

Milano anni Trenta: negli stabilimenti Pirelli della Bicocca vede la luce un'originale tecnologia che consente di produrre gomma sintetica da materie prime nazionali. È il risultato, scrive Giulio Natta, di «un imponente complesso di ricerche su scala di laboratorio e industriale». La storia e i documenti di una collaborazione di successo tra scienza universitaria e grande industria. Un'esperienza formativa per Natta, presagio di un nuovo modo di fare ricerca.

Presentazione, *di Italo Pasquon*

1937-1938

Scienza in fabbrica, *di Pietro Redondi*

Le ricerche per la gomma sintetica nazionale, *di Marino Ruzzenenti*

Lettura dei documenti, *di Giorgio Nebbia*

Documenti

1942-47

*Giulio Natta:*

Il problema della gomma in Italia

La gomma sintetica nel mondo

Sul processo "Distex"

*Appendici*

Il Centro Studi di Giulio Natta

Giulio Natta, Premio Reale per la chimica 1942

Relazione dell'I.M.I. sulla Saigs

La Pirelli nel campo chimico e della gomma sintetica, *di Alberto Pirelli*

Il procedimento italiano per la gomma sintetica, *di Mario Rafanelli*

Come è nata la gomma sintetica in Italia, *di Franco Grottanelli*

Elenco dei documenti

Bibliografia

Indice dei nomi



€ 22,50 (i.i.)

[www.guerini.it](http://www.guerini.it)

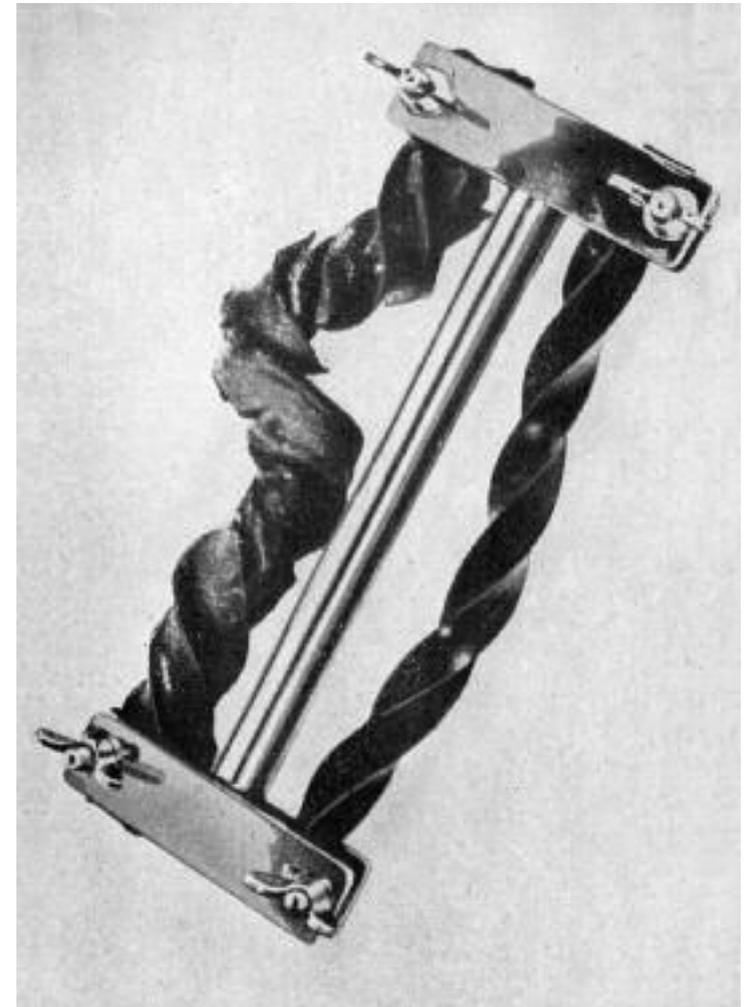


LA GOMMA ARTIFICIALE GIULIO NATTA E I LABORATORI PIRELLI

GUERINI  
E ASSOCIATI

## LA GOMMA ARTIFICIALE

### GIULIO NATTA E I LABORATORI PIRELLI



GUERINI  
E ASSOCIATI



COLLANA QUADERNI

COMITATO DI REDAZIONE

BIANCA GIRARDI, LAURA NOVATI, PIER PAOLO POGGIO, STEFANO PARISE,  
PIETRO REDONDI

QUADERNI

2

QUADERNI è una collana prodotta dal sito *Milano città delle scienze* ([www.milanocittàdelle scienze.it](http://www.milanocittàdelle scienze.it)) dell'Università di Milano – Bicocca in collaborazione con la Biblioteca comunale centrale Palazzo Sormani allo scopo di pubblicare testi e documenti di incontri, discussioni, mostre e archivi inerenti la storia editoriale, culturale e scientifica.

LA GOMMA ARTIFICIALE  
GIULIO NATTA E I LABORATORI PIRELLI

INTERVENTI DI  
ITALO PASQUON, GIORGIO NEBBIA,  
PIETRO REDONDI, MARINO RUZZENENTI

A CURA DI  
*PIETRO REDONDI*

© 2013 Edizioni Angelo Guerini e Associati  
Viale Filippetti, 28 – 20122 Milano  
e-mail: info@guerini.it

Prima edizione: ottobre 2013

Elaborazione grafica Anna Aurea, AM studio

In copertina: Gomma naturale e Buna in gara. Da K. Dorn,  
*Nuove materie prime tedesche* (1941). Biblioteca comunale Sormani, Milano.

Ristampa: V IV III II I 2013 2014 2015 2016 2017

Printed in Italy

ISBN 978-88-6250-509-3

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla Siae del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.  
Le fotocopie effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da Clearedi, Centro Licenze e Autorizzazioni per le Riproduzioni Editoriali, corso di Porta Romana 108, 20122 Milano, e-mail autorizzazioni@clearedi.org e sito web www.clearedi.org

## Indice

- 9 Presentazione  
*Italo Pasquon*  
1937-38
- 13 Scienza in fabbrica  
*Pietro Redondi*
- 29 Le ricerche per la gomma sintetica nazionale  
*Marino Ruzzenenti*
- 47 Lettura dei documenti  
*Giorgio Nebbia*
- 59 Documenti  
1942-47  
*Giulio Natta:*
- 153 Il problema della gomma in Italia  
173 La gomma sintetica nel mondo  
177 Sul processo "Distex"
- Appendici
- 187 Il Centro Studi di Giulio Natta  
191 Giulio Natta, Premio Reale per la chimica 1942  
199 Relazione dell'I.M.I. sulla Saigs  
207 La Pirelli nel campo chimico e della gomma sintetica  
*di Alberto Pirelli*
- 211 Il procedimento italiano per la gomma sintetica  
*di Mario Rafanelli*
- 219 Come è nata la gomma sintetica in Italia  
*di Franco Grottanelli*
- 247 Elenco dei documenti
- 249 Bibliografia
- 257 Indice dei nomi

## *PRESENTAZIONE*

ITALO PASQUON

La documentazione qui riunita ricostruisce la collaborazione di Giulio Natta (Imperia 1903 - Bergamo 1979) con la Società Italiana Pirelli (SIP) riguardante, alla fine degli anni trenta, lo studio della gomma sintetica butadienica e il progetto di un impianto industriale pilota presso i laboratori degli stabilimenti Pirelli nell'area industriale della Bicocca, nel nord di Milano.

Questa collaborazione ebbe inizio nel giugno 1937, nello stesso mese in cui il Consiglio dei ministri approvò un Decreto legge inteso a favorire la produzione della gomma sintetica in Italia. A seguito di accordi intervenuti fra l'Iri e la Pirelli vennero infatti costituiti, a condizioni paritetiche tra le due società, un Istituto per lo studio della gomma sintetica e una Società per la produzione della gomma sintetica, quest'ultima confluita poi nella Saigs (Società anonima industria gomma sintetica), anch'essa partecipata e finalizzata alla vera e propria produzione a scala industriale.

All'epoca, la Pirelli si occupava già dell'argomento, grazie alla collaborazione di Alessandro Maximoff, un chimico russo con competenze specifiche, fuggito nel 1920 dall'Unione Sovietica. È in questo contesto che presso l'Istituto di Chimica industriale del Politecnico di Torino Natta sviluppò ricerche sui processi di sintesi del butadiene, chiamato allora anche "eritrene". Il butadiene è l'intermediario di base (assieme allo stirene) per la produzione della gomma sintetica ancor'oggi più diffusa, già prodotta allora

in Germania con il nome di Buna S (nome derivante da butadiene e sodio – *Natrium* in tedesco – e stirene) e, durante la seconda guerra mondiale, anche negli Usa, con il nome di GRS (Government Rubber Synthetic) e, oggi, in tutto il mondo come gomma SBR (Styrene Butadiene Rubber).

Natta si occupò in gran parte del processo di sintesi che utilizza l'alcol etilico come materia prima, svolgendo ricerche sui vari stadi di reazione e sui catalizzatori. Ma il risultato più importante da lui ottenuto è consistito nella messa a punto nel 1938 di un procedimento fisico del tutto originale, noto come "assorbimento frazionato", per la "separazione di componenti di una miscela aventi uguali o vicinissime temperature di ebollizione" (nella fattispecie buteni e butadiene), come recita il brevetto italiano n. 364.722 depositato il 12 agosto 1938 a nome di Giulio Natta, con la titolarità dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica.

Il frutto di queste ricerche fu la costruzione – avviata nel marzo del 1939 – per conto della Saigs di un impianto su scala industriale a Ferrara per la produzione della gomma sintetica da alcol etilico. La produzione a pieno regime iniziò a partire dall'aprile del 1942, in piena seconda guerra mondiale, e fino a quando la fabbrica fu colpita dalle incursioni aeree alleate, e chiusa nel luglio del 1944, fornì complessivamente un quantitativo di 13.000 tonnellate di gomma sintetica.

1937-1938

# SCIENZA IN FABBRICA

PIETRO REDONDI

Questi studi compiuti negli anni Trenta e Quaranta costituirono la base culturale e professionale su cui si svilupparono le sue ricerche sulla polimerizzazione stereospecifica.

G. Natta, in *Scienziati e tecnologi contemporanei* (1974)

Ricorre quest'anno il cinquantenario del Premio Nobel per la chimica a Giulio Natta per i suoi studi sui polimeri regolari e la scoperta nel 1954 del polipropilene, la prima di una serie di sostanze destinate a far nascere un'industria completamente nuova di materie plastiche e tessuti sintetici. Il Nobel coronava in realtà nel 1963 una carriera costantemente rivolta a unire ricerca fondamentale e applicata. È questa simbiosi tra scienza e tecnologia che la letteratura su Natta ha sottolineato come l'aspetto caratteristico della sua opera di ingegnere chimico: "la sua duplice personalità – come scrive chi lo conosceva fin dai banchi del Regio Istituto tecnico superiore di Milano in piazza Cavour – di scienziato di profonda cultura teorica da un lato e, dall'altro, di tecnico impegnato nelle applicazioni delle proprie scoperte"<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Adolfo Quilico, *The Human Personality of Giulio Natta*, in *Giulio Natta. Present significance of his scientific contribution*, editors Sergio Carrà et alii, Milano, Editrice di Chimica, 1982, p. 5.

Chiunque ami la storia della scienza e della tecnologia proverà perciò un senso di gratitudine verso l'Archivio storico Pirelli per le numerose testimonianze che vi sono conservate su un capitolo d'anteguerra della scienza di Natta che il suo Premio Nobel ha fatto lasciare in secondo piano: la sua cooptazione nel 1937 nel programma di ricerca intrapreso negli stabilimenti Pirelli di Milano-Bicocca per fabbricare a scala industriale gomma di sintesi, dotata di proprietà di elasticità e di resistenza identiche se non superiori a quelle del caucciù naturale.

Una collaborazione che nel 1942 consente di avviare con successo un primo stabilimento appositamente progettato a Ferrara e una lusinghiera produzione di un'ottima gomma artificiale a base di butadiene, come riconosciuto dagli stessi tecnici tedeschi che adottavano un'altra tecnologia. Il butadiene di questa gomma italiana, infatti, benché ricavato a partire da alcol di barbabietole e quindi molto frammisto, presentava invece un alto grado di purificazione, grazie a un procedimento di separazione innovativo ideato da Natta. Questo era solo uno dei risultati delle ricerche e sperimentazioni che lo avevano impegnato a fianco dei ricercatori della Pirelli su questioni difficilissime poste dalla sintesi del butadiene da alcol e che andavano dal processo di catalisi alla scelta dei catalizzatori.

L'industria della gomma sintetica, egli scrive, "dal lato chimico e tecnologico risulta una fra le più complesse tra le grandi industrie chimiche organiche"<sup>2</sup>. Dal lato chimico e tecnologico, avere creato da zero nel volgere di meno di un decennio un'industria italiana d'avanguardia in questo settore era senz'altro un risultato di grande valore. Lo stesso non si poteva dire del suo valore economico dato che i costi di produzione erano perlomeno doppi rispetto alla classica gomma naturale. Oltre al prezzo del-

<sup>2</sup> Giulio Natta, *Il problema della gomma in Italia*, "Gomma", VII, 3, 1942, riprodotto in questo volume, pp. 153-171.

l'alcol etilico prodotto da materie agricole, la sua disponibilità era limitata perché l'Italia non aveva estensioni coltivabili come altri paesi e perché l'alcol allora serviva come combustibile nazionale, autarchico. Era l'epoca della chimica delle fermentazioni e di tecnologi come Francesco Giordani che puntavano sulla cellulosa per aumentare la resa di alcol per ettaro di coltivazioni.

In realtà, la scelta di sviluppare un'industria della gomma sintetica rientrava in una logica aziendale condizionata dal contesto politico, come rileva in proposito Alberto Pirelli nel 1946 in pagine che abbiamo riprodotto in appendice a questo volume:

[...] allo stadio attuale della tecnica la gomma sintetica è di qualità inferiore a quella naturale e risulta – in Italia – molto più cara. [...] Per essere noi, sia pure indirettamente e parzialmente, interessati in piantagioni di gomma, non avevamo, come industriali consumatori di gomma, alcun interesse; avevamo anzi un interesse contrario al sorgere di questa industria in Italia, industria d'altronde bisognosa di grandi investimenti di capitali. [...] Ma già la produzione della gomma sintetica era stata sviluppata in Russia ed in Germania e i nostri Ministri militari, poi anche altri Dicasteri, giudicavano indispensabile che pure nel nostro paese si passasse alla fase industriale. Ritenemmo allora di dover partecipare all'impresa anche perché altri era pronto a dar seguito al programma governativo. [...] Se l'industria doveva impiantarsi, la Pirelli non poteva restare estranea<sup>3</sup>.

Era una risposta industriale alla politica economica dell'autarchia perseguita dal fascismo e che si trasformava in un'eccezionale palestra di tecnologia. Ancora nel 1962, l'anno prima del conferimento del Premio Nobel, il nome di Natta era messo agli onori di fronte all'Accademia dei Lincei per il suo ruolo nell'operazione della gomma artificiale:

<sup>3</sup> Alberto Pirelli, *La Pirelli. Vita di un'azienda industriale*, Milano, Ind. Grafiche A. Nicola, 1946, pp. 53-s., vedi in questo volume Appendice IV.

anche se le vicende belliche distrussero la realizzazione industriale, per le circostanze in cui sorse, rappresenta una delle più belle pagine della ricerca applicata in Italia, il cui merito va attribuito a quel valoroso gruppo di scienziati e tecnici tra cui il Natta e il Grottanelli, che lavoravano nell'Istituto di studi per la gomma sintetica presieduto dal Giordani<sup>4</sup>.

Dato che la tecnologia così come l'industria della gomma hanno voltato pagina rispetto a quei tempi, ci si potrebbe chiedere a che scopo riparlare oggi attraverso una selezione di documenti e articoli di una storia ormai così lontana da noi.

Una prima ragione che giustifica questa edizione di documenti risiede nelle parole dell'autobiografia di Natta che abbiamo riportato in epigrafe. I suoi studi degli anni trenta e quaranta, scriveva, erano stati un'esperienza professionale e culturale basilare per le successive ricerche degli anni cinquanta sui polimeri regolari. Le testimonianze di prima della guerra qui raccolte possono dunque rivelarci qualcosa su ciò che rese possibile a Natta conseguire cinquant'anni fa il Premio Nobel per la chimica.

Da questo punto di vista molti ricorderanno che nei primi anni cinquanta Natta riuscì a costituire al Politecnico di Milano una équipe di fama internazionale insieme alla Montecatini, la maggiore azienda chimica italiana di allora. Natta aveva ottenuto che questa finanziasse al Politecnico un Laboratorio di materie plastiche e assumesse ogni anno dieci-venti laureati che prima di lavorare per l'azienda si dovevano specializzare in un corso avanzato di chimica organica industriale.

Si è finora ritenuto che questo fosse il primo esempio in Italia di una collaborazione programmata tra ricerca universitaria e

<sup>4</sup> Parole pronunciate dal ministro della Pubblica Istruzione [Giacinto Bosco], in Francesco Giordani 1896-1961. Commemorazione tenuta nella seduta a Classi riunite del 12 maggio 1962, Roma, Accademia nazionale dei Lincei, 1962, p. 15.

grande industria<sup>5</sup>. Nei documenti riuniti in questo libro si riscontra però che un prototipo di interazione di questo genere era operante proprio nelle ricerche di Natta degli anni trenta e quaranta, quando la sua partecipazione al progetto della gomma sintetica gli aveva consentito di creare al Politecnico di Torino un Centro studi per la gomma sintetica, da lui poi trasportato al Politecnico di Milano, finanziato dalla società per azioni che la Pirelli aveva costituito a scopi di ricerca nel 1937 insieme all'Iri, denominata Istituto per lo studio della gomma sintetica. Il personale del Centro studi di Natta era formato da quattro laureati in chimica e altrettanti operai chimici "tutti dipendenti amministrativamente dall'Istituto per lo studio della gomma sintetica"<sup>6</sup>, al quale spettava in cambio la titolarità dei brevetti conseguiti<sup>7</sup>. Erano cioè ricercatori assunti fuori dal Politecnico da parte di un'azienda privata, come più tardi i cosiddetti "laureati Montecatini".

Sull'attività del Centro studi disponiamo di una relazione pubblicata nell'*Annuario del R. Politecnico di Milano* del 1938-39 che sottolineava quanto

<sup>5</sup> Piero Pino, *The scientific activity of Giulio Natta from 1949 to 1973*, in Giulio Natta. Present significance of his scientific contribution, cit., pp. 21-34; Italo Pasquon, *Giulio Natta e l'industria chimica*, in *Il Politecnico di Milano nella storia italiana (1914-1963)*, vol. II, Milano-Bari, Cariplo-Laterza, 1988, pp. 461-486, in particolare p. 468; Pier Paolo Saviotti, *Il ruolo della ricerca e della tecnologia nello sviluppo della Montecatini*, in *Montecatini 1888-1966. Capitoli di storia di una grande impresa*, a cura di Franco Amatori e Bruno Bezza, Bologna, Il Mulino, 1990, pp. 357-411, in particolare p. 386.

<sup>6</sup> *Centro Studi per la Gomma Sintetica*, in R. Politecnico di Milano, *Annuario Anni Accademici 1937-38-XVI, 1938-39-XVII*, Milano, Stamp. Tamburini, 1939, p. 297-s, vedi in questo volume Appendice I. Vedi anche *Annuario Anno Accademico 1939-40-XVIII*, p. 339. Il Centro studi per la gomma sintetica è citato in Valerio Castromano, *Il Politecnico e lo sviluppo industriale lombardo*, in *Il Politecnico di Milano nella storia italiana (1914-1963)*, cit., vol. I, p. 114 e in Giovanni Battista Stracca, *La vita del Politecnico tra il 1914 e il 1963. Eventi principali, attività istituzionale e dati statistici*, ivi, p. 58 che attribuisce il Centro studi per la gomma sintetica al Cnr, scambiandolo forse con il Centro Studi di Tecnologie chimiche del Cnr creato da Natta al Politecnico di Milano nel 1940.

<sup>7</sup> Vedi infra Documenti XI, XIbis e XIter.

la collaborazione tra Istituti scientifici universitari e industria possa portare a importanti risultati, particolarmente nel momento attuale, nel quale tutte le energie devono concorrere alla risoluzione autarchica dei numerosi problemi interessanti la vita industriale del nostro Paese<sup>8</sup>.

La partecipazione agli studi sulla fabbricazione della gomma artificiale è stata per Natta non solo l'occasione di affrontare i problemi teorici e sperimentali della catalisi e della polimerizzazione, ma anche un banco di prova di quella sinergia tra scienza universitaria e grande industria che fu poi messa nuovamente in atto negli anni cinquanta con la Montecatini.

Una seconda ragione che ci ha spinto a raccogliere questi documenti riguarda la storia della Pirelli come luogo di ricerca tecnologica, visto che questa grande azienda milanese è stata una mecca della scienza applicata, basti pensare a suoi ingegneri o consulenti come Emanuele Jona, Luigi Emanuelli, Giuseppe Bruni.

La storia delle loro innovazioni è ancora da scrivere e dal momento che gli archivi dei vari laboratori non sono stati conservati, non è una storia facile da ricostruire. Se è giunto fino a noi il fascicolo *Gomma sintetica 1937-1938*, da cui è tratta la maggior parte dei documenti qui riuniti, è perché esso probabilmente apparteneva all'archivio della direzione dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica, inizialmente ricoperta dall'ingegner Giuseppe Venosta, uno dei dirigenti storici dell'azienda, a capo della Direzione centrale del ramo gomma. Alla sua morte nel 1939 gli successe come direttore dell'Istituto il chimico Franco Grottanelli, un tecnico estraneo alla Pirelli. Ciò potrebbe spiegare perché questo fascicolo copra soltanto i due anni iniziali della collaborazione di Natta e dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica, interrompendosi nel 1938.

<sup>8</sup> *Centro Studi per la Gomma Sintetica*, cit., p. 298.

Questa edizione si è dunque data il compito di integrare una documentazione temporalmente limitata individuando altre testimonianze d'archivio e a stampa che potessero se non completarla, arricchirla. Come esempio di questa utilità di testimonianze complementari, prendiamo il Laboratorio dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica alla Bicocca, aperto nel 1937 e diretto dal chimico russo Alessandro Maximoff fino alla sua scomparsa nel 1943, presso il quale furono installati impianti pilota di laboratorio e semi-industriali anche da Natta.

Il fascicolo dell'Archivio storico Pirelli sulla gomma sintetica prima citato non contiene che una planimetria dell'edificio che lo ospitava, l'edificio 131 degli stabilimenti della Bicocca. In compenso il fascicolo riguardante l'Istituto per lo studio della gomma sintetica s.p.a. conservato nell'Archivio storico della Camera di commercio di Milano, ne dà una descrizione: "un completo e moderno laboratorio ripartito in quattro sezioni: chimica analitica, chimica organica, tecnologia, mescolanze e vulcanizzazione e una quinta sezione per le prove fisiche"<sup>9</sup>.

La storia dell'applicazione della gomma artificiale alla produzione di pneumatici è un altro degli scopi perseguiti da questa edizione. Di questa produzione non si parla nel fascicolo rimastici del 1937-38 ed è attraverso altri archivi fotografici, corrispondenze e riviste di chimica che può essere ricostruito questo aspetto non secondario della vicenda della gomma sintetica italiana.

Per riassumerlo, allo stato attuale della documentazione, i primi pneumatici in gomma artificiale sono quelli esposti nel 1937 nello

<sup>9</sup> Milano, Archivio storico della Camera di commercio, Registro delle aziende, 254328, Società italiana per la produzione della gomma sintetica, *Relazione al Consiglio di amministrazione, 23 dicembre 1938*. Dell'edificio 131 della Bicocca, sede del laboratorio dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica, una planimetria è in Archivio storico Pirelli, Documenti per la storia delle Industrie Pirelli, 2056.

stand della Pirelli al Salone dell'automobile presso la Fiera campionaria di Milano: due pneumatici gemellati da camion e uno per auto del tipo *Aerflex* a bassa pressione. Sono esemplari fuori commercio per pubblicizzare la joint-venture con l'Iri. Alla Fiera campionaria dell'anno dopo e alla Mostra del tessile di Roma del 1938 è invece una ricca gamma di articoli ad essere ormai in produzione:

cassettoni per batterie di accumulatori per sommergibili fabbricati in gomma sintetica; accessori per auto, moto, velocipedi in qualità autarchica, tubi in gomma sintetica speciale per carburanti in genere, tubi in qualità autarchica (gomma sintetica ed in "Resivite") [...] interessanti campioni non lavorati di gomma sintetica (buna) e gomme per auto e cicli confezionati completamente con materiale autarchico<sup>10</sup>.

Con la messa in funzione di un impianto pilota semi-industriale nel 1938 – e due anni dopo di un secondo che applica il metodo di Natta di preparazione per via fisica del butadiene mediante assorbimento frazionato<sup>11</sup> –, si accrescono notevolmente i quantitativi di quella che qualcuno vorrebbe battezzare "Caucital". Ciò consente di mettere in produzione un tipo di pneumatico per camion presentato come completamente autarchico.

<sup>10</sup> *Relazione della prima giornata della Chimica alla XIX Fiera campionaria di Milano, "Il Chimico italiano", VIII, 5, 1938, pp. 98.* "Più avanti è esposta la nuova produzione di gomma sintetica di creazione Pirelli, con campioni di gomma polimerizzata al sodio e polimerizzata in emulsione e di oggetti finiti, che dalle guarnizioni e minuterie vanno fino al copertone pronto per l'uso" (Fernando Bellini, *La chimica alla Mostra del tessile di Roma, "La Chimica e l'Industria", XX, 1, 1938, p. 43*). Vedi anche Alessandro Maximoff, *Visita alla Bicocca del ministro Lantini*, in questo volume, Documento XVII.

<sup>11</sup> Giulio Natta, *Frazionamento di una miscela gassosa per assorbimento frazionato con un solvente selettivo in presenza di un riflusso del composto gassoso più solubile, "La Chimica e l'Industria", XXIV, 2, 1942, p. 43-52.* Si veda anche la rivendicazione di priorità di Natta nell'articolo *Sul processo "Distex" per il frazionamento di idrocarburi, "La Chimica e l'Industria", XXIX, 1, 1947, pp. 11-12*, in questo volume, pp. 179-187.

Il suo debutto avviene nell'estate del '39 alla Mostra delle invenzioni che si tiene a Milano e che assegna il primo premio alla Pirelli per la gomma sintetica: "un grosso blocco – oltre un quintale – di gomma sintetica greggia prodotta nell'impianto di Milano (Bicocca) insieme a rocchetti di Rayon ad alta resistenza e a copertoni per pneumatici confezionati col rayon di cui sopra e con gomma sintetica"<sup>12</sup>.

Quando il nuovo pneumatico era stato presentato ufficialmente al Duce (che ne ordinava una coppia da montare su una delle sue automobili), la rivista "La Chimica e l'Industria" precisava trattarsi di un modello di pneumatico

contenente solo gomma sintetica, con rayon in sostituzione del cotone e nerofumo prodotto nei laboratori Pirelli. [...] La gomma sintetica presentata al Duce è stata ottenuta con procedimenti studiati in Italia nei laboratori della Società Pirelli e successivamente in quelli dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica. Nel corso degli studi all'uopo compiuti sono stati investigati i vari procedimenti alternativi che possono condurre al butadiene e le varie materie prime e intermediarie, tutte italiane<sup>13</sup>.

Alla XX edizione della Fiera campionaria, nel 1939, il Padiglione Pirelli dà un massimo di visibilità al nuovo pneumatico che è qui battezzato con il nome di *Raiflex*, in omaggio al rayon di cui è fatta la sua carcassa. Era presentato come un prodotto completamente autarchico, ma nessuna specifica, neppure nei listini prezzi conservati nell'Archivio storico Pirelli, permette di capire se fosse tutto di "Caucital" o solo in parte.

Un terzo e ultimo aspetto relativo alla documentazione d'archivio concerne l'impegno di Natta nella sua collaborazione al na-

<sup>12</sup> R. Saladini di Rovetino, *La Chimica alla Mostra delle Invenzioni, Milano maggio-settembre XVIII, "La Chimica e l'Industria", XXI, 10, 1939, p. 595.*

<sup>13</sup> *Ibidem*, XX, 10, 1938, p. 677.

scere della nuova industria della gomma artificiale. Dal fascicolo conservato nell'Archivio storico Pirelli non si riesce a capire se essa sia proseguita o no dopo il biennio 1937-38. Anche a tale riguardo occorre integrare questa fonte con altre, per poter mettere le cose nella giusta prospettiva.

In realtà, la partecipazione di Natta alla storia della gomma sintetica in Italia si protrarrà per oltre un decennio e non solo in veste di ricercatore e progettista, ma anche di consigliere di amministrazione della Saigs (Società anonima industria gomma sintetica), la nuova società mista Pirelli-Iri, presieduta da Alberto Pirelli e diretta da Franco Grottanelli che era stata creata nel 1939 a Milano per realizzare la fabbrica di Ferrara e un altro impianto di dimensioni maggiori a Terni, quest'ultimo con l'impiego di procedimenti e macchinari tedeschi.

Una volta avviato lo stabilimento di Ferrara, Natta nel 1943 era passato a studiare la tecnologia tedesca della gomma sintetica recandosi più volte in Germania a visitare fabbriche della Ruhr. L'inaugurazione della fabbrica di Terni era prevista entro il 1943, ma la guerra decise altrimenti giacché fu quello per l'Italia l'anno più drammatico di tutto il conflitto. Nel mese di luglio, a Ferrara, i bombardieri alleati paralizzavano anche l'attività della fabbrica della Saigs colpendone i serbatoi di alcol.

Natta era a Milano, dove al Politecnico tutti gli istituti e gli uffici erano sfollati fuori città, a Sant'Angelo Lodigiano e a Cassano d'Adda. Non tutti: l'Istituto di chimica industriale è stato autorizzato a restare in piazza Leonardo da Vinci, dove ogni giorno Natta si reca a lavorare con il suo assistente Rolando Rigamonti.

Il 20 ottobre 1944 sono le grandi fabbriche nella periferia nord della città, tra Sesto San Giovanni e Gorla, a essere il bersaglio di una massiccia incursione alleata. La Bicocca è colpita e tra gli edifici distrutti anche quello del laboratorio dell'Istituto per la gomma

sintetica. L'Archivio del Politecnico di Milano conserva la lettera in cui Natta chiede al direttore del Politecnico, Gino Cassinis, di trasportare ciò che si era salvato nel proprio Centro studi per la gomma sintetica e ricostruire al Politecnico l'impianto pilota andato distrutto alla Bicocca per poter continuare le ricerche.

In seguito alla distruzione per causa bombardamento aereo del Laboratorio della Bicocca dell'Istituto per lo studio della Gomma Sintetica, questo Istituto mi ha pregato di ospitare presso il Centro Studi della Gomma Sintetica già da tempo funzionante presso questo Laboratorio [di chimica industriale del Politecnico] diversi prodotti ed apparecchi chimici recuperati che sono stati ora depositati presso la nostra cantina. [...] In occasione di tale accresciuta attività del Centro Studi per la Gomma Sintetica ho ottenuto che il contributo da parte dell'Istituto per lo studio della Gomma Sintetica insieme a quello da parte della Montecatini ed altri che spero di ottenere da altre industrie, consentiranno a questo Istituto di svolgere una non diminuita attività di ricerca, anche nel campo scientifico, malgrado i difficili momenti che attraversiamo<sup>14</sup>.

Su questo passaggio dell'Istituto per la gomma sintetica dagli stabilimenti bombardati della Bicocca al Centro studi di Natta al Politecnico di Milano abbiamo un'altra diretta testimonianza da parte di Alberto Pirelli, che un mese più tardi, nella Relazione al Consiglio di amministrazione della Pirelli del 22 febbraio 1945 comunica:

Il bilancio dell'Istituto [per lo studio della gomma sintetica] al 30 settembre 1944 si è chiuso con una perdita di Lire 1.081.864,77. La cessazione [nello stabilimento Saigs di Ferrara] della produzione di gomma sintetica nazionale ha tolto – con la conseguente sospensione della “redevance” spettante all'Istituto per tal produzione – il cespite fondamentale della Società.

<sup>14</sup> Milano, Archivi storici del Politecnico di Milano, Titolo X, fasc. 106, Istituto di Chimica industriale, *Corrispondenza 1941-1950*, Natta al Direttore del R. Politecnico di Milano [Gino Cassinis], 17 gennaio 1945.

In seguito alla quasi totale distruzione del Laboratorio sperimentale della Bicocca per l'incursione del 20 ottobre l'Istituto deve per il momento ricorrere, per la sua attività, a mezzi di ripiego: detta attività si svolgerà infatti avvalendosi del Laboratorio del Politecnico di Milano e di un piccolo laboratorio di fortuna ricostruito presso la Bicocca. Opportuni accordi finanziari permetteranno all'Istituto di non abbandonare l'attività scientifica nella speranza di una prossima completa ripresa<sup>15</sup>.

All'indomani di tali avvenimenti Alberto Pirelli entra nel merito della vicenda dell'industria della gomma sintetica nelle pagine del suo libro *La Pirelli. Vita di un'azienda industriale*. Spiega che la gomma autarchica a base di alcol prodotta alla Bicocca e a Ferrara era per la Pirelli anti-economica ma allo stesso tempo una prodezza tecnologica:

come partecipi invece della sua realizzazione, non possiamo non ricordare con fierezza il successo dello stabilimento di Ferrara – in un campo che può ben dirsi di acrobazie tecniche qual è quello delle complesse sintesi macromolecolari – nonché la razionalità dell'incompiuto stabilimento di Terni.

Oltre all'orgoglio di una sfida tecnologica vinta, quale eredità restava dell'industria della gomma artificiale dopo le macerie della guerra? L'Istituto per lo studio della gomma sintetica era ancora proprietario della titolarità dei brevetti e delle licenze concessi dalla I. G. Farbenindustrie per la fabbrica di Terni, oltre alla titolarità dei brevetti conseguiti da Natta, ma gli uni e gli altri erano superati dalle nuove gomme artificiali prodotte a partire dal petrolio. Da parte sua, la Saigs, Società anonima industria gomma sintetica, era ancora proprietaria delle fabbriche di Ferrara e di

<sup>15</sup> Milano, Archivio storico Pirelli, Documenti per la storia delle industrie Pirelli, Verbale n. 119 della riunione del Consiglio d'Amministrazione tenutosi il 22 febbraio 1945, in S. I. Pirelli, Bilancio al 31 dicembre 1944, Milano, Tip. Pirelli, 1945, p. 9.

Terni. Ma l'una richiedeva grandi investimenti di riconversione alle nuove tecnologie. E lo stesso a Terni, di cui restavano solo i muri, dato che dopo l'8 settembre i macchinari erano stati smontati e riportati in Germania dalla Wermacht.

Dal 1944 presidente della Saigs non era più Alberto Pirelli, ma il chimico Giovan Battista Bonino. Tra i consiglieri d'amministrazione, accanto a uomini della Pirelli come Luigi Emanueli e Cino Poli, anche Giulio Natta. Nel 1946 la Pirelli e l'Iri uscivano dalla gomma sintetica cedendo entrambi gli impianti di Ferrara e Terni alla Polymer Industrie chimiche, una società del gruppo Montecatini<sup>16</sup>. A sua volta la Polymer cedeva la fabbrica di Ferrara a un'altra società milanese denominata Italia Settentrionale, presieduta da Edoardo Osella e del cui consiglio di amministrazione faceva ancora parte Natta. Fu lui a ricevere nel settembre 1951 l'incarico di incorporare lo stabilimento di Ferrara, ormai fermo da anni, in un'altra società denominata Gomma Sintetica, "in un quadro generale di nuova sistemazione della società [Italia Settentrionale] e come preparazione per la fusione tra la nostra società e la Montecatini"<sup>17</sup>.

Insieme alla fabbrica passava alla Montecatini anche l'Istituto per lo studio della gomma sintetica. Nel 1946, quando la Pirelli si era ritirata ed erano iniziate le operazioni di avvicinamento alla Montecatini, la Saigs aveva infatti assorbito l'Istituto per lo studio della gomma sintetica, per salvaguardare un bagaglio di innovazioni e competenze e poterlo trasmettere ad altri, come in un pas-

<sup>16</sup> Milano, Archivio storico della Camera di commercio, Registro delle aziende, 41915, *Polymer Industrie chimiche*. Della Polymer, con sede a Milano nel Palazzo della Montecatini, Natta è consigliere dal 1953. Dal 1956 al consiglio d'amministrazione di questa azienda partecipa l'amministratore delegato della Montecatini Piero Giustiniani.

<sup>17</sup> Milano, Archivio storico della Camera di commercio, Registro delle aziende, fasc. 413341. *Gomma Sintetica s.p.a.*

saggio di testimone dalla grande industria italiana della gomma a una grande industria italiana della chimica quale la Montecatini. Così possiamo oggi leggere tra le righe della delibera di fusione con la Saigs adottata nel 1946 dall'Istituto per lo studio della gomma sintetica, presenti Luigi Emanuelli e Giulio Natta:

Le attuali difficoltà che l'industria della gomma sintetica sta attraversando hanno imposto un arresto all'attività scientifica del nostro Istituto e quindi la smobilitazione di esso. D'altra parte il Consiglio della Società per azioni Industria Gomma Sintetica [era] preoccupato che non andasse perduto il patrimonio della nostra Società costituito dai diritti dei brevetti a suo tempo acquistati dalla I. G. Farbenindustrie e dal complesso delle esperienze e degli studi<sup>18</sup>.

Con la Montecatini, lo stabilimento ex Saigs di Ferrara diventa una fabbrica di materie plastiche, la prima a produrre alla fine degli anni cinquanta il polipropilene scoperto da Giulio Natta. Contemporaneamente, la produzione di gomma sintetica non più dall'alcol, ma dal petrolio veniva ripresa dall'Anic in un nuovo stabilimento di Ravenna, poi passato all'Eni di Enrico Mattei dando origine dell'Enichem.

La partecipazione di Giulio Natta all'industria della gomma sintetica non si è dunque limitata al biennio 1937-38. Le testimonianze complementari a quelle dell'Archivio Pirelli ci permettono di seguire il suo ruolo di protagonista lungo un arco di tempo che va dagli anni trenta fino all'inizio degli anni cinquanta, ossia fino all'avvento della nuova industria delle materie plastiche. È questa continuità nel segno dell'incontro tra scienza e industria che la selezione di documenti e testi qui riunita si propone di fare rivivere.

<sup>18</sup> Milano, Archivio storico della Camera di commercio, Registro delle aziende n. 254327. Istituto per lo studio della gomma sintetica s.p.a. *Denuncia di modificazione 14 ottobre 1946. Delibera di fusione con la Società per azioni Industria Gomma Sintetica (SAIGS)*.

Dei documenti, tutti dattiloscritti, e dei testi a stampa la trascrizione ha conservato la grafia e l'accentazione. Cancellature, aggiunte e correzioni a mano sono indicate in nota. Salvo diversa indicazione, le note bibliografiche o di commento sono di chi scrive.

Delle testimonianze fotografiche che integrano questa edizione è stata conservata la qualità originale di stampa.

Si ringraziano

Archivio storico Pirelli: Chiara Guizzi, Martina De Petris, Daniele Pirola, Eleonora Salvati.

Archivio storico Banca Intesa San Paolo: Francesca Pino, Guido E. Montanari, Matilde Capasso.

Archivi Storici del Politecnico di Milano: Paola Ciandrini, Roberta Moro.

Dipartimento di scienza applicata e tecnologia del Politecnico di Torino: Donella Cioffi, Claudia Roveglia, Paolo Spinelli.

Biblioteca nazionale del Club Alpino Italiano: Alessandra Ravelli.

Un personale ringraziamento a Giovanni Grottanelli Desanti, Eugenio Stanislao Grottanelli Desanti, Caterina Venier, e a Viviana Rocco.

# LE RICERCHE PER LA GOMMA SINTETICA NAZIONALE

MARINO RUZZENENTI

Sono frammentarie le carte dell'Archivio storico Pirelli che ci raccontano dell'impegno di Giulio Natta tra il 1937 ed il 1938 nel progetto pilota per la produzione della gomma sintetica<sup>1</sup>. Sulle scelte e le sperimentazioni compiute allora sono tutt'altro che esaurienti, ma per quanto lacunose gettano luce sull'acquisizione di una nuova tecnologia e sul contesto storico in cui essa si svolse, denso di avvenimenti, da lì a poco anche terribilmente tragici.

Siamo negli anni in cui Italia e Germania preparano la guerra che dovrebbe saldare i conti rimasti aperti con il primo conflitto mondiale: per l'Italia l'umiliazione della "vittoria mutilata", per la Germania lo smacco della sconfitta e delle onerose riparazioni di guerra. L'avventura etiopica e la conquista dell'impero furono per l'Italia una sorta di prova generale in vista dell'imminente e ineluttabile deflagrazione mondiale. Per far fronte alla debolezza strutturale dell'economia italiana, condizionata dalla povertà del sottosuolo (scarsità di energia fossile e di materie prime) fu lanciata a partire dal 1935 la campagna autarchica. Straordinaria fu la mobilitazione (ed anche l'adesione) di scienziati, imprenditori ed in generale dell'opinione pubblica al progetto di valorizzare

<sup>1</sup> Per un'analisi tecnica dettagliata si rinvia qui di seguito al capitolo *Lettura dei documenti* del professor Giorgio Nebbia.

innanzitutto le proprie risorse rendendo il Paese il più possibile autonomo e indipendente dall'estero. L'autarchia, secondo la propaganda, doveva in primo luogo essere finalizzata alla preparazione della guerra, nella realtà fu proprio questo l'obiettivo pressoché fallito: l'Italia al dunque, nel 1940, si trovò del tutto sprovvista di risorse e armamenti adeguati a sostenere un conflitto di quelle dimensioni.

In quel contesto, esemplare fu il problema della gomma che l'Italia importava totalmente, circa 30.000 tonnellate all'anno, come prodotto grezzo, problema strategico per gli impieghi bellici. All'epoca, la gomma era infatti quasi tutta fornita dall'Hevea, l'albero del caucciù che cresce bene in climi tropicali. In verità nei Paesi più avanzati, Stati Uniti, Russia e Germania, si stava già da tempo lavorando a procedimenti per ottenere attraverso sintesi chimica la gomma. Dunque, per l'Italia autarchica, le possibili strade erano due: tentare di produrre in proprio, magari in colonia, la gomma naturale o addentrarsi nel campo del tutto nuovo per il nostro Paese della gomma sintetica. In realtà ambedue le strade furono battute, con discrete potenzialità che lo scoppio della guerra, intempestivo per l'Italia, avrebbe mortificato. Accenniamo innanzitutto alla gomma naturale.

Nel 1939 si tentò di acclimatare l'albero del caucciù nei nuovi territori d'Etiopia, e più precisamente nelle zone di Gore e di Gambela, ottenendo però un livello di crescita inferiore alla norma: in ogni caso per apprezzarne i risultati si sarebbero dovuti attendere almeno sei anni. Da tempo, invece, il Servizio chimico militare si era preoccupato di acclimatare nei nostri territori piante di guayule, nome volgare del *Parthenium argentatum* della famiglia delle Composite, un cespuglio originario del Messico che cresce spontaneamente su altipiani rocciosi fino a 2000 metri di altitudine e già coltivato su vasta scala negli Usa in California e nell'Arizona, ma anche nell'Urss a partire dal 1922; il caucciù di

guayule aveva un alto contenuto di resine, intorno al 20%, eliminate le quali, presentava caratteristiche fisiche e tecnologiche abbastanza simili al caucciù di Hevea<sup>2</sup>. Si sperimentarono coltivazioni in Sardegna e in Cirenaica, ma fu soprattutto nel Foggiano che la produzione di gomma guayule si affermò, anche se non si tradusse in modo altrettanto efficace in sfruttamento industriale. Questa impresa era promossa dalla società Saiga (Società anonima italiana gomma autarchica), appositamente costituita nel 1937 dall'Iri e dalla Pirelli, gli stessi protagonisti, come vedremo, della gomma sintetica. Ci si avvale della collaborazione della Intercontinental Rubber Company americana, già produttrice della gomma con il guayule, che inviò i propri tecnici in Italia a studiare le condizioni agronomiche più favorevoli a questa coltura. La collaborazione con gli americani prevedeva anche la fornitura di semi e piantine di guayule e l'assistenza alla loro messa a dimora. Insieme alla Saiga fu creato un "Ente gomma guayule", e illustri personaggi parteciparono all'impresa come consulenti o amministratori, tra cui i chimici Giuseppe Bruni<sup>3</sup>, Giulio Natta, Francesco Giordani<sup>4</sup>, che ritroveremo anche nel progetto gomma

<sup>2</sup> G. Vittorio Villavecchia, Gino Eigenmann, *Nuovo dizionario di merceologia e chimica applicata*, vol. IV, Milano, Hoepli, 1974, p. 1689.

<sup>3</sup> Giuseppe Bruni (1873-1946) fu uno dei chimici più influenti dei primi decenni del Novecento, tra i fondatori del "Giornale di chimica industriale ed applicata", titolare della cattedra di chimica generale ed inorganica al Politecnico di Milano, alla cui scuola si sono formati altri chimici di rilievo come Giulio Natta. Cfr. A. Quilico, *Giuseppe Bruni*, in *Dizionario biografico degli italiani*, vol. 14, Roma, Istituto dell'Enciclopedia italiana, 1972, pp. 616-618.

<sup>4</sup> Francesco Giordani (1896-1961), napoletano, fu una figura di primissimo rilievo nazionale sia nell'ambito della ricerca di chimica applicata, che come imprenditore in imprese pubbliche. Ricoprì dal 1932 fino alla morte la cattedra di chimica generale ed inorganica e la direzione dell'Istituto di chimica dell'Università di Napoli, sviluppando studi sull'elettrolisi dei cloruri alcalini. In questo ambito ideò e brevettò per primo l'elettrolizzatore a diaframma Giordani-Pomilio per la produzione della soda caustica senza utilizzare al catodo il mercurio, molto inquinante. Contribuì alla promozione dell'Istituto per lo sviluppo dell'Italia me-

sintetica, e l'allora giovane finanziere Enrico Cuccia, futuro presidente di Mediobanca.

Falliti i tentativi di coltivazioni del guayule in Libia, nel 1938 furono acquistati alcuni terreni a sud di Cerignola, in Puglia, dove fu creato un vivaio in cui furono piantate, nella primavera del 1940 (poco prima che l'Italia entrasse nella seconda guerra mondiale), 25 milioni di piantine di guayule ottenute con i semi selezionati fatti venire dalla California, da cui si prevedeva una produzione di mille chili di gomma per ettaro. Negli anni successivi (l'Italia era in piena guerra) la mancanza di carburante, di personale, di macchinari portò lentamente al fallimento e all'abbandono delle piantagioni foggiane di guayule. Probabilmente fu determinante il venire meno della collaborazione degli americani, divenuti, dalla fine del 1941, nemici. Nel 1944 i terreni destinati alla produzione della gomma furono occupati dagli Alleati e riconvertiti a cereali e nel 1947 la Saiga fu messa in liquidazione<sup>5</sup>.

Non si hanno invece notizie precise dei risultati pratici di un precedente progetto di estrarre della gomma dalle bucce di pomodoro e d'uva: il procedimento era il frutto di un'invenzione di un certo Giovanni Mauri di Parma, secondo il quale la gomma

ridionale (Isveimer) da cui nel secondo dopoguerra derivò l'Associazione per lo sviluppo industriale del Mezzogiorno (Svimez). Fu vicepresidente dell'Iri dal 1937, sostituendo alla presidenza Beneduce, ammalatosi, e poi presidente dell'ente dal 1939 al 1943. Nel secondo dopoguerra, dopo essere stato messo in disparte per poco tempo per la sua compromissione con il regime, divenne presidente del Comitato nazionale per la chimica del Cnr, promuovendo nel 1952 la costituzione del Comitato nazionale per le ricerche nucleari (Cnrr) di cui sarebbe diventato presidente. In questo ruolo, ed in quello di presidente del Cnr, ricoperto dal 1956 al 1960, fu il protagonista sul versante dell'iniziativa pubblica dell'avvio in Italia della produzione dell'energia nucleare. Cfr. Aldo Gaudiano, *Francesco Giordani*, in *Dizionario biografico degli italiani*, vol. 55, Roma, Istituto dell'Enciclopedia italiana, 2000, pp. 200-204.

<sup>5</sup> Giorgio Nebbia, *Gomma guayule in Puglia*, "La Gazzetta del Mezzogiorno", 5 febbraio 2008. Cfr. Alberigo Cianci, *Saiga. Il progetto autarchico della gomma naturale*, Terni, Collana di Studi e Ricerche Locali, 2007.

ottenuta sarebbe stata un ottimo sostituto del caucciù dell'Hevea nella produzione di vernici, cavi, linoleum, termoplasti, mastici<sup>6</sup>. Il dottor Mauri, giovane chimico della R. Stazione sperimentale delle conserve alimentari di Parma, dal 1932 effettuava sperimentazioni, seguite dal Cnr, che si tradussero nella costituzione a Bologna di una società per la fabbricazione ed il commercio della gomma ricavata dalle bucce di pomodoro: si riteneva di poter estrarre dagli 8 milioni di quintali di pomodori prodotti in Italia all'anno, circa 20 mila quintali di gomma<sup>7</sup>. L'idea, probabilmente, non era per nulla peregrina se – notizia recentissima – proprio il Cnr, a Napoli, con l'Istituto di chimica biomolecolare, insieme all'Istituto di chimica e tecnologia dei polimeri e all'Istituto di scienze dell'alimentazione di Pozzuoli e Avellino, sta oggi lavorando sull'estrazione di polisaccaridi dagli scarti della lavorazione industriale dei pomodori, ottenendo materiale plastico biodegradabile<sup>8</sup>.

Nel frattempo, come già si è accennato, si stavano discutendo, in ambiente scientifico, le promettenti innovazioni sulla possibilità di produrre gomma sintetica in corso da diversi anni in altri Paesi e in particolare in Germania, nell'Urss e negli Usa. Ed in effetti l'interesse per la gomma sintetica si riverberò in Italia anche sulle riviste tecniche e di divulgazione scientifica. "L'Ingegnere", nel 1937, dava conto delle ricerche realizzate in passato all'estero per la produzione di gomma sintetica, in particolare a partire dal 1931 col procedimento Duprene, negli Usa, e dal 1932 con la Buna tedesca, nonché nell'Urss. Questi prodotti, basati per lo più sulla polimerizzazione dell'idrocarburo butadiene e dei suoi derivati

<sup>6</sup> *L'estrazione della gomma dalle bucce di pomodoro e d'uva*, in Enios, *Per l'autarchia. Sprechi e recuperi: esempi pratici*, Roma, Enios, 1938, p. 147.

<sup>7</sup> *Gomma dalle bucce di pomodoro*, in "Scienza e tecnica", vol. II, fasc. 1, gennaio 1938, p. 42; *Gomma sintetica*, *ivi*, fasc. 4-5, aprile-maggio 1938, p. 176.

<sup>8</sup> Cnr, *Meno rifiuti con i pomodori*, Comunicato stampa n. 15, 22 febbraio 2008, [www.stampa.cnr.it/doc](http://www.stampa.cnr.it/doc).

alogeni, sarebbero stati addirittura “nettamente superiori al caucciù naturale”<sup>9</sup>.

La Buna era il nome del prodotto sintetico tedesco dell'I.G. Farbenindustrie: derivava dal butadiene polimerizzato con il sodio (*Natrium* in tedesco, dal latino), con un processo che partiva dal carbone o dalla lignite per produrre con calce il carburo di calcio, quindi l'acetilene ed infine l'aldeide acetica. Da questa, poi, attraverso diversi passaggi con catalizzatori, si otteneva il butadiene che veniva polimerizzato in presenza di sodio ottenendo infine la gomma sintetica Buna.

Come è noto, Primo Levi, nell'inverno del 1944-45, venne impiegato nel laboratorio chimico della grande fabbrica di Buna allora in costruzione a Monowitz, uno dei lager satelliti di Auschwitz. Un “impiego” che Levi conquistò superando una sorta di concorso indetto dai tedeschi tra alcuni detenuti ebrei chimici e che consentì allo stesso Levi di non soccombere nel terribile inverno del '44-45, come raccontava lui stesso nel concludere una lettera inviata alla rivista “La Chimica e l'Industria” nel novembre del 1947, un mese dopo la prima uscita a stampa di *Se questo è un uomo*:

Nel novembre del '44 e cioè quando ormai già da 9 mesi io lavoravo duramente come manovale in lavori di sterro e di trasporto ed ero in condizioni di estrema debolezza e denutrizione, fu promossa fra di noi una leva di specialisti: in seguito a questa, fui sottoposto ad un rigoroso esame tecnico da parte di uno degli ingegneri chimici della Buna, e poco dopo fui assunto come analista in uno dei laboratori di controllo della produzione (nonostante ciò, la razione alimentare, di 1550 calorie giornaliere, non mi venne mai aumentata). Potei così lavorare al coperto e al caldo nei mesi rigidissimi dell'inverno '44-'45, e debbo a questo di aver potuto resistere alle malattie e sopravvivere<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> Mario Parducci, *Caucciù sintetico (ieri e oggi)*, “L'Ingegnere”, n. 2, febbraio 1937, pp. 49-61.

<sup>10</sup> Primo Levi *Il campo Buna-Monowitz in alta Slesia. Lettera alla direzione*, “La Chimica e l'Industria”, XXIX, n. 12, dicembre 1947, p. 299. In appendice a queste pagine si riporta l'intera lettera.

Queste righe conclusive sulle sue tremende condizioni di prigioniero nel lager non devono trarre in inganno sullo scopo della lettera, che appare per certi versi singolare. Tra l'altro, non faceva neppure cenno alla recentissima pubblicazione di *Se questo è un uomo*. La lunga lettera si occupava invece di fornire il più possibile “notizie di carattere tecnico” su quella colossale fabbrica “che copriva una superficie rettangolare di circa 5 per 7 km” e sui processi produttivi, aggiungendo che lui stesso era “a conoscenza di molte delle materie prime che dovevano essere impiegate (emulsori, catalizzatori, antinvecchianti ecc.)”. Concludeva infine: “Nulla so del destino successivo della fabbrica di Buna-Monowitz”, anche se si premurava di annotare che la fabbrica “era relativamente poco danneggiata quando cadde in mani russe”<sup>11</sup>, facendo implicitamente intendere che quell'ingente patrimonio tecnico e produttivo potesse essere sfruttato in futuro dall'Unione Sovietica.

Apparentemente, questa lettera sembrerebbe quasi una prova paradossale di lealtà nei confronti di un Paese che pochi anni prima lo aveva gettato nella macchina dello sterminio in quanto ebreo. Ma forse semplicemente apre uno squarcio sulla difficile rielaborazione dello sterminio da parte degli ebrei scampati alla distruzione: sembra, infatti, l'espressione del disagio degli ebrei sopravvissuti alla Shoah che sentivano impellente il bisogno di normalità, ovvero di rientrare a pieno titolo in un consesso civile, che li aveva brutalmente rifiutati e dal quale ora avevano l'urgenza di essere accolti.

Ma tornando alla gomma sintetica e alla Buna, la Pirelli, nel 1937, lamentava di non avere a disposizione neppure un campione della Buna tedesca e tanto fece da ottenere un cospicuo finanziamento statale per costituire con l'Iri una società mista, diretta

<sup>11</sup> *Ivi*.

da Francesco Giordani, con il compito di sperimentare la produzione di gomma sintetica in Italia. Finalmente, nella seduta del 23 giugno 1937, il Consiglio dei ministri approvò un decreto legge inteso a favorirne la fabbricazione industriale. Al riguardo gli accordi intervenuti fra l'Iri e la Pirelli per dare immediata attuazione al programma prevedevano che venissero costituite a condizioni paritetiche due società per azioni, un Istituto per lo studio della gomma sintetica e una Società per la produzione della gomma sintetica<sup>12</sup>, alla quale nel 1939 subentrò una terza società partecipata dall'Iri e dalla Pirelli avente per oggetto la costruzione e produzione di due fabbriche, l'una a Ferrara e l'altra a Terni: la Saigs (Società anonima industria gomma sintetica).

Il primo impianto pilota, realizzato negli stabilimenti della Pirelli di Milano-Bicocca, cominciò a produrre gomma butadienica polimerizzata al sodio partendo da alcol già nella seconda metà del 1938. Ed è di questa impresa che ci parlano le carte dell'Archivio storico Pirelli, impresa cui si dedicò appunto Giulio Natta. Un procedimento, questo, simile a quello tedesco negli stadi finali, ma diverso per la materia prima di partenza necessaria per giungere all'aldeide acetica, sostanza intermedia per ottenere il butadiene da polimerizzare. I tedeschi partivano dal carbon fossile, qui invece si tentava di ripercorrere la strada dei russi, in particolare dal grande scienziato Ivan Ivanovich Ostromyslenskij<sup>13</sup>, partendo dall'alcol etilico, derivato da coltivazioni dedicate, come la barbabietola. In sostanza potremmo definire questo processo, con la terminologia oggi di moda, biochimico.

La motivazione della scelta di questo processo era, nel quadro dell'autarchia, la scarsità di riserve di carbon fossile nel sottosuolo nazionale. Certamente in quegli anni vi era stato un grande sforzo

per coltivare i giacimenti dell'Arsa in Istria e per sviluppare lo sfruttamento di quelli sardi del Sulcis. Ma troppi erano i fabbisogni da soddisfare, comunque superiori alla produzione nazionale.

In verità, anche l'alcol etilico poneva problemi di scarsità. In primo luogo perché il programma autarchico per il combustibile nazionale – di cui era artefice Mario Giacomo Levi del Politecnico di Milano – destinava prioritariamente l'alcol all'impiego come combustibile, o biocombustibile, come diremmo oggi. Una legge nazionale del 1936 obbligava infatti l'aggiunta nella benzina inizialmente di un 20% di alcol, percentuale poi ridotta al 12% per la difficoltà di produrne in quantità sufficienti. E già questo obiettivo poneva seri problemi di competizione con altre produzioni agricole altrettanto indispensabili, se non di più. La terra fertile non era (e non è ancor più oggi) illimitata e dunque si trattava di ricavare da essa innanzitutto il cibo necessario a sfamare la popolazione, poi le fibre naturali e "artificiali" per confezionare i tessuti, e dunque i vestiti "nazionali", e poi tante altre produzioni strategiche, come la cellulosa, destinata sia alla produzione di raion o seta artificiale che di esplosivi. Insomma già allora ci si rese conto dei limiti naturali dell'economia umana e di come le stesse "officine chimiche del buon Dio", secondo una felice espressione del decano dei chimici italiani, Nicola Parravano, ovvero i processi fotosintetici, non avessero una potenzialità infinita. È singolare che il dibattito di quei tempi si riproponga oggi pressoché negli stessi termini sia a proposito della biochimica che dei biocombustibili.

Quanto alla gomma sintetica, probabilmente l'opzione "russa" prese quota in ambito italiano anche sulla spinta di quelle velleità presenti nel regime e nello stesso Mussolini non solo di mantenere una certa autonomia dall'amico tedesco, ma addirittura di esercitare una propria egemonia su tutto il movimento fascista e reazionario internazionale. In fin dei conti a inventare il fa-

<sup>12</sup> *Gomma sintetica*, "Scienza e tecnica", I, 11-12, 1937, pp. 381-s.

<sup>13</sup> Sulla figura di Ivan I. Ostromyslenskij si vedano le informazioni presenti in <http://en.wikipedia.org/wiki/>.

scismo era stato Mussolini e Hitler sarebbe stato solo un diligente allievo.

È vero che già nel 1936 era stato firmato l'Asse Roma-Berlino, come riconoscimento dell'appoggio tedesco alla guerra d'Etiopia, tuttavia rimanevano aperte diverse questioni nei rapporti con la Germania, quella del Sud Tirolo ed in particolare dell'indipendenza austriaca. Fu appunto nei primi mesi del 1938 che maturò un ammorbidimento da parte di Mussolini, che di fatto accettò l'*Anschluss* dell'Austria al Terzo Reich e che portò al Patto d'acciaio del 22 maggio 1939. Comunque una relativa competizione, tra Italia fascista e Germania nazista, ben rappresentata con salace ironia nel *Grande dittatore* di Chaplin, sarebbe durata fino alla Repubblica sociale, quando le velleità del duce crollarono di fronte all'occupazione tedesca.

