GABRIELLA RAMBALDI (*)

La nascita dell'Industria Chimica nelle testimonianze di fine '800 (**)

The birth of the Chemical Industry through the latest ninteenth century's witnesses.

Summary - The Istituto di Chimica Generale has recently reorganised its collection of historical scientific instruments with the aim of creating the Museum of Chemistry. Till now we have registered 600 scientific equipments which may be dated betwen the beginning of the nineteenth century and the first half of the twentieth. It will be described some didactic-tables by G. & J. Von Schroeder and some coloured technological-tables (edited by Lenoir & Forster) recently restored. They are an exemple of didactic Chemistry of the latest nineteenth century and they represent the cultural and scientific roots of the modern Chemical Industry.

It will be also described the Orsat-Salleron-Demichel apparatus used for the analysis of gases in the industrial plants.

Introduzione

L'Istituto di Chimica Generale ha avviato ormai da qualche anno il progetto di recupero della propria «memoria storica» con l'intento di salvaguardare il patrimonio strumentale e cartaceo di interesse storico ad esso appartenente.

Il lavoro fin qui svolto, condotto in collaborazione anche con la Regione Liguria, rientra nel programma di intervento mirato al recupero, censimento e schedatura della strumentazione di interesse storico appartenente all'Istituto di Chimica Generale, anche in previsione della sua esposizione permanente in vista della costituzione del Museo di Chimica.

Allo stato attuale sono stati censiti 600 reperti databili tra l'inizio dell'800 e la prima metà del '900, ma occorre proseguire in questa azione per recuperare altro materiale «a rischio».

(*) Istituto di Chimica Generale, Università degli Studi di Genova.

(**) Relazione presentata al VI Convegno Nazionale di «Storia e Fondamenti della Chimica» (Cagliari, 4-7 ottobre 1995).

Particolare attenzione è stata rivolta alla ricerca di criteri omogenei ed obiettivi, connessi al sistema di schedatura. A questo proposito la scheda cartacea utilizzata è stata elaborata confrontando i diversi esemplari in uso presso varie sedi (Siena, Bologna, Torino, Firenze). In vista di una futura informatizzazione delle schede inventariali è stata inoltre sperimentata, su alcune nostre apparecchiature, la scheda informatica SIC (Scientific Instruments Catalogue) elaborata dall'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze, nell'ambito della sperimentazione a livello nazionale.

All'origine dell'Industria Chimica

Nella seconda metà dell'800 inizia il processo di industrializzazione che stimola la nascita di una cultura nuova: nel 1870 nasceva a Genova la Regia Scuola di Ingegneria navale; nel 1884 la Regia Scuola superiore di applicazione di studi commerciali. Sicuramente l'interesse per le applicazioni industriali a Genova nasceva alcuni anni prima con la presenza e l'attività didattica di Cannizzaro. Egli negli appunti autobiografici scriveva: «... sbarcato a Marsiglia (siamo nel maggio 1849) dopo l'interruzione per due anni degli studi di chimica, procurai riprenderli colla lettura e colla visita degli stabilimenti delle industrie chimiche. Dopo alcune settimane passate a Marsiglia, visitai Arles, Avignone, Lione, Nimes e Montpellier tornando a Lione ove mi fermai qualche tempo per studiare le industrie che mi ero permesso di visitare ...».[1]

Questo suo interesse continua e si intensifica durante il suo soggiorno a Parigi, frequentando la scuola di Gay-Lussac e M.E. Chevreul, entrambi interessati alle attività produttive. Anche dopo il suo ritorno in Italia e per tutta la sua attività universitaria e politica mostrerà sempre vivo l'interesse per la tecnologia intesa come mediazione fra la conoscenza teorica e la produzione materiale che si realizza in scelte operative e concrete.

Già nel 1857, presentando a Genova il programma delle lezioni del «Corso di chimica applicata all'arte del costruttore» affidatogli, scriveva: «... per rendere lo studio realmente proficuo è necessario che gli studenti possano riconoscere i vari materiali da costruzione e farne prove ed esperimenti per migliorare i cementi. È così che gli allievi dell'ingegnere francese Vicat, sparsi nei dipartimenti della Francia, hanno potuto completare importanti ricerche statistiche sulle sostanze calcari ...».

Ed ancora nel 1892 in un discorso pronunziato in Senato intorno all'abolizione del dazio sull'esportazione dello zolfo, il Senatore Cannizzaro si preoccu-

[1] Associazione italiana di Chimica Generale ed applicata, *Stanislao Cannizzaro. Scritti vari e lettere inedite nel centenario della nascita*, Roma 1926, p. 7.

pava dell'avvenire economico delle miniere di zolfo in Sicilia definite «... importante sorgente di ricchezza naturale che, per errore, fu creduta un monopolio sicuro da ogni concorrenza ...».[2]

In questa relazione traspare l'interesse di Cannizzaro scienziato e politico, convinto sostenitore che l'industria chimica e la sua innovazione produttiva potesse contribuire allo sviluppo civile ed economico del Paese; a tal fine invitava il ministro di agricoltura e commercio a vigilare sull'andamento industriale e commerciale di questa importante produzione.

