

Tesis de Posgrado

Sobre las utilización del aserrín de quebracho

Anello, Antonio R.

1911

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Química de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

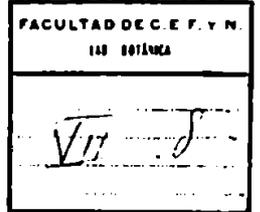
Anello, Antonio R.. (1911). Sobre las utilización del aserrín de quebracho. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0069_Anello.pdf

Cita tipo Chicago:

Anello, Antonio R.. "Sobre las utilización del aserrín de quebracho". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1911.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0069_Anello.pdf

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES



SOBRE LA
UTILIZACION DEL ASERRIN
DE QUEBRACHO

TESIS

PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR EN QUÍMICA

POR

ANTONIO R. ANELLO

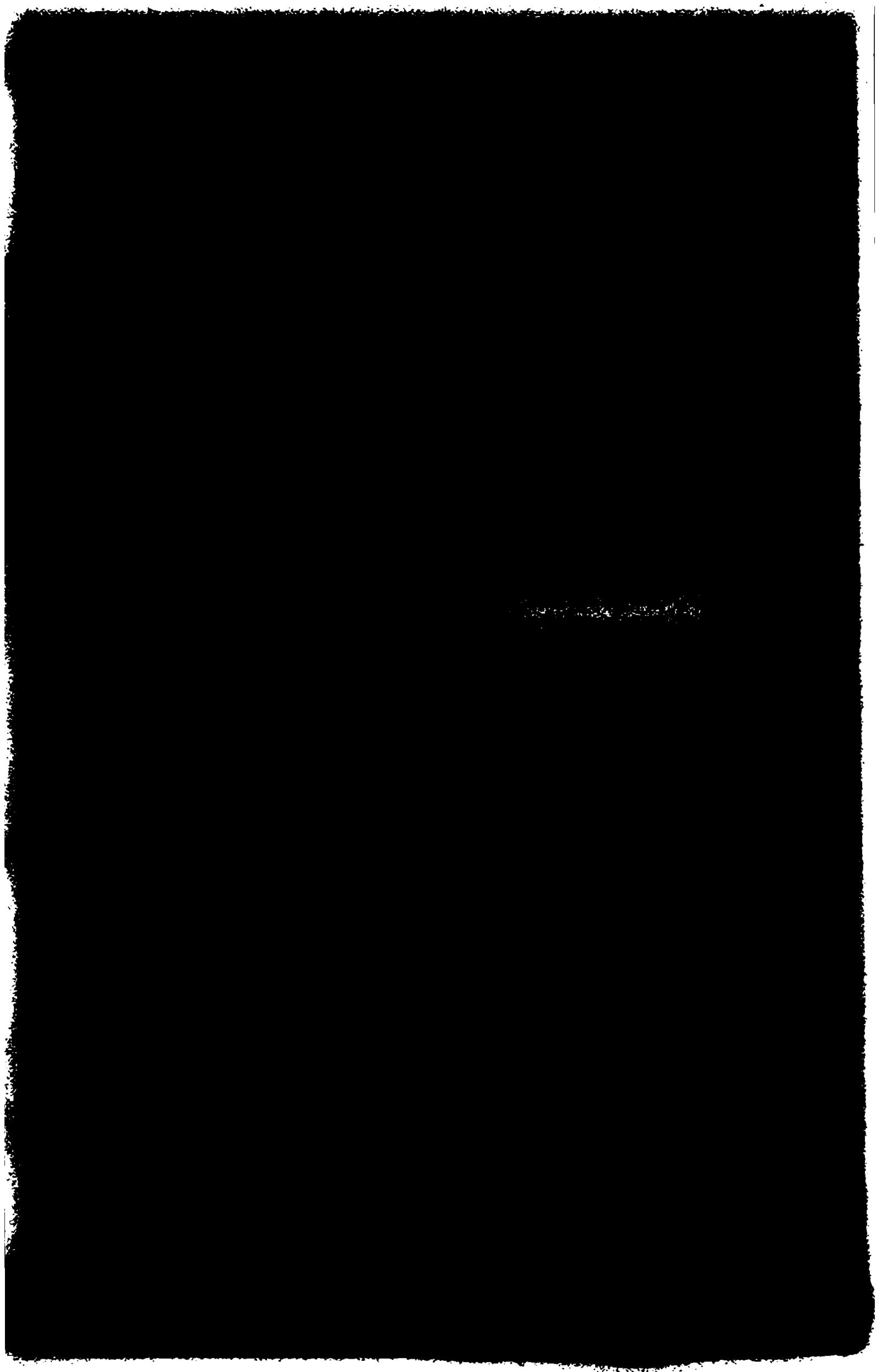


BUENOS AIRES

OTERO & Co., IMPRESORES

887 - BOLIVAR - 887

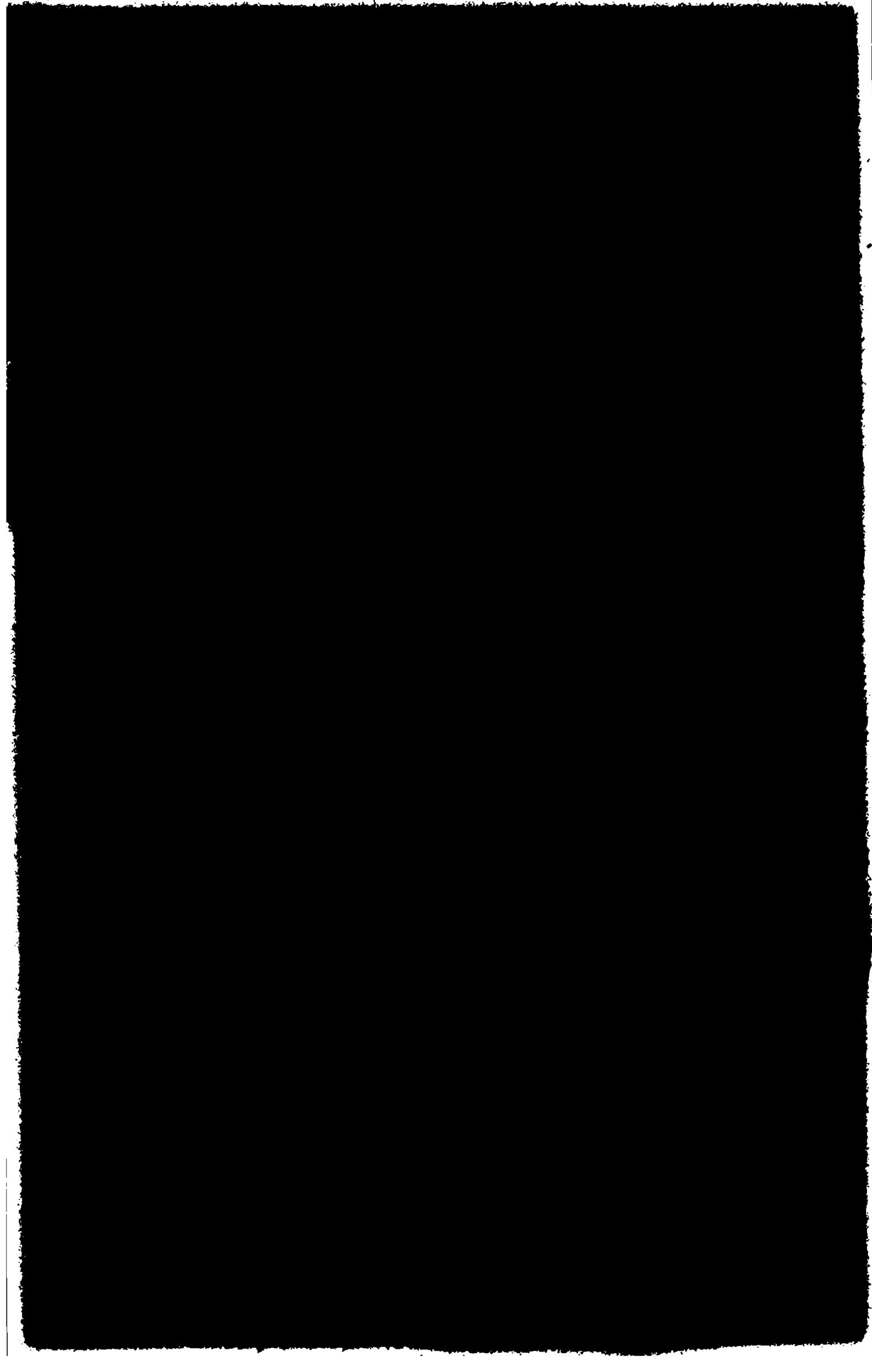
1911



69

SOBRE
LA UTILIZACIÓN DE ASERRÍN
DE QUEBRACHO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Decano

Ingeniero Juan F. Sarhy

Vice-Decano

Ingeniero Agustin Mercau

Consejeros

Ingeniero Luis A. Huergo

- Eduardo Aguirre
- Mauricio Durrieu
- Fernando Segovia
- Juan F. Sarhy
- Otto Krause
- Julián Romero
- Luis J. Dellepiane
- Eduardo Latzina
- Agustin Mercau

