniere di fluorite nel territorio di Silius (Gerrei) in Sardegna, da quando, nel 1955, entrò in esercizio l'impianto di arricchimento di Assemini (CA);

– l'inizio produttivo delle miniere siciliane di sali potassici;

– il nuovo assetto dato al comparto delle pirite della Maremma toscana e la scoperta del giacimento di Campiano (Boccheggiano), effettuata con una serie di sondaggi verso la fine degli anni Sessanta;

– la scoperta del nuovo giacimento di salgemma Timpa del Salto (CZ), entrato in coltivazione nel 1971.

Questi eventi positivi portarono grande contributo produttivo ma, come risultato positivo della ricerca mineraria, è da segnalare anche la scoperta del grande giacimento di pirite di Poggio Mandrioli (Monte Argentario), localizzato purtroppo sotto la laguna di Orbetello in prossimità del mare aperto, a 450 m. di profondità.

– Nel comparto della fluorite è da segnalare la scoperta, nel Lazio, di giacimenti di cospicua entità, a tenori alquanto elevati, che presentano però difficoltà di trattamento per la struttura micronizzata del minerale fluoritico.

La produzione di fluorite era incentrata praticamente nelle miniere sarde del Gerrei (Genna Tres Montis e Su Muscadroxiu), ma anche altre miniere furono in

attività nelle province di Bergamo (Laghetto di Polzone, Paglio-Pignolino e Comissinone), di Brescia (Torgola), di Roma (Pianciano e Prato del Casone), di Bolzano (Vallarsa e Cervara) e di Trento (Prestavel).

È da segnalare il notevolissimo incremento produttivo di questo comparto: il livello produttivo che nel 1948 fu di circa 41.000 t., dal 1966 si è sempre mantenuto al di sopra delle 200.000 t. di fluorite (grado metallurgico, ceramico e acido), toccando il suo massimo nel 1971 con quasi 300.000 t. Determinante fu la capacità produttiva delle miniere sarde.

Dal 1961 al 1974, il comparto alimentò una corrente di esportazione media del 22% della produzione nazionale.

– Il comparto minerario dei sali potassici siciliani ebbe inizio produttivo nel 1959-60, raggiungendo quasi il milione di tonnellate di kainite al 12% K_2O nel 1961. Da allora, l'aumento produttivo medio è stato del raddoppio in sei anni, fino al 1966, poi la produzione si stabilizzò su 1,85-1,95 Mt fino al 1974, assicurando buona parte del fabbisogno nazionale.

La grande attività di ricerca fu coronata da meritato successo: dal 1952 al 1973 furono perforati 117 pozzi esplorativi, di cui 101 con esito positivo, poi nelle aree indiziate fece seguito la perforazione di altri 267 pozzi di cubaggio.

L'attività delle miniere di San Cataldo-Palo (CL) e di Racalmuto (AG), esercite dalla MONTEDISON e poi dalla SALS, entrò in fase critica dal 1973, mentre era in avanzata preparazione la miniera di Pasquasia (EN).

Il minerale kainitico della San

Cataldo-Palo, dopo arricchimento in loco in un impianto di flottazione, veniva spedito tramite teleferica all'impianto chimico di Campofranco per la produzione di solfato, quando, alla fine del 1974, furono iniziate le prove di marcia a pieno carico dello stabilimento di Pasquasia.

– Nel bacino piritifero maremmano, si rese necessario lo scavo di una grande galleria di scolo per l'abbassamento del livello idrostatico nella miniera di Boccheggiano. La galleria ebbe inizio nel 1951 e terminò nel 1955; essa permise la totale coltivazione dei giacimenti di Boccheggiano, in particolare del Pozzo Ballarino, ultimo ad essere coltivato dopo quelli di Molignoni, Botroni e Baciolo.

Fino al 1963, anno di entrata in esercizio dello stabilimento del Casone, presso Scarlino (GR), l'attività era incentrata nelle miniere della Maremma toscana; produzioni assai minori di pirite provenivano ancora dalle miniere di Valle Imperina (BL), di Brosso e di Fragné (TO) e di Calceranica (TN) nonché, quale produzione allora detta fatale, dalle miniere di ferro dell'Elba, di piombo-zinco sarde e di barite di Val di Castello (LU).

Ma il comparto, agli inizi degli anni 60, entrò in crisi, non per motivi congiunturali ma strutturali, dovuti agli alti costi di produzione e di trasporto del minerale.

La pirite prodotta era arricchita al 50% S negli impianti di miniera, generalmente gravimetrici, poi trasportata con teleferiche, indi spedita per ferrovia o per mare alle varie fabbriche di acido solforico, sparse ovunque nel territorio nazionale.

Questo sistema tradizionale

mise in crisi il comparto, per cui l'unico produttore nazionale (MONTEDISON) studiò un sistema di utilizzazione integrale della pirite che, senza dubbio, avrebbe sacrificato i centri produttivi minori.

Si pensò cioè di utilizzare la pirite tal quale (38% S e 34% Fe), abbattendo i costi di arricchimento. Per il trasporto si pensò di abolire le teleferiche, costose per il notevole impiego di manodopera e per manutenzione, sostituendole con autotreni fino ad un unico centro utilizzatore localizzato presso la rete ferroviaria e la costa (Scarlino) per spedire a destinazione non già la pirite, ma l'acido solforico e i prodotti destinati alla siderurgia.

Si pensò anche all'utilizzazione integrale della pirite: una tonnellata di pirite al 38% S può fornire una tonnellata di acido, 0,4 di pellets (Fe_2O_3) e 500 Kwh elettrici (dato che lo zolfo è un buon combustibile).

Questo nuovo assetto organizzativo salvò le piriti della Maremma da sicura chiusura, ma accelerò la fine delle miniere minori (Valle Imperina, chiusa nel 1962, Brosso e Calceranica nel 1963-64).

Lo stabilimento di Scarlino venne alimentato con le piriti di Niccioleta, di Boccheggiano e di Gavorrano, esenti da elementi inquinanti.

Lo stabilimento, della capacità di targa di 950.000 t. di pirite, iniziò nel 1963 la normale produzione di acido, destinato alle varie industrie, nel 1964 di pellets, destinate alla siderurgia, e di energia elettrica per gli usi interni, mentre il supero era immesso nella rete elettrica nazionale.

Dal 1965 al 1974 furono pro-

dotte 3.235.000 t. di pellets, utilizzate negli impianti siderurgici nazionali; così il comparto poté considerarsi il maggior produttore nazionale di minerali di ferro.

Nel 1974 iniziavano le preparazioni della nuova miniera di Campiano, quando la miniera di Pozzo Ballarino era già praticamente improduttiva.

—La produzione mineraria di salgemma (escluso il sale marino) quadruplicò dal 1948 al 1969 per la richiesta di sale industriale necessario allo stabilimento di cloro-soda di Rosignano Solvay.

Tuttavia, dal 1961 al 1964, la produzione nazionale coprì solo il 98% del fabbisogno, mentre dal 1965 al 1970 il 2,5% della produzione fu destinata all'esportazione.

Un evento di notevole importanza fu la scoperta del giacimento di Timpa del Salto, entrato in coltivazione nel secondo semestre del 1970 per alimentare, mediante un lungo salinodotto, lo stabilimento di Cirò Marina.

La produzione di salgemma superò così 3 Mt, con un massimo eccezionale di 4 Mt nel 1974.

10.2.4. Il minero-industriale

Il settore minero-industriale si sviluppò nel dopoguerra insieme al sistema industriale italiano.

Nel 1948, tutti i comparti, ad eccezione della grafite, avevano già superato i livelli produttivi del 1938 e il volume produttivo complessivo del settore seguì, in media, la regola del raddoppio ogni 13 anni (dal 1948 a 1961 e dal 1961 al 1974).