Tra il 1937 e il 1938 ci si trovava quindi in una fase in cui i rapporti tra Italia e Germania erano in rapida evoluzione. In effetti, il procedimento tedesco per la gomma sintetica non sarebbe stato del tutto accantonato: nel 1939 entrava in funzione alla Bicocca un secondo impianto pilota che partiva dal carburo di calcio e che avendo bisogno di carbone da coke importato e di un notevole dispendio di energia, risultava quindi meno interessante del metodo ad alcol di ispirazione sovietica; comunque, nel 1940, venne avviata la costruzione di un impianto della Saigs per la produzione della Buna secondo questo processo a Terni, dove era disponibile abbondante elettricità e quindi l'acetilene poteva essere ottenuto dal carburo di calcio prodotto al forno elettrico<sup>14</sup>.

Sembrerebbe insomma che l'Italia fascista, mentre cercava di non scontentare l'alleato, al contempo si incamminava su un percorso autonomo ritenuto più congeniale alle risorse disponibili

sul proprio territorio. Del resto i nostri ricercatori e scienziati, innanzitutto Giulio Natta, non potevano che assecondare quest'ultima prospettiva, anche perché certamente non nutrivano grande simpatia per la Buna tedesca, per il semplice motivo che, come si evince da un documento conservato anch'esso nell'Archivio storico Pirelli<sup>15</sup>, la Germania avrebbe proposto un impianto chiavi in mano, lasciando ben poco spazio al lavoro di ricerca dei nostri.

La ricerca scientifica indispensabile a questa impresa fu condotta da Giulio Natta, unitamente a un chimico fuggito dall'Urss e assunto dalla Pirelli fin dal 1934, Alessandro Maximoff<sup>16</sup>, e con il coordinamento di Francesco Giordani. Il rapporto tra Natta e la Pirelli (e successivamente con la Società per la produzione della gomma sintetica e poi con la Saigs) venne formalizzato con l'incarico conferito dalla stessa a Natta, allora professore di Chimica industriale al Politecnico di Torino, il 30 giugno 1937, esattamente una settimana dopo l'approvazione da parte del Consiglio dei ministri del piano nazionale per la gomma sintetica (v. Documento IV). Un incarico ben remunerato se si tiene conto che Natta, allora poco più che trentenne, riceveva già lo stipendio di professore universitario, cui si aggiungevano appunto 4.000 lire mensili, corrispondenti a circa 4.000 euro attuali, più i rimborsi spese. Allo

<sup>15</sup> Milano, Archivio storico Pirelli, Storia delle industrie Pirelli, 2056, *Buna-Italia*, maggio 1938 (non incluso in questo volume).

<sup>16</sup> Diplomato in ingegneria nell'Istituto tecnologico di Pietroburgo, Alexander Maximoff (Nikolaiev 1886 – Vercelli 1943) si era specializzato nella sintesi del caucciù con Ostromyslenskij nei laboratori della fabbrica moscovita di gomma Bogatyr, di cui nel 1914 divenne direttore tecnico. Il nuovo governo sovietico gli affidava il progetto di una fabbrica pilota di gomma sintetica, ma nel 1920 fuggiva dalla Russia per lavorare in Francia, presso l'azienda Bergougnan di Clermond-Ferrand e a New York, nei laboratori della U. S. Rubber Co. Trasferitosi in Italia nel 1926, presso l'azienda tessile Soie de Châtillon di Vercelli e la Bergougnan & Tedeschi di Torino, nel 1934 fu ingaggiato dalla Pirelli, dove diresse dal 1937 alla Bicocca il laboratorio dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica. Cfr. Giuseppe Bruni, *Alessandro Maximoff*, in Gianfranco Scorrano, *La chimica italiana*, in [www.chimica.unipd.it](http://www.chimica.unipd.it).

<sup>14</sup> Nebbia, *Gomma guayule in Puglia*, cit. n. 5.

stesso tempo, le ricerche per la preparazione del butadiene dall'alcool ricavato dalla fermentazione di melasso e della barbabietola contribuirono a far tornare Natta al Politecnico di Milano, dove a partire dal 1939 egli ricoprì la prestigiosa cattedra di chimica industriale che era già stata di Mario Giacomo Levi, rimosso dall'insegnamento in seguito alle leggi antisemite del 1938<sup>17</sup>.

L'11 ottobre 1938 Alberto Pirelli consegnò a Mussolini un esemplare di pneumatico di gomma sintetica con tela in raion nazionale, anziché di cotone. Quindi, l'11 marzo 1939, venne deciso l'avvio della costruzione di un impianto a Ferrara per produrre su larga scala gomma sintetica da alcol etilico distillato dal melasso e dalla barbabietola, fornito dagli zuccherifici della zona.

Dopo l'avvio di un reparto pilota nell'ottobre 1941, nell'aprile del 1942 iniziava la produzione a pieno regime. Durante la guerra la fabbrica di Ferrara, che chiuse nel luglio del 1944, fornì una produzione ragguardevole pari a 13.000 t di gomma sintetica all'anno, comunque insufficiente al fabbisogno di 22.000 t/a.

Di questa straordinaria esperienza Giulio Natta avrebbe trattato diffusamente in un saggio del 1942, intitolato *Il problema della gomma in Italia*, ripubblicato di seguito ai documenti della sua collaborazione con la Pirelli<sup>18</sup>. Il tema, era allora, come si è già accennato, di stringente attualità e di particolare rilevanza. La rivista "Scienza e tecnica" vi aveva dedicato nel 1939 un ampio saggio a cura del Cnr: vi veniva presentato un repertorio completo delle

diverse piante da gomma naturale, compresa la "gomma italiana" guayule, quindi la gomma sintetica nelle sue diverse versioni: da quella prodotta dalla Bayer durante la prima guerra mondiale al Duprene negli Usa, dal Sovprene dell'Urss alla Buna dell'I. G. Farbenindustrie al Kepreosol e al Thiokol americani. In conclusione veniva annunciata la "creazione, per ordine del Duce, di un primo stabilimento per la produzione di gomma sintetica su scala industriale"<sup>19</sup>, era appunto lo stabilimento di Ferrara.

Dopo la guerra la Montecatini ebbe l'opportunità di venire in possesso di importanti capacità tecnologiche, quando nel 1949-50 acquisì la Saigs trasformando l'impianto che era entrato in produzione a Ferrara, in un polo produttivo di materie plastiche di eccellenza<sup>20</sup>. Anche l'impianto di Terni venne rilevato dalla Montecatini, nel 1949, grazie ai fondi del Piano Marshall, e nel 1951 convertito in una grande industria chimica, la Polymer, destinata alla produzione di resine termoplastiche e cellulosiche<sup>21</sup>. Lo stesso Giulio Natta, in quel nuovo contesto, proseguì le sue ricerche sulla polimerizzazione in collaborazione con la Montecatini.

Era comunque la guerra che aveva indotto alla produzione della gomma sintetica, perché, con le tecnologie dell'epoca, questa costava più del doppio di quella di origine vegetale e disponibile sul mercato internazionale<sup>22</sup>.

Ciò nonostante Piero Pirelli non nascondeva il proprio orgoglio per i risultati ottenuti sul piano tecnologico:

<sup>17</sup> Il 30 novembre 1938, un decreto firmato dal ministro Bottai dichiarava il Levi "dispensato dal servizio" a partire dal 14 dicembre successivo per motivi razziali. Così il Levi, nonostante i numerosi meriti acquisiti di fronte al fascismo, fu costretto a lasciare tutte le proprie cariche accademiche, l'insegnamento e le responsabilità di organizzazione della ricerca, di cui continuò ad occuparsi l'amico Carlo Padovani. Cfr. L. Cerruti, *Mario Giacomo Levi*, in *Dizionario biografico degli italiani*, vol. 64, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 2005, pp. 770-773.

<sup>18</sup> Giulio Natta, *Il problema della gomma in Italia*, "Gomma", VII, 3, 1942, pp. 29-35, riprodotto in questo volume alle pp. 153-171.

<sup>19</sup> Giovanni Coppa Zuccari, *Gomma naturale e artificiale*, "Scienza e tecnica", III, 8, 1939, pp. 542-546.

<sup>20</sup> Roberto Maiocchi, *Gli scienziati del Duce. Il ruolo dei ricercatori del CNR nella politica autarchica del fascismo*, Roma, Carocci, 2003, p. 197.

<sup>21</sup> Augusto Ciuffetti, *Industrializzazione e territorio nella conca ternana. 1884-2004*, in *Industria, ambiente e territorio*, a cura di Salvatore Adorno, Simone Neri Serneri, Bologna, Il Mulino, 2009, pp. 149-166.

<sup>22</sup> Renato Trevisani, *L'autarchia nei trasporti e i trasporti per l'autarchia*, in *Atti II convegno nazionale di studi autarchici*, Milano, Isca, 1940, p. 383.

Quest'ultimo problema, [...] è stato affrontato e risolto, almeno nei suoi primi risultati essenziali, dalla Società che ho l'onore di presiedere, coi propri uomini e coi propri mezzi e viene intensamente curato e sviluppato seguendo l'incitamento e le direttive del Duce che di tale problema personalmente si interessa. Poiché questo compito di sostituire in generale, ovunque possibile, i materiali di provenienza estera con altri di produzione nazionale è più che mai all'ordine del giorno, ad esso l'industria italiana della gomma e dei conduttori elettrici sta dedicando ogni attenzione ed ogni sforzo, nell'intento di raggiungere, in larga misura, anche in questo campo, l'auspicata indipendenza economica. Entro quali limiti è ciò possibile? Sarebbe avventato fare oggi delle affermazioni precise al riguardo, ma chi vive la vita di questa industria ha la ferma fede che molto si possa sperare dall'energia, dalla diligenza e dall'entusiasmo che tutti ci anima<sup>23</sup>.

In ogni caso, nonostante i successi nella produzione della gomma sintetica, la totale autosufficienza non fu raggiunta e la fabbricazione di pneumatici almeno in parte continuò ad essere per l'Italia un problema nel corso della seconda guerra mondiale.

<sup>23</sup> Piero Pirelli, *L'industria della gomma e dei conduttori elettrici isolati*, in Luigi Lojaco, *L'indipendenza economica italiana*, Milano, Hoepli, 1937, p. 527.

Primo Levi, *Il campo di Buna-Monowitz in Alta Slesia*.  
*Lettera alla Direzione\**

*Signor Direttore,*

*Scopo della presente è di sottoporre alla sua cortese attenzione alcune notizie di carattere tecnico di cui sono venuto a conoscenza nel modo più diretto durante la mia prigionia in Germania.*

*Ho 28 anni, mi sono laureato in chimica a Torino nel 1941. Sono stato arrestato come partigiano nel dic. '43, indi deportato in un campo di annientamento, di cui non si è molto parlato: Buna-Monowitz, in Alta Slesia. L'intero campo faceva parte di una fabbrica di gomma sintetica (d'onde il nome); di questa precisamente intendo qui parlare.*

*Non mi risulta che il mondo occidentale abbia notizia di questo fatto: nella zona carbonifera slesiana, 40 km ad ovest di Cracovia, a 12 km dal ben più noto centro di Auschwitz, i tedeschi progettarono, e realizzarono quasi per intero, un complesso industriale che copriva una superficie rettangolare di circa 5 per 7 km. Il lavoro di costruzione era stato iniziato nei primi mesi del 1942, ed era già molto avanzato quando io venni assegnato, in qualità di manovale, ad uno dei settori dell'enorme cantiere. In quel periodo le opere murarie e le strutture in cemento erano quasi ovunque ultimate; si stava importando e montando il macchinario, si procedeva al collaudo delle condutture e tubazioni, si costruivano (con metodi assai peculiari) baracche ausiliarie in legno. Lavoravano nel cantiere 40.000 operai nella quasi totalità non tedeschi; di essi, 600 erano*

\* "La Chimica e l'Industria", XXIX, 12, 1947, p. 299. Del lager industriale di Buna-Monowitz Primo Levi parla anche nei libri *Se questo è un uomo*, (cap. "Una buona giornata") e *Il sistema periodico* (cap. "Vanadio").

prigionieri di guerra inglesi, e 10.000 erano ebrei di varia origine rinchiusi di notte nel campo sopra nominato.

Le condizioni dei prigionieri nei campi di annientamento tedeschi sono ormai abbastanza note (basti dire che solo il 2% degli italiani hanno fatto ritorno), né io sono particolarmente competente nel campo della chimica della gomma: non deve quindi stupire se le notizie tecniche di cui sono a conoscenza sono alquanto frammentarie.

Scopo del centro industriale era la produzione della buna a partire dal carbone, attraverso la cokificazione, il carburo di calcio, l'acetilene, il butadiene, ed il processo di polimerizzazione per emulsione. Dati quantitativi sulla produzione prevista si possono dedurre dalle dimensioni dell'edificio destinato al magazzino della buna finita (laminata): esso occupava un rettangolo di m 120 per 60, ed era alto sei piani, di cui due interrati.

Sono a conoscenza di molte delle materie prime che dovevano essere impiegate (emulsori, catalizzatori, antivecchianti ecc.); ho pure assistito, e spesso partecipato, al montaggio di vari impianti, non sempre comprendendone la funzione. Ignoro, ad es., il perché i tedeschi importassero nel cantiere treni interi di una certa miscela di acidi grassi sintetici, a p. fus. intorno ai 40°, che conservavano poi in cisterne. Potrei fornire una pianta d'insieme della fabbrica, abbastanza completa per quanto riguarda il reparto polimerizzazione, in cui ho lavorato; ritengo anche interessante la soluzione del problema "sociale" della sistemazione della mano d'opera in campi di concentramento disposti a corona, attigui al cantiere.

Oltre alla buna, il complesso avrebbe dovuto produrre (ed in parte già produceva) metanolo, ammoniaca, gas compressi, acido acetico, stirolo, stilbene. La data dell'inizio della produzione di buna era stata fissata al 1° agosto 1944: ma a partire dal 20 luglio, il cantiere venne sottoposto a bombardamenti alleati, a dire il vero non molto violenti, ed intesi apparentemente piuttosto a paralizzare che a distruggere gli impianti. Come risultato, non un chilogrammo di buna uscì mai dalla fab-

brica gigantesca; essa era relativamente poco danneggiata quando cadde in mani russe, il 27 gennaio 1945. Per le strade del cantiere i tedeschi resistettero vari giorni sanguinosamente. Nulla so del destino successivo della fabbrica di Buna-Monowitz.

Nel novembre '44, e cioè quando ormai già da 9 mesi io lavoravo duramente come manovale in lavori di sterro e di trasporto, ed ero in condizioni di estrema debolezza e denutrizione, fu promossa fra di noi una leva di specialisti: in seguito a questa, fui sottoposto ad un rigoroso esame tecnico da parte di uno degli ingegneri della Buna, e poco dopo fui assunto come analista in uno dei laboratori di controllo della produzione (nonostante ciò, la razione alimentare di 1550 calorie giornaliere, non mi venne mai aumentata). Potei così lavorare al coperto e al caldo nei mesi rigidissimi dell'inverno '44-'45, e debbo a questo di aver potuto resistere alle malattie e sopravvivere.

Torino, novembre 1947

Dott. Primo Levi

## LETTURA DEI DOCUMENTI

GIORGIO NEBBIA

Lo studio dei documenti tratti dall'Archivio storico Pirelli sui rapporti fra Giulio Natta e la principale società italiana produttrice di gomma permette di dare uno sguardo su una interessante pagina della storia dell'industria chimica, quella della produzione della gomma sintetica negli anni trenta del Novecento.

Il contributo di Giulio Natta alla produzione di gomma sintetica e i suoi rapporti con la Pirelli cominciano nella seconda metà del 1937 quando Natta, trentaquattrenne, era appena stato nominato professore ordinario di Chimica industriale nel Politecnico di Torino, cattedra a cui era arrivato dopo aver conseguito la libera docenza a 24 anni, ed essere stato nominato professore di ruolo nel 1933 a Pavia, a Roma nel 1935, poi a Torino dal 1936 al 1938 per passare infine al Politecnico di Milano, sulla cattedra di Chimica industriale rimasta vacante a seguito dell'espulsione dall'insegnamento, per motivi razziali, di Mario Giacomo Levi (1878-1955) nel 1938.

In questi primi anni della sua vita universitaria il prof. Natta si era occupato di molti problemi di chimica pura e applicata, fra cui la produzione di alcoli sia per fermentazione sia per sintesi, in particolare di alcoli a due e quattro atomi di carbonio, proprio quelli adatti per la produzione del butadiene, l'idrocarburo a quattro atomi di carbonio con due doppi legami:  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-$

$\text{CH}=\text{CH}_2$ , simile all'isoprene,  $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ , la molecola che, come polimero, costituisce la gomma naturale.

Agli inizi del Novecento la gomma naturale, ricavata da piante di Hevea, dopo essere stata per molti anni monopolio del Brasile, veniva prodotta nel Congo (proprietà belga) da piantagioni di Landolphia e da piantagioni di Hevea nel sud-est asiatico, nelle colonie inglesi, olandesi e francesi. Per evitare la dipendenza da questi paesi, in Russia e in Germania, a cominciare dagli anni dieci del Novecento, alla vigilia della prima guerra mondiale, i chimici hanno cominciato a studiare la possibilità di produrre per via sintetica la gomma.

Nel 1909 in Germania, Fritz Hoffmann (1866-1956), chimico della società Bayer di Leverkusen, brevettò la sintesi dell'isoprene e ottenne un brevetto per la produzione di gomma sintetica per polimerizzazione dell'isoprene sintetico. Per queste ricerche Hoffmann nel 1912 ottenne la medaglia Emil Fischer della Società chimica tedesca.

La sintesi dell'isoprene, partendo dal para-cresolo, trasformato poi in acido beta-metil-adipico era complicata; comunque, nel 1910, la società tedesca della gomma Continental (la "Pirelli" tedesca) produsse il primo copertone di poliisoprene. Durante la prima guerra mondiale ci fu una limitata produzione di gomma sintetica in Germania, dove le ricerche sulla gomma sintetica ripresero negli anni venti; nel 1927 un certo Weinberg annunciò il successo della sintesi di gomma sintetica basata questa volta sul butadiene, ottenuto dall'acetilene  $\text{HC}\equiv\text{CH}$  a sua volta prodotto dal carburo di calcio  $\text{CaC}_2$ , quindi dal carbone. Il primo dei documenti qui pubblicati ricostruisce non pochi aspetti di questa fase iniziale dell'industria della gomma sintetica tedesca (Documento I, *La motorizzazione dell'esercito e sviluppo della gomma sintetica in Germania*).

Quasi contemporaneamente al lavoro di Hoffmann, in Russia Sergej Lebedev (1874-1934) affrontò il problema della più facile sintesi del butadiene partendo dall'alcol etilico di origine agricola, pro-

dotta per fermentazione degli zuccheri, e nel 1910 ottenne la prima gomma sintetica per polimerizzazione del butadiene usando come catalizzatore il sodio metallico. Fra il 1926 e il 1928 Lebedev perfezionò la sintesi della gomma da butadiene e nel 1932-33 cominciò la produzione di gomma sintetica sovietica partendo dall'alcol etilico ricavato dall'amido di cereali e patate, il che generò la frase scherzosa che "i russi producevano i copertoni con le patate".

Questi risultati scientifico-tecnici erano ben noti in tutto il mondo anche grazie a studiosi russi che avevano lasciato l'Unione Sovietica per emigrare negli Stati Uniti o in Europa, come era il caso del dott. Alexander Maximoff (1886-1943), un ingegnere chimico russo che aveva lavorato nell'Unione Sovietica con Ivan Ostromyslenskij (1880-1939) sulla sintesi del butadiene e nel 1914 era stato direttore della fabbrica di gomma Bogatyr di Mosca. Emigrato in Occidente nel 1920, dopo aver lavorato in vari paesi, era stato assunto nel 1934 alla Pirelli come direttore del Laboratorio di ricerche chimiche.

Sia in Germania sia in Russia la sintesi del butadiene partiva dall'aldeide acetica  $\text{H}_3\text{C}-\text{CHO}$ , una sostanza di cui Natta si era già occupato nelle sue ricerche. L'aldeide acetica poteva essere ottenuta con due principali processi:

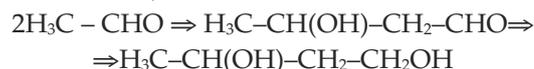
a. per deidrogenazione dell'alcol etilico  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$ , prodotto per fermentazione di carboidrati, come lo zucchero di barbabietola, o il glucosio ottenuto per idrolisi (saccarificazione) della cellulosa, o dall'amido di cereali o patate, cioè da materie agricole e forestali (secondo la strada russa), o, come diremmo oggi, da risorse rinnovabili, dalla biomassa. Il processo di saccarificazione della cellulosa era stato messo a punto dal tedesco Friedrich Bergius (1884-1949) ed è descritto nello scritto Natta, *Sul metodo di Bergius per la saccarificazione del legno*, datato giugno 1937 (Documento III), che dimostra l'interesse dei suoi studi in relazione al problema che stava a cuore alla Pirelli;

b. un secondo metodo di produzione dell'aldeide acetica era dall'acetilene, ottenuto dal carburo di calcio prodotto dal trattamento in forno elettrico della calce con carbone o lignite, procedimento questo adottato in Germania dalla I. G. Farbenindustrie.

Dall'aldeide acetica poteva essere ottenuto il butadiene attraverso almeno due vie principali:

a. trattando l'aldeide acetica con alcol etilico: per sottrazione di due molecole di acqua si ottiene infatti butadiene. Questa strada sarebbe stata seguita negli Stati Uniti durante la seconda guerra mondiale, una volta venute a mancare le forniture di gomma naturale dal sud-est asiatico occupato dai giapponesi;

b. l'aldeide acetica poteva essere trasformata in aldolo e questo poi in glicole butileno,



una molecola questa ormai a quattro atomi di carbonio da cui era relativamente facile ottenere butadiene per eliminazione di due molecole di acqua. Nel processo si formava anche alcol butilico secondario  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$  che poteva poi essere trasformato in butilene,  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}$ , altra molecola a quattro atomi di carbonio facilmente trasformabile in butadiene per eliminazione di due atomi di idrogeno.

Questa seconda strada aldeide acetica-butadiene è descritta nella relazione di Natta contenuta nel Documento II, *Sulla idrogenazione dell'aldolo a glicole butileno*, datato giugno 1937, il primo che risulta inviato da Natta alla Società Italiana Pirelli.

A questa relazione fa seguito come Documento IV, datato 30 giugno 1937, una *Bozza di contratto* di assegnazione a Natta, da parte della Pirelli, di un incarico perché si occupi e conduca ricerche sulla fabbricazione della gomma sintetica, nel suo laboratorio di Torino e in altre sedi, dal 1° luglio 1937 e per due anni.

Subito dopo, in data 2 luglio 1937, vennero costituite (Documento V) fra la società Pirelli e l'Iri due società per azioni, l'una per le ricerche di laboratorio e denominata Istituto per lo studio della gomma sintetica, l'altra in vista della produzione industriale, intitolata Società italiana per la produzione della gomma sintetica. Delle modalità di ripartizione delle azioni così come della gestione paritetica di entrambe queste società dà conto lo *Schema di patto sindacale* oggetto del successivo Documento V bis.

Per essere tenuti al corrente delle realizzazioni tedesche nel campo della gomma sintetica già il 2 luglio 1937 i responsabili della Pirelli avviavano rapporti con Friedrich ter Meer, il responsabile della gomma sintetica in seno alla I. G. Farben, attraverso una visita a Colonia dell'ing. Giuseppe Venosta, dirigente della Pirelli al quale sarebbe stata affidata la direzione dell'Istituto per la gomma sintetica, accompagnato dal responsabile della Direzione tecnologica della Pirelli prof. Cino Poli e da Maximoff (Documento VI, *A. Pirelli a F. ter Meer, 3 luglio 1937*).

L'opportunità di contatti con i tedeschi è confermata da una nota aziendale non firmata datata 8 luglio 1937 (Documento VII), in relazione a metodi di sintesi del butadiene alternativi a quelli "sin qui seguiti dal dr. Maximoff".

La documentazione disponibile riprende nell'aprile 1938 con il resoconto (Documento VIII) della visita del prof. Natta alla società Bombrini Parodi Delfino (BPD) di Colferro, in provincia di Roma, dove veniva studiato un processo catalitico per la trasformazione dell'alcol etilico in aldeide acetica. La BPD avrebbe ceduto un proprio brevetto e fornito il catalizzatore in cambio di una collaborazione per il perfezionamento del processo.

Il 7 luglio 1938 Natta, su carta intestata personale, scriveva all'ing. Venosta (Documento XIII) chiedendo istruzioni in vista di un nuovo incontro con l'ing. Scribani Rossi della BPD per una possibile licenza di un brevetto BPD per la produzione di aldeide ace-

tica da alcol etilico e in vista di accordi per uno scambio di brevetti fra la Pirelli e la BPD per la produzione di gomma sintetica.

Nel Documento IX (*Natta a G. Venosta, 13 aprile 1938*), su carta intestata della Società italiana per la produzione della gomma sintetica, Natta riferiva i favorevoli risultati da lui ottenuti con Rolando Rigamonti (1909-2008) allora trentenne, collaboratore di Natta al Politecnico di Torino, sulla deidrogenazione catalitica del butilene a butadiene e sulla separazione delle due sostanze per recuperare e riciclare il butilene non trasformato.

Il polibutadiene ottenuto dal butadiene non forniva gomma sintetica di buona qualità. La tendenza, anche in Germania, era quella di copolimerizzare il butadiene con stirolo  $C_6H_5-CH=CH_2$ ; lo stirolo era, ed è tuttora, ottenuto dalla reazione fra benzolo e etilene, con formazione di etilbenzolo  $C_6H_5-CH_2-CH_3$  che viene poi trasformato, per deidrogenazione, in stirolo  $C_6H_5-CH=CH_2$ . Il copolimero di butadiene e stirolo, chiamato Buna S, era migliore come qualità rispetto alla semplice Buna. I copolimeri butadiene-stirolo sarebbero stati prodotti e commercializzati anche negli Stati Uniti durante la seconda guerra mondiale col nome di GRS e rappresentano tuttora la maggior parte della gomma sintetica prodotta nel mondo.

Una lettera datata 30 maggio 1938, inviata a Natta presso il Politecnico di Torino (e trasmessa in copia alla Pirelli) getta luce sullo scambio di informazioni con l'azienda chimica inglese Distillers Co. Ltd. Quest'ultima comunicava infatti di avere ottenuto anche in Italia un brevetto per la produzione dello stirolo. I contatti sarebbero proseguiti, come dimostra una successiva lettera a Natta datata 8 luglio 1938 (Documento XIV) con cui la Distillers accompagnava copia dei propri brevetti per la produzione dello stirolo, appunto.

Il 6 luglio 1938 dovevano essere già stati ottenuti i primi risultati soddisfacenti dalle ricerche di laboratorio intraprese. Lo testimonia la lettera, su carta intestata del Politecnico di Torino, in cui Natta riferisce all'ingegner Giuseppe Venosta, responsabile

della Direzione centrale del ramo gomma, nonché direttore dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica (Documento XI), che Francesco Giordani (1896-1961), vice presidente dell'Iri e presidente dello stesso Istituto per lo studio della gomma sintetica, giudicava opportuno brevettare tali risultati. Da parte sua, Natta chiedeva che tali brevetti fossero presi a suo nome e assegnati all'Istituto per lo studio della gomma sintetica.

I Documenti XI bis e XI ter sono appunto i dattiloscritti della richiesta di due brevetti, il primo dei quali riguarda la produzione del butadiene per deidrogenazione catalitica del butilene, sia di origine petrolchimica sia ottenuto dall'alcol isobutilico, con riciclo del butilene che non ha reagito. Si tratta del Brevetto Italiano 364.722, depositato il 12 agosto 1938 e assegnato all'Istituto per lo studio della gomma sintetica (anche brevetto francese 858.362) col titolo "Procedimento per la separazione dei componenti di una miscela avente uguali o vicinissime temperature". Il Documento XI ter si riferisce ad un processo di separazione del butadiene dal butilene, ottenuti secondo il precedente brevetto acquisito da Natta: "Miglioramento dei processi per la preparazione del butadiene". Manca il numero del brevetto italiano depositato il 13 agosto 1938; il brevetto inglese porta il numero 532.942. Un procedimento per la produzione dello stirolo per separazione dall'etilbenzolo è un altro brevetto conseguito allora da Natta nell'ambito delle ricerche condotte in seno all'Istituto per lo studio della gomma sintetica<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Vedi *Procedimento per la produzione di stirolo*, Istituto per lo studio della gomma sintetica e Giulio Natta, n. 375.432, depositato 8.7.1939, rilasciato 10.1939, "La Chimica e l'Industria", XXIV, 4, 1942, p. 141. Altri brevetti dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica conseguiti da Natta fino alla cessazione di questa società nel 1946: "Procedimento per il frazionamento di miscele gassose e in particolare per la separazione dei butileni dal butadiene", n. 394.456, 31.12.1941; "Procedimento per la produzione di alcoli non saturi per idrogenazione selettiva completa di acidi non saturi", n. 429.446, 14.11.1944, in "Archivio Giulio Natta" ([www.archiviogiulionatta.it](http://www.archiviogiulionatta.it)), Brevetti n. 14; 15; 18; 25; 30.

I progressi si succedono rapidamente perché il 6 luglio 1938, in uno scambio di lettere fra Cino Poli e Giuseppe Venosta viene suggerita l'opportunità di assegnare un nome alla gomma sintetica Pirelli "in contrapposizione alla Buna tedesca". Viene suggerito il nome "Caucital" (Documento XII) e nel Documento XV viene suggerito, dall'Ufficio Consulenza e Brevetti della Pirelli, di depositare il nome "Caucital", in dissenso con un nome con desinenza "prene" proposto dal dott. Maximoff.

Nel Documento XVII, datato 1 settembre 1938, quest'ultimo riferisce tutto contento la soddisfazione dimostrata dal ministro delle Corporazioni Ferruccio Lantini nel corso della sua visita all'impianto pilota della Società per la produzione della gomma sintetica realizzato negli stabilimenti della Bicocca presso l'Istituto per lo studio della gomma sintetica. Durante tale visita sono stati mostrati al ministro campioni di gomma artificiale e manufatti, compresi pneumatici già collaudati su strada e pneumatici nei quali la telatura di cotone era stata sostituita con tessuto del più autarchico rayon.

Immediatamente dopo questa visita ministeriale, una lettera di Maximoff a Natta del 3 settembre 1938 (Documento XVIII) ci introduce in un dissenso di carattere tecnico tra Maximoff e Natta destinato a diventare via via più aperto. Maximoff riferisce un confronto fra i risultati ottenuti nei laboratori Pirelli e quelli ottenuti dal "prof. Levi" (con ogni probabilità Tullio Guido Levi, ricercatore nel Laboratorio di ricerche chimiche e fisico-chimiche della Pirelli e libero docente al Politecnico di Milano) nel processo di trasformazione dell'aldeide acetica in aldolo, con buoni rendimenti, poi dell'aldolo in butilenglicole e infine del butilenglicole in eritrene, altro nome per indicare il butadiene. Viene messa in evidenza la possibilità di riciclo dei prodotti secondari al fine di ottenere elevate rese di butadiene rispetto all'aldeide acetica di partenza. A questo proposito si veda sopra il riferimento alla già

citata relazione di Natta, *Sull'idrogenazione dell'aldolo* contenuta nel Documento II.

Lo stesso tema del rendimento della trasformazione dell'aldolo per idrogenazione catalitica in butilenglicole è oggetto di una lettera datata 14 settembre 1938, prot. 394, su carta intestata della Società per la produzione della gomma sintetica, inviata da Natta a Maximoff, e in copia a Venosta e a Bruni (Documento XIX). Natta vi esprimeva il proprio dissenso intorno ad alcune condizioni del lavoro di Maximoff, cosa che non dovette essere accolta bene da quest'ultimo, che replicò a Natta (Documento XXI) inviando a sua volta una lettera riservata, in data 30 settembre 1938, su carta intestata dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica, al presidente Giordani dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica, e per conoscenza a Venosta, oltre che a Poli e allo stesso Natta, con stizzose considerazioni a proposito dei rendimenti del processo di trasformazione dell'aldeide acetica in aldolo e in butilenglicole e della scelta dei catalizzatori per le successive deidrogenazioni a butadiene (Documento XXII).

In particolare, Maximoff polemizzava sull'acquisto di un catalizzatore a base di alluminio dalla società Baslini e suggeriva l'opportunità di produrre il catalizzatore all'interno della erigenda fabbrica di gomma sintetica. Il chimico russo dissentiva anche riguardo alla convenienza della produzione del butadiene dalla sintesi alcol etilico-aldeide acetica con formazione di butilene e poi di butadiene, rispetto alla sintesi che parte dall'aldeide acetica e passa per l'aldolo e il butilenglicole per arrivare al butadiene. Sosteneva di averle già sperimentate "25 anni fa" (vale a dire intorno al 1913, quando in Russia egli lavorava con Ostromyslenkij) e suggeriva di sperimentarle tutte e due contemporaneamente, per poter scegliere la più conveniente sulla base dei risultati sperimentali.

È probabile che fra Maximoff e Natta non corresse molta sim-

patia, forse anche per la differenza di età: cinquantadue anni il primo, con molti anni di esperienza come tecnico dell'industria chimica, trentacinque anni il secondo, giovane professore universitario di grande prestigio per le molte ricerche di successo.

In una lettera dell'11 ottobre 1938, su carta intestata Società per la produzione della gomma sintetica, Natta comunicava a Venosta i risultati del confronto fra catalizzatori di allumina nuovi e rigenerati, secondo prove condotte al Politecnico di Torino (Documento XXIV). La tendenza a produrre butadiene dall'alcol etilico sembra prevalere come testimonia l'interesse dimostrato dal segretario della Federazione fascista di Ferrara, Lino Balbo, nipote del ministro Italo Balbo, il quale il 19 ottobre si rivolgeva ad Alberto Pirelli invitandolo a esaminare la possibilità di insediare la fabbrica di gomma sintetica nella nuova zona industriale di Ferrara, con zuccherifici in grado di fornire la materia prima per la produzione di alcol etilico per fermentazione e dove esistevano anche giacimenti di gas metano (Documento XXVI).

Fu effettivamente a Ferrara che di lì a un paio d'anni venne costruita la prima fabbrica italiana di gomma sintetica, che utilizzava appunto come materia prima l'alcol etilico e rimasta attiva solo per due anni, fino al luglio 1944. Una seconda fabbrica, costruita più tardi a Terni, e basata sull'acetilene secondo il processo tedesco della I. G. Farben, non entrò invece in funzione.

L'ultimo documento di questo dossier è una lettera di Natta in data del 10 novembre 1938, su carta intestata della Società per la produzione della gomma sintetica e indirizzata a Maximoff. Essa accompagnava l'invio di un campione di circa mezzo litro di stirolo puro preparato a Torino, purificato dalle impurità di etilbenzolo. Alla fine del 1938 doveva essere ancora in vigore il contratto di consulenza biennale siglato tra la Pirelli e Natta il 30 giugno 1937. Intanto dal novembre 1938 Giulio Natta si era trasferito alla cattedra di Chimica industriale del Politecnico di Milano.

Vorrei concludere con la domanda: Natta aveva qualche preferenza per uno dei due processi, quello basato sull'acetilene da carbone o quello basato sull'alcol etilico da materie agricole? Una risposta è contenuta nell'articolo *Le nuove grandi sintesi chimiche*, pubblicato da Natta nel 1938:

Per quanto riguarda questa sintesi dovranno venir preferiti ai metodi interamente sintetici quelli che partono dai prodotti agricoli? È difficile ora rispondere. Ciascuno dei due sistemi ha i suoi pregi ed enormi possibilità. È probabile che ciascuno di essi subisca ulteriori sviluppi e perfezionamenti e che entrambi si compensino e si aiutino vicendevolmente. Ma non credo che ci sia da augurarsi che i processi sintetici dal carbone debbano venir preferiti a quelli che sfruttano i prodotti agricoli, perché ritengo che sia meglio che il contadino non lasci la terra per la fabbrica. In realtà anche il contadino lo si può considerare come un operaio chimico, in quanto accudisce alla più importante delle sintesi organiche, che si conosca, la sintesi clorofilliana, nella quale l'energia è fornita dal sole, e le materie prime sono l'acqua e l'anidride carbonica dell'aria e molte fra le materie prime qui considerate, oltre che per sintesi, si possono ottenere per decomposizione o trasformazione di sostanze organiche naturali<sup>2</sup>.

È abbastanza curioso constatare che queste parole, se da una parte potevano risentire dell'atmosfera autarchica e "ruralistica" dell'Italia del tempo, coincidono a ottant'anni di distanza con le nuove tendenze economiche mondiali "verdi", come ha ben messo in evidenza Marino Ruzzenenti nel libro *Autarchia verde*, di fronte ai costi ambientali dell'uso, anche come fonti di materie prime, dei combustibili fossili e al possibile esaurimento delle loro riserve.

<sup>2</sup> G. Natta, *Le nuove grandi sintesi chimiche*, "La Chimica e l'Industria", XX, 10, 1938, pp. 185-198, in particolare 198.

DOCUMENTI

## I.

### La motorizzazione dell'esercito e sviluppo della gomma sintetica in Germania

Traduzione di articolo apparso sul n° 14 del 3 Aprile 1937 della  
"Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure"

Al Salone dell'Auto [di Berlino] del 1936 l'Esercito ha esposto diversi tipi di automezzi e – in collaborazione con la I. G. Farbenindustrie<sup>1</sup> – anche prodotti della gomma sintetica, denominata BUNA, fra cui in particolare pneumatici. Il pneumatico BUNA è stato quest'anno esposto nel Padiglione d'Onore del Salone.

In base alle esperienze fatte dall'Autorità Militare competente, la sola a cui fu ufficialmente demandato l'incarico di effettuare esperimenti in grande stile con pneumatici di gomma sintetica, diamo a continuazione una relazione sullo sviluppo e sui progressi del pneumatico BUNA.

Il prodotto BUNA ha suscitato l'anno scorso grande interesse in tutto il mondo soprattutto per il fatto che finora solo la Germania era riuscita a fabbricare con successo pneumatici di gomma sintetica. È bene pertanto riassumere per sommi capi la storia dello sviluppo di tale sostituto.

<sup>1</sup> Il grande consorzio chimico I. G. Farbeindustrie (abbreviazione di *Interessengemeinschaft Farbeindustrie Aktien-Gesellschaft*), fondato nel 1925 a Francoforte sul Meno e mantenutosi anche dopo la seconda guerra mondiale fino al 1976. Comprende tra le altre aziende tedesche e straniere del settore la BASF, la Bayer, la Farbenwerke-Höchst, l'AGFA. Negli anni trenta il suo capitale era pari al 45% di quello investito in tutta la Germania nell'industria chimica.

SITUAZIONE PRIMA E DOPO LA GUERRA: – Durante la guerra il caucciù sintetico non era che un molto imperfetto surrogato di quello naturale. L'impellente bisogno di materia prima fece sì che la produzione industriale di gomma sintetica si iniziasse prima ancora che gli esperimenti di laboratorio fossero giunti a risultati conclusivi. Ci si rendeva allora perfettamente conto delle gravi deficienze che la gomma sintetica presentava in confronto a quella naturale. Gli esperimenti compiuti prima e durante la Guerra erano stati affidati al prof. F. Hoffmann, che durante tutto quel periodo fu l'animatore del lavoro compiuto e si rese anche benemerito per l'attività da lui svolta nel campo degli approvvigionamenti bellici.

Per quanto riguarda il lato tecnico [del] passaggio dalla fase sperimentale a quella industriale si prodigarono altri studiosi. Fra questi speciale menzione meritano i Chimici Jonas e Tschunkur.

IL DOPOGUERRA SINO AL 1933: – Alla fine della Grande Guerra la produzione della gomma sintetica fu sospesa e poichè, date le circostanze d'allora, non era da pensare che la gomma sintetica potesse stare in concorrenza con quella naturale, anche le esperienze di laboratorio furono interrotte.

Verso la fine del '26 la I. G. Farbenindustrie riprese i lavori per la produzione della gomma sintetica. Le nuove esperienze raccolte nel campo della lavorazione del caucciù naturale, e più particolarmente l'importanza dell'acceleratore di vulcanizzazione e del nero-fumo per la fabbricazione di pneumatici ed inoltre l'esperienza già acquisita con la produzione di gomma sintetica durante la guerra, avevano aperto nuovi orizzonti e quindi la ripresa degli esperimenti – naturalmente in ben altre condizioni – apparve nuovamente interessante.

Durante la guerra si impiegò come elemento-base il "Dimetilbutadiene". Col Butadiene oggi in uso ben poco si poteva fare per la semplice ragione che il [problema del] processo di produzione

non era allora ancora risolto. Però la produzione della gomma sintetica, più che dalla scelta di un determinato Butadiene come punto di partenza, dipende dal come si effettua la composizione dei piccoli elementi costitutivi. Si tratta cioè di un problema di polimerizzazione poichè è quest'ultima che determina le caratteristiche fisiche del prodotto ultimo.

Dopo i ripetuti esperimenti comparativi, partendo da diverse possibili sostanze-base e cioè Dimetilbutadiene, Isoprene e Butadiene, gli studi si concentrarono sulla polimerizzazione. Si giunse così alla scoperta di nuovi processi di polimerizzazione che trovano oggi la loro pratica applicazione. Dopo aver definitivamente scelto il Butadiene come elemento da cui partire, era naturale che si sviluppasse ulteriormente i processi per la produzione di tale sostanza onde la fabbricazione potesse essere al più presto possibile su vasta scala e a basso costo.

A quell'epoca – fine del '26 – il prezzo del caucciù naturale era ancora molto elevato ed all'inizio delle nuove ricerche si aggirava su Rmk. 5-7 al chilo. In tali circostanze e partendo dal Butadiene come sostanza-base, la produzione di gomma sintetica risultava anche economicamente vantaggiosa.

Già nel 1928 si tentò di impiegare la gomma sintetica nella produzione di pneumatici e si eseguirono le prime prove di esse sul circuito di Nuerburg. Si era allora fatto uso di "Buna Cifrata" ossia la Buna contraddistinta da una cifra che indicava il suo grado di polimerizzazione (Vedasi a tale riguardo anche A. Koch, Z.VDI. Vol. 80 (1936) Pag. 963).

Le prove furono eseguite in collaborazione con la Peters Union di Francoforte sul Meno, ma i risultati non furono completamente soddisfacenti. Ciò perché non si possedeva ancora sufficientemente esperienza circa i metodi più acconci per la lavorazione della gomma sintetica. Ciò nonostante, e tenuto conto dell'elevato prezzo d'allora del caucciù naturale, nel 1928/29 la I. G. Farbenindustrie pro-

gettò un impianto per una produzione mensile di 70 tonnellate di gomma sintetica.

Durante gli anni che seguirono, il prezzo del caucciù continuò la sua fenomenale discesa sino a raggiungere Rm. 0.30 al chilogrammo. In conseguenza di tale crollo, la I. G. Farbenindustrie non continuò più i suoi lavori per la ricerca di un sostituto del caucciù naturale per i più comuni impieghi tecnici. Evidentemente non si poteva neppure pensare alla pratica utilizzazione dei risultati di laboratorio già ottenuti, prima di avere scoperto le peculiari caratteristiche della gomma sintetica, affinché essa potesse affermarsi nei confronti della gomma naturale per effettive superiorità ai fini di applicazioni speciali.

Fino al 1933 i lavori di ricerca furono condotti appunto in questo senso, ed il successo ottenuto dalla I. G. Farbenindustrie fu dovuto precisamente al fatto che essa fu in grado di produrre diversi tipi di caucciù che per quanto riguarda la resistenza all'azione degli oli, del calore, dell'invecchiamento e come resistenza all'usura, si dimostrarono nettamente superiori alla gomma naturale. Ciononostante anche questi risultati non portarono ad una produzione industriale.

Il Governo d'allora non sapeva rendersi conto dell'importanza che tali ricerche avevano sia dal punto di vista delle esigenze militari che da quelle dell'economia nazionale. Il Governo si preoccupava solo del commercio mondiale e dato il basso prezzo al quale si poteva allora ottenere il caucciù naturale (RMK. 0.30 sino a 0.50 al chilogrammo) non si poteva certo pensare ad una possibile concorrenza della gomma sintetica senza adeguata protezione doganale. Sarebbe ingiusto quindi muovere rimprovero alla I. G. Farbenindustrie di aver cambiato direttive e di non aver iniziato la produzione industriale in base alle sue esperienze di laboratorio. Tale rimprovero va invece rivolto al Governo d'allora che non seppe comprendere l'importanza di tali sforzi per lo meno nei confronti delle esigenze militari.

DOPO L'AVVENTO AL POTERE: – Fu solo nel 1933 che nuove possibilità si presentarono per la gomma sintetica. L'attuale Governo si preoccupò di assicurare la copertura del fabbisogno di prodotti indispensabili alla vita del paese mediante prodotti nazionali e si ripresero quindi le ricerche tendenti a rendere la Germania indipendente dall'estero per questo prodotto, di così grande importanza per l'economia e l'efficienza militare del Paese, senza tener conto del prezzo della gomma naturale sul mercato mondiale.

Il Governo Nazista promosse con ogni mezzo la generale motorizzazione del paese. La ricostituzione dell'esercito condusse pure ad una vasta motorizzazione delle nostre Forze Armate e ne conseguì naturalmente che l'Autorità Militare considerò con sempre maggiore interesse la possibilità di produrre pneumatici di gomma sintetica.

Allorché ad Hannover, nel Febbraio del '35, vennero sottoposti al Ministro della Guerra del Reich<sup>2</sup> i risultati delle prove, si trattava ancora di esperimenti di laboratorio.

Il Ministro della Guerra prese allora le seguenti decisioni:

L'Autorità Militare a mezzo del suo competente Ufficio, interviene per l'effettuazione di prove su vasta scala allo scopo di ottenere rapidamente pneumatici di gomma sintetica;

L'Autorità Militare si impegna ad acquistare i pneumatici provenienti dalla fabbricazione, che sarà fatta in serie, ai prezzi che tale produzione sarà effettivamente costata alle fabbriche interessate;

<sup>2</sup> Fritz Todt (1891-1942), ingegnere, direttore della Compagnia di costruzione di grandi strade di Monaco di Baviera, membro del partito nazionalsocialista dal 1923 e poi generale della Luftwaffe, nel 1940 divenne ministro degli Armamenti e delle munizioni del Terzo Reich. Nel 1933, per combattere la disoccupazione aveva organizzato un programma statale di costruzione di autostrade, detta *Todt Organisation*, poi trasformata negli anni precedenti la seconda guerra mondiale in organizzazione ausiliaria della Wehrmacht per la costruzione e manutenzione di fortificazioni, strade e aeroporti mediante l'impiego di centinaia di migliaia di operai, in gran parte reclutati nei paesi occupati e prigionieri di guerra.

L'Autorità Militare è decisa a coprire mediante BUNA il suo totale fabbisogno di gomma.

Le tre decisioni surriferite diedero il via al lavoro che procede ormai da due anni. L'Autorità Militare dispose che la produzione sperimentale di pneumatici sintetici venisse estesa a tutte le fabbriche tedesche di pneumatici. Per tali esperimenti fu messa a disposizione la sezione sperimentale della Scuola Riparti Motorizzati.

La produzione di pneumatici sintetici viene da circa un anno e mezzo regolarmente assorbita dall'Autorità Militare che ha così fornito all'Industria del ramo le premesse indispensabili perché il problema fosse energeticamente affrontato non solo per la fabbricazione di tali pneumatici, ma anche per il collocamento della produzione relativa. L'Autorità Militare si è così fatta promotrice delle condizioni necessarie perché un problema di grande importanza economica e politico-militare potesse essere risolto.

#### INDIRIZZO DELLA PRODUZIONE E DELLA LAVORAZIONE:

– I vari procedimenti studiati dalla I. G. Farbenindustrie condussero alla produzione di tre diverse specie di gomma sintetica: Buna Cifrata, Buna S e Buna N. Tutti e tre questi tipi furono sottoposti a prove dalle quali risultò che gli specifici pregi di ciascuno avevano determinate relazioni con le rispettive possibilità di lavorazione. (Per quanto riguarda le varie qualità di Buna vedasi anche A. Koch, Z.VDI: Vol. 80 (1936) Pag. 963).

La sostanza Buna N è caratterizzata da pregi particolari. Possiede un alto coefficiente di consistenza e di estensibilità e di resistenza all'usura, cosicché la si considerò anzitutto particolarmente adatta per la fabbricazione delle coperture. Coperture di Buna N sono quindi qualitativamente superiori del 30% a quelle fabbricate con gomma naturale, ma le difficoltà di lavorazione sono però tuttora assai notevoli.

La Buna cifrata offerse invece poche difficoltà di lavorazione ma dimostrò – soprattutto nei riguardi della carcassa – di essere inferiore alla gomma naturale.

La Buna S occupa una posizione intermedia tra le due surriferite per quanto riguarda tanto le sue caratteristiche tecniche che la sua lavorabilità.

Vi è naturalmente la possibilità di influire sulle proprietà gommo-tecniche di ciascuna sostanza modificando i processi di fabbricazione e questa possibilità allargò enormemente il campo degli esperimenti.

L'Autorità Militare ha sempre sostenuto il concetto che si deve cercare di ottenere una sostanza che offra le migliori caratteristiche possibili per la fabbricazione di coperture. Si scartò l'idea di trovare – come al tempo della guerra – un semplice sostituto alla gomma naturale e la questione del prezzo fu sempre considerata di importanza secondaria. Tale atteggiamento da parte dell'Autorità Militare è del tutto giustificato poichè la produzione di coperture sintetiche è dal punto di vista politico-militare di primaria importanza; inoltre i costi di lavorazione diminuiranno certamente quando gli industriali del ramo cesseranno di trattare il caucciù sintetico con gli stessi processi in uso per il caucciù naturale e cioè quando sistemi di lavorazione rispondenti alle speciali caratteristiche del caucciù sintetico saranno trovati ed applicati. Qualora si fosse tenuto conto del fattore costo si sarebbe a priori addivenuti all'arresto degli studi e dello sviluppo nel campo della relativa lavorazione.

Dal 1933 il consumo della gomma fu in costante aumento, non solo per la produzione di pneumatici, ma anche per le altre applicazioni tecniche di essa, per le quali potrebbero essere in molti casi impiegate altre sostanze che offrono il vantaggio di richiedere minori spese di lavorazione.

Tenuto conto dell'aumentata richiesta di gomma sarebbe desi-

derabile che per le applicazioni tecniche venissero utilizzate, nei limiti del possibile, altre sostanze non vulcanizzabili, come ad es. l'Oppanol, il Mipolam ed altre, in quanto ciò contribuirebbe ad alleggerire il mercato della gomma. Per la produzione dei pneumatici è indispensabile invece valersi di sostanze vulcanizzabili come il caucciù. Per la produzione di gomma sintetica su vasta scala si dovrà quindi vedere quale sostanza si presti meglio per le sue qualità alla fabbricazione di coperture ed allo stesso criterio dovrà pure informarsi la scelta del caucciù da impiegare per la fabbricazione di altri articoli tecnici.

PROVE DEI PNEUMATICI DI GOMMA SINTETICA: – Iniziate nell'aprile del '35 le prove di pneumatici di gomma sintetica su 20 carri-botte con un percorso giornaliero di circa 600 chilometri ciascuno, ci si riprometteva un rendimento di circa 10 mila chilometri per pneumatico. In pratica però in un certo numero di pneumatici si verificò il distacco prematuro del battistrada in seguito ad insufficiente adesività della materia prima impiegata, per la formazione di rigonfiamenti e gozzi nella carcassa e di rotture sui fianchi. La maggioranza dei pneumatici diede però un rendimento sensibilmente migliore, cosicchè, dopo circa 17 mila chilometri fu possibile convocare le competenti autorità per un primo scambio di vedute circa i lusinghieri risultati ottenuti nel corso di questi primi esperimenti. Tuttavia dopo 20 mila chilometri doveva considerarsi esaurita anche questa prima serie di esperimenti fatti su scala più vasta.

Le fabbriche di pneumatici ricevevano rapporti settimanali sugli esperimenti in corso in modo che esse erano in grado di regolare la produzione per la serie di prove immediatamente susseguente mentre ancora si svolgevano le prove della serie antecedente. Si ottenne così una ininterrotta serie di esperimenti che, per l'uniformità dei percorsi effettuati e delle condizioni di impiego, richiesero

sforzi tutt'altro che indifferenti da parte dei guidatori della Scuola Riparti Motorizzati.

Nè vogliamo lasciar passare sotto silenzio il fatto che il numero di persone costantemente adibite a tali esperimenti è nel frattempo salito a quasi 200 con oltre 60 automezzi. Durante l'effettuazione di tali prove diverse serie di veicoli sono stati messi fuori uso con percorrenze di circa 4 milioni di chilometri complessivamente.

Individuando ed eliminando deficienze, ed esperimentando gli effetti dell'impiego di appropriate sostanze adesive, rammollenti, ecc., si ottenne un progressivo miglioramento della qualità e nelle mescole fu possibile aumentare sempre più le percentuali di gomma sintetica nei confronti di quella naturale e di sviluppare la produzione sino a giungere alla fabbricazione di coperture confezionate esclusivamente con Buna.

In articoli tecnici apparsi l'anno scorso venne indicato il procedimento secondo cui le prove di percorrenza vennero effettuate e valorizzate (Vedasi al riguardo H. H. Exner, *La Motorizzazione nell'Esercito*, Vol. 3 (1936) Pag. 30). Il carico di un pneumatico 6.50-20 fu di 540 Kg. a 1.25 atm. di sovrappressione, per una velocità media di 55 Km. all'ora. Dallo scorso anno le prove furono estese anche a coperture per motociclette, camioncini ed autobus. I pneumatici per autobus vennero provati presso diverse Società di Trasporti a Essen, Lubeca, Hannover e Berlino; anche la Reichspost ricevette 85 coperture per il suo servizio postale di provincia. In collaborazione con la Daimler-Benz vennero effettuate prove molto interessanti con autobus su autostrade. Su queste furono sperimentate pure coperture da turismo ad alte velocità senza che si verificasse inconveniente alcuno.

RISULTATI DELLE PROVE: – A dimostrazione della serietà delle prove effettuate dall'esercito, riportiamo il seguente esempio: su di un percorso di 50 mila chilometri in cifra tonda le coperture di una

determinata serie, fabbricata ancora in base ai risultati delle prime esperienze e montate su automezzi postali di provincia, diedero luogo a solo il 6.5% di [scarti]<sup>3</sup> per difetti di pneumatici. Per contro coperture della stessa serie usate nelle prove dell'Esercito non hanno soddisfatto in nessun modo e sono state prematuramente messe fuori uso. Infatti, ad una data pressione interna, il carico pone al lavoro di "follatura"<sup>4</sup> del pneumatico – e quindi tanto nei punti di unione del tessuto con la gomma quanto in tutta la carcassa – esigenze maggiori delle normali. Oltre 14 mila pneumatici di produzione corrente sono stati sino ad ora assorbiti dall'Esercito. Esiste l'intenzione di utilizzare esclusivamente per l'esercito l'aumentata produzione complessiva del 1937, allo scopo di ricavare ulteriori conclusioni utili alla maggior possibilità di controllo in tal modo offerta. Sino ad ora non è pervenuto nessun rapporto sfavorevole circa il comportamento di questi 14 mila pneumatici. Essi vengono ugualmente utilizzati per vetture da turismo con velocità massima sino a 140 chilometri, come per carri botte in campagna, motociclette e camioncini.

MARCATURA DELLE COPERTURE BUNA: – Tutte le coperture sintetiche portano sui fianchi un sigillo rosso con le lettere "B" applicato durante la vulcanizzazione; allo scopo di rendere facilmente riconoscibile la copertura di Buna, queste vengono inoltre marcate con una striscia rossa all'interno. Ciò è necessario allo scopo di evitare che la rigenerazione di ritagli di gomma naturale usata possa essere pregiudicata nell'eventualità che vi possano essere frammisti ritagli di Buna. Ai fini della rigenerazione occorre infatti che le due qualità di caucciù siano tenute nettamente separate. Dopo vari in-

successi iniziali anche la riutilizzazione dei ritagli di gomma è già tanto progredita da poter già contare su risultati molto promettenti.

L'introduzione delle coperture di Buna è stata resa difficile dai notevolissimi perfezionamenti apportati durante questi ultimi 20 anni alle coperture di gomma naturale. Mentre prima della guerra si contava su di un rendimento di circa 10 mila chilometri, si esigono ormai, ad onta delle velocità medie considerevolmente aumentate, rendimenti di 25/30 mila chilometri. In concorrenza con le coperture di caucciù naturale, la cui produzione si è sviluppata già da alcuni decenni, si presenta ora la copertura Buna con uno sviluppo che data, in sostanza, da appena 2 anni. Si può quindi essere più che soddisfatti dei risultati raggiunti dal momento che tali pneumatici possono essere usati, senza inconvenienti, a velocità sino a 140 Km. all'ora, con un'usura dal 20 al 30 per cento inferiore alla normale e con risultati ugualmente buoni tanto a temperature esterne elevate che durante i rigori invernali.

La gommatura comprende anche gli anelli in gomma piena per veicoli a cingoli (Kettenfahrzeuge) che costituiscono una parte tutt'altro che trascurabile degli automezzi delle forze armate e la gommatura ad anelli pieni per cannoni motorizzati. Dopo i primi risultati ottenuti con i pneumatici si passò ad sperimentare anche il semipneumatico con il risultato che anche per questo si è già iniziata la produzione corrente.

APPLICAZIONI DELLA BUNA NELL'INDUSTRIA AUTOMOBILISTICA: – Sui trattori delle Forze Armate furono montati con ottimo successo anche imbottiture e bande di Buna ed anche queste potranno essere in avvenire fabbricate esclusivamente con la Buna.

L'Autorità Militare continuerà a procedere lungo la via che essa si è tracciata e farà pure in modo che la produzione della Buna, ancora limitata, possa venire estesa a tutti gli usi per cui l'industria automobilistica si serve di gomma naturale. In conseguenza di ciò,

<sup>3</sup> Improduzione, nella traduzione originale.

<sup>4</sup> Compressione meccanica di un tessuto per saldare le fibre ai fini di una maggior resistenza.

circa un anno fa, l'Industria Automobilistica fu invitata a fare in modo che al più presto possibile tutti gli articoli stampati necessari per gli automezzi, per i quali veniva sino ad ora impiegata la gomma naturale, [potessero] essere prodotti con la Buna non appena questa [fosse] prodotta in sufficiente quantità. Secondo le assicurazioni avute dalle grandi fabbriche di automezzi, tale preparazione è stata già compiuta e si considera anzi che la Buna sia particolarmente desiderabile per una gran parte degli usi, soprattutto per la sua proprietà di non essere intaccata dagli oli. Con la Buna è ad esempio possibile ottenere la chiusura ermetica della scatola del cambio della velocità, per passare poi ad altri utili applicazioni analoghe, più di quanto non sia stato possibile fare in tale campo in passato.

L'Autorità Militare considera suo compito ottenere a tutti i costi coperture di pura gomma sintetica anche in quei casi in cui per ragioni di fabbricazione non era stato ancora possibile farlo. Equivarrebbe fermarsi a metà strada se si volesse utilizzare la Buna solo per mescolarla con caucciù naturale. Le difficoltà tecniche per la produzione di coperture di pura Buna sono superate, come hanno dimostrato gli esperimenti già fatti su vasta scala ed il successo ottenuto con le coperture sino ad ora fabbricate. I processi di lavorazione richiedono naturalmente ulteriori perfezionamenti, sia per quanto riguarda l'ottenimento della Buna da determinate materie prime, sia per produrre con la Buna pneumatici ed articoli stampati. Al chimico ed al costruttore meccanico si offre qui un campo oltremodo vasto di attività. Si tratta soprattutto di ridurre ancora notevolmente i costi di produzione delle coperture e degli articoli stampati valendosi di tutte le premesse tecnico-produttive, senza menomare in nessun modo i notevoli pregi del prodotto finito per quanto si riferisce alla sua resistenza all'azione dei grassi, all'usura, al calore ed all'invecchiamento, mantenendo cioè intatte le sue specifiche caratteristiche qualitative.