Doctor Carlos M. Morales

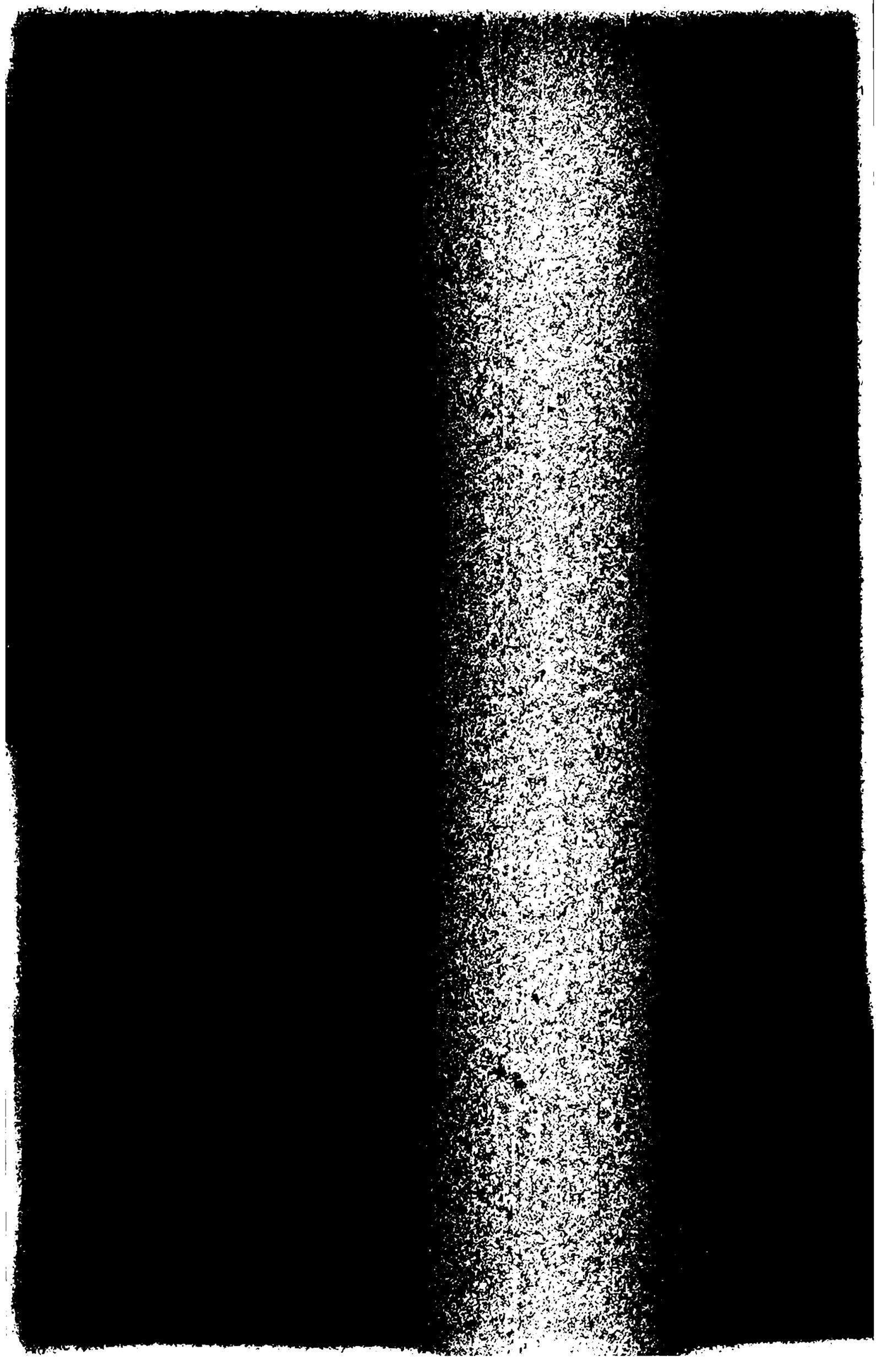
- Ildefonso P. Ramos Mejia
- Angel Gallardo