Dal 1961 al 1974, il comparto delle argille industriali ebbe un grande sviluppo produttivo:

Il comparto della bentonite, quasi inesistente nel 1948, ebbe particolare impulso per l'esteso impiego del minerale nelle perforazioni petrolifere (insieme alla barite) e per opere di impermeabilizzazione nelle costruzioni civili. Le miniere di bentonite si svilupparono particolarmente nelle province di Cagliari e di Sassari, di Foggia, Vicenza e Latina (Isola di Ponza). La produzione passò da 4.000 t. nel 1948 a 345.000 t. nel 1974.

Per contro, il caolino e le argille caoliniche, meno degli altri comparti registrarono incrementi produttivi: infatti, nel 1938 la produzione era già abbastanza elevata e si mantenne su tale livello, con una punta massima eccezionalmente isolata di 309.000 t. nel 1966. La produzione provenne dalle miniere ubicate nelle province di Sassari, Vicenza, Roma e Vercelli.

Anche le argille refrattarie acquistarono importanza insieme allo sviluppo dei settori industriali ad alta refrattarietà. La produzione provenne dalle miniere delle province di Nuoro, Novara e Vercelli con livelli via via crescenti da 75.000 t. nel 1948 a 353.000 t. nel 1974. Ma questo comparto riuscì a soddisfare solo il 41% del fabbisogno.

Il feldspato ebbe sviluppo analogo. La produzione del 1948 che già superava quella del 1938, si portò a 238.000 t. nel 1974 e provenne dalle miniere ubicate nelle province di Como, Vercelli, Brescia, Novara e Trento, assicurando un grado di approvvigionamento superiore al fabbisogno.

Per l'amianto ebbe attività continuativa la miniera di Balangero nelle Alpi occidentali, in Provincia di Torino, la cui produ-

zione da 12.000 t. nel 1948 raggiunse 148.000 t. di amianto a fibra medio-corta nel 1974, assicurando un grado di approvvigionamento dell'87%.

Il talco e la steatite alimentarono un flusso di esportazione medio del 31% della produzione. Già nel 1948 la produzione, con 70.000 t., superava quella del 1938 e raggiunse 155.000 t. nel 1974. Le miniere erano ubicate in Valmalenco e in Valle Spluga (SO), in Val Chisone (TO) e nelle province di Cuneo e Bolzano.

La grafite della Valchisone ricorre in giacimenti di modesta entità ed è l'unico minerale che dal 1948 in poi abbia subito flessioni produttive. Il nostro Paese è un buon consumatore di grafite perché usata in elettrometallurgia e in fonderia ma il nostro grado di approvvigionamento non ha mai superato il 20% del fabbisogno.

10.2.5. Il settore marmifero

Nel comparto dei marmi apuani (Carrarese, Massese, Versilia e Carfagnana), continuò la coltivazione con i vecchi metodi, non sostanzialmente modificati dall'anteguerra fino alla fine degli anni Cinquanta, quando iniziò un processo di trasformazione che diede alle cave l'attuale assetto.

Allora prevaleva il sistema di abbattimento del marmo con esplosivi, anche con grandi varate, per staccare dal monte considerevoli quantitativi di roccia marmorea. Questo sistema determinava rese di recupero estremamente basse, dovute alla rottura dei blocchi durante le varate e alla non conveniente utilizzazione degli informi che venivano gettati nei ravaneti a

disposizione degli spartani (operai singoli e indipendenti che recuperavano i marmi di rifiuto delle cave). Il sistema per varate aveva anche l'inconveniente di danneggiare il giacimento a tergo e ciò contribuiva a peggiorare la resa al monte.

Il filo elicoidale era impiegato prevalentemente per la riquadratura dei blocchi di un certo valore commerciale sul piazzale di cava.

Il trasporto dei blocchi riquadrati dalla cava al poggio di caricamento avveniva prevalentemente, con basso rendimento di trasporto, mediante lizzatura che richiedeva compagnie specializzate.

Il limitato uso del filo elicoidale, e quindi il basso consumo di energia, dipendeva dalle difficoltà dei rifornimenti di sabbia silicea per la mancanza assoluta di strade. Numerose cave erano pur servite da teleferiche a va e vieni ma gli approvvigionamenti erano sempre onerosi e dispendiosi e pertanto era preferibile l'abbattimento al monte con esplosivo piuttosto che il taglio con il filo elicoidale.

Ma all'inizio degli anni Sessanta, i sistemi di coltivazione cambiarono radicalmente: furono costruite strade di accesso alle cave (dette strade di arroccamento) e, salvo eccezioni, non furono più fatte varate riducendo al minimo l'uso dell'esplosivo per non danneggiare i marmi abbattuti e il giacimento a tergo.

L'esplosivo era ancora usato nelle mine a fendere per ribaltare le masse marmoree già circoscritte dai tagli con il filo, ma in numerose cave si rinunciò anche a tale sistema a favore del ribaltamento delle bancate con fune ed argano o con martinetti

idraulici.

L'estensione del filo elicoidale, dovuta alla disponibilità di energia elettrica e alla facilità di rifornimenti di sabbia silicea mediante le strade di arroccamento, permise coltivazioni ad alta resa di recupero procedendo a sbassi successivi di altezza variabile da 4 a 10 m., in modo che l'assetto delle cave si presentò a grandinata. Le cosiddette tecthie, abbandonate nelle passate coltivazioni, furono riprese con tagli dall'alto al basso usando il filo elicoidale.

Con le aumentate rese al monte, il filo elicoidale permise di sezionare sul piazzale, spesso con l'uso del filo veloce e poi con impianti a lama diamantata, installati in cava, sempre maggiori quantità di blocchi di marmo, anche informi, tanto che gli spartani andarono scomparendo.

Le vie di lizza scomparvero completamente. Ciascuna cava fu servita da una strada di arroccamento che consentì il transito, in verità non sempre agevole, di autocarri per il trasporto rapido dei marmi dalle cave a destinazione.

Dal 1960 al 1970, il numero delle cave variò da un massimo di 542 ad un minimo di 335, con una media di 450 cave nel periodo considerato.

La manodopera occupata nel settore segnò notevole e continua diminuzione, con una media del 6% annuo, tanto che l'occupazione relativa al 1970 fu circa il 52% di quella relativa al 1960. La produzione di marmo registrò invece sensibili aumenti, con incremento medio annuo del 4%.

La forbice fra manodopera decrescente e produzione crescente portò la produttività media per

unità lavorativa nell'anno 1970 a circa il triplo di quella relativa al 1960. Analoghi risultati si ebbero nei consumi di energia elettrica: il consumo nel 1970 fu del 54% superiore a quello del 1960 ed il consumo totale di energia per ogni cava passò da 10.000 a 25.000 Kwh.

Ciò che maggiormente si evidenziò fu il progressivo e continuo aumento del rendimento operaio che da 79,5 passò a 233 t/addetto. Questo aumento risentì, evidentemente, dello sgravio di manodopera occupata nelle vie di lizza che partecipava al processo propriamente estrattivo, perciò conteggiata nelle statistiche, mentre alla fine del decennio in esame, i camionisti addetti al trasporto dei marmi sulle strade di arroccamento, ne erano esclusi. Tuttavia si può senz'altro affermare che il processo di trasformazione delle coltivazioni portò, nel decennio di cui trattasi, almeno al raddoppio della produttività.

10.3. L'industria mineraria e la CEE

Con riferimento al 1973, la produzione mineraria e metallurgica italiana, confrontata con quella della CEE, fu abbastanza rappresentativa.

La già declinata produzione di bauxite rappresentò solo l'1,5% del totale CEE; il massimo livello produttivo spettò alla Francia.

Nel complesso dei minerali metalliferi, l'incidenza italiana fu del 21%, ma l'Italia fu l'unico produttore di minerali di antimonio e di manganese della Comunità.