L'Autorità Militare si opporrà a qualsiasi tentativo tendente a

seguire la via del minimo sforzo. La Buna esiste già come nuova materia prima. Essa presenta i notevolissimi pregi già indicati, è ricavata da materie prime nazionali e può essere perfettamente utilizzata per tutti gli articoli alla cui produzione si dedicano quaranta fabbriche dell'industria della gomma in Germania. Spetta ora all'Industria organizzata su vasta scala ricercare i processi da adottare per risolvere soddisfacentemente il problema economico del costo dei prodotti Buna.

Si domanda spesso qual è il prezzo di queste coperture. Allo stato attuale della loro produzione non è possibile determinarlo esattamente. Possiamo affermare tuttavia che non si tratta già più di un prezzo decuplo, sestuplo od anche solo quadruplo del normale, come abbiamo spesso sentito riferire.

INGREDIENTI PER LA PRODUZIONE DEI PNEUMATICI: – Come è noto, per la lavorazione del pneumatico sono necessari, oltre al caucciù, due altri prodotti per i quali siamo tributari dell'estero. Uno di questi è il nero-fumo che da tempo si produce in Germania con soddisfacenti proprietà, e che non dobbiamo quindi più importare totalmente dall'estero. L'altro è il cotone che occorre per fabbricare le tele.

L'Autorità Militare competente, unitamente all'industria interessata, non ha naturalmente mancato di dedicare tutta la sua attenzione anche a questo problema. Due vie furono seguite. L'una si ripromette di integrare le scorte di cotone esistenti con prodotti derivati dalla cellulosa, che furono dapprima aggiunti in ragione del 16% e recentemente anche sino al 33%, senza che alla copertura finita derivasse svantaggio alcuno. L'altra via è la completa sostituzione del cotone mediante prodotti nazionali. A questo riguardo aggiungeremo che l'adozione sia del lino che della seta artificiale nelle prove fatte in grande stile dalle fabbriche interessate hanno dato risultati tali da giustificare le migliori aspettative. In base ai ri-

sultati di detti esperimenti si è in procinto di iniziare la fabbricazione su vasta scala di coperture Buna con tela di raion.

Ogni competente sa che il passaggio alla produzione industriale presenta sempre qualche sorpresa. Poiché la produzione di coperture Buna, aumentata sensibilmente durante il 1937, viene ancora assorbita dalle Forze Armate, saranno queste a sopportare le conseguenze di tali eventuali sorprese che confidiamo saranno contenute però entro limiti assai ristretti.

Quando, nel 1938, anche il privato sarà invitato a coprire il suo fabbisogno con coperture Buna [dovrà] poter trovare una copertura che equivalga pienamente a quella fabbricata con caucciù naturale, sia per equità di prezzo che per rendimento effettivo, e che anzi, possibilmente, egli ottenga da essa un rendimento superiore, in base a constatazioni accurate ed obbiettive.

Il piano quadriennale prevede la completa sostituzione del caucciù per mezzo della Buna. Dal punto di vista dell'economia nazionale e specialmente da quello militare tale misura è assolutamente necessaria. La motorizzazione dell'economia e dell'Esercito sarebbe priva di senso ove i carburanti e la gomma non potessero essere prodotti nel paese. Assicurarci la produzione di gomma nazionale è questione vitale per il traffico automobilistico e per gli ulteriori sviluppi della motorizzazione.

La questione è troppo importante perché qualsiasi considerazione di carattere capitalistico-privato o qualsiasi concezione ristretta possa essere ammessa. La soluzione di tale problema, che ha condotto alla produzione di coperture come quelle già esistenti è il risultato di una collaborazione alla quale contribuirono tutte le ditte interessate. Che l'egoismo personale non venga mai a turbare tale collaborazione.

[Milano, Archivio storico Pirelli, Documenti per la Storia delle Industrie Pirelli (d'ora in poi ASP DSP), 2056, *Gomma sintetica, Documentazione dal 1937 al 1938.*]

## II.

### Sulla idrogenazione dell'aldolo a glicol butilenico 4 giugno 1937, copia.

Ing. Prof. G. Natta

Milano 4/6/1937/ XV°

#### Relazione sulla idrogenazione dell'aldolo a glicol butilenico

La idrogenazione dell'aldolo a glicol butilenico si può effettuare con metodi diversi: con riducenti chimici (ad es. con le stesse aldeidi, applicando la reazione di Cannizzaro<sup>5</sup>) o per via elettrochimica (analogamente alla riduzione del glucosio a sorbite) o molto più semplicemente per idrogenazione sotto pressione.

Il piccolo fabbisogno di idrogeno (teoricamente 0.26 mc./Kg) e la facilità con cui la reazione ha luogo a pressioni relativamente basse rendono questo procedimento economicamente preferibile ad ogni altro per lavorazioni su media o larga scala industriale.

La riduzione del gruppo aldeidico ha luogo in modo quantitativo a temperatura relativamente bassa (130-200°) con catalizzatori diversi. Il cromito di nichelio ridotto agisce cataliticamente già a temperature di poco superiori a 100°, anche operando in soluzione acquosa. Il cromito di rame agisce a temperature un poco superiori e preferibilmente in presenza di alcool come solvente.

La preparazione del catalizzatore richiede particolari atten-

<sup>5</sup> Dal nome del chimico italiano Stanislao Cannizzaro (1826-1910) è una reazione di trasformazione di aldeidi in alcol e in acido in presenza di idrossidi alcalini: dalla benzaldeide, per esempio, si ottengono alcol benzilico e acido benzoico.

zioni, se si vuole ottenere un catalizzatore molto attivo, ma non presenta difficoltà.

La spesa di impianto risulta relativamente piccola, data la relativamente bassa pressione occorrente per la reazione, inferiore a quella usata in molte altre idrogenazioni catalitiche. È necessario avere però dell'idrogeno completamente esente da composti sulfonati. A tale scopo risulta vantaggioso l'impiego dell'idrogeno di ricupero dalla fabbricazione dell'aldeide acetica per deidrogenazione catalitica dell'alcool.

Si ricupera per questa via 0.4 - 0.5 mc. di idrogeno per Kg. di aldeide acetica prodotta, ossia un quantitativo più che sufficiente per la riduzione dell'aldolo ottenuto per condensazione dell'aldeide acetica.

L'idrogeno così ottenuto risulta molto puro e direttamente impiegabile per la riduzione dell'aldolo, perché le piccole tracce presenti di aldeide, alcool ed eventualmente di etilene non hanno azione nociva nella reazione catalitica.

La deidrogenazione dell'alcool ad aldeide su catalizzatore a base di rame, ha luogo con alte rese a temperature di circa 300° alla pressione ordinaria. Per evitare reazioni secondarie bisogna accontentarsi di una trasformazione del 30-40% circa per il passaggio. Ricuperando e rimettendo in circolo l'alcool che non ha reagito si ottiene una resa globale superiore al 92% del teorico.

Per ogni T. di aldeide acetica occorrono, tenuto conto delle rese:

1.2 T. di alcool etilico a 95°;

8 T. di vapore; 500.000 calorie da fornirsi a 300°.

Queste 500 calorie per Kg. di aldeide si possono ottenere, teoricamente con 0.6 Kwh.; praticamente 0.7 Kwh. considerando i disperdimenti.

È però preferibile per grossi impianti ricorrere ad un fluido (ad es. vapore di mercurio o di difenile) per la trasmissione del

calore a temperature costanti all'apparecchio di catalisi, usando una sorgente meno cara del calore.

La semplicità di esercizio di un impianto di deidrogenazione dell'alcool ad aldeide, la possibilità di ricupero quasi totale dell'idrogeno, e la utilizzazione di questo per la riduzione dell'aldolo a glicol butilenico, rendono questi procedimenti particolarmente adatti per la fabbricazione del glicol butilenico.

f.to Natta

[ASP DSP, 2056]

## III.

Sul metodo Bergius per la saccharificazione del legno  
4 giugno 1937, copia.

Ing. Prof. Giulio Natta

Milano 4/6/1937/ XV°

Relazione sul metodo Bergius per la saccharificazione del legno

Il processo Bergius<sup>6</sup> per la idrolisi della cellulosa dal legno è stato realizzato in Germania in un impianto presso Mannheim capace di produrre una decina di tonnellate al giorno di zuccheri fermentescibili.

Il procedimento consiste nell'idrolisi alla temperatura ambiente e dissoluzione della cellulosa, sotto forma di tetramero di glucosio, in batterie di diffusione nelle quali il legno pre-essicato e sminuzzato in frammenti di pochi millimetri di larghezza e di spessore è portato in contatto in controcorrente con soluzioni fortemente concentrate (40% in peso) di acido cloridrico. Praticamente tutta la cellulosa e i pentosani vengono disciolti ottenendosi una soluzione acida, contenente circa il 32% di zuccheri riducenti. Rimane indisciolta la lignina (circa il 30% del legno) mentre passano in soluzione circa il 65% (sul peso del legno) di zuccheri riducibili. La soluzione è distillata nel vuoto a 36° e così viene recuperata la massima parte (80%) dell'acido cloridrico, in colonne di assorbimento di bakelite, e rimessa in ciclo. Tale evaporazione viene effettuata in fasci tubieri di materiale ceramico ad elevato coefficiente di trasmissione termica.

<sup>6</sup> Friedrich Karl Rudolf Bergius (1884-1949), professore di chimica a Heidelberg, premio Nobel per la chimica nel 1931 insieme a Karl Bosch per la scoperta e l'applicazione tecnologica di processi chimici a elevate pressioni.

Ulteriore concentrazione della soluzione di glucosio viene fatta in un essiccatore nel quale dell'aria calda viene in contatto con la soluzione concentrata finemente spruzzata. Si recupera per questa via altro acido cloridrico e si ottiene il glucosio solido sotto forma tetramera insieme ad altri zuccheri (mannosio, xilosio, galattosio ecc.) e circa il 2% di acido cloridrico. L'idrolisi del tetramero del glucosio viene effettuata per semplice diluizione con tre volumi di acqua a riscaldamento per mezz'ora a 120°.

La fermentazione è effettuata su soluzioni al 20% di zucchero. Per ogni 100 chili di zuccheri riducenti si ottengono 50 litri di alcool, calcolato anidro. Si ottengono quindi 30 litri di alcool ogni 100 chili di legno secco.

Resta il 20% dello zucchero totale, che non è fermentescibile nella fermentazione alcoolica, sotto forma di sciroppi che possono venir utilizzati per altre fermentazioni (ad es. lattica) o per la alimentazione del bestiame (aggiunti nei silos dei foraggi, di cui favoriscono la conservazione) o per la fabbricazione di furfurolo.

Nell'impianto di Mannheim non tutto il glucosio viene fermentato ottenendosi una parte di questo sotto forma di glucosio cristallizzato, usato per altri scopi più remunerativi.

Una relazione sul processo Bergius è pubblicata nell'"Industrial and Engineering Chemistry" (Vol. 29, Pag. 247 Marzo 1937).

Avendo avuto occasione di conoscere personalmente a Roma il Dott. Bergius<sup>7</sup>, nell'Aprile scorso, ho potuto avere da lui alcuni

<sup>7</sup> Nell'ambito del Congresso internazionale di Chimica tenutosi alla Città universitaria di Roma nel maggio del 1938, nel quale Natta era segretario della sezione di Chimica industriale. Oltre a Bergius presero parte al congresso l'americano Marston T. Bogert, Fritz ter Meer della I. G. Farbeindustrie e Hermann Mark, professore al Politecnico di Karlsruhe e poi all'Università di Vienna, oltre che direttore del laboratorio di ricerche a Ludwigshafen e procuratore della I. G. Farbeindustrie. Cfr. *X Congresso Internazionale di Chimica, Roma, 15-21 maggio 1938, XVI, "La Chimica e l'Industria", XX, 5, 1938, pp. 234-442.*

ulteriori dati economici sul suo procedimento che non sono indicati nella pubblicazione sopracitata.

Materie prime – È indifferente usare legno di conifere od altri legni (faggio, betulla, ecc.). La resa in zuccheri riferita al legno secco è praticamente la stessa per i diversi legni. In ogni caso è necessario il pre-essiccamento del legno, il cui tenore di acqua (30% per il legno seccato all'aria) deve essere ridotto a meno del 10%.

Per il legno di conifera, prima dell'idrolisi, si deve compiere una estrazione delle resine con solventi. Per gli altri legni ciò non occorre.

Nell'idrolisi con acido cloridrico si forma il 2% di acido acetico se si impiega il legno di conifera e il 5% per quello di faggio.

Utilizzazione della lignina – La lignina resta sotto la stessa forma del truciolo di legno originario impiegato nella lavorazione. Essa può essere pressata in mattonelle contenenti il 50% di H<sub>2</sub>O. È paragonabile come combustibile alla lignite con la differenza che è esente da ceneri. Per carbonizzazione della lignina pressata si ottiene dell'ottimo carbone simile al carbone di legna (resa = 18 chili di carbone ogni 100 chili di legno secco di partenza.)

Consumo di materie prime e di energia – Per ogni tonnellata di zuccheri greggi occorrono:

2300 Kg. di legno al 30% di umidità

100 Kg. di acido cloridrico persi nella lavorazione.

750 Kg. di carbone per la produzione di vapore e di energia per tutti i servizi di fabbrica (esclusa la rettifica dell'alcool.)

L'energia viene tutta ottenuta dal vapore ad alta pressione utilizzando il vapore di recupero a bassa pressione per scopi termici.

Riferendosi al litro di alcool, il consumo di materie prime risulta:

<u>Legno</u> (30% di H <sub>2</sub> O)	4.6 Kg.
<u>Acido cloridrico</u>	0.2 Kg.
<u>Carbone</u> (compresa la rettifica dell'alcool)	2 Kg.

Risultano come sottoprodotti:

I pentosi ed altri zuccheri non fermentescibili 0.7 Kg. sotto forma di soluzione diluita.

La lignina 2 Kg. (al 50% di H<sub>2</sub>O) da cui si può ottenere 0.600 Kg. di carbone di legna.

Acido acetico gr. 65 per il legno di conifera (oppure 130 per il legno di faggio).

Resine gr. 60, nel caso che si usi legno di conifera.

#### Considerazioni economiche

La spesa di impianto incide notevolmente sul costo del prodotto, soprattutto se si pensa di ammortizzare l'impianto in un piccolo numero di anni.

Il Dottor Bergius ritiene economicamente conveniente un impianto che lavora 50 T. al giorno di legno al 30% di umidità.

Prevede una spesa di impianto complessiva (compreso edifici produzione di energia ecc.) di 2.000.000 di marchi per un impianto di tale potenzialità.

Non ho potuto avere dei dati sulla spesa di manutenzione, ma è da ritenersi che non sia piccola, dato il tipo di lavorazione con HCl ad alta concentrazione.

Riferendosi alla tonnellata di alcool, incidono sul costo i seguenti fattori:

Legno 5.7 T. a L. 100	L. 570
Carbone 2.4 T. a L. 150	- 360
Acido cloridrico Kg. 125	- 75
Interesse e ammortamento del capitale impiegato (20% di 15.000.000 per 3000 T.)	- 1000

Mi mancano gli altri elementi di costo (manutenzione, mano d'opera, ecc.), ma valutando questi arbitrariamente in L. 245/T. si giunge ad un costo complessivo di L. 2250 per T. di alcool, ossia di L. 180 per ettanidro.

Non si è però considerato per prudenza il valore dei sottoprodotti: zuccheri non fermentabili, lignina, acido acetico.

Ritengo che per esaminare l'applicabilità del processo Bergius in Italia siano soprattutto da prendere in considerazione:

Sicurezza di approvvigionamento di forti quantitativi di legno a prezzi non proibitivi;

Possibilità di smercio di una parte del glucosio come glucosio cristallizzato (10% degli zuccheri totali). Mentre non ritengo si possa dare gran peso al valore dei sottoprodotti, eccettuata la lignina che può sostituire una parte del combustibile occorrente per la lavorazione.

f.to Natta

[ASP DSP, 2056]

#### IV.

#### Bozza di contratto tra la Società Italiana Pirelli e il Prof. G. Natta 30 giugno 1937

La SOCIETÀ ITALIANA PIRELLI conferisce al Sig. Prof. GIULIO NATTA della R. Università di Torino<sup>8</sup>, l'incarico di occuparsi, in linea generale, di<sup>9</sup> studi riguardanti la fabbricazione della gomma sintetica butadienica, e prodotti affini: in particolare, e fino dall'inizio della attività di detto professore nel suddetto campo, di indirizzare gli studi e i calcoli necessari per la erezione di un impianto-pilota per la fabbricazione della g.s.b., cooperando poi alla sorveglianza dei lavori dell'impianto, e dando le direttive per l'esercizio dell'impianto stesso<sup>10</sup>, e successivi sviluppi.

Il Prof. NATTA accetta l'incarico di cui sopra, alle condizioni precisate dal seguente accordo.

In relazione a quanto sopra esposto, il Prof. NATTA si impegna a condurre, senza indugi, nel suo laboratorio, posto in Torino, studi sui problemi riguardanti la gomma sintetica, prodotti intermedi, recupero e utilizzazione dei sottoprodotti<sup>11</sup>: si impegna a comunicare esclusivamente alla S.I.P. i risultati degli esperimenti condotti: nel caso che i risultati dessero materia alla presentazione di domande di brevetti, questi saranno di proprietà della S.I.P., in armonia colle disposizioni di legge che regolano la materia.

<sup>8</sup> Leggi R. Politecnico di Torino, presso cui Natta nel 1937 ricopriva la cattedra di Chimica industriale.

<sup>9</sup> degli [cancellato].

<sup>10</sup> e tutto ciò sino all'ultimazione e messa in marcia di detto impianto [cancellato].

<sup>11</sup> Aggiunto a mano: recupero e utilizzazione dei sottoprodotti.

Il Prof. NATTA si impegna anche a seguire i lavori sullo stesso argomento e su argomenti affini condotti presso altri Laboratori, nel caso che ne venisse richiesto.

È lasciata facoltà al Prof. NATTA di trasferire in qualunque momento la sede dei suoi lavori dai Laboratori di Torino ad altre Sedi, se questo sarà da lui ritenuto necessario.

Per le ricerche di Laboratorio di cui sopra, il Prof. NATTA sceglierà i propri collaboratori tecnici, nella forma di "assistenti volontari": oppure si servirà di personale dipendente dalla S.I.P., distaccato in missione presso detti Laboratori. Si prevede inizialmente che il Prof. NATTA si valga di uno o due, assistenti volontari, per l'avviamento degli studi in argomento. Questi assistenti saranno ricompensati dalla S.I.P.<sup>12</sup>.

I risultati degli studi del personale di collaborazione saranno pure riservati alla S.I.P., colla clausola di cui al paragrafo di cui sopra.

La S.I.P. si impegna di rimborsare le spese effettive sopportate dal Prof. NATTA e suo Laboratorio per:

- la retribuzione del personale, per l'attività che esso svolgerà, in relazione a quanto esposto al paragrafo precedente,
- il consumo dei materiali e prodotti in genere,
- una quota per la prestazione dei servizi generali (come luce, riscaldamento, ecc.),
- le spese di viaggio e trasferte del personale dipendente.

I versamenti, per il titolo di cui sopra, da parte della S.I.P. verranno fatti mensilmente al Prof. NATTA o a Ente da lui indicato, salvo per il personale che fosse direttamente dipendente dalla S.I.P. o da questa comunque direttamente retribuito<sup>13</sup>, dietro presentazione di una nota di spese da parte del suddetto professore.

Resta inteso che l'ammontare complessivo semestrale delle spese di cui sopra, non sorpasserà la cifra di Lire 20.000 (ventimila), salvo diversa intesa che successivamente possa essere passata, tra le due parti interessate.

Nel caso occorresse procedere all'acquisto di apparecchiature speciali, il Prof. NATTA dovrà chiedere preventivamente alla S.I.P. la autorizzazione per la spesa. Per la progettazione dell'impianto per la fabbricazione della gomma sintetica, progettazione che verrà effettuata presso la Sede della S.I.P., a sua cura, il Prof. Natta si impegna a dare le direttive per la impostazione del progetto, seguire gli studi di esso, valendosi della collaborazione di ingegneri di fiducia, messi a tal uopo a disposizione dalla S.I.P.

La S.I.P. provvederà, in relazione a quanto sopra, di attrezzare e fare funzionare al più presto un Ufficio, col personale tecnico idoneo e sufficiente per la esecuzione del progetto. L'ingegnere, o gli ingegneri, di cui al paragrafo precedente faranno parte del personale dell'Ufficio suddetto.

Per le prestazioni del Sig. Prof. NATTA, sia per quanto riguarda gli studi condotti il Laboratorio, sia per quanto riguarda la collaborazione per la stesura del progetto e successiva assistenza come sopra detto<sup>14</sup> la S.I.P. riconoscerà al Prof. NATTA una somma annua di L. 4.000 al mese (50.000 all'anno)<sup>15</sup>, da versarsi in rate mensili anticipate. Le spese vive di eventuali viaggi e trasferimenti saranno da liquidare a parte, di volta in volta, o a periodi determinati.

La consulenza di cui sopra avrà inizio col 1° Luglio del corrente anno, e sarà condotta senza interruzione per un periodo di due anni, a partire dalla data di cui sopra, con facoltà da parte dei due interessati di prolungare, anche tacitamente, di anno in anno l'accordo stesso.

<sup>12</sup> Aggiunto a mano: Questi assistenti saranno ricompensati dalla S.I.P.

<sup>13</sup> Aggiunto a mano: salvo per il personale che fosse direttamente dipendente dalla S.I.P. o da questa comunque direttamente retribuito.

<sup>14</sup> Aggiunto a mano: e successiva assistenza come sopra detto.

<sup>15</sup> Aggiunto a mano: L. 4.000 al mese (50.000 all'anno).

Al perfezionamento degli accordi in corso tra la S.I.P. e l'I.R.I. o Ente equivalente, la S.I.P. si riserva la facoltà di trasferire al nuovo Ente S.I.P.-I.R.I. gli accordi di cui sopra eventualmente anche dividendo tra S.I.P. e nuovo Ente le prestazioni e gli oneri<sup>16</sup>: a questo trasferimento il Prof. NATTA dà fin d'ora il suo assenso.

In ogni caso, e cioè, sia che il Prof. NATTA presti la sua collaborazione esclusivamente alla S.I.P., sia al Gruppo S.I.P.-I.R.I., la Ditta Pirelli si impegna verso il Prof. NATTA a mantenere quei rapporti di collaborazione e la situazione esistente al momento del passaggio.

Nel caso che i rapporti di cui sopra tra la S.I.P. (o nuovo Ente) e il Prof. Natta avessero a cessare, il Prof. Natta si impegna per la durata di un anno dal momento della cessazione dei rapporti, a non prestare la sua consulenza presso altre fabbriche di gomma.

30 / 6 / 1937<sup>17</sup>

[ASP DSP, 2056]

<sup>16</sup> Aggiunto a mano: eventualmente anche dividendo tra S.I.P. e nuovo Ente le prestazioni e gli oneri.

<sup>17</sup> L'ultimo capoverso e la data aggiunti a mano.

V.

Schema di convenzione fra l'I.R.I.  
e la Società italiana Pirelli  
Copia, 2 luglio 1937, 14 ff.

Premesso:

1) che il Governo Nazionale considera il programma della produzione di masse elastiche sostituibili alla gomma naturale come di alto interesse economico e militare della Nazione, nel quadro politico dell'autarchia;

2) che la S. I. Pirelli dichiara di avere, in vista di un rapido sviluppo della produzione su vasta scala, iniziato già da vari anni, a tutte sue spese, studi ed esperimenti nel campo della produzione della gomma sintetica (g. s.), nonché per l'applicazione di tale gomma in una serie di prodotti e di articoli industriali (pneumatici, maschere antigas, tubi, etc.) procedendo anche ad esperimenti di impiego pratico degli stessi;

3) che gli studi ed esperimenti iniziati richiedono ulteriori fasi di sviluppo, tanto di laboratorio, quanto di produzione pratica in quantitativi tali da permettere successivi utili e larghi esperimenti;

4) che la produzione della g. s. non può allo stato attuale della tecnica risultare economica rispetto alla gomma naturale, per modo che tale produzione deve essere necessariamente agevolata dal Governo;

5) che allo scopo di attuare la produzione di gomma sintetica su scala semi-industriale, e di accertare le condizioni necessarie per la rapida realizzazione di un programma di produzione su vasta scala, l'I.R.I.<sup>18</sup> e la S. I. Pirelli intendono di promuovere così

<sup>18</sup> Costituito con legge del 23 gennaio 1933 come ente liquidatore, di risanamento bancario e industriale mediante concessione di mutui a lunga scadenza, dal 1936 l'Iri (Istituto per la ricostruzione industriale) viveva un profondo cambiamento, rivolgendosi a iniziative di ordine tecnico-produttivo e partecipazioni che

un ente di studi e di ricerche, come una Società di produzione, e che a tale ente ed a tale Società la S. I. Pirelli è disposta ad appor-  
tare le sue esperienze nel campo della produzione della g. s., e a  
dare la sua consulenza, come pure è disposta ad assumere im-  
pigni per il ritiro e l'utilizzo della g. s. prodotta dalla costituenda  
Società di produzione, il tutto come in appresso specificato;

6) che ai fini sopra indicati potrebbe risultare opportuno di ac-  
quistare brevetti e licenze per procedimenti di lavorazione da altri,  
tanto in Italia che all'estero;

7) che tutti i diritti di privativa, comunque conseguiti od ac-  
quistati, potranno essere utilizzati direttamente ovvero mediante  
cessione all'estero e, nel Regno, a chi prestasse idonee garanzie  
per lo sviluppo della produzione secondo le esigenze della poli-  
tica di autarchia, il tutto come in appresso specificato;

tutto ciò premesso si conviene quanto segue:

1°) previe autorizzazioni governative del caso, verranno costituite  
due società anonime per azioni:

la prima, denominata "Istituto per lo Studio della Gomma Sinte-  
tica" (in seguito designato semplicemente come "Istituto") con la  
sede in Milano e col capitale fino a lire 12 milioni<sup>19</sup>;

estendevano il controllo statale su industrie riguardanti la produzione bellica, l'au-  
tarchia e lo sfruttamento delle colonie. Oltre alla società per gomma sintetica con  
la Pirelli, un altro esempio di partecipazione dell'Iri con uno dei maggiori gruppi  
industriali privati era la Celdit (Cellulosa d'Italia) costituita con le Cartiere Burgo  
per la produzione di cellulosa, mentre con la Montecatini l'Iri aveva una parteci-  
pazione di minoranza. Cfr. Giovanni De Maria, *L'Istituto per la ricostruzione indu-  
striale*, in Ministero dell'Industria e del Commercio, *L'Istituto per la ricostruzione  
industriale*, vol. I, Torino, Utet, 1955, pp. 147-197; Pasquale Saraceno, *Origini, ordi-  
namento e attività svolta*, ivi, vol. III, 1956, in particolare, pp. 52-s.

<sup>19</sup> Cfr. Milano, Archivio della Camera di commercio, Registro delle aziende,  
fasc. 254327, *Istituto per lo studio della gomma sintetica s.p.a., Atto costitutivo 9 agosto  
1937*. La società aveva sede a Milano, inizialmente presso la Pirelli in via Fabio Filzi  
e dal 1939 in corso di Porta Nuova. Presidente Francesco Giordani, vicepresidente  
Aberto Pirelli, consiglieri: avv. Enrico Basola, prof. Giuseppe Bruni, ing. Luigi Ema-

la seconda, denominata "Società Italiana per la Produzione della  
Gomma Sintetica"<sup>20</sup> (in seguito denominata semplicemente come  
"Società di produzione") con la sede a Milano e col capitale di L.  
6 milioni.

2°) Per gomma sintetica – ai sensi della presente convenzione – si  
intendono le masse elastiche costituite da polimeri del butadiene,  
suoi omologhi e derivati.

3°) Oggetto dell'"Istituto" di cui all'art. 1 lettera a) è di procedere  
allo studio e alle ricerche dei processi e metodi per la produzione  
di g. s., di conseguire, amministrare ed eventualmente alienare  
diritti di privativa inerenti alle invenzioni, frutto di tali studi e di  
tali ricerche, nonché di acquistare da terzi ed eventualmente alie-  
nare diritti di privativa industriale riguardanti il campo della pro-  
duzione della g. s.

4°) La durata dell'"Istituto" è stabilita in anni 30.

5°) Il capitale azionario dell'"Istituto" sarà inizialmente di lire due

nueli, ing. Ugo Mancini, gen. Mario Palcani, ing. Giuseppe Venosta. Quest'ultimo  
anche direttore generale fino al 1939, quando fu sostituito da Franco Grottanelli.  
Giulio Natta entrò nel consiglio d'amministrazione nell'ottobre del 1944. Il cuore  
dell'Istituto era il suo laboratorio nell'edificio 131 dello stabilimento Pirelli di Bi-  
cocca, costituito da quattro sezioni: chimica analitica, chimica organica, tecnologia,  
mescolatori e vulcanizzazione. L'Istituto per lo studio della gomma sintetica cessò  
nel 1946, fondendosi con la Società anonima industria gomma sintetica affinché  
"non andasse perduto il patrimonio della nostra società costituito dai brevetti a  
suo tempo acquistati dalla I. G. Farbindustrie e dal complesso delle esperienze  
degli studi" (ivi, Denuncia di modificazione, 14 ottobre 1946).

<sup>20</sup> Cfr. Milano, Archivio della Camera di commercio, Registro delle aziende, fasc.  
254328 S.A. *Produzione gomma sintetica*, Atto costitutivo 9 agosto 1937. La società aveva  
sede a Milano, inizialmente presso la Pirelli in via Fabio Filzi e dal 1939 in corso di  
Porta Nuova. Presidente Alberto Pirelli, vicepresidente Francesco Giordani, consi-  
glieri avv. Enrico Basola, ing. Giuseppe Bruni, ing. Ugo Mancini, gen. Mario Palcani,  
prof. Ugo Tagliacozzo, ing. Giuseppe Venosta, quest'ultimo anche direttore gene-  
rale fino al 1939 quando fu sostituito da Franco Grottanelli.

milioni e sarà elevato in una o più volte o reintegrato, se necessario, per un ammontare totale di altre lire dodici milioni.

L'I.R.I. e la S. I. Pirelli si impegnano a sottoscrivere tanto il capitale iniziale, quanto gli aumenti o le reintegrazioni di capitale dell'"Istituto" per l'ammontare globale di lire dodici milioni, in parti esattamente uguali fra loro, e si impegnano a conservare le azioni di loro spettanza per tutta la durata della società e sue eventuali proroghe. Le azioni saranno nominative e godranno tutte uguali diritti, tanto per la partecipazione al patrimonio ed agli utili sociali, quanto per l'esercizio del diritto di voto.

[...]

13°) Oggetto della "Società di produzione" di cui all'art. 1 lett. b) è di procedere alla installazione ed all'esercizio di un primo impianto per la produzione di gomma sintetica, in quantità sufficiente perché si possa provvedere a larghe prove pratiche di questa materia in sostituzione della gomma naturale. Tale primo impianto sarà costruito per una produzione di circa 500 kg. diari di gomma sintetica.

Se dalla "Società di produzione" verrà deciso di erigere detto impianto presso la fabbrica della S. I. Pirelli in Milano, questa si obbliga a fornire, al proprio costo, energia elettrica, vapore, acqua, aria compressa e altri servizi del genere di cui il nuovo impianto potrà necessitare. Se l'impianto sarà fatto altrove, la "Società di produzione" provvederà direttamente a tali servizi.

14°) Ritenuto che la produzione della "Società di produzione" allo stato attuale della tecnica e dei prezzi di mercato, verrà a costare notevolmente di più della gomma naturale di importazione, l'I.R.I. si impegna a versare alla "Società di produzione", annualmente e per la durata massima di cinque anni, quanto necessario a copertura della eventuale perdita e per la distribuzione di un dividendo del 6% alle azioni. Tutto ciò entro il limite globale complessivo di lire quindici milioni nel quinquennio.

I contributi dell'I.R.I. in quanto non utilizzati per gli scopi di cui sopra, verranno registrati a debito della "Società di produzione" ed a credito dell'I.R.I.

[...]

18°) La S. I. Pirelli si impegna a ritirare, e la "Società di produzione" a fornirle resa franca agli stabilimenti della S. I. Pirelli, tutta la gomma sintetica prodotta dal previsto impianto della "Società di produzione", al prezzo del mercato internazionale della gomma naturale, per merce franca e sdoganata negli stabilimenti stessi. La gomma sintetica di apprezzabile superiorità e quella di qualità nettamente inferiore verranno acquistate dalla S. I. Pirelli con una ragionevole differenziazione sul prezzo precedentemente indicato.

La S. I. Pirelli si impegna di fare applicazioni della gomma sintetica così acquistata in manufatti di natura varia, soprattutto in quelli che più interessano la difesa dello Stato o utilizzano importanti quantitativi di gomma naturale.

Alla "Società di produzione" è riconosciuto il diritto di riservare per sé una parte della propria produzione per far fabbricare dalla S. I. Pirelli, che si impegna a farlo contro rimborso dei costi incontrati, quei prodotti per i quali ritenesse di voler curare essa i relativi esperimenti. Essa si varrà per i detti esperimenti preferibilmente della organizzazione della S. I. Pirelli, la quale presterà la sua opera a puro rimborso di spese.

Alla "Società di produzione" è riservata la facoltà, in casi eccezionali, previa espressa deliberazione del Consiglio di Amministrazione, di vendere a terzi gomma sintetica di sua produzione, stabilendone il prezzo.

[...]

## V bis.

Schema di patto sindacale allegato alla Convenzione<sup>21</sup>.

Si premette:

– che allo scopo di studiare e risolvere il problema considerato dal Governo e dalle parti qui sottoscritte di alto interesse economico e militare della Nazione, della produzione di masse elastiche sostituibili alla gomma naturale, si è decisa la costituzione di due società per azioni:

a) la prima denominata “Istituto per lo Studio della Gomma Sintetica” (in seguito designato semplicemente come “Istituto” col capitale fino a L. 12.000.000;

b) la seconda, denominata “Società Italiana per la Produzione della Gomma Sintetica” (in seguito designata semplicemente come “Società di Produzione”) col capitale di Lire 6.000.000;

c) che a tale fine si è fra le parti sottoscritte addivenuto ad una convenzione in data ... (in seguito designata “la Convenzione”);  
– che ai sensi della Convenzione il capitale sociale delle due suddette Società dovrà essere sottoscritto per metà dall’I.R.I. e per metà dalla Società Italiana Pirelli (in seguito designata semplicemente come “S. I. Pirelli”);

– che in vista delle accennate finalità delle costituende Società ed allo scopo di rendere più proficuamente ed armonicamente attuabile la gestione di queste, l’I.R.I. e la S. I. Pirelli hanno riconosciuto la opportunità di costituire un Sindacato delle azioni da essi sottoscritte, e di sottoporsi, quanto all’esercizio dei loro diritti sulle azioni stesse e quanto alla gestione delle due Società suddette, alle norme qui in appresso specificate, si conviene quanto segue:

1°) sono oggetto a Sindacato:

a) tutte le azioni dell’Istituto sottoscrivende dall’I.R.I. e tutte le azioni sottoscrivende dalla S. I. Pirelli;

b) tutte le azioni della Società di produzione sottoscrivende dall’I.R.I. e tutte le azioni sottoscrivende dalla S. I. Pirelli.

2°) L’I.R.I. e la S. I. Pirelli si obbligano a sottoscrivere oltre il capitale iniziale di costituzione delle due Società suddette il nuovo capitale di cui sarà ritenuta opportuna la emissione, entro i limiti di L. 12 milioni per l’Istituto e di L. 6 milioni per la Società Italiana per la produzione della gomma sintetica.

3°) Durante il Sindacato le parti sottoscritte non possono alienare né dare in pegno od a riporto le azioni sindacate.

4°) I Consigli di amministrazione delle due Società suddette saranno sempre costituiti da membri designati per metà dall’I.R.I. e per metà dalla S. I. Pirelli: in conformità di tale preventiva designazione procederanno nell’Assemblea alla elezione di colui o coloro che avranno il diritto di intervenire.

5°) Nella prima adunanza del Consiglio dopo la costituzione dell’Istituto e della Società di Produzione, e nella prima seduta del Consiglio dopo l’Assemblea generale ordinaria di ogni esercizio sociale, si procederà alla nomina del Presidente e del Vice-Presidente, del Consiglio sia dell’Istituto sia della Società di Produzione, secondo le seguenti norme:

a) quando il Presidente della Società di produzione sarà scelto fra i consiglieri designati dalla S. I. Pirelli, il Presidente dell’Istituto sarà scelto fra i consiglieri designati dall’I.R.I. e reciprocamente;

b) in via di massima, fino a che sussisteranno tanto l’Istituto che la Società di Produzione, il Presidente dell’Istituto sarà scelto fra i consiglieri designati dall’I.R.I., quello della Società di Produzione fra quelli designati dalla S. I. Pirelli [...].

<sup>21</sup> Aggiunto a mano nel margine: Allegato alla Convenzione. Copia 3 / 7 / 1939.

## VI.

Alberto Pirelli a Fritz ter Meer  
3 luglio 1937, copia.

Milano, 3 luglio 1937, XV.

Egregio Dottor Ter Meer<sup>22</sup>,

Rientrato oggi a Milano, ho avuto la cortese Sua del 30 u.s. ed ho visto che già ieri l'ing. Venosta<sup>23</sup> Le ha telegrafato informandoLa che sarà a Colonia, a Sua disposizione, nella mattinata del 9 corrente.

L'ing. Venosta sarà accompagnato dal Prof. Poli<sup>24</sup>, capo del no-

<sup>22</sup> Fritz ter Meer, nato a Uerdinger (Basso Reno) nel 1884, laureatosi in ingegneria chimica a Berlino con Emil Fischer, divenne nel 1913 direttore dell'azienda chimica paterna, la Teerfarbenfabrik di Uerdinger, confluita nel 1925 nell'I. G. Farbenindustrie. Nel 1937 era presidente del comitato tecnico di questo gruppo. Durante il secondo conflitto mondiale, come divisione del ministero della Guerra, contribuì al progetto del campo di concentramento industriale di Monowitz, presso Auschwitz. Nel 1948 fu giudicato al Processo di Norimberga colpevole di riduzione in schiavitù e condannato a sette anni di carcere. Rilasciato nel 1951, fu nominato presidente del comitato di consulenza della Bayer AG. Cfr. M. Wex, *ad vocem, Neue Deutsche Biographie*, b. 16, Berlin, Duncker & Humblot, 1990, pp. 606-608.

<sup>23</sup> Giuseppe Venosta (1880-1939), diplomatosi nel 1902 in ingegneria meccanica nel R. Istituto tecnico superiore di Milano, quattro anni dopo, ventiseienne, entrava nella società di Giovanbattista Pirelli diventandone in pochi anni uno dei più importanti dirigenti. Direttore generale del ramo gomma, nel 1937 era nominato direttore sia dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica sia della Società per la produzione della gomma sintetica. Era uno dei più stretti collaboratori di Alberto Pirelli, che lo ricorda come "uomo di forte ingegno, di tenace volontà, di vasta cultura tecnica e generale e di carattere integerrimo", A. Pirelli, *La Pirelli. Vita di un'azienda industriale*, Milano, A. Nicola, 1946, p. 39.

<sup>24</sup> Il professor Cino Poli, incaricato di meccanica razionale all'Università di Torino e di fisica all'Accademia militare di Torino, assunto dalla Pirelli nel 1928, era succeduto nel 1930 a Bruni alla guida dei laboratori della direzione tecnologica del ramo gomma, cfr. ASP, *Ordine di Servizio 1° agosto 1932, n. 594*.

stro Laboratorio Tecnologico e dal Dr. Maximoff<sup>25</sup> che Ella conosce forse di nome quale uno dei primi collaboratori di Ostromilensky<sup>26</sup> e che dopo la fuga dalla Russia è stato in America e poi è venuto in Italia dove da molti anni è nostro collaboratore.

Non so se il Prof. Bruni<sup>27</sup> – che si recherà nei prossimi giorni a

<sup>25</sup> Alessandro Maximoff (1886-1943), ingegnere chimico russo laureatosi nell'Istituto tecnologico Imperatore Nicola I di Pietroburgo, direttore tecnico della società moscovita per l'industria della gomma Bogastyr dal 1912 al 1918 e direttore amministrativo della Resinotrust di Mosca. Autore di ricerche originali sulle proprietà acceleranti di vulcanizzazione dei disolfuri di tetraalchitiumame. Abbandonata la Russia nel 1920, lavorò in Francia per la Établissements Bergougnan di Clermond Ferrand e dal 1922 al 1926 a New York alla U.S. Rubber Co., dove conseguì brevetti sulla polimerizzazione delle diolefine in un lattice naturale e sull'impiego dello stirolo. Trasferitosi nel 1926 in Italia, diresse a Vercelli il laboratorio della società Soie de Châtillon e dal 1930 a Torino quello delle Fabbriche Riunite Industria gomma. Assunto nel 1934 nel Laboratorio di ricerche chimiche e chimico-fisiche della Bicocca, nell'ambito delle ricerche sulla gomma sintetica intraprese dalla Pirelli, realizzò un primo impianto pilota per la separazione del butadiene. (ASP, DSP, Archivio del Personale, fasc. A. Maximoff). Apolide, nel 1938 ottenne grazie ad Alberto Pirelli la nazionalità italiana per potersi recare con l'ing. Venosta in Germania. Due anni dopo volle anche iscriversi al PNF, in omaggio alla morte di suo figlio ventitreenne, ufficiale di marina e laureato in ingegneria industriale chimica al Politecnico di Milano, caduto durante un'azione nell'Adriatico. Cfr. Milano, Archivio storico Pirelli, Personale, fasc. Maximoff, dott. Alessandro; Giuseppe Bruni, *Alessandro Maximoff*, in Gianfranco Scorrano, *La chimica italiana*, www.chimica.unipd.it, pp. 269-s.

<sup>26</sup> Il chimico russo Ivan Ivanović Ostromyslenskij (1880-1939), professore all'Istituto tecnologico di Pietroburgo, poi emigrato negli Stati Uniti, autore di pionieristiche ricerche di chimica organica sulla gomma di sintesi a base di butadiene per condensazione di alcoli e di aldeidi ad elevata temperatura.

<sup>27</sup> Giuseppe Bruni (1873-1946), allievo di Ciamician e di Van't Hoff era stato il maestro di Natta al Politecnico di Milano, dove dal 1917 ricoprì la cattedra di Chimica generale. Premio reale per la chimica nel 1913, aveva creato al Politecnico il primo centro italiano per l'analisi ai raggi X della struttura della materia allo stato cristallino. Contemporaneamente dirigeva alla Bicocca il nuovo Laboratorio di ricerche chimiche e chimico-fisiche, dove sviluppò procedimenti di vulcanizzazione e ultracceleranti. Dal 1930 ricopriva nell'azienda il ruolo di consulente dell'Ufficio brevetti.

Francoforte – e che il Dr. Konrad conosce bene, potrà raggiungere l'Ingegnere Venosta a Colonia.

Il gruppo è dunque numeroso. Voglia attribuire a questo fatto l'interesse che presenta il problema ed alla conoscenza della cortesia della I. G.

I nostri si recheranno a Colonia in volo nel pomeriggio di giovedì 8 corr. E scenderanno all'Hotel Excelsior.

f.to A. P.<sup>28</sup>

Egregio signor Dr. Fr. Ter Meer  
Grüneburgplatz – FRANKFURT a/M.

[ASP DSP, 2056]

<sup>28</sup> Alberto Pirelli (1882-1971) era figlio del fondatore della società e suo successore insieme al fratello maggiore Piero (1881-1956). Protagonista dell'enorme espansione della Pirelli tra le due guerre mondiali, egli affiancò al ruolo di industriale l'impegno sul piano diplomatico nella delegazione italiana alla Conferenza di pace di Parigi nel 1919 e come fondatore e presidente a Milano dell'Istituto per gli studi di politica internazionale. All'epoca della gomma sintetica era stato nominato da Mussolini ministro di Stato.

## VII.

Nota aziendale non firmata  
8 luglio 1937.

Milano, 8 luglio 1937-XV

Il prof. Natta ha espresso il parere che sarebbe opportuno, parallelamente allo studio dei perfezionamenti e delle modificazioni atte a tradurre in processo industriale il processo di laboratorio per la produzione della gomma sintetica secondo i metodi sin qui seguiti dal Dr. Maximoff, studiare anche i mezzi di produzione realizzati in Germania, per una eventuale applicazione presso di noi.

L'Ing. Venosta ritiene che una decisione in tal senso potrebbe essere presa lunedì, 12 c.m., al suo ritorno dalla Germania, dove pensa di poter raccogliere informazioni sull'argomento.

[ASP, DSP, 2056]

## VIII.

G. Natta a G. Venosta sulla collaborazione con la Società B.P.D.  
11 aprile 1938, firmata.

Bicocca, 11 Aprile 1938 – XVI

Relazione per il Sig. Ing. Venosta  
Visita del Prof. Natta alla B.P.D.

Aldeide dall'alcool

Esame tecnico – In un colloquio avuto martedì 5 c.m. con il Direttore del Laboratorio Ricerche della Società Bombrini-Parodi-Delfino a Colleferro<sup>29</sup>, ebbi ulteriori dati sull'impianto per la produzione di aldeide dall'alcool.

La durata del catalizzatore usato a Colleferro è attualmente di 2-3 mesi, ma si presume possa essere aumentata. Il peso di volume apparente del catalizzatore è compreso fra 3 e 4.

Il peso di catalizzatore installato per una produzione di 500 kg/giorno di aldeide sarebbe di kg 1.500.

Il costo del catalizzatore attualmente è di circa L. 9,10 su cui incide per L. 8 il costo della materia prima, ossido di rame, ed il resto energia elettrica e manovalanza.

Nel caso che la materia prima venisse prodotta dalla fabbrica di Colleferro, il suo costo potrebbe diminuire.

<sup>29</sup> Nata nel 1912 a Colleferro (allora Segni-Scalo) come fabbrica di esplosivi per usi bellici e civili, la società dell'ingegnere milanese Leopoldo Parodi Delfino (1875-1945) e del senatore Giovanni Bombrini si era diversificata nel dopoguerra nei prodotti chimici per l'industria e l'agricoltura e nei settori dei cementi e della meccanica. Diplomatosi al Politecnico di Zurigo, Parodi Delfino aveva iniziato la sua attività industriale creando nel 1904 a Pontelagoscuro (Ferrara) la prima fabbrica italiana di alcol dal melasso e a Milano la società Distillerie italiane.

Si prevede che il catalizzatore, tenuto conto delle spese generali del Laboratorio, possa costare ora sulle L. 12-13 al kg. Il catalizzatore dopo l'uso ha ancora un certo valore come rottame di rame.

Dall'esame della lavorazione di Colleferro ho notato come l'assorbimento dell'aldeide venga fatto con acqua dopo separazione dell'alcool inalterato per semplice raffreddamento dei gas con acqua. Dalla tensione di vapore dell'alcool, calcolerei che il 4-5% dell'alcool non viene recuperato. Effettuando invece tale ricupero per raffreddamento energetico con salamoia del gas costituito da idrogeno ed aldeide, si eleverebbero le rese del 90-92% a valori superiori al 95%.

Corrispondentemente vengono migliorate le considerazioni economiche fatte nelle mie precedenti relazioni.

Rapporti tra le due Società – Mercoledì 6 c.m., in un incontro con l'Ing. Scribani-Rossi, Direttore della Società Bombrini-Parodi-Delfino, si è esaminata la possibilità di una collaborazione tra Società B.P.D. e la Società per la Produzione della Gomma Sintetica.

Per quanto riguarda l'impianto per la produzione di aldeide dall'alcool, la Società B.P.D. sarebbe disposta a favorire la Società per la Produzione della Gomma Sintetica, concedendo gratuitamente la licenza sul suo brevetto e fornendo il catalizzatore a prezzo di costo. Desidererebbe che la Società per la Produzione della Gomma Sintetica la informasse dei perfezionamenti che eventualmente dovesse apportare a tale procedimento, ed inoltre dei dati tecnici relativi alla produzione di aldeide dall'acetilene nel caso dovesse installare impianti di questo tipo.

Si prevederebbe così una collaborazione tra le due Società per i problemi relativi alla produzione di aldeide<sup>30</sup>.

Prof. G. Natta

[ASP DSP, 2056]

<sup>30</sup> Aggiunto a margine: Salvo quanto ci venisse comunicato da terzi, pur avendo qualsiasi. Tutto quello che comunicheremo non potrà essere adoperato a scopo masse plastiche. Ricordarsi di non comunicare a terzi.

## IX.

G. Natta a G. Venosta sulla trasformazione  
di butilene in butadiene  
13 aprile 1938, firmata.

SOCIETÀ ITALIANA PER LA PRODUZIONE DELLA GOMMA SINTETICA  
MILANO

Bicocca, 13, Aprile 1938 – XVI

Da Prof. G. Natta a Signor Ing. G. Venosta

Oggetto: Deidrogenazione butilene a butadiene

Ho il piacere d'informarla che le prove eseguite presso il mio Laboratorio a Torino sulla deidrogenazione del butilene a butadiene hanno fornito dei risultati che mi sembrano molto interessanti. Essi permettono, non solo di utilizzare il butilene sottoprodotto della produzione del butadiene ottenuto col processo del Dr. Maximoff ma anche di utilizzare l'alcool butilico sottoprodotto della produzione del glicol butilenico per idrogenazione dell'aldolo.

Infatti abbiamo potuto per disidratazione catalitica dell'alcool butilico normale, ottenere delle rese praticamente quantitative (97-98% del teorico, ossia 71% in peso) di trasformazione in butilene.

Le ricerche di deidrogenazione del butilene eseguite dal Dottor Luisada sotto la direzione mia e dell'Ing. Rigamonti<sup>31</sup>, hanno finalmente fornito, dopo una lunga serie di prove, dei risultati soddisfacenti. Sono certo che i risultati ottenuti possono ancora essere

<sup>31</sup> Rolando Rigamonti (1909-2008) allievo di Natta al Politecnico di Torino, poi suo assistente al Politecnico di Milano, nominato professore al Politecnico di Torino nel 1948.

migliorati, ma già sin da ora si è ottenuto nella deidrogenazione catalitica del butilene in presenza di CO<sub>2</sub>, una trasformazione di oltre 40% di butilene in ogni passaggio sul catalizzatore, e una trasformazione del 60% in butadiene dal butilene decomposto.

Un'altra serie di ricerche, effettuata pure dal Dott. Luisada, sono state condotte per separare il butilene dal butadiene.

Come è noto la piccola differenza della temperatura di ebollizione tra questi due composti, non permette una separazione per rettificazione. Noi siamo riusciti ad arricchire fortemente in butadiene, una miscela di questo e di butilene, per assorbimento e deassorbimento frazionato in colonne di Raschig scaldate dal basso e alimentate dall'alto da solvente (anilina), e al centro dalla miscela butilene-butadiene.

All'alto della colonna si ha il gas arricchito in butilene, al basso il butadiene.

Con i mezzi limitati del Laboratorio<sup>32</sup>, in una colonna alta circa due metri e riempita con Raschig di vetro, abbiamo ottenuto un arricchimento in butadiene dal 15 al 48%. Si prevede quindi che in un impianto industriale si possa ottenere una separazione praticamente completa del butilene dal butadiene, con questo procedimento.

Presupposta questa separazione per via fisica del butilene dal butadiene, risulta, in base alle prove di deidrogenazione del butilene sinora fatte, la possibilità di ottenere una trasformazione del butilene in butadiene con una resa del 60%, e dell'alcool butilico in butadiene con una resa di oltre 40% in peso.

Le rese in butadiene col processo alcool-aldeide si eleverebbe così di circa il 15% con ricupero del butilene dopo polimerizzazione.

<sup>32</sup> Si riferisce al laboratorio di Chimica industriale del Politecnico di Torino.

Le rese col processo all'aldolo si eleverebbero del 20-30% per il ricupero dell'alcool butilico.

Faccio presente che, nel caso che ci si accontenti di una minore resa di trasformazione per ogni passaggio sul catalizzatore (operando ad esempio a 550° invece che a 580-600), si possono ridurre le reazioni secondarie e ottenere una resa anche superiore al 60% sul butilene trasformato (con una trasformazione però di soltanto il 15% per ogni passaggio). Tale condotta della reazione, implicherebbe però notevoli spese per la separazione delle piccole quantità di butadiene dall'eccesso di butilene inalterato.

Ritengo perciò che i risultati per ora più interessanti, siano quelli ottenuti a 580° con la decomposizione del 42,2% del butilene in ogni passaggio sul catalizzatore e con una resa del 59% in butadiene sul butilene decomposto.

Ritengo che i risultati ottenuti siano molto interessanti, e ho dato disposizioni a Torino per intensificare le ricerche in questo senso.

Con i migliori saluti

Suo devot.mo  
Prof. G. Natta

[ASP DSP, 2056]

X.

The Distillers Company a G. Natta sulla produzione  
di stirene  
30 maggio 1938, copia.

Copia per Sig. Ing. Venosta

THE DISTILLERS COMPANY, LTD.

Great Burgh, Epsom, Surrey

The Research Department.

Ing. Prof. Giulio Natta  
Direttore dell'Istituto di Chimica Industriale,  
R. Politecnico di Torino,  
Via M. Gioda 32. Torino, Italy.

30 th May, 1938.

Dear Prof. Natta,

DCL Applications Styrene Patents

I thank you for your letter of the 24th May, confirming the information given in Rome that the Pirelli Company might be interested in obtaining an option on our Italian patents for the manufacture of styrene. I have discussed this matter with Dr. Eyre who agrees that it might be in the mutual interests of the two Companies if they could come to some agreement as to the exchange of patent rights, and I shall be obliged, therefore, if you will advise me whether you have protected in Great Britain the processes that I understand you have covered by Italian patents. It is possible, of course, that you still have time to take advantage of the provisions of the international convention to file applications in this country.

Up to the present, the Distillers Company have had granted one Italian Patent, no. 356717, relating to the manufacture of styrene. Unfortunately, I have no copy of this available yet but doubtless you will be able to obtain a copy in Italy.

We have also a number of pending applications relating to the co-polymerisation of styrene with other unsaturated compounds and to the application of polymerised styrene in various directions, and could, of course, send you a list of these if the matter is of interest.

Yours truly,  
A.M. PEAKE.  
RESEARCH DEPARTMENT.

[ASP DSP, 2056]

XI.

G. Natta a G. Venosta su due brevetti per la preparazione  
del butadiene  
6 luglio 1938, firmata.

Ing. Prof. Giulio Natta  
Direttore dell'Istituto di Chimica Industriale  
R. Politecnico di Torino

Torino, 6-7-1938 XVI  
via M. Gioda 32  
Tel. Istituto 49571

Ing. Giuseppe Venosta  
Direttore dell'Istituto per lo Studio della Gomma Sintetica  
Via Pirelli 1. Milano

Oggetto: Nuovi brevetti sulla preparazione del butadiene dal butilene e sulla loro separazione.

Egregio Ingegnere,  
riferendomi ai colloqui avuti con Lei e con S.  
E. Giordani<sup>33</sup> lunedì scorso riguardo alla opportunità di coprire

<sup>33</sup> Professore di elettrochimica e impianti industriali all'Università di Napoli, dove dal 1932 dirigeva l'Istituto di chimica, vincitore del Premio Reale per la chimica nel 1930, Francesco Giordani (1866-1961) era un elettrochimico di fama europea. Nel 1937 era stato nominato accademico d'Italia (di qui il titolo di "Eccellenza") e vicepresidente dell'Ente nazionale cellulosa e carta e dell'Iri di Alberto Beneduce e Domenico Menichella, ente di cui assunse la presidenza dal 1939 al '43. Fu pure a due riprese presidente del Consiglio nazionale delle ricerche, nel 1943-44 e dal 1956 al 1960. Tra i protagonisti dell'intervento statale nell'industria, come presidente della società mista Iri-Pirelli Istituto per lo studio della gomma sintetica condusse personalmente le trattative con l'I. G. Farben per

subito con brevetti i risultati più interessanti ottenuti nelle ricerche effettuate presso il mio Istituto a Torino. Le invio con la presente le minute di due brevetti che riterrei utile richiedere subito in Italia. Di essi ne invio copia contemporaneamente a S. E. Giordani. Come già Le espressi a voce, gradirei, come titolo scientifico, che figurasse o nel titolo o nella descrizione del brevetto il mio nome come ideatore del procedimento, intendendosi sempre che i brevetti risultano di proprietà dell'Istituto per lo Studio della Gomma Sintetica. Sono pronto, se fosse necessario, a fare una ulteriore dichiarazione in proposito.

La prego gradire i miei migliori saluti ed ossequi

Suo dev.mo  
Giulio Natta

[ASP DSP, 2056]

l'acquisizione delle licenze di fabbricazione della Buna tedesca da applicare nello stabilimento di Terni. Cfr. Vittorio Caglioti, *Francesco Giordani, 1896-1961*, Quaderno n. 56, Roma, Accademia nazionale dei Lincei, 1962; Laura Scalpelli, *Francesco Giordani, in I protagonisti dell'intervento pubblico in Italia*, a cura di Alberto Mortara, Milano, F. Angeli, 1984, pp. 471-499; Nicola Tranfaglia, *Alberto Pirelli (1882-1971). La politica attraverso l'economia*, Torino, Einaudi, 2010, p. 253-261.

XI bis.

Produzione del butadiene  
6 luglio 1938

G. Natta per l'Istituto per lo Studio della Gomma Sintetica

PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE DI<sup>34</sup> BUTADIENE

La sintesi del butadiene ha assunto oggi una notevole importanza per l'impiego che trova il butadiene nella fabbricazione della gomma sintetica.

I procedimenti sinora impiegati per la produzione del butadiene a partire da alcool e da aldeide presentano però notevoli inconvenienti, sia per le basse rese industrialmente realizzabili, sia per il notevole costo delle materie prime, sia per la difficoltà di ottenere del butadiene di notevole purezza.

I tentativi di ottenere il butadiene da una materia prima meno costosa, ad es. i butileni, sottoprodotti del cracking del petrolio, non avevano sinora fornito risultati industrialmente interessanti per le difficoltà di separare i butileni dal butadiene per le basse rese raggiunte e per l'avvelenamento che subiscono i catalizzatori impiegati dopo breve tempo di funzionamento.

Si è trovato ora un procedimento continuo, che permette di ottenere del butadiene con elevate rese, dai butileni, ed in particolare dall' $\alpha$ -butilene, evitando completamente gli inconvenienti sopra accennati<sup>35</sup>.

<sup>34</sup> Fabbricazione del [cancellato]

<sup>35</sup> Rolando Rigamonti ricordava così la scoperta della preparazione del butadiene brevettata da Natta nel 1938 e quindi del metodo fisico per la separazione del butadiene esposto nel documento successivo: "I suoi precedenti studi di catalizzatori gli permettevano di migliorare, mediante aggiunta di ossido di cromo come promotore, sia il catalizzatore a base di allumina nei processi iniziali a par-

Tale procedimento consiste nel deidrogenare cataliticamente i butilene su catalizzatori deidrogenati, ad es. nichelio su adatto supporto, in presenza di una sostanza che per la sua presenza favorisca la dissociazione del butilene in idrogeno e butadiene o che impedisca la deposizione di carbonio elementare o di altre sostanze organiche sul catalizzatore.