Ingeniero Julio Labarthe

- Lorenzo Amespil

Secretario

Ingeniero Pedro J. Coni



UNIVERSAD NACIONAL DE BUENOS AIRES

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Académico Honorario

Ingeniero Guillermo White

Académicos

Ingeniero Santiago Brián

Doctor Jnan J. J. Kyle

• Manuel B. Bahía

Ingeniero Otto Krause

• Juan F. Sarhy

• Luis A. Huergo

• Eduardo Aguirre

• Emilio Palacio

• Julián Romero

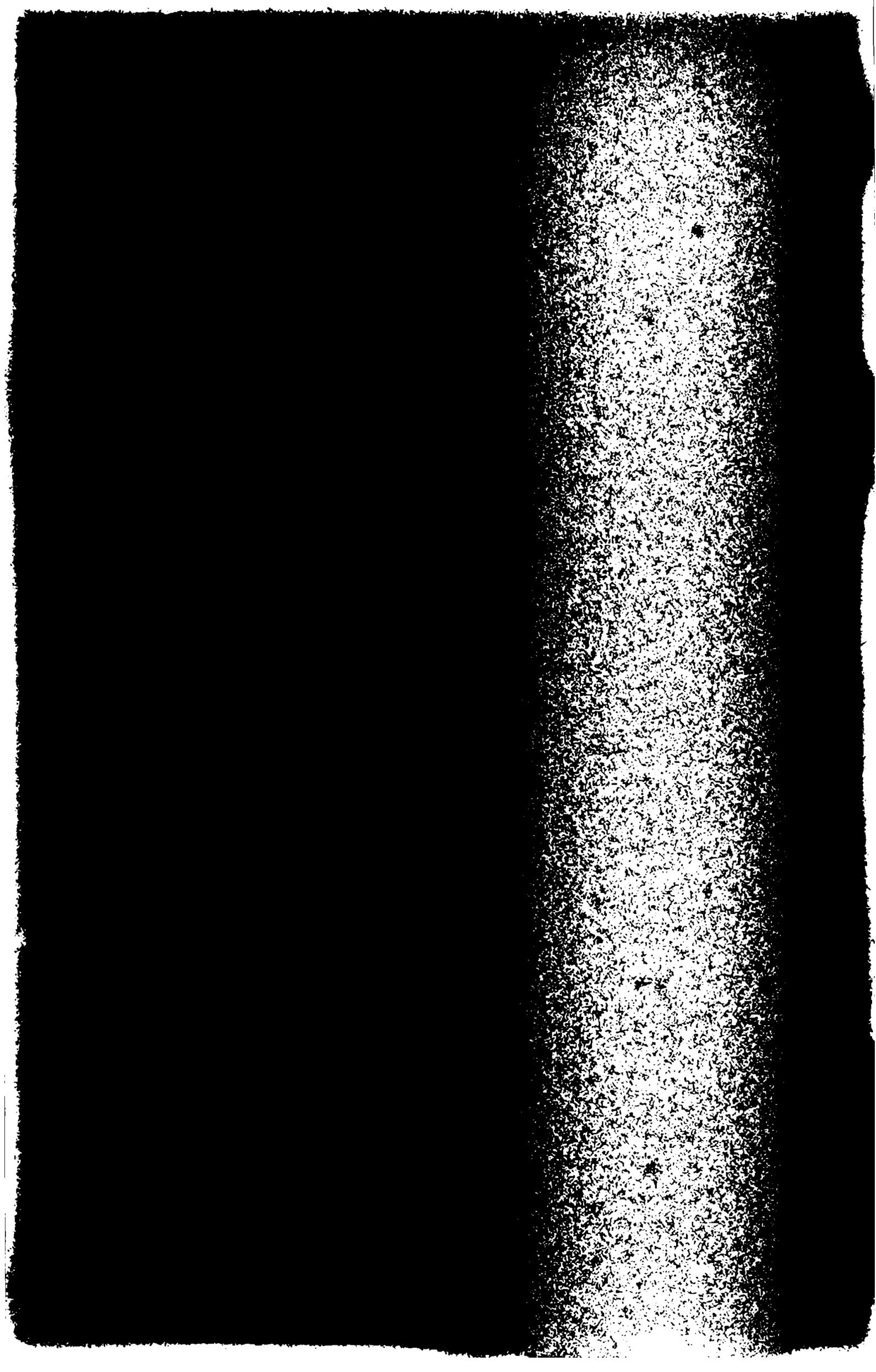
Doctor Eduardo L. Holmberg

• Carlos M. Morales

• Atanasio Quiroga

• Angel Gallardo

• Ildefonso P. Ramos Mejía



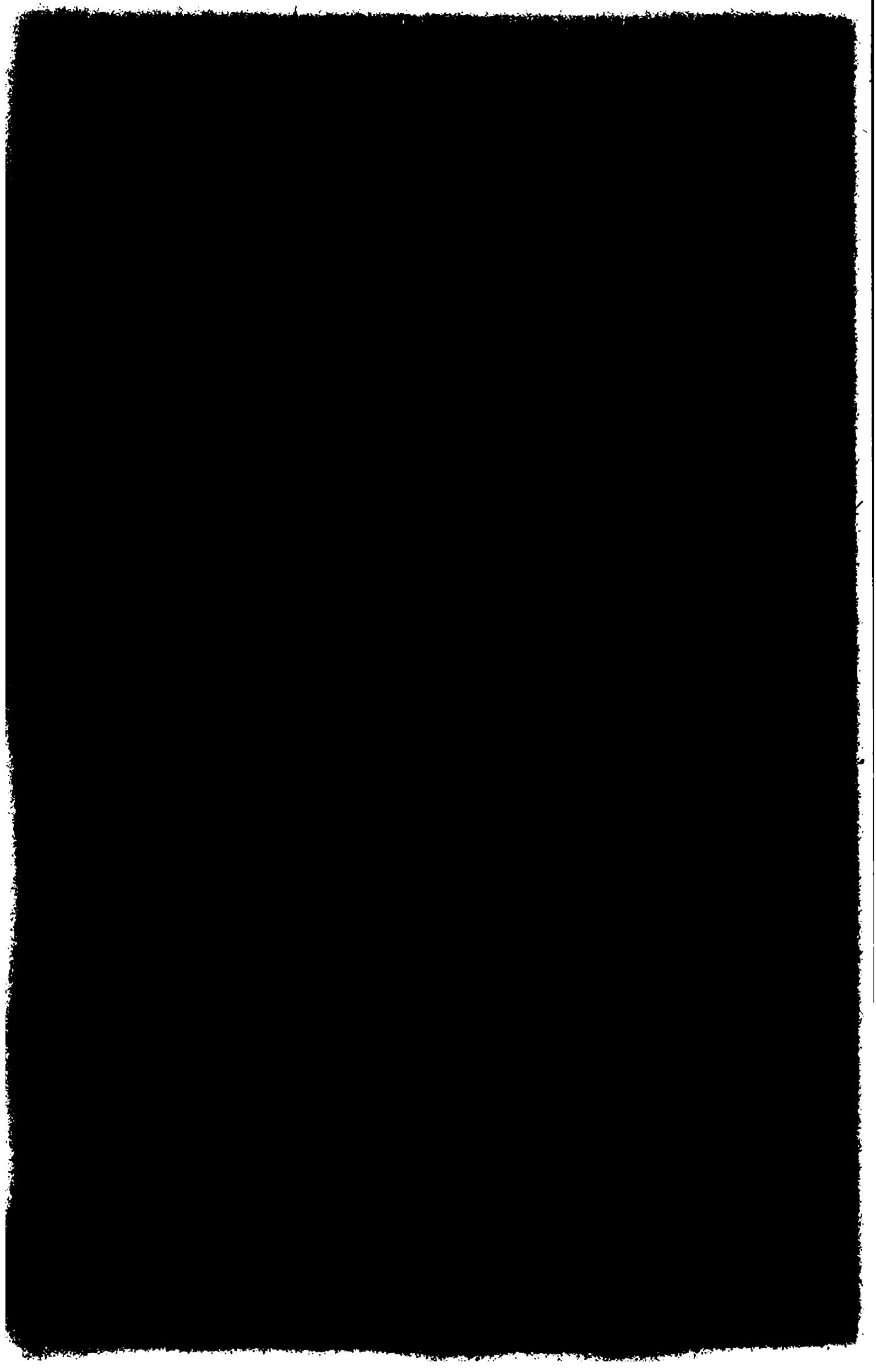
Profesores sustitutos

Ing. Ricardo Silveyra.....	}	Complementos de Aritmética y Algebra.
» Antonio Babuglia.....	}	
» Ignacio Aztería.....	}	
» Juan V. Passalacqua...	}	Compl. de Geometría y Trigonometría.
» Emilio Rebuerto.....	}	
» Alfredo Oliveri.....	}	Dibujo lineal y á mano levantada.
» Juan Rospide.....	}	
» Antonio Rebuerto.....	}	Geometría proyectiva descriptiva.
» Alberto C. Palacio.....	}	
» Octavio S. Pico.....	}	
» Benjamín Sal.....	}	
» Delfín Rabinovich.....	}	Cálculo infinitesimal 1.º y 2.º cursos.
» José A. Medina.....	}	
» Arturo Prins.....	}	Historia de la Arquitectura.
» Nicolás Martelli.....	}	Dibujo lav. de planos.
» Carlos Whauters.....	}	
» Juan de la C. Puig.....	}	Construcciones de mampostería.
» Salvador Velasco.....	}	Constr. de mamp. Topog. y Geodesia.
» Eugenio Sarrabayrouse.	}	Cam. ordinarios y mat. de construc.
» Luis Curutchet.....	}	Cam. ordinarios y mat. de construc.
» Manuel A. Vila.....	}	Mecánica racional.
» Atanasio Iturbe.....	}	Resistencia de materiales.
» Pablo Nogués.....	}	Tecnología del calor.
» Tomás González Roura	}	Hidráulica.
» Evaristo V. Moreno...	}	Constr. de máq. y Teoría de los mecán.
» Eduardo Volpatti.....	}	Tecnología mecánica.
» Mauricio Durrieu.....	}	Constr. de edificios.
» Iberio San Román.....	}	Estática gráfica.
» Enrique Hermitte.....	}	Minerología y Geología.
» Alberto Taiana.....	}	Reguladores. turbinas, maq.
» Pedro Torre Bertucci..	}	Tecnología mecánica.
» Eduardo Latzina.....	}	Const. de máq. y Teoría de la Elast.
» Guillermo E. Cock....	}	Electrotécnica.
» Sebastián Ghigliazza..	}	Const. de máq. y Puertos y Canales.
» Agustín Mercáu.....	}	Construcción Puentes y techos.
» Fernando Segovia.....	}	Construcción de Puertos y Canales.
» Arturo M. Lugones ..	}	Ferrocarriles.
» Benito Mamberto.....	}	Geom. descript.—Perspect. y sombras.
» Alejandro Foster.....	}	Hidráulica agrícolas. Hidrología.
Dr. Alfredo Galtero.....	}	Construcciones de Arquitectura.
Ing. Icilio Chiocci.....	}	Proyectos, Direc. de Obras, Legislat.
Dr. Ignacio Aztiria.....	}	Compl. de arit. y álgebra. Trigonomet. y compl. de Geomet. y Alg. superior. y Geom. analítica.
Dr. Francisco P. Lavallo....	}	Complet. de Química.
» Marcos M. Gutiérrez...	}	
» Enrique Fynn.....	}	
» Guillermo Schaefer ..	}	Química orgánica.
» Atilio A. Bado.....	}	
» Claro C. Dassen.....	}	Geom. descript. aplicada. Teoría de los mecanis. y Matem. superiores.
Arqui. Eduardo Le Monnier	}	Arquitectura 4.º
Ing. Antonio Rebuerto.....	}	Geom. proyect. y descriptiva.

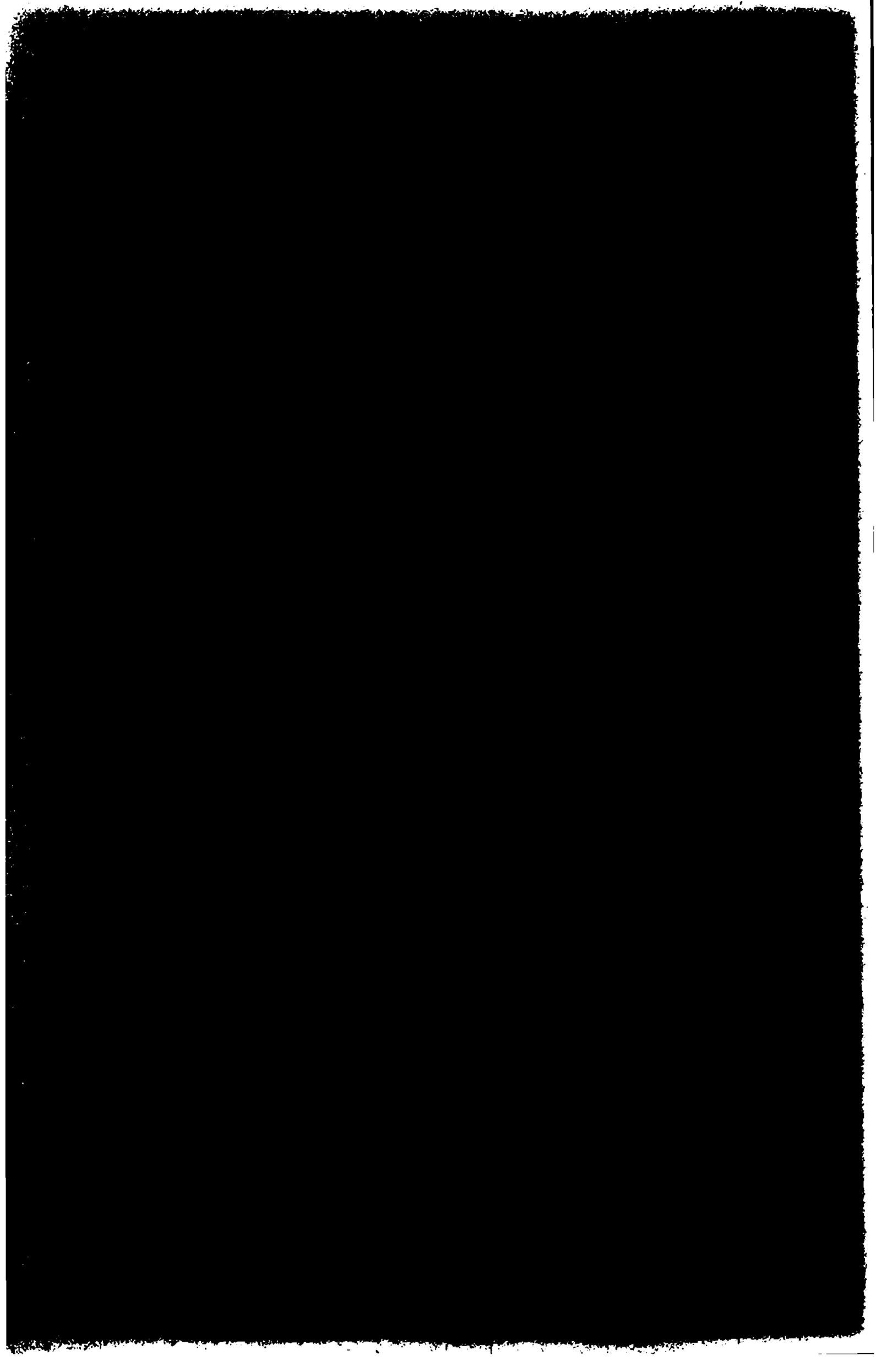
Arq. Carlos Carbó.....	Arquitectura.
» Luis P. Esteves.....	»
» Alberto M. Coni.....	Perspectivas y sombras.
Agr. Alejandro Olazábal ...	Topografía.
Don Juan N. Hubert.....	Compl. de Física.
» Emilio M. Flores.....	} Química analítica aplicada.
Dr. Enrique Fyún.....	
» Miguel Puiggari.....	
» Julio J. Gatti.....	
» Ignacio Aztiria.....	} Álgebra superior y Geología analítica.
Ing. Emilio Rebuelto.....	
» Carlos Posadas.....	
» Luciano Hauman Merck	
Don Augusto Scala.....	Botánica.
» Eugenio Aufrán.....	} Dibujo de figura.
» Carlos P. Ripamonte..	
» Reinaldo Giudice.....	} Dibujo de ornato.
» Cándido Villalobos...	
» José V. Ferrer.....	Modelado.
» Horacio Arditi.....	} Zoología.
» Juan Nielsen.....	
Ing. Rodolfo Santangelo...	Complemento de matemáticas.
» Emilio Rebuelto.....	Álgebra superior y Geomet. analítica.
Don Augusto Scala.....	Botánica.
Dr. Enrique J. Poussart...	} Química analítica.
» Jacinto T. Raffo.....	
» Angel Sabatini.....	
Ing. Alberto C. Palacio...	Geomet. proyect. y descriptiva.
Dr. Federico W. Gándara..	} Físico Química.
» Víctor J. Bernaola...	
» Pedro T. Vignau.....	
» Agustín Delgado.....	
	Microbiología.
	Física General.