Incidenza insignificante presentarono i minerali di ferro di

fronte ai grandi produttori francesi.

Il settore dei minerali non metalliferi raggiunse il 17% della produzione. L'Italia fu l'unico produttore di amianto ed il maggiore per la pirite (70,6%). Produttore di rilievo lo fu per feldspato, fluorite, barite e talco. Fu anche l'unico produttore di zolfo nativo, seppur privo di rilievo di fronte allo zolfo di recupero francese.

Nonostante il notevole impulso dato al comparto dei sali potassici la produzione incise solo per il 4,6% di fronte alle enormi produzioni di Francia e Germania.

Il settore delle fonti di energia (esclusi gli idrocarburi) fu del tutto insignificante rispetto ai grandi produttori di carbone, come Regno Unito e Germania. La lignite incise per l'1% di fronte al grande sviluppo delle coltivazioni a cielo aperto delle miniere tedesche.

Nella metallurgia dei non ferrosi l'incidenza italiana fu del 9,11%. Il mercurio era ancora di totale produzione italiana, mentre per il magnesio l'Italia fu il principale produttore comunitario.

La produzione siderurgica (ghisa e acciaio) rappresentò il 12,14%. La siderurgia tedesca ebbe il maggior livello produttivo.

Prima che la crisi energetica facesse sentire i suoi dannosi effetti sul sistema economico europeo, il nostro Paese aveva un certo peso minerario in sede comunitaria.

La crisi energetica trovò impreparata l'industria mineraria italiana ed europea, specialmente nel minero-metallurgico, a far fronte alle difficoltà cui andava incontro, quando la popo-

lazione mondiale già superava 3.500 milioni di abitanti.

11 – La crisi energetica

11.1. La crisi energetica del 1973 e l'aumento del prezzo del petrolio incentivarono lo sviluppo del settore minero-energetico, specialmente nel comparto degli idrocarburi (gas naturale e petrolio), ma anche gli altri comparti in attività (vapore endogeno e combustibili fossili) risentirono dei benefici derivanti dalla mutata situazione internazionale.

I prezzi mondiali del petrolio erano rimasti quasi invariati negli anni Sessanta, ma dal 1972 al 1985 aumentarono fino a livelli incredibili e, conseguentemente, il rapporto tra domanda di petrolio e domanda totale di energia si invertì rispetto a quello degli anni Cinquanta e Sessanta.

La crisi energetica aggravò fortemente la nostra bilancia dei pagamenti e quella dei paesi industrializzati petrolio-dipendenti e con essa iniziò il processo inflazionistico che caratterizzò tutto il corso degli anni Settanta fino ad oggi.

I costi di produzione aumentarono vertiginosamente, in particolare il costo della manodopera e degli oneri finanziari, per cui la crisi si ripercosse particolarmente sull'industria minero-metallurgica i cui costi gestionali non furono compensati dal prezzo dei metalli che, praticamente, non subì aumenti in termini reali.

Minore fu l'effetto della crisi nel settore dei minerali non metalliferi, specialmente per quelli coltivati a cielo aperto, che poterono reagire prontamente, sul

piano tecnico ed organizzativo, all'aumento dei costi.

La crisi trovò così impreparato il settore minerario-metallurgico, coinvolto esso stesso in una sua crisi interna di carattere strutturale per l'avanzato stato di esaurimento dei giacimenti e per l'abbassamento dei tenori, in quanto, dal 1960 in poi, questo settore non fu interessato da una estensiva ricerca mineraria per l'individuazione di nuovi giacimenti minerari in sostituzione o in ausilio ai vecchi ormai sfruttati da secoli, al contrario di come operato nel comparto degli idrocarburi.

Questa doppia crisi determinò il crollo minerario-metallurgico italiano, ed anche europeo, crollo che può considerarsi come la Quarta Decadenza dell'industria minerario-metallurgica.

11.2. *La ripresa del settore minerario-energetico.* – In Italia, il comparto degli idrocarburi si sviluppò enormemente dal 1971 in poi per effetto della crisi, dannosa per la nostra bilancia dei pagamenti, ma che accentuò l'interesse per le materie prime energetiche nazionali.

Lo Stato già si era reso conto dell'importanza che queste fonti energetiche rivestono per l'economia nazionale promulgando leggi importanti per lo sviluppo del settore.

La legge 10 febbraio 1953, n. 136, istitutiva dell'ENI, aveva riservato in esclusiva all'Ente di Stato la zona comprendente la Valle Padana e l'antistante fascia marina adriatica larga 15 km.

La ricerca e la coltivazione di idrocarburi nella restante parte del territorio nazionale, con esclusione delle regioni a sta-

tuto speciale, furono regolate dalle leggi n. 6/1957 e n. 613/1967; quest'ultima, estesa al sottofondo marino, fu promulgata per l'intensa attività assunta dalla ricerca nelle aree off-shore.

L'area del mare territoriale e della piattaforma continentale, con decorrenza 21 luglio 1967, era stata divisa in varie zone comprendenti i seguenti tratti di mare:

– Zona A di 850.000 ettari: mare Adriatico a nord del 44° parallelo;

– Zona B di 2.314.817 ettari: mare Adriatico fra il 42° e il 44° parallelo;

– Zona C di 2.237.000 ettari: mare adiacente al territorio della Sicilia e delle isole Eolie, Ustica, Egadi, Pantelleria e Pelagie;

– Zona D di 1.813.036 ettari: mare Adriatico e Jonio adiacente al territorio della penisola a sud del 42° parallelo;

– Zona E di 3.849.656 ettari: mare Tirreno adiacente al territorio della penisola, delle isole dell'Arcipelago toscano e delle isole Pontine, nonché adiacente al territorio della Sardegna.

La legge 4 giugno 1973, n. 443 consentì poi all'ENI, e successivamente ai privati, di operare nel sottofondo marino situato al di fuori della linea isobata di 200 m., delimitata con D.M. 13 giugno 1975 che doveva necessariamente chiamarsi Zona F di 2.690.000 ettari; successivamente, con D.M. 18 agosto 1981, fu delimitata la Zona G di 2.360.000 ettari al largo della costa siciliana occidentale.

L'attività mineraria off-shore si sviluppò particolarmente nelle Zone da A a D ed anche nella Zona E che presenta importanza minore per la ricerca di idro-

carburi poiché la fascia tirrenica, importante per quanto riguarda i minerali solidi, non può offrire valide prospettive per gli idrocarburi, trattandosi di zona tettonicamente rotta e tormentata.

Inoltre, con legge 26 aprile 1974, n. 170 fu regolato lo stoccaggio di gas naturale in ex giacimenti di idrocarburi.

Nel periodo 1971-81, l'attività mineraria fu intensa e proficua, tanto che l'incremento delle riserve di idrocarburi, man mano accertate, superava le produzioni via via estratte.

– In Terraferma, nella Zona di esclusiva ENI, vennero perforati 148 pozzi esplorativi e di sviluppo, ottenendo risultati positivi (di gas e di olio) nel 55% dei pozzi. Furono inoltre perforati 39 pozzi di stoccaggio.

Nel restante territorio nazionale, escluse le regioni a statuto speciale, furono perforati 228 pozzi esplorativi e di sviluppo, con risultati positivi nel 43% dei casi, e 8 pozzi di stoccaggio.

Importanti furono i risultati dei pozzi ad olio di Malossa (BG) e del Cavone (RA) nella zona di esclusiva ENI.

– Nell'off-shore furono perforati 335 pozzi esplorativi e di sviluppo con risultati positivi al 52%.

Importanti furono anche i risultati dei pozzi perforati nella Zona C, nel Canale di Sicilia, con la scoperta dei giacimenti ad olio di Mila, Vega e Norma ed a gas di Luna nella Zona D.