Si è potuto realizzare questo procedimento mescolando al butilene, prima del forno di reazione, una certa quantità di anidride carbonica. La presenza di questa favorisce la dissociazione:



Per diverse ragioni: innanzitutto perché abbassa la pressione parziale dei componenti che partecipano alla reazione ed è noto che una diminuzione di pressione favorisce le reazioni che hanno luogo con aumento di volume, inoltre l'anidride carbonica evita la formazione di carbonio elementare, che, depositandosi sul catalizza-

tore da miscele di alcol e acetaldeide, così come quello successivo, a base di ossido di magnesio e silice, nei processi a partire dal solo alcol. L'esame diffrattometrico ai raggi X della struttura di quest'ultimo catalizzatore mostrava che nella sua preparazione e nel suo impiego si formavano piccole quantità di silicato di magnesio, abbassando la resa della reazione. Poté così preparare catalizzatori capaci di maggiori rese di butadiene a partire dall'alcol. La ricerca suddetta portò alla necessità di studiare un procedimento per separare il butadiene dalla rilevante quantità di buteni che si formavano come sotto-prodotti. La soluzione di questo problema venne a Natta mentre stava parlando a un assistente, camminando come era sua abitudine un lungo corridoio dell'Istituto di Chimica industriale nella vecchia sede del Politecnico di Torino, poi distrutta durante la guerra. Dato che l'uso di un solvente selettivo si era rivelato insufficiente, Natta pensò di usare nella colonna di assorbimento, un flusso del componente più facilmente assorbito dal basso verso l'alto, che riscaldando il liquido alla base della colonna in parte lo degasava, ottenendo così un frazionamento aggiuntivo della miscela gassosa nei suoi componenti e dunque una migliore separazione del butadiene dal butene" (Rolando Rigamonti, *Natta's Work until 1949*, in *Giulio Natta. Present significance of his scientific contribution*, ed. by Sergio Carrà *et alii*, Milano, Editrice di Chimica, 1982, pp. 7-20, in particolare 17-s. (trad. d. c.).

tore, lo avvelenerebbe rapidamente, perché reagisce con esso dando ossido di carbonio.

L'influenza dell'anidride carbonica è molto maggiore di quanto si potrebbe prevedere in base alle considerazioni precedenti. Infatti anche una aggiunta di vapor acqueo dovrebbe produrre da tali punti di vista un effetto analogo a quello dell'anidride carbonica, ma in pratica non è possibile con quest'ultimo ottenere i risultati realizzati invece in presenza di anidride carbonica. Ciò è dovuto forse in parte al fatto che l'anidride carbonica partecipa alla reazione o reagendo con il butilene direttamente:  $\text{C}_4\text{H}_8 + \text{CO}_2 = \text{C}_4\text{H}_6 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  oppure attraverso la reazione con l'idrogeno:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  favorendo la reazione di deidrogenazione del butadiene. Pur non essendo ancora chiarito il meccanismo cinetico della reazione, si può spiegare l'azione così notevolmente favorevole dell'anidride carbonica ammettendo una azione attivante sul catalizzatore di deidrogenazione, oppure la partecipazione ad una reazione diretta con il butadiene cineticamente più veloce.

Come catalizzatore, oltre al nichelio, si possono impiegare altri elementi del suo gruppo, che presentino una attività dei drogante. Volendo evitare l'impiego di metalli più pregiati, buoni risultati si ottengono con l'impiego di catalizzatori ottenuti disperdendo su dei supporti porosi, ad es. allumina o silice o meglio ancora bentonite, del nichelio finemente suddiviso, ottenuto ad es. riducendo dei sali riducibili quali il carbonato basico, l'idrossido, l'ossalato ecc. di nichelio precipitati sul supporto stesso.

La temperatura può variare entro larghi limiti, ma i migliori risultati si ottengono a temperatura tra i 500° e i 700° e probabilmente tra i 550° e i 600°.

Ad es. una miscela costituita da volumi di  $\alpha$ -butilene e di anidride carbonica inviata attraverso uno strato di catalizzatore costituito da bentonite, addizionata dal 5% di nichelio, mantenuto

a 580°- 600°, fornisce dopo separazione dell'anidride carbonica e dei gas più difficilmente condensabili, una miscela contenente all'incirca eguali volumi di butilene e di butadiene ed anche per velocità basse<sup>36</sup> di passaggio dei gas sul catalizzatore, più butadiene che [butilene]<sup>37</sup>.

La anidride carbonica, separata mediante adatti solventi, può essere rimessa in circolo, mentre la separazione del butilene e del butadiene può essere ottenuta per condensazione.

La separazione del butilene dal butadiene può essere effettuata per dissoluzione frazionata con adatti solventi con i metodi noti e il butilene così separato può essere rimesso in circolo e trasformato in butadiene. È anche possibile ottenere in una sola operazione rese così alte da permettere di ottenere la separazione del butilene dal butadiene formato, polimerizzando il butadiene, ad es. con sodio, e ottenendo direttamente della buona gomma sintetica.

Per questa via, rimettendo in ciclo il butilene inalterato, si sono potute ottenere delle rese in butadiene che superano complessivamente l'80% del butilene impiegato. Le perdite, risultando per la massima parte di natura fisica, potranno essere ridotte operando in impianti di grande potenzialità e migliorando conseguentemente i metodi fisici di separazione.

Questo procedimento può essere applicato non soltanto al butilene proveniente dal gas di cracking ma anche al butilene ottenuto per deidrogenazione dell'alcool butilico o anche al butilene sottoprodotto della fabbricazione del butadiene coi procedimenti basati sulla decomposizione catalitica di miscele di alcool ed aldeide acetica, su allumina. Con quest'ultimo procedimento si ha come sottoprodotto una quantità di butilene corrispondente al 20-30% del butadiene prodotto.

<sup>36</sup> minori [cancellato]

<sup>37</sup> butadiene [ripetuto nel testo]

Il ricupero di tale butilene e la sua trasformazione in butadiene col procedimento qui descritto permette di elevare la produzione complessiva di butadiene di circa il 20% senza aumentare il consumo delle materie prime alcool e aldeide.

Si presenta inoltre possibile l'impiego dell' $\alpha$ -butilene ottenibile dall'alcool butilico normale con una reazione che si può realizzare con rese praticamente quantitative, disidratando l'alcool butilico normale su catalizzatori a base di allumina o su caolino. L'alcool butilico, a sua volta, può essere ottenuto coi noti metodi fermentativi oppure per riduzione dell'aldolo ottenuto per condensazione dell'aldeide acetica. L'aldolo viene già impiegato per produrre il butadiene per altra via e precisamente riducendolo a glicol butilenico. Mentre tale reazione non si può realizzare in modo quantitativo, risulta invece possibile trasformare quantitativamente l'aldolo in alcool butilico, qualora si operi a temperature più alte in modo che l'aldolo si trasformi prima in aldeide crotonica. Inoltre, siccome la disidratazione del glicol butilenico a butadiene fornisce delle rese non molto alte, ne risulta che il procedimento, basato sulla trasformazione dell'aldolo in glicol e di quest'ultimo in butadiene, fornisce rese più basse che il procedimento ora proposto, basato sulla trasformazione dell'aldolo in alcool butilico, di quest'ultimo in butilene e sulla deidrogenazione catalitica del butilene a butadiene.

Oltre all' $\alpha$ -butilene si può impiegare il  $\beta$ -butilene e miscele di entrambi perché durante la deidrogenazione del  $\beta$ -butilene ha luogo una trasposizione del doppio legame preesistente con formazione di butadiene.

La reazione di deidrogenazione del butilene è endotermica e il calore di reazione deve essere fornito dall'esterno mediante riscaldamento della camera di reazione con gas caldi o mediante riscaldamento indiretto o diretto del catalizzatore o dei gas reagenti con resistenze elettriche. Siccome la reazione è reversibile,

è utile che i gas reagenti lascino il catalizzatore alla temperatura più alta del ciclo e che vengano subito raffreddati.

È anche possibile, per evitare un apporto di calore dall'esterno che risulta costoso per la elevata temperatura di reazione, far avvenire una parziale combustione dell'idrogeno proveniente dalla deidrogenazione del butilene nell'interno della stessa camera di reazione. A tale scopo è sufficiente mescolare l'anidride carbonica con piccole quantità di ossigeno o di aria, tali da sviluppare nella reazione di combustione una quantità di calore tale da coprire il calore sottratto dalla reazione di deidrogenazione e quello occorrente per il riscaldamento dei gas reagenti sino alla temperatura di reazione. Per ridurre quest'ultima quantità di calore è utile preriscaldare i gas che entrano nella camera di reazione con il calore sensibile dei gas uscenti dalla camera stessa. In questo caso possono bastare quantità molto piccole di ossigeno o di aria, notevolmente inferiori al limite minimo di esplosività della miscela, per mantenere la temperatura del catalizzatore stazionaria senza apporto di calore dall'esterno.

#### RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la produzione di butadiene per deidrogenazione del butilene caratterizzato dal fatto che il butilene o le miscele gaseose contenenti butilene vengono mescolate con anidride carbonica prima di venir condotte su di un catalizzatore ad azione deidrogenante mantenuto a temperatura compresa tra 500° e 700° e preferibilmente tra 550° e 600°.
2. Procedimento come il precedente caratterizzato dal fatto che oltre ad anidride carbonica si aggiungono al butilene piccole quantità di ossigeno o di aria, tali da compensare la quantità di calore *assorbita* nel processo mediante il calore sviluppato nella combustione di parte dell'idrogeno proveniente dalla deidrogenazione del butilene stesso.

3. Procedimento come i precedenti caratterizzato dal fatto che come catalizzatori si impiegano dei metalli dell'ottavo gruppo del sistema periodico, eventualmente sopra un supporto poroso.
4. Procedimento come il precedente caratterizzato dal fatto che come catalizzatore si usa del nichelio supportato da allumina o da silice o da loro composti come il caolino, la bentonite ecc.
5. Procedimento come il precedente caratterizzato dal fatto che la miscela di butilene, anidride carbonica ed altri gas ottenuta dopo la reazione di deidrogenazione viene frazionata o per liquefazione o per assorbimento con solventi, in modo da recuperare l'anidride carbonica che non ha reagito che viene rimessa in ciclo.
6. Processo come il precedente caratterizzato dal fatto che il butilene che non ha reagito viene separato dal butadiene e rimesso in ciclo per essere trasformato in butadiene.
7. Processo come il precedente caratterizzato dal fatto che il butadiene viene separato dal butilene mediante polimerizzazione con formazione di gomma sintetica e che il butilene non polimerizzato viene riutilizzato per essere trasformato in butadiene.
8. Processo come il precedente caratterizzato dal fatto che il butadiene viene separato invece che per polimerizzazione, mediante solventi.
9. Procedimento come i precedenti caratterizzato dal fatto che il butilene viene prodotto da alcool butilico ottenuto per idrogenazione dell'aldolo e che l'idrogeno proveniente dalla deidrogenazione del butilene viene eventualmente recuperato e impiegato per tale idrogenazione.

[AS DSP, 2056]

## XI ter.

Separazione dei componenti di una miscela  
a uguale o vicinissima temperatura di ebollizione  
[ 6 luglio 1938]

PROCEDIMENTO PER LA SEPARAZIONE DEI COMPONENTI  
DI UNA MISCELA AVENTI EGUALI O VICINISSIME  
TEMPERATURE DI EBOLLIZIONE.

(G. Natta per l'Istituto per lo Studio della Gomma Sintetica)

I metodi di distillazione e di rettificazione permettono di separare facilmente i componenti di una miscela liquida, qualora vi sia una certa differenza tra la temperatura di ebollizione dei singoli componenti e quindi tra le tensioni di vapore a temperature diverse da quella di ebollizione. Vi sono però dei casi, di cui taluni di notevole interesse pratico, nei quali la differenza tra le temperature di ebollizione è così piccola, che la separazione per rettificazione risulta difficilissima e costosissima o addirittura praticamente impossibile in apparecchiature industriali. In tali casi si ricorre ad altre operazioni fisiche, quali il congelamento frazionato oppure all'uso di solventi per ottenere la separazione o la diminuzione della concentrazione di uno dei componenti nella miscela.

In alcuni, sia pur rari casi, anche le proprietà fisiche dei due componenti, che si vogliono separare, sono quasi tutte molto simili tra loro e ne risulta una enorme difficoltà pratica per realizzarne la separazione. Esempi di questo tipo sono dati ad es. da miscele di paraffine e di olefine ad egual numero di atomi di carbonio o da miscele di olefine con diolefine pure ad egual numero di atomi di carbonio. Le analogie tra le proprietà fisiche in questi casi sono tanto maggiori

quanto maggiore è il numero di atomi di carbonio e mentre ad es. per l'etano è ancora possibile la separazione dall'etilene per rettificazione, tale separazione risulta più difficile tra il propano e il propilene, tra butano e butilene, ed ancor più tra butilene e butadiene.

È stata proposta in qualche caso la separazione mediante solventi per la separazione del butadiene dal butilene. Questo metodo però non permette una separazione completa, essendo anche il butilene solubile in tali solventi, ma solamente un arricchimento in butadiene nella parte del gas disciolta e un corrispondente impoverimento in quella non disciolta. Soltanto ripetendo più volte tale operazione di dissoluzione e di estrazione si potrebbe ottenere una piccola parte di uno dei componenti della miscela ad una elevata concentrazione.

Il procedimento ora proposto permette invece di separare completamente i due componenti di una miscela con una sola operazione, condotta in modo continuo, che fornisce pure in modo continuo i due componenti allo stato puro, oppure ad alta concentrazione. Il procedimento consiste nell'impiego di una colonna riempita di anelli Raschig, oppure formata di un certo numero di piatti e in tal caso costruita in modo analogo alle colonne di rettifica.

In tale colonna si introduce in modo continuo la miscela dei gas o vapori da separarsi ad una altezza, che varia a seconda della composizione della miscela stessa, mentre dall'alto della colonna si introduce pure in modo continuo un solvente nel quale uno dei componenti della miscela sia più solubile dell'altro. Il solvente che scende nella colonna si arricchisce man mano di uno dei componenti e giunto nella parte inferiore viene riscaldato in modo da sviluppare i gas sciolti. Una parte di questi, che può essere anche volumetricamente notevolmente superiore alla quantità introdotta nella colonna nello stesso tempo, risale nella colonna in controcorrente, con il solvente e si arricchisce, man mano che procede verso l'alto, del componente meno solubile.

Questo procedimento differisce dai noti procedimenti di rettifica per il fatto che la fase liquida è costituita da una soluzione in un solvente relativamente poco volatile e per il fatto che, mentre nelle colonne di rettifica il riflusso necessario per il buon funzionamento della colonna stessa è ottenuto per condensazione dai vapori ed entra dall'alto della colonna, in questo caso è ottenuto per degasazione del solvente ed entra dal basso della colonna.

Ad es., se si usa una colonna riempita di anelli Raschig e si introduce a circa 2/3 dell'altezza una miscela contenente il 30% di butadiene e il 70% di  $\alpha$ -butilene, e dall'alto si introduce della anilina fredda in proporzione di un litro ogni 15-30 litri di gas e si degasa poi completamente l'anilina per riscaldamento a temperatura poco inferiore a quella di ebollizione e se si estrae il 30% dal volume del gas dopo raffreddamento alla base e il 70% alla sommità della colonna, si osserva che i due gas sono costituiti rispettivamente da butadiene e da butilene, tanto più puri quanto è maggiore l'altezza della colonna e quanto maggiore è il rapporto tra il volume di solvente e il volume della miscela gassosa da trattare.

Con colonne alte parecchi metri è possibile ottenere una separazione praticamente completa.

Per la separazione del butilene dal butadiene si può usare come solvente, invece dell'anilina, altri liquidi ad es. benzolo o meglio suoi derivati meno volatili, oppure furfurolo, piridina, e in genere sostanze aromatiche o idroaromatiche contenenti preferibilmente due doppi legami coniugati od altre sostanze che presentano la proprietà di sciogliere maggiori quantità di butadiene che di butilene.

L'uso di solventi poco volatili, anche se sciolgono i componenti della miscela meno facilmente di altri più volatili, presenta il vantaggio di ridurre le perdite di solvente, dovute al fatto che i gas uscenti alla base ed alla sommità della colonna sono saturi del sol-

vente alla temperatura alla quale vengono refrigerati. Usando ad es. nel caso della separazione butilene-butadiene, come solvente l'anilina e raffreddando fortemente i gas separati, le perdite di solvente risultano praticamente trascurabili.

Per migliorare il bilancio termico del processo si può preriscaldare il solvente che si raccoglie alla base della colonna e che deve essere degasato con il solvente caldo uscente dalla camera di degasazione. Tale camera può far parte della colonna stessa essendone posta alla base, oppure essere tenuta separata.

Questo procedimento può servire non solo per separare fra di loro il butilene dal butadiene, ma anche per estrarli da miscele gassose complesse che li contengono in piccole quantità, ad es. dai gas residui sottoprodotti della fabbricazione del butadiene. In tale caso si estrae dai gas presenti meno solubili: etilene, idrogeno, ossido di carbonio, azoto, ecc. che li accompagnano, tanto il butilene che il butadiene, mediante assorbimento con un solvente in una colonna di lavaggio che può essere piena di Raschig.

La soluzione così ottenuta può venir degasata e i gas ottenuti essere sottoposti ad un assorbimento frazionato in una seconda colonna in modo da ottenere alla base di questa il butadiene puro, e alla sommità il butilene eventualmente impuro per piccole quantità di componenti meno solubili. Si può semplificare il procedimento inviando a metà della colonna di frazionamento, invece dei gas estratti dal solvente, la soluzione stessa ed estraendo il solvente degasato e raffreddato alla base della colonna di frazionamento e rimandandone una piccola parte alla sommità della colonna stessa e il restante alla colonna di assorbimento.

Questo procedimento molto semplice di separazione di gas o vapori per assorbimento frazionato con riflusso del componente più solubile si presta a molte applicazioni e può sostituire in molti casi vantaggiosamente certi processi chimici più costosi di separazione o di purificazione.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento continuo per la separazione di gas o vapori da una miscela caratterizzato dal fatto che essa viene sottoposta ad un assorbimento frazionato con un solvente, rispetto al quale uno dei componenti è più solubile, in una colonna di assorbimento che viene alimentata ad una altezza intermedia con la miscela di gas o vapori, alla sommità con il solvente puro, e alla base con un riflusso di gas o vapori provenienti dalla degasazione del solvente stesso e dal fatto che i componenti gassosi della miscela vengono estratti rispettivamente alla base e alla sommità della colonna.
2. Procedimento come il precedente caratterizzato dal fatto che la degasazione avviene per riscaldamento del solvente che viene preriscaldato a spese del calore sensibile del solvente degasato.
3. Procedimento come il precedente caratterizzato dal fatto che la miscela da trattare è costituita da butilene e da butadiene e che come solvente si impiega un liquido nel quale uno dei componenti ad es. il butadiene è più solubile dell'altro.
4. Procedimento per la separazione del butadiene e del butilene da una miscela gassosa complessa contenente altri gas meno solubili caratterizzato dal fatto che il butilene ed il butadiene vengono separati da tali gas in una prima colonna di assorbimento con un solvente che viene poi introdotto ad un'altezza intermedia in una seconda colonna di frazionamento funzionante come nella rivendicazione 1, alimentata in alto con parte del solvente degasato, proveniente dalla base della colonna.

[ASP DSP, 2056]

## XII.

C. Poli a G. Venosta sul nome commerciale  
della gomma sintetica italiana  
6 luglio 1938, firmata.

SOCIETÀ ITALIANA PIRELLI  
MILANO

Milano, 6 luglio 1938

Da Direzione tecnologica gomma a Sig. Ing. VENOSTA  
Ufficio Consulenza e Brevetti

N. 1465

Oggetto: Denominazione per la gomma sintetica

Credo che sarebbe conveniente, sotto molti aspetti, fra cui non ultimo quello della brevità di locuzione, dare un nome di fantasia alla gomma sintetica di produzione nazionale, a somiglianza e in contrapposizione alla Buna tedesca.

Si potrebbe adottare il nome "Caucital" per indicare in genere tutti i prodotti di polimerizzazione del butadiene suoi omologhi e derivati.

Prego l'Ufficio Consulenza e Brevetti di chiarire se sia possibile depositare questo nome od eventualmente un altro, come marchio di fabbrica per lo scopo suddetto e di chiedere quindi istruzioni al Sig. Ing. Venosta tanto per il benessere alla denominazione che per decidere se esso debba essere registrato a nome della S.I.P. o (come credo più probabile) della Società per la Produzione della Gomma Sintetica.

C. Poli

[ASP DSP, 2056]

## XIII.

G. Natta a G. Venosta sul brevetto per la produzione  
dell'aldeide acetica  
7 luglio 1938, firmata.

Ing. Prof. Giulio Natta  
Direttore dell'Istituto di Chimica industriale  
R. Politecnico di Torino

7. VII. 1938-XVI  
Via M. Gioda 32  
Tel. Istituto 49671

Egregio Ing. Venosta  
Direttore della Soc. per la Produzione della Gomma Sintetica  
Milano

Oggetto: Licenza del brevetto della Società B.P.D. per la Produzione dell'aldeide dall'alcool.

Egregio Ingegnere,  
desidero informarLa che domenica sera dovrò fare una scappata a Roma per un concorso che ha luogo lunedì 11 c.m. per il Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Avrò occasione di incontrarmi a Roma con l'Ing. Scribani Rossi direttore della Soc. Bombrini Parodi Delfino. Se Ella crede potrei riparlare con detta Società in merito alla licenza alla Società per la Produzione della Gomma Sintetica del brevetto per la produzione dell'aldeide acetica dall'alcool.

Se Ella credesse di inviarmi una minuta per l'accordo relativo, potrò prospettarlo all'Ing. Scribani; altrimenti potrei tentare di abbozzarlo io stesso a Roma insieme all'Ing. Scribani, tenendo presente quanto Ella e S. E. Giordani mi hanno detto lunedì scorso

in proposito, e riservandomi naturalmente di sottoporlo all'approvazione della Soc. per la Produzione della G. S.

Per qualsiasi eventuale comunicazione in proposito La prego di indirizzare all'Hotel Moderno a Roma.

Con i migliori saluti e ossequi  
Suo dev.  
Giulio Natta

[ASP DSP, 2056]

XIV.

The Distillers Company a G. Natta  
8 luglio 1938, copia.

THE DISTILLERS COMPANY, LTD.  
The Research Department.

Great Burgh, Epson, Surrey  
8 July, 1938

Professor G. Natta  
Direttore dell'Istituto di Chimica  
R. Politecnico di Torino  
Via M. Gioda, 32. Torino Italy

Dear Professor Natta,

Exchange of Information

I enclose copies of British specifications 486520, 486573 and 486574, Manufacture of styrene and hydrocarbone related thereto, which have just issued to the Distillers Company Limited. A corresponding Italian application is pending which embodies the subject matter of all three cases.

Yours faithfully,  
FOR THE DISTLLERS COMPANY LIMITED  
F.to A. M. PEAKE  
RESEARCH DEPARTMENT

[ASP DSP, 2056]

XV.

G. Bruni a G. Venosta sul nome commerciale "Cauccital"  
20 luglio 1938, firmata.

RISERVATO

SOCIETÀ ITALIANA PIRELLI  
MILANO

Bicocca , 20 luglio 1938

Da Uff. Consulenza e Brevetti D.C.G  
a Spett. Istituto per la gomma sintetica  
N. 3058

Sig. Ing. VENOSTA  
" Prof. POLI

Oggetto: Denominazione per G. S.

Con riferimento al rilievo del Prof. Poli N. 1465, del 6 corr., esprimo il mio parere in complesso favorevole alla proposta di depositare il nome "CAUCCITAL" per la gomma sintetica di nostra produzione.

Non sono invece favorevole ai nomi proposti dal Dott. Maximoff. Sconsiglio infatti tutti quelli con desinenza in "PRENE" perché è una troppo stretta somiglianza coi "Neoprene", "Sovprene" e altri simili già in uso. Così pure sono sconsigliabili quelli in cui figura la radice o la desinenza "Erit" perché, dato che nel pubblico il nome "Eritrene" è pochissimo noto, è più probabile che si intenda trattarsi di gomme dell'Eritrea.

Circa il nome al quale fare il deposito, credo che trattandosi di un marchio di commercio, e non di un brevetto tecnico sia preferibile farlo a nome della Società per la produzione della G. S. e non dell'Istituto per lo Studio ecc.  
Prego di darmi istruzioni.

Prof. Bruni

[ASP DSP, 2056]

XVI.

T. G. Levi ad A. Maximoff sulle denominazioni  
della gomma sintetica  
30 agosto 1938, firmata.

Riservata

SOCIETÀ ITALIANA PIRELLI  
MILANO

Bicocca, 30 agosto 1938-XVI°

Da Direzione Reparto 29° Bicocca

a Sig. Dr. Maximoff

N. 531 di prot.

p. c. sigg.: Ing. Venosta  
Prof. Bruni  
Prof. Natta

Oggetto: Gomma sintetica con il metodo acetaldeide – aldolo – butilenglicol.

A Vs. rilievo n. 374 del 22/8<sup>38</sup>, colle voci:

Processo Ostromislenskii  
Processo Buna  
Processo S K B  
Processo Lush

abbiamo voluto indicare o i nomi usuali dei procedimenti di produzione della gomma sintetica o i nomi commerciali delle qualità stesse di gomma sintetica o ancora i nomi delle persone che questi

<sup>38</sup> Non presente nel fascicolo.

procedimenti hanno reso industriali. Ciò senza risalire alla priorità dei singoli procedimenti, il che nel caso nostro non interessava.

In particolare, il procedimento aldolo, butilenglicol, butadiene non viene usualmente chiamato processo Ostromuiskii<sup>39</sup>, per quanto Ostromuiskii abbia lavorato su questo argomento.

Circa il processo Lush poi, la realizzazione industriale è stata tentata ultimamente da Lush pur essendovi sull'argomento una vasta letteratura di vari Autori e fra gli altri Anche Ostromuiskii (Vedi ns. relazione 364 del 14/7/1937<sup>40</sup>).

Comunque la ns. relazione ha lo scopo – prendendo lo spunto da uno studio della reazione sec. Lush – di mettere a punto su scala semi-industriale un procedimento di preparazione di 1.3 butilenglicol.

(Prof. Levi<sup>41</sup>)

[ASP DSP, 2056]

<sup>39</sup> Leggi Ostromuiskii.

<sup>40</sup> Relazione non presente nel fascicolo.

<sup>41</sup> Tullio Guido Levi (Roma 1899 – Valparaiso ??) ricercatore della Pirelli. Era fratello minore del chimico Giorgio Levi, assistente di Bruni all'Istituto di chimica generale del Politecnico. Laureatosi in chimica pura a Napoli nel 1921 era stato assunto alla Pirelli, alle dipendenze di Bruni e poi dal 1929 di Cino Poli, lavorando dapprima nel vecchio Laboratorio chimico dello stabilimento milanese della Brusada e dal 1925 nel Laboratorio di ricerche chimiche e chimico-fisiche della Bicocca, sezione Mescolanze. Nel 1930 aveva conseguito la libera docenza in chimica organica al R. Politecnico di Milano, dove dal 1932 era professore incaricato di un corso di Tecnologia della gomma elastica all'Istituto di chimica industriale diretto da Mario G. Levi. Al pari di questi fu estromesso dall'insegnamento a seguito delle leggi razziali del 1938 e dichiarato decaduto dalla libera docenza. Lasciata anche la Pirelli, espatriò per lavorare come direttore tecnico in una società cilena nella quale aveva una cointeressenza, la Industrias de la Goma di Quilpe. Cfr. Milano, Archivi storici del Politecnico di Milano. Archivio generale, SEG VIII, AG, 471, fasc. *Levi, Tullio Guido*, e ASP-DSP, Personale, fasc. *Levi prof. Tullio Guido*.

## XVII.

Visita alla Bicocca del ministro delle Corporazioni F. Lantini  
1° settembre 1938

1° Settembre 1938 – XVI

Dopo aver visitato l'impianto pilota della Società Italiana per la Produzione della Gomma Sintetica, S. E. Lantini si è recato nei locali dell'Istituto per lo Studio della Gomma Sintetica dove gli sono stati presentati vari campioni di diverse qualità di gomma sintetica e di lattice sintetico e numerosi articoli preparati in lattice sintetico.

Fra essi vi erano dei pneumatici in gomma sintetica i quali avevano percorso oltre 12.000 Km., e si erano comportati in modo uguale a quelli in gomma naturale, delle maschere antigas, degli articoli tecnici (guarnizioni, guanti, borse per acqua calda, accessori per auto).

Vi erano pure in confronto degli oggetti in Buna. Sono stati mostrati pure dei pneumatici nei quali il cotone era stato sostituito con rayon.

Durante la visita del Laboratorio Fisico della Società Italiana Pirelli, sono stati visti funzionare degli apparecchi con i quali vengono esaminate le proprietà della gomma: dinamometri, plastometri, macchine per la resistenza alla fatica ed all'abrasione, apparecchi per il controllo della vulcanizzazione in luce ultravioletta, ecc.

La visita è proseguita poi in altri Reparti della Società Italiana Pirelli.

A. Maximoff

[ASP DSP, 2056]

## XVIII.

A. Maximoff a G. Natta sulla trasformazione  
di butilenglicolo in eritrene  
3 settembre 1938, firmata.

RISERVATA

ISTITUTO PER LO STUDIO DELLA GOMMA SINTETICA  
MILANO

Bicocca, 3 Settembre 1938 – XVI°

Da Dr. Maximoff  
N. 397.

a Prof. Natta  
p.c. Ing. Venosta  
" Prof. Bruni

Oggetto: Preparazione 1.3 butilenglicolo e sua trasformazione in eritrene.

Con riferimento a vs. rilievo N. 369 del 29.8.38<sup>42</sup> al sig. ing. Venosta desidero comunicare quanto segue:

1°) – Condensazione aldolica. Desidero attirare la vs. attenzione sul fatto che il rendimento in aldolo rispetto all'acetaldeide impiegata, ottenuto sia su scala semi industriale nel Laboratorio dell'Istituto, con apparecchio della produzione unitaria di 12 Kg. di aldolo, sia dal Prof. Levi<sup>43</sup>, è vicino al 97%-98%, tenendo conto dell'acetaldeide recuperabile. Il 58%-60% di rendimento in aldolo ottenuto dall'Istituto ed il 62,7% ottenuto dal prof. Levi, indicati

<sup>42</sup> Non presente nel fascicolo.

<sup>43</sup> Tullio Guido Levi, vedi nota 41.

nel mio rilievo 375 del 22.8.38, si riferiscono ad operazioni eseguite senza il ricupero dell'acetaldeide.

Il rendimento in aldolo, indicato per l'Istituto si riferisce ad aldolo al 100%. Dall'esame del rilievo del prof. Levi risulta che il rendimento di 62,7% si riferisce ad un prodotto tecnico, del quale ci è ignoto il grado di purezza.

Vi prego di comunicarmi se il vs. rendimento, il quale si avvicina al 90% si riferisce all'acetaldeide impiegata, senza ricupero e quale è il grado di purezza dell'aldolo ottenuto.

2°) – Idrogenazione dell'aldolo. Dal vs. rilievo risulta che considerate l'attrezzatura impiegata da voi, superiore ai ns. autoclavi con agitazione. Questa asserzione non viene confermata dai risultati ottenuti poiché, mentre il vs. rendimento massimo è vicino al 70%, il ns. è invece 82% (questo valore è la media di varie decine di esperienze.)

3°) – Trasformazione del butilenglicolo in eritrene. Nel vs. rilievo fate notare che avete trovato delle difficoltà per la trasformazione del butilenglicolo in eritrene e proponete di concentrare su quest'ultima fase l'attività dei vari laboratori. Ritengo che ciò sia inutile perché già da molti anni ho risolto questo problema, come ho già riferito nel rilievo 1240/CC del 19.8.37 e 1554/CC del 22/10/37<sup>44</sup>.

Nel laboratorio dell'Istituto abbiamo perfezionato questa trasformazione ottenendo i seguenti risultati: il rendimento in eritrene riferito al butilenglicolo, è 65% del teorico, contemporaneamente come prodotti secondari si ha il 20%-21% di sostanze non miscibili con lo strato acquoso le quali sono costituite principalmente da alcool crotilico ed allilcarbinolo; ambedue possono essere fa-

<sup>44</sup> Note di laboratorio non incluse nel fascicolo.

cilmente trasformate in eritrene nella medesima apparecchiatura impiegata per il butilenglicolo. Tenendo conto di questi prodotti la ns. trasformazione è certamente non inferiore al 75% teorico; questo valore è sicuramente più alto di quello indicato dal prof. Levi.

La purezza del ns. eritrene è confermata dai risultati della polimerizzazione, i quali danno 99%-100% di gomma sull'eritrene impiegato.

L'attrezzatura attuale è per 500 gr. al giorno di gomma sintetica, ma abbiamo già un'installazione la quale ci permetterà di aumentare questa produzione a 3-4 kg. di gomma al giorno. Questa installazione entrerà in funzione la settimana prossima.

(Dr. A. Maximoff)

[ASP DSP, 2056]

XIX.

G. Natta a A. Maximoff  
14 settembre 1938, firmata.

SOCIETÀ ITALIANA PER LA PRODUZIONE DELLA GOMMA SINTETICA  
MILANO

Bicocca, 14 Settembre 1938-XVI°

Da Prof. Natta

a Dott. Maximoff  
p.c. Ing. Venosta  
" Prof. Bruni

N. 394

Risp. a ril. 397 del 3 corr.

Oggetto: Preparaz. 1,3 butilenglicol e sua trasform. in eritrene

Con riferimento al Suo rilievo n. 397 del 3 c.m.<sup>45</sup>, La informo che per la condensazione aldolica, le rese da noi ottenute al 90% si riferiscono all'acetaldeide impiegata, senza ricupero.

In caso di ricupero, le rese sarebbero quasi quantitative.

Per l'idrogenazione dell'aldolo non vedo la possibilità pratica per l'impianto pilota, che dovrà trattare 1000 kg/giorno, di adoperare autoclavi ad agitazione od a scossa, tanto più che tale impianto non è fine a se stesso, ma dovrà servire come esperienza per eventuali maggiori impianti futuri.

Nella tecnica dell'idrogenazione fatta su larga scala industriale, i vecchi sistemi sono completamente soppiantati dai metodi continui a catalizzatore fisso od a catalizzatore trasportato, ma sempre con circolazione di liquido.

<sup>45</sup> V. Documento XVIII.

Con il metodo a circolazione di liquido abbiamo ottenuto rese non inferiori a quelle con autoclave ad agitazione, e quindi le rese maggiori da Lei dichiarate non devono attribuirsi al macchinario impiegato, ma ad altri fattori (attività e quantità di catalizzatore o purezza dei reattivi o temperature o durata dell'operazione) oppure al sistema di determinazione delle rese.

Per la trasformazione del butilenglicolo a butadiene noi non riteniamo risolto il problema per la bassa durata dell'attività dei catalizzatori. Un catalizzatore che si rispetti deve durare dei mesi e non un giorno.

La pregherei perciò di comunicarmi se Lei ha risolto il problema da questo punto di vista, perché sarebbe desiderabile di evitare che nel secondo impianto pilota che stiamo progettando, si verificassero i gravi inconvenienti osservati nel primo, dovuti alla scarsa vita del catalizzatore.

Rilevo comunque con piacere che le rese complessive che si dedurrebbero dal Suo rilievo del 3 c.m. adottando le nostre rese della condensazione aldolica, prudentemente considerata 90%, risultano  $0,90 \times 0,82 \times 0,75$ , ossia raggiunge il 55% del teorico e quindi il 33% in peso di gomma. Ciò contrasta con le Sue precedenti affermazioni, che il metodo all'aldolo forniva rese praticamente uguali a quelle del metodo all'alcool – aldeide.

Prof. G. Natta

[ASP DSP, 2056]

## Documento XX.

A. Maximoff a F. Giordani  
24 settembre 1938, firmata.

### Riservata

ISTITUTO PER LO STUDIO DELLA GOMMA SINTETICA  
MILANO

Bicocca, 24 settembre 1938-XVI

Da Laboratorio  
N. 455

a S. E. Giordani  
Ing. Venosta  
Prof. Natta  
Ing. Allavena<sup>46</sup>

Oggetto: Prolungamento della vita del catalizzatore per la preparazione dell'eritrene.

Il liquido di reazione attualmente impiegato dalla Società Italiana per la Produzione della Gomma Sintetica per la preparazione dell'eritrene con il metodo alcool etilico – paraldeide, ha la seguente composizione in peso

Alcool etilico al 100%	62, –
Paraldeide	33, –
H <sub>2</sub> O	5, –
	<u>100, –</u>

Questo liquido è stato scelto perchè presenta il vantaggio che l'eritrene ottenuto da esso, secondo le ns. esperienze, può essere purificato facilmente mediante distillazione; ha l'inconveniente però di avere un certo eccesso di acetaldeide la quale carbonizza facilmente ed avvelena il catalizzatore.

<sup>46</sup> Domenico Allavena, professore di fisica e dirigente Pirelli presso la Direzione centrale gomma, nella Direzione gruppo Laboratori ricoperta da Cino Poli, a cui successe nel 1945. Lasciò nel 1954 la società e fu sostituito dal fisico Valentino Zerbini.

Poiché abbiamo visto, in base ai buoni risultati verificati in fabbrica con la gomma P14, che l'impianto della Società Italiana per la Produzione della Gomma Sintetica<sup>47</sup> è a punto sia con la distillazione, sia con la polimerizzazione, proponiamo ora l'impiego di un nuovo liquido di reazione avente la seguente composizione in peso

Alcool etilico al 100%	69,50
Paraldeide	23,50
H <sub>2</sub> O	7, -
	<u>100, -</u>

Questo liquido ha il vantaggio, rispetto al precedente, di contenere meno paraldeide, il catalizzatore si inquina meno, quindi la sua attività diminuisce più lentamente ed il periodo lavorativo utile può essere raddoppiato. È necessario però aver maggior attenzione durante la distillazione poiché la purificazione dell'eritrene è un po' più difficile, però se la fabbrica della S.I.P.G.S. avrà cura di ottenere dell'eritrene avente i requisiti elencati nel ns. rilievo N° 364 del 17/8/38<sup>48</sup> siamo sicuri che la gomma sarà certamente non inferiore alla P14.

Consigliamo inoltre, indipendentemente dalla composizione del liquido di reazione, di abbassare di 10° - 20°C la temperatura del forno di catalisi, in tal modo si diminuisce la formazione di depositi carbonosi. Il rendimento del forno diminuisce un po', ma aumenterà la vita del catalizzatore ed il gas ottenuto sarà più ricco di eritrene perché diminuisce la produzione di prodotti secondari.

(Dr. A. Maximoff)

[ASP DSP, 2056]

<sup>47</sup> Si riferisce all'impianto semi-industriale della Società per la produzione della gomma sintetica alla Bicocca.

<sup>48</sup> Non incluso nel fascicolo.

## Documento XXI.

A. Maximoff a G. Natta  
30 settembre 1938, firmata.

ISTITUTO PER LO STUDIO DELLA GOMMA SINTETICA  
MILANO

Bicocca, 30 settembre 1939

Dr. Maximoff a Prof. Natta  
Risp. A vs. del 14.9. 1938 p. c. Ing. Venosta  
Prof. Bruni

Oggetto: Preparazione 1.3 Butilenglicolo e sua trasformazione in eritrene.

In risposta a vs. rilievo N. 394 del 14 c.m.<sup>49</sup> comunico quanto segue:

1) Idrogenazione dell'aldolo. Io pure come Voi, non posso immaginare un impianto per l'idrogenazione dell'aldolo munito di autoclavi ad alta pressione, aventi grande diametro ed appunto la difficoltà di costruzione dell'attrezzatura per tali impianti su scala industriale mi fece ricorrere, già 26 anni fa, alla riduzione elettrolitica dell'aldolo. Nel mio rilievo ho soltanto indicato che il metodo da noi applicato nel laboratorio dell'Istituto<sup>50</sup> per una resa dell'82%, non richiede alcuna apparecchiatura speciale, perché è sufficiente che la mescolatura del liquido avvenga con un metodo qualunque, sia pure con un semplice agitatore.

In quanto alla determinazione della resa in butilenglicolo

<sup>49</sup> Vedi Documento XIX.

<sup>50</sup> Ossia il laboratorio dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica alla Bicocca.

escludo qualunque possibilità di errore, dato che i miei calcoli sono stati confermati dalla resa in gomma.

2) Trasformazione del butilenglicolo in eritrene. Il prezzo del catalizzatore per questa trasformazione, nel momento attuale, è, secondo i miei calcoli, di L. 1 per Kg. di gomma, ma spero abbassare ancora notevolmente tale prezzo. La convenienza di un catalizzatore per una preparazione industriale, dal mio punto di vista, dipende solo dal suo prezzo. Il costo di L. 1 per Kg. di gomma (senza ricupero) mi sembra perfettamente accettabile tanto più che ho tutti i dati per credere che con una produzione regolare esso sarà notevolmente abbassato.

Per il momento non conosco un catalizzatore che possa, per questa reazione, essere impiegato per dei mesi. Ritengo però che in base al suo prezzo per Kg. di gomma, il problema della preparazione industriale dell'eritrene dal butilenglicolo sia pienamente risolto.

Preferisco rispondere in un altro rilievo per quanto riguarda il confronto tra i metodi di preparazione dell'eritrene con la miscela alcool etilico – paraldeide e quello con butilenglicolo.

Dr. Maximoff

[ASP DSP, 2056]

## Documento XXII.

A. Maximoff a F. Giordani  
30 settembre 1938, firmata.

### Riservata

ISTITUTO PER LO STUDIO DELLA GOMMA SINTETICA  
MILANO

Bicocca 30 Settembre 1938 – XVI°

Da Dr. Maximoff a S. E. Giordani  
Ing. Venosta  
Prof. Bruni

Risp. a Prof. Natta

Oggetto: Confronto di due metodi per la preparazione della gomma sintetica.

Scrivo questo rilievo riferendomi a quello N. 394 del 14 c.m., del prof. Natta, nel quale egli espone alcune idee che danno un aspetto errato ad alcuni punti del problema della preparazione industriale della gomma sintetica.

Desidero premettere che non scrivo affatto con intenti polemici, ma unicamente perché voglio chiarire, nell'interesse generale del lavoro, alcune questioni riferentisi alla produzione industriale della gomma sintetica.

Nel rilievo del prof. Natta vi sono due frasi che non posso lasciare senza risposta. La prima è la seguente: "Un catalizzatore che si rispetti deve durare dei mesi e non un giorno".

Tale catalizzatore per la preparazione dell'eritrene non esiste

ancora. Nei miei rilievi N° 1264/CC/1086 del 24 settembre 1936 e N° 190/CC/1139 del 10 febbraio 1937<sup>51</sup> alla domanda postami dalla Direzione Centrale Gomma S. I. P. sul prezzo della gomma sintetica io ho risposto in un primo tempo che per 100 kg. di gomma bisogna calcolare l'impiego di 100 kg. di catalizzatore, ma che dopo 12-18 mesi di lavoro nell'impianto, tale quantità di catalizzatore potrà essere notevolmente ridotta. Mi sembra che si poteva obiettare contro di ciò nel Settembre 1937 quando ho comunicato i dati per la costruzione dell'impianto sperimentale, ma non ora nel Settembre 1938.

La questione della convenienza di un catalizzatore qualsiasi per la produzione dell'eritrene, deve essere considerata per il momento in base al prezzo del catalizzatore stesso riferito a 1 kg. di gomma prodotta. Nei miei rilievi citati più sopra, avevo scritto che il prezzo del catalizzatore per kg. di gomma è di L. 2,20; tale prezzo è elevato, ma fu accettato. Effettivamente, nelle condizioni attuali del mercato, tale prezzo non è superiore a L. 2,-, ma per mantenerci entro questo limite è indispensabile produrre il catalizzatore dell'impianto stesso e non comperarlo da Baslini il quale lo fa pagare L. 7,- al kg. Tenendo presente che la quantità di catalizzatore può essere facilmente ridotta a 0,5 kg. Per 1 kg. di gomma, il suo prezzo diventa solo di L. 1, -, ma di mano in mano che il personale nell'impianto acquisterà maggior esperienza, questo costo sarà ancora ulteriormente abbassato.

L'ultima parte del rilievo del prof. Natta, mi ha destato ancora maggior sorpresa: "Rilevo comunque con piacere che le rese complessive che si dedurrebbero dal Suo rilievo del 3 c.m. adottando la nostra resa della condensazione aldolica, prudentemente considerata 90%, risultano 0,90x0,82x0,75, ossia raggiunge il 55% del

teorico e quindi il 33% in peso di gomma. Ciò contrasta con le Sue precedenti affermazioni, che il metodo dell'aldolo forniva rese praticamente uguali a quelle del metodo all'alcool-aldeide."

Nel mio rilievo N° 1554/CC/1302 del 22.10.37, una copia del quale era stata inviata al prof. Natta, è indicata una resa in aldolo del 92% e in butilenglicolo del 83%; nel mio rilievo 1678/CC del 13.11.37 ho comunicato che in laboratorio la resa dell'eritrene sull'aldeide acetica impiegata era del 30,4%, ma che noi vedevamo la possibilità di aumentarla fino a 39%. Ciò che il prof. Natta dice di aver rilevato con piacere dando quindi il carattere di novità, era già stato comunicato fin dal 22.10.37, e per questa ragione non vedo proprio in che cosa consista il contrasto con la mia affermazione precedente.

Passando ora alla questione dei metodi di preparazione dell'eritrene debbo dire che il numero delle reazioni con le quali si ottiene dell'eritrene è grande e che ne conosco circa una trentina. Di queste trenta, già 25 anni fa, furono da me scelte due, quali più interessanti per la produzione industriale della gomma sintetica e precisamente la reazione dell'alcool etilico con l'acetaldeide o con paraldeide e la trasformazione dell'acetaldeide in aldolo-butilenglicol-eritrene.

Teoricamente ambedue queste reazioni danno il 60% di eritrene in peso sulle materie prime. Praticamente, la prima dà il 25-28% e la seconda 30-33%. Con entrambi i procedimenti il costo dell'eritrene è pressoché eguale e dal punto di vista commerciale conviene fare la scelta in dipendenza alle materie prime (cioè se si parte dai rifiuti di idrati di carbonio, cellulosa, amido o dal carburo di calcio). È necessario inoltre tener presente nel caso della reazione alcool etilico-acetaldeide, la possibilità di trasformare il butilene in eritrene e di utilizzare l'etilene per la preparazione dello stirolo.

In base alla richiesta verbale fatta il 16/7/37 da S. E. Alberto Pirelli sui metodi di preparazione dell'eritrene nell'impianto pi-

<sup>51</sup> Non inclusi nel fascicolo.

lota, ho risposto che era necessario preparare l'attrezzatura dell'impianto per entrambi i metodi (v. rilievo n° 1240/CC/1249 del 19.8.37). Però se ci sarà possibile innalzare la resa in eritrene fino a 39-40% sul peso dell'aldeide acetica di partenza, del che non vediamo la possibilità nel laboratorio dell'Istituto, allora il metodo del butilenglicolo può diventare conveniente.

D'altra parte nelle esperienze che hanno dato i migliori risultati la miscela alcool etilico-aldeide acetica ha dato una resa del 33% in peso ed è possibile che questo rendimento possa essere ulteriormente migliorato. Abbiamo intenzione di condurre una serie di esperienze in questo senso ed abbiamo pure in programma lo studio di altri metodi, tre dei quali ci sembrano particolarmente promettenti dal punto di vista commerciale.

Per quel che riguarda la purezza dell'eritrene, il metodo del butilenglicolo ha il vantaggio di dare, in certe particolari condizioni, dell'eritrene praticamente puro. D'altra parte è pure possibile la purificazione dell'eritrene dai butileni e sotto questo punto di vista merita attenzione il metodo al cloruro rameoso sperimentato in Russia ed il metodo basato sulla diversa solubilità dell'eritrene e dei butileni in liquidi quali: l'anilina, il furfurolo, l'etilencloridrina ed altri (v. brevetti americani N° 1.882, 978 e N° 1.919, 752). Non è da escludere la possibilità della purificazione completa dell'eritrene per mezzo di una distillazione frazionata sotto pressione.

Da quanto ho esposto risulta che si potrà trarre una conclusione sul vantaggio economico di uno di questi metodi solo dopo un'esperienza sufficientemente lunga in fabbrica, se, nel frattempo un terzo metodo non darà una soluzione più economica del problema della sintesi della gomma.

A. Maximoff

[ASP DSP, 2056]

XXIII.

G. Venosta al gen. Mario Palcani  
6 ottobre 1938, copia.

Milano 6 ottobre 1938 – XVI°

Egregio Generale,

Ho il piacere di comunicarVi che la Soc. Pirelli, in collaborazione con la "Società di Produzione" e l'Istituto della "Gomma Sintetica" ha già approntato un certo numero di coperture per veicoli militari, secondo accordi presi con S.E. Giordani.

Alcune di queste coperture sono state fabbricate con gomma sintetica prodotta recentemente dall'impiantino sperimentale della "Società di Produzione" ed altre con Buna S.

Le prime sono costituite da due treni di 4 coperture ciascuno di 4.000-19 ed un treno di 6 coperture 34 X 7. Le altre costituite da un treno di coperture 34 X 7.

Queste coperture potranno essere provate in parallelo per verificare i risultati della nostra gomma sintetica in confronto alla Buna e per verificare anche i risultati della gomma sintetica, sia nostra che tedesca, in confronto alla gomma naturale.

Ritengo opportuno dare a Voi questo annuncio in considerazione del Vostro attivo interessamento al nostro lavoro ed alla partecipazione, come Consigliere, delle due Società della "Gomma Sintetica", perché vogliate dare le comunicazioni del caso all'Ispettore generale della Motorizzazione dal quale attendiamo le necessarie disposizioni per fornire questo materiale.

Con l'occasione Vi prego di tener presente che nonostante il costo più elevato del materiale in parola rispetto a quello prodotto

con gomma naturale, noi potremmo fornirlo ai prezzi praticati per quest'ultimo.

Resto in attesa di comunicazioni, e Vi prego di gradire i miei saluti cordialissimi

F.to Ing. Venosta

A S. E. Gen. Mario Palcani  
Direzione generale di Commissariato Generale  
Fabbricazioni di Guerra  
Via Sallustiana, 53 – Roma

P. S. Una copia della presente verrà spedita al Sig. Gen. Manera.

[ASP DSP, 2030]

XXIV.

G. Natta a G. Venosta sulla rigenerazione dei catalizzatori per butadiene  
11 ottobre 1938, firmata.

SOCIETÀ ITALIANA PER LA PRODUZIONE DELLA GOMMA SINTETICA  
MILANO

Bicocca, 11 Ottobre 1938 – XVI

Da Prof. G. Natta	a	Signor Ing. Venosta
N. 432		p. c. Prof. Bruni
	"	Dr. Maximoff

Oggetto: Rigenerazione catalizzatori per butadiene

Unisco alla presente alcune curve relative a prove di rigenerazione di catalizzatori a base di allumina, eseguite presso il mio Istituto a Torino.

La rigenerazione è stata effettuata per semplice passaggio di aria alla temperatura di 350°.

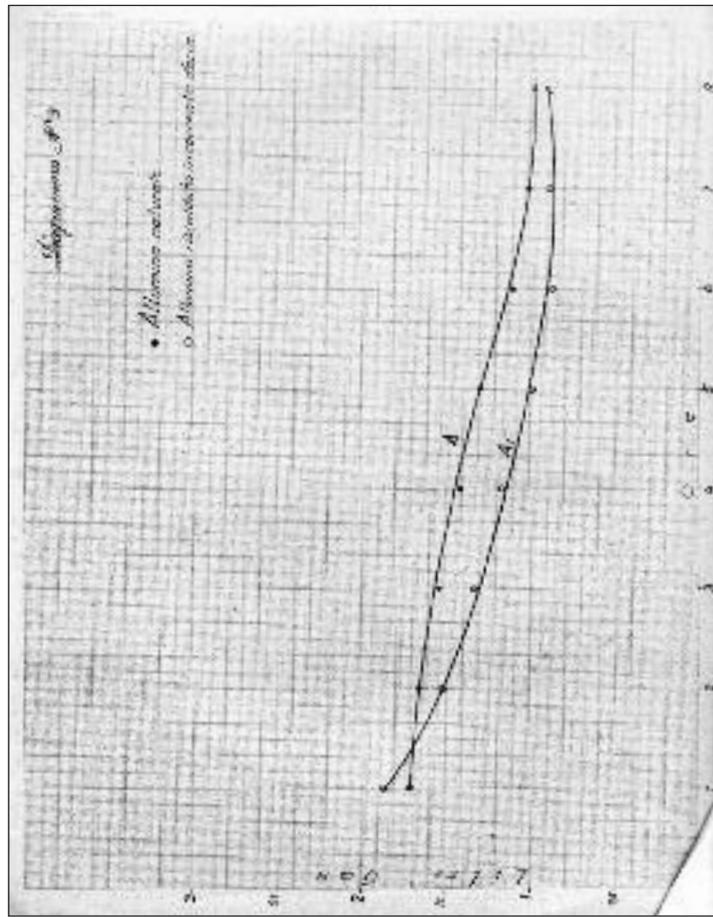
La curva A si riferisce al catalizzatore di sola allumina, che viene attualmente adoperato in fabbrica; la curva A' allo stesso dopo l'impiego e rigenerazione per 8 ore a 350°.

Le curve B e B' sono le curve corrispondenti per un catalizzatore fresco e rigenerato, costituito da allumina contenente come promotore dell'ossido di cromo.

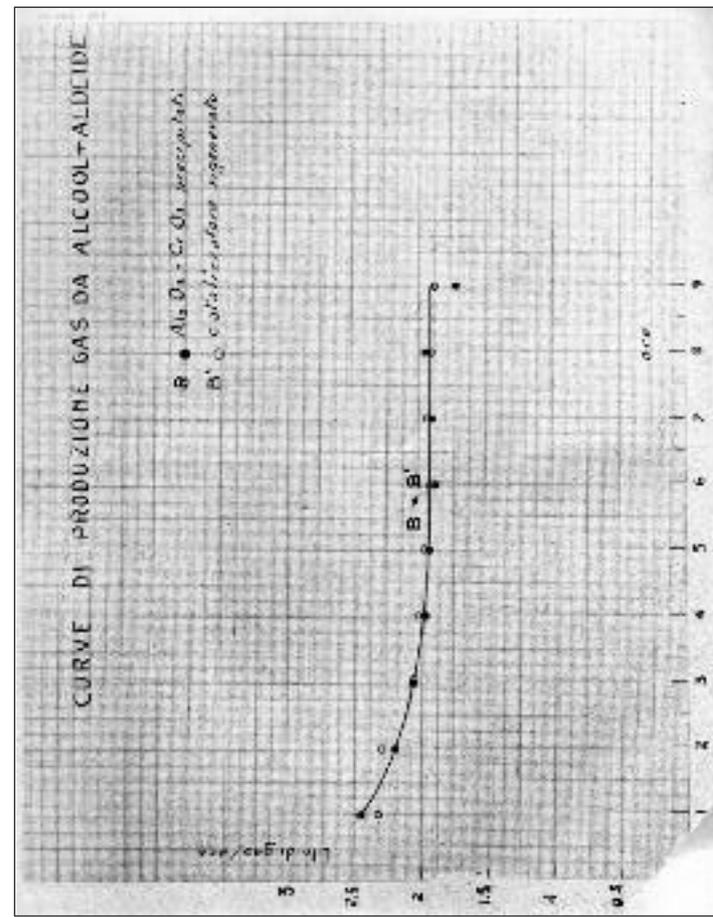
I risultati permettono già di stabilire come la rigenerazione in posto sia possibile, e come l'aggiunta di certi promotori esplichino un'azione favorevole sui catalizzatori e sulle loro rigenerabilità.

(Prof. G. Natta)

[ASP DSP, 2056]



(ASP DSP, 2056, Natta 11.10.1938)



(ASP DSP, 2056, Natta 11.10.1938)

XXV.

G. Natta ad A. Maximoff sull'invio di campioni di stirolo  
17 ottobre 1938, firmata.

SOCIETÀ ITALIANA PER LA PRODUZIONE DELLA GOMMA SINTETICA  
MILANO

Bicocca, 17 ottobre 1938-XVI

Da Prof. Natta a Dr. Maximoff  
N. 439 p. c. Ing. Venosta

Oggetto: Invio campione stirolo.

Vi consegniamo, insieme alla presente, un campione di stirolo tecnicamente puro, di 328cc., da noi preparato a Torino, affinché lo adoperiate per le vs. prove di polimerizzazione in emulsione.

Potremo continuare a fornirvi all'incirca uguali quantitativi ogni settimana.

(Prof. Natta)

[ASP DSP, 2056]

XXVI.

L. Balbo ad A. Pirelli sulla fabbrica di gomma sintetica  
a Ferrara  
19 ottobre 1938, copia.

PARTITO NAZIONALE FASCISTA  
FEDERAZIONE DEI FASCI DI COMBATTIMENTO

Ferrara, 19 / 10 / 1938 – XVI

A S. E. il Sen. Alberto Pirelli  
Società Italiana Pirelli  
Milano

La notizia delle importanti realizzazioni da Voi recentemente ottenute nel campo industriale per la fabbricazione dei pneumatici di gomma sintetica mi induce a pregarVi vivamente di voler esaminare con particolare benevolenza la possibilità di effettuare un impianto del genere nella nuova zona industriale di Ferrara.

Oltre a tutti i benefici di cui possono disporre gli industriali nella pratica esecuzione dei loro propositi da concretarsi nella provincia di Ferrara, la mia attuale proposta tende a prospetarVi il problema sotto l'aspetto veramente utile dal punto di vista economico poichè i notevoli giacimenti di gas metano di cui dispone la provincia – opportunamente convogliati nella zona industriale – potrebbero eliminare totalmente il forte consumo della energia elettrica per il funzionamento degli impianti con notevole risparmio della produzione.

I giacimenti di gas metano di questa provincia assicurerebbero

indubbiamente alla nuova industria di poter effettuare la produzione ad un costo notevolmente inferiore in rapporto ai prezzi che debbono venir sostenuti per il consumo dell'energia elettrica.

Mi auguro vivamente che non mancherete di voler considerare con tutta benevolenza la possibilità di accogliere queste mie proposte e mentre resto a Vostra disposizione per qualsiasi ulteriore chiarimento, o notizia, Vi invio l'espressione del più vivo ringraziamento.

Il Segretario Federale  
f.to Dr. Lino Balbo

[ASP DSP, 2056]

XXVII.

G. Natta a A. Maximoff sull'invio di campioni di stirolo  
10 novembre 1938, firmata.

SOCIETÀ ITALIANA PER LA PRODUZIONE DELLA GOMMA SINTETICA  
MILANO

Bicocca, 10 Novembre 1938

Da Prof. G. Natta

a Dr. Maximoff  
p. c. Direzione Generale

Oggetto: Invio campione stirolo

Vi invio contemporaneamente alla presente un campione di 520 cc. di stirolo preparato a Torino.

A differenza del campione precedente, costituito di stirolo tecnicamente puro, questo campione contiene circa 90% di stirolo, 10% di etilbenzolo.

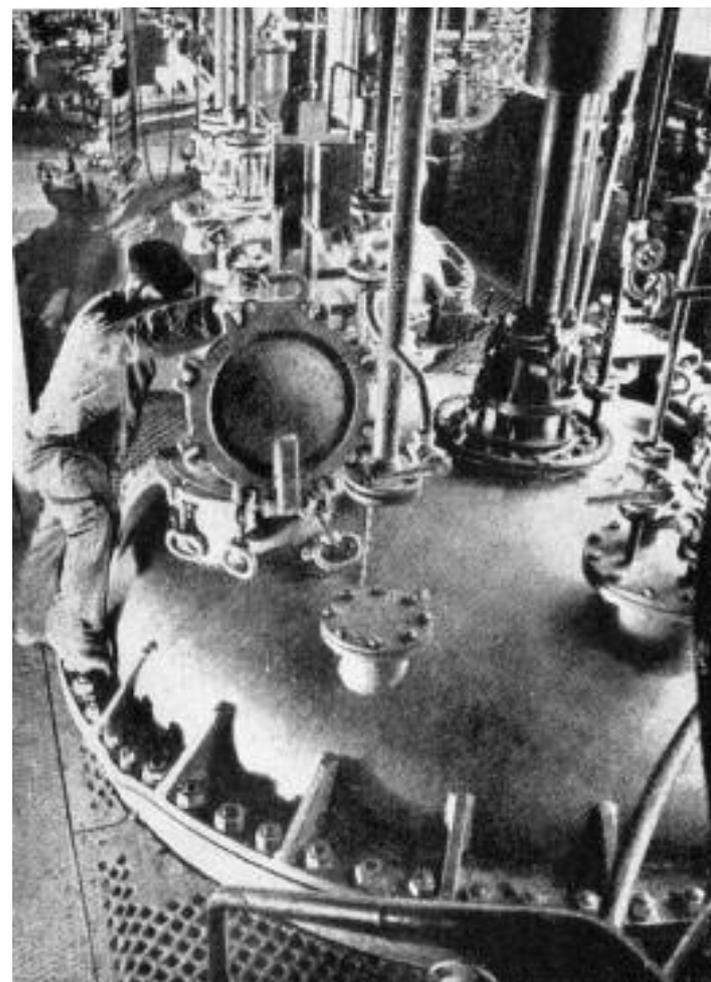
Nei prossimi giorni verrà distillata con una colonna migliore della miscela etilbenzolo-stirolo già pronta, e vi potremo inviare altri campioni più ricchi.