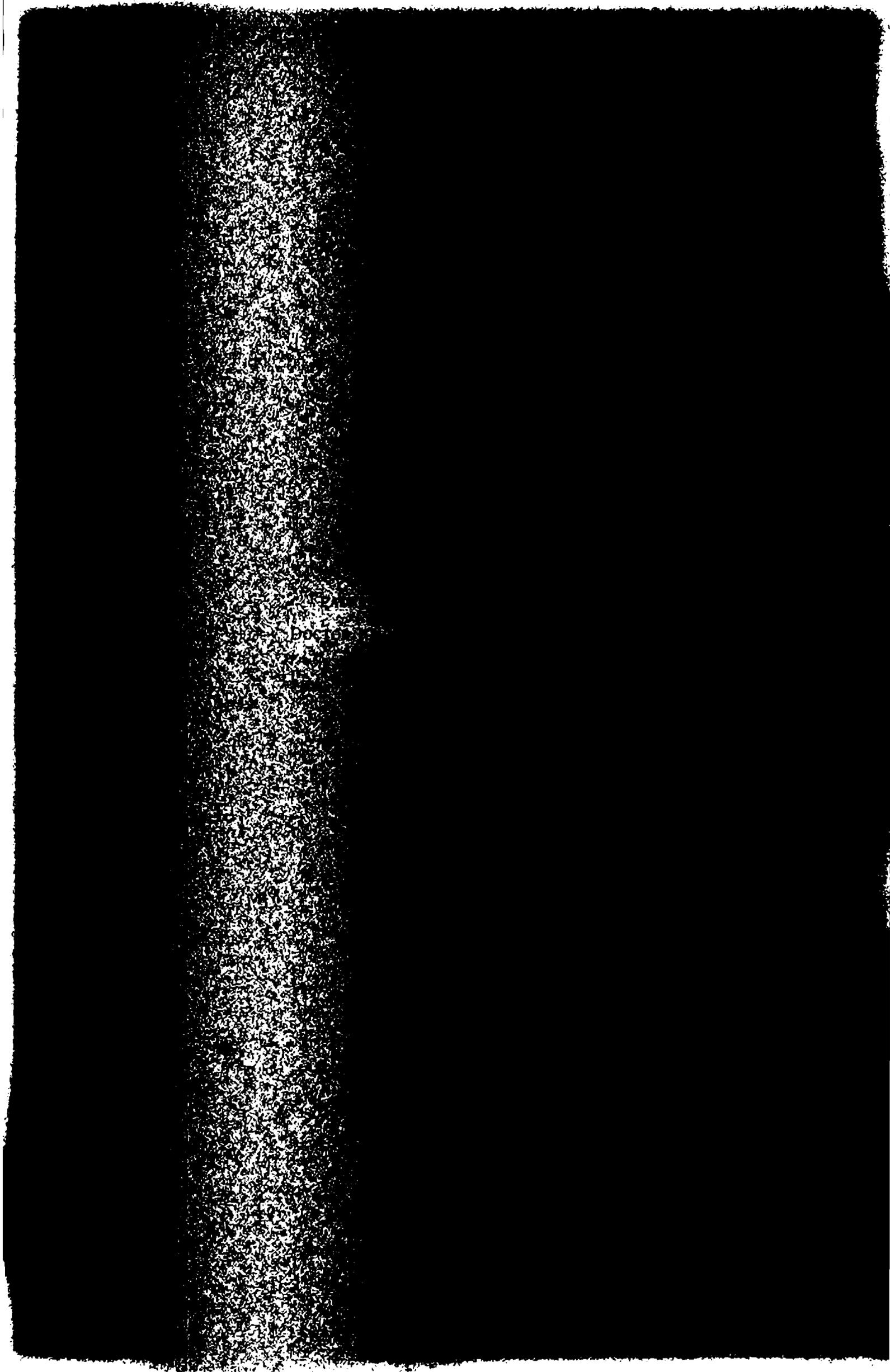
Profesores Titulares

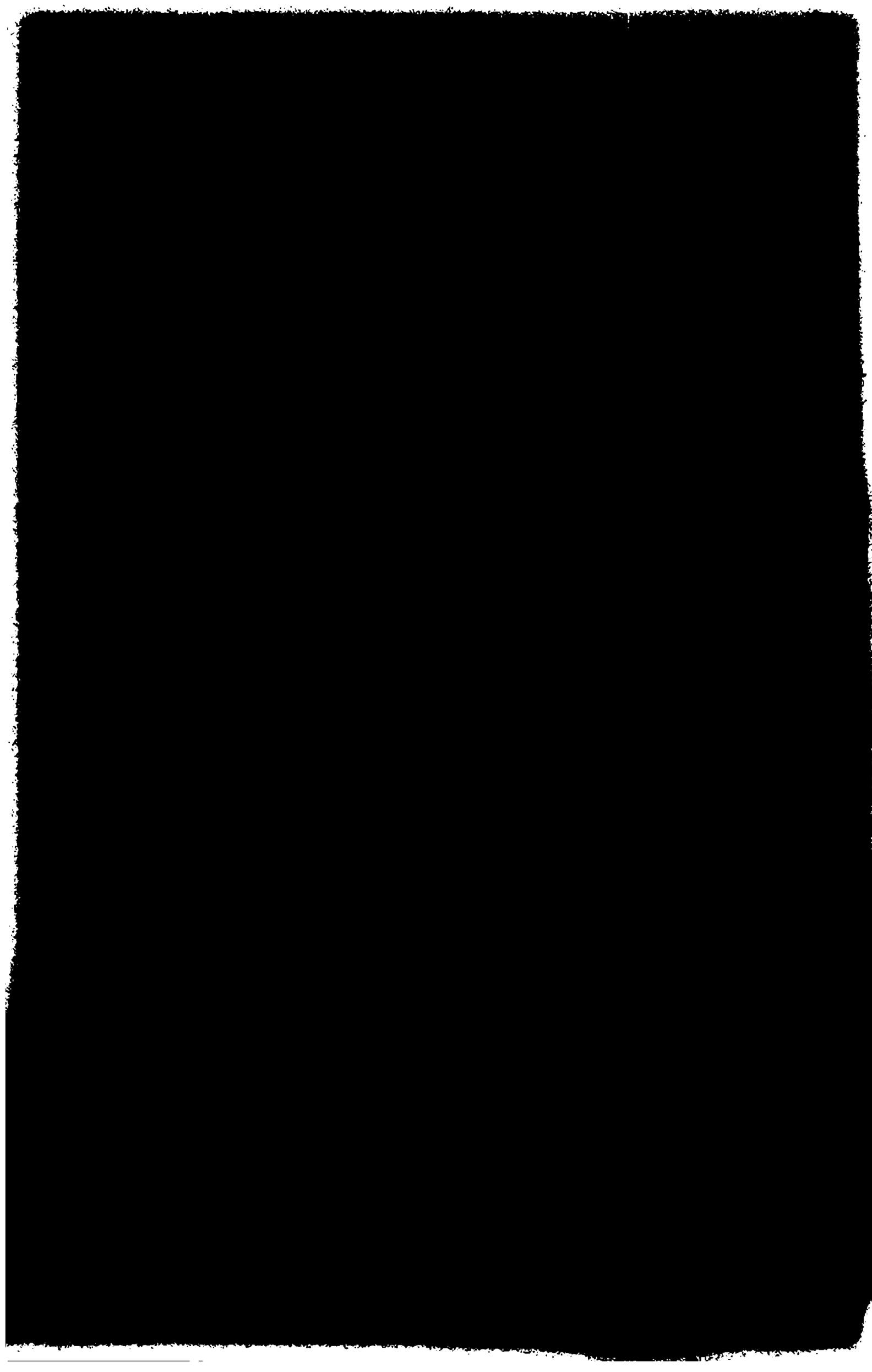
Ing. Juan de la C. Puig....	Complementos de Aritmética y Álgebra.
• José S. Sarhy.....	Compl. de Geometría y Trigonometría.
• Carlos Daquet.....	Dibujo lineal y á mano levantada.
• Carlos D. Duncan.....	Álgebra superior y Geometría analítica.
• Juan F. Sarhy.....	Geometría proyectiva y descriptiva.
• Juan Rospide.....	Construcción de edificios.
• Alfredo J. Orfila.....	Dibujo lavado de planos.
• Juan Darquier.....	Eitática gráfica.
• Lorenzo Amespil.....	Geometría descriptiva aplicada.
• Iberio San Román.....	Topografía.
• Emilio Candiani.....	Cálculo de construcciones.
• Julio Labarthe.....	Resistencia de materiales.
Dr. Cristobal Hicken.....	Miner. y Geolog.
Ing. Horacio Pereyra.....	Dibujo de Arquitectura.
• Vicente Castro.....	Construcciones de mampostería.
• Julián Romero.....	Hidráulica.
• Luis J. Dellepiane.....	Geodesia.
• Eduardo Latzina.....	Const. de máquinas.
• Agustín Mercau.....	Hidráulica agrícola é Hidrología.
• Domingo Selva.....	Construcciones de Arquitectura.
• Fernando Segovia.....	Construcción de Puentes y techos.
• Alberto Schneidewind..	Ferrocarriles.
• Eduardo Latzina.....	Reguladores, turbinas y máq. agrícolas.
• Eduardo M. Lanús.....	Arquitectura 1.º curso.
• Pablo Hari.....	Arquitectura 2.º curso.
• Mauricio Durrieu.....	Proyectos. Dirección de obras. Legisl.
• Jorge Duclout.....	Teoría de Elasticidad.
Dr. Manuel B. Bahía.....	Compl. de Física y Electrotécnica.
• Ignacio Aztiria.....	Complementos de matemáticas.
• Idelfonso P. Ramos Mejía	Cálculo infinitesimal 1.º y 2.º cursos.
• Atanasio Quiroga.....	Quím. anal. de mat. de construcciones.
• Carlos M. Morales....	Mecánica racional.
• Eduardo L. Holmberg.	Botánica general.
• Angel Gallardo.....	Zoología.
• Enrique Herrero Ducloux	Química analítica especial.
• Julio J. Gatti.....	Química orgánica.
• Cristóbal M. Hicken..	Botánica 1.º y 2.º curso.
• Horacio Damianovich..	Físico-química.
Ing. Hauman Merk.....	Microbiología.
• José A. Medina.....	Física general.
• Alfredo Galtero.....	Construcciones 1.º curso.
• Arturo Prins.....	Historia de la Arquitectura.
• Enrique Poussart.....	Complementos de química.
Arq. Ricardo Marti.....	Dibujo lineal y á mano levantada.
• Julio Dormal.....	Arquitectura 4.º curso.
• Eduardo Le Monnier...	Arquitectura 3.º curso.
• Alberto M. Coni.....	Perspectivas y Sombras.
Don José Carmignani.....	Dibujo de ornato.
• Ernesto de la Cárcova.	Dibujo de figura.
• Torcuato Tasso.....	Modelado.