Nel 1975 ebbe inizio da parte dell'ENI, con carattere di temporanea esclusività, la prospezione estensiva della Zona F con limite esterno corrispondente all'incirca all'isobata di 1.000 m., entro i limiti della piattaforma continentale italiana.

L'attività petrolifera off-shore registrò dunque uno sviluppo sorprendente conducendo ad importanti scoperte minerarie dovute principalmente allo sviluppo della geofisica che impiegò metodi sismici altamente sofisticati.

Per il continuo evolversi delle lavorazioni e degli impianti destinati alla ricerca e alla coltivazione in aree marine e per disciplinarne l'attività, fu necessario emanare il DPR 24 maggio 1979, n. 886 ad integrazione e adeguamento delle norme di polizia delle miniere e delle cave, contenute nel DPR 9 aprile 1959, n. 128, al fine di regolare le attività di prospezione, di ricerca e di coltivazione degli idrocarburi nel mare territoriale e nella piattaforma continentale.

Anche nel periodo successivo al 1981, l'attività proseguì con analoga intensità e le scoperte di nuovi giacimenti ad olio ed a gas si susseguirono regolarmente fino al 1986.

Nel triennio 1984-86 le attività off-shore si svolsero nelle varie zone su una superficie di 166.000 kmq (oltre la metà del territorio nazionale), aperte gradualmente sin dal 1967. A partire dalle coste, quest'area si estende verso le acque più profonde, in talune fino a 1.000 m. di battente d'acqua, coinvolgendo nell'attività 54 Compagnie petrolifere comprendenti i maggiori operatori internazionali.

L'importanza dell'off-shore è attualmente notevole: a partire dal 1959, quando per la prima volta in Europa iniziò la perforazione in mare con i pozzi Gela Mare lungo le coste siciliane, le attività off-shore andarono rapidamente crescendo di importan-

za, quantitativamente (più di 800 pozzi perforati) e qualitativamente con le esplorazioni di aree di mare sempre più profondo, rese possibili dalla rapida evoluzione tecnologica del settore. Attualmente esse rappresentano la quota prevalente delle attività, destinate a crescere ancora nei prossimi anni.

La quota di idrocarburi di produzione nazionale proveniente in gran parte dal sottofondo marino è stata in ampia crescita: il 70% del gas naturale proviene dall'off-shore e considerato che la produzione nazionale copre il 45% dei consumi interni di gas, oltre il 30% del consumo di gas proviene dal sottofondo marino italiano.

Il notevole aumento della produzione nel 1984-86 per il gas (24%) è dovuto fondamentalmente all'off-shore padano che, nel 1986, ha prodotto oltre 6 miliardi di mc, mentre l'aumento produttivo di olio (18%) è dovuto ai giacimenti del medio-basso Adriatico e del Canale di Sicilia.

Alla fine del 1986 risultavano in produzione in mare 33 giacimenti a gas e 9 ad olio. Dal 1987 la produzione di olio è notevolmente aumentata con l'entrata in produzione dei campi di Rospo Mare (basso Adriatico) e soprattutto di Vega (Canale di Sicilia) che dovrebbe consentire, a regime, il raddoppio della produzione nazionale.

Il metano è una risorsa importantissima, gradita per ogni uso energetico, fonte di energia pregiata esente da inquinanti e da ceneri; Però il metano non può essere generalizzato come fonte energetica, ma utilizzato solo dove è strettamente necessario, particolarmente nel setto-

re domestico e nel terziario. Anche nel settore industriale il metano può essere usato come materia prima per l'industria chimica, nella siderurgia e in fonderia, nell'industria ceramica, alimentare, nel vetro e nell'automazione. L'uso del metano nelle centrali termoelettriche di grande potenza si giustifica solo per le centrali policombustibili (carbone, petrolio, metano), nelle quali il metano può intervenire quando la soglia di inquinamento atmosferico si avvicina ai valori massimi consentiti.

Per utilizzare questa importante risorsa sono necessarie opere di vettoriamento (rete di metanodotti) del gas in ogni centro di utilizzazione, come la rete elettrica nazionale.

L'attuale rete di vettoriamento è costituita da grandi tubazioni in acciaio, interrate, sottomarine e in galleria. Lungo il percorso di ogni gasdotto sono dislocate, a distanza variabile da 100 a 200 km., centrali di compressione azionate da turbine, alimentate con il metano spillato dallo stesso gasdotto, per ripristinare la pressione necessaria al vettoriamento. L'intera rete è collegata ai vari centri di stoccaggio (ex giacimenti di idrocarburi) ubicati a Brugheria, Cortemaggiore, Cupello, Ferrandina, Minerbio, Pisticci, Ripalta e Sergano, con una totale capacità di stoccaggio di 10 miliardi di mc di gas.

Dal giugno 1974 due gasdotti internazionali di grande diametro trasportano in Italia dall'Olanda e dall'Unione Sovietica. Il metanodotto olandese, della capacità di 6 miliardi di mc/anno, attraversa la Germania e la Svizzera fino a Mortara (Pavia) dopo un percorso di 826 km.; il

metanodotto sovietico (7 miliardi di mc) corre per 774 km dal confine cecoslovacco fino al Sergnano (Cremona).

Nel 1983, anche l'Algeria ha iniziato le forniture all'Italia per mezzo del gasdotto algerino (12 miliardi di mc) che rappresenta il gasdotto intercontinentale fra i più lunghi del mondo (2.500 km) con posa di tubazioni a grande profondità marine nell'attraversamento del Canale di Sicilia.

Importazioni di metano dalla Libia avvengono a mezzo di navi criolitiche (navi metaniere) fino a Panigaglia dove il metano viene rigassificato e immesso in rete.

La rete dei metanodotti, che nel 1960 copriva la sola Pianura Padana con un'estensione di circa 3.800 km., già nel 1970 diventava una vera e propria rete nazionale che attualmente si sviluppa per oltre 20.000 km. raggiungendo tutte le regioni d'Italia e collegando capillarmente comuni e industrie, come la rete elettrica nazionale ad alta tensione, anch'essa dello stesso ordine di lunghezza.

Queste due reti fanno dell'ENEL e della SNAM i più grandi distributori energetici del Paese. Basti pensare che la rete elettrica nazionale, nel 1987, ha potuto distribuire 210 Twh di energia elettrica, pari a 47 MTep, mentre l'attuale sviluppo dei metanodotti potrebbe distribuire un massimo di 50 miliardi di mc di metano, pari a 42 MTep.

Queste grandiose realizzazioni anche se non strettamente minerarie ma comunque utilizzate per il vettoriamento di energia contenuta in prodotti minerari, nelle quali i minatori hanno contribuito notevolmente

nell'esecuzione di scavi e di gallerie, sono le nostre più recenti opere da giganti.

— Ma nel 1986, il mercato petrolifero sperimentò una brusca inversione di tendenza nella linea dei prezzi con conseguente rapido ridimensionamento dei programmi di attività da parte degli operatori, specialmente nell'area marina.

Questo rappresentò un segnale di allarme nel senso che, nel giro di qualche anno, in assenza di inversione di tendenza, con lo scadere dei permessi al termine del loro ciclo di vita mineraria, l'area marina complessivamente investigata avrebbe potuto subire consistenti riduzioni con conseguente caduta dell'attività esplorativa.

Il numero dei sondaggi perforati in mare toccò il suo massimo storico nel 1986, ma nel 1988 il numero dei pozzi esplorativi è notevolmente diminuito, mentre è fortemente aumentato il numero dei pozzi di sviluppo, quelli cioè necessari a mettere in produzione giacimenti già scoperti. I maggiori operatori preferiscono indirizzare i loro investimenti verso settori sicuri, eseguendo quei lavori comunque necessari alla messa in produzione di riserve già scoperte. E gli investimenti effettuati in ricerche ed in attività di produzione, nel triennio 1984-86, rivela un andamento crescente delle risorse finanziarie destinate alle attività in mare, seppur localizzate in larga misura alla valorizzazione dei ritrovamenti già effettuati negli anni passati.