Prof. G. Natta

[ASP DSP, 2056]



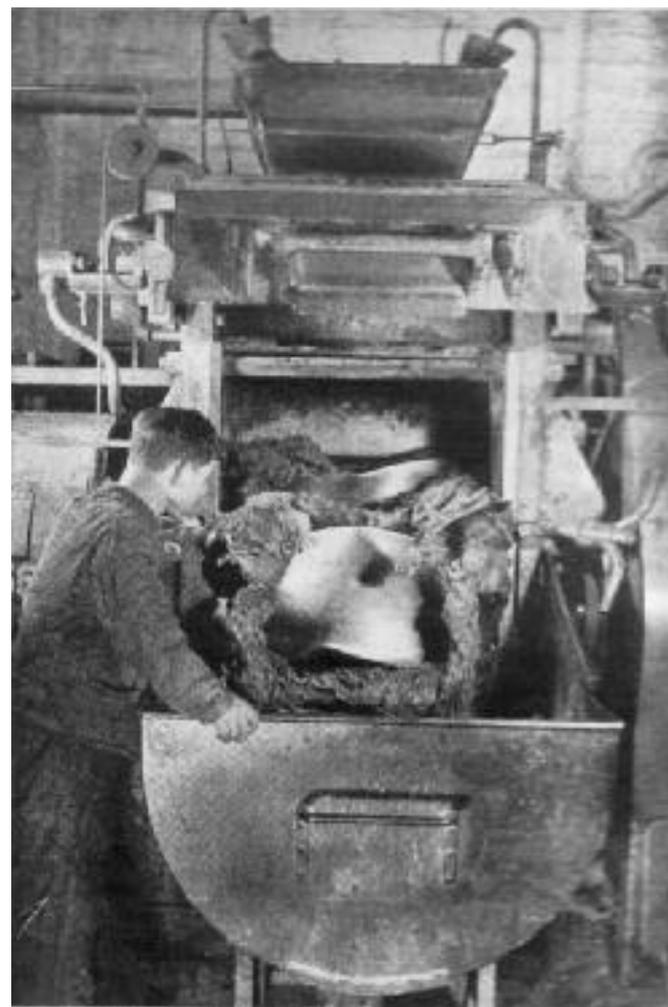
1. Gomma naturale e Buna in gara. Due pezzi della stessa lunghezza e spessore vengono sottoposti alla prova di torsione. A sin. la gomma naturale. A destra la Buna. Da Karl Dorn, *Nuove materie prime tedesche*, Roma, Produzione Artistica Tipografica, 1941. Biblioteca comunale Sormani, Milano.



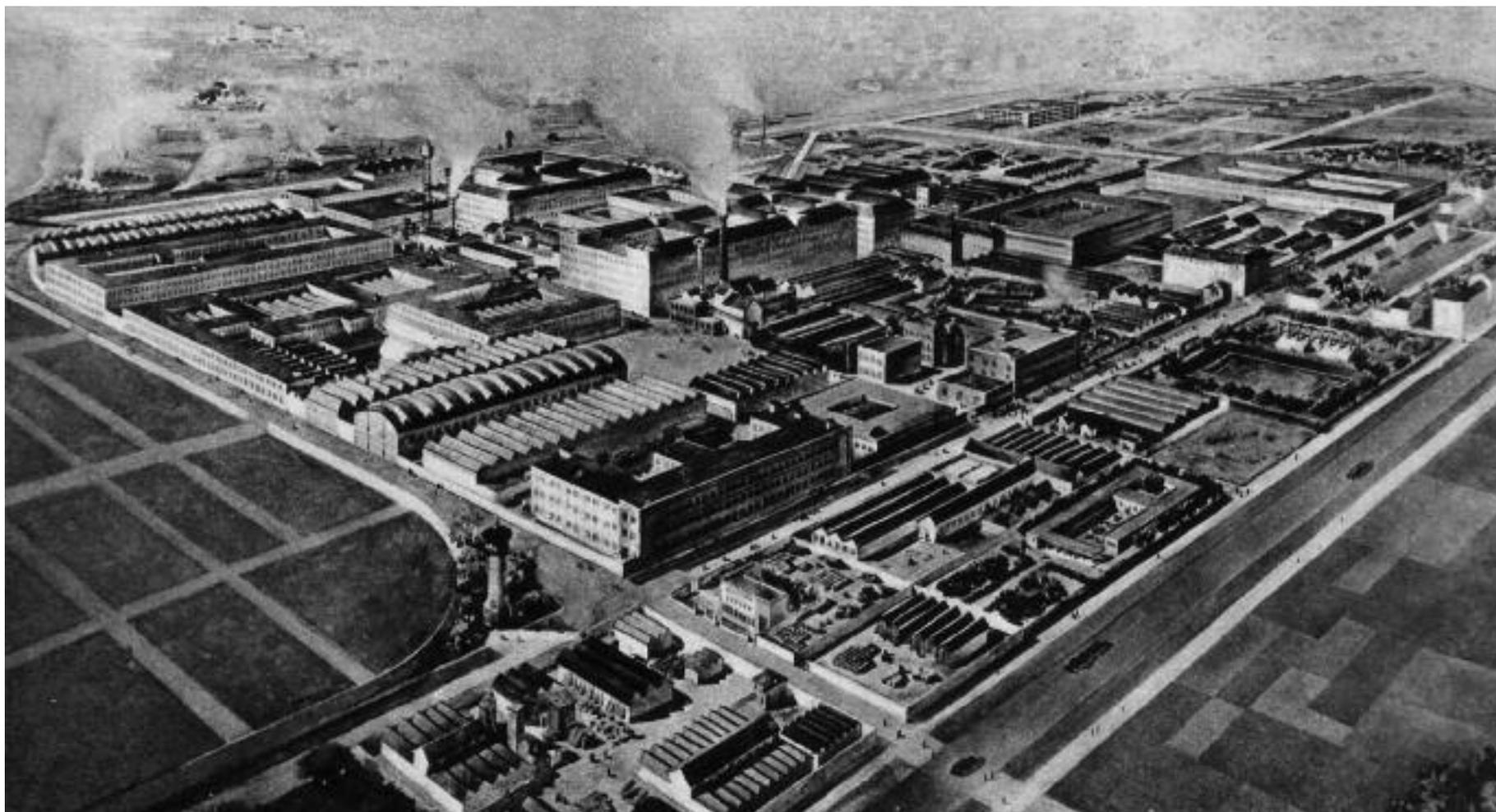
2. Gomma sintetica Buna. Gigantesche caldaie vengono adoperate per la sua produzione. Da K. Dorn, *Nuove materie prime tedesche*, cit.  
Il gas butadiene ridotto allo stato liquido ed emulsionato viene condensato nella macromolecola del caucciù sotto forma di microscopici globuli in sospensione con autoclavi operanti a 6-8 atmosfere e temperature di 50-60 gradi.



3. Laminatoio per lavorazione della gomma sintetica. [Localizzazione sconosciuta].  
Da Luigi Rossi, *Dal caucciù alla gomma sintetica*, "Il Commercio chimico", V, 3, 1938.  
Biblioteca Nazionale Braidense, Milano. La massa coagulata molle di Buna viene ridotta in fogli sottili mediante una macchina a rulli.



4. Impastatrice per la gomma sintetica. [Localizzazione sconosciuta].  
Da Luigi Rossi, *Dal caucciù alla gomma sintetica*, cit. [Fotografie riprodotte nella loro qualità originale di stampa].



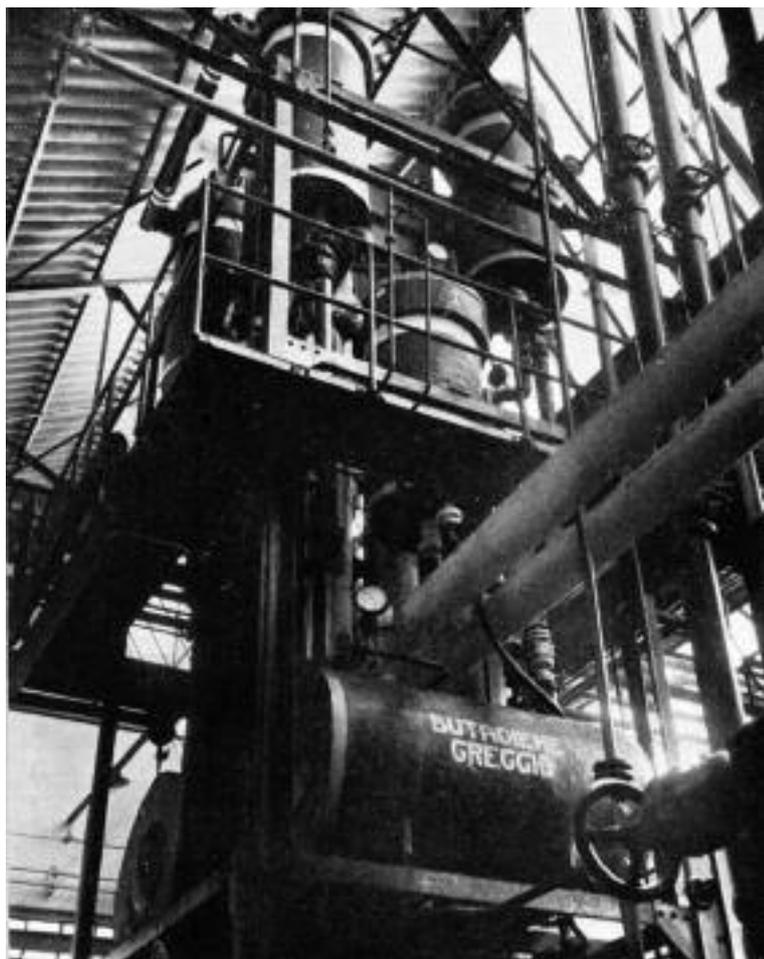
5. Stabilimento Pirelli di Milano-Bicocca (anni '40) Da Alberto Pirelli, *La Pirelli. Vita di un'azienda industriale*, Milano, Ind. Grafiche A. Nicola, 1946. Biblioteca comunale Sormani, Milano. Entrato in funzione in viale Sarca nel 1909, "cuore delle ricerche di laboratorio e della direzione tecnica", affiancava il precedente stabilimento di Milano-città in via Ponte Seveso, poi rinominata nel 1924 via Fabio Filzi.



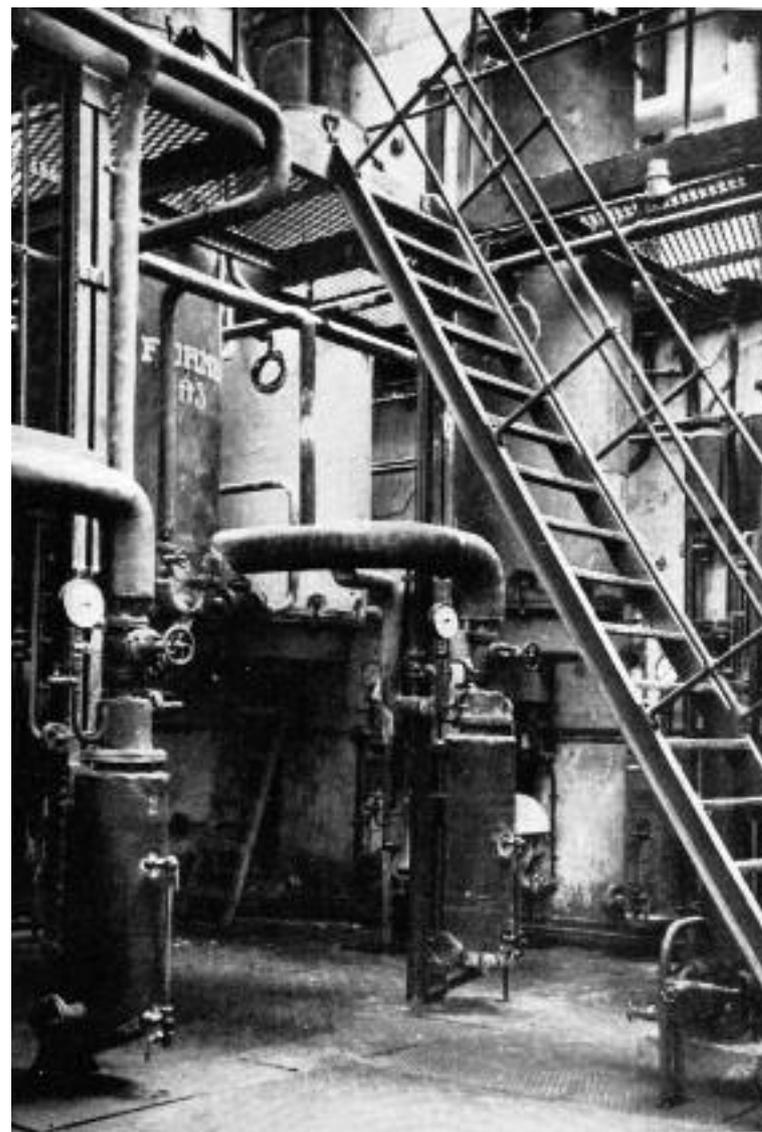
6. Stabilimento di Bicocca, Fabbr. 45. Foto Galimberti (ca. 1940). Archivio Storico Pirelli, Milano.

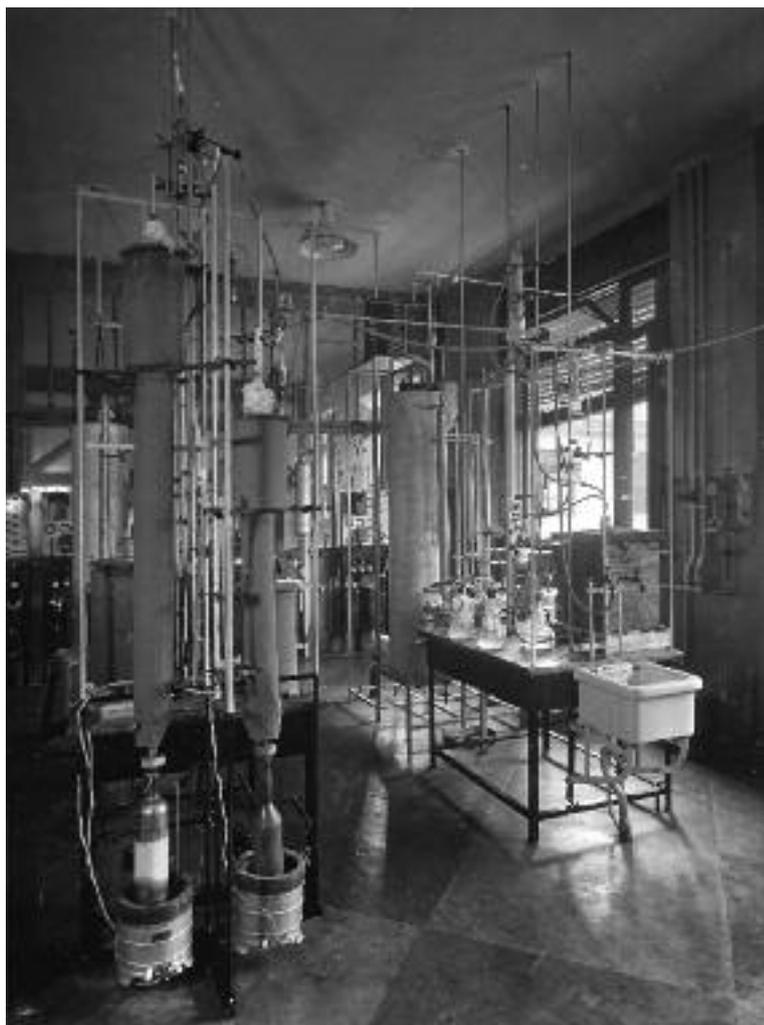


7. Stabilimento di Bicocca, Fabbr.1. Foto Galimberti (ca. 1940). Archivio Storico Pirelli, Milano.

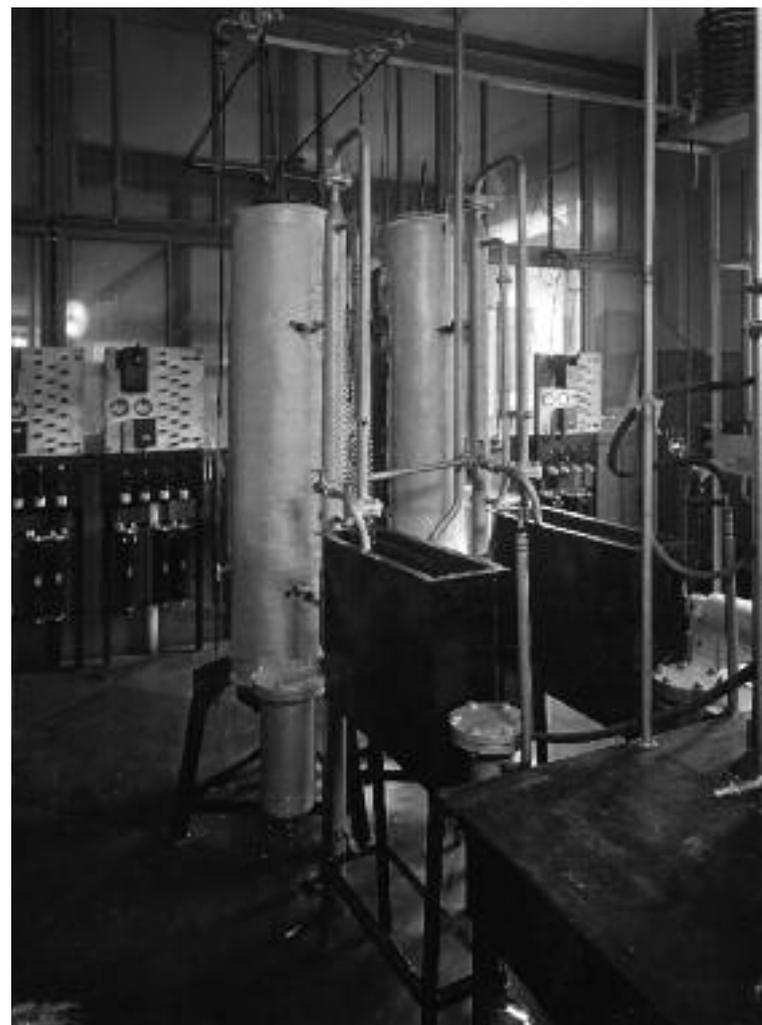


8, 9. Impianto pilota di gomma butadienica alla Bicocca (ca. 1938). Da Giuseppe Bruni, *La gomma sintetica*, in Cesare Alimenti *et alii*, *Materie Prime*, introduzione di S. E. Alberto Pirelli, Milano, Consociazione Turistica Italiana, 1940. Archivio storico Pirelli, Milano.

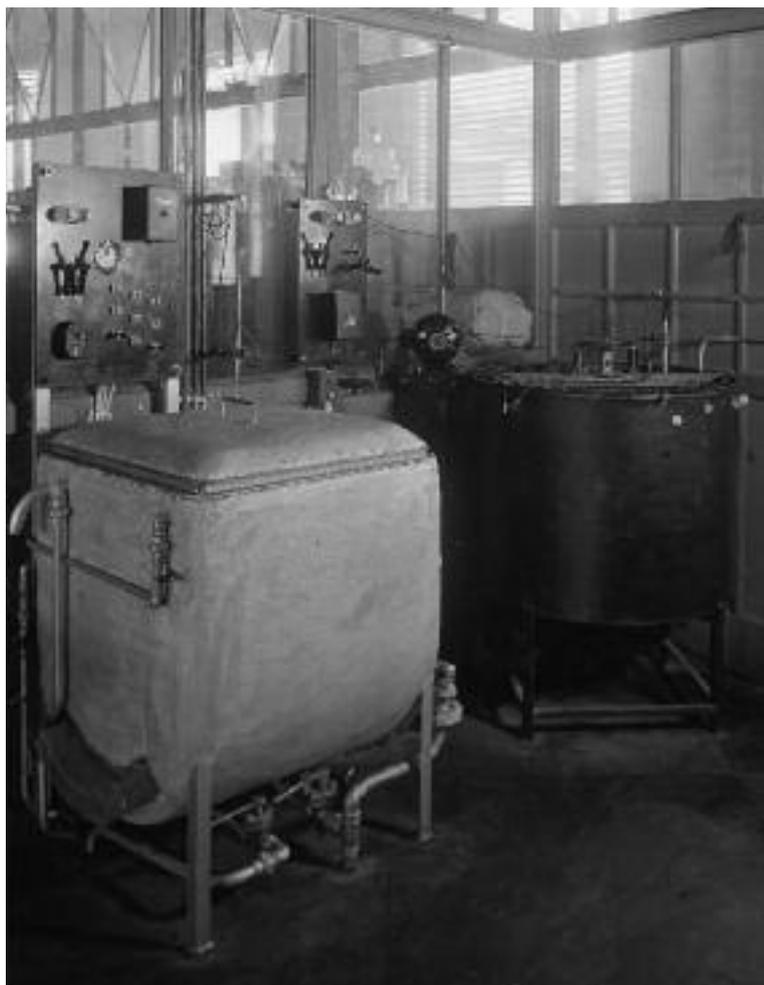




10. Veduta d'insieme del forno di catalisi e apparecchiature dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica, Stabilimento Pirelli di Milano Bicocca. Foto Secco D'Aragona (ca. 1940). Archivio storico Pirelli, Milano.



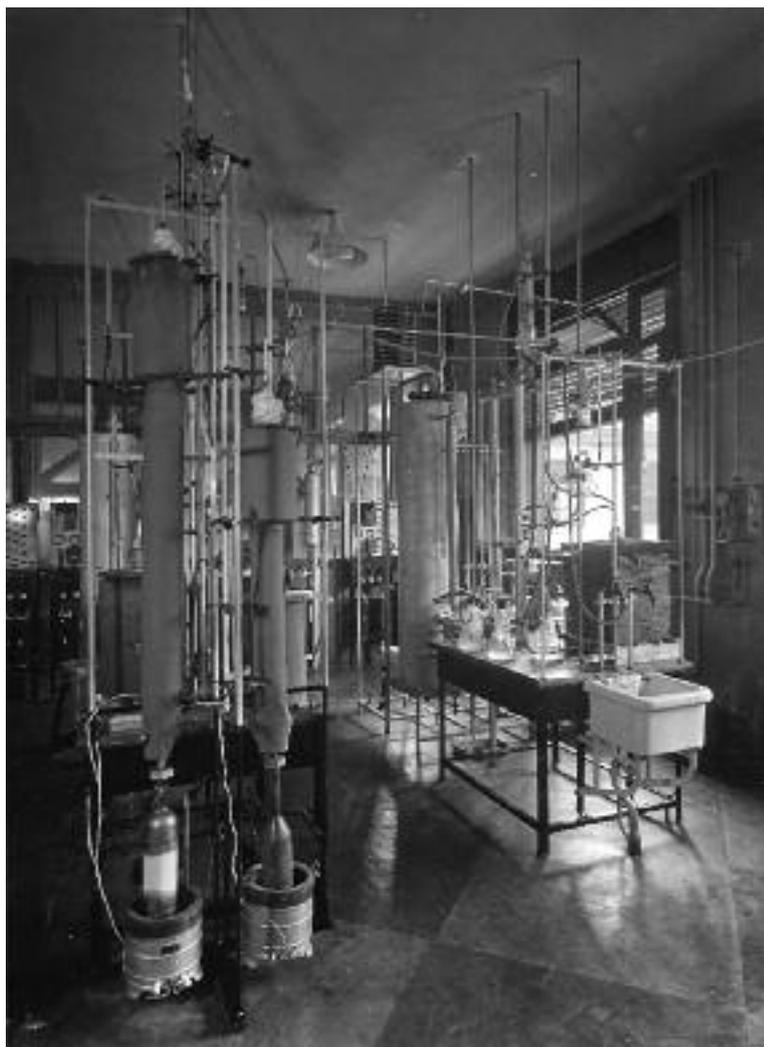
11. Forni di catalisi. Foto Secco D'Aragona (ca. 1940). Archivio storico Pirelli, Milano.



12. Termostato per polimerizzazione. Foto Secco D'Aragna (ca. 1940). Archivio storico Pirelli, Milano.

13. Colonne di distillazione per purificazione gas. Foto Secco D'Aragna (ca. 1940). Archivio storico Pirelli, Milano.

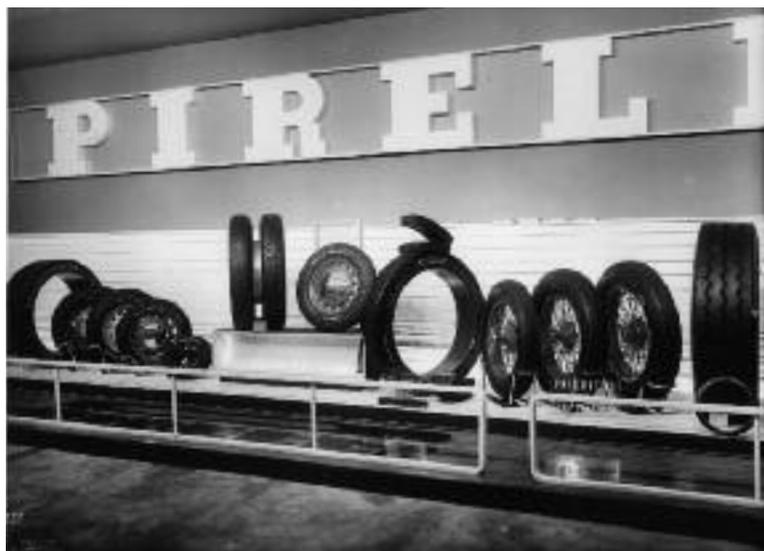




14. Apparecchiature per preparazione dell'eritrene. Foto Secco D'Aragona (ca. 1940). Archivio storico Pirelli, Milano.



15. Lavorazione gomma sintetica, Foto Secco D'Aragona (ca. 1940). Archivio storico Pirelli, Milano.



16



18



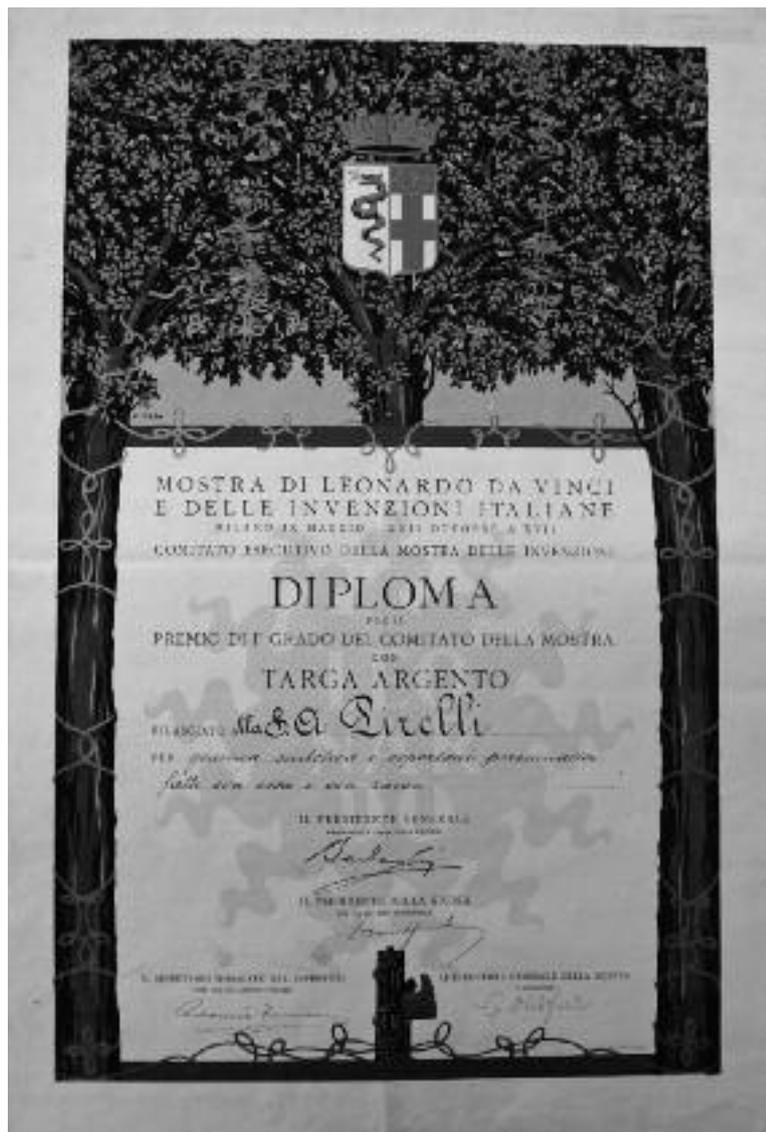
17

16. Salone internazionale dell'automobile, Milano, 1937. Foto Ancillotti Martinotti. Archivio storico Pirelli, Milano.

Sotto i due pneumatici gemellati: *Istituto per lo studio della gomma sintetica – Società per la produzione della gomma sintetica – Iri – Pirelli.*

17. Esposizione prodotti Pirelli alla Mostra del tessile, Roma 1938. Archivio storico Pirelli, Milano.

18. Blocco di oltre 100 Kg. di gomma sintetica greggia Pirelli accanto a filati di rayon ad alta resistenza e copertoni che impiegano detti materiali autarchici. Foto Dotti e Bernini. Da R. Saladini di Rovetino, *La Chimica alla Mostra delle Invenzioni, Milano, maggio – settembre 1939*, "La Chimica e l'Industria", XXI, 10, 1939. Istituto Lombardo – Accademia di Scienze e Lettere, Milano. [Fotografie riprodotte nella loro qualità originale di stampa].



19



20

19. Mostra di Leonardo da Vinci e delle Invenzioni italiane, Milano 1939. Diploma per il Premio di primo grado alla Società Pirelli per la gomma sintetica e pneumatici fatti con essa e con raon. Archivio Storico Pirelli, Milano.  
20. La nuova copertura autarchica Raiflex, Padiglione Pirelli alla XXI Fiera campionaria di Milano, 1940. Archivio storico Pirelli, Milano.



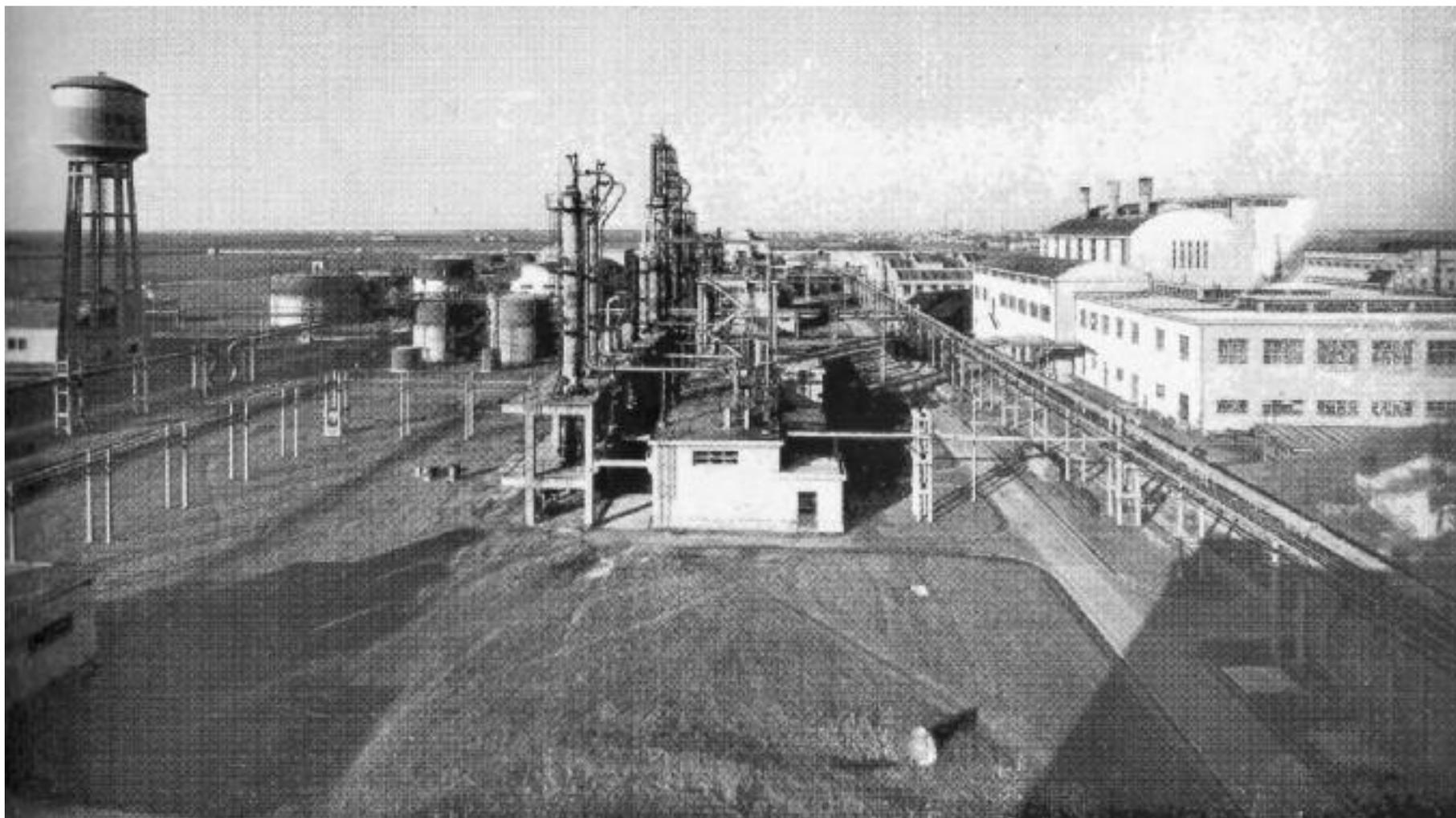
21. Padiglione Società Italiana Pirelli, XXII Fiera campionaria di Milano, 1941.  
A destra, pubblicità del nuovo pneumatico autarchico *Raiflex*. Archivio storico Pirelli, Milano.  
“Nell’applicazione della gomma sintetica ai pneumatici, ed agli altri manufatti sono state ormai raggiunte alte percentuali e percentuali ancora più elevate saranno raggiunte in avvenire.” (“Gomma” V, 3, 1941, p. 66).



22. Pubblicità del modello di pneumatico *Raiflex*. “Le Vie d’Italia”, XLVI, giugno 1940.



23. Saigs (Società anonima industria gomma sintetica), stabilimento di Ferrara, 28 settembre 1941. Archivio storico Pirelli, Milano.



24. Impianto di distillazione dello stirolo della Saigs di Ferrara. Da Angelo Tarchi, *L'industria chimica italiana*, "Chimica", VI, 3, 1951. Biblioteca Nazionale Braidense, Milano.



25



26



27



28

25. Giuseppe Bruni (ca. 1938). Da *X Congresso internazionale di Chimica, Roma, 15-21 maggio 1938- XVI, "La Chimica e l'Industria", XX, 5, 1938*. Istituto Lombardo – Accademia di Scienze e Lettere.

26. Francesco Giordani (ca. 1938). Da *X Congresso internazionale di Chimica*, cit.

27. Giuseppe Venosta. Da Raffaele Ariano, *Commemorazione dell'Ing. Giuseppe Venosta, "Gomma", III, 2, 1939*. Biblioteca Nazionale Braidense, Milano.

28. Franco Grottanelli (ca. 1938). Da *X Congresso internazionale di Chimica*, cit.



29. Giulio Natta (ca.1938), Da *X Congresso internazionale di Chimica*, cit. [Fotografie riprodotte nella loro qualità originale di stampa].

PER I MODERNI E PESANTI  
AUTOCARRI



LA COPERTURA  
AUTARCHICA

COSTRUITA CON SPECIALE  
RAION ITALIANO  
AD ALTISSIMA RESISTENZA



30. A sinistra: Raiflex Pirelli. A destra: Articolo di Natta, *Il problema della gomma in Italia*. "Gomma", VII, 3, maggio-giugno 1942. Biblioteca Nazionale Braidense, Milano.

# GOMMA

Direttore: G. ARJANO

Redazione, Direzione, Amministrazione, Pubblicità - Via Spadari N. 3 - MILANO - TELEFONO 23-003  
Abbonamento annuo: 1000 Lit. - Semestrale: 500 Lit. - Trimestrale: 250 Lit. - Un numero: 100 Lit.

## SOMMARIO

REPERIO di polveri da gomma in Italia - Prof. G. Natta, pag. 21	TAPPETI di gomma di lana e di lana e di cotone - G. Natta, pag. 22	PRODOTTORE di gomma in Italia - G. Natta, pag. 23	PRODOTTORE di gomma in Italia - G. Natta, pag. 24
PRODOTTORE di gomma in Italia - G. Natta, pag. 25	PRODOTTORE di gomma in Italia - G. Natta, pag. 26	PRODOTTORE di gomma in Italia - G. Natta, pag. 27	PRODOTTORE di gomma in Italia - G. Natta, pag. 28

## Il problema della gomma in Italia<sup>(1)</sup>

Prof. G. NATTA

«Basta mettere prima, preliminarmente, quando la gomma naturale, la caratteristica di essere prodotta quasi esclusivamente in un'unica parte del mondo.

Oltre il 90% della produzione della gomma naturale proviene dalle Molucche e dalle Isole del arcipelago indonesiano la produzione della vicina isola di Ceylon tale percentuale raggiunge il 90%. Nel resto d'Europa, ma anche tutto l'America del Nord e tutto l'Africa, non hanno produzione propria di gomma naturale in buona, se pure sono attenti per migliorarla, ma altre produzioni, soprattutto nei paesi tropicali, sono in via di sviluppo.

Il problema della produzione sintetica presenta quindi anche al di fuori del paese europeo una situazione complessiva per motivi economici, politici, strategici, ecc.

All'epoca della prima grande guerra europea la mancanza della gomma fu sentita gravemente dagli inglesi, costretti a una marcia verso l'Australia, e dalla Germania, costretti a una marcia verso il Sud. La situazione si ripeté nel 1941, quando la produzione sintetica era ancora in via di sviluppo.

I primi tentativi di sintesi si orientarono verso la fabbricazione di un prodotto che risolvesse il più possibile il problema, come composizione chimica, alle caratteristiche naturali e quindi si basarono

sulla produzione sintetica e polimerizzazione del diossido di carbonio (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) (polimerizzazione catalizzata dalla forma polimerica del lattice di Hevea).

Sei o più mesi di polimerizzazione, che la proprietà di essere dei polimeri ad azione catalitica che è sintetica e sintetica, quindi quella della gomma naturale, non è una particolarità del solo Hevea, ma è proprietà generale degli idrocarburi saturati, e non sono legati soltanto.

Il più semplice di tutti è il butadiene che rappresenta la materia prima fondamentale del più importante tipo di gomma sintetica oggi prodotta che commercialmente prende il nome di Buna.

Il suo problema, per evitare qualsiasi tipo di concorrenza, che nessuno del mercato polimerico che vengono offerti con procedimenti diversi e da altre industrie, come il butadiene, vengono indicati come superiori della gomma o addirittura come tipi di gomma sintetica quali ad es. il stiroil, il cloruro di vinile, l'acrilato di vinile, ecc. e presentando delle caratteristiche, sotto ogni punto di vista, inferiori a quelle del lattice di Hevea, e quindi alla gomma sintetica butadienica.

Anche il vantaggio che più si avvicina alla gomma sintetica butadienica come composizione chimica, il diossido di carbonio (polimerizzazione catalizzata) che presenta ottima qualità di resistenza chimica e meccanica è notevolmente inferiore come elasticità.

Molti altri prodotti sintetici possiedono una buona elasticità, ma nessuno presenta gli allungamenti dell'ordine di grandezza di 600-700%, come la

(1) Qualche nota di carattere storico-giuridico che la fabbrica alla Pirelli di Milano, concesso dal Stato, e che la Camera di Commercio.

1942 - 1947

## IL PROBLEMA DELLA GOMMA IN ITALIA\*

GIULIO NATTA

Poche materie prime presentano, quanto la gomma naturale, la caratteristica di essere prodotte quasi esclusivamente in un'unica parte del mondo.

Oltre il 90% della produzione della gomma naturale proviene dalla Malesia e dalle isole del suo arcipelago; comprendendo la produzione della vicina isola di Ceylon tale percentuale raggiunge il 95%. Non solo l'Europa, ma anche tutta l'America del Nord e quasi tutta l'Africa, non hanno produzione propria di gomma naturale da Hevea, nè possono averla per ragioni climatiche. L'altre piante gommifere non hanno nè possono avere che una importanza molto secondaria.

Il problema della produzione sintetica presenta quindi, anche al di fuori dei paesi europei, una importanza formidabile per ragioni economiche, militari, valutarie ecc.

All'epoca della prima grande guerra europea, la mancanza della gomma fu sentita gravemente dagli imperi centrali, e non mancarono sin d'allora tentativi di una produzione sintetica. Essa

\* "Gomma", VII, 3, maggio-giugno 1942, pp. 29-35. Conferenza tenuta in occasione della Giornata della Chimica organizzata alla XXIII Fiera di Milano dal Sindacato dei Chimici di Milano. Ripubblicato con alcune varianti su "La Chimica e l'Industria", XXIV, 5, 1942, pp. 182-184; e con il titolo *Il problema della gomma sintetica in Italia*, in "La Chimica", XVIII, 8, 1942, pp. 326-332; "Il Chimico italiano", IX, 6-7, 1942.

ebbe inizio in quel periodo in Germania su scala relativamente piccola e con procedimenti molto complessi e costosi per cui cessò interamente alla fine della guerra.

I primi tentativi di sintesi si orientarono verso la fabbricazione di un prodotto che risultasse il più possibilmente simile, come composizione chimica, alla gomma naturale e quindi si basarono sulla produzione sintetica e sulla polimerizzazione dell'isoprene ( $C_5H_8$ ), l'idrocarburo contenuto sotto forma polimera nel lattice di Hevea.

Solo più tardi si poté constatare che la proprietà di fornire dei polimeri ad ottime caratteristiche elastiche e vulcanizzabili, quali quelle della gomma naturale, non è una particolarità del solo isoprene, ma è proprietà generale degli idrocarburi alifatici aventi due doppi legami coniugati.

Il più semplice di essi è il butadiene, che rappresenta la materia prima fondamentale dei più importanti tipi di gomma sintetica oggi prodotti, che comunemente prendono il nome di Buna.

È bene precisare, per evitare equivoci tra i consumatori, che nessuno degli altri numerosi polimeri che vengono ottenuti con procedimenti diversi e da altre materie prime (che talvolta vengono indicati come surrogati della gomma o addirittura come tipi di gomma sintetica, quali ad esempio il thiokol, il cloruro di vinile, l'oppanol ecc.) pur rappresentando delle materie plastiche sotto certi punti di vista interessantissime, non sono dal punto di vista dell'elasticità minimamente paragonabili alla gomma sintetica butadienica.

Anche il surrogato che più si avvicina alla gomma sintetica butadienica come composizione chimica, il duprene (polimero del clorobutadiene), che presenta ottime qualità di resistenza chimica e meccanica, è nettamente inferiore come elasticità.

Molti altri prodotti sintetici possiedono una certa elasticità, ma nessuno presenta la proprietà di fornire dopo vulcanizzazione degli allungamenti dell'ordine di grandezza di 600-700%, senza subire sensibili deformazioni permanenti, e rese elastiche che si

avvicinano al 50%. Vari surrogati possono sostituire la gomma naturale e quella sintetica butadienica per guarnizioni, per rivestimenti, per impregnazione di tessuti ecc.; per certi usi come resistenza chimica ed ai solventi sono anche superiori, ma non possono sostituirla per gli usi più tipici e più nobili della gomma per i quali sono richieste tutte le sue qualità più pregiate, come ad es. per la fabbricazione di pneumatici e per quella del filo elastico. Solo la fabbricazione dei pneumatici assorbe il 71% del consumo mondiale della gomma. In Italia oggi circa il 90%.

Certi polimeri ed in particolare certi copolimeri del butadiene presentano invece le stesse proprietà tipiche della gomma naturale. Alcune proprietà possono venire alquanto modificate a seconda del modo di polimerizzazione. È appunto una caratteristica dei processi di sintesi quella di poter variare a piacere, entro larghi limiti, le proprietà dei prodotti.

Per sintesi, con il variare della composizione, si possono ottenere prodotti di proprietà anche notevolmente diverse. In tale senso grande importanza hanno i procedimenti di polimerizzazione mista. Ad es. la resistenza ai solventi, già elevata per la Buna normale, aumenta notevolmente polimerizzando il butadiene insieme al nitrile acrilico.

La stessa Buna S (copolimero di butadiene e stirolo) varia la sua proprietà con l'aumentare della percentuale di stirolo ed a seconda del modo con cui viene condotta la polimerizzazione.

Tutta l'industria della produzione di oggetti di gomma naturale si era sviluppata per trattare una determinata materia prima, quella esistente in natura.

L'industria della gomma sintetica si è dovuta perciò, in un primo tempo, adattare a questa situazione e sviluppare nel senso di fabbricare un prodotto il più possibile simile alla gomma naturale e tale da potersi lavorare con i macchinari già esistenti e che erano stati costruiti appositamente per trattare la gomma naturale.

Ne è derivata perciò la necessità, in alcuni casi, di peggiorare certe caratteristiche fisiche della gomma sintetica ad esempio attraverso processi di depolimerizzazione (plastificazione termica) per renderla lavorabile con i macchinari e con gli ingredienti già esistenti.

Per la preparazione delle mescole si sono impiegati in un primo tempo gli stessi ingredienti usati per la gomma naturale, ossia quei tipi di nero fumo, di ossido di zinco, di acceleranti ecc. che attraverso decenni erano risultati i più adatti per la gomma naturale.

Già con questi si sono ottenuti risultati buoni, ma risultati anche migliori si avranno quando la maggiore larghezza di impiego della gomma sintetica e soprattutto anni di applicazione consentiranno di adottare quegli ingredienti e quei mezzi di lavorazione che meglio si adattano per essa.

Una delle difficoltà maggiori che ha dovuto superare l'industria della gomma sintetica è quella di produrre dei tipi assolutamente costanti; la stessa gomma naturale offre da questo punto di vista molti inconvenienti.

#### *I procedimenti di polimerizzazione*

Dai monomeri gassosi o liquidi volatili si giunge ai polimeri solidi più o meno plastici od elastici mediante procedimenti di polimerizzazione.

Le reazioni di polimerizzazione sono reazioni a catena. Una molecola reagisce con un'altra formando un dimero, che reagisce con un'altra molecola di monomero formando un trimero, e così via, sino ad ottenere prodotti aventi un peso molecolare, che può raggiungere le diverse centinaia di migliaia, risultante dalla reazione fra di loro di migliaia di molecole monomere. Anche se la reazione nell'insieme è lenta, ogni singola catena di reazione, appena iniziata, prosegue con grandissima rapidità. Una polime-

rizzazione lenta nel suo complesso, corrisponde non ad una lentezza di formazione della singola catena, ma alla scarsa frequenza dell'iniziarsi delle stesse.

Questa è una caratteristica di tutte le reazioni a catena. Se noi ad es. polimerizziamo in condizioni di ottenere un prodotto di peso molecolare di 100.000 e se arrestiamo la polimerizzazione quando il 10% del prodotto è polimerizzato, noi non otteniamo un prodotto a peso molecolare 1/10 del finale, ossia 10.000, ma abbiamo il 90% di monomero ed il 10% di prodotto a peso molecolare 100.000.

Una polimerizzazione porta a pesi molecolari più alti e quindi a prodotti meno fusibili, meno volatili, e meccanicamente più resistenti, quanto più bassa è la temperatura di polimerizzazione e quanto più puro è il prodotto di partenza.

Dal butadiene (p.m. 54) ad es. otteniamo un dimero a peso molecolare 108, se la polimerizzazione si effettua a 300-400°, prodotti liquidi a peso molecolare di qualche migliaio a temperatura tra 100° ed i 200°, prodotti invece a peso molecolare di diverse centinaia di migliaia a temperatura ambiente o di poche decine di gradi superiore. Solo questi ultimi hanno importanza pratica.

Vi è però un limite pratico nell'applicazione di questi criteri, per il fatto che a temperatura molto bassa la reazione è troppo lenta, non decorrerebbe spontaneamente se non in tempi lunghissimi di mesi o di anni. Di qui la necessità di impiegare dei catalizzatori di polimerizzazione.

Ed occorrono dei catalizzatori speciali, perché i più noti catalizzatori di polimerizzazione degli idrocarburi non saturi (ad es. gli alogenuri metallici) causano la formazione di polimeri completamente diversi dalla gomma e precisamente di solidi fragili non elastici, non vulcanizzabili, paragonabili alla gomma ossidata od invecchiata.

I catalizzatori di polimerizzazione che invece vengono adoperati agiscono in modo da evitare la formazione di catene ra-

mificate ma di ottenere catene lineari molto lunghe, probabilmente spiralfornite a causa dell'attrazione reciproca dei doppi legami liberi. Tali catalizzatori agiscono solo su idrocarburi alifatici aventi doppi legami coniugati portando durante la loro polimerizzazione alla saturazione di uno solo dei due doppi legami presenti. Resta così nella molecola finale un gran numero di doppi legami (non più coniugati tra loro) che non reagiscono ulteriormente nelle condizioni adottate per la polimerizzazione ma che rendono il prodotto finale capace di essere vulcanizzato. In tali condizioni non polimerizzano affatto o molto lentamente le comuni olefine, ma reagiscono anche altri idrocarburi non saturi, che contengono il doppio legame carbonio-carbonio in vicinanza di un gruppo saturo aromatico (ad esempio benzenico) e di radicali contenenti legami multipli tra azoto-carbonio (ad es. nitrile acrilico). Ciò consente la copolimerizzazione in miscela del butadiene ed offre la possibilità di ottenere prodotti, che, pur essendo sempre elastici e vulcanizzabili, presentano proprietà diverse e talvolta superiori, sotto certi punti di vista, alla gomma pura butadienica.

Da ciò deriva una superiorità dei processi sintetici. Si può ottenere quello che si vuole, mentre il prodotto naturale è quello che è. Vi è una infinita possibilità di perfezionamenti, limitati solo da ragioni economiche.

È un grande successo avere ottenuto già sin d'ora prodotti finiti praticamente equivalenti e sotto certi punti di vista superiori a quelli ottenibili dalla gomma naturale. I sistemi di lavorazione della gomma naturale sono infatti il risultato di molti decenni di perfezionamenti, quello della gomma sintetica di solo pochi anni. È quindi da ritenersi cosa certa che, con lo sviluppo rapido ed imponente della tecnica moderna, si arriverà con il tempo a prodotti ancora più pregiati e quindi molto superiori a quelli naturali, soprattutto per certi impieghi speciali.

Già ad es. per la fabbricazione di pneumatici, si sono ottenute resistenze all'abrasione notevolmente superiori a quelle della gomma naturale, e per quanto riguarda la resa elastica (rapporto tra il lavoro recuperabile e quello assorbito in una deformazione elastica) le differenze fra gomma sintetica e gomma naturale sono già ridotte a limiti molto piccoli.

#### *Materie prime per la produzione della gomma sintetica*

Vediamo ora come si presenta per il nostro paese il problema delle materie prime per l'industria della gomma sintetica. Per la produzione di butadiene diversi sono i metodi applicabili.

Il più diretto e semplice sembrerebbe quello della deidrogenazione catalitica del butilene. Tale reazione, che corrisponde ad un equilibrio reversibile, ha luogo alle temperature che vengono impiegate nella piroschissione dei prodotti petroliferi.

Difatti i gas di piroschissione (cracking) possono contenere anche dall'1 al 3% di butadiene nei casi più favorevoli. Particolare difficoltà presenta però l'estrazione e la purificazione di tale componente contenuto in quantità così esigue ed accompagnato dai tre buteni normali isomeri, dall'isobutene, dal butano e dall'isobutano, sostanze che bollono tutte a temperature vicinissime a quella di ebollizione del butadiene.

Per piroschissione ulteriore della frazione C<sub>4</sub> dei gas di piroschissione, dopo separati gli isomeri «iso» per polimerizzazione selettiva, è possibile ottenere gas contenenti anche il 20% di butadiene, ma resta sempre la difficoltà di giungere da tale gas a butadiene puro.

Tale procedimento potrà presentare interesse per gli S.U.A., dove si hanno a disposizione colossali quantità di gas di piroschissione e le frazioni C<sub>4</sub> dei gas di stabilizzazione delle benzine. L'impiego di tali gas per la produzione della gomma sintetica ri-

duce però la quantità di materia prima da impiegarsi per altri scopi ad es. per la produzione di benzine di polimerizzazione per avio ad alto numero di ottano.

In Italia e in Europa in generale, dato che i prodotti petroliferi non possono essere sottratti alla loro diretta utilizzazione, questi procedimenti non presentano per ora interesse. In Italia, poi, dove le raffinerie più moderne di Bari e di Livorno dell'ANIC<sup>1</sup> basano il loro ciclo di lavoro sulla idrogenazione, le frazioni C<sub>4</sub> sono prevalentemente sature e ramificate e non si possono assolutamente prestare alla produzione di gomma sintetica.

Siccome in natura esistono pochi altri composti aventi una catena a 4 atomi di carbonio e non in quantità tale da prestarsi a produzioni di grandi masse è necessario rivolgersi come materia prima a composti a catena più lunga o più breve.

L'alcole butilico di fermentazione di idrati di carbonio potrebbe rappresentare una fonte di butilene. Le basse rese di alcole butilico della fermentazione acetone-butilica e le rese non quantitative della trasformazione del butilene in butadiene fanno però scartare tale processo per il nostro Paese.

Due sono le materie che possono avere interesse per noi, entrambe a 2 atomi di carbonio nella molecola: l'alcole etilico e l'acetilene.

#### *La gomma sintetica dall'alcole etilico*

L'uso dell'alcole etilico era già stato proposto da *Ostromimislenski* e *Lebedev* in *Russia*.

Questo procedimento è stato applicato successivamente in tale paese in impianti di notevole potenzialità. Uno di essi quello di

<sup>1</sup> Si riferisce alle due raffinerie gemelle dell'Azienda nazionale idrogenazione combustibili, creata nel 1936, controllata dall'Agip e dalla Montecatini e negli anni cinquanta conferita all'Eni.

*Yefremoff* è stato raggiunto dai nostri alleati nell'avanzata della Russia meridionale.

Notizie avute su tale impianto confermano la sua grande potenzialità. Ma rilevano una inferiorità nelle caratteristiche ed una incostanza nelle proprietà della gomma prodotta (rispetto alla produzione italiana e tedesca), dovute alla imperfezione dei metodi di purificazione ed al diverso metodo di polimerizzazione<sup>2</sup>.

Il primo impianto italiano<sup>3</sup> si basa pure sull'impiego di alcole etilico ed è stato realizzato in seguito a lunghe ricerche effettuate negli impianti pilota della Bicocca e condotte in modo completamente indipendente dalle esperienze russe.

I sistemi di separazione dei numerosi prodotti, ottenuti nella catalisi in un'unica fase col processo all'alcole da noi adottato, si devono ritenere del tutto originali. La qualità della nostra produzione di gomma dall'alcole non risulta inferiore a quella prodotta in Germania dalla polimerizzazione del butadiene purissimo ottenuto dall'acetilene.

Poche reazioni catalitiche presentano la difficoltà e la delicatezza della sintesi del butadiene dall'alcole. Dopo un imponente complesso di ricerche su scala di laboratorio ed industriale si è arrivati a rese molto soddisfacenti, ma si è ancora lontani dalle rese quantitative, che corrisponderebbero alla produzione di una molecola di butadiene, una di idrogeno e due di acqua ogni due molecole di alcole etilico consumato ed è poco probabile che a tali rese quantitative si possa mai giungere.

La ragione è dovuta alla complessità del processo catalitico, che porta alla produzione del butadiene dall'alcole, e che non è

<sup>2</sup> Vedi *Cattivi risultati del caucciù sintetico russo*, "La Chimica e l'Industria", XIX, 6, 1937, p. 366.

<sup>3</sup> Lo stabilimento di Ferrara della Società anonima industria gomma sintetica, ormai entrato in funzione al momento di questa conferenza di Natta alla Fiera campionaria di Milano del 1942.

ancora ben noto nel suo meccanismo intimo. In base alle nostre nozioni termodinamiche si deve prevedere che la reazione, pur avvenendo in tempo brevissimo, decorra nel seguente ordine: deidrogenazione, condensazione, disidratazione.

Ciò richiede al catalizzatore proprietà contemporaneamente deidrogenanti, condensanti, disidratanti, opportunamente graduate. Ad es. una eccessiva proprietà disidratante porta a formazione di etilene invece di butadiene, una eccessiva azione condensante porta a formazione di idrocarburi a peso molecolare elevato (oli), una eccessiva azione deidrogenante a formazione di aldeidi e loro prodotti di condensazione.

È ben noto che nelle stesse condizioni di lavoro (temperatura e pressione) dalla stessa materia prima: alcole etilico, è possibile ottenere a seconda del catalizzatore impiegato:

- 1) Con catalizzatore disidratante: Etere etilico ed etilene con rese quasi quantitative.
- 2) Con catalizzatore blandamente deidrogenante: Acetaldeide e idrogeno con rese elevatissime quasi quantitative.
- 3) Con catalizzatore fortemente deidrogenante: Acetaldeide, ma anche metano e ossido di carbonio.
- 4) Con catalizzatori speciali ad azione prevalentemente condensante: Alcole butilico, aldeide butirrica e crotonica, eteri, Sali e acetati, ecc.
- 5) Con altri catalizzatori ad azione contemporaneamente deidrogenante, condensante e disidratante: Butadiene, butilene e idrogeno.

Siccome il catalizzatore per la produzione del butadiene deve avere contemporaneamente proprietà disidratanti, deidrogenanti e condensanti, potrebbe apparire impresa ben ardua quella di giungere ad elevate rese in butadiene evitando le reazioni di sola disidratazione e condensazione dell'alcole che porterebbero a reazioni secondarie e nocive.

Si è giunti a rese soddisfacenti dopo un decennio di ricerche se si tiene conto dei lavori già effettuati presso i laboratori della Società Pirelli. Ma la soluzione industriale ha richiesto ancora ulteriori numerosi studi effettuati in laboratori e poi nell'impianto pilota della Bicocca.

Passo a passo attraverso piccoli continui perfezionamenti si è progrediti da rese irregolari, ottenute con catalizzatori di vita brevissima, a rese regolari con catalizzatori aventi una vita maggiore. Ci auguriamo che il miglioramento dei catalizzatori che è sempre oggetto di studio di un gruppo di nostri chimici, ci consenta di portare ancora altri miglioramenti alle rese. Essi potrebbero spostare decisamente la bilancia a favore del processo dell'alcole, che già oggi può risultare più vantaggioso di quello del carburo, se si utilizzano completamente i sottoprodotti e qualora si partisse da un prezzo dell'alcole sufficientemente basso.

L'impresa più ardua è stata forse quella della purificazione del butadiene, che è stata risolta con un procedimento tecnologicamente nuovo, merito dei nostri tecnici.

Nel prodotto greggio della catalisi dall'alcole si ottiene una miscela molto complessa di idrocarburi, impura per alcoli, eteri, aldeidi, acetali, ecc. Si sono identificati oltre trenta componenti di cui una quindicina gassosi, gli altri sotto forma di vapori.

Assai complesso è il ricupero dei sottoprodotti, che nell'impianto della S.A.I.G.S. costruito in Italia Settentrionale rappresenta un reparto assai importante.