1941
FEBRUARY







Señores consejeros:

Señores profesores:

Vengo á presentaros mi última prueba, la que ha de coronar la obra por vosotros modelada en los laboratorios de esa histórica casa, donde tantas veces he concurrido para que me iniciéis en la noble carrera en la que hoy vais á investirme.

Al presentárosla lo hago con la conciencia de que vuestra recta benevolencia sabrá juzgarla sin rigores, desde que sabéis tener en cuenta para ello todo el cúmulo de circunstancias que concurren, luchando con grandes ventajas en contra de nuestra fuerza de voluntad, haciéndola estrellar contra aquel escollo que llaman inexperiencia.

Inexperiencia propia de aquellos que recién nos iniciamos en el vasto campo científico y de la que nos es imposible sustraernos á pesar de llevar con nosotros todo el bagaje de entusiasmo y de amor al trabajo, que vuestras sabias lecciones supieron inculcarnos, las que al abandonar las aulas, serán los jalones que han de marcar el derrotero á seguir en los extensos dominios de la química.

Al presentar este modesto trabajo, privado por cierto de una gran cantidad de datos de suma importan-

cia, lo hago con la intención de demostraros todo lo que mis aptitudes intelectuales han podido asimilar en el transcurso de vuestras lecciones y sanos consejos, escuchados en el recinto de esta facultad.

Séame permitido en este momento que reviste para mí toda la solemnidad de un acto de alta trascendencia y que dejará un recuerdo inolvidable en mi memoria, agradecer al doctor Jorge Magnin el alto honor que me dispensa al acompañarme, por su apoyo moral é intelectual prestado en todo momento y por haber puesto á mi disposición el laboratorio de la oficina química del Departamento Nacional de Higiene.

Un deber de gratitud me obliga á recordar aquí á los ingenieros Hermite y Sarrabayrousse: al primero, por haberme obsequiado con datos excelentes y muestras de petróleo de Comodoro Rivadavia, y al segundo, por la cooperación prestada en el aula de Ensayo de Materiales.

En este mismo orden debo recordar aquí á mis compañeros de trabajo, en especial al Sub-director de la Oficina, don Luciano P. J. Palet, por los trabajos de corrección de pruebas y de compaginación donde ha puesto de manifiesto toda su competencia en este sentido, y á los señores Héctor Bolognini, Mario Torre, Ulises Bergara, por su cooperación prestada en el desarrollo de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

Las grandes cantidades de quebrachales existentes en una vasta zona de nuestra República han llamado justamente la atención de los grandes capitalistas extranjeros, los cuales han instalado fábricas (extracto de quebracho y tennería) verdaderos colosos que devoran enorme cantidad de esta materia prima, bajo la forma de aserrín, para extraer por procedimientos, más ó menos semejantes, el tanino que contenía, bases de todas sus operaciones.

Este aserrín es luego usado como combustible, con el fin de economizar los gastos de este material, pero en la mayoría de los casos se tiene una gran cantidad de aserrín sobrante, el que sólo es quemado para destruirlo.

El producto mencionado no es como se vé totalmente aprovechado, lo que si no trae una pérdida, por lo menos queda como desperdicios una gran cantidad de productos que bien podrían ser elaborados sin necesidad de mayores gastos.

Me propongo, pues, estudiar la forma de dar una aplicación práctica á este producto, comenzando por hacer un estudio de su destilación pirogenada á fin de ver en las condiciones que sería más eficaz operar, ver además la influencia que tiene la extracción del tanino en las usinas de fabricación del extracto y en las tennerías so-

bre la cantidad de productos que de él se podrían extraer, comparando estos resultados con los de la madera antes de someterlo al anterior tratamiento.

Luego, como el carbón que obtendríamos sería sumamente desmenuzado para usarlo como combustible, haré un ensayo de fabricación de aglomerados, estudiando sus condiciones como combustibles.

En este mismo sentido haré un ensayo con el aserrín sin someterlo á la destilación determinando sus poderes caloríficos y demás condiciones como tales.

Los ensayos como aglomerantes combustibles se harán tomando en cuenta los residuos de rectificación de petróleos, estudiando la influencia que pueden tener en el producto obtenido, sin entrar en mayores estudios sobre los aglomerantes mismos.

Haciendo constar los métodos para conseguir este fin, trataré de aproximarlos á los métodos industriales, dentro de los límites que nos sea permitido por la falta de establecimientos y máquinas destinadas á este objeto.

CAPITULO PRIMERO

Historia de la destilación pirogenada de las maderas

El conocimiento de la destilación pirogenada de las maderas data desde los tiempos más remotos de la antigüedad y es una de las primeras adquisiciones científicas que el hombre hizo, quizás al presenciar el más común y prosaico de los espectáculos que la sabia naturaleza pudo haberle ofrecido entonces, tan común y prosaico como es la vista del humo desprendido al quemar los troncos caídos y aún frescos de los árboles de que él mismo se sirvió luego para obtener toda una inmensa variedad de productos que más tarde supo aplicar á sus necesidades diarias.

Los antiguos sabían por experiencias propias, que el fuego que les daba calor para ahuyentar de su cuerpo el frío que les dominaba, al consumir los troncos por ellos cortados para mantenerlo ardiendo, desprendía una densa columna de humo de olor particular y que dejaba la sensación de escozor en las vías respiratorias; más tarde le dió una aplicación práctica usando de dicho humo para conservar de las inclemencias del tiempo, las carnes que les servían para su sustento.

En esta forma llegamos á la época de los Macedonios y Egipcios y encontramos que éstos, valiéndose de las propiedades conocidas desde sus antepasados, destilaban ya las maderas obteniendo carbón, alquitrán y además un ácido que llamábanle ácido de la madera, el cual lo empleaban para embalsamar los cadáveres.

Teofrasto, en su "Historia de las plantas", vol. IX, páginas 63-172, afirma que los Macedonios carbonizaban las maderas para obtener alquitrán, siendo los métodos entonces empleados más ó menos semejantes á los que empleaban los Egipcios, los que continuaron, si bien es cierto, con pequeñas modificaciones, hasta nuestros tiempos.

Pero si desde los primeros tiempos de la humanidad, se sabía obtener carbón, alquitrán y un producto que, como dije, llamaban ácido de la madera, al que daban poca importancia, esta destilación siempre se hacía persiguiendo el fin de la obtención de carbón como producto principal, sin que esta naciente industria llamase la atención de ninguno de los hombres científicos de entonces, á fin de implantarla bajo bases más ó menos racionales y científicas.

Recién en 1650 se hace una división entre los productos de destilación en volátiles y no volátiles; aquellos en volátiles condensables y volátiles no condensables, haciéndose innumerables estudios á fin de dar á los productos volátiles condensables una aplicación racional, dando resultados prácticos poco alentadores, primero porque existía un desconocimiento casi completo sobre la composición química de los productos volátiles, tanto en lo que se refiere á los condensables como á los no condensables, y segundo por coincidir estos estudios y experimentos con la época en que se descubre el carbón fósil el que venía á desalojar, diremos así, el carbón vegetal de una de las fuentes de mayor consumo como era la metalurgia del fierro.

Pero á medida que la ciencia química fué adelantando, este primer fantasma que parecía llamado á dar un golpe de muerte á esta industria, fué desvaneciéndose.

dose, dejando el campo libre á la explotación de los productos volátiles condensables.

La verdadera época de florecimiento y desarrollo tiene origen en los primeros descubrimientos de *Gaubler*, que por el año 1658 encontró un ácido por él denominado ácido piroleñoso, ó empireumático de la madera, que luego demostró ser el mismo que el ácido acético. Más tarde *Taylor*, en 1812, encuentra en el ácido piroleñoso de *Gaubler* un compuesto de naturaleza alcohólica, que *Dobereiner* lo toma también por alcohol, *Colín* por acetona, y *Richenbach* por una mezcla de alcohol y acetona.

En 1835 *Dumas* y *Peligot*, estudiando el ácido piroleñoso hallaron que estaba formado, por lo menos, de tres substancias distintas y de naturaleza alcohólica.

Todos estos estudios, á partir del practicado por *Taylor*, fueron comenzados al comunicar *Felipe Lebon* sus ensayos sobre introducción del gas de madera en el alumbrado público, patentando con este fin en 1799 un aparato, del que no pudo percibir sus frutos dado á que murió muy poco tiempo después de obtenida la patente de invención.

A esta tentativa de *Lebon*, sucedió otra en 1819 en Alemania, donde se funda una usina con el fin de destilar maderas y obtener ácido acético; su desarrollo fué raquítico y sólo en 1824 *Fasmeyer* dió un método para conseguir los fines que dicha usina se proponía.

A pesar de los esfuerzos practicados para sostener esta industria, que dada las débiles bases que la sostenían hubiera fracasado, pues no bastaba tener un conocimiento como el que ya se poseía respecto á la constitución química del piroleñoso, sino era necesario que los componentes una vez separados encontrasen una aplicación segura y práctica garantiendo la salida del producto fabricado.

El mismo carbón fósil, que en otras horas había hecho temer por su desarrollo, le proporciona estas garantías, asegurando la salida de los componentes del piro-

leñoso, los que vienen á formar juntamente con los productos de destilación de la hulla otra frondosa rama.

En efecto: el carbón fósil reemplaza al carbón vegetal en las fundiciones, al mismo tiempo que introduce en el campo de la química toda una serie de cuerpos nuevos, en su mayoría colorantes donde encuentran segura aplicación el ácido acético, alcohol metílico, y acetona obtenidos en su destilación fraccionada.