Come scienziato egli compiva una lucida analisi dei motivi che avrebbero portato inevitabilmente alla depressione dell'industria dello zolfo se non fosse stato abbassato il suo prezzo, aumentato in passato ingiustificatamente dal governo di Napoli. Egli ricordava che alla Seconda Esposizione Internazionale di Londra del 1862 le maggiori industrie di acido solforico e di soda di Francia, Inghilterra e Germania avevano già sostituito lo zolfo di Sicilia con la pirite. Preoccupato allora dei possibili riflessi negativi che ciò avrebbe comportato sull'industria dello zolfo siciliano, Cannizzaro insieme a Piria visitava intorno al 1862 le Industrie Chimiche di Inghilterra e Scozia che ancora impiegavano lo zolfo nelle loro produzioni industriali. Convinto che solo la riduzione del costo dello zolfo avrebbe potuto dissuadere le fabbriche di Soda Leblanc a compiere la trasformazione degli impianti necessari per bruciare la pirite al posto dello zolfo, Cannizzaro al suo ritorno chiedeva al governo la riduzione del dazio sullo zolfo e ai proprietari delle solfatare la diminuzione del suo costo.

In questa analisi egli segnalava inoltre altre cause di concorrenza all'orizzonte:

1) la proposta di rigenerazione dello zolfo presente nei residui della fabbricazione della soda che avrebbe raggiunto il duplice scopo di eliminare residui nocivi ed ingombranti dalle Fabbriche Leblanc e di fornire uno zolfo di purezza equivalente allo zolfo di miniera ad un costo competitivo.

2) Il possibile futuro sviluppo del metodo Solvay all'ammoniaca che avrebbe azzerato il consumo dello zolfo nell'industria della soda.

Le Tavole ritrovate

Oltre a strumenti ed apparecchiature sono state recuperate alcune tavole didattiche-tecnologiche di varia tipologia che vengono di seguito elencate:

1) Tavola di G. e J.Von Schroeder N° II - Raffinazione dello zolfo grezzo.- Cromolitografia edita in Kassel da V. Theodor Fischer.

[2] Discorso del Senatore Cannizzaro pronunziato in Senato nella tornata del 18 giugno 1892, Roma 1892, p. 12.

2) Tavola di G. e J. Von Schroeder N° III - Fabbricazione dell'acido nitrico - Cromolitografia edita in Kassel da V. Theodor Fischer.
3) Tavola di G. e J. Von Schroeder N° XII - Apparecchio di graduazione del sale - Cromolitografia edita in Kassel da V. Theodor Fischer.

Le tavole di Von Schroeder[3] originariamente erano accompagnate dal testo esplicativo che però non è stato ritrovato. L'anno di edizione è compreso fra il 1884-1887.

4) Tavola «Schwefeldestillation-Hutte in Cesena»[4] - Aufgenommem v. V. HR. Prof. Pasqualini in Forlì. Eigenthum und verlag von Lenoir & Forster chem. physic. Jnstitut, Wien. - Jede vervielfältigung vorbehalten - chromografie u. druk v. Conrad Grefe in Wien.
5) Tavola «Ammoniak-Eismaschine von F. Carrè»[5] - Jede vervielfältigung vorbehalten - Zinkogr. v. Druck D.K.K. Hof - Chromolith V. Ant. Hartinger & Soho - Wien. - Eigenthum und Verlag von Lenoir & Forster. - Chem. Physic Jnstitut, Wien.

Le tavole edite da Lenoir & Forster furono acquistate molto probabilmente intorno al 1886. È stata infatti trovata l'indicazione della somma liquidata in favore di Lenoir & Forster in data 2 novembre 1886 nel registro relativo alle spese sostenute per il funzionamento del laboratorio di Chimica Generale con la causale: «Tavole Mendeleyeff» che facevano parte della serie di tavole didattiche in elenco nel catalogo Lenoir & Forster.

6) Tavola manoscritta N° 16 - «Destillir apparat»[6] - tempera ed inchiostro su carta. Literarisch - artistische Anstalt in Munchen.
7) Tavola manoscritta N° 36 - «Bleigenwinning Sumpfofen»[7] - Tempera ed inchiostro su carta. Literarische - artistische Anstalt in Munchen.
8) Tavola manoscritta N° 31 «Kalkofen»[8] - tempera ed inchiostro su carta - Literarische - artistische Anstalt in Munchen
9) Tavola manoscritta N° 55 «Appolt's ofen»[9] - tempera ed inchiostro su carta - Literarische - artistische Anstalt in Munchen.