La brusca depressione del mercato petrolifero all'inizio del 1986, con notevole diminuzione dei prezzi rispetto a quelli del 1985, pare aver interessato so-

lo marginalmente le attività nazionali, obbligando gli operatori a dirottare energie e investimenti sul settore dello sviluppo piuttosto che su quello dell'esplorazione, ma tale situazione non può protrarsi per lunghi periodi.

Il calo dei prezzi contrasse drasticamente gli utili delle Compagnie petrolifere e quindi le relative capacità di autofinanziamento, perciò i fondi per le attività di ricerca.

Col perdurare sui mercati internazionali di una situazione di basso mercato dell'olio (che coinvolge anche il gas e le altre fonti energetiche che con una certa isteresi seguono i prezzi dell'olio), l'attività di ricerca rischierebbe una fase di stagnazione soprattutto nelle aree di mare profondo che purtroppo costituiscono la maggior parte dei giacimenti italiani che richiedono sforzi tecnologici e finanziari più elevati rispetto a quelli in vicinanza delle coste.

Le tecnologie di ricerca e produzione, nonostante tutto, proseguirono il loro cammino con la messa a punto di metodi geofisici sofisticati, con azioni innovative di produzione, quali pozzi direzionati orizzontalmente, e sperimentazioni di nuove tecniche per accrescere il recupero di olio dai giacimenti più produttivi.

L'entità delle riserve italiane non è particolarmente rilevante: esse oggi (1988) corrispondono a circa 18 anni per l'olio e 15 anni per il gas naturale in termini di produzione nazionale, proiettata nei prossimi anni, di 6-8 Mt di olio e di 16 miliardi di mc di gas, pari a circa 20 Mtep/anno: e ciò non è cosa da poco.

– Insieme allo sviluppo petrolifero si ebbe quello geotermoelettrico nella regione boracifera e in quella amiatina, dove la produzione oscillò fra 29 e 30 Mt di vapore.

Risultati eccezionali nella ricerca si ebbero nel 1972-73 con l'esplosione del soffione Travale 22 che erogò 300 t/ora di vapore e nella zona di Radicondoli, nelle provincie di Grosseto e Siena.

Nel 1977 iniziarono i primi esperimenti sulla reiniezione dei fluidi esausti negli stessi orizzonti profondi di provenienza, al duplice scopo di promuovere la ricarica del serbatoio vaporifero e di ridurre gli inquinamenti superficiali. Furono iniziati anche studi sul produttivo del basamento filladico mediante perforazioni profonde, nel cosiddetto secondo serbatoio, per la captazione del vapore all'origine da zone fratturate profonde. È da osservare però che il vapore surriscaldato, particolarmente idoneo alla produzione di energia elettrica, può non originarsi direttamente nelle zone profonde, ma formarsi per successivi salti isoentalpici (laminazioni) nella sua risalita attraverso strutture geologiche conformate a gradinata, surriscaldandosi in ogni salto a spese del calore del serbatoio permeabile e convettivo, fino ad arrestarsi contro la copertura impermeabile del flysh. Perciò il fluido surriscaldato può considerarsi una rarità perché formasi in circostanze eccezionali e concomitanti, come elevato gradiente, serbatoio molto permeabile conformato a gradinata, copertura impermeabile del serbatoio e soprattutto bacino idrogeologico di alimentazione notevolmente ampio.

Per questo motivo sono stati condotti studi di alta tecnologia per lo sfruttamento ottimale del campo, come il miglioramento dei rendimenti termodinamici delle centrali, l'impiego di attrezzature speciali di perforazione, l'utilizzazione di fluidi a bassa entalpia per energia elettrica mediante impianti a ciclo binario, gestione ottimale dei serbatoi geotermici con la modulazione del carico utilizzando il serbatoio geotermico come serbatoio di accumulo (stoccaggio).

Mentre le disponibilità di fluidi surriscaldati sono alquanto limitate, vi sono ampie disponibilità di fluidi a bassa entalpia utilizzabili per riscaldamento diretto che, per le difficoltà di trasporto a distanza del calore, possono essere utilizzati solo localmente.

I risultati delle ricerche minerarie hanno portato alla valorizzazione di zone geotermiche a media-alta entalpia, come il campo geotermico dei Campi Flegrei ed altri campi geotermici ad elevato contenuto salino, come quello di Latera e di Cesano nel Lazio.

Le ricerche hanno inoltre permesso di realizzare progetti di teleriscaldamento significativi, come il riscaldamento del complesso AGIP di San Donato Milanese, delle città di Ferrara e di Vicenza, di Castelnuovo Val di Cecina (regione boracifera) ed il riscaldamento di serre a Piancastagnaio (regione amiatina), utilizzando il vapore di scarico di centrali a contropressione.

La produzione di energia elettrica con le annesse centrali geotermoelettriche (potenza installata 378 Mw al 31 dicembre 1987) oscillò fra 2,5 e 3 Twh

(2,9 Twh nel 1987), con un consumo specifico di 10,5 kg. di vapore/kwh prodotto.

Ma notevole sviluppo è atteso dalla geotermia ad alta e bassa entalpia nei prossimi anni e per incentivarne lo sviluppo è stata promulgata la legge 9 dicembre 1986, n. 896 sulla disciplina della ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche.

– Nel comparto dei combustibili solidi proseguirono le coltivazioni a cielo aperto nelle miniere lignitifere del Valdarno (AR) e di Pietrafitta (PG) con produzioni complessive intorno a 2 Mt di lignite fino al 1983. Poi la produzione si è contratta a 1,8-1,9 Mt nel 1984-85. Il calo produttivo a 1,6 Mt è occorso nel 1986-87 per lo stato di esaurimento della miniera di Pietrafitta. Anche le miniere del Valdarno sono in via di esaurimento e potranno fornire combustibile alla centrale Santa Barbara solo per un limitato numero di anni.

Nel bacino carbonifero del Sulcis, dopo la sospensione produttiva avvenuta nel luglio 1972, furono effettuate solo opere di manutenzione ordinaria nei livelli non allagati delle miniere.

Ma l'aumentato prezzo del petrolio, verificatosi alla fine del 1973, provocò gravi danni all'economia dei paesi industrializzati e in particolare all'Italia dove si verificarono gravi scompensi nella bilancia dei pagamenti per l'eccessiva dipendenza dall'estero del suo fabbisogno energetico. La gravità della situazione richiese l'attenta e immediata valutazione di ogni possibile sfruttamento delle fonti energetiche nazionali. Ed infatti, su iniziativa dei Ministri delle partecipazioni statali e dell'in-

dustria, con decreti 2 e 9 settembre 1974 fu istituita una Commissione di esperti per accertare le possibilità di utilizzazione del carbone Sulcis.

I lavori della Commissione accertarono una consistenza di 150 Mt di carbone al potere calorifico inferiore di 4.400 Cal/Kg e al 6% di zolfo sul grezzo estratto. E si ritenne possibile la ripresa produttiva delle miniere di Seruci e di Nuraxi Figus per l'utilizzazione elettrica del carbone, dato il suo rivalutato valore commerciale.

Nel corso del 1977 le concessioni dell'ENEL furono trasferite alla Società Carbosulcis, appositamente costituita, che iniziò studi e ricerche al fine di riattivare il bacino e, sulla base di un programma predisposto dalla Società esercente nel 1981, prese il via il piano di riattivazione. Proseguirono perciò le ricerche, i tracciamenti e le manutenzioni dei sotterranei, nonché la preparazione dei tagli scuola.

La legge 27 giugno 1985, n. 351, sulla riattivazione del bacino carbonifero del Sulcis, autorizza la riattivazione del bacino a cura dell'ENI, la cui produzione dovrà raggiungere 1,7 Mt nel 1995.