Altro problema non semplice è la polimerizzazione. Dai primitivi procedimenti di polimerizzazione al sodio si è passati, già negli impianti pilota, alla copolimerizzazione in emulsione, che fornisce prodotti migliori e di tipo più costante.

I primi impianti pilota per la produzione di butadiene dall'alcole sono stati costruiti alla Bicocca. Essi hanno subito numerosi successivi perfezionamenti ed hanno fornito una piccola ma re-

golare produzione di gomma sintetica, sebbene costosa a causa della loro piccola potenzialità. Essi hanno permesso di risolvere i principali problemi tecnici, di elaborare apparecchi di catalisi razionali, che presentano rese termiche e coefficienti di utilizzazione notevolmente maggiori di quelli riscontrati ad es. nell'impianto russo di Yefremoff. La Bicocca è stata perciò la palestra per la messa a punto dei procedimenti e per la formazione dei tecnici per il grande impianto ora funzionante nell'Italia Settentrionale.

Per la produzione della Buna S (copolimero del butadiene con lo stirolo) occorre anche produrre lo stirolo. Tale lavorazione ci permette di recuperare dei sottoprodotti della produzione del butadiene dall'alcole, rendendo più razionale il complesso della produzione e permette di produrre stirolo in quantità eccedente il fabbisogno interno della fabbrica.

La seconda grande fabbrica per la produzione di gomma sintetica in Italia è attualmente in costruzione, nell'Italia Centrale. Essa come grandiosità dell'impianto e come entità della produzione supererà notevolmente quella già in funzione<sup>4</sup>.

### *Gli impianti italiani*

L'industria della gomma sintetica ed in particolare quella a partire dal carburo risulta dal lato chimico e tecnologico una fra le più complesse tra le grandi industrie chimiche organiche.

Basti pensare che per la produzione della Buna S dall'acetilene occorrono ben otto operazioni catalitiche distinte, a ciascuna delle quali corrisponde si può dire una fabbrica a sè. Se si tiene conto che si opera su grandi masse e sempre in ciclo continuo, che alcune delle operazioni corrispondono a reazioni delicatissime, che hanno luogo

o ad alta temperatura (come la deidrogenazione catalitica dell'etilbenzolo a stirolo) o ad alta pressione (come la idrogenazione dell'aldolo a butilenglicolo); che ogni singola operazione si effettua in modo quasi quantitativo; che alcune reazioni corrispondono ad equilibri, che richiedono perciò una circolazione di forti masse; che a ciascuna fase corrispondono operazioni di separazione e purificazione per avere tutti gli intermedi purissimi; che oltre alle tecniche delle grandi catalisi comprendenti idrogenazioni, alchilazioni, disidratazioni, condensazioni catalitiche, ecc. appare una nuova tecnica della polimerizzazione in emulsione e della coagulazione continue, si può avere un'idea del complesso dei problemi che l'industria della gomma sintetica ha dovuto affrontare. È facile comprendere quale poderoso sforzo si è dovuto fare per la risoluzione di così vasti problemi e per la formazione dei tecnici e delle maestranze.

Mentre per l'impianto in costruzione ci si è valse della collaborazione della I.G., pur essendo la progettazione degli impianti opera dei nostri tecnici, invece l'impianto che lavora a partire dall'alcole tutta la messa a punto industriale, dai laboratori di ricerca agli impianti pilota ed infine al grande impianto industriale per la produzione del butadiene puro all'alcole, è tutta opera dei nostri tecnici.

Una delle fasi più difficili da risolvere è stata la separazione del butadiene per via fisica dai tre butileni che lo accompagnano e che bollono tutti entro pochi gradi e soprattutto la separazione del butene alfa dal butadiene, poiché i punti di ebollizione di questi idrocarburi differiscono di un solo grado. Tale separazione, che se venisse effettuata per rettifica presenterebbe difficoltà dello stesso ordine di grandezza di quelle che si incontrerebbero nella separazione di due isotopi di medio peso atomico, è stata da noi risolta con un metodo originale, malgrado che fosse ritenuto anche dai tecnici stranieri praticamente irrealizzabile per via puramente fisica. Una parte dell'impianto fatto in Italia Settentrionale presenta delle analogie costruttive con impianti di stabilizzazione e

<sup>4</sup> Lo stabilimento di Terni, previsto entrare in funzione entro la fine del 1943, dopo l'armistizio dell'8 settembre fu smantellato dalle truppe tedesche che ne portarono i macchinari in Germania.

raffinazione delle benzine, con la differenza che i problemi di separazione, che in quest'ultima industria vengono risolti in modo parziale ed incompleto, nell'industria della gomma sintetica sono stati invece sviluppati e perfezionati sino ad ottenere i singoli idrocarburi puri. Sono stati inoltre introdotti metodi di frazionamento completamente nuovi. La chimica italiana ha perciò preso in questo campo una posizione di avanguardia.

La delicatezza e la complessità della lavorazione è dimostrata dal fatto che per i nostri due impianti decine di milioni di lire vengono investiti nei soli apparecchi di misura e di controllo, necessari per la regolarità di esercizio e per l'ottenimento di prodotti costanti.

Dal punto di vista dei controlli fisici si può dire che l'industria della gomma sintetica sia all'avanguardia delle industrie italiane ed avendo provveduto alla costruzione di notevoli parti dei macchinari e delle apparecchiature di controllo nel nostro paese, ha certamente contribuito a sviluppare e perfezionare il tipo di produzione dei fabbricati nazionali di apparecchiature per l'industria chimica.

#### *La gomma sintetica dal carburo di calcio*

Come abbiamo già accennato l'altra materia prima che in Italia verrà impiegata per la produzione della gomma sintetica è l'acetilene, ossia il carburo di calcio.

È merito della I.G. l'aver messo a punto uno dei numerosi possibili procedimenti per la produzione della gomma dall'acetilene, sul quale per ragioni ovvie non mi ritengo autorizzato a dire più di quanto è già stato pubblicato su Riviste Tecniche.

Dall'acetilene è possibile giungere al butadiene attraverso diverse vie, tra esse quella apparentemente più complessa, detta a quattro stadi, è quella che hanno scelto i tedeschi, perché la maggior complessità apparente è compensata dalle maggiori rese.

La via più semplice sarebbe naturalmente quella a due stadi,

consistenti nella dimerizzazione dell'acetilene a vinilacetilene, e nella idrogenazione selettiva di quest'ultimo. La bassa resa del primo stadio e le difficoltà di ottenere butadiene puro nel secondo lo hanno sconsigliato.

I processi usati oggi si basano sulla produzione di acetaldeide dall'acetilene, che ha luogo con rese praticamente quantitative, e sulla successiva condensazione aldolica, che pur corrispondendo ad un equilibrio chimico, può essere condotta con rese altissime riferendosi all'aldeide combinata.

Dall'aldeide si possono seguire due vie: la prima attraverso la trasformazione in crotonaldeide, alcole crotonico e butadiene. Tale processo risulterebbe a 5 stadi e sarebbe assai semplice se la quarta fase non presentasse difficoltà.

I tedeschi hanno preferito un altro processo a 4 stadi che dall'aldolo passa a glicol butilenico e da questo per disidratazione a butadiene. Le rese complessive sono buone, superiori che con il processo dall'alcole, tanto più se non si considera come perdita la quantità di aldeide che viene trasformata in alcole etilico durante la idrogenazione dell'aldolo.

Il fatto che il processo tedesco a 4 stadi fornisce dell'alcole come sottoprodotto, e che tale sottoprodotto è la materia prima della produzione della gomma sintetica con l'altro processo da noi adottato, mentre il processo all'alcole fornisce come sottoprodotto l'etilene, che può venir impiegato per produrre lo stirolo necessario per la produzione della gomma sintetica dal carburo, crea interessanti possibilità di rapporti tra due diversi processi.

#### *Prospettive future*

Può risultare ora interessante esaminare le prospettive future dell'industria della gomma sintetica. La necessità di una produzione sintetica di gomma elastica in tempo di guerra è indiscutibile. Anche

gli S.U.A. che hanno sempre svolto una politica basata sulla libertà degli scambi si sono oggi e troppo tardi, lanciati in un grandioso, ma ancora inefficiente, programma di produzione di gomma sintetica.

Molti però si domanderanno che cosa sarà della fabbricazione della gomma sintetica nel dopoguerra, tenuto conto che la potenzialità produttiva delle piantagioni di gomma del medio estremo oriente era, prima della guerra, almeno del 50% superiore al consumo mondiale.

Tale sovrapproduzione è stata la causa del basso prezzo della gomma naturale nell'ultimo decennio che è sceso per un certo tempo al disotto della metà del costo di produzione. La difficoltà di proporzionare la produzione al consumo risulta evidente se si pensa che una piantagione richiede molti anni per entrare in produzione (la raccolta può essere iniziata razionalmente solo dopo 7 anni) ed una piantagione abbandonata a se stessa diventa rapidamente improduttiva.

Sebbene il costo della produzione sintetica sia oggi notevolmente superiore a quello della gomma naturale nel 1939, è necessario analizzare i costi per poter fare delle previsioni per il dopoguerra. Nel prezzo di costo della gomma sintetica entrano in grosso modo per il 20-30% il servizio del capitale investito e l'ammortamento degli impianti, la mano d'opera per meno del 10%. Per la gomma naturale i prezzi dell'ultimo decennio hanno consentito nessuna o una modestissima retribuzione del capitale investito (mentre vi furono periodi corrispondenti alla prima guerra europea in cui le compagnie delle piantagioni distribuirono dei dividendi annui superiori al 100%!).

Il costo della gomma naturale negli ultimi anni era rappresentato per la massima parte dalla mano d'opera, ed i suoi bassi livelli sono dovuti alle condizioni di vita estremamente misere degli indigeni. Poiché due milioni e mezzo di indigeni lavorano sulle piantagioni (raggiungendo i 10 milioni con le famiglie) per

produrre poco più di un milione di tonnellate, ne risulterebbe che ogni tonnellata/anno richiede da 2 a 2,5 lavoratori indigeni. Il prezzo della gomma naturale nel porto di Colombo equivale in media al salario di 1200 giornate lavorative.

Se la mano d'opera indigena nel medio estremo oriente fosse retribuita come la mano d'opera europea, il prezzo della gomma naturale sarebbe superiore a quello della gomma sintetica. D'altro lato l'inevitabile sia pur lento aumento di livello di vita col progredire della civiltà non potrà consentire sempre in avvenire una permanenza di bassissimi prezzi della gomma naturale.

Sebbene sia impossibile prevedere quale sarà il prezzo della gomma naturale nel dopo guerra, può nondimeno essere interessante a tale scopo confrontare il costo di una piantagione con il costo di una fabbrica di eguale potenzialità di gomma sintetica.

Sebbene si siano fatti molti progressi nelle nuove piantagioni condotte più razionalmente, la produzione media delle piantagioni si aggira sui 500 kg. per ettaro: la trasformazione delle giungle in piantagioni costava nel 1939 in cifra tonda sulle 10.000 lire per ettaro. Ne risulta quindi un investimento di circa 20 mila lire per tonnellata di produzione annua con l'immobilizzo rispetto ad altre culture di 20 mila metri quadrati.

Riferendoci ai prezzi del 1939 l'investimento del capitale per una produzione di gomma sintetica dal carburo in impianti molto grandi (della capacità di qualche decina di migliaia di T/anno) risulterebbe poco superiore a quello per una piantagione di eguale potenzialità, con la differenza che la superficie di terreno impiegata è come ordine di grandezza di un migliaio di volte minore!

Bisogna tener conto poi di fattori importantissimi di carattere valutario, anche se si vuol prescindere dalle necessità dell'attuale stato bellico. La importazione della gomma naturale sul nostro bilancio commerciale inciderebbe per almeno 200 o 300 milioni di lire annue, e sarebbe sottoposta alle fluttuazioni, spesso fortissime

ed inevitabili in un mercato internazionale libero poco controllabile soggetto a manovre speculative. Per la nostra produzione di gomma sintetica dal carburo di calcio la principale materia prima da importare è il carbone, occorrente per la produzione del coke per il carburo. Esso incide per meno del 5% rispetto al valore della gomma naturale che si sostituisce con una corrispondente produzione sintetica. Incide fortemente sul costo l'energia, essa però è assicurata dalla produzione nazionale e per l'impianto dell'Italia Centrale in gran parte dalla lignite di Gualdo Cattaneo e dall'energia geotermica di Larderello.

Nel caso della produzione dall'alcole, sebbene il costo di impianto per eguali produzioni sia minore che dal carburo, la situazione è un po' meno favorevole perché la materia prima (alcole) vale già di per sé quanto costerebbe una quantità di gomma naturale eguale a quella sintetica che da essa si può produrre. Il costo di lavorazione, compresi i materiali accessori, il servizio capitale, la manutenzione, gli ammortamenti ecc. elevano notevolmente tale somma base. Si tratta però di una produzione totalmente nazionale con tutti i vantaggi diretti che ne derivano.

Possiamo però porci una domanda. Dato che il terreno destinabile alle coltivazioni agricole nel nostro paese è limitato e che quindi non è possibile aumentare in modo illimitato la produzione di alcole è dal lato valutario conveniente assegnare gran parte della produzione di alcole alla gomma sintetica piuttosto che ad altri scopi? La risposta risulta affermativa.

Basta confrontare infatti l'impiego dell'alcole come carburante rispetto a quello per la produzione di gomma sintetica.

Un kg. di alcole corrisponde a circa 0.7 kg. di benzina come potere calorifico. Lo stesso chilogrammo di alcole permette di produrre circa 0.30 kg. di gomma oltre a certi sottoprodotti che hanno un valore non trascurabile e che possiamo per semplicità equiparare come valore alle altre materie prime accessorie (escluso carbone).

Se la gomma naturale costasse sul mercato internazionale non più di 3-4 volte che un ugual peso di benzina, risulterebbe dal lato valutario indifferente usare l'alcole come carburante o per la produzione della gomma sintetica. Siccome però la gomma sul mercato internazionale valeva, nel 1939, 15-20 volte più della benzina è evidente che conviene destinare la produzione di alcole alla produzione di gomma piuttosto che a quella dei carburanti.

Inoltre mentre la gomma sintetica butadienica ha oggi proprietà in complesso non inferiori alla gomma naturale, l'alcole invece è come carburante inferiore alla benzina e non è applicabile per gli usi bellici più importanti, ad es. per l'aviazione, se non a scapito dell'autonomia.

Ne risulta che nel dopo guerra sarà conveniente destinare l'alcole alla produzione di gomma sintetica piuttosto che all'uso come carburante, tanto più che per la produzione di carburanti lo sviluppo che tutti ci auguriamo delle nostre raffinerie ed in particolare dei nostri impianti di idrogenazione potrà per altre vie coprire il consumo interno.

Oltre a ciò l'avvenire della gomma sintetica sarà dato dai miglioramenti delle caratteristiche e dalle possibilità di produrre per sintesi polimeri di proprietà superiori o addirittura diverse da quelle della gomma naturale. La resistenza ai solventi di certi tipi di Buna, la maggiore resistenza all'abrasione di altri, ne sono un esempio.

L'Italia che è stata tra le prime grandi nazioni (dopo la Germania e la Russia) ad affrontare l'industria della gomma sintetica, che è forse la più complessa e tecnicamente la più difficile tra le grandi industrie chimiche organiche, può quindi guardare con fiducia l'avvenire in questo campo, poiché seguendo le lungimiranti direttive del Duce, e superando tutte le difficoltà, si è pervenuti a dotare il nostro paese di un complesso industriale che lo renderà per oltre due terzi del consumo nazionale di pace, indipendente da servitù straniere.

## LA GOMMA SINTETICA NEL MONDO\*

GIULIO NATTA

Prima dell'inizio della guerra due sole Nazioni avevano una produzione importante di gomma sintetica: la Germania e la Russia. Negli Stati Uniti, a parte il duprene (sostanza ottenuta dalla polimerizzazione del prodotto di condensazione del vinilacetilene con acido cloridrico), che può sostituire la gomma solo per certi casi particolari, la produzione di gomma sintetica era limitata a piccole installazioni che si potevano considerare come sperimentali. La guerra ha posto in primo piano l'importanza della produzione della gomma sintetica non solo in Europa, ma dopo l'occupazione della Malesia e delle Indie Olandesi da parte dei Giapponesi, anche per le nazioni alleate. Può essere interessante esaminare quale è la situazione odierna.

Per quanto riguarda il Tripartito, il Giappone dispone ora di una quantità di gomma naturale che si può ritenere almeno 5 volte maggiore del suo fabbisogno. Le nazioni dell'Asse che già dispongono di una produzione rilevante di gomma sintetica, giungeranno in breve tempo, con i soli impianti già in avanzata costruzione, a produzioni complessive notevolmente maggiori di quello che era il loro fabbisogno anteguerra. L'avvenire prossimo si presenta per noi, per quanto riguarda la gomma, assai soddisfacente; al contrario di quanto avviene per gli alleati.

\* "La Chimica e l'Industria", XXIV, 11, 1942, pp. 397-s.

La Russia disponeva prima della guerra di 4 impianti per la produzione di gomma sintetica dall'alcole e di uno di potenzialità minore dal petrolio.

Gli impianti dall'alcole, che erano arrivati durante la guerra ad una potenzialità tripla rispetto a quanto era previsto nel piano quinquennale, sono ora per il 50% inutilizzabili. Uno a Jefremoff, vicino a Orel, è stato attraversato dalla battaglia; l'altro presso il fiume Voronesch ne è lambito e si deve ritenere non sia più in condizioni di produrre. Anche se per il secondo fosse stato tentato dai russi il trasporto in altre località non si può pensare ad un rapido ripristino della produzione per la complessità degli impianti, la dipendenza da vaste zone di determinata produzione agricola, che devono essere dotate di impianti per la corrispondente produzione dell'alcole.

L'alcole impiegato per la gomma sintetica in Russia veniva prodotto tutto da cereali, contrariamente ai primi programmi che prevedevano l'impiego di patate. Quest'ultime, a causa dei geli invernali, si sono dimostrate inadatte per il clima russo ad alimentare impianti di produzione non stagionale. Ogni impianto di gomma sintetica raccoglie la produzione cerealicola di una zona di circa 200 km di diametro.

La occupazione delle zone a maggiore produzione di cereali da parte delle truppe germaniche e la deficienza di questi per la alimentazione dovrebbero aver posto in grave crisi la produzione russa della gomma dall'alcole.

Esaminiamo ora la situazione anglo-americana. Questi paesi sono stati presi alla sprovvista dalla occupazione da parte dei giapponesi dei maggiori centri produttivi di gomma naturale. Di fronte ad un fabbisogno attuale di 600.000 t/anno per i soli scopi bellici degli alleati, è rimasta a disposizione in oriente la sola produzione dell'isola di Ceylon (90.000 t nel 1941) che doveva essere spinta a 140.000 t nel 1942 e, comprendendo gli altri luoghi di pro-

duzione del sud-America, consentire una produzione complessiva di 175.000 t da elevarsi nel 1943 ad un massimo di 200.000 t.

La produzione di gomma naturale non raggiungerà nel 1943 che un terzo dell'attuale fabbisogno per scopi bellici, escludendo gli usi civili. È vero che esistevano delle scorte al principio del 1942 (100.000 t in Inghilterra e 600.000 t in America), ma esse sono state per la massima parte consumate prima di oggi per il ritardo con cui sono stati presi in America provvedimenti efficaci per limitare gli usi civili della gomma.

Mentre in Inghilterra tali provvedimenti sono stati presi già da qualche mese, in America, invece, solo dal 1° ottobre l'impiego della gomma è stato limitato a certi usi militari di cui è stata fatta una lista dal «War Production Board», mentre per gli altri usi militari e per usi civili non è ammesso senza una autorizzazione specifica.

Per fronteggiare questa situazione molto critica l'America si è lanciata, per quanto in ritardo, verso un programma grandioso di produzione di gomma sintetica, che si è dimostrato poi in gran parte irrealizzabile. I programmi sono stati modificati e ingigantiti sulla carta nel volgere di pochi mesi, cosicché si è passati dall'enunciazione in primavera di un programma di 400.000 t, in estate a 800.000 t, saliti poi a 1.000.000 t/anno, così distribuiti:

Anno	Programma	costo impianto complessivo
1942	90.000 t	
1943	350.000 t	
1944	800.000 t	650.000.000 dollari
dopo 1944	1.000.000 t	1.100.000.000 dollari

Tali programmi sono poi risultati irrealizzabili per la mancanza di materie prime, che sono le stesse occorrenti per la produzione di benzina di aviazione. Erano stati fatti supponendo di poter di-

sporre illimitatamente dei prodotti dell'industria petrolifera, cosa che si è dimostrata impossibile.

Tanto per incominciare, già le previsioni del 1942, che erano state fatte in modo più attendibile basandosi su impianti esistenti o pressoché ultimati, sono risultate non raggiungibili, cosicché già si prevedeva una diminuzione della produzione a circa la metà (e non è detto che si raggiungerà effettivamente) di quella prevista sopra indicata. Anche il programma per il 1943 è risultato irrealizzabile. Comunque si sono persi sei mesi in discussioni, e tra i numerosi procedimenti proposti il più favorito sembra quello della Standard Oil di New Jersey, che impiega come materie prime il butadiene e l'iso-butilene ottenuti dal petrolio.

Di fronte a questi programmi colossali americani a lunga scadenza, vi è la realtà di una situazione immediata molto grave, soprattutto per l'Inghilterra, dove sono state prese misure draconiane per limitare i consumi e dove tutte le proposte di realizzare una produzione locale di gomma sintetica sono naufragate per deficienza di materie prime.

Per quanto riguarda l'impero inglese solo un piccolo impianto di gomma sintetica è stato progettato nel Canada. Gli Stati Uniti d'America si sono assunti perciò il compito di provvedere con la loro futura problematica produzione sintetica alla risoluzione del problema. Ma nel caso più favorevole si può prevedere che solo dopo il 1944 la produzione sintetica potrà giungere a valori eguali all'attuale fabbisogno di gomma degli alleati per i soli usi militari.

## SUL PROCESSO "DISTEX" PER IL FRAZIONAMENTO DI MISCELE DI IDROCARBURI\*

GIULIO NATTA

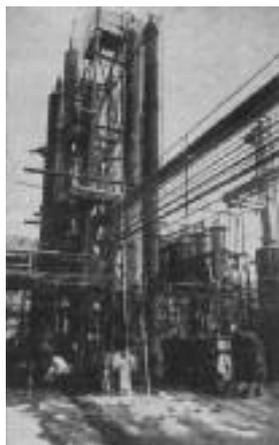
*Le difficoltà, prima praticamente insormontabili, per la separazione per rettifica di due idrocarburi, che differiscono per 1-2 gradi soltanto nella temperatura di ebollizione, sono state superate con l'applicazione di un procedimento, dagli americani denominato Distex, che effettua il frazionamento dei vapori in controcorrente con un solvente selettivo, in presenza di un riflusso del componente estratto. Esso viene applicato per la estrazione di idrocarburi puri dal petrolio.*

*Tale procedimento, solo recentemente descritto in riviste americane, era stato già trovato in Italia nel 1938, ed applicato su grande scala industriale nella separazione del butadiene (p.e. -4,7°C) dall'1-butene (p. e. -6,4°C) nella produzione di gomma sintetica dall'alcole.*

Nel gennaio 1946 è apparsa nell'"Industrial and Engineering Chemistry" la descrizione<sup>1</sup> di un processo, denominato "Distex" perché riunisce i principi dei processi di distillazione e di estrazione, che consente di separare facilmente idrocarburi aventi vicinissime temperature di ebollizione, per i quali la separazione con la sola rettifica presenterebbe estrema difficoltà.

\* "La Chimica e l'Industria", XXIX, 1, 1947, pp. 10-12.

<sup>1</sup> John Griswold, D. Andres, C. F. von Berg e J. E. Kasch, *Ind. Eng. Chem.* 38. 65 (1946) [nota dell'autore]



1. Impianto pilota del 1940 del frazionamento dei gas di catalisi dall'alcole comprendente la separazione dei buteni dal 1-butadiene. [Fotografia riprodotta nella sua qualità originale]

Esso consiste nell'introdurre in modo continuo la miscela da frazionare in un punto intermedio di una colonna di rettifica, alimentata dall'alto da un solvente selettivo poco volatile, che si satura dei vapori del componente meno solubile, e dal basso dei vapori di una parte del componente più solubile, che viene

estratto per distillazione dalla soluzione che esce dalla base della colonna. La selettività del solvente deriva dalla maggiore solubilità dei vapori di uno dei componenti della miscela da frazionare.

Nel lavoro americano il processo "Distex" viene descritto come applicabile all'ottenimento di idrocarburi puri dal petrolio. Viene esaminata in particolare la separazione del metilcicloesano (p.e. 100,3°C) dal n-eptano (p.e. 98,4°C) per rettifica dei vapori in controcorrente con un solvente, ad es. anilina. La presenza di tale solvente consente di elevare la volatilità relativa dei due idrocarburi dal valore di 1,08 (in assenza di solvente) a circa 1,52 (in presenza del 92% molecolare del solvente). Vengono inoltre esaminate diverse altre coppie di idrocarburi, di cui alcune, come quella del benzene-cicloesene, non sarebbero separabili per semplice rettifica perché detti idrocarburi formano un'azeotropo di minimo.

Il procedimento sopra indicato è del tutto identico a quello da me descritto in un brevetto del 1938<sup>2</sup> e dettagliatamente illustrato

<sup>2</sup> Istituto per lo Studio della Gomma Sintetica e Giulio Natta: "Procedimento per la separazione dei componenti di una miscela aventi uguali o vicinissime

nel 1942<sup>3</sup> in questa rivista. Esso è stato industrialmente applicato nel 1939 e nel 1940 negli impianti pilota della Bicocca e nel 1941 nello stabilimento di Ferrara dalla S. A. Industria Gomma Sintetica, per la separazione del butadiene (p.e. -4,7°C) dall'1-butene (p.e. -6,4°C).

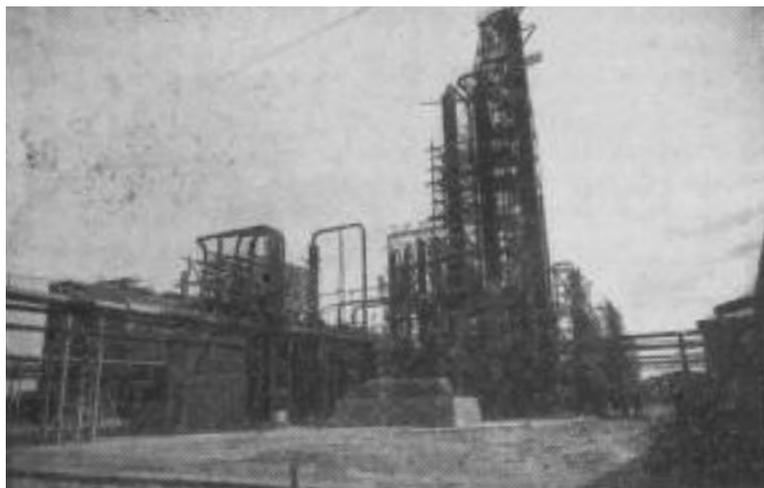
Nel mio primo brevetto era considerata sia la separazione di gas che quella di vapori, quindi nessuna differenza concettuale deriva dal fatto che nelle pubblicazioni americane il procedimento appare studiato a temperature più alte per separazione degli idrocarburi che alla temperatura ambiente sono liquidi, mentre noi in Italia lo abbiamo applicato alla separazione di idrocarburi che alla temperatura ambiente sono gassosi. In entrambi i procedimenti si opera a temperature che sono di qualche decina di gradi superiori a quelle di ebollizione dei componenti puri da separare, e si usano solventi che bollono almeno a 60°C al di sopra della temperatura di distillazione degli idrocarburi trattati.

Nella pubblicazione americana sono raccolti molti dati sperimentali relativi alla determinazione della variazione del coefficiente di volatilità, ma non vi è nessuna trattazione teorica per la determinazione del riflusso minimo e del numero di piatti teorici, sebbene non sia possibile, nel processo "Distex", applicare i comuni metodi di calcolo usati nella rettifica di miscele binarie, a causa della notevole variazione della quantità di soluto nel solvente, passando da un piatto ad un altro della colonna.

Nel mio lavoro del 1942, sono stati dettagliatamente tracciati

temperature di ebollizione", *Brev. Ital.* N. 364722 (12.8.1938) (12.11.1938). "Procedimento per il frazionamento di miscele gassose ed in particolare per la separazione dei butileni dal butadiene", *Brev. Ital.* N. 394456 (31.12.1941) (29.4.1942) [n.d.a.].

<sup>3</sup> G. Natta, "La Chimica e l'Industria", 24, 43 (1942); G. Natta e F. Mattei, *ibid.*, 24, 271, (1942) [n.d.a.].



2. Fabbrica di Ferrara della S.A.I.G.S.. Reparto per il frazionamento dei gas di catalisi comprendente la separazione del butadiene dal 1-butene. [Fotografia riprodotta nella sua qualità originale]

i metodi di calcolo sia per un processo isoterma che per un processo adiabatico introducendo un coefficiente  $\gamma$ , corrispondente al rapporto tra le solubilità  $\beta$  ed  $\alpha$  dei due gas (o vapori) nel solvente considerato. L'inverso di tale coefficiente  $\gamma$  corrisponde in pratica al coefficiente di volatilità considerato dagli americani.

Nella mia pubblicazione era stato calcolato il riflusso minimo  $R_z$  del componente più solubile, da introdursi alla base della colonna di arricchimento, in funzione di tale coefficiente  $\gamma$  e della composizione  $x_n$  della miscela da frazionare. Per ottenere i due componenti allo stato puro  $R_z$  risulta, per un processo isoterma:

$$R_z = \frac{1}{(1 - \gamma) x_n} - 1$$

Il corrispondente riflusso del componente meno solubile da assorbire alla sommità della colonna di esaurimento è:

$$R_f = \frac{\gamma}{(1 - \gamma) (1 - x_n)}$$

La quantità di solvente riferita alla quantità unitaria della miscela da frazionare è indipendente dalla composizione della miscela e risulta

$$Q = \frac{1}{p (\alpha - \beta)}$$

$\alpha$  e  $\beta$  esprimono i coefficienti di solubilità, in volume di gas per volume di solvente, rispettivamente del componente più solubile e di quello meno solubile.

Riporto ora alcuni valori di  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  determinati da noi per il butadiene e per i butileni normali in diversi solventi.

Il butadiene, ottenuto dall'alcole etilico per deidrogenazione, condensazione e disidratazione catalitica, è stato purificato attraverso il composto di addizione con sali rameosi. Il 1-butene è stato ottenuto dall'alcole butilico per disidratazione catalitica in allumina, a circa 400°C, lavato con soda concentrata, essiccato e ridistillato, e si deve ritenere impuro di 2-butene.

Il 2-butene è stato ottenuto per disidratazione dell'alcole butilico con acido solforico al 63% a 10-130°C, lavato con soda, essiccato e liquefatto. I dati qui raccolti sono stati determinati in collaborazione con G. Boeri. I coefficienti di solubilità si intendono espressi in litri di gas per litro di solvente a 25°C.

Il coefficiente  $\beta$  è stato determinato per estrapolazione tenuto conto del tenore di 2-butene nel 1-butene da noi usato.

Poiché il coefficiente di volatilità per la miscela butadiene-1-butene risulta di circa 1,07 in assenza di solvente, risulta evidente

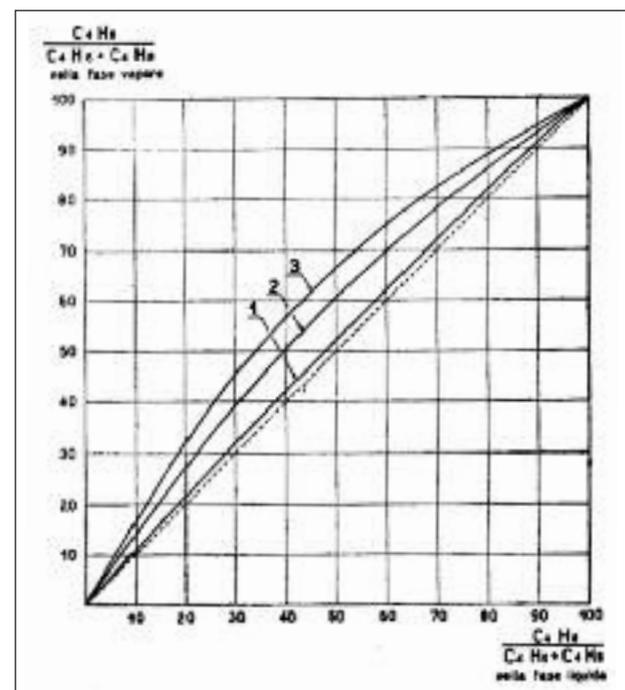
Solvente	temperatura ebollizione	coeff. di solub.			rapporto di selettività	
		butadiene $\alpha$	1-butene $\beta$	2-butene $\beta'$	$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{1}{\gamma}$	$\frac{\alpha}{\beta'} = \frac{1}{\gamma'}$
Metanolo commerciale . . .	64	28,6	16,5	24,0	1,73	1,19
Acetato di metile tecnica- mente puro . . . . .	57,2	55,4	24,4	32,0	2,27	1,73
Acetato di etile . . . . .	77,1	73,8	39,7	52,4	1,86	1,41
Acetato di butile . . . . .	126,5	91,5	49,2	68,8	1,86	1,33

il vantaggio del processo considerato per il quale  $1/\gamma$  può anche superare 2, rispetto alla semplice rettifica.

Nella figura 3 sono riportate le curve di equilibrio tra la composizione della fase gassosa e quella del soluto per  $\gamma = 1,5$ , per  $\gamma = 2$ , e la curva di equilibrio per le miscele 1-butene-butadiene in assenza di solvente.

In prove precedenti in collaborazione con G. Cardillo, che saranno oggetto di pubblicazione a parte, si erano trovati dei coefficienti  $1/\gamma$  maggiori di 1 oltre che per il metanolo anche per l'olio di antracene, per il fenolo, l'anidride acetica, l'anidrina etilenica, e valori minori di 1 per molti idrocarburi paraffinici e naftenici, per alcuni cloroderivati alifatici ed aromatici.

Le prime separazioni in laboratorio con apparecchio continuo risalgono al 1938-1939. Prove fatte allora in collaborazione con F. Tetaz con una colonna di 6 metri di altezza e 34 mm di diametro riempita con anelli Raschig di alluminio di superficie scanalata di mm 6 x 7 avevano permesso di frazionare un campione contenente 90% di butadiene e 10% di butilene, usando una velocità di alimentazione di 15 litri/ora di gas e di 1,6 litri/ora di solvente a 20°C. La colonna a regime forniva un butilene in testa esente da butadiene e un butadiene estratto dalla base con titolo medio di 99,5% di butadiene. Analisi istantanee hanno fornito anche con-



3. Separazione 1-butene-butadiene.

1) Curva calcolata in base alla legge di Raoult per gli idrocarburi puri.

2) Curva corrispondente ad un coefficiente di volatilità di 1,5.

3) Curva corrispondente ad un coefficiente di volatilità 2 (solvente miscela di metanolo ed acetato di metile).

centrazioni in butadiene superiori. Aumentando la velocità di alimentazione si ottennero separazioni meno complete.

Nell'esercizio di fabbrica iniziato nel 1941 con colonna riempita con anelli Raschig di grandi dimensioni si è osservato che l'altezza di colonna, corrispondente ad un piatto teorico, risulta notevolmente maggiore rispetto alle prove di laboratorio e molto superiore a quelle che si osservano nella normale rettifica. Ciò è

dovuto alla maggiore lentezza con cui si raggiunge l'equilibrio tra la fase gassosa e la fase liquida in presenza di un solvente, operando a temperatura molto inferiore a quella di ebollizione di quest'ultimo.

Il procedimento, nella nostra applicazione industriale, ha permesso di purificare il butadiene residuo, arricchito in butilene, proveniente dai gas recuperati dalla polimerizzazione e di portarlo ad un titolo sufficientemente alto da consentire di metterlo in ciclo in modo continuo nello stesso impianto di polimerizzazione continua, evitando in quest'ultimo un ulteriore arricchimento di butilene. Esso ha consentito di applicare per la produzione della Buna S, i processi della I. G. Farbindustrie, di polimerizzazione continua, al butadiene ottenuto per catalisi dall'alcole, che per il suo elevato tenore in butileni, risultava, in base alla tecnica dell'epoca ed allo stesso parere dei tecnici della I. G., non impiegabile che in processi di polimerizzazione discontinua.

Anche in U.S.A. il processo "Distex" è stato proposto per la separazione butadiene-butilene<sup>4</sup>. Dalla letteratura non si hanno però dati dettagliati in proposito, ma risulterebbe da notizie private che, nella separazione del butadiene dai gas di piroschissione e di deidrogenazione catalitica dei butileni, venga usato il processo basato sulla estrazione del butadiene con soluzioni di sali rameosi. Da noi quest'ultimo procedimento era stato anche studiato, ma poi scartato perché più complesso come impianto ed anche come esercizio a causa della ossidabilità dei sali rameosi.

Rispetto ai processi di frazionamento in fase liquida con solventi mediante l'impiego di estrattori multipli, il processo "Distex" presenta il vantaggio, nel caso della separazione butilene-butadiene, di non richiedere basse temperature o elevate pressioni e di consentire teoricamente l'ottenimento di prodotti

puri, cosa difficilmente ottenibile nei processi di estrazione in fase liquida.

Il processo "Distex" risulta di applicazione generale in tutti quei casi in cui la rettifica semplice presenta difficoltà per la grande vicinanza delle curve del vapore e del liquido nel diagramma di stato.

Sinora la scelta del solvente era stata fatta per via empirica, orientandosi verso solventi di natura polare. Ho ora in corso, in collaborazione con M. Baccaredda, delle ricerche calorimetriche per stabilire la relazione che sussiste tra la variazione del coefficiente  $\gamma$  rispetto ai diversi solventi e la differenza tra i relativi calori di soluzione degli idrocarburi da separare. In base a considerazioni termodinamiche, ad un valore di  $\gamma$  molto diverso da 1 deve corrispondere una differenza notevole dei calori di soluzione. Secondo nostre misure sperimentali si sono infatti osservate tra i calori di soluzione dei singoli idrocarburi nei solventi attivi differenze di diverse centinaia di calorie, che giustificano, almeno come senso dello spostamento, le variazioni sperimentali del coefficiente di volatilità.

*Istituto di Chimica Industriale del Politecnico di Milano; Centro Studi di Chimica industriale del C.N.R. ed Istituto per lo Studio della Gomma Sintetica, gennaio 1947.*

<sup>4</sup> Shell Development Co., U.S.P. 2.350.256 (30.5.1944) [n.d.a.].

## IL CENTRO STUDI DI GIULIO NATTA

Quando nel 1937, col concorso dell'IRI e della Società Italiana Pirelli vennero fondati due enti: Società per la Produzione della Gomma Sintetica e Istituto per lo Studio della Gomma Sintetica, venne riconosciuta la utilità di affiancare ad essi un Centro di Studi per la Gomma Sintetica presso qualche Università o Politecnico, che collaborasse con l'Istituto e con la Società nel perfezionamento dei processi di sintesi già noti e nella ricerca di nuovi procedimenti, in particolare per ottenere i prodotti di partenza per la preparazione della gomma sintetica.

Tale Centro Studi fu allora istituito presso l'Istituto di Chimica Industriale del Politecnico di Torino, allora diretto dal Prof. Giulio Natta<sup>1</sup>. Nel 1939, in seguito al trasferimento del Prof. Natta a Milano, anche il Centro Studi per la gomma sintetica passò da Torino all'Istituto di Chimica Industriale di questo Politecni-

\* An., *Centro Studi per la Gomma Sintetica annesso all'Istituto di chimica industriale*, in R. Politecnico di Milano, *Annuario Anni Accademici 1937-38 – XVI, 1938-39 – XVII*, Milano, Stamp. Tamburini, 1939, pp. 497-s.

<sup>1</sup> Allo stato attuale della documentazione gli archivi del Politecnico di Torino non conservano documenti dell'attività di Natta. L'Istituto di Chimica industriale diretto a Torino da Natta nel biennio 1937-38 e 1938-39 fu distrutto nel corso dei bombardamenti aerei dell'ultima guerra. Per una testimonianza fotografica sulle ricerche e attrezzature di laboratorio di Natta a Torino vedi *Il R. Politecnico di Torino e la mostra Torino e l'Autarchia. Reparto dedicato all'attività degli Istituti di Chimica Industriale e di Chimica generale ed applicata*, in *Annuario del R. Politecnico di Torino, anno accademico 1938-1939-XVII*, Torino, pp. 53-56.

co. Tale trasferimento coincise con un aumento del personale ad esso relativo e con un aumento dei fondi messi a disposizione.

La Direzione di questo Centro Studi è affidata al Prof. Natta, che è collaborato [sic] in questo ufficio da uno dei suoi assistenti, il Prof. R. Rigamonti. Il personale è attualmente formato da tre Dottori: il Dott. G. Cardillo<sup>2</sup>, il Dott. P. Lombardi<sup>3</sup> ed il Dott. V. Berti<sup>4</sup>, e da quattro operai chimici, tutti dipendenti amministrativamente dall'Istituto per lo Studio della Gomma sintetica.

Si trovano presso questo Istituto apparecchi per l'analisi di gas completi, un apparecchio Podbelniak per l'analisi di miscele di idrocarburi, numerosi gasometri ed apparecchiature elettriche e per alta pressione<sup>5</sup>.

Tra gli studi eseguiti fin'ora meritano menzione quelli su quattro processi per la preparazione di butadiene. Uno di questi consiste nella disidratazione contemporanea di miscele alcool-aldeide acetica, processo già applicato in fabbrica su base semi-industriale, e che si sta ora perfezionando<sup>6</sup>. Un secondo processo, completamente studiato in questo Centro Studi, è quello da aldeide acetica, attraverso la condensazione aldolica, l'idrogenazione dell'aldolo e la disidratazione del glicol butilenico formatosi; un processo nuovo per deidrogenazione del butano e del butilene è attualmente allo studio ed altro processo nuovo a partire da acetone ed alcool metilico.

È stato pure messo a punto un processo per la preparazione

<sup>2</sup> Giuseppe Cardillo.

<sup>3</sup> Paolo Lombardi.

<sup>4</sup> Vittorio Berti.

<sup>5</sup> "Dagli accordi fatti tutte le spese per tali ricerche saranno sostenute da tale Istituto ed inoltre questo provvederà all'acquisto di apparecchiature che rimarranno poi di proprietà del Politecnico e fornirà dei tecnici per tali ricerche" (Milano, Archivi storici del Politecnico di Milano, Archivio storico d'Ateneo, Titolo X, *Istituto di Chimica industriale, 1931-1940*, G. Natta al Direttore del R. Politecnico di Milano Gaudenzio Fantoli, 27 gennaio 1939).

<sup>6</sup> Si riferisce agli stabilimenti Pirelli della Bicocca dove funzionava dal 1938 un impianto semi-industriale di gomma butadienica a partire dall'alcol.

dello stiolo, partendo da etilene e benzolo, attraverso la loro condensazione ad etilbenzolo e successiva deidrogenazione, processo che è pure già passato in fase industriale. Inoltre, ancora parecchi altri problemi annessi, relativi ad analisi di prodotti, utilizzazione di sottoprodotti, ecc.

Oltre a questa attività di studi scientifici va ricordata una notevole attività in collaborazione con l'Istituto per lo Studio della Gomma Sintetica, collaborazione che ha portato al miglioramento di lavorazioni già in atto su scala semi-industriale ed alla realizzazione in fabbrica di nuove lavorazioni: in questi casi il personale del Centro Studi che aveva studiato tali perfezionamenti ai nuovi processi è stato passato in fabbrica ed è stato sostituito da altro<sup>7</sup>.

Si è così indirettamente compiuto, oltre alla funzione di ricerca anche quella di addestramento e di perfezionamento di personale laureato o diplomato, in pieno accordo alla funzione didattica di questo Centro Studi.

Esso ha dimostrato come la collaborazione tra Istituti scientifici universitari e industria possa portare a importanti risultati, particolarmente nel momento attuale, nel quale tutte le energie devono concorrere alla risoluzione dei numerosi problemi interessanti la vita industriale del nostro Paese.

<sup>7</sup> Nel successivo biennio 1940-41 il Centro per la gomma sintetica ebbe come ricercatori anche G. Russo e G. Boeri. Dopo la distruzione nell'ottobre del 1944 dell'impianto semi-industriale di gomma sintetica alla Bicocca, il Centro ospitò al Politecnico un impianto pilota di laboratorio. Nello stesso autunno del 1944 l'arresto della produzione di gomma sintetica a Ferrara faceva venire meno le risorse dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica da cui dipendeva l'attività del Centro di Natta. Cfr. Milano, Archivi storici del Politecnico di Milano, Archivio storico d'Ateneo, Titolo X, Fasc. 106, *Istituto di Chimica industriale, 1941-1950*, Natta al Direttore Gino Cassinis, 30 aprile 1946. Dal 1940 Natta era presidente del Reparto Grande Industria del Consiglio nazionale delle ricerche e aveva creato al Politecnico un Centro Studi di tecnologie chimiche, con "una dotazione annua di Lire 150.000 (che è la maggiore tra quelle assegnate ai centri di studio costituiti nel campo chimico)" (*Ivi, Istituto di Chimica industriale, 1931-1940*, Natta al Direttore Carlo I. Azimonti, 27 agosto 1940) Cfr. *ivi, Istituto di Chimica industriale, 1941-1950*, Natta al Direttore Azimonti, 25 settembre 1941.

## GIULIO NATTA, PREMIO REALE PER LA CHIMICA 1942\*

Nella solenne adunanza della Reale Accademia d'Italia che ebbe luogo in Campidoglio alla presenza del Sovrano il 6 giugno vennero conferiti i due Premi Reali scaduti il 31 dicembre 1942 – XXI, cioè quello per le scienze filosofiche e morali e quello per la chimica.

Il Premio Reale per la chimica su proposta della Commissione costituita dagli accademici Ecc. Francesco Giordani, *presidente*, Guido Bargellini, Giuseppe Bruni, Ecc. Antonio Lo Surdo, Ecc. Giambattista Bonino, *relatore*, venne conferito al prof. Giulio Natta, direttore dell'Istituto di chimica industriale del R. Politecnico di Milano, con la seguente relazione che venne letta, nella solenne adunanza, dall'Ecc. Giordani.

La produzione scientifica del prof. Natta si contraddistingue per l'elevato valore qualitativo pur essendo abbondante e varia. Essa caratterizza la figura di un moderno ricercatore di ampie vedute e di non comune versatilità capace di affrontare le più ardue questioni teoriche e di utilizzare i risultati delle più recenti teorie per la efficace realizzazione di progetti tecnologici. Egli porta nel suo lavoro una profonda conoscenza dei problemi attuali accompagnata da sicura maestria nell'uso delle più raffinate tecniche sperimentali.

\* *Il Premio Reale per la chimica al prof. Giulio Natta, "La chimica e l'Industria", XXV, 6, 1943, pp. 156-s.*

Le pubblicazioni, relative al dodicennio 1931-1942, possono essenzialmente distinguersi in tre gruppi.

Quelle del primo gruppo riguardano ricerche strutturistiche compiute col sussidio dei raggi X e anche con l'uso dei raggi di elettroni, che il Natta ha avuto il merito di adoperare per primo in Italia applicandosi allo studio degli alti polimeri in pellicole sottili ed alle sostanze che per le piccole dimensioni dei cristallini appaiono ancora amorfe quando sono esplorate con i raggi X.

Sono state esaminate così le strutture del caucciù e della guttaperca non stirati, giungendo alla conclusione che le molecole di queste sostanze in lamine sottili presentano tratti rettilinei sufficientemente lunghi per permettere la produzione di linee di interferenza abbastanza nette, talché deve essere scartata l'ipotesi di una loro disposizione in forma contratta o spiraliforme.

Sfruttando l'elevata resa dei fenomeni interferenziali con i raggi di elettroni e la scarsa penetrabilità di questi, il Natta ha proposto interessanti metodi per lo studio delle strutture superficiali, come quelle dei catalizzatori e quelle di alcune soluzioni solide che si formano alla superficie di un metallo per deposizione di un altro più nobile spostato da una sua soluzione acquosa. Tali soluzioni solide superficiali presentano, subito dopo la loro formazione, le stesse costanti reticolari del metallo precipitante e, solo col tempo o per ricottura, assumono una struttura cristallina stabile caratterizzata da costanti reticolari di valore intermedio tra quelli che competono ai due metalli componenti.

È merito del Natta di avere dato la spiegazione di alcune anomalie che si riscontravano nello studio delle strutture con i raggi di elettroni, messe in evidenza da sconcordanze tra i risultati così ottenuti e quelli ricavati dalle misure con i raggi X. Egli ha potuto con tutto rigore dimostrare che certi fotogrammi erano da attribuire alla formazione di veli sottilissimi di idrocarburi, di acidi o di eteri della serie grassa, i quali, contenuti inizialmente co-

me impurezze, diffondono sulla superficie delle pellicole della sostanza adoperata per l'esame, vi cristallizzano e danno luogo ai fenomeni di interferenza. In conseguenza di ciò, ha potuto elaborare una tecnica accurata con la quale è possibile di eliminare l'inconveniente; è venuta così a cadere la necessità di proseguire le lunghe e faticose ricerche, che gli sperimentatori del ramo avevano in corso.

Tra gli studi strutturistici eseguiti col sussidio dei raggi X meritano di essere ricordati quelli sui gas nobili, sugli acidi alogenidrici e su molti altri idruri allo stato solido, studi che hanno richiesto lo sviluppo di una tecnica particolare capace di permettere il lavoro a temperature molto basse. Accertato che gli acidi alogenidrici presentano fenomeni di polimorfismo e che le forme stabili a temperatura più elevata hanno struttura cubica e facce centrate con costanti reticolari uguali a quelle degli elementi del gruppo zero prossimi al corrispondente alogeno, il Natta ha potuto risalire alla valutazione del raggio degli ioni alogenici, ammettendo che essi – in vista della piccolezza dello ione idrogeno – si possono considerare tangenti nel reticolo. Si è avuto così un punto di partenza molto più sicuro di quelli adottati da Goldschmidt, da Pauling e da Wasastjerna, per determinare i raggi di alcuni ioni da servire come base per ricavare i valori di tutti gli altri attraverso la conoscenza delle strutture reticolari.

Senza soffermarci sulle ricerche aventi carattere più strettamente cristallografico, ricorderemo le indagini sugli idrossidi e sugli idrati, che hanno condotto ad interessanti conclusioni circa la resistenza di reticoli, i quali entro determinati limiti non alterano la loro struttura col variare del contenuto di ossigeno, e quindi anche della valenza di alcuni degli atomi legati all'ossigeno stesso.

Appartengono al secondo gruppo le ricerche sulla catalisi e sulle grandi sintesi della chimica organica.

In questo campo il Natta si è avvalso dei metodi termodinamici per studiare il meccanismo delle reazioni, come pure di indagini cinetiche eseguite a varie temperature al fine di calcolare le energie di attivazione.

Nello studio dei catalizzatori, oltre a determinare le strutture per mezzo dei raggi X e dei raggi di elettroni, sono state eseguite misure di assorbimento specie nei riguardi della sintesi degli alcoli.

Con metodi dovuti al Natta sono stati costruiti in Italia e all'estero impianti per la produzione di alcole metilico e di alcoli superiori partendo da miscele di ossido di carbonio e di idrogeno: per l'alcole metilico, in condizioni particolari in una fabbrica svizzera è stata anche utilizzata una miscela di anidride carbonica e di idrogeno.

Numerose altre ricerche riguardano: la disidrogenazione catalitica dell'alcole metilico a formaldeide, la idrogenazione di idrati di carbonio per preparare glicoli da glicerina, la dimerizzazione dell'isobutilene in presenza di un catalizzatore solido attivato da un promotore gassoso presente nella miscela di reazione, la sintesi di ammine alifatiche, la idrogenazione del furfurolo, la sintesi di basi eterocicliche per ammonolisi dei prodotti di idrogenazione del furfurolo, la produzione di aldeide propionica per mezzo della cosiddetta ossintesi a partire da etilene, ossido di carbonio e idrogeno.

Molti di questi studi hanno condotto a felici realizzazioni pratiche, che hanno tra l'altro servito a risolvere vari problemi posti dalla necessità della produzione autarchica di esplosivi dirompenti e di lancio.

Infine, rientrano nell'ultimo gruppo numerose ricerche di tecnologia chimica riguardanti: 1°) la produzione del gas d'acqua per gassificazione del carbone in presenza di ossigeno a bassa temperatura, con che si ottengono direttamente, senza bisogno di

ricorrere alla conversione, miscele di ossido di carbonio e di idrogeno nella proporzioni volute per la sintesi dell'alcole metilico; 2°) la produzione di idrogeno per conversione dell'ossido di carbonio con vapor d'acqua in presenza di catalizzatori a base di ossido di zinco superficialmente attivato, ed infine, 3°) la produzione di idrogeno per conversione del metano con vapor d'acqua o con anidride carbonica in presenza di ossigeno.

Degni di particolare rilievo sono gli studi su di un nuovo metodo per realizzare il frazionamento di una miscela gassosa i cui costituenti abbiano temperature di ebollizione molto prossime e tali da escludere il ricorso alla distillazione frazionata. Il Natta ha all'uopo proposto un nuovo metodo di assorbimento con un solvente selettivo caratterizzato dal fatto che il frazionamento avviene in presenza di un riflusso gassoso del componente più solubile in una colonna nella quale la miscela da frazionare entra a mezza altezza, mentre dall'altro piove il solvente già prima saturato con il componente meno solubile.

Questi ultimi studi si ricollegano con la notevole attività che il prof. Natta ha svolto per collaborare alla realizzazione in Italia della industria della gomma sintetica, già entrata in fase di regolare produzione, dopo un periodo di studi e di esperienze che hanno permesso alla chimica italiana di allinearsi in pochi anni accanto alle maggiori industrie straniere, le quali lavoravano con larghissimi mezzi alla soluzione del problema da alcuni decenni.

In conclusione può dirsi che questo studioso ancora giovane, già circondato da un folto gruppo di allievi, egualmente apprezzato nel campo teorico ed in quello industriale in Italia e all'Estero, rappresenta in modo degnissimo la nuova generazione dei ricercatori, la quale dimostra che la più severa preparazione teorica è diventata oggi il viatico indispensabile per assicurare le nuove realizzazioni nel magico mondo della sintesi chimica.

La Commissione, bene augurando per il proseguimento di

questa attività in pieno sviluppo, è stata unanime nel ritenere che essa risponda pienamente alle esigenze per il conferimento del premio messo a concorso.

Il prof. Giulio Natta è nato ad Imperia il 26 febbraio 1903. Ha cominciato la sua carriera nel R. Politecnico di Milano, nel quale, appena laureatosi in ingegneria industriale, sezione chimica, nel 1924, venne nominato assistente presso l'Istituto di Chimica generale, dove rimase fino al 1933. Durante questo periodo conseguì la libera docenza in chimica generale (1927); ebbe l'incarico dell'insegnamento della chimica analitica nello stesso Politecnico dal 1925 al 1933 e l'incarico dell'insegnamento della chimica fisica nella R. Università di Milano dal 1931 al 1933.

In tale anno, in seguito al concorso, nel quale riuscì primo, venne nominato professore straordinario di chimica generale e inorganica e direttore dell'Istituto di chimica generale della R. Università di Pavia, dove rimase negli anni 1933/34 e 1934/35, nei quali presso la stessa Università svolse anche, per incarico, il corso di chimica fisica. Trasferito alla R. Università di Roma vi tenne la cattedra di chimica fisica, prima come straordinario, poi come ordinario, negli anni 1935/36 e 1937/38. Passò quindi professore ordinario di chimica industriale nel R. Politecnico di Torino (anni 1937/38 e 1938/39) ed infine, dal 1939 è professore ordinario di chimica industriale nel R. Politecnico di Milano.

A 125 ammontano le sue pubblicazioni; ha conseguito 24 brevetti industriali.

La sua opera scientifica ebbe già parecchi riconoscimenti: egli conseguì il Premio Cagnola del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, due volte il premio Colombo del R. Politecnico di Milano, il Premio Ciamician della Società italiana per il progresso delle scienze, una borsa della Reale Accademia d'Italia per ricerche

sui raggi elettronici, uno dei Premi ministeriali della R. Accademia dei Lincei.

È socio corrispondente del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere.

Già presidente del Reparto Grande Industria Chimica presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche, è ora presidente del Reparto Tecnologie Chimiche del Comitato per la Chimica e direttore del Centro studi in Tecnologie Chimiche dello stesso Consiglio.

RELAZIONE DELL'I.M.I. SULLA SAIGS\*

Per il Comitato esecutivo

Domanda di mutuo di L. 350 milioni  
della  
S. A. Industria Gomma Sintetica – S.A.I.G.S. – Milano  
(Corso di Porta Nuova, 24)

1. La S.A.I.G.S. – S. A. Industria Gomma Sintetica – con sede in Milano e stabilimenti a Ferrara e a Terni, é stata costituita per incarico del Governo Nazionale nel 1939 dall'I.R.I. e dalla S. A. Pirelli allo scopo di assicurare in tempo di guerra un quantitativo minimo di gomma occorrente alla difesa del Paese.

La potenzialità industriale dell'azienda é prevista in tonn. annue 18.000 di gomma sintetica a fronte di un consumo nazionale che era stato stimato poco prima della guerra in tonn. 30 mila.

Il tipo di gomma prodotta è il cosiddetto "Buna S" che proviene

\* Roma, Archivio storico Intesa Sanpaolo, patrimonio archivistico dell'IMI, Fondo Ispettorato, Ispettorato per le imprese, b. 1, Ispettorato: relazione d'ufficio, I cartella, dal n. 1200 al n. 1599, fasc. 2, *Relazione S. A. Industria Gomma Sintetica (SAIGS)*. Il mutuo decennale di 350 milioni di lire oggetto di questo accertamento era stato richiesto dalla Saigs il 31 agosto 1942 e non fu concesso. All'armistizio dell'8 settembre seguì infatti lo smantellamento da parte dei tedeschi della fabbrica di Terni, la cui messa in esercizio era prevista entro il 1943.

dal butadiene copolimerizzato con stirolo il quale a sua volta deriva dal benzolo.

La produzione nello stabilimento di Ferrara, entrato in marcia nell'aprile s. a. ed oggi completamente funzionante, é di tonn. 6 mila annue di Buna S partendo dalla materia prima alcole nazionale (300 mila di alcole per 6 mila tonn. di Buna S.)

Il costo della gomma prodotta (senza tener conto del ricavo dei sottoprodotti – idrocarburi leggeri e pesanti – che non possono essere ancora valutabili ma che stimano in L. 3 al Kg.) é di circa lire 32,76 al Kg. esclusi ammortamenti e sulla base di un costo dell'alcole di L. 360 all'ettanidro franco fabbrica.

Nello stabilimento di Ferrara sono già stati investiti circa 200 milioni e ne dovranno essere investiti altri 20; gli ammortamenti al tasso medio del 10% graverebbero la produzione per L. 3,75 al Kg. sì che il totale del costo di produzione per Ferrara salirebbe oggi a L. 36,45 al Kg. al lordo dei recuperi.

Lo stabilimento di Terni é ancora in fase costruttiva e dovrebbe essere completato e entrare in funzione a fine 1943; esso é chiamato a produrre, a pieno carico, tonn. 12 mila di Buna S partendo dalla materia prima carburo anzichè alcole (sistema tedesco), (tonn. 52 mila di carburo per [...] mila tonnellate di Buna.)

Il totale degli investimenti per lo stabilimento di Terni è previsto in 500 milioni dei quali a tutt'oggi ne sono stati impiegati 110. Il costo di produzione per lo stabilimento di Terni si presenta più basso e precisamente in L. 21,20 al Kg. esclusi i recuperi (circa L. 2 al Kg.) e ammortamenti (L. 4,30 al Kg.), mentre ad ammortamenti inclusi si può stabilire in L. 25,50.

Le Superiori Autorità non hanno ancora stabilito il prezzo di vendita del prodotto; la gomma importata – gomma sintetica tedesca – viene a costare L. 20 al Kg. e viene oggi venduta al prezzo convenzionale di L. 11 (prezzo anteguerra), lo Stato interviene con una quota di integrazione di L. 9 al Kg.