[3] Le tavole murali di Von Schroeder, Electa 1992

[4] Distillazione dello zolfo. Fabbrica in Cesena: PAYEN A., *Precis de chimie industrielle*, Tm. 1, Librairie Hachette et C.ie, Paris 1877, p. 159.

[5] Apparecchio di Carrè, a lavoro continuo, per la produzione del ghiaccio.

[6] Apparato di distillazione.

[7] Forno per l'estrazione del piombo: REGNAULT M.V., *Cours elementaire de chimie*, Tm. 2, V. Masson, Paris, p. 215; WURTZ A.D., *Dictionnaire de chimie*, Tm. 2, Librairie Hachette et C.ie, Paris 1876, p. 1092.

[8] Forno continuo per la preparazione della calce: REGNAULT M.V., *Cours elementaire de chimie*, Tm. 1, V. Masson, Paris, p. 617.

[9] Forno di Appolt per la produzione del coke: GUARECHI I., *Nuova enciclopedia di chimica*, Vol. 5, Unione Tip. Edit., Torino 1901, p. 938; CALCAGNI G., *La combustione e i combustibili*, Lattes & C., Torino 1923, p. 289.

Purtroppo solo 9 delle circa 40 Tavole originariamente presenti sono state salvate. È avvenuta così, anche in tempi recenti, la sconsiderata dispersione di un importante materiale didattico che costituitisce le radici culturali e scientifiche dell'Industria chimica odierna.

Le tavole tecnologiche recuperate documentano quello stesso interesse per le attività produttive coltivato da Cannizzaro anche durante il suo soggiorno genovese. Non a caso le tavole di Von Schroeder dello stesso periodo (1884-1887) sono a Roma nel Regio Istituto Chimico di Via Panisperna costruito e diretto a quell'epoca da Cannizzaro.

Il restauro[10]

Le tavole, disegnate su carta, si presentavano incollate su di una spessa tela in molti casi allentata dal telaio ligneo su cui era stata montata. Sia la tipologia della tela di supporto che quella delle cornici di rifinitura fanno pensare ad un montaggio coevo alla edizione delle tavole. Tutte le opere si presentavano coperte da uno spesso strato di polvere, in alcuni casi la carta era macchiata da gore di umidità ed inoltre vi erano vaste aree in cui la carta era completamente distaccata dalla tela.

La carta si presentava inoltre lacerata in molti punti e notevolmente imbrunita per effetto della prolungata esposizione alla luce e all'atmosfera ambiente.

L'intervento di restauro è stato finalizzato al recupero delle tavole al fine di una ulteriore possibile esposizione: per questo motivo è stato scelto di distaccarle dalla vecchia tela e di riposizionarle dopo i necessari trattamenti di pulitura e deacidificazione, su di un supporto in tela poliestere che elimina le inevitabili deformazioni della tela in fibra naturale.

Si è proceduto infine agli innesti cartacei per integrare le parti mancanti dell'originale. Tali innesti sono stati portati a tono con acquerello. Tutte le tavole elencate sono state restaurate. Ne vengono presentate alcune:

Tavola di G. e J. Von Schroeder N° XII - Apparecchio di graduazione del sale.[11]

È un edificio costruito opportunamente nel quale avviene l'evaporazione spontanea dell'acqua salata per azione del calore solare e della circolazione di aria secca (venti).

È costruito con travi di legno connessi fra loro stabilmente e sostenuti da una base in muratura. Fra le travi sono accatastate diverse fascine di piante ramose e di legno duro (B) sovrapposte in modo da formare un alto muro attraverso il quale passa facilmente l'aria fra ramo e ramo. Alla sommità dell'edificio

10 Il restauro è stato eseguito da Alice Ferroni.

11 PELOUZE J., FREMY E., *Traitè de chimie generale, analytique, industrielle et agricole*, Tm. 2, Masson et Fils, Paris 1865, p. 358.