Attualmente le miniere si trovano in fase di preparazione con tecnologie di avanguardia altamente meccanizzate.

Al di là di possibili utilizzi nella centrale di Porto Vesme, la legge 351 ha autorizzato l'ENI, l'ENEA e l'ENEL a costituire una società avente prevalentemente per scopo lo studio e lo sviluppo di tecnologie innovative ed avanzate nella utilizzazione di detto carbone. Detta società, la Sotacarbo, è già operante per

avviare sperimentazioni su tecnologie innovative per l'utilizzazione di carboni ad alto contenuto in zolfo.

Nel 1987, il consumo energetico italiano è stato di circa 153 MTep, di cui 47 MTep destinati alla produzione di energia elettrica (termo, idro, geo, nucleo).

La produzione energetica italiana è stata di 27,3 MTep (petrolio, metano, lignite, idro, geo, nucleo) per cui il nostro grado di approvvigionamento è stato solo del 17,84%.

12. La Quarta Decadenza Minerometallurgica.

– Mentre il mineroenergetico continuò nel suo slancio produttivo sorretto da adeguata attività di ricerca mineraria, almeno fino al 1985-86, altri settori ad eccezione di alcuni comparti, entrarono in crisi, molti con l'abbandono delle miniere, altri con gestioni minerarie in grave perdita.

Si possono escludere dalle drammatiche vicende del dopocrisi alcuni comparti come quello del salgemma e dei sali potassici, nel minerochimico, del feldspato, delle argille (caolino e terre caoliniche, bentonite, argille smettiche e refrattarie) e del talco, nel settore dei minerali industriali, nonché del magnesio, nel minerotelallurgico. Tutti gli altri comparti accusarono fenomeni di crisi congiunturale e strutturale insieme.

12.1. Nei primi anni '70, l'industria mineraria italiana era incentrata, in massima parte, nel settore pubblico.

Il Gruppo EGAM aveva rilevato miniere da società private e a partecipazione statale. In particolare, la gestione EGAM

era assicurata:

– dall'Ammi con le miniere di piombo-zinco di Gorno, Monteneve e Raibl nell'Arco Alpino, nonché di antimonio del Tafone in Toscana e di Su Suergiu in Sardegna. Nel settore metallurgico l'Ammi gestiva le fonderie del piombo di San Gavino, di antimonio di Villasalto in Sardegna e di Manciano in Toscana, di zinco di Ponte Nossà e di Porto Marghera, nonché le fonderie di Porto Vesme e di Monteponi in Sardegna. Aveva anche la gestione di cave di marmo nelle Apuane attraverso la Imeg e l'Apuana Marmi;

– dall'Ammi Sarda con le miniere di piombo-zinco di Masua, San Benedetto e Rosas;

– dalla Sogersa con le miniere di Monteponi, Montevecchio e Campo Pisano, in Sardegna;

– dalla Solmine che gestiva le miniere di pirite di Gavorrano, Niccioleta e Boccheggiano con lo stabilimento di acido solforico e di pellets di Scarlino, nonché la miniera di piombo-zinco-rame di Fenice Capanne;

– dall'Ammi Bario con lo stabilimento di sali di bario di Calozicorte;

– dalla Fluormine con le miniere di fluorite di Torgola, Pagnolo Pignolino e Laghetto di Polzone (BG), Wolf-Vallarsa (BZ) e Prestavel (TN), nonché con lo stabilimento di Brescia;

– dalla Smma con le miniere di mercurio di Abbadia San Salvatore, Selvena e Monte Civitella, con gli annessi impianti metallurgici;

– dalla RIMIN per la ricerca mineraria sul territorio nazionale.

Il Gruppo EMSa gestiva le attività minerarie sarde:

– la Piombozincifera Sarda

per le miniere di San Giovanni, Su Zurfuru e Arenas;

– la Rimisa per la coltivazione della miniera di Sos Enattos (Lula) in provincia di Nuoro;

– la Bariosarda per le miniere di barite Barega e Montega;

– la Progemisa per la ricerca mineraria nell'Isola.

Il Gruppo EMS gestiva le miniere siciliane:

– l'Emsams per le miniere di salgemma nelle province di Agrigento, Caltanissetta e Palermo;

– L'Ispea per la coltivazione dei giacimenti di sali potassici e la gestione dei relativi impianti chimici per la produzione di solfato;

– la Sochimisi per le residue miniere di zolfo.

Altri Enti pubblici avevano il compito di gestire miniere:

– Il Gruppo IRI, attraverso l'ITALSIDER, coltivava le miniere di ferro dell'Isola d'Elba, di ferro-manganese dell'Argentario e di manganese di Gambatesa;

– la Società Nazionale Cogne gestiva la miniera di magnetite di Cogne in Val d'Aosta;

– l'Amministrazione Monopoli di Stato coltivava i giacimenti di salgemma di Saline di Volterra;

– il Gruppo EFIM non aveva attività minerarie, ma gestiva la metallurgia dell'allumina di Porto Marghera con l'Alumetal e di Porto Vesme con il Consorzio Eurallumina, nonché dell'alluminio negli stabilimenti di Bolzano, Mori e Fusina con l'Alumetal, di Porto Marghera e Fusina con la Sava e di Porto Vesme con l'Alsar.

Questo frazionamento societario, specialmente del Gruppo EGAM, non giovò all'industria

mineraria, specialmente a quella sarda.

Anche Società private si occupavano di importanti attività:

– la Pertusola gestiva la miniera di Salafossa e gli stabilimenti metallurgici di Pertusola (SP) per il piombo e di Crotona per lo zinco;

– Miniera di Campiglia gestiva le miniere di piombo-zinco-rame del Campigliese;

– La Miniera di Fragné le miniere di rame di Torrente Otro (VC);

– la Cuprifera sarda le miniere di Funtana Raminosa;

– la Tassara le miniere di siderite del Bergamasco;

– la Società Leghe di Magnesio coltivava la miniera di dolomite Dosseni (TN) e gestiva lo stabilimento metallurgico per il magnesio di Bolzano;

– le Società Giovo Gardena e Mineraria Baritina coltivavano le miniere di barite Gardena e Monte Elto in provincia di Bergamo;

– la Edem aveva in coltivazione le miniere di barite di Monte Arsiccio e Val di Castello (LU) e la Edem Sarda miniere di barite in Sardegna;

– le Imprese Minerarie Meridionali la miniera di barite Mastricarro in Calabria;

– la Ipim e la Soricom le miniere Prato del Casone e Pianciano di fluorite nel Lazio;

– la Mineraria di Silius le miniere di fluorite Genna Tres Montis e Su Muscadrexu in Sardegna;

– la Solvay le miniere di salgemma Buriano e Ponte Ginori nel Volterrano;

– la Montedison la miniera di salgemma Timpa del Salto (CZ) e l'impianto di Cirò Marina;

– la Comiro la miniera di zolfo

Quarto della Solforatella in provincia di Roma;

– la Meridionale Mineraria e la SAIM le miniere di zolfo Isca della Palata e Comero (AV e CZ).

Il settore dei minerali industriali (Amianto, Feldspato, Grafite, Silicati idrati di alluminio, Anidride carbonica, Bauxite, Roccia asfaltica e bituminosa, Talco e steatite) era totalmente gestito da aziende private.

12.2. Nel corso degli anni Settanta la situazione mineraria si deteriorava, particolarmente nel minorometallurgico. L'indice della produzione industriale (base 1970=100), nel 1980 fu 35,9 per i metalliferi.