2. La "S.A.I.G.S." nel procedere all'attuazione del suo programma si é trovata nella necessità di rivedere i propri preventivi sia finanziari che economici in relazione ai maggiorati costi di costruzione e ai conseguenti aggravii dei costi di esercizio e appunto da qui trova origine la richiesta di un mutuo decennale all'I.M.I.<sup>1</sup>

Il fabbisogno finanziario dell'impresa si può stabilire in L. 750 milioni (escluso il capitale di esercizio che verrà assicurato dal credito bancario) e poiché i due Enti promotori hanno versato in parti uguali L. 400 milioni, mancano per il completamento degli impianti L. 350 milioni somma questa che viene richiesta all'I.M.I. Nel contempo la Società si é indirizzata allo Stato per ottenere dei contributi integrativi che valgano ad abbassare sensibilmente i costi degli impianti e quelli di produzione il che appare di capitale importanza per l'avvenire della nuova industria.

3. L'Istituto ha esaminato e istruito con cura questa richiesta avvalendosi in particolare della collaborazione dell'egregio prof. Mauro<sup>2</sup> del Politecnico di Milano il quale con l'assistenza di fun-

<sup>1</sup> Creato nel 1931 come ente di diritto pubblico e presieduto da Teodoro Meyer, l'Istituto Mobiliare Italiano, con un capitale di mezzo miliardo sottoscritto dalla Cassa depositi e prestiti, era finalizzato a promuovere la ricapitalizzazione dell'industria italiana attraverso la concessione di prestiti a medio-lungo termine e l'assunzione di partecipazioni azionarie.

<sup>2</sup> L'ingegner Francesco Mauro (1887-1952), diplomato al Politecnico di Milano, alto dirigente della Breda e pioniere della frigitecnica, aveva creato nel 1934 al Politecnico una Scuola superiore di politica e organizzazione delle imprese, cfr. Paolo Viani, *Progettare l'impresa. Francesco Mauro e il dibattito europeo fra le due guerre*, in *Storie di imprenditori*, a cura di Duccio Bigazzi, Bologna, Il Mulino, 1996, pp. 235-298; Giuliana Gemelli, *Francesco Mauro e il Politecnico di Milano: dal taylorismo ai sistemi complessi*, in *Alle origini dell'ingegneria gestionale in Italia*, a cura di Benito Brunelli e Giuliana Gemelli, Bologna, Facoltà di Ingegneria, Università di Bologna, 1998, pp. 48-84, in particolare 48-65.

zionari dell'I.M.I. ha, in una dotta relazione, riferito ampiamente sul problema del caucciù: la cosiddetta materia prima prodotta dall'uomo e che trova impiego per 4/5 nel consumo mondiale dei pneumatici.

Malgrado i molti interrogativi per quanto riguarda le prospettive tecniche ed economiche sulle produzioni unitarie di caucciù naturale (interrogativi aggravati dal passaggio al Giappone di principali centri di produzione e quindi attuale incertezza sui futuri indirizzi industriali del nuovo padrone) si legge nella relazione Mauro che non è possibile tornare indietro nei programmi fatti nella produzione, in tutti i paesi, dei caucciù sintetici e che, qualunque siano le condizioni avvenire, di questo speciale prodotto non se ne potrà fare assolutamente a meno.

Le esperite indagini hanno messo in luce che l'iniziativa della "S.A.I.G.S." rappresenta un importantissimo sforzo meritevole di ogni elogio anche per l'attività realizzatrice e per l'energia che è stata spiegata: per lo stabilimento di Ferrara si prevede di elevare da 6 mila a 9 mila tonn. la sua potenzialità e ciò senza grave dispendio e per quello di Terni da 12 a 18 mila tonn. con una maggiore spesa di impianto del 20% (10 milioni) e in tal modo il nostro Paese sarà posto in condizione di sopperire con una produzione annua di 27 mila tonn. in misura adeguata alle esigenze del consumo in periodo di eccezione.

Come qualità la Buna S prodotta nello stabilimento di Ferrara è già ritenuta abbastanza soddisfacente; per quella poi che verrà prodotta a Terni, su procedimento tedesco, non si dovrebbero temere sorprese (allorchè risolti, come sembra, alcuni aspetti tecnici delle lavorazioni basate sullo "stirolo" ottenuto da sostanze già abbondanti in Germania) poichè si tratta di riprodurre un procedimento secondo ricette e con apparecchiature già messe a punto.

Sui denari a tutt'oggi spesi nei relativi impianti non si possono avanzare critiche sostanziali; malgrado ciò il complesso degli investimenti in 7 milioni è giudicato molto alto e non conveniente per periodi di attività economiche normali considerato poi che gli ammortamenti dovrebbero potersi chiudere in 5 anni anzichè in periodo più lungo.

4. Al 31 luglio s.a. la situazione patrimoniale dell'impresa così si presentava:

	in milioni di lire
<u>Attività</u> di realizzo corrente	81
<u>Passività</u> verso terzi	<u>52</u>
circolante	28
<u>Passività</u> lunghe (finanziamenti I.R.I - Pirelli)	<u>291</u> (°)
sbilancio passivo	<u>310</u>
capitale netto	47

(°) ai 291 mil. di finanziamenti viene attribuito il tasso del 5%.

5. In quanto ai costi di produzione (L. 36,45 per Ferrara e lire 25,50 per Terni) gli stessi, come già accennato, non possono giudicarsi che eccessivi. In particolare per Ferrara abbiamo l'eccessivo prezzo dell'alcool il cui costo in luogo di L. 360 all'ettanidro non dovrebbe superare le L. 100.

Attualmente la "S.A.I.G.S." consegna tutta la sua produzione al "Curgom" (Centro unico raccolta gomma) gestito dalla Pirelli, il quale corrisponde a titolo di acconto sul richiesto prezzo di costo di L. 40, L. 20 per Kg. di gomma salvo a regolare l'eventuale differenza, gravata dai relativi interessi di congruagli, in base alla decisioni che saranno prese dalle competenti autorità.

Frattanto, fattore importantissimo, è giunta notizia che lo Sta-

to addiverrebbe alla concessione, a fondo perduto, e a titolo di contributo per la costruzione degli impianti della somma di lire 425 milioni pagabili in cinque annualità.

Con l'apporto statale l'operazione I.M.I. che si sarebbe presentata alquanto claudicante viene invece ad assumere una più tranquilla base di proceduralità e questo semprechè sia possibile di trovare una base di accordo con le richieste circa le modalità di rimborso.

In proposito sono state ventilate le seguenti richieste:

- concessione di un mutuo alla "S.A.I.G.S." di L. 350 milioni garantito da I<sup>a</sup> ipoteca sui due stabilimenti e cessione dei contributi statali (425 milioni in cinque anni);
- rimborso di 250 milioni entro i cinque anni dall'incasso dei contributi e restituzione della differenza alla mutuataria;
- rimborso degli ultimi 100 milioni nel secondo quinquennio con i proventi della Società.

L'operazione così imbastita apparirebbe di massima come procedibile a meno che l'Istituto non ritenesse più opportuno di appoggiare l'operazione, limitatamente ai 100 milioni da rimborsarsi nel secondo quinquennio sui fondi Autarchia A (R.D.L. 5 settembre 1938 n. 1480) e su quelli di Autarchia B (a valere sul noto fondo di garanzia) e questo in relazione al fatto che la redditività dell'Azienda non poggia ancora su basi solide e comunque su basi produttive.

Resterà poi a stabilire la forma di vincolo o di consolidamento per i 300/350 milioni di finanziamenti dei soci e l'opportunità o meno che gli stessi beneficino, in mancanza di una loro trasformazione in capitale di un regolare riconoscimento dei relativi interessi per tutta la durata del mutuo I.M.I.

Roma, 8 gennaio 1943-XXI

P.S. Un mutuo di 350 milioni al 6,50% richiede nei primi 5 anni – nei quali si considera di dover ammortizzare 250 milioni – pagamenti, fra interessi e capitale, per L. 333.500.000 circa. Quindi la garanzia di tali pagamenti è data dall'incasso del contributo dello Stato che è di 425.000.000; avanzerebbero a favore della "S.A.I.G.S." un po' meno di 100 milioni.

APPENDICE IV

## LA PIRELLI NEL CAMPO DELLA CHIMICA E DELLA GOMMA SINTETICA\*

ALBERTO PIRELLI

Nel campo strettamente chimico la Pirelli è entrata già da molti decenni quando si è iniziata la produzione di solfuro d'antimonio. Seguì la fabbricazione di alcuni altri prodotti aventi caratteristiche di netta specializzazione della gomma, tra cui sono da annoverare i primi acceleranti e antinvecchianti. Di questi fu iniziata la fabbricazione quando in Italia non se ne produceva ancora, ed essi rappresentavano d'altronde il frutto, apprezzato anche nel mondo scientifico estero, degli studi ed esperimenti dei nostri laboratori.

Il piccolo stabilimento di Vercurago<sup>1</sup> si è dedicato a queste fabbricazioni e, nel periodo in cui il mercato richiedeva molte gomme piene e semipiene<sup>2</sup>, esso si attrezzò anche per la fabbricazione dello speciale carbonato di magnesio necessario per tale produzione. Così pure Vercurago si attrezzò per la fabbricazione dell'ossido di zinco con processi ideati e brevettati dalla Pirelli, che permettevano di ottenere un prodotto più puro e più adatto all'impiego nelle mescole di gomma.

La nostra attività nel campo chimico è stata recentemente

\* Da Alberto Pirelli, *La Pirelli. Vita di un'azienda industriale*, Milano, Ind. Grafiche A. Nicola, 1946, pp. 52-55.

<sup>1</sup> Presso Calolziocorte, in provincia di Lecco, alimentato dalla centrale idroelettrica di Erve.

<sup>2</sup> Ossia nel corso della prima guerra mondiale.

dominata dalla partecipazione alla produzione in Italia di gomma sintetica.

Avevamo intrapreso già da molti anni lo studio di questi polimeri nei nostri laboratori. Era un grande punto interrogativo all'orizzonte ed è vanto della Società Pirelli di cercare di essere sempre all'avanguardia od almeno al corrente del progresso. Però i risultati dei nostri studi e dei primi esperimenti, così come le notizie che raccoglievamo all'estero, non apparivano incoraggianti, né quanto alla qualità né quanto al prezzo di costo, e l'esperienza pratica ha poi confermato che allo stadio attuale della tecnica la gomma sintetica è di qualità inferiore a quella naturale, e risulta – in Italia – molto più cara. Essa implica anche modifiche nel processo produttivo e quindi nel macchinario e, per alcune fasi della lavorazione, tempi più lunghi e quindi la necessità di maggiori impianti di produzione.

Per queste ragioni, per il carattere aleatorio dell'impresa ed anche per essere noi, sia pure indirettamente e parzialmente, interessati in piantagioni di gomma, non avevamo, come industriali consumatori di gomma, alcun interesse; avevamo anzi un interesse contrario al sorgere di questa industria in Italia, industria d'altronde bisognosa di grandi investimenti di capitali. Avevamo proposto al Governo di provvedere, piuttosto, alla costituzione di una grossa scorta di gomma naturale approfittando del basso prezzo a cui era sceso il prodotto in taluni periodi.

Ma già la produzione della gomma sintetica era stata sviluppata in Russia ed in Germania mentre gli Stati Uniti già si predisponavano attivamente ad organizzarla nel loro paese, e i nostri Ministeri militari, poi anche altri Dicasteri, giudicavano indispensabile che pure nel nostro paese si passasse alla fase industriale. Ritenemmo allora di dover partecipare all'impresa anche perché altri era pronto a dar seguito al programma

governativo, e lo avrebbe fatto senza quel pungolo ad ottenere la miglior qualità possibile al minimo prezzo possibile che era sentito dalla Pirelli quale principale consumatrice del prodotto. Se l'industria doveva impiantarsi, la Pirelli non poteva rimanere estranea. Così, negli Stati Uniti, furono soprattutto le grandi aziende produttrici di pneumatici che presero in mano la fabbricazione della gomma sintetica non appena iniziò quel programma di produzione che doveva gradualmente elevarsi a produzioni colossali.

Da noi si partì col modesto programma di erigere uno stabilimento a Ferrara per la produzione di 3000 tonn. annue, utilizzando come materia prima l'alcole, e di un altro stabilimento a Terni della potenzialità di 6.000 tonn. annue usando il carburo di calcio come materia prima, ma durante la guerra il programma fu portato gradualmente a 6-7.000 tonn. per Ferrara ed a 18.000 per Terni. L'impresa fu assunta dalla Società Anonima Industria Gomma Sintetica (SAIGS) il cui capitale fu sottoscritto per metà dall'I.R.I. e per metà dalla Pirelli. Vi si aggiunsero finanziamenti privati ed un contributo statale.

Se la nostra industria, come consumatrice, ha ovviamente guardato a questa impresa con poca simpatia, con molte e ben giustificate ansie, come partecipi invece della sua realizzazione, non possiamo non ricordare con fierezza il successo dello stabilimento di Ferrara – in un campo che può ben dirsi di acrobazie tecniche qual è quello delle complesse sintesi macromolecolari – nonché la razionalità dell'incompiuto stabilimento di Terni.

Ferrara ha fabbricato una buona gomma sintetica a partire dal maggio 1942 e fino al settembre 1944, quando, in seguito a parziale bombardamento, fu interrotta ogni produzione. Terni invece non è entrato in funzione perché quella parte del macchinario essenziale, che si stava installando, fu asportata dai tedeschi nel settembre del 1943.

Quale avvenire potrà essere riservato alla gomma sintetica in generale ed alla produzione italiana in particolare? Mentre il problema generale verrà trattato altrove, va osservato, per quanto più specialmente riguarda gli impianti italiani, che se la produzione annua preventivata in 24.000 tonn. rappresenta una ben minuscola parte della produzione mondiale, essa corrisponderebbe tuttavia a quasi tutto il fabbisogno nazionale pre-bellico. Per attuarla occorrerebbe portare a termine l'impianto di Terni con ingenti investimenti di denaro, e continuare a sfruttare quello di Ferrara. D'altra parte, e tanto più per una produzione ridotta, il costo di fabbricazione in Italia – già elevato nelle previsioni e nei consuntivi del passato – si distaccherebbe anche più, in avvenire, dal prezzo di mercato prevedibilmente risultante dalla concorrenza tra la gomma di piantagione e la gomma sintetica americana, fabbricata quest'ultima con impianti che, per la loro mole, costano la metà di quelli italiani, e con materie prima che costano meno della metà. Allo stato attuale della tecnica produttiva e dei costi comparati, soltanto difficoltà valutarie per le importazioni potrebbero giustificare di riorganizzare in Italia una produzione di gomma sintetica, piuttosto che studiare il modo di trasformare, in tutto o in parte, gli impianti per destinarli ad altre lavorazioni. Su ciò saranno determinanti le future direttive del Governo nel campo della politica economica e valutaria<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> In veste di presidente della Società anonima industria gomma sintetica Alberto Pirelli aveva fatto richiesta di un fondo di ammortamento statale per la fabbrica di Terni e di introdurre a guerra conclusa dei dazi doganali come condizione necessaria per mantenere in produzione la gomma sintetica, vedi i documenti dell'Archivio di Alberto Pirelli in Archivio Centrale dello Stato, Iri, rossa, b. 101, 1937-1942 Saigs cit. in Nicola Tranfaglia, *Alberto Pirelli (1882-1971). La politica attraverso l'economia*, cit., pp. 259-262.

## APPENDICE V

IL PROCEDIMENTO ITALIANO  
PER LA GOMMA SINTETICA\*

MARIO RAFANELLI

La gomma elastica o caucciù, sostanza ottenuta dal lattice di numerose specie di piante, prevalentemente uforbiacee, delle regioni tropicali, fu conosciuta in Europa dopo la scoperta dell'America. Da allora le sue applicazioni nella vita pratica sono diventate sempre più numerose, e aumentano sempre più con lo sviluppo della tecnica.

Ma l'uso della gomma raggiunse un'importanza ancora più notevole quando essa fu adoperata per le ruote dei veicoli e soprattutto dei veicoli con motore a scoppio.

La enorme quantità di gomma disponibile in varie parti del mondo ed il suo relativo basso costo, malgrado i prezzi di nolo per coprire le distanze fra i luoghi di produzione e quelli di consumo, non fecero sentire la necessità di produrla artificialmente. Questa necessità fu sentita durante la guerra mondiale 1914-1918 dai paesi belligeranti, che non avevano nei loro territori piante gommifere e, a causa del blocco, non potevano importare il prodotto.

Si spiega così come i primi studi per portare su basi economicamente e tecnicamente convenienti la fabbricazione della gomma sintetica siano stati intrapresi in Germania ed in Russia, paesi che ancora durante l'ultimo conflitto possedevano per tale scopo i più grandi impianti industriali. Nè bisogna dimenticare che durante la

\* Titolo or. *La gomma sintetica*, "Gomma", II, 2, febbraio 1947, pp. 15-17.

guerra stessa, l'occupazione da parte dei Giapponesi delle regioni asiatiche che forniscono su più larga scala la gomma naturale, ha costretto anche gli Stati Uniti d'America e l'Inghilterra a colossali impianti per la produzione della sostanza tanto necessaria alla condotta della guerra.

L'Italia aveva già provveduto ad organizzare l'industria stessa su basi tali da potere, ad attrezzature ultimate, soddisfare sia pure in parte, il fabbisogno nazionale in caso di mancata importazione. Uno stabilimento era già in esercizio a Ferrara e produceva ottima gomma, un altro, più grandioso, era in allestimento a Terni.

La possibilità di produrre buona gomma sintetica presupponeva la conoscenza della composizione di quella naturale. La distillazione di quest'ultima consentiva di isolare il suo idrocarburo base, l'isoprene,  $C_{10}H_{16}$ , scoperto fin dal 1870 da Williams<sup>1</sup>.

Successivamente, nel corso di laboriosi studi, fu notato che l'isoprene poteva trasformarsi, con determinati reattivi, in una gomma artificiale, e Tilden<sup>2</sup>, con la preparazione dell'isoprene dalla pirolisi della comune trementina, gettò le basi degli studi che condussero alla soluzione di questo importante problema di ordine teorico e pratico.

Le ricerche, infatti, dopo gli studi di Tilden, furono riprese in Russia e in Germania e si poté dimostrare che anche altri idrocarburi presentavano la proprietà di venire polimerizzati in prodotti che si avvicinavano assai, nelle loro caratteristiche, a quelle della gomma naturale.

L'impulso ormai era dato. Molti processi furono studiati con minore o maggior fortuna. Quello, però, che riuscì ad affermarsi già durante la guerra mondiale fu il processo che portava alla pro-

duzione di una gomma metilica dal 2-3 dimetilbutadiene, la così detta gomma Buna. Il procedimento fu attuato in Germania, ciò che consentì a quella nazione di fabbricare facilmente e rapidamente una gomma sia pure scadente, partendo da materiali disponibili. Nel periodo post-bellico la Germania perfezionò i sistemi di produzione e poté, allo scoppio dell'ultima guerra, in vasti impianti, produrre una buona gomma partendo dall'acetilene per giungere, attraverso una serie di reazioni catalitiche, al butadiene.

Il processo attuato in Germania, come tutti i processi sintetici, ebbe il vantaggio di ottenere un prodotto uniforme nella sua composizione, ciò che invece non si realizza nella gomma naturale, e quello di ottenere un prodotto il cui costo di produzione era, è vero, un poco superiore a quello della gomma naturale, ma che non subiva rapide e continue oscillazioni.

In Italia, paese purtroppo povero di carbone, di cui è necessaria grande quantità per la sintesi del carburo di calcio, tale processo non poté avere che un carattere di studio. L'attenzione di ricercatori fu attratta invece dal processo che veniva attuato in Russia e che partiva dall'alcool etilico per giungere, attraverso una laboriosa lavorazione, al butadiene.

Con pazienti e lunghi studi si giunse ai risultati voluti. Il primo complesso e delicato lavoro ebbe per oggetto la massa catalitica, che si basa su di una miscela di magnesia e silice. L'alcool etilico, per dare uno schema del processo attuato in Italia, in presenza di catalizzatore, è portato, in appositi forni alla temperatura di 400-420 gradi. In tal modo i vapori alcolici vengono in parte trasformati in aldeide acetica, che reagirebbe con alcool etilico per dare 1-3 butilenglicole. Questi verrebbe successivamente disidratato a butadiene.

Il meccanismo della catalisi è discusso, perché non completamente noto: oltre alle reazioni accennate si ammetterebbe che per disidratazione da due molecole di alcool si formi butadiene.

Terminato il processo di catalisi, ci si trova in presenza di una

<sup>1</sup> Il chimico inglese Charles Hanson Greville Williams (1829-1910).

<sup>2</sup> William August Tilden (1842-1926), professore nelle università di Birmingham e di Londra, pioniere dello studio dei terpeni e della polimerizzazione dell'isoprene.

miscela di gas contenente butadiene, etilene, propilene, idrogeno e anidride carbonica, oltre a piccole quantità di altri gas tra cui l'ossido di carbonio. Il butadiene rappresenta circa il 20-22% della miscela; l'idrogeno, preponderante, circa il 50%.

Gli olii che dalla catalisi sono trasportati con la miscela gassosa vengono separati da essa con una compressione della massa alla pressione di circa 3 atmosfere e con lavaggi ad acqua del gas. Questi olii che contengono, tra l'altro, dell'alcool non trasformato e delle aldeidi, sono lavorati a parte per il recupero dei componenti.

Problema principale della lavorazione è l'isolamento allo stato puro del butadiene. Dopo, perciò, di aver separati gli olii, il gas è compresso in modo da eliminare da esso l'idrogeno, l'etilene e il propilene, dopo, però, accurati lavaggi con soda per eliminare preventivamente l'anidride carbonica.

La pressione si aggira intorno a 35 atmosfere. In tal modo vengono liquefatti il butadiene e il butilene, mentre l'idrogeno, l'etilene e il propilene, separati, passano ad un processo di assorbimento selettivo, fatto a mezzo di acqua ragia minerale.

Poichè la solubilità dell'idrogeno è scarsa rispetto a quella degli altri componenti, l'idrogeno viene ottimamente separato e poi utilizzato, dato il suo potere calorifico, in gasogeni. L'etilene e il propilene, compressi a 35 atmosfere, passano attraverso una prima colonna di rettifica, dove si ottiene l'etilene, poi il propilene residuo è rettificato ed è adoperato per le miscele tipo liquigas.

Unitamente al butadiene e al butilene liquefatti, anche dell'etilene e del propilene accompagnano questi prodotti. Con una decompressione da 35 a 8-9 atmosfere di pressione, essi vengono eliminati e vanno ad unirsi all'etilene e al propilene che, compressi a 35 atmosfere, subiscono il trattamento di rettifica.

Il butadiene viene separato dal butilene con colonne di rettifica, mantenute ad una pressione di circa 2-3 atmosfere e regolate in modo che il prodotto di testa, il butadiene, presenti un titolo non

inferiore al 90%. Per ottenere questo risultato è necessario un accurato controllo delle temperature, delle rettifiche e della quantità del butadiene di riflusso.

Il butilene, prodotto di base delle colonne, viene utilizzato anch'esso per le miscele tipo liquigas.

L'etilene, invece, il cui titolo oscilla in media dal 90 al 94% è adoperato per alchilare il benzolo. Dopo l'alchilazione il prodotto è deidrogenato cataliticamente, in presenza di una massa catalitica costituita da allumina e ossido di zinco, alla temperatura di circa 600 gradi, e si ottiene così lo stirolo. Questo prodotto, miscelato con il butadiene, viene polimerizzato per formare la gomma.

Le miscele butadiene-stirolo si aggirano intorno alle proporzioni di tre ad uno rispettivamente. Queste vengono immerse in speciali autoclavi, dopo di essere venute a contatto con una soluzione di persolfato potassico. Nelle autoclavi, poi, sono unite, ad una soluzione emulsionante, composta di acido linoleico, Nekal e soda. Le autoclavi lavorano sotto pressione (6-8 atmosfere) e alla temperatura di circa 50-60 gradi.

Il persolfato potassico agisce da catalizzatore, accelera cioè la reazione di polimerizzazione, facendo in modo che il calore della reazione si sviluppi nel minor tempo possibile. A questa azione si aggiunge quella di evitare la formazione di polimeri del butadiene, che renderebbero inutilizzabile il prodotto finale.

L'acido linoleico è adoperato quale plastificante. Senza questa azione si otterrebbe una gomma che non potrebbe essere sottoposta a trattamento termico e mancherebbe, quindi, di quei requisiti plastici necessari. La soda è impiegata per mantenere in emulsione l'acido linoleico ed a neutralizzare l'acido solforico prodotto per decomposizione del persolfato.

Il Nekal, che è composto di una sostanza attiva, di n-butilnaltalinsolfato sodico (60-65%) e da solfato e cloruro sodico (rispettivamente il 30-32% e il 3-4%), rende maggiormente omogenea la di-

spersione degli idrocarburi. Da notare che la purezza di questa sostanza elimina il pericolo della formazione di flocculi, che in autoclave possono dare origine a dannose separazioni di coagulo.

Per ragioni tecnologiche, la polimerizzazione deve essere fermata allorché circa i due terzi degli idrocarburi introdotti in batteria sono trasformati. Per questo scopo si impiega, durante la espansione del prodotto delle autoclavi, una sospensione di fenil-B-naftilamina, che oltre ad essere un freno serve come antinvecchiante e contro l'affaticamento della gomma.

Il lattice ottenuto con l'espansione delle autoclavi (gli idrocarburi non trasformati vengono recuperati e separati tra loro con un processo condotto sotto vuoto) ha un contenuto in caucciù del 32-33%. Viene passato alla coagulazione mescolandolo dapprima con una soluzione satura di cloruro di sodio, poi con una soluzione diluitissima di acido acetico contenente piccole quantità di solfato ferroso idrato.

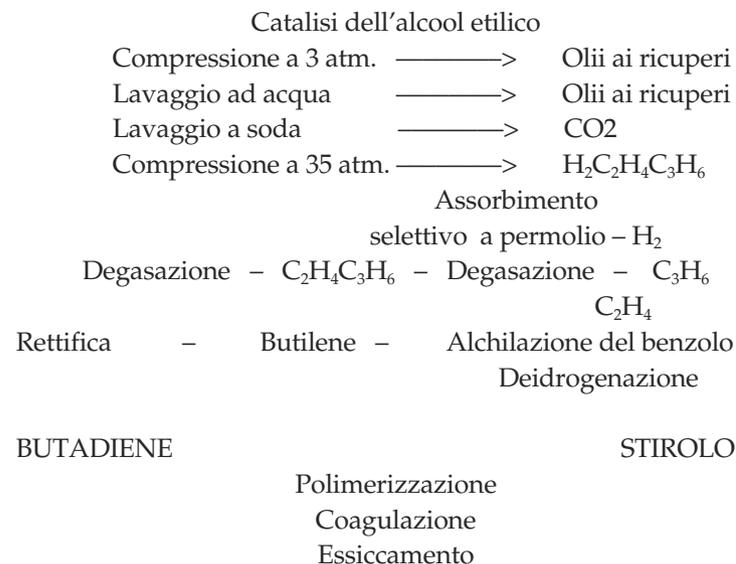
Il cloruro sodico coagula parzialmente la soluzione colloidale; l'acido acetico neutralizza la soda e provoca la completa separazione del caucciù sotto forma di piccole particelle. Il solfato ferroso, infine, precipitando come ossido di ferro colloidale, rimane nel nastro di caucciù e serve da regolatore nella plastificazione termica della gomma.

Le piccole particelle di caucciù vengono fatte passare su di una macchina a rulli, in tutto simile a quelle in uso nell'industria della carta, corredata di una speciale rete di nichel, che trasporta, su rulli, la massa del coagulo verso l'essiccatore. Durante la marcia del nastro il coagulo perde la sua acidità residua per gli abbondanti lavaggi a cui è sottoposto, e, passando su di un filtro a vuoto, riduce la sua umidità a circa il 50%.

Lo spessore del nastro è regolato da una calandra posta tra la macchina a rulli e l'essiccatore, attraverso il quale, in marcia uniforme, il nastro perde la sua umidità, riducendola fino allo 0,5-1%.

Fin qui la preparazione della gomma sintetica come è stata fabricata in Italia. Le ulteriori operazioni che subisce il nastro di gomma, presso altri impianti di lavorazione, ed a seconda degli usi a cui esso è destinato, principale quello della vulcanizzazione, non sono che trattamenti comuni a quelli cui si assoggetta la gomma naturale.

A compendio di quanto brevemente esposto, crediamo opportuna tracciare uno schema della lavorazione, sintetizzato nelle sue principali fasi, ricordando che il sistema adottato ha dato dal punto di vista tecnico risultati più che soddisfacenti. Una più lunga prova dirà se esso corrisponde anche dal lato economico. Il futuro si incaricherà di indicare la convenienza di sostituire o affiancare il metodo con altro già collaudato in altri paesi da una più lunga ed intensa esperienza.



APPENDICE VI

## COME È NATA LA GOMMA SINTETICA IN ITALIA\*

FRANCO GROTTANELLI

*Questo magistrale articolo del chiarissimo dott. Grottanelli ha un carattere spiccatamente storico e pertanto dovrebbe andare nell'apposita sezione della Rivista. Vogliamo invece dargli il posto di onore per farlo leggere anche a coloro che, di proposito, saltano a piè pari la nostra ormai ventennale rubrica storica.*

*Auguriamo al dott. Grottanelli non solo gli universali riconoscimenti cui ha diritto, ma anche di non passare i guai che sono riservati a quei fastidiosi chimici che hanno in Italia eccessiva tendenza per le rievocazioni storiche della loro scienza od industria.*

\* "Chimica", II, 8, 1947, pp. 219-226. Chimico, scrittore non solo di montagna, il conte Franco Grottanelli (1878-1973), si era laureato a Roma con Cannizzaro. Direttore tecnico e poi direttore generale della società Dinamite Nobel di Avigliana, acquisita nel 1925 dalla Montecatini, nel 1939 viene designato da Giordani a succedere all'ingegnere Venosta nella direzione dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica e della Società di produzione della gomma sintetica. Quando quest'ultima, nel 1942, si fonde con la nuova società mista Pirelli-Iri, la Saigs, è confermato nel ruolo di direttore tecnico e realizza nel 1942 la fabbrica di Ferrara. Nel 1940 è anche consigliere della Termo-Elettrica Umbra. Dopo essere stato nel dopoguerra consulente dell'Anic per il nuovo stabilimento di gomma sintetica stirene-butadiene costruito a Ravenna dall'Eni nel 1958, si ritira nella tenuta paterna di Belagaio, nel Grossetano, dedicandosi a progetti di rimboschimento e produzione di gomma naturale. Cfr. di lui *Sviluppi nella produzione del caucciù sintetico*, "La Chimica e l'Industria", XXII, 8, 1940, pp. 390-s.; *Industria petrolifera e gomma sintetica nel quadro dell'economia nazionale*, "Chimica", 7, 1952, pp. 153-157. Cfr. Ezio Martuscelli, *Dalla scoperta di Natta lo sviluppo dell'industria delle plastiche e della ricerca sui polimeri in Italia*, Roma, Cnr, 2001, p. 70. Sulla sua attività alpinistica Giovanni De Simoni, *Franco Grottanelli*, "Montagna. Annuario Gism" 1972-73, pp.185-187; Mario Tedeschi, *Franco Grottanelli alpinista e scrittore*, "Rivista mensile del Club Alpino Italiano", XCIII, 7, 1974, pp. 229-234. Documenti su una sua missione in Brasile per conto di Donegani nel 1929 e altri incarichi in Milano, Archivio storico Intesa Sanpaolo, patrimonio archivistico della Banca Commerciale Italiana, Carte Mattioli, cart. 106, fasc. 3; e Ivi, Segreteria Estero, cart. 25, fasc. 1.

Il mio primo incontro con la gomma di sintesi avvenne quasi trent'anni fa ed in forma non solenne. La neonata, il feto direi meglio, era contenuta in un tubetto di saggio, in forma di granelli elastici di isoprene condensato per la polimerizzazione, e chi me li mostrava era un vecchio chimico francese a cultura universale che sfiorava con mano leggera ogni novità.

Poi, un vuoto ampio di tempo. Non fu che nel periodo in cui il fascismo e il bolscevismo facevano all'amore e si scambiavano commissioni militari che si incominciò a parlare di Gomma Sintetica su scala industriale. Con scetticismo, dopo l'insuccesso tedesco del '14-'18, ed imperando con pieno rigoglio le piantagioni asiatiche saldamente impiantate nei terreni irrigui non meno che nelle tasche e nei misoneismi degli industriali del ramo.

I militari ed esperti nostri di ritorno dalla Russia dissero poco: le loro maggiori notizie vertevano sul caviale e sulla vodka, forma di propaganda sempre accetta e di facile orizzonte culturale. Ma l'amore durò poco. Le affinità divennero concorrenza e repulsione, e circa quello che di veramente interessante si stava laggiù edificando, da noi non si seppe un bel nulla. Neppure quando poterono andarci, seppure fugacemente, gente che di vodka ne beveva poco e di chimica ne sapeva molto ed a cui venne, qui, proibito di parlare illuminandoci sull'ampiezza dello sforzo tecnico slavo.

A consolazione nostra aggiungo che neppure i tedeschi, i quali avevano tanti tentacoli intelligenti entro il tessuto sociale russo, furono informati molto meglio di noi.

Gli studi teorici dei sommi chimici loro erano più o meno cognitivi. Degli sforzi, dei risultati positivi, delle realizzazioni progressive non si conobbero che alcuni dati spettacolari di cui si poteva diffidare: quello, ad esempio, dei 600 chimici che studiavano il problema. Il numero parve significare incoerenza, scialo, propaganda.

I veri risultati furono conosciuti coll'avanzata delle armate tedesche, quando alcune delle grandi unità produttrici russe caddero in loro potere e dall'esame di esse, per extrapolazione, si calcolò che lo sforzo grandissimo compiuto ivi, è stato surpassato solo dopo dagli americani.

L'attenzione italiana, assai prima di questo momento, era stata titillata dall'apparizione alla Fiera di Milano del 1937, di due superbi pneumatici per automobile fabbricati a partire dall'alcool. Allora si intitolavano: pneumatici autarchici. Su di che i bene informati, seguaci delle teorie economiche liberiste, gli antifascisti del pettegolezzo, giudicavano che gli oggetti in questione fossero un puro inganno politico, un gioco di prestigio, onde la gomma c'era sì ma proveniva diritta diritta da Giava e di autarchico non brillava che il cartello.

Quindi, anatema!

I maldicenti si sbagliavano quella volta lì come in cento altre. La gomma era veramente autarchica se non proprio economica ed era stata ottenuta sotto la guida di un tecnico russo, sfuggito alle delizie del bolscevismo, passato in America, poi in Italia<sup>1</sup>; un allievo del Lebedew<sup>2</sup>, un chimico di alta cultura, pieno di risorse, di ricette, di stranezze ed a cui la maggior ditta della nostra industria dei pneumatici aveva dato un buon asilo, un magnifico laboratorio ed una piccola officina sperimentale.

Da questa erano usciti i primi quintali di gomma sintetica, di butadiene puro polimerizzato. Il germe!

Contemporaneamente si ebbe notizia dell'indirizzo preso dal Governo dei Reich, tramite la I. G. Farben, di risolvere lassù il

<sup>1</sup> Allude ad Alessandro Maximoff.

<sup>2</sup> Sergej Vasil'evič Lebedev (1874-1934), professore di chimica all'Università di Leningrado dal 1916 e promotore dello studio della polimerizzazione e idrogenazione degli idrocarburi finalizzati alla produzione industriale di gomma sintetica.

problema della gomma sintetica, non a titolo di esperienza, stadio già sorpassatissimo, non fuori di ogni orbita economica, imperialismo politico permesso solo ai governi massacratori dei loro popoli, non fuori dell'orbita di accettabili caratteristiche fisiche. E data la fama della fisica teutona, maestra nel mondo, si intuì che l'esito poteva essere non immediato, non subito totale, ardua la lotta ma anche la meta sarebbe pur stata raggiunta. Come lo fù.

Il tracollo dell'equilibrio instabilissimo europeo precipitò e rese anacronistico il corso dei nostri studi e pose anche noi italiani di fronte ad un ostacolo vicino da sormontare; una siepe decisamente alta.

I Tedeschi, tutto che amici, stavano molto guardinghi, dicevano poco o niente, ed accennavano vagamente alla complessità del problema tecnico, che poi ne presentava venti, incastrati uno dentro l'altro, da risolvere, accennando che, se nel caso, esisteva una sola organizzazione chimica in Italia che poteva affrontare, col loro eventuale ma indispensabile appoggio, l'impresa: il gruppo Montecatini. Col quale, per iattura, avendo già la I. G. numerosi e tempestosi rapporti nel campo dei coloranti, essa non desiderava affatto aggiungerne uno nuovo e di quel calibro. Su di che l'unica cosa cognita in Italia era che essi partivano dall'acetilene, cioè dal carburo, anzichè dall'alcol.

Intanto i tempi precipitavano, anzi putrefacevano e non si poteva aspettare che fra la I. G. e la Montecatini le schermaglie terminassero. Mentre i due grossi gatti soriani facevano, a occhi chiusi, le fusa aguzzando le unghie, i famosi pneumatici tanto sospettati fecero pencolare la bilancia da un'altra parte.

Il laboratorio dove il primo butadiene italiano era uscito dall'alcool era installato a Milano, alla Bicocca, in uno dei reparti della grandissima fabbrica Pirelli. Una specie di lebbrosario o manicomio, nell'opinione degli ortodossi della Gomma di pian-

tagione. L'epiteto di manicomio non era del tutto fuori posto se applicato alle direttive nebulose del Mago slavo<sup>3</sup>. Ma c'erano di rincalzo chimici quadratissimi, ed uno, oltre che quadrato, di accesa fede, di quella fede senza cui le ciambelle e i buchi non combaciano mai. Con questa fede egli ritenne chiuso il tempo delle chiacchiere e maturo quello di agire<sup>4</sup>.

I Tedeschi sfuggivano da intese concrete arguendo due difficoltà. La prima, a cui nessuno credeva proprio perchè era rigorosamente vera, concerneva le incertezze industriali in cui essi si dibattevano ancora e l'impossibilità di assumere, ciò essendo, le garanzie di una collaborazione efficiente. La seconda concerneva la qualità del butadiene, che essi dichiaravano almeno sospetta. Su di che una tonnellata di prodotto venne faticosamente prodotta e spedita da Milano a Leverkusen, una delle loro grandi officine sul Reno e con questa fu fatta della gomma con stirolo per copolimero e lealmente trovata, al controllo, identica alla loro qualità corrente.

Allora il Prof. Giordani, Presidente dell'I.R.I., quel chimico di fede cui alludevo, fece pubblicare sui nostri giornali che la prima fabbrica di gomma sintetica italiana si cominciava a costruire a Ferrara, dove neppure il terreno era stato comprato, e poi partì per la Germania dove giunse che già la notizia si era propagata e faceva il previsto effetto di una miccia accesa in una polveriera.

– Voi non siete maturi per una simile impresa – gli dichiarò uno dei dirigenti della I. G., esimio chimico anche lui.

– Matureremo – rispose calmamente Giordani che per dolcezza di tratto e per la barbetta ricorda abbastanza S. Francesco d'Assisi.

<sup>3</sup> Alessandro Maximoff, direttore del Laboratorio dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica.

<sup>4</sup> Allude a Francesco Giordani, come esplicitato più oltre.

– Vi porto a Skoppau, a rendervi conto di che cosa è un impianto di gomma sintetica – insisté il Capo. E Giordani, che naturalmente ne moriva di voglia, replicò seraficamente con l'accento della più completa indifferenza:

– A me, che me ne frega? Noi facciamo la gomma dall'alcool a Ferrara. – ...

Su di che il tedesco capitò, l'alleanza fu conclusa e Giordani andò a Skoppau ed esaminò quella magnifica unità produttrice di oltre 200 tonn. al giorno di Buna, unità costruita di getto sulle sponde dell'Elba, completa di tutto il necessario ed integrata con altri impianti correlativi od armonizzanti colla produzione centrale, dei forni a carburo (ognuno da 25 mila kw.) in batteria, ad impianti di soda cloro, ai reparti dei servizi accessori giganteschi, alle costruzioni perfette per le mense e le provvidenze sociali. Unità colossale il cui sfarzo era solo nelle dimensioni, nell'armonia, nella logica chimica di cui era l'espressione somatica; una realizzazione che rappresentava per noi, uomini di fabbrica, il sogno di un modernismo Fausto divenuto realtà.

Dopo Giordani altri dei nostri vi sono stati a lungo, accolti fraternamente, e come lì, in altri Centri produttori, Leverkusen, Ludwigshafen, Huls<sup>5</sup>, creazioni ormai degne di ricordo del la-

<sup>5</sup> Lo stabilimento della I. G. Farbenindustrie di Ludwigshafen produceva butadiene, quello di Leverkusen era un impianto di polimerizzazione con una produzione giornaliera, nel 1937, di 10 ton. di gomma sintetica, v. Giuseppe Bruni, *La gomma sintetica*, "Gomma", I, 6, 1937, pp. 194-197. Tra i chimici italiani che durante la guerra si recarono a studiare le fabbriche tedesche anche Natta, il cui nome non è mai citato da Grottanelli. Tra il marzo 1940 e la fine di aprile del 1943 Natta fu a più riprese autorizzato a recarsi in Germania a visitare la fabbrica della I. G. Farbenindustrie a Schkopau, in Sassonia-Anhalt, "legata alla progettazione di nuovi grandi impianti di Terni per la produzione di gomma sintetica" (Milano, Archivi storici del Politecnico, Archivio storico d'Ateneo, Personale cessato, AG 4994, *Giulio Natta*, Il Direttore G. Cassinis al Ministro dell'Educazione Nazionale, 18 marzo 1940; Il Direttore C. I. Azimonti al Ministro dell'Educazione Nazionale, 5 marzo 1941) ed altri impianti della Ruhr "di sintesi chimiche che interessano le industrie belliche italiane" (*ivi*, 6 maggio 1941; 4 ottobre 1941; 29 dicembre 1942; 28 aprile 1943).

voro di più generazioni di chimici preclari che della loro dottrina avevano fatto una religione.

Concluso il patto il più spettava ormai alla nostra sola volontà. Il programma italiano era doppio: far gomma dall'alcool, far gomma dal carburo. La prima soluzione era la più immediata come quella che esigeva minor attrezzatura e non era legata a nuove fonti di energia elettrica e di carburo: era perciò quella che doveva essere prima condotta a termine. La seconda doveva seguire con distacco.

Quello che in tutti i modi ci voleva subito era la parte spirituale: gli uomini nel loro doppio aspetto di mente e di cuore.

Per questo l'impiantino sperimentale della Bicocca era stato un prezioso piccolo vivaio. Ma le pianticelle in allevamento erano appena fuori terra ed il numero decisamente inadeguato ad un compito per il quale, senza parlare dei 600 chimici russi, i Tedeschi, che per soffiarsi tecnicamente il naso hanno bisogno di essere in commissione, avrebbero mobilitato un numero imponente di specialisti.

Da noi, specialisti non ce n'erano di sicuro. Il Mago intorno a sé aveva disseminato nozioni incoerenti e contraddittorie, moltiplicato minuscole installazioni che facevano a pugni tra loro, inferocito lo spirito degli allievi.

Con molto buon senso Giordani pensò che, non avendo sottratto l'indispensabile Capo competente, tanto era cercare un uomo con altre caratteristiche, prima fra tutte quella di una volontà esplosiva. E pensò che un suo amico, che per ripicco aveva abbandonato il solco trentennale dove lavorava, la chimica bellica, e cercava un nuovo campo di attività, potesse essere utilizzato appunto per la sua sagoma di dinamicità. Ci parliamo: accettai l'incarico collo spirito di chi va in battaglia.

Per tre mesi mi cacciai a capofitto nel groviglio della Bicocca; un giorno mi pareva di capire ogni cosa ed il giorno dopo di

non capire più nulla. Cose nuovissime alla mia pratica mi sfilavano innanzi e mi divertivano o mi angosciavano. Alla fine, riunendo tutte le esperienze fatte nel settore alcool-butadiene stirolo, polimerizzazione, sentenziai al gruppo di giovanissimi chimici e ingegneri che dovevo dirigere. – I Vostri tre anni di lavoro non sono certo stati spesi invano e la somma dei risultati acquisiti è imponente. Quello che oggi è sicurissimo è che con quello che sappiamo, in linea industriale la gomma dall'alcool non si fa. Quindi la vittoria è sicura. Avanti. –

Su di che il Mago giudicò che io ero molto più Mago di lui, Giordani si liscì la barba ed i lattanti, entusiasti, partirono all'attacco.

L'impianto di Ferrara era stato previsto per sole 3000 tonn. anno di capacità, sia in vista della sua pura funzione di esca per far abboccare i Tedeschi ed obbligarli alla collaborazione per l'altra installazione maggiore, sia in considerazione delle scarse disponibilità di alcool industriale già quasi per intero accaparrate ad uso carburante. Però, in fase di progettazione, fu dimostrato il troppo alto costo di costruzione e poi di esercizio, di una officina così minuscola e ne fu stabilito il raddoppio.

I lattanti si scissero in tre esigui manipoli: uno emigrò a Mannheim per lo studio e i disegni dei reparti dello stirolo e della polimerizzazione in fase continua da montare a Ferrara e insieme per la messa a punto dei piani della più grande officina di Terni, anche quella calcolata prudentissimamente per sole 12 mila tonn. annue, potenza sotto la quale si scendeva nel campo dei giocattoli di lusso. Un secondo manipolo rimase a Milano nell'Ufficio Tecnico centrale<sup>6</sup>; una terza pattuglia emigrò nelle paludi di Ferrara dove cacciando zanzare e ranocchie giganti,

<sup>6</sup> L'ufficio della Saigs, con sede a Milano, inizialmente presso la sede della Pirelli in via Fabio Filzi, poi in corso di Porta Nuova.

eravamo fermamente decisi a far uscire fuori la prima gomma sintetica italiana. Il che puntualmente avvenne.

Dire che tutte le mie ore trascorressero serene nei due anni che impiegammo all'opera sarebbe evidentemente attribuirmi un ottimismo degno di Pangloss. Generalmente ero anzi di un pessimismo cupo che si accresceva fino alla nevrastenia ogni volta che, per mia disgrazia, dovevo andare nel grande pantano morale di Roma. La mota di Ferrara era un nulla: quella era mota onesta, di quel fango pulito da cui Dio trasse il primo Uomo. Bastava conoscerla, trattarla a modo suo, infilarle dentro un palo o cento pali per costiparla e poi, resa docile, sopportava i pesanti edifici in cemento armato con disinvoltura, ed, alla terza massicciatura, le strade vi si disegnavano solide. Ma a Roma ogni palo sarebbe sparito in un liquame atono, nemico, per essenza, di ogni sforzo, di ogni forma definita che non fosse quella, fluida e oscena, di un rigurgito. E quando tornavo sù, dopo pseudo discussioni abbruttenti con dei burocratici camuffati da guerrieri, nelle quali mi si domandava il numero di buloni esattissimo che mi era necessario per creare l'industria della gomma e poi mi si faceva un ribasso del dieci per cento per codificare l'intelligenza del controllo, mi sentivo disceso al livello dei venditori di finti tappeti persiani. Avvilimento e sconforto nero.

Meno male che a distrarmi,aggiungendomi guai, pensavano i "bambini" ai quali invece il fuoco sacro non faceva certo difetto, né il puntiglio di giungere alla meta ad ogni costo ed all'ora segnata e che mi improvvisavano scoperte non tutte liete ma tutte sorgenti di grattacapi.

Perchè in fondo il procedimento per ottenere butadiene dall'alcool è solo superficialmente più semplice di quello da carburo e l'argomento della minor complessità è assai discutibile. – Io paragono il primo ad un fuoco d'artificio, quello che si chia-

ma una girandola, dove ogni stellina colorata, e sono a mazze, a grappoli, a pioggia, sia un prodotto differente; il secondo ad un disegno geometrico dove ogni voluta o sagoma preannuncia rigidamente la seguente e la vincola. Le mie simpatie culturali sono per il processo logico ma quello pirotecnico è affascinante peggio di una sirena.

A mano a mano che le esperienze sui catalizzatori si infittivano, a mano a mano che la Tecnica dei nostri operatori, specie nelle analisi volumetriche di precisione, si perfezionava, venivano fuori nuovi composti. Ed a ognuno era legato il problema della sua purificazione o almeno del suo isolamento dal prodotto principe che a noi interessava: il butadiene, il quale rappresentava dal quarto al terzo dell'alcool decomposto. Quando ne avemmo oltre trenta per le mani giudicai che lo sciame era abbastanza completo e pregai i miei troppo solerti chimici di non fare ulteriori scoperte.

Alcuni composti erano semplici da eliminare, anche se troppo voluminosi, come l'idrogeno il quale d'altronde in un raggruppamento chimico più muscolato avrebbe trovato completa e razionale utilizzazione, altri molto ben venuti in qualità ed in quantità, come l'etilene, la cui spontanea presenza ci sollevava dall'onere di una produzione a sè stante per lo stirolo, altri, modestissimi, come l'alfa butilene, avviticchiati al butadiene da strettissime uguaglianze di caratteristiche fisiche e quindi ardui da separare anche colla più raffinata tecnica distillatoria. I calcolatori arrivavano con dei diagrammi impressionanti: le colonne di cento piani erano all'ordine del giorno, i dubbi sulla loro efficacia roventi!

Di notte sognavo di avere sullo stomaco degli edifici bizzarri dove dei mostruosi forni di catalisi si alleavano con delle file di torri babeliche ed in fondo usciva un nastro di gomma grande sì e no come un legaccio di scarpe... Mi svegliai con i capelli irti e madidi maledicendo l'impegno assunto.

Mano a mano che il lavoro si infittiva, il macchinario arrivava, gli operai crescevano, il disordine sembrava assumere forme catastrofiche. Cento cose giungevano e mille mancavano: i capi cantiere si azzuffavano tra loro, si rubavano attrezzi, uomini, quello che potevano per finire uno prima dell'altro. Io urlavo contro tutti e allora mi capitava qualcuno dei progettisti calcolatori per sottopormi l'utilità, anzi l'impellenza, di una nuova colonna di duemila piatti per frazionare il trentunesimo figlio della catalisi nato il giorno prima per mia personale ed esclusiva dannazione!

Da un anno prima della probabile messa in marcia della fabbrica ci eravamo fatti premura di segnalare i nostri fabbisogni di materie prime che erano molteplici ma fra cui primeggiavano carbone e alcool. E riempiendo infiniti moduli e mandandoli agli infiniti uffici in cui lo slancio dei pochi volenterosi si irretiva non aveva mancato di ripetere la data che si avvicinava, a mano a mano che, malgrado il mio scetticismo, sentivo, più che vedevo, l'impianto pronto. Vano squillo di campana per i sordi! A questa data, a questo fatto nessuno si interessava e pochi credevano perchè avevamo fatto troppo in fretta; ed ancor meno era ammesso che, finito quando fosse l'impianto, noi fossimo capaci di trarne fuori Gomma Sintetica.

Non erano solo i Tedeschi dell'I. G. Farben ad aver avuto il pensiero che solo la Montecatini risultava in grado di attrezzarsi per questo: in Italia era opinione diffusa: negli uffici romani un dogma alla cui promulgazione non escludo che qualche pappaverone della Montecatini stessa avesse contribuito e come.

Mi ricordo che quando ai primi del '42 andai all'ultimo piano del nefasto Ministero delle Corporazioni ad annunciare che i serbatoi dell'alcool, vuotissimi, spettavano di essere riempiti per iniziare nel marzo il lavoro, vidi una espressione di dis gusto e di sbigottimento diffondersi sulla faccia del finto guerrie-

ro che avevo di fronte. L'alcool non c'era perchè nel programma dell'annata noi non comparivamo. Eravamo stati depennati, pollice verso, come rei di mancanza di riguardo verso la Montecatini: pel Ministero non esistevamo! Che io almeno esisteva lo sentì subito il guerriero e giudicò dai miei urli che ero sicuro di aver dietro di me qualcosa di pronto. Così, strepitando, qualche litro di alcool incominciò ad arrivare con qualche palata di carbone. Ora stava a noi. Avevamo in fabbrica dei tecnici germanici, venuti a controllare con butadiene e etilbenzolo tedesco le attrezzature montate su schemi loro che ci aspettavano con curiosità al traguardo – e, fuori fabbrica, – tantissimi, noti ed ignoti, che ci auguravano che ci rompessimo tecnicamente l'osso del collo. La certezza di questi amabili sentimenti ci raddoppiò le forze!

Senza troppi cigolamenti i reparti si misero in moto, uno incatenandosi all'altro. L'alcool, così raro e prezioso, si degnò di scomporsi su per giù come avevamo preveduto e la folla dei trasformati si avviò alle separazioni dove capi reparto e progettisti guardandosi in cagnesco – li aspettavano al varco.

Il frazionamento andò bene lasciando i dovuti margini per i perfezionamenti, campo sul quale i tecnici si azzannarono peggio dei mastini. L'etilene si diresse per suo conto verso il benzolo, il butadiene ai suoi serbatoi, l'idrogeno in quei primi momenti per aria ed il rimanente ad utilizzazioni varie, massime quelle di carburante o di solvente.

Per l'ultima fase, ma il peggio era passato, chiamammo il Consiglio della S.A.I.G.S. ad assistervi. Venne giù il Presidente<sup>7</sup>, capo anche della Pirelli, venne il Prof. Giordani, il precursore della gomma sintetica. Avevamo già controllato la polimerizzazione con materie prime estere e non avevamo alcun dubbio in

merito: i nostri tecnici ed operai, reduci da un periodo di istruzioni in Germania, erano al corrente di tutto. Quando giunse il lattice dalla polimerizzazione alla coagulazione e si distribuì sulle continue i nostri occhi già vedevano il nastro di gomma avviarsi agli essiccatoi, al talcaggio, all'arrotolamento. Neppur per idea! Il lattice rifiutò di formare il nastro! Graduammo questo e quello, provammo mille astuzie ma il lattice non si commosse! Dopo 24 ore il Presidente perse la pazienza e se ne andò: Giordani, sempre calmo, resistette tre giorni e poi ci abbandonò alla nostra scalogna. Non appena egli uscì di fabbrica, il nastro venne fuori da sè, il primo rotolo da 100 kg. bianco-roseo, si avvolse leggiadramente e venne fotografato con la data a fianco.

Avevo immaginato quel momento in molti modi ma sempre solenni. Non avevo deciso se dovevo ridere o se dovevo lagrimare o arringare la coorte dei miei tanto fedeli: stetti zitto e fermo e con me gli altri.

Ed a furia di silenzio, il dubbio permase, fuori, che la fabbrica effettivamente funzionasse, tanto che alcuni mesi dopo ci fu una visita improvvisa di controllo da parte di un personaggio allora molto importante, il quale giunse accigliato e sospettoso, evidentemente pessimamente prevenuto, spianò il volto solo quando vide il famoso nastro che si arrotolava docilmente, lodò se stesso e partì<sup>8</sup>. A me, vecchio, ed ai miei coadiutori, fatti uomini, fu santo premio aver servito la Patria.

I rotoli si moltiplicarono e la fabbrica diede tutto quello per cui era stata prevista: diede anzi di più e se fosse stata alimentata a dovere avrebbe fornito certamente 9000 tonn. l'anno ed in più un'altra gomma fluida, sempre a base di butadiene, che ser-

<sup>7</sup> Alberto Pirelli, presidente della Saigs.

<sup>8</sup> Allude alla visita compiuta da Mussolini allo stabilimento della Saigs di Ferrara il 17 giugno 1942, v. Nicola Tranfaglia, *Vita di Alberto Pirelli (1882-1971). La politica attraverso l'economia*, cit., p. 261.

viva di adesivo e correttivo per la qualità corrente. Non potevamo onestamente chiedere di più.

I nostri rotoli impedirono alle fabbriche di pneumatici di stare ferme, malgrado che fossero accolti a bocca storta e qualche volta, per dispetto, lasciati marcire in disparte nell'attesa messianica che arrivassero le chicche estere.

Ad onor della tecnica italiana devo dire che la percentuale di gomma nostrana usata fu altissima ed arrivò praticamente al cento per cento anche nella confezione dei pneumatici più delicati; non si è fatto di più in nessuna parte del mondo ed è un indice significativo di perfezione sul lavoro ma insieme di quanto il prodotto sintetico voglia dire indipendenza.

Mentre intensificavamo la produzione a Ferrara, non stavamo mica colle mani alla cintola per l'altro impianto a partire dal carburo, piazzato in una località bellissima, a Terni, alla confluenza del carburo, fabbricato a pochi chilometri di distanza<sup>9</sup>, e della forza elettrica, mandata dalle sorgenti termiche di Larderello. Dalla progettazione di 12 mila tonn.-anno eravamo stati condotti a quella per 18 mila – e dato il nostro stile per far produrre gli impianti al loro carico massimo, prevedevamo di sfiorare le 24 mila.

Sarebbe stato il più bell'impianto d'Italia nell'ordine chimico e noi ci vedevamo raggruppati vicino tutti gli sviluppi della chimica dell'acetilene, di cui la gomma non è che un ramo e non dei maggiori. Veduta logica, anzi la sola logica perchè se c'è un settore della tecnica industriale che esclude i paraocchi è proprio quello delle grandi sintesi chimiche che funzionano a grup-

pi: e più il gruppo è grosso e complesso più è armonioso, più vitale, più rende.

Eravamo a 6 mesi dalla messa in marcia del complesso di Terni quando gli avvenimenti precipitarono. A Terni fummo metodicamente alleggeriti del macchinario, appena montato, da parte dei tedeschi: per giusto equilibrio e per ben dividere i nostri affetti a Ferrara avemmo una buona spruzzata di bombe sui depositi di alcool, naturalmente quasi vuoti, da parte dei Liberatori.

Il nostro compito, condotto fino al limite di ciò che noi potevamo, fu chiuso così.

Oggi possiamo gittare uno sguardo comprensivo sul lavoro nostro, su quello tedesco (sguardo su cimiteri) gittare un'occhiata su ciò che di titanico fu realizzato negli Stati Uniti, su ciò che immaginiamo sia stato concluso al di là del famoso sipario di ferro dell'oligarchia russa, e valutarne l'insieme di fronte al dilemma che sembra angosciare, Stati, economisti e industriali: gomma naturale o gomma di sintesi?

A questo dilemma io rispondo, il nostro gruppo di tecnici compatto risponde con la frase di un personaggio di Victor Hugo, un prete alchimista: questa ucciderà quella. E fatalmente.

Il confronto oggi è incerto ed a seconda delle simpatie può oscillare. Ristretto alla mentalità contabile e fanaticamente liberista, quella che io chiamo la mentalità del pidocchio, il confronto è ancora certamente a vantaggio della gomma naturale. Anche negli Stati Uniti, e ad onta delle straordinarie produzioni e delle materie prime a condizioni eccezionalmente favorevoli, il prezzo della sintetica è in equilibrio a mala pena con quello del prodotto naturale – e se si fanno giocare gli ammortamenti, se si preconizzano portentose costruzioni nel prezzo della gomma equatoriale, se si esige, da parte dei consumatori, ulteriori ribassi per accettare la sintetica giustificandoli con le

<sup>9</sup> Si riferisce allo stabilimento elettrochimico della Società Terni a Papigno, a quattro Km. da Terni, l'unico a produrre in Italia carburo di calcio, cfr. Pasquale Saraceno, *Origini, ordinamento e attività svolta*, in Ministero dell'Industria e del Commercio, *L'Istituto per la ricostruzione industriale*, vol. III, Torino, Utet, 1956, p. 46.

sue inferiori caratteristiche di lavorabilità, tracolla a suo danno.

Ora io non mi soffermo affatto sull'osservazione che il prezzo della gomma asiatica è solo in funzione del digiuno degli schiavi che la producono e che nell'attimo medesimo che essi saranno stufi di ricevere in ginocchio mezza ciotola di riso al giorno l'economicità della gomma di piantagione sarà sogno del passato. Così non mi attardo nei bamboleggiamenti liberisti sul valore taumaturgo dell'oro, benchè nessuno sia sicuro di averne a mai sempre a sazietà o sempre merci da scambiare, nessuno sia sicuro di aver la libertà continua e la possibilità di ricevere e spedire – per pacifista che una nazione sia.