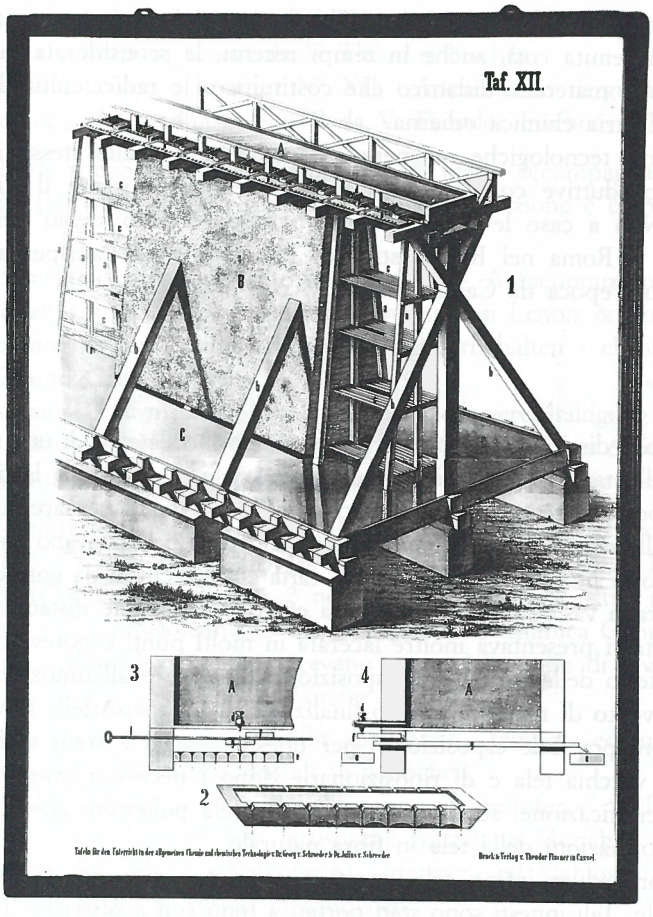

Fig. 1 - Apparecchio di graduazione del sale.

e per tutta la sua lunghezza scorre un canale (A) contenente l'acqua salata da evaporare che attraverso i rubinetti (d) viene travasata nelle vaschette (e) poste ai lati del canale, descritte in dettaglio nella fig. 2.

La soluzione percolando lentamente sulle fascine (B) deposita i carbonati e fosfati di calcio essendo poco solubili.

La soluzione salina concentrata si raccoglie nella vasca di evaporazione (C) al fondo dell'edificio. Nelle fig. 3 e 4 viene rappresentato il dispositivo che mediante le vaschette (f) e (g) consente di far gocciolare la soluzione salina su un lato o sull'altro dell'apparecchio a seconda della direzione del vento che influisce notevolmente sulla rapidità di evaporazione; trascurando tale precauzione una parte delle gocce andrebbe fuori della superfice evaporante. L'altezza di tali edifici è fra i 10 e i 15 metri. Spesso vengono collocati uno accanto all'al-

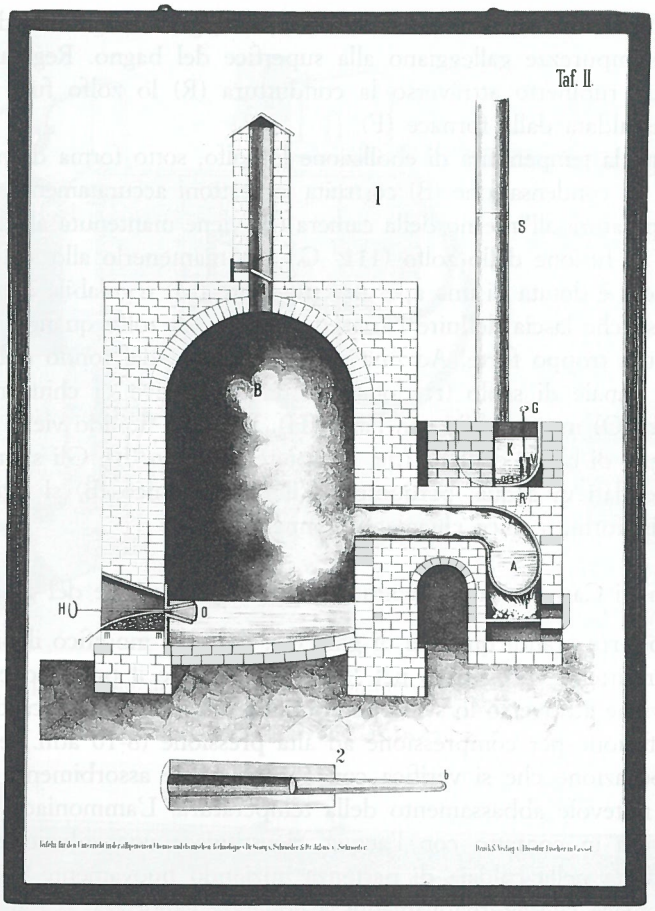

Fig. 2 - Raffinazione dello zolfo grezzo.

tro (in serie) ottenendo un percorso totale di 400-500 metri. Si preleva la soluzione dalla vasca (C) del primo apparecchio e mediante una pompa si porta alla sommità dell'apparecchio successivo e così via finchè si sia raggiunta una concentrazione conveniente (15-20% di sale).