Desalojado como hemos visto enteramente el carbón vegetal por la hulla y en vista del nuevo horizonte que ofrecían los productos de destilación de esta última, cambia la faz de esta industria de manera radical y si antes era la obtención del carbón el punto de vista que se tenía en cuenta, hoy es la obtención de los productos volátiles condensables lo que más interesa. De aquí arranca toda una serie de interesantes estudios tendientes todos á dar métodos á seguir para la separación de cada uno de los constituyentes del piroleñoso.

Se llega así á obtener un rectificador á columna, ideado por *Lowitz*, el más perfecto de la época, con el cual se puede obtener ácido acético partiendo del piroleñoso y óxido de calcio y descomponiendo luego este acetato de calcio formado para obtener el ácido acético. Tal es el origen de esta industria.

Más tarde en 1859 el ácido piroleñoso privado del ácido acético y por el alcohol metílico que aún contenía, encuentra también aplicación en los colorantes derivados del alquitrán, dada por *Frank* y *Gruner* contemporáneamente, quienes obtuvieron el rojo violeta mezclando fucsina con dicho ácido. Este descubrimiento guardado como un secreto en un principio, fué luego dado á publicidad, trayendo como lógica consecuencia una gran demanda de ácido piroleñoso, hasta el extremo de que en Inglaterra se destilaba una enorme cantidad de madera con el único fin de obtener dicho ácido.

Como se ve, aún está en comienzos la industria del alcohol metílico, pues aún no se conocía si era el alcohol metílico el producto que les convenía, puesto que usaban una mezcla de ácido, alcohol y acetona.

Recién en 1860 se descubre el verde de yodo, el violeta de metilo, el verde de metilo, etc., etc. colorantes derivados de la anilina y para cuya obtención necesitan el alcohol metílico, el cual ya no se usa en mezcla sino separado de las impurezas por medio de rectificaciones convenientes, sentando así las bases de la elaboración del alcohol metílico.

Y por último en 1880 se comienza por primera vez á destilar el acetato de calcio, sometiéndolo á una destilación seca para obtener la acetona, tomando como origen esta elaboración, el alto precio que por ella se paga, debido á la gran demanda existente entonces por la aplicación que ella tenía en la industria del celulósido y en la fabricación de la pólvora sin humo; el precio fabuloso que en los primeros tiempos tuvo, obligó á que una serie de estudiosos se dedicasen á buscar los medios de abaratarla, lo que se obtuvo por perfeccionamientos en los aparatos y modificaciones sucesivas en los sistemas de obtención.

Pasemos ahora al estudio de la forma como han evolucionado los distintos métodos y aparatos de destilación; revistando desde los primeros y más simples usados en los principios del desarrollo de esta industria, es decir, desde los tiempos en que se hallaba en el estado embrionario, hasta la época actual en que su desarrollo marca el período más floreciente.

Para esto dividiremos á dichos procedimientos en dos grupos: el primero comprendería la carbonización en pilas en la que no se toma en cuenta absolutamente para nada los productos volátiles condensables, persiguiendo como único fin la obtención del carbón y segundo, el sistema de carbonización en hornos, punto de transición entre el primer sistema y el tercero y último, que corresponde á la calcinación en retortas donde los productos volátiles condensables comprende el punto de vista principal.

El sistema de pilas ó de carbonización por el método de las selvas, es el más antiguo de todos y el que actualmente se usa, aún en las regiones en que la madera es

escasa y cuando el fin propuesto es obtener puramente carbón, despreciando el alquitrán, ácido piroleñoso y gases no condensables.

Estas, responden al tipo general de la figura número 1, es decir, á las pilas francesas ó verticales en las que las maderas se encuentran dispuestas verticalmente en tres camadas formando tronco de cono.

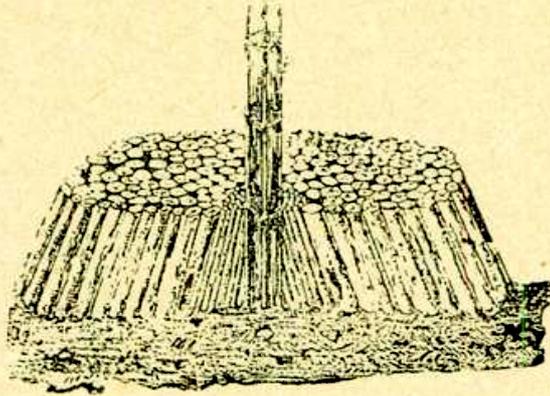


Fig 1

La primera formada por ramas y astillas pequeñas, la segunda madera más gruesa, donde se obtendrá el mejor carbón y la tercera con maderas más gruesas aún.

Las camadas deben siempre estar formadas en lo más posible, por estacas ó astillas del mismo grueso. Una vez cargada la pila se tapa todo con barro comenzando la combustión por la base y prolongándola durante un tiempo relacionado con la cantidad de madera usada.

El fin de la operación es indicado por el aspecto del humo, que en su principio es pesado y negro, propiedades que desaparecen á medida que la operación alcanza á su término, tornándose más blanco y liviano al acercarse éste, hasta quedar casi incoloro, ó bien transparente azulado y muy ligero cuando ha llegado al final.

La descarga se hace por la parte superior y de camada en camada, una vez fría la pila para evitar que la carbonización vaya más allá de lo conveniente, lo que daría un rendimiento malo y por consiguiente poco práctico.

Como vemos por lo expuesto en este sistema de carbonización, sólo el carbón importa, pero sin embargo podemos marcar dentro de él un término que señala la tendencia á obtener otros productos desprendidos; este término sería la unión entre el sistema de las pilas y el de los hornos y lo marcan las pilas usadas en las *landas francesas*, cuya base es aérea y con un dispositivo especial para recoger en una depresión del interior, el alquitrán formado y con caños que conducen dicho producto á depósitos comunes.

Veamos ahora el método de carbonización en hornos, originado indudablemente por el interés de aprovechar productos que eran perdidos por el método anterior y que mediante el sistema de carbonización por medio de hornos, se pueden aprovechar perfectamente sin alterar la naturaleza de carbón cuyo fin persigue.

El primer paso dado en este sentido, fué aquel que tendía á encerrar las pilas dentro de cámaras que impedían la salida de los gases; varias son las modificaciones propuestas en las pilas para obtener este fin, pero todas ellas responden más ó menos al tipo de la figura 2 cuyas características podrían resumirse con las si-

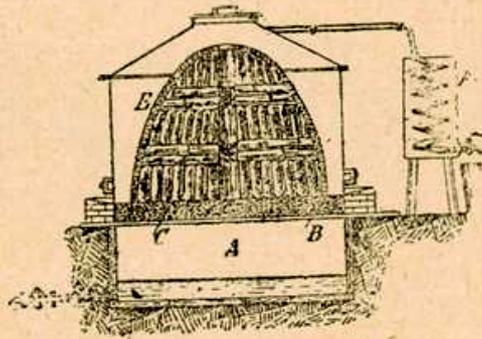


Fig. 2

güentes palabras: Una cámara destinada á recoger los vapores, un tubo de desprendimiento, un refrigerador, y por último un depósito donde recoger los productos condensados.

Encuéntranse en este sentido una serie de ingenio-

esos aparatos, todos ellos modificaciones del tipo indicado, tales como los hornos de *Foulcauld Chabeaussiere* y *Schwartzg.*

Encontramos por último como período más evolucionado en esta industria, el período que corresponde á la carbonización en retortas, sistema usado por primera vez en Francia por los hermanos *Mollerat* en 1810 en su usina de Côté d'Or. La instalación comprendía una retorta empotrada en un horno de mampostería con espacio suficiente para que la llama pudiera circular libremente en torno de ella; los gases condensables

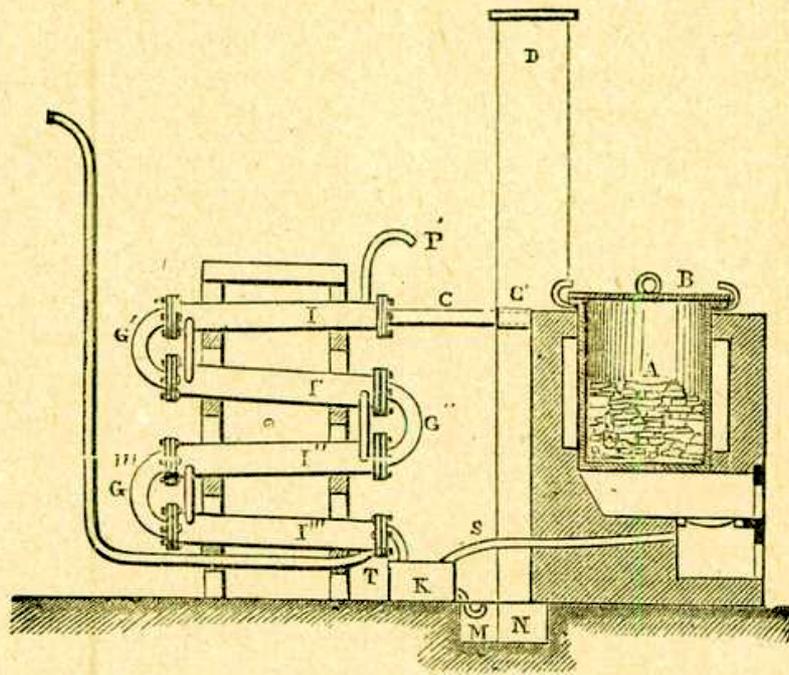


Fig. 3

pasaban de ésta á un tubo refrigerante que las conducía á través de cubas llenas de agua donde se refrigeraban y los gases no condensables pasaban por otro tubo lateral al lugar donde se quemaban.

Poco tiempo después, este aparato sufrió modificaciones de importancia dadas por *Scheurer-Kestner* sobre todo en lo que se refiere al refrigerante y en la retorta; las modificaciones introducidas en ésta consistían, en un dispositivo especial para facilitar la descarga

del carbón una vez frío, lo que indudablemente reportaba ventajas, pero nunca de tanta importancia como reportada por la modificación practicada en los serpentines, mediante la cual éstos pasaron á adoptar la forma horizontal, constando de tubos cilíndricos que comunican dos á dos y dispuestos en una batería de cuatro (fig. 3); la disposición de éstas, á contar por la derecha, es la siguiente: el cilindro (empezando á contar de la parte superior) número 1 y número 2, el número 2 con el número 3 por la izquierda; y el número 3 con el número 4 por la derecha, recogién dose el líquido en cubas apropiadas.