I risultati economici delle imprese peggioravano gradualmente a causa di vari fattori negativi concomitanti: il naturale e progressivo impoverimento di molti giacimenti, non compensato dai non rilevanti ritrovamenti che alcune miniere conseguirono nell'ambito dei giacimenti; l'aumento della profondità delle coltivazioni; l'aumento del costo del lavoro e dei materiali di consumo, fattori questi non compensati da analogo aumento delle quotazioni dei minerali. Il mancato incremento delle riserve e l'elevata incidenza dei costi e degli investimenti non consentirono alle singole imprese, salvo rare eccezioni, il rilancio produttivo con adeguati aumenti di produttività.

Tale situazione provocò la chiusura di numerose miniere e la recessione produttiva di altre.

Cominciò l'ITALSIDER con la chiusura delle miniere di ferro-manganese dell'Argentario e di manganese di Gambatesa, poi la FIAT con la rinuncia alla celebre miniera di Traversella.

Fu poi la volta del bacino mercurifero del Monte Amiata e delle miniere di Campiglia Marittima, chiuse nel 1976.

Molte miniere sarde di piombo-zinco furono sospese e la produzione, via via decrescente, fu concentrata in poche miniere a più elevata produttività.

A tali eventi fece seguito la soppressione dell'EGAM nel 1977 e la necessità di una ristrutturazione delle aziende che furono inquadrate nel Gruppo ENI, e, per i minerali ferrosi, nel Gruppo IRI secondo la normativa recata nel D.L. 7 aprile 1977, n. 103 convertito con legge 6 giugno 1977, n. 267.

Le norme stabilivano l'individuazione delle Società e degli stabilimenti dell'ex Gruppo Egam suscettibili di gestione economicamente equilibrata o risanabili, anche mediante riconversione, di quelli dei quali era conveniente la cessione a terzi ed infine di quelli non suscettibili di economica gestione e da porre in liquidazione.

L'ENI, subentrando all'Egam nella gestione delle aziende minorometallurgiche, costituì la Samim che predispose un programma minerometallurgico approvato dal CIPI con delibera 17 gennaio 1980. Il programma prevedeva un deciso impegno per il potenziamento della produzione mineraria, per la valorizzazione dei materiali secondari e di recupero e per la ristrutturazione della metallurgia del piombo e dello zinco, nonché per l'acquisizione di risorse minerarie all'estero.

La Samim diede all'ex Gruppo Egam un nuovo assetto societario più rispondente alla realtà: le Società Ammi, Ammi Sarda e Sogersa furono riunite in unica

gestione, assorbendo la Piombozincifera Sarda e la Cuprifera Sarda, per i minerali di rame, e la Mineraria Meridionale, per la barite.

La Fluormine mantenne il suo assetto, come pure la Solmine.

Ma questa pur benefica riorganizzazione societaria non poteva bastare; il declino si accentuava fortemente in ogni settore e l'inevitabile crollo avvenne nel corso del 1981, dando luogo alla «Quarta Decadenza mineraria» che la Storia ricordi:

– la grande miniera di Gavorrano, nata nel 1898, chiuse per esaurimento del giacimento dopo oltre 80 anni di attività continuativa. Ultimo compito di un gruppo di minatori di Gavorrano, poco prima della chiusura della miniera, fu il recupero della salma di Alfredino Rampi rimasto imprigionato nel pozzo di Vermicino;

– le miniere di piombo-zinco di Gorno nel Bergamasco (Val Seriana e Val Brembana) sospesero i lavori, per cui anche l'impianto zinco di Ponte Nossa si avviava alla chiusura, con riconversione per la produzione di sali e ossidi di zinco e di ossidi Waelz da fumi di acciaieria;

– la Fluormine smobilitava tutte le sue miniere di fluorite (Laghetto di Polzone e Pagliopignolino nel Bergamasco, Torgola nel Bresciano, Prestavel nel Trentino, Wolf (Vallarsa) nella provincia di Bolzano;

– la miniera di barite di Mastricarro (CZ) della Industrie Minerarie Meridionali fu rinunciata;

– l'attività delle miniere piombo-zincifere sarde fu concentrata a Monteponi-Campo Pisano-San Giovanni-San Benedetto e Masua, afflitte però dal livello idrostatico che impediva ogni

coltivazione ai livelli inferiori a q. -100. Grandi ristrutturazioni si imponevano sia nel comparto piombo-zincifero, sia in quello del rame di Funtana Raminosa che però doveva rimanere senza futuro dal 1983 in poi.

La ristrutturazione delle miniere dell'Iglesiente prevede l'accentramento a Campo Pisano dell'estrazione e dell'arricchimento di tutto il minerale estraibile dal bacino, mentre a Monteponi si accentrava l'eduzione delle acque a q. -200, allo scopo di rendere possibile la coltivazione dei residui giacimenti sotto la q. -100. Questo impianto di eduazione è senza dubbio il più importante d'Europa e uno dei più importanti del mondo di cui l'Italia, per usare una già usata felice espressione, può vantare il non invidiabile primato. Ma comunque vogliamo considerarlo, è senza dubbio un'opera da giganti che solo i minatori potevano attuare.

Ad aggravare la situazione delle miniere sarde fu la rinuncia, da parte della metallurgia, al trattamento delle calamine che divennero minerali non utilizzabili ed ingombranti:

– nel comparto della pirite, la Solmine iniziava le prime coltivazioni nella miniera di Campiano in una situazione che fece temere il crollo anche di questa attività.

La produzione di acido solforico subì una battuta di arresto per le sfavorevoli condizioni di mercato, proprio quando entrava in attività la miniera di Campiano, gravata dai pesanti oneri finanziari nel primo anno di ammortamento, mentre la miniera di Niccioleta era costretta a sospendere i lavori.

La situazione fu aggravata dalla qualità della pirite di

Campiano che, al contrario di quella di Niccioleta, Boccheggiano e Gavorrano, è inquinata da zinco e rame in percentuali tali da far rifiutare le pellets prodotte a Scarlino da parte della siderurgia, perciò l'impianto pellets dovette essere chiuso e le ceneri di pirite ritornarono ad essere un capomorto ingombrante privo di qualsiasi valore.

La miniera di Fenice Capanne subì la stessa sorte di Funtana Raminosa a partire dal 1983.

– Anche la miniera di Salafossa entrò in stato di crisi, aggravata da una grande frana che nell'agosto 1980 causò gravi danni agli impianti di arricchimento. Le coltivazioni furono riprese nel dicembre 1982 e proseguirono a ritmo ridotto fino al 1986, anno di chiusura per esaurimento.

Ma la crisi imperversò duramente anche su altri settori:

– dal 1977 al 1981 le millenarie miniere di ferro dell'Isola dell'Elba, gestite dalla ITALSIDER, furono gradualmente smobilizzate. L'inizio si ebbe con la sospensione dei lavori nella miniera di Rio per l'elevato costo dell'arricchimento dei misti piritosi ed i lavori proseguirono solo per il recupero di sabbie ferri-ferre dal litorale marino e con modeste coltivazioni nelle miniere di Calamita e del Ginevra. Nell'ottobre 1981 l'attività estrattiva fu completamente sospesa per la presenza nel minerale di ferro di elementi inquinanti, non solo di quelli tradizionali come zinco, rame, zolfo e arsenico, ma, si disse, anche di alcali dannosi alla siderurgia;

– Anche per le antiche miniere di siderite del Bergamasco e del Bresciano iniziava il declino: prima entrarono in manutenzione e poi cessarono totalmente

qualsiasi attività.

La millenaria miniera di magnetite di Cogne fu chiusa nel 1979.