Tavola di G. e J. Von Schroeder N° II - Raffinazione dello zolfo grezzo.[12]

Lo zolfo grezzo, contenente diverse impurezze, viene raffinato mediante distillazione. Esso viene posto nella caldaia di fusione (K) riscaldata dal gas di scarico della fornace (F), convogliato infine attraverso il camino (S).

[12] PELOUZE J., FREMY E., *Traitè de chimie generale, analytique, industrielle et agricole*, Tm. 1, Masson et Fils, Paris 1865, p. 504.

Lo zolfo fonde, le sostanze terrose si raccolgono al fondo della caldaia mentre altre impurezze galleggiano alla superfice del bagno. Regolando opportunamente un rubinetto attraverso la conduttura (R) lo zolfo fuso passa nella storta (A) riscaldata dalla fornace (F).

Raggiunta la temperatura di ebollizione lo zolfo, sotto forma di vapore, passa nella camera di condensazione (B) costruita in mattoni accuratamente cementati.

La temperatura all'interno della camera (B) viene mantenuta al di sopra della temperatura di fusione dello zolfo (111° C.) per mantenerlo allo stato liquido.

La camera è dotata di una apertura superiore (M) regolabile con un sistema a contrappeso che lascia defluire l'aria ed il vapore di zolfo quando la pressione interna diventa troppo forte. Ad una piccola distanza dal fondo della camera è presente un canale di scolo (r) dotato di un dispositivo di chiusura tramite il tappo conico (O) manovrabile con l'asta (H). Lo zolfo liquido viene travasato in forme di legno di bosso coniche (fig. 2) dotate di tappo (b). Gli stampi vengono quindi raffreddati in acqua; perquotendo il tappo conico (b) si estrae lo zolfo solidificato in forma conica chiamata «cannello».

Apparecchio di Carrè, a lavoro continuo, per la produzione del ghiaccio.[13]

Per produrre grandi quantità di ghiaccio, F. Carrè modificò il piccolo apparecchio intermittente, progettato nel 1860, per rendere il processo continuo.

Ciò avviene attraverso lo sviluppo continuo del gas-ammoniaca dalla caldaia, la sua liquefazione per compressione ad alta pressione (8-10 atm.) e la sua successiva evaporazione che si verifica con considerevole assorbimento di calore e quindi con notevole abbassamento della temperatura. L'ammoniaca gassosa così ottenuta, posta in contatto con l'acqua, ricostituisce una soluzione satura che viene ricondotta nella caldaia di partenza iniziando nuovamente il ciclo con la stessa ammoniaca che alternativamente si liquefa e vaporizza. Il rendimento è di 8-10 Kg. di ghiaccio per ogni Kg. di carbone bruciato.

Apparecchio d'Orsat-Salleron-Demichel.[14]

Questo apparecchio, recentemente restaurato, testimonia l'interesse per il controllo dei gas di scarico industriali già alla fine dell'800. Esso era strettamente connesso allo sviluppo industriale del momento e rappresentava una risposta alla necessità di realizzare l'analisi delle miscele gassose sul posto, all'uscita dei

[13] PAYEN A., *Precis de chimie industrielle*, Tm. 1, Librairie Hachette et C.ie, Paris 1877, p. 67.

[14] BALLING, *Manuel pratique de l'art de l'essayeur*, Librairie F. Savy, Paris 1881, p. 184; SALLERON J., *Revue des sciences*, G. Tissandier, 3° annèe, 2° semestre, Masson Editeur, Paris 1875, p. 69.