La constitución de los cilindros del refrigerante es la de dos tubos de distintos diámetros enchufados, en los que el interno es mucho menor que el externo, el cual está destinado á mantener una corriente de agua la que se renueva constantemente durante la operación.

Dentro del sistema de calcinación por medio de retortas puede verse muy claro una tendencia á hacer que esta operación sea en lo posible continua á fin de ganar tiempo, al par que disminuir la cantidad de material empleado y con este objeto encontramos varias modificaciones de importancia, las cuales comienzan siempre por afectar la forma de la retorta, modificaciones tales como la de los *hornos ingleses* en que éstos son cilíndricos y dispuestos horizontalmente.

Pero cuando la tendencia de continuidad se marca más exactamente es con la aparición de los *hornos de vagones de Astley* en los cuales la materia á destilar se introduce en cámaras cerradas que funcionan como retortas y una vez terminada la operación estos vagones son llevados á una cámara siguiente donde el carbón se enfría al par que otro ha pasado á ocupar el lugar del primero en la cámara de destilación, y un tercero cargado ya espera turno á la entrada del horno.

Otro sistema con las bases del anterior pero modificado de tal modo que su aplicación se hace muy práctica, es el *pirógeno continuo de Bresson*, práctico y cómodo como dije antes, por ser su funcionamiento automático y cuya instalación ocupa una superficie reducida.

El pirógeno es el representado en la figura 4 y consta de tres compartimentos con ladrillos refractarios, con doble envoltura de fundición y fierro.

Cinco retortas superpuestas unas á otras; el movimiento de éstas se hace de arriba hacia abajo; la que se halla sometida al calor se encuentra en el medio y es ca-

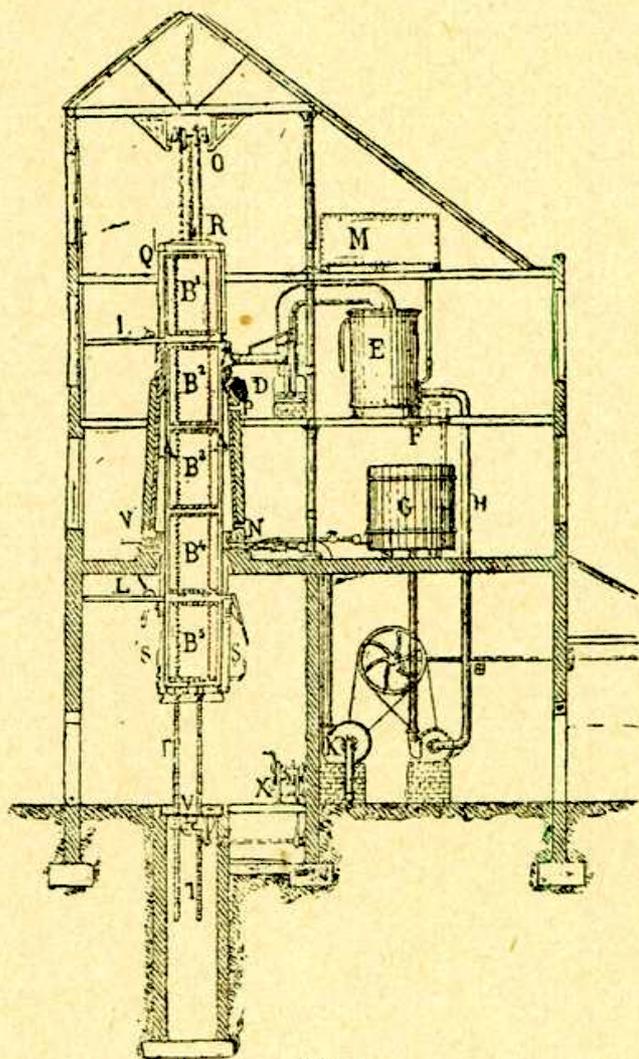


Fig. 4

lentada por gas proveniente de generadores especiales de tierra refractaria y de gasógenos correspondientes, mezclado con aire.

Al terminar la destilación de la retorta indicada en la figura (que sería la número 3 contando de la parte superior, siendo la primera la número 1), pasa á ocupar

un compartimento inmediato inferior, mientras que el lugar que ocupaba lo toma la número 2, y mientras ésta destila, la número 3 es enfriada por una corriente de agua; cuando ha destilado la número 2, pasa á ocupar el lugar de la número 3, y la número 3 ocupa el lugar más inferior donde se descarga volviéndola á cargar, quedando así lista para ocupar el lugar que tenía la número 1 al empezar esta operación; lo mismo se repite para cada una de las otras retortas.

El destilado sale por un tubo, pasa por un barrilete de cobre común á ocho pirógenos y llega á un primer refrigerante, los gases no licuados aquí son sometidos á una condensación por choques usándose el de *Pelouze* y *Audoni*. Los gases no condensables pasan por purificadores de cal, y de aquí á gasógenos.

No detengamos aquí nuestra investigación y demos un paso más hasta llegar á los últimos descubrimientos de nuestros días y encontramos un nuevo sistema más práctico dada la naturaleza de los productos obtenidos, cuya fuerza marca el límite máximo á que se puede llegar y cuyos rendimientos han sido siempre de excelente resultado.

Este sistema es la destilación por medio del vapor de agua bajo una presión conveniente, el que presenta además de las ventajas citadas anteriormente, la de acelerar en muchas horas el término de la operación. En efecto, 650 kilos de madera á fuego directo emplearán 36 horas en destilar totalmente, mientras que con el vapor de agua bajo presión sólo emplea de 6 á 8 horas.

Cuando la materia prima que tan abundantemente ofrecía la naturaleza, fué mermando, y cuando el vigor de otras industrias que empleaban como materia prima también la madera, tales como los aserraderos y las fábricas de extractos tánicos, (las que utilizan maderas de determinadas condiciones para su transformación) han dejado detrás de sí una inmensa cantidad de desperdicios, que en forma de polvo ó aserrín más ó menos fino no podían ser extraídos por ellos por carecer del producto que debían de elaborar, nace entonces la necesi-

dad de darle una aplicación á estos desperdicios: aparecen en el escenario de esta industria Gust V. Neidenstan y Schneider con sus respectivos aparatos, basados sobre distintos principios pero siempre destinados á elaborar ácido piroleñoso con la madera bajo otro aspecto.

Después de estos dos constructores vemos aparecer toda una serie de esforzados cultores de la industria y cooperar con sus fuerzas á levantar sobre un pedestal sólido la gran fábrica del mañana, la que entre nosotros aprovechando residuos de su hermana mayor la productora de tanino formará la gran industria argentina.

Por creerlo de un interés general y de un verdadero valor ilustrativo como fuente de dato histórico, quiero dedicar en estas páginas unas cuantas líneas á un asunto que bien se merece los honores de un extenso, vasto y bien meditado capítulo. Tal es la historia del desarrollo de la destilación pirogenada de las maderas en los distintos países europeos y americanos bajo la faz industrial.

Entre los distintos países europeos el que más esfuerzo hizo para conseguir el predominio en este género de industria, fué el Imperio germánico, donde en 1819 se fundó, como hemos visto anteriormente, una primera usina, con muy malos resultados financieros sucumbiendo poco tiempo después de su fundación.

Luego en 1840 se establecen otras en Inglaterra y Francia, las que con una existencia anémica pudieron soportar largo tiempo. En 1846 un establecimiento de este género existía en *Chemnitz* y de 1856 á 1870 toda una larga serie de usinas de este género se fundan desparramándose en todas direcciones y desarrollándose con una vida activísima y horizontes claros.

En 1880 se exportó por primera vez de la América del Norte á Alemania, una pequeña cantidad de ácido piroleñoso como ensayo, para que allí se elaborase el ácido acético, alcohol y acetona.

La producción en ese año fué de 750.000 kilogra-

mos de ácido piroleñoso, que dieron 4.000.000 de kilogramos de acetato de calcio al 80 o|o, correspondiendo á una carbonización anual de 200.000 m³ de madera seca al aire.

Diecisiete años más tarde la producción total de Alemania arroja las siguientes cifras para 400.000 m³ de madera consumida :

Acetato de calcio. . . .	Kgrs.	10.000.000
Acido piroleñoso	„	2.000.000
Alquitrán	„	10.000.000
Carbón	„	44.000.000

lo que demuestra bien claramente el desarrollo que implica, el haber duplicado la cantidad de materia prima, al par que la de los productos obtenidos en el corto plazo de 17 años.

Le sigue en orden de producción á este país, Austria-Hungría, quien en el mismo año de la estadística anterior, exportó:

Acido piroleñoso, quintales métricos. . .	716
Acido acético concentrado.	2.615
Acetato de calcio.	120

Alcanzando en precios las siguientes cifras calculadas en pesos oro por 100 kilos de substancia :

Acido acético para uso industrial . . .	\$ oro	8.29
Acido acético puro, 80 o|o	„	15.53
Alcohol metílico, 92-95° o|o	„	19.12
Acido piroleñoso para desnaturalizar . .	„	21.12
Acetona, 98 o|o.	„	35.91
Acetona, 40-50 o|o	„	27.46

Rusia también paga tributo á esta industria, la que desde los tiempos más antiguos, constituye una fuente de comercio para ella, si bien hoy pasa por un período de crisis debido indudablemente á la falta de viabilidad

entre la región de los grandes bosques y los centros comerciales y más aún por razones de orden técnico, puesto que los productos obtenidos no tienen la pureza que el comercio exige á fin de poder competir con sus similares extranjeros.

Entre los productos elaborados se encuentran el alquitrán, ácido acético, aceite de pino, la pez y carbón, usándose con este fin distintas clases de madera.

Tomemos ahora en cuenta la producción de estos productos de destilación en el nuevo mundo y especialmente en la América del Norte, ya que se tropieza con una serie de grandes dificultades, por falta de datos estadísticos que hagan conocer la existencia de usinas de este género en la América del Sud, ó por que existan y su desarrollo sea aún embrionario como sucede en nuestro país.