12.3. Dopo questa tragica sequela di chiusure, rinunce e sospensioni, nel 1983 l'assetto minerario italiano, escluso il mineoroenergetico, era il seguente:

– i minerali di alluminio, di ferro, di antimonio, di rame e di mercurio erano scomparsi dallo scenario minerario italiano;

– minerali di manganese provenivano ancora dalla vecchia miniera di Gambatesa, rilevata dalla Società Valgraveglia, in misura modestissima, insignificante di fronte ai consumi;

– minerali di piombo-zinco provenivano solamente dalle miniere Samim (poi divenuta Sim) di Monteponi, Campo Pisano, San Giovanni, Masua (Nebida-Acqueresi) e San Benedetto nell'Iglesiente e da Raibl in Friuli-Venezia Giulia, mentre la miniera di Salafossa aveva appena ripreso le coltivazioni pur essendo in esaurimento;

– il comparto della barite continuò con la coltivazione delle miniere del Bergamasco (Gardena, della Bario Mineraria), del Bresciano (Monte Elto, della Mineraria Baritina), del Lucchese (Val di Castello e Buca della Vena, della Edem), del Cagliaritano (Barega e Montega, della Bariosarda), e con altre piccole miniere in Sardegna della Baroid International, Scalas e Edem Sarda, nonché del Trentino Marigole-Pice-Plaz, della Mineraria Baritina;

– la fluorite, dopo le rinunce della Fluormine, cui subentrò in buona parte la Prealpi Mineraria nelle miniere del Bresciano, del Trentino e di Bolzano, continuò ad essere sorretta dalle miniere

sarde della Mineraria Silius ed in minor misura dalle miniere del Lazio;

– la pirite provenne da Campiano ed in subordine da Niccioleta.

L'impianto di Scarlino produceva solo acido solforico ed energia elettrica da pirite, essendo sospesa la produzione di pellets;

– il salgemma provenne dalle miniere del Volterrano (Monopoli di Stato e Solvay), del Catanzarese (Montedipe) e dalle miniere siciliane dell'Emsams;

– i sali potassici proseguirono l'approvvigionamento italiano con le miniere nelle province di Agrigento, Caltanissetta ed Enna da parte dell'Ispea e dell'Italkali con la grande miniera di Pasquasia;

– lo zolfo siciliano non ebbe praticamente più storia, mentre le miniere nelle province di Avellino e di Catanzaro furono chiuse fra il 1981 e il 1983.

Tale situazione non si verificò nel settore dei minerali industriali, anzi la produzione andò via via crescendo mantenendo ben saldi i livelli occupazionali.

Particolare sviluppo ebbe il comparto del feldspato, per la fabbricazione di gres porcellanato, cui si aggiunse la produzione di apliti ad alto tenore in alcali, utilizzate nell'industria delle piastrelle in monocottura smaltata.

Ma anche le miniere degli altri comparti (Talco e Argille industriali) mantennero i loro livelli produttivi ed occupazionali ad eccezione della miniera di grafite in Val Chisone, che nel 1983 fu considerata esaurita, e della miniera di amianto Balangero in fase di chiusura.

Nel 1983, anno di assestamento dell'industria mineraria dopo le drammatiche chiusure

degli anni precedenti, l'occupazione nelle miniere produttive era scesa a 11.528 addetti, di cui 1.465 nel settore dei metalliferi (in effetti i metalliferi si erano ridotti ai minerali di piombo e zinco), 4.562 nel settore delle fonti di energia e 5.501 nel settore dei non metalliferi (minerochimico e minerindustriale).

Tutte le miniere in esercizio produttivo si trovavano ad un elevato grado di meccanizzazione.

La potenza installata fu infatti di 46.054 kw nel settore dei metalliferi (9.414 kw non elettrici e 36.640 kw elettrici), di 279.060 kw nel settore dei minerali energetici (220.884 kw e 58.176 kw rispettivamente) e 208.536 kw nel settore dei non metalliferi (79.061 e 129.475), per un totale di 533.650 kw. Il grado medio di meccanizzazione fu di circa 63 CV/addetto contro 20 CV/addetto nel 1968. Il settore maggiormente meccanizzato fu, come al solito, il mineroenergetico con 83 CV/addetto, contro 44 CV/addetto nel minerometallurgico e 52 CV/addetto nel settore dei non metalliferi.

Questo elevato grado di meccanizzazione è dovuto all'impiego dei moderni mezzi di perforazione, di scavo e di trasporto, reso possibile dalle strutture minerarie, sia a cielo aperto, sia sotterranee realizzate con gallerie di grande sezione ed ampi cantieri di coltivazione che consentono di impiegare enormi mezzi, anche radiocomandati per operare sotto grandi vuoti. I rendimenti delle coltivazioni sono fortemente aumentati, come migliorate sono le condizioni di sicurezza e di igiene del lavoro.

Anche la metallurgia ha fatto passi enormi con l'accen-

tramento delle produzioni di zinco elettrolitico e di piombo termico (Processo Kivcet) nei poli produttivi di Porto Vesme e con la riconversione dell'impianto zinco di Porto Marghera per la fabbricazione di leghe Zama, laminati, fili e sfere di zinco ottenuti dalla fusione dei catodi di zinco di Porto Vesme. Il settore delle seconde lavorazioni si è esteso anche alla metallurgia del rame di seconda fusione nell'impianto di Porto Marghera, entrato in esercizio nel 1984-85.

Anche l'impianto zinco di Crotona della Pertusola, alimentato totalmente con minerali esteri dopo la chiusura della miniera di Salafossa, si è mantenuto su notevoli livelli produttivi.

Queste grandiose opere hanno cambiato il volto dell'industria mineraria tradizionale: esse si rendono oggi necessarie e irreversibili per la coltivazione dei giacimenti. Certo, i giacimenti coltivabili con questi mezzi richiedono grandi consistenze a tenore competitivo, ma non è più possibile, oggi, ritornare ai sistemi di un tempo, per cui i piccoli giacimenti non sono più di attualità, salvo quelli di minerali pregiati o strutturalmente favorevoli.

12.4. Ad arginare il dilagante stato di decadenza nel settore minerario italiano (strategico per un Paese industrializzato) fu promulgata la legge 6 ottobre 1982, n. 752; essa, però, non consentiva l'erogazione immediata dei contributi previsti. Pertanto, fu approvata con urgenza la legge 15 giugno 1984, n. 246, la quale, oltre provvedere allo snellimento delle procedure (Titolo II), apportava importanti modifiche alle norme di Polizia Mineraria, ancora regolate dal Dpr 9.4.1959, n. 128, adeguando, al Titolo I, alcune dispo-

ni di legge (impianti elettrici nei sotterranei, impianti di estrazione, di ventilazione, mezzi da miniera a combustione interna...) allo sviluppo tecnologico intervenuto dal 1959 ad oggi e introducendo il concetto della delegificazione per alcuni articoli del Dpr.

Questo concetto di delegificazione dovrebbe ormai interessare tutta la legislazione di Polizia Mineraria (da rivedere ed aggiornare), correggendo le norme obsolete con nuove disposizioni mediante decreti ministeriali, sentito il Consiglio Superiore delle Miniere, per le norme di carattere tecnico, e il Ministero della Sanità, per quelle riguardanti l'igiene del lavoro.

La «Quarta Decadenza Minerometallurgica italiana» (ed europea), dopo le decadenze etrusca, dell'Alto Medioevo e del XVII secolo, si sta verificando in un periodo in cui i consumi di materie prime minerarie sono in aumento per l'aumento della popolazione e delle sue esigenze (si è voluto riportare nel testo l'aumento esponenziale della popolazione nelle varie epoche storiche).

Lo stato di crisi sta coinvolgendo anche il Minerochimico (Barite, Fluorite, Pirite...), perciò altre importanti miniere potrebbero subire la chiusura, quasi sempre irreversibile, senza il verificarsi di una sostanziale inversione di tendenza, difficilmente prevedibile nel breve periodo.

Solo il Mineroenergetico (idrocarburi e geotermia), il Minerindustriale (feldspati, talco, caolino, argille industriali...) e il settore lapideo presentano valide prospettive future, mentre gli altri due settori tradizionali, ove non concorrono eventi favorevoli, sarebbero destinati ad inevitabile chiusura.

Roma, maggio 1989