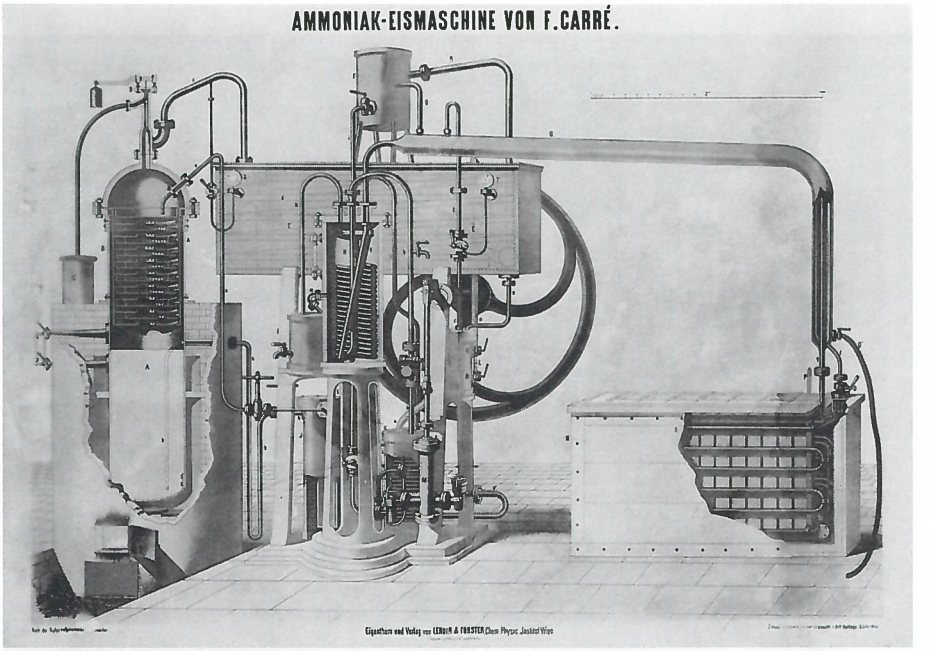

Fig. 3 - Apparecchio di Carrè, a lavoro continuo, per la produzione del ghiaccio.

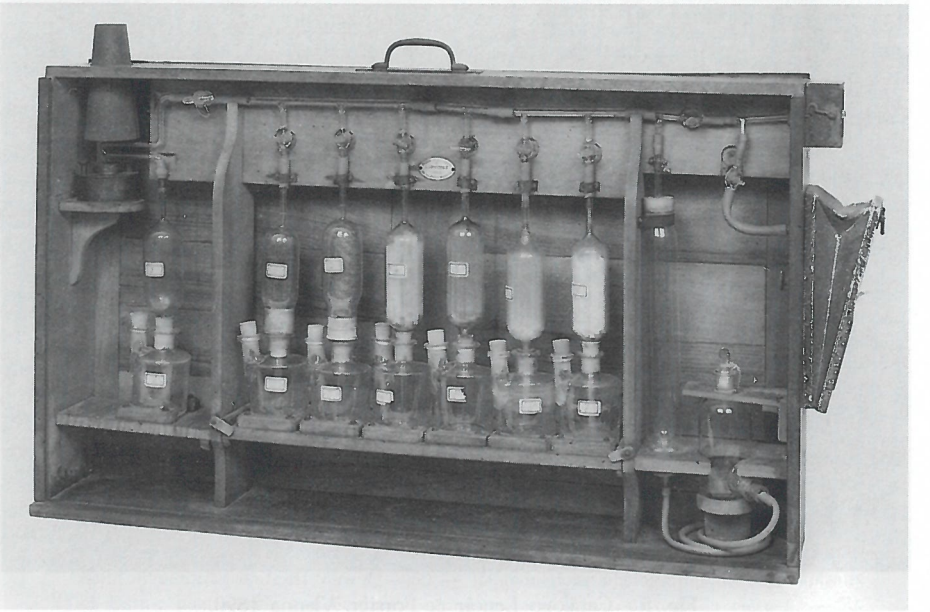

Fig. 4 - Apparecchio D'Orsat-Salleron-Demichel.