Queste considerazioni del buon senso e della prudenza sono invocate nel pericolo e regolarmente dimenticate ad ogni bonaccia.

La mia sicurezza è altra e deriva dal fatto che ogni volta che la tecnica è entrata in lotta con un prodotto naturale, essa ha vinto perchè non poteva non vincere.

L'intelligenza vince necessariamente quello che noi chiamiamo la natura brutta. Non perchè l'intelligenza sia fuori della natura o contro la natura onde l'uomo sembra peccare di superbia ed entrare in lotta con Dio, che apparentemente ha creato il baco da seta, la robbia, o l'*Hevea brasiliensis* e non gli autoclavi o le colonne di distillazione. Concezioni meschinissime; nella grande natura, espressione spaziale e temporale "amorfa", c'è posto per infiniti universi, ognuno congruo ad un determinato ordine di forme: c'è l'universo delle formiche, delle api, degli uomini e via dicendo: ci sono degli universi di aggregati e di essenze che non sospettiamo. Essi possono attingere l'un dall'altro. Esiste però un ordine, una logica, universo per universo, e non è che quando una forma è specifica del proprio settore, nella natura, che essa è perfetta nei riguardi dell'universo cui appartiene.

Tutto quanto noi prendiamo, a prestito, per così dire, o per rapina dai campi non umani del cosmo ci è imperfetto, non è adeguato alle nostre necessità, deve essere tradotto dall'intelligenza nel nostro linguaggio, adattato, trasformato.

La prima traduzione è sempre un balbettamento. Gli esempi si affollano alla mia parola: sono troppi. Dico quelli che ho visto nascere io o ingigantire: i coloranti, la seta artificiale anzi i tessili di sintesi, i fertilizzanti, i medicinali.

Ovunque siamo andati oltre ai primi campioni che abbiamo trovato e destinato a scopi che non erano quelli della sua più profonda origine.

Non altrimenti arriverà con le catene macromolecolari del *Hevea*, davanti a cui si prosternano pancia a terra le genti che han per meningi dei libri di addendi. Noi, in realtà, le adattiamo alla meglio per usi a cui esse si piegano; dobbiamo invece scrutarne a fondo la disposizione spaziale per capirle, traducendole in formule e diagrammi.

Poi, allora, di colpo le sorpasseremo, cioè le dimenticheremo, come, coll'aeroplano ci siamo sollevati nel cielo più in alto e più a lungo di un alcione o di un condor.

Già oggi ci sono le gomme selettive che realizzano delle qualità e delle superiorità che l'*Hevea* non ci può dare – perchè la pianta, selezionata o meno, non può mai dare fuori di sé stessa e non sarà che tessuto vegetale, mai cervello. Domani, a traverso le fabbriche di gomma sintetica che sono i necessari strumenti di laboratorio per più conoscere, che sono loro, sì, dei cervelli umani in azione, domineremo il campo della elasticità e daremo prodotti insospettati. – Saranno più avanti delle altre quelle nazioni che avranno avuto questa fede e fatto o continuato questo sforzo.

La scienza, anche in quest'area, avrà la sua immancabile vittoria. Contabili, sparite!

Il cammino che ci ha condotti, in Italia, alla Gomma Sinteti-

ca, alla capacità di farla, è stato certo non breve, ed io lo ricordo tutto di scorcio, in una rapidissima sintesi se io rievoco i miei 40 anni di vita industriale e risalgo al giorno che entrai, a traverso il cancello della fabbrica di Avigliana della Dinamite Nobel, nel campo degli esplosivi di pace e di guerra.

Campo molto italiano se si fa il nome di Sobrero<sup>10</sup>, il mitissimo professore torinese che ottenuta per primo la nitroglicerina, ne fece qualche litro che dimenticò in cima agli armadi del suo laboratorio e quando vide questa sua figliola usata a scopi più bellici che industriali, operando fragorose rovine, ne ebbe rimorsi cocenti e si accusò della scoperta come di un peccato. Giro il rimorso ai serenissimi costruttori, e sperimentatori in corpore vili di due intere città, della bomba atomica.

Coscienze di sagoma nuova, evidentemente.

Nel 1906 eravamo all'aurora dell'acido solforico per catalisi. Entrai alla Nobel che si tagliavano a pezzi le bacinelle di platino servite fino ad allora per la concentrazione del solforico delle camere, di cui esistevano cospicui impianti e si montava la prima unità per contatto col barbaro sistema Grillo-Schroeder, insieme ai primi forni meccanici a pirite.

Quando penso ai non recuperi di calore, allo sciupio consequenziale di carbone, alle basse rese, alle perdite di platino, rabbrivisco: pure era un progresso! E con quello andammo avanti tutta la prima guerra mondiale, mentre si montavano a Cengio<sup>11</sup> gli eleganti e costosi impianti Teuteleva. Dopo guerra – nel 1923 – si cambiò tutto, con i sistemi della I. G. Farben, ma poi,

<sup>10</sup> Il chimico Ascanio Sobrero (1812-1888) al cui nome è legata la scoperta della nitroglicerina.

<sup>11</sup> In Val Bormida, sede di una fabbrica di esplosivi convertita nella produzione dei coloranti dall'Acna (Aziende chimiche nazionali associate), società fondata dalla Italgas nel 1929, rilevata due anni dopo dalla Montecatini e dalla I. G. Farbenindustrie e ribattezzata Aziende colori nazionali e affini.

per studi promossi dal gruppo Montecatini<sup>12</sup>, si passò dal platino al tungsteno, si alzarono le rese quasi al teorico con accuratissimi calcoli sulle temperature più acconce; sempre per l'equilibrio di queste si costruirono le grandi caldaie di contatto da 100 e più tonn. / giorno di solforico fumante, docilissimi e pulitissimi titani che trasformarono le officine da stalle in lindi salotti.

Ed a fianco del solforico ecco il suo gemello, l'acido nitrico, questa colonna degli esplosivi passare rapidamente dalle prime storte agli apparecchi Skoglund, ai Valentiner, agli Uebel e poi di un subito farsi libero dal nitrato del Cile, attingere la sua vita dall'aria, diventare sintetico, prima come debole e solo per fertilizzanti, poi concentrato a traverso il solforico, poi autoconcentrato e quasi anidro, creatore allora dei nuovi esplosivi, anch'essi autarchici.

Felice indipendenza dei grandi procedimenti chimici di cui uno spalleggia ed integra l'altro. Furono gli esplosivi a volere il nitrico dall'azoto, ed il nitrico anidro a sua volta ci liberò dalla necessità del benzolo o toluolo per i dirompenti. Fu nel 1934 che incominciammo, ad Avigliana, gli studi per l'ottenimento della Trimetilentrinitrammina, detta Hexogen, o, in Italia, come io la battezzai, T4, l'esplosivo più forte del mondo, decomposizioni atomiche a parte.

I sapienti tedeschi la ottenevano a grammi, guardandola col cannocchiale. Noi la trattammo con molto minor riguardo ma più ci attrasse il paradossale problema di frazionare e recuperare ossidi nitrici e formaldeide e ci riuscimmo. Nel 1936 la pri-

<sup>12</sup> Fondata come industria mineraria nel 1888 a Firenze, dal 1910, sotto la guida di Guido Donegani, si orientò verso la produzione di acido solforico, fertilizzanti, ammoniaca sintetica con il metodo Fauser, esplosivi e vernici, fino a costituire tra le due guerre mondiali uno dei più importanti gruppi chimici europei, con sede a Milano e stabilimenti in tutto il mondo.

ma fabbrica nel mondo di T4 era pronta per 5 tonn. – giorno e naturalmente ne diede di più. Dopo ne facemmo altre maggiori ma, come sempre, l'America si avocò la cifra sbalorditiva. A noi rimase, indiscussa, la priorità ed è il ramo di alloro più caro che io ho dei miei troppi anni di vita di esplosivista, non appassito dall'uso imbecille e idiota che ne fecero quelli a cui l'avevamo destinata.

Torniamo alle sintesi pacifiche, alle grandi realizzazioni dei fertilizzanti azotati, solfati di ammonio, nitrato di ammonio e calcio, ottenute utilizzando le idee di tecnici svizzeri come il Fauser<sup>13</sup>, italiani come il Casale<sup>14</sup>, seppur innestate sul ceppo originario tedesco, ma quasi tutte vivificate dalla ferrea volontà di un uomo di inesausta fermezza che pur a traverso molte crudeltà spirituali inutili e pur aiutato dal momento favorevole alle audacie, seppe trarre l'industria chimica italiana da un suo collaudo postbellico e condurla a insospettato prestigio – l'ing. Donegani<sup>15</sup> – nome che la chimica italiana deve ricordare ed onorare anche se la bassezza dei suoi detrattori ancora se ne impaura: ricordato o no campeggia sopra i suoi coevi come Farinata nell'inferno “dalla cintola in su” – Questa è, comunque, grandezza.

Da questa sintesi passiamo naturalmente a quelle dei colo-

<sup>13</sup> Giacomo Fauser (1892-1971), ingegnere svizzero dedicatosi a Novara alla produzione di fertilizzanti, autore di importanti brevetti per la preparazione dell'ammoniaca, dell'acido nitrico, del solfato e del nitrato di ammonio.

<sup>14</sup> Il chimico Luigi Casale (1882-1927), il cui nome è legato alla sintesi dell'ammoniaca su scala industriale.

<sup>15</sup> L'industriale Guido Donegani (1877-1947) fondatore, amministratore delegato e presidente della società Montecatini fino al 1945, quando venne inquisito per la sua collaborazione con il fascismo. Ritiratosi dalla vita pubblica, fondò nel 1951 a Novara l'Istituto di ricerche chimiche che porta il suo nome, posto sotto gli auspici dell'Accademia dei Lincei.

ranti, germinate mirabilmente da noi negli ultimi 25 anni, a partire dalle prime iniziative volute a Cengio, fabbrica di esplosivi in trasformazione, a Cesano<sup>16</sup>, altra fabbrica di dirompenti smobilizzata, dietro l'inseguimento quasi profetico di un professore a visione larga, umana, che della sua scienza aveva fatto arma di vita, di lavoro, il Molinari<sup>17</sup>, appoggiato ad un industriale [di] sapore mistico, il Quartieri<sup>18</sup>.

Tutto questo poi imputridisce a traverso armeggiamenti a carattere politico o fallisce grazie alle intelligenze negative della banca e le fabbriche, bellissime, divengono preda possibile per gli sciacalli dei fallimenti. Piomba, per fortuna, la Tigre<sup>19</sup> che li allontana con una zampata, aggrinfia tutto, mostra i denti ai leoni tedeschi che vogliono serva l'industria italiana.

Rifaccio il nome del Donegani, ma più dovrei farlo dei tecnici nostri mirabili, che, senza premi, senza lodi, lavorano, costruiscono, fondano una salda fiorente industria nostrana.

Di fianco a questa quella dei farmaceutici, delicata fra altre, che risolve i più spinosi problemi, affronta le più sconcertanti

<sup>16</sup> Nello stabilimento dell'Acna di Cesano Maderno, a una ventina di chilometri a nord Milano, come in quello di Villadossola, entrambi appartenenti alla Montecatini e alla I. G. Farbeindustrie, era stata inaugurata nel 1940 la produzione autarchica su scala industriale di vinile, cloruro di polivinile e di altre emulsioni destinate a sostituire il lattice di gomma. A Cesano entrava in funzione anche un impianto per la produzione del tioprene e di Thiokol (polisolfuro di etilene) anch'esso come sostituto della gomma.

<sup>17</sup> Ettore Molinari (1867-1926) professore di Merceologia all'Università Bocconi e di Chimica tecnologica al Politecnico di Milano dove fondò l'Istituto di chimica industriale diretto poi da Mario G. Levi e da Natta. Esponente dell'anarchismo, aveva contribuito alla creazione a Milano dell'Istituto di ricerche chimiche “Giuliana Ronzoni”, finalizzato allo sviluppo di applicazioni di valore umanitario.

<sup>18</sup> L'industriale della chimica Ferdinando Quartieri (1865-1936), figura di imprenditore e diplomatico come Alberto Pirelli, con il quale partecipò nel 1919 alla delegazione italiana alla Conferenza di pace di Parigi.

<sup>19</sup> Allusione al presidente della Montecatini Guido Donegani, mentore di Grottanelli e citato subito dopo.

sintesi a catena, sul tipo del gruppo per l'Atebrina e affranca così il paese da ogni dipendenza estera.

E sorvolo sui tessili chimici tipo poliammidi, sorvolo sulla soda-cloro con tutti i suoi contorni, sulle vernici sintetiche, sulle resine, foresta intricata di rami pungenti e di rami fioriti nel cui dedalo mi sono quasi ovunque aggirato, più bucandomi che odorando profumi, ma comunque vivendo l'esistenza, bizzarra e convulsa ma indimenticabile, del tecnico d'industria. Foresta il cui rigoglio è quasi tutto contenuto negli ultimi 20 anni, anche se molti virgulti erano già nascenti agli albori del secolo ma che noi abbiamo veduto mirabilmente irrobustirsi fino al 1940, crescere, prosperare, diffondere cultura e benessere, poi diradarsi sotto le devastazioni, gli incendi, i bombardamenti della guerra e su cui possiamo più che col rimpianto, colle lagrime o colla speranza dare un giudizio di competenza noi, oscuri, che l'abbiamo foggiate col nostro pensiero. Giudizio che è anzitutto italiano, locale, che si attaglia specificatamente al luogo dove la nostra opera si svolge: opera a cui, in nome di un dissennato internazionalismo o di una trascendente paura delle responsabilità si è rivolta l'accusa di essere stata, più o meno, tutta criminosa perchè autarchica. Giacché l'autarchia, secondo certi flagellanti morali, non esiste a buon diritto, non è sacrosanta che dalla Vistola in là. Di qua è imperialismo e delitto.

Ebbene, noi operai della prima ora, che abbiamo vissuto fra forni, calandre, autoclavi, caldaie e frantoi, abbiamo un concetto diverso del lavoro compiuto e lo rivendichiamo intiero con un solo rimpianto: che non sia stato maggiore<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> Nel 1945 la Saigs, proprietaria delle fabbriche di Ferrara e di Terni era ancora un'azienda Iri-Pirelli, anche se non più guidata da Alberto Pirelli e Francesco Giordani, ma da Giovanbattista Bonino come presidente e con Giuseppe Bruni vicepresidente. Tra i suoi consiglieri in rappresentanza della Pirelli Giulio Natta, Luigi Emanueli e Cino Poli. Nel 1946 la Pirelli e l'Iri cedevano la Saigs alla

È vero che è proprio della chimica il concetto delle reazioni che vanno in due sensi, il concetto delle reazioni reversibili. Ma in questo caso la reversibilità, nel significato di rinnegare l'opera nostra ci parrebbe sudicissima cosa che lasciamo monopolio dei politicastri.

Perchè, diamo pure un colpo d'ala al discorso, noi abbiamo della scienza chimica, della scienza in genere, una concezione religiosa e la salutiamo (perciò l'abbiamo servita in vita con fedeltà che non ebbe tradimenti) come forza vittoriosa che libererà la stirpe umana dalle catene che sono inutili, le catene che degradano, quelle dell'ignoranza.

“Sed intelligere” – diceva Spinoza – ed il chiaro impassibile sguardo dell'intelligenza, e lo sguardo della scienza è per definizione sereno, è veramente l'imitazione di Dio nei limiti della natura umana.

L'integrale degli sguardi degli scienziati sull'universo è la nostra migliore forma di adorazione. Vedere limpidamente il mondo nuovo di domani è una anticipazione a crearlo. È stato il compito nostro.

società del gruppo Montecatini Polymer industrie chimiche. A sua volta, questa cedette la fabbrica di Ferrara alla società Italia settentrionale, partecipata anch'essa dalla Montecatini e presieduta da Edoardo Osella. Natta faceva parte del consiglio d'amministrazione e nel settembre 1951 fu incaricato di sovrintendere al passaggio dello stabilimento ferrarese alla Società Gomma sintetica “come preparazione per la fusione tra la nostra Società e la Montecatini”, Milano, Archivio storico della Camera di commercio, Registro delle aziende, fasc. 413341, *Gomma sintetica s.p.a.* A partire dal 1952 la Montecatini convertì poi l'impianto ex-Saigs di Ferrara alla produzione di ammoniaca e di materie plastiche. Contemporaneamente rinasceva una fabbricazione di gomma sintetica a partire dal petrolio da parte dell'azienda pubblica di raffinazione Anic (passata nel 1953 all'Eni di Enrico Mattei) nei nuovi impianti Enichem inaugurati a Ravenna nel 1958, cfr. Milano, Archivio storico della Camera di commercio, Registro delle aziende, fasc. 254327 *Istituto per la gomma sintetica s.p.a.*; Ezio Martuscelli, *Dalla scoperta di Natta lo sviluppo dell'industria delle plastiche della ricerca sui polimeri*, Roma, Cnr, 2001, pp. 64-67.

Sono stato discepolo del grande Stanislao Cannizzaro<sup>21</sup>, uno dei fondatori delle leggi strutturali che hanno retto la chimica del secondo ottocento. Era un buffo animale, di una bruttezza scimmiesca, illuminata da due occhietti vispissimi coi quali seguiva l'evoluzione di una scienza che traboccava da ogni lato dai limiti che egli le aveva assegnato. In certe cose, lui vecchio, era arcaico, per esempio nell'orrore delle fiamme libere, quei diabolici becchi a gas che dappertutto, nell'Istituto chimico di Roma che egli dirigeva, facevano bollire matracci ed evaporare capsule ma potevano, ben più, disseminare incendi. – Allora, la sera, quando la marea degli allievi normali era sparita e soli vegliavano i professori, gli assistenti e qualche laureando, egli si metteva in cammino, di ronda, alla caccia del pericolo. Le sale erano tutte illuminate a luce elettrica, ma lui, nato colle candele di sego, se non proprio colle torce resinose, se ne dimenticava e girava la notte con un candelieri a lungo manico, acceso. Portava una camiciona da notte che gli scendeva fino ai piedi e sopra un loden con cappuccio sulla testa. I piedi nudi erano calzati con babbucce e fra la ispida barba bianca spuntava una pipetta di coccio a tubo di ciliegio.

Era, così composto, un miscuglio fantastico di un gorilla, di un coboldo, di Padre Natale che si aggirava inquieto fra i molesti e pericolosi ricercatori, invitandoli tacitamente ad andar via. Probabilmente, a notte piena, faceva un ultimo giro di sicurezza e poi – finalmente tranquillo – soffiava sul candelieri e si assopiva.

Dove, di giorno, non si assopiva affatto era sulle continue novità che stavano succedendo nel suo universo chimico. An-

<sup>21</sup> Stanislao Cannizzaro, uno dei massimi esponenti della teoria molecolare, nel 1871 era stato nominato senatore del Regno e professore nella nuova università di Roma, dove fondò l'Istituto di chimica di cui parla qui Grottanelli.

che per lui, 40 anni fa, l'universo era in espansione! Mille trasformazioni sorgevano. Le più sostanziali non le afferrava più: il trapasso dalla bevuta al calcolo matematico era superiore alla sua struttura mentale, ma nei cambiamenti a giocherello come la stereo chimica, era entrato in pieno, con agilità sorprendente, come un ragazzo in un gioco con i soldatini di piombo e ci si divertiva di tutto il suo cuore. Gli studi della scuola di Fischer<sup>22</sup>, sul gruppo della Purina, sugli zuccheri, li aveva fatti suoi e ci faceva sopra delle lezioni saporitissime, piene di vita, di brio, di scintillamento, lezioni di un giovane a dei giovani, e quando al termine di un lungo seguito di formule a legami semplici, doppi o tripli, a catena, a losanga, a esagono, si voltava verso di noi e rideva e ammiccava, allora, per brutto che fosse, pareva bellissimo e lo applaudivamo.

Per farci toccare con mano i fascini della stereo chimica egli aveva dei modelli di tetraedri in fil di ferro, ognuno raffigurante un atomo di carbonio e le sue valenze (l'atomo stava nel baricentro), ai vertici si infilavano delle altre palline, che, a colori variati, simboleggiavano ossigeno, azoto, zolfo, idrogeno o che so io. Ad ogni elemento un colore: l'ossigeno era rosso. I tetraedri poi potevano saldarsi l'un sull'altro, in piramidi o anelli e le palline componevano sinfonie cromatiche.

Quell'uomo che certo da giovanissimo era stato devoto, a giusto titolo, di Santa Rosalia, patrona di Palermo, passato, da adulto, al feticismo materialista di un Moleschott<sup>23</sup> – o di un Haeckel<sup>24</sup> qualunque, non credeva forse più in Dio ma nelle sue

<sup>22</sup> Emil Fisher (1852-1919), biochimico tedesco considerato il fondatore della chimica dei carboidrati e dello studio delle proteine.

<sup>23</sup> Jacob Moleschott (1822-1893), fisiologo e filosofo danese, professore dal 1861 di fisiologia a Torino, uno dei maggiori esponenti del positivismo materialista.

<sup>24</sup> Il naturalista e filosofo tedesco Ernst H. Haeckel (1834-1919), assertore di una visione monista della natura.

palline sì. Forse non proprio nei loro colori! E morendo, avrò veduto l'eternità come un tendone di velluto con miriadi di sciami di palline e gialle e rosse e blu... alcune luminose, non spieghabili, e che certo ai suoi tetraedri non si erano mai appiccate.

Caro vecchissimo Cannizzaro! Le tue palline hanno fatto molto cammino da allora. Dei sapienti con sguardo più acuto del tuo le hanno inquisite, analizzate, pesate... ognuna era una specie di complicatissimo sistema solare, ma in fondo (ed è qui il prodigio) un sistema vuoto dove un alveare variabile di calabroni e di vespe ronzavano, ma infinitesimi, divisi e sorretti da forza antagoniste che li univano e li respingevano, che ne regolavano la massa in funzione della velocità, che ne precisavano ed annullavano insieme la localizzazione in base a pure leggi statistiche. Spezzando questi legami enigmatici ogni sistema esplodeva in luce, in calore, in energie diaboliche.

Siamo passati dall'Universo-materia all'Universo-energia, dall'Universo a processi irreversibili di degradazioni potenziali conducenti ad un equilibrio di morte, ad un Universo discontinuo, un Universo che si dissocia a gradini, i Quanta, e che la visione telescopica, questa chimica astronomica dell'infinito, mostra sotto la forma di un volo di nebulose, tessute sul velario curvo, anzi chiuso, dello spazio, che si allontanano una dall'altra... Mistero!

Dall'Universo Tolemaico a quello Galileiano un lungo passo da questo all'Universo di Einstein, di Eddington<sup>25</sup>, di Lemaître<sup>26</sup>, più che un passo, un abisso, un capovolgimento di valori, un

<sup>25</sup> Arthur S. Eddington (1882-1944) astronomo inglese, professore a Cambridge, fondatore della dinamica stellare, era il maggior propagatore della teoria della relatività in una chiave filosofica radicalmente idealistica che Grottanelli mostra di abbracciare.

<sup>26</sup> Il canonico George Henri Lemaître (1894-1966), astrofisico e matematico belga, pioniere della teoria dell'universo in espansione.

meraviglioso ritorno all'idea che l'intero creato sia solo un Pensiero, una Parola proferita, un Fiat.

Pagine di un libro che si sollevano e passano con un fruscio di ali, incalzando. Oh quanto, in questo punto, mi sovviene del racconto suggestivo di un nostro caro e singolare scrittore – Papini<sup>27</sup> – intitolato *Ariele*, la storia di un Maestro di anime che va addottrinando i discepoli, di paese in paese, ma solo esige che lo si ascolti per una sola lezione e non più, una sol volta e poi più. Ai discepoli lo scegliere bene. E, dopo molte esitazioni, descrive Papini come egli entra nell'aula e attende il Profeta che giunge ravvolto in un mantello nero, fissa gli uditori uno per uno, discaccia alcuno che lo aveva già udito e poi – quella volta – discorre della grande miseria dell'Uomo! Che è – grida Ariele – il non rispondere alla eterna incalzante domanda che Dio rivolge all'uomo a traverso il ciclico paziente ritorno dei fiori, delle stagioni, degli astri, nell'ampiezza delle terre e dei cieli.

O ciechi, o muti – esclama egli! Da millenni infiniti Dio vi parla e non sapete capire, non sapete rispondere... Dite la vostra parola e l'Universo cambierà, sarà come un libro che volta foglio... allora nuove sillabe, parole fresche, cantici non nati... Rispondete!

Siamo noi che replichiamo, ad Ariele, per dirgli:

– Maestro, la parola che chiedevi fu detta forse nelle notti di Caldea, dai preti contemplanti dalle terrazze delle Zigurat; un'altra solenne fu proferita dal solitario di Arcetri<sup>28</sup> quando dilatò lo spazio col suo cannocchiale. E ad ogni volta una pagina del libro eterno voltò e l'aspetto del mondo divenne nuovo.

<sup>27</sup> Lo scrittore fiorentino Giovanni Papini (1881-1956), direttore della rivista *Voce* e fondatore con Ardengo Soffici di *Lacerba*, membro dell'Accademia d'Italia nel 1937, prima futurista e pragmatista, poi convertitosi a un cristianesimo. Il suo stile polemico e mistico influenza visibilmente questo articolo di Grottanelli.

<sup>28</sup> Galileo.

Ma con questa nostra ultima risposta, è come se noi fossimo risaliti all'alba dei tempi. L'Universo non si è cambiato, non si è dilatato: si è trasfigurato. – Era Spazio, ora è Idea: era materia, ora è Luce!

Allora noi abbiamo sorpassato intuizione, ricerca, studio: abbiamo pregato!

*Dal Belgaio, 21 marzo 1947*

Dr. Franco Grottanelli

#### Elenco dei documenti

- I. La motorizzazione dell'esercito e sviluppo della gomma sintetica in Germania (3.IV.1937)
- II. Sulla idrogenazione dell'aldolo a glicol butilenico (4.VI.1937)
- III. Sul metodo Bergius per la saccarificazione del legno (4.VI.1937)
- IV. Bozza di contratto tra la Società Italiana Pirelli e il Prof. Natta (30.VI.1937)
- V. Schema di convenzione fra l'I.R.I. e la Pirelli (2.VII.1937)
- Vbis. Patto sindacale allegato alla Convenzione
- VI. A. Pirelli a F. Ter Meer (3.VII.1937)
- VII. Nota aziendale non firmata (8.VII.1937)
- VIII. Natta a G. Venosta sulla collaborazione con la Società B. P. D. (11.IV.1938)
- IX. Natta a Venosta sulla trasformazione di butilene in butadiene (13.IV.1938)
- X. The Distillers Co. a Natta sulla produzione di stirene (30.V.1938)
- XI. Natta a Venosta su due brevetti per la preparazione di butadiene (6.VII.1938)
- XI bis. Produzione del butadiene
- XI ter. Separazione dei componenti di una miscela a uguale o vicinissima temperatura di ebollizione
- XII. C. Poli a Venosta sul nome commerciale della gomma sintetica italiana (6.VII.1938)
- XIII. Natta a Venosta sul brevetto per la produzione dell'aldeide acetica (7.VII.1938)
- XIV. The Distillers Co. a G. Natta (8.VII.1938)
- XV. G. Bruni a Venosta sul nome commerciale "Caucital" (20.VII.1938)
- XVI. T. G. Levi ad A. Maximoff sulle denominazioni della gomma sintetica (30. VIII.1938)
- XVII. Visita alla Bicocca del ministro Lantini (1.IX.1938)
- XVIII. Maximoff a Natta sulla trasformazione di butilenglicolo in eritrene (3.IX.1938)
- XIX. Natta a Maximoff (14.IX.1938)
- XX. Maximoff a Giordani su due metodi per la gomma sintetica (24.IX. 1938)
- XXI. Maximoff a Natta (30.IX.1938)
- XXII. Maximoff a Giordani (30.IX.1938)
- XXIII. Venosta al gen. Mario Palcani (6.X.1938)
- XXIV. Natta a Venosta sulla rigenerazione dei catalizzatori (11.X.1938)
- XXV. Natta a Maximoff sull'invio di campioni di stirolo (17.X.1938)
- XXVI. L. Balbo ad A. Pirelli sulla fabbrica di gomma sintetica a Ferrara (19.X.1938)
- XXVII. Natta a Maximoff sull'invio di campioni di stirolo (10.XI. 1938)

## BIBLIOGRAFIA

### Fonti d'archivio

- Milano, Archivio storico Pirelli, Storia delle Industrie Pirelli  
2056, *Fabbricazione gomma sintetica*.  
24, *Esposizioni, Milano, 1921-1942*.  
53, *Stabilimenti di Bicocca, Album fotografico*.  
83, 2168, *Pneumatici e semi-pneumatici, in Prezziario al 30 giugno 1943*.  
Archivio del Personale, *Levi, prof. Tullio G.; Maximoff, dr. Alessandro*  
Ordini di servizio nn. 645 (13.3.1934); 826 (3.VI.1939); 869 (30.5.1940).  
Bilanci Pirelli, 1937-1945, *Verballi del Consiglio d'Amministrazione*.
- Milano, Archivi storici del Politecnico di Milano, Archivio storico d'Ateneo  
Titolo VI, 11. 3. *Stato di emergenza del Politecnico dall'ottobre 1943*.  
Titolo X, *Cattedre, Istituti scientifici, Chimica industriale, 1931-1940*.  
Titolo X, fasc. 106, *Istituto di chimica industriale, 1941-1950*.  
SEG. VIII. Personale cessato, AG 4994, *Natta, Giulio*; 471, *Levi, Tullio Guido*.
- Milano, Archivio storico della Camera di commercio, Registro delle aziende  
n. 254327, *Istituto per lo studio della gomma sintetica s. p. a.*  
n. 254328, *S. A. Produzione gomma sintetica*.  
n. 411915, *Polymer Industrie chimiche, s.p.a.*
- Roma, Archivio centrale dello Stato, Iri, numerazione rossa  
b. 67 f. *Saigs, Riunione del Consiglio d'amministrazione 4.8.1939*.  
b. 101, f. GV1, F. *Processo tecnico*; f. A4/b, *Relazione al Consiglio, 17.7.1944*.  
b. 102, *1937-1942 Saigs*.  
b. 103, *Rapporti di S. E. Giordani*.

Roma, Archivio storico Intesa Sanpaolo, patrimonio archivistico I.M.I., Ispettorato, Serie Ispettorato per le imprese, b. 1, Ispettorato, relazione d'ufficio, I cartella dal n. I, 1200 al n. 1599, fasc. 2, *Relazione S. A, Industria Gomma Sintetica (SAIGS)*. Serie Mutui, pratica n. 1462, SAIGS, Società Anonima Industria Sintetica, *Relazione dell'ing. Francesco Mauro del 27 ottobre 1942*.

Archivio Giulio Natta (www.archiviogiulionatta.it) Brevetti n. 14, 15, 18, 25, 30.

### Fonti a stampa

Adriano, Raffaele, *Commemorazione Ing. Giuseppe Venosta*, "Gomma", III, 2, 1939, pp. 31-s.

Anonimo, *Gomma sintetica*, "Scienza e tecnica", I, 11/12, novembre-dicembre 1937, pp. 381-s.

- *Il caucciù sintetico in Germania*, *ivi*, XIX, 6, 1937, p. 365.
- *Cattivi risultati del caucciù sintetico russo*, *ivi*, p. 366.
- *Le giornate della chimica italiana alla XX Fiera campionaria di Milano*, "La Chimica e l'Industria", XXI, 5, 1939, p. 304.
- *Buna in Germania*, *ivi*, XXXII, 7, 1950, p. 350.

Bellini, Ferdinando, *Il caucciù sintetico italiano considerato in Germania*, "La Chimica e l'Industria", XIX, 1, 1937, p. 26.

- *Dettagli sulla produzione del caucciù sintetico dall'acetilene passando per il butadiene*, *ivi*, XIX, 3, 1937, p. 147.

Bruni, Giuseppe, *La gomma sintetica*, "Gomma", 3, 1937, pp. 194-197.

- *Chimica e industria della gomma in Italia e nel mondo*, "La Chimica e l'Industria", XIX, 10, 1937, p. 600.
- *Il problema della gomma con particolare riguardo all'autarchia*, *ivi*, XXI, 3, 1939, pp. 233-s.
- *La gomma elastica*, in Cesare Alimenti *et alii*, *Materie prime*, Milano, Consociazione turistica italiana, Tip. Modiano, 1940, pp. 323-352.
- *Le conseguenze chimico-tecniche della guerra in Estremo Oriente*, "Gomma", VII, 3, 1943, pp. 36-39.
- *La Gomma e la guerra*, "La Lettura. Mensile del Corriere della sera", settembre, 1942, pp. 575-581.
- e Levi, Tullio Guido, *Produzioni di neri del tipo carbon-black da materiali diversi dai gas naturali*, in Nicola Parravano, *X Congresso internazionale di Chimica, Roma, 15-21 maggio 1938*- XVI, "La Chimica e l'Industria", XX, 5, 1938, p. 315.

Cambi, Livio, *L'industria chimica dal 1914 a oggi. Discorso inaugurale dell'anno*

*accademico del R. Istituto lombardo di scienze e lettere, 12 novembre 1942*, "La Chimica e l'Industria", XXIV, 11, 1942, pp. 385-389.

Coppa Zuccari, Giovanni, *Gomma artificiale*, "Scienza e tecnica", III, 8, 1939, pp. 542-546.

Dorn, Karl, *Nuove materie prime tedesche*, raccolta curata dal dott. Agostino Toso, Roma, Produzione artistica Tipografica, 1941.

Giordani, Francesco, *I prodotti chimici e l'autarchia*, in Ferruccio Lantini *et alii*, *L'Autarchia economica della nazione*, Roma, Istituto nazionale di cultura fascista, 1939, pp. 19-31.

- *Iniziativa privata e Stato*, "Economia fascista", gennaio 1941, pp. 3-6.

Grottanelli, Franco, *L'acido nitrico di sintesi nell'industria degli esplosivi*, "La Chimica", XII, 1940, pp. 569-573.

- *Sviluppi della produzione del caucciù sintetico*, "La Chimica e l'Industria", XXII, 8, 1940, pp. 390-s.
- *Come è nata la gomma sintetica in Italia*, "Chimica", n. s. II, 8, 1947, pp. 219-226.
- *Industria petrolifera e gomma sintetica nel quadro dell'economia nazionale*, "Chimica", n.s. VII, 4, pp. 153-157.
- *La gomma sintetica come materia prima mediterranea*, *ivi*, n. s. VII, 5, 1952, pp. 189-193.
- *La gomma sintetica come problema europeo*, *ivi*, n. s. IX, 10, 1954, pp. 321-325.
- *La Sicilia come testa di ponte mediterranea nella industria chimica da petrolio*, *ivi*, n.s. X, 4, 1955, pp. 155-s.
- *Il problema nazionale della cellulosa e la Toscana*, *ivi*, n. s. XI, 11, pp. 473-475.

Konrad, E., *Über Synthetischen Kautschuk (Buna)*, "Kautschuk. Zeitschrift für Wissenschaftliche und Technische Kautschukforschung und Kautschukverarbeitung", XIII, 1, 1937, pp. 1-6.

Lantini, Ferruccio, *Discorso sull'autarchia economica*, Milano, Stab. Tip. Della Gazzetta dello Sport, 1937.

- *Il metodo corporativo per raggiungere l'autarchia*, Roma, Istituto Poligrafico dello Stato, 1939.

Maximoff, Alessandro, *Regolo calcolatore per la determinazione del carico di rottura della gomma e di materie elastiche*, "Gomma", IV, 6, 1940, pp. 124-127.

Natta, Giulio, *Le nuove grandi sintesi organiche*, "La Chimica e l'Industria", XX, 10, 1938, pp. 185-198.

- *Studio röntgenografico e chimico dei catalizzatori usati per la produzione del butadiene dall'alcool*, *ivi*, XXII, 1940, pp. 239-sgg.

- *Frazionamento di una miscela gassosa per assorbimento frazionato con un solvente selettivo in presenza di un riflusso del composto gassoso più solubile*, *ivi*, XXIV, 2, 1942, p. 43-52.
  - e F. Mattei, *Frazionamento di una miscela gassosa per assorbimento con un solvente in presenza di un riflusso del componente gassoso più solubile*. Nota II, *ivi*, 8, pp. 271-275.
  - *Selettività di diversi solventi nella purificazione del butadiene dai butileni mediante processi di estrazione*, Milano, CEA, 1947.
  - Natta, G., in *Scienziati e tecnologi contemporanei*, vol. II, Milano, A. Mondadori, 1974, pp. 292-s.
- Parducci, Mario, *Il caucciù sintetico (ieri e oggi)*, "Il Chimico italiano", IV, 3, 1937, pp. 54-60 (rip. in "L'ingegnere", 2, febbraio 1939, pp. 49-61).
- Paselli, Piero, *I sostituti artificiali della gomma naturale e dei suoi derivati*, "La Chimica e l'Industria", XXIV, 6, 1942, pp.218-220.
- Pasquinelli, L., *Il caucciù sintetico*, "La Chimica", XV, 3, 1939, pp. 169-174.
- Perotti, L., *Le giornate della chimica italiana alla XXII Fiera Campionaria di Milano, 19-20 aprile 1941*, *ivi*, XXIII, 5, 1941, pp. 193-204.
- Pirelli, Alberto, *Economia e guerra*, Varese-Milano, ISPI - Ind. Grafiche A. Nicola, 2 vol., 1940.
- *Introduzione. Il problema delle materie prime*, in Cesare Alimenti et alii, *Materie prime*, cit., pp. IX-XIX.
  - *La Pirelli. Vita di un'impresa industriale*, Milano, Ind. Grafiche A. Nicola, 1946.
  - *Piero Pirelli*, "Rivista Pirelli", 5, settembre/ottobre 1956, pp. 7-16.
- Pirelli, Piero, *L'industria della gomma e dei conduttori elettrici isolati*, in *L'indipendenza economica italiana*, a cura di Luigi Lojacono, Milano, Hoepli, 1937, pp. 519-527.
- Poli, [C]ino, *Organizzazione delle ricerche nell'industria della gomma*, in *Il I Congresso Nazionale per lo sviluppo della sperimentazione ai fini dell'autarchia nazionale (Venezia, 26-28 settembre 1938)*, "La Chimica e l'Industria", XXI, 1939, pp. 35.
- R. Politecnico di Milano, *Annuario, Anni Accademici 1937-38 / 1938-39*, Milano, Stamperia Tamburini, 1939-XVII.
- R. Politecnico di Torino, *Reparto dedicato all'attività degli Istituti di Chimica Industriale di Chimica generale ed applicata*, in *Annuario del R. Politecnico di Torino, Anno Accademico 1937-38. Il R. Politecnico e la Mostra "Torino e l'autarchia"*, Torino, 1938.
- Rossi, Luigi, *Dal caucciù alla gomma sintetica*, "Il Commercio chimico", V, 3, 1939 pp. 75-77.

Saladini di Rovetino, R., *La chimica alla Mostra delle invenzioni*, Milano, maggio-settembre 1939-XVII, "La Chimica e l'Industria", XXI, 10, 1939, pp. 594-597.

Scanga, Giovanni, *Programma per una mostra dell'autarchia all'Esposizione universale e internazionale di Roma*, Roma, F.lli Palombi, 1939.

Wood, Lawrence A., *Gomme sintetiche, rassegna generale della loro composizione, proprietà, ed usi*, "Gomma", 6, 1940, p. 129-s.

### Studi

Barbone, Donato, *L'Archivio Storico della Pirelli*, "Archivi e imprese", 1, 1990, pp. 8-19.

- *L'esperienza della Pirelli*, in *Cesare Merzagora, il presidente scomodo*, a cura di Nicola De Ianni e Paolo Varvaro, Napoli, Prisma, 2004, pp. 203-260.

Carrà, Sergio, Parisi, Federico, Pasquon, Italo, eds., *Giulio Natta. Present significance of his scientific contribution*, Milano, Editrice di Chimica, 1982.

Castronovo, Valerio, *Il Politecnico e lo sviluppo industriale lombardo*, in *Il Politecnico di Milano nella storia italiana (1914-1963)*, a cura di Giovanni Battista Stracca e Valerio Castronovo, vol. I, Cariplo/Laterza, Milano/Bari – Roma, 1988, pp. 101-123.

Cianci, Alberino, *Saiga. Il progetto autarchico della gomma naturale: dalla coltivazione del guayule alla nascita del polo chimico ternano*, Arrone (Terni), Thyrus, 2007.

Ciuffetti, Augusto, *Industrializzazione e territorio nella conca ternana, 1884-2006*, in *Industria, ambiente, territorio*, a cura di Salvatore Adorno, Simone Neri Serneri, Bologna, Il Mulino, 2009, pp. 149-166.

Coppadoro, Angelo, *I chimici italiani e le loro associazioni*, Milano, Editrice di chimica, 1961.

Dagognet, François, *Presentazione*, in *Storia della chimica in Italia*, a cura di Antonio Di Meo, Roma, Montedison, 1989, II ed., Roma, Vignola, 1996, pp. X-XIII.

De Ianni, Nicola, *Tra industria e finanza*, in *Cesare Merzagora. Il presidente scomodo*, a cura di Nicola De Ianni e Paolo Varvaro, Napoli, Prisma, 2004, pp. 14-188.

Maiocchi, Roberto, *Gli scienziati del Duce. Il ruolo dei ricercatori del Cnr nella politica autarchica del fascismo*, Roma, Carocci, 2003.

- Martuscelli, Ezio, *Dalla scoperta di Natta lo sviluppo dell'industria delle plastiche e della ricerca sui polimeri in Italia*, CNR, Napoli- Roma, 2001.
- McMillan, Frank M., *Chain Strighteners: fruitful innovation, the discovery of linear and stereoregular synthetic polymers*, New York, Mc Millan Press, 1979.
- Minniti, Fortunato, *Le materie prime nella preparazione bellica dell'Italia (1935-1943)*, "Storia contemporanea", XVII, 1986, 1, pp. 5-42; 2, pp. 245-276.
- Montenegro, Angelo, *La Pirelli fra le due guerre mondiali*, in *Pirelli 1914-1980: Strategia aziendale e relazioni industriali nella storia di una multinazionale*, a cura di Gabriella Bonvini e Angelo Montenegro, Milano, F. Angeli 1985, pp. 9-88.
- Morawetz, Herbert, *Polymers. The origins of and growth of a science*, New York, J. Wiley and Sons, 1985.
- Pasquon, Italo, *Giulio Natta e l'industria chimica*, in *Il Politecnico di Milano nella storia italiana 1914-1963*, cit., vol. II, pp. 461-486.
- Petri, Rolf, *La frontiera industriale. Territorio, grande industria e leggi speciali prima della Cassa per il Mezzogiorno*, Milano, F. Angeli, 1990, pp. 176-180.
- *Il polo chimico ferrarese*, in *Distretti, imprese, classe operaia. L'industrializzazione dell'Emilia Romagna*, a cura di Pier Paolo D'Attorre e Vera Zamagni, Milano, F. Angeli, 1992, pp. 279-284.
  - *Innovazioni tecnologiche tra uso bellico e mercato civile*, in *Come perdere la guerra e vincere la pace*, a cura di Vera Zamagni, Bologna, Il Mulino, 1997, pp. 245-307.
  - *Opting for Methan. Italian Synthetic Rubber, Western European Developments and American Technology*, in *Catching up with America. Productivity Missions and the Diffusion of American Economic and Technological Influence after the Second World War*, Paris, Presse de l'Université de Paris-Sorbonne, 2002, pp. 315-336.
- Petrozzi, Enrico, *Energia e ricerca*, in *Annali dell'economia italiana*, a cura di Giorgio Rasi, vol. 9/2, Milano, Istituto Ipsoa, 1984.
- Pino, Piero, *The scientific activity of Giulio Natta from 1944 to 1973*, in Carrà, cit., pp. 21-33.
- Plumpe, G., *Die Kautschuksinthese in Deutschland 1906-1944/45*, "Geschichte und Gesellschaft", IX, 1983, pp. 564-597.
- Podestà, Gian Luca, *Nell'economia fascista: autarchia, colonie, riarmo*, in *Storia dell'Iri, I. Dalle origini al dopoguerra*, a cura di Valerio Castronovo, Roma-Bari, Laterza, 2012, pp. 421-454.
- Politecnico di Milano, *Giulio Natta, L'uomo e lo scienziato*, AIDIC, Milano, 1998, 2003<sup>2</sup>.

- Quilico, Adolfo, *Giuseppe Bruni*, "La Chimica e l'Industria", XXVIII, 1-2, 1946, pp. 1-s.
- *The Human Personality of Giulio Natta*, in Carrà, cit., pp. 3-6.
- Rigamonti, Rolando, *Natta's Work until 1949*, in Carrà, cit., pp. 7-20.
- Ruzzenenti, Marino, *L'Autarchia verde. Un involontario laboratorio della green economy*, Jaka Book, Milano, 2011.
- Saraceno, Pasquale, *Origini, ordinamento e attività svolta*, in Ministero dell'Industria e del Commercio, *L'Istituto per la ricostruzione industriale*, vol. III, Torino, Utet, 1956, pp. 46-s.
- Saviotti, Pier Paolo, *Il ruolo della ricerca e della tecnologia nello sviluppo della Montecatini*, in *Montecatini 1888-1966. Capitoli di storia di una grande impresa*, a cura di Franco Amatori e Bruno Bezza, Bologna, Il Mulino, 1990, pp. 357-411.
- Scalpelli, Laura, *Francesco Giordani (1866-1961)*, in *I protagonisti dell'intervento pubblico*, a cura di Alberto Mortara, Milano, F. Angeli, 1984, pp. 471-499.
- Stracca, Giovanni Battista, *La vita del Politecnico tra il 1914 e il 1963*, in *Il Politecnico di Milano nella storia italiana (1914-1963)*, cit., vol. I, pp. 58-100.
- Tranfaglia, Nicola, *Vita di Alberto Pirelli (1882-1971). La politica attraverso l'economia*, Torino, Einaudi, 2010.
- Zamagni, Vera, *Dall'ammoniaca ai nuovi materiali. Storia dell'Istituto di ricerche chimiche Guido Donegani di Novara*, Bologna. Il Mulino, 1991.

## INDICE DEI NOMI

- Accademia d'Italia, 191, 196.  
Accademia nazionale dei Lincei, 15, 106, 197, 238n.  
Acna (Azienda coloranti nazionali e affini), 236n., 239n.  
Adorno, Salvatore, 41.  
Agip (Azienda generale italiana petroli), 160n.  
Allavena, Domenico, 133.  
Amatori, Franco, 17n.  
Andres, D., 177n.  
Anic (Azienda nazionale idrogenazione combustibili), 26, 160, 219n., 241n.  
Azimonti, Carlo I., 189n., 224n.  
Baccaredda, Mario, 185.  
Balbo, Italo, 56.  
Balbo, Lino, 56, 146-s.  
Bargellini, Guido, 191.  
Baslini (società), 53, 138.  
Basola, Enrico, 88-s.  
Bayer A.G., 48.  
Bellini, Fernando, 20n.  
Beneduce, Alberto, 32n., 105n.  
Berg, C. F. von. 177n.  
Bergius, Friedrich Karl R., 49, 79, 81.  
Bergougnan & C. ie, 39n., 95n.  
Berti, Vittorio, 188.  
Bezza, Bruno, 17n.  
Bigazzi, Duccio, 201n.  
Boeri, G., 181n., 189n.  
Bogert, Marston T., 79n.  
Bonino, Giovanbattista, 25, 191, 240n.  
Bosch, Karl, 78n.  
Bosco, Giacinto, 16n.  
B.P.D. (Bombrini-Parodi-Delfino), 51-s., 98-s., 120.  
Breda (società), 201n.  
Brunelli, Benito, 201n.  
Bruni, Giuseppe, 18, 31, 38n., 55, 88-s., 94n., 123, 125-s., 131, 135, 143, 191, 224n., 228n.  
Caglioti, Vittorio, 106n.  
Cannizzaro, Stanislao, 75n., 219, 242-244.  
Capasso, Matilde, 27.  
Cardillo, Giuseppe, 182, 188.  
Carrà, Sergio, 13n., 108n.  
Cartiere Burgo, 88n.  
Casale, Luigi, 238.  
Cassinis, Gino, 23n., 189n., 224n.  
Castronovo, Valerio, 17n.  
Celdit (Cellulosa d'Italia), 88n.  
Centro studi di chimica industriale del Cnr, 187.  
Centro studi di tecnologie chimiche del Cnr, 17n., 189n., 197.  
Centro studi per la gomma sintetica, 17, 23-s., 187-189.

Cerruti, L., 40n.  
 Chaplin, Charlie, 38.  
 Ciamician, Giacomo, 95n., 196.  
 Cianci, Alberigo, 32n.  
 Ciandrini, Paola, 27.  
 Cioffi, Donella, 27.  
 Ciuffetti Augusto, 41n.  
 Cnr (Consiglio nazionale delle ricerche), 105n., 120, 197.  
 Colombo, Giuseppe, 196.  
 Comitato nazionale per la chimica del Cnr, 32n.  
 Comitato nazionale per le ricerche nucleari, 32n.  
 Coppa Zuccari, Giovanni, 41.  
 Continental A.G., 48.  
 Cuccia, Enrico, 32.  
 Curgom (Centro unico raccolta gomma), 203.  
 De Maria, Giovanni, 88n.  
 De Petris, Martina, 27.  
 De Simoni, Giovanni, 219n.  
 Dinamite Nobel, 219n., 236.  
 Distillers Co., 52, 103, 122.  
 Donegani, Guido, 219n., 237-240.  
 Eddington, Arthur S., 244.  
 Eigenmann, Gino, 31.  
 Einstein, Albert, 244.  
 Emanuelli, Luigi, 18, 25-s, 88n., 240n.  
 Eni (Ente nazionale idrocarburi), 26, 160n., 219n., 241n.  
 Enichem, 26, 241n.  
 Ente gomma guayule, 31.  
 Exner, H. H., 69.  
 Fabbriche riunite industria gomma, 95n.  
 Fabbriche riunite industria gomma, 95n.  
 Fantoli, Gaudenzio, 188n.  
 Fauser, Giacomo, 238n., 242.  
 Fiera campionaria di Milano, 19, 21, 153n., 161n, 221.

Fisher, Emil, 48, 94n., 243.  
 Francesco d'Assisi, 223.  
 Galilei, Galileo, 245n.  
 Gaudiano, Aldo, 32.  
 Gemelli, Giuliana, 201n.  
 Giordani, Francesco, 16, 31, 36, 38-s., 53, 55, 89n., 105, 120, 133, 137, 191, 223-226, 230-s., 240n.  
 Giustiniani, Piero, 25n.  
 Goldschmidt, Stephan, 193.  
 Gomma sintetica (società), 25, 241n.  
 Griswold, John, 177n.  
 Grottanelli, Eugenio Stanislaio, 27.  
 Grottanelli, Franco, 16, 18, 22-s., 89n., 219, 224n., 244, 246.  
 Grottanelli Desanti, Giovanni, 27.  
 Guizzi, Chiara, 27.  
 Haeckel, Ernst, 243.  
 Hitler, Adolf, 38.  
 Hoffmann, Fritz, 48, 62.  
 Hugo, Victor, 233.  
 I. G. Farbeindustrie, 24-26, 34, 40, 51, 56, 61n.-64, 66, 79n., 89n., 105n., 165-s., 184, 219n., 222-224, 229n., 236, 239n.  
 I.M.I. (Istituto mobiliare italiano), 199, 202, 204.  
 Iri (Istituto per la ricostruzione industriale), 9, 17, 20, 22, 24, 31, 36, 49, 86-88, 90, 92-s., 187, 199, 209, 223, 240n.  
 Istituto di Chimica biomolecolare di Napoli del Cnr, 33.  
 Istituto di Chimica dell'università di Napoli, 31n.  
 Istituto di Chimica e tecnologia dei polimeri di Pozzuoli, 33.  
 Istituto di Chimica generale del Politecnico di Milano, 196.  
 Istituto di Chimica industriale del Politecnico di Milano, 22, 108n., 187.

Istituto di Chimica industriale del Politecnico di Torino, 9, 101n., 108n., 187.  
 Istituto di ricerche chimiche Giuliana Ronzoni, 239n.  
 Istituto di ricerche chimiche Guido Donegani, 238n.  
 Istituto di scienze dell'alimentazione di Avellino, 33.  
 Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, 196-s.  
 Istituto per lo studio della gomma sintetica, 9, 17-19, 24-26, 36, 51-53, 55, 88-93, 114, 124, 127, 141, 178n., 185, 187, 189, 223n.  
 Istituto tecnico superiore di Milano, 13, 94n.  
 Istituto tecnologico di Pietroburgo, 39n., 95n.  
 Isveimer (Istituto per lo sviluppo economico dell'Italia meridionale), 31n.  
 Italia settentrionale (società), 25, 241n.  
 Jona, Emanuele, 18.  
 Jonas, chimico tedesco, 62.  
 Kash, John Edward, 177n.  
 Koch, A., 63.  
 Kosch, J. E., 179n.  
 Laboratorio dell'Istituto per lo studio della gomma sintetica, 19, 129, 223n.  
 Laboratorio di materie plastiche del Politecnico di Milano, 16.  
 Laboratorio di ricerche chimiche e chimico-fisiche della S. I. Pirelli, 49, 54, 126-s.  
 Laboratorio fisico della S. I. Pirelli, 127.  
 Lantini, Ferruccio, 54, 127.  
 Lebedev, Sergej, 48, 160, 221.  
 Lemaître, Georges Henri, 244.  
 Levi, Giorgio, 126n.

Levi, Mario Giacomo, 37, 40, 239n.  
 Levi, Primo, 34, 43, 45.  
 Levi, Tullio Guido, 54, 126, 128-s.  
 Lo Surdo, Antonio, 191.  
 Lojacono, Luigi, 42n.  
 Lombardi, Paolo, 188.  
 Luisada, dottore in chimica, 100-s.  
 Lush, E. J., 125-s.  
 Maiocchi, Roberto, 41,  
 Mancini, Ugo, 89n.  
 Mark, Hermann, 79n.  
 Martuscelli, Ezio, 219n., 241n.  
 Mattei, Enrico, 26, 241n.  
 Mattei, F., 179.  
 Mattioli, Raffaele, 219n.  
 Mauri, Giovanni, 32-s.  
 Mauro, Francesco, 201-s.  
 Maximoff, Alessandro, 9, 19, 20 n., 39, 49, 51, 54-s., 95, 100, 123, 127-s., 130-s., 133-137, 140, 146, 149, 221n., 223n., 227n.  
 Menichella, Domenico, 105n.  
 Meyer, Teodoro, 201n.  
 Moleschott, Jacob, 243.  
 Molinari, Ettore, 239.  
 Montanari, Guido, 27.  
 Montecatini (società), 17-s., 23-26, 41, 88, 160n., 219n., 222, 236-s., 240n., 241n.  
 Moro, Roberta, 27.  
 Mortara, Alberto, 106n.  
 Mostra del tessile di Roma, 19, 20n.  
 Mostra di Leonardo da Vinci e delle Invenzioni italiane, 20.  
 Mussolini, Benito, 21, 37-s., 40, 96n., 231n.  
 Nebbia, Giorgio, 29n., 32n., 38, 47.  
 Neri Serneri, Simone, 41.  
 Osella, Edoardo, 25, 241.  
 Ostromyslenskij, Ivan I., 36, 39n., 49, 55, 95, 125-s., 160.  
 Palcani, Mario, 89n., 141-s.

Papini, Giovanni, 245.  
 Parducci, Mario, 34.  
 Parodi Delfino, Leopoldo, 98n.  
 Parravano, Nicola, 37, 79n.  
 Pasquon, Italo, 10, 17n.  
 Pauling, Linus C., 193.  
 Peake, A. M., 104, 122.  
 Pino, Francesca, 27.  
 Pino, Piero, 17n.  
 Pirelli, Alberto, 15, 22-25, 40, 56, 89n., 94-96n, 139, 146, 207, 210n., 230n., 239-s.  
 Pirelli Giovanbattista, 94n.  
 Pirelli, Piero, 41, 42n., 96n.  
 Pirola, Daniele, 27.  
 Poli, Cino, 25, 51, 54, 94, 123, 125, 126n., 240n.  
 Politecnico di Milano, 13, 17, 23-s., 47, 95n., 100n., 126n., 189n., 196, 201n.  
 Politecnico di Torino, 9, 17, 52, 56, 83n., 100-s., 187, 196.  
 Polymer Industrie chimiche, 25-s., 241n., 245n.  
 Quartieri, Ferdinando, 239.  
 Quilico, Adolfo, 13 n., 31n.  
 Rafanelli, Mario, 211.  
 Raoult, François-Marie, 185.  
 Raschig, Friederich August, 115-s., 183-s.  
 Ravelli Alessandra, 26.  
 Redondi, Pietro, 13.  
 Rigamonti, Rolando, 52, 100, 107-108 n., 188.  
 Rocco, Viviana, 27.  
 Roveglia, Claudia, 27.  
 Russo, G., 189n.  
 Ruzzenenti, Marino, 29, 57.  
 Saiga (S. A. Italiana Gomma Autarchica), 31-s.  
 Saigs (S. A. Industria gomma sintetica), 9-s., 22-26, 31, 38-s., 163, 179, 187, 199-205, 209-s., 219n., 226n., 230n., 240n.  
 Saladini di Rovetino, R., 21n.  
 Salone dell'automobile di Berlino, 61.  
 Salone dell'automobile di Milano, 19.  
 Salvatti, Eleonora, 27.  
 Saraceno, Pasquale, 88n., 232n.  
 Saviotti, Pier Paolo, 17n.  
 Scalpelli, Laura, 106n.  
 Scorrano, Gianfranco, 39n., 95n.  
 Scribani-Rossi, Filippo, 51, 99, 120, 122.  
 Scuola superiore di politica e organizzazione delle imprese, 201n.  
 Shell Development Co., 184n..  
 Sips (Società italiana per il progresso delle scienze), 196.  
 Sobrero, Ascanio, 236.  
 Sips (Società italiana per il progresso delle scienze), 198.  
 Società per la produzione della gomma sintetica, 9, 36, 39, 88, 90-93, 94n., 119, 121, 124, 127, 130, 134, 141, 187, 219n.  
 Soffici, Ardengo, 245.  
 Soie de Châtillon, 39n., 95n.  
 Spinelli, Paolo, 27.  
 Spinoza, Baruch, 241.  
 Stazione sperimentale per le conserve alimentari di Parma, 33.  
 Stracca, Giovanni Battista, 17n.  
 Svimez (Associazione per lo sviluppo del Mezzogiorno), 32n.  
 Tagliacozzo, Ugo, 89n.  
 Tedeschi, Mario, 219n.  
 Ter Meer, Friedrich, 51, 79n., 94.  
 Termo-Elettrica Umbra, 219n.  
 Terni (società), 219n., 232n.  
 Tetaz, F., 182.  
 Tilden, William August, 212.  
 Todt, Fritz, 65n.

Tranfaglia, Nicola, 106n, 210n., 231n.  
 Trevisani, Renato, 41.  
 Tschunkur, Eduard, 62.  
 U.S. Rubber Co., 31, 39n., 95n.  
 Van't Hoff, Jacobus H., 95n.  
 Venier Caterina, 27.  
 Venosta, Giuseppe, 18, 51-s., 54-56, 89n., 94, 97-98, 100, 105, 119-s., 123, 128, 131, 133, 135, 141-143, 146, 219n.  
 Viani, P., 201n.  
 Villavecchia, Vittorio, 31.  
 Wasatjerna, J. A., 193.  
 Weinberg, Arthur von, 48.  
 Wex, M., 94n.  
 Williams, Charles Hanson G., 212.

## QUADERNI

1. *Un best-seller per l'Italia unita. Il bel Paese di Antonio Stoppani*,  
a cura di Pietro Redondi

2. *La gomma sintetica. Giulio Natta i laboratori Pirelli.*  
Interventi di Italo Pasquon, Giorgio Nebbia, Pietro Redondi, Marino  
Ruzzenenti.