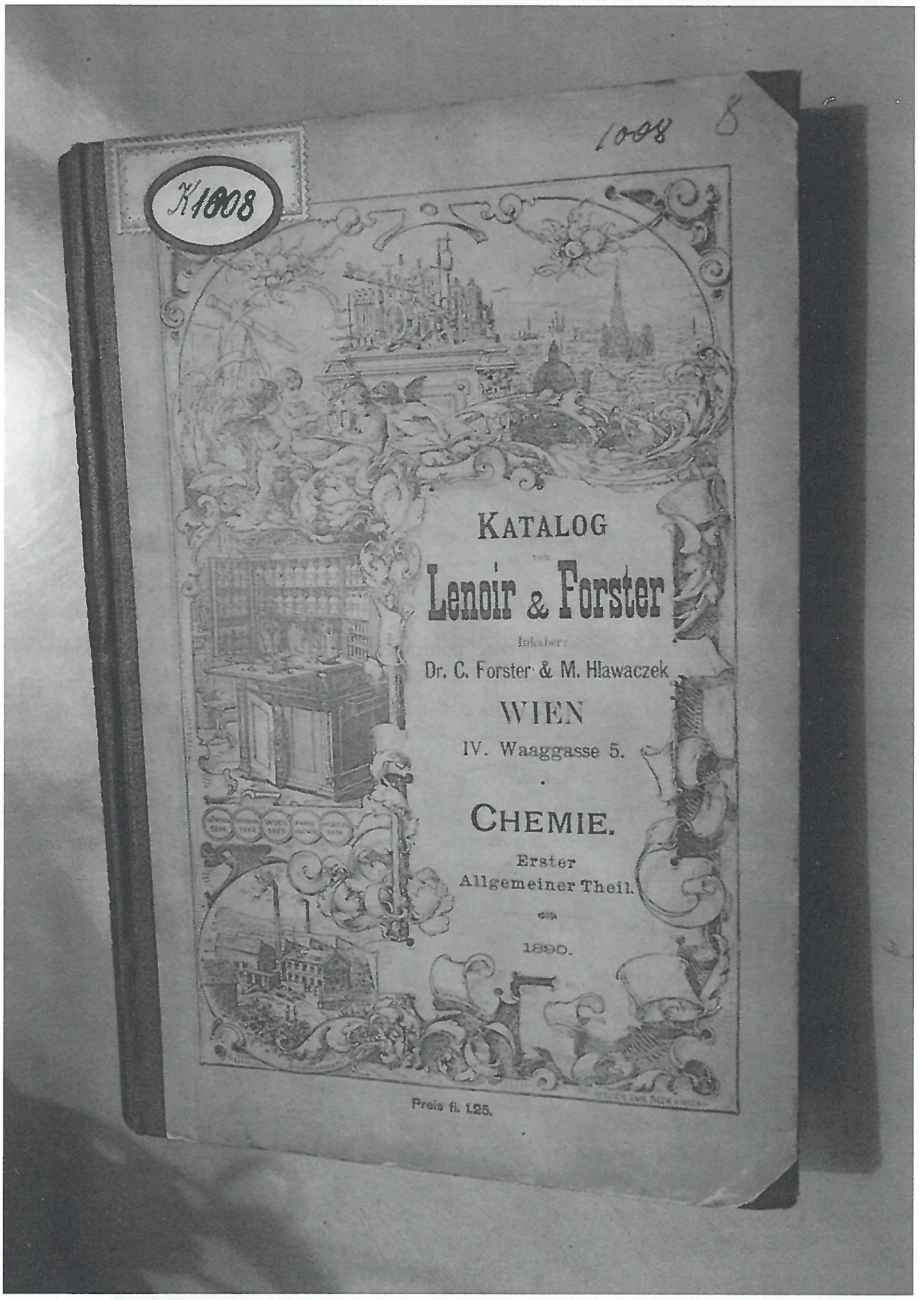

Fig. 5 - Catalogo Lenoir & Forster, Vienna 1890.

In unserem Verlage erschienen:

Technologische Wandtafeln in Oelfarbendruck — *Tavole tecnologiche, oleografia* — Tableaux technologiques, imprimés en couleurs.

Eine **Folge technologischer Wandtafen,** welche die wichtigsten Zweige der **Metallurgie,** der **chemischen Grossindustrie** und der **landwirthschaftlichen Gewerbe** umfassen.

Diese Tafeln sind correcte Wiedergaben von **thatsächlich bestehenden, mustergiltigen Werken** und sind in **vollendetem Farbendruck** ausgeführt.

Format 170×125 *cm*.

Preis einer Tafel — *Prezzo di una tavola* — **Prix de chaque tableau fl. 5.— Gold = Mark 10.— = Frcs. 12.50.**

Auf Leinwand aufgezogen, mit Rollstäben — *Apparecchiati su tela, con bastoni* — Collé sur toile avec gorge et rouleaux — **mehr** — *di più* — **en plus fl. 3.50.**

Tafel I. **Bessemerstahl-Fabrikation**, entworfen von dem Herrn **Bergrath A. v. Kerpely**, Professor an der königl. ungar. Bergakademie in Schemnitz — *Fabbricazione dell'acciajo Bessemer* — **Fabrication de l'acier Bessemer.**

Tafel II. **Gloverthurm**, Darstellung der englischen Schwefelsäure aus Schwefelkiesen. Einrichtung der chemischen Fabrik in Aussig, entworfen von dem Herrn **Fabriks-Direktor M. Schaffner** — *Torre Glover. Fabbricazione dell' acido solforico inglese da solfuro di ferro (piriti)* — **Fabrication de l'acide sulfurique.**

Tafel III. **Ammoniak-Eismaschine** für den Grossbetrieb von **F. Carré** — *Macchina per la fabbricazione del ghiaccio con ammoniaco pel consumo in grande* — **Fabrication de la glace, machine Carré.**

Tafel IV. **Bierbrauerei:** Sudhaus, Einrichtung der Herren Brüder Noback & Fritze in Prag, entworfen von dem Herrn **Gustav Noback, Brauerei-Ingenieur** — *Fabbricazione della Birra* — **Fabrication de la bière.**

Tafel V. **Salzsäure-Condensation** für einen Sulfatofen. System der chemischen Fabrik in Aussig, entworfen von dem Herrn **Fabriks-Direktor M. Schaffner** — *Condensazione dell' acido cloridrico per un forno di solfato* — **Fabrication de l'acide chlorhydrique.**

Tafel VI. **Zucker-Fabrikation**, Gesammtansicht des Verfahrens nach den neuesten Principien — *Fabbricazione dello zucchero, totale della procedura* — **Fabrication du sucre**, vue totale.

Tafel VII. **Diffuseur** mit selbstständigem Calorisator und Apparat für continuirliche Diffusion, entworfen von dem Herrn **Julius Robert** in Seelowitz — *Diffusore col proprio calorizzatore ed apparato per la diffusione continuata* — **Diffuseur seul** (détails).

Tafel VIII. **Martinstahl-Fabrikation** mit Regenerator von **Siemens** — *Fabbricazione dell' acciajo Martin col rigeneratore di Siemens* — **Fabrication de l'acier Martin.**

Tafel IX. **Hochofen** für Coakes, neuester Construction — *Fornace per Coaks* — **Haut Fourneaux** au coke.

Tafel X. **Puddelofen** — *Forno puddler* — **Four à pudler.**

Vorstehende drei Tafeln entworfen von dem Herrn **Ober-Bergrath Josef Schmiedhammer**, Central-Betriebs-Direktor der Alpinen Montan-Gesellschaft in Neuberg.

Tafel XI. **Schwefeldestillation.** Hütte Cesena entworfen von dem Herrn Professor **Dr. Pasqualini** in Forli — *Distillazione dello Solfo, Cava Cesena* — **Distillation du soufre.**

Tafel XII. **Ziegelfabrikation.** Hofmann'scher Ringofen — *Fornace rotondo da mattoni a gaz* — **Fabrication des tuiles.**

NB. Die Tafeln II und VI sind vergriffen und erscheinen demnächst in neuer Auflage.

Photolithographische Abdrücke von vorstehenden zwölf Tafeln, im Format 18×25 *cm* sammt Text, sind zum Preise von 50 kr. per Stück zu haben — *Inoltre facciamo eseguire dalle nostre grande tavole copie fotolitografiche del formato di 18×15 cm che vendiamo unitamente al testo fl. —.50* — Reproductions photographiques des tableaux ci-dessus, pour servir aux étudiants, grandeur 18×25 *cm*, prix de la pièce fl. —.50.

Fig. 6 - Elenco delle Tavole tecnologiche tratto dal catalogo Lenoir & Forster.

camini e negli altiforni, con un apparecchio semplice nella sua operatività, completamente montato e pronto a funzionare.

Venne ideato da M. Schloesing e Rolland nel 1868 per il dosaggio dell'acido carbonico. M. Orsat in seguito generalizzò il procedimento adattandolo ai gas dei camini ed infine Salleron e Demichel lo modificarono ulteriormente introducendo alcuni dispositivi che lo rendevano maneggevole e portatile.

Esso riunisce stabilmente in un tutto unico, rigido, facilmente trasportabile, l'apparecchio misuratore del gas, le pipette di assorbimento ed un dispositivo per effettuare la combustione del gas. Questo apparecchio permette l'analisi rapida dei gas di scarico con una approssimazione sufficente alla pratica industriale.

Esso si compone essenzialmente di 3 parti distinte:

1) Un aspiratore del gas che serve a misurare il suo volume all'inizio dell'esperienza e dopo il suo assorbimento in ciascun reattivo.

2) Una serie di tubi di assorbimento («laboratori») nei quali si effettua l'assorbimento di ciascun gas (anidride carbonica, ossigeno, ossido di carbonio ed altri) da parte di un reattivo specifico.

3) Un mantice che ha la funzione di ripulire la condotta del gas da analizzare, cioè il tubo che mette in comunicazione l'apparecchio con la sorgente gassosa. I «laboratori» sono innestati ermeticamente su flaconi di vetro contenenti soluzioni adeguate al tipo di gas che deve essere assorbito, quali ad esempio una soluzione di idrossido di sodio come assorbente per l'acido carbonico, una soluzione di pirogallato di potassio per assorbire l'ossigeno, una soluzione di protocloruro di rame ammoniacale per assorbire l'ossido di carbonio. L'apparecchio modificato da Demichel è costituito da sei «laboratori» ed ha quindi la possibilità di analizzare altri gas. Alcuni tubi di assorbimento contengono un gran numero di canne di vetro che, immerse nei reattivi, hanno la funzione di aumentare la superfice di contatto fra il gas e la soluzione assorbente.

Originariamente era presente un tubo capillare a combustione contenente fili di amianto palladiato (ora mancante) che permetteva anche la determinazione dell'idrogeno e degli idrocarburi, per combustione, a seguito del riscaldamento prodotto dal fornelletto a spirito.