El ingeniero señor Meyer estableció en la América del Norte la primera usina de destilación pirogenada de maderas, que figuró con la firma comercial de F. N. Meyer Hannover Hainbols, quien en 1880 como hemos visto antes, exportó por primera vez ácido piroleñoso para terminar su elaboración en Alemania.

Pero en la actualidad en el mismo país se purifican los productos del piroleñoso y se exporta el ácido, alcohol y acetona á un alto grado de pureza.

El rendimiento medio obtenido en ese país calculado para un cord ó sea metro cúbico es el siguiente:

Alcohol metílico al 100 o|o	5.3
Acetato de calcio al 82 o|o	30
Carbón	150

Un rendimiento práctico muy aceptable.

Antes de entrar á tratar este asunto en lo que se refiere á la América del Sud, debo manifestar que lo hago con una carencia absoluta de datos ó sólo dispongo de algunos de poco valor en lo que se refiere á la República Argentina. Para los otros países nada he podido averiguar á pesar de los múltiples esfuerzos practicados en

este sentido, así que sólo trataré del desarrollo de la de destilación seca de la madera, en la República Argentina.

Esta industria en nuestro país, aún se encuentra en un estado muy embrionario, pues descontando algunos estudios practicados tendientes á hacer conocer el rendimiento práctico de una variedad de esencias y de otros estudios prácticos en pequeña escala, los que no han dejado de ser simples ensayos, nada se ha hecho á fin de llevar al terreno de la práctica los estudios practicados por el doctor Jorge Magnin en este sentido, al par que dar una nueva rama de engrandecimiento al comercio.

No será indudablemente por falta de materia prima y ni mucho menos porque el rendimiento en producto sea escaso ó mediocre, desde el momento que nuestro país tiene en cada una de sus provincias botánicamente consideradas, una numerosa serie de esencias en su mayoría pertenecientes á las clases de esencias duras, justamente las más productivas en esta explotación.

El adjunto cuadro prueba de una manera evidente el rendimiento de 15 esencias de las más abundantes en nuestros bosques.

Rendimiento de diferentes maderas argentinas sometidas á una destilación lenta en 10 horas

Por 100 kilos de esencia (*)

Nombre de la madera	Acido piroleñoso	Acido acético en g	Alcohol		Acetona		Carbón en P.	Alquitrán en V.
			en P.	en V.	en P.	en V.		
Algarrobo	49.45	6824.1	883.7	1110.2	146.4	183.9	36.28	3.49
Virapitá	46.79	5053.3	788.7	990.5	157.2	197.3	36.30	4.50
Viraró	46.60	6990.0	1285.2	1614.7	232.7	292.2	33.80	3.70
Quebracho blanco	44.30	6910.8	1832.7	2302.7	179.4	265.8	35.76	7.60
Tareo	43.50	6003.0	1510.8	1897.9	179.2	225.8	22.94	6.75
Lapacho	42.16	6324.0	10440.3	1312.0	181.7	228.9	37.83	8.33
Tipa	42.17	4048.3	1109.1	1393.3	206.2	259.3	31.95	5.88
Cedro	42.24	3548.2	819.5	1029.8	214.6	269.9	31.37	6.50
Queb. colorado .	41.41	3975.4	581.8	730.9	177.7	223.6	39.87	2.19
Inciense	41.86	5023.2	2206.3	2520.8	193.4	243.6	34.08	7.07
Curupay	41.80	5517.0	821.8	1032.5	193.1	243.3	36.08	3.25
Cancharana . . .	40.60	5115.6	933.0	1172.1	171.3	210.7	34.59	5.02
Nogal tucumano.	39.28	3770.9	962.7	1209.8	170.5	214.5	32.31	7.38
Guayaibý	36.67	5060.5	1820.3	2287.1	135.83	170.5	35.61	6.55
Palo santo . . .	33.43	3409.9	1024.3	1287.1	160.1	201.6	29.85	7.23

(*) De la tesis presentada para optar al grado de doctor en química por J. Magnin. - Buenos Aires.

Y si á esto unimos las grandes extensiones de bosques que según una última estadística del señor Florencio T. Molina, arroja las siguientes cifras:

370.000 kilómetros cuadrados de bosques subtropicales.

195.000 kilóm. cuadrados de bosques ralos, formación del monte.

12.900 kilóm. cuadrados de bosques ralos, formación antártica.

776.000 kilóm. cuadrados de bosques de arbustos y árboles de diversas formaciones,

no nos explicaríamos el porqué nuestro país no haya abandonado su antiguo método de explotación del carbón vegetal, siguiendo siempre el antiguo procedimiento de la selva, para entrar de una vez á la destilación seca de una manera más franca de lo que actualmente se está haciendo; exponiéndose, si no al fracaso inmediatamente, por lo menos á una vida de constantes zozobras.

Entre los ensayos practicados en privado he tenido noticias de algunos, cuyos resultados han sido buenos, sobre todo en los casos en que se ha empleado con este fin maderas duras, pero estos ensayos han sido abandonados unas veces por falta de capital y otras por no contar con un personal técnico competente que pudiese atender como requería las distintas faces de esta elaboración.

También se han practicado ensayos sobre maderas blandas con resultados poco halagüeños debiéndose inrmas blandas con resultados poco halagüeños debiendo indudablemente á esto, el fracaso obtenido por una fábrica instalada en una de las islas existentes sobre el Río Paraná, con el fin de destilar maderas de sauces y alisos.

Como vemos, pues, es de lamentar que no se haya despertado aún en nuestro país la idea de explotar las inmensas riquezas florestales de una manera más científica, al par que racional, de lo que actualmente se hace entregándolo á la glotonería del hombre que armando sus brazos con el hacha, esa filosa enemiga de las selvas.

arrasa con todo, destrozando cuanto encuentra á su paso para llegar á los corpulentos troncos, derribarlos luego sin piedad, despreciando sus ramas como inútiles, guiado siempre por su insaciable afán de lucrar, y lo que es peor aún, sin incomodarse en plantar una rama en donde derriba el árbol, para que mañana cuando vuelva sobre sus pasos tan siquiera encuentre donde descansar resguardado del sol.

CAPITULO II

Composición química del esqueleto de los vegetales

Se ha considerado durante mucho tiempo á los tejidos vegetales formados esencialmente por un solo principio: la celulosa, cuyas propiedades podrían variar con el estado de agregación de la materia orgánica ó la incrustación de esta materia por cuerpos extraños, llamados cuerpos incrustantes. Pero estudios posteriores, han conducido á conclusiones totalmente distintas. Hoy no se admite que las propiedades variables del principio que constituye el armazón de los vegetales sea debido á la incrustación de una substancia única: la celulosa, por substancias de diferente consistencia. El armazón de los vegetales está formado por una serie de cuerpos que difieren entre ellos por su composición y sus propiedades; los caracteres de un cuerpo leñoso varían en el papel fisiológico que están llamados á desempeñar en la vegetación. Las propiedades del esqueleto de los vegetales depende de la naturaleza y de la proporción de los principios inmediatos que la constituyen. Resulta de los

estudios realizados, que los tejidos de los vegetales, debilitados por disolventes neutros, están constituídos por la asociación orgánica de los siguientes cuerpos:

- 1.º Los cuerpos celulósicos (celulosa, paracelulosa, metacelulosa).
- 2.º La vasculosa.
- 3.º La cutosa.
- 4.º La pectosa.
- 5.º Pectato de cal.
- 6.º Las sustancias albuminoídeas azoadas.
- 7.º Las materias minerales variadas.

Se ha demostrado la existencia de estos cuerpos en el tejido de los vegetales y sus propiedades características.

CUERPOS CELULÓSICOS ISOMERICOS. — Los tejidos vegetales contienen una serie de sustancias isoméricas que se designan bajo el nombre de cuerpos celulósicos. Forman parte de estos cuerpos todas las sustancias orgánicas que presentan los siguientes caracteres:

- 1.º Estos cuerpos son insolubles en agua fría y no aumentan de volumen en el agua hirviendo, lo que sucede con las sustancias animales.
- 2.º Son solubles en el reactivo cuproamoniacal, cuya acción se ejerce á menudo inmediatamente y otras veces, sólo por haber actuado el calor del agua hirviendo ó reactivos enérgicos tales como los ácidos.
- 3.º El cloro-yoduro de zinc los colora de violeta.
- 4.º El sulfato básico de anilina que colora la vasculosa, no colora los cuerpos celulósicos.
- 5.º La potasa que hincha tan fácilmente los cuerpos amiláceos, no obra sensiblemente sobre los cuerpos celulósicos, ó por lo menos no los disuelve más que cuando el alcaloide representa casi hidrato en fusión, en este caso produce oxalato y acetato de potasio sin formación de ulmato de potasio.

- 6.° Los cuerpos celulósicos no son atacados sino muy violentamente por el cloro y los hipocloritos.
- 7.° El ácido acético mono-hidratado que obra rápidamente sobre los cuerpos celulósicos para formar la piroxilina, no ejerce sobre ellos más que una acción lenta cuando está mezclado con agua.
- 8.° El ácido clorhídrico no obra á menudo sobre los cuerpos celulósicos sino de una manera lenta ó incompleta; sin embargo, algunos cuerpos celulósicos se disuelven rápidamente en este reactivo, otros se hidratan por la acción del ácido clorhídrico y se pulverizan.
- 9.° Las modificaciones de los cuerpos celulósicos prueban la influencia del ácido sulfúrico y los caracteriza de una manera bien neta.

Los cuerpos celulósicos, sometidos á la acción de un exceso de ácido sulfúrico concentrado ó hidratado se disuelve sin coloración en este reactivo, se cambia primero en detrina y después en glucosa.

Cuando se disgrega lentamente una substancia celulósica por el ácido sulfúrico bi-hidratado, se obtiene primero una combinación de ácido sulfúrico y materia orgánica que puede ser considerada como un ácido sulfo-orgánico y que se combina con las bases.

Este ácido sulfo-orgánico es descompuesto por el agua y da un cuerpo gelatinoso que se coloca de azul por el yodo; esta combinación yodada no puede confundirse con yoduro de almidón, puesto que se descompone inmediatamente en el agua perdiendo su coloración.

El ácido sulfúrico provisto de una cierta cantidad de agua transforma, como se sabe, la celulosa en un tejido compacto.

Tales son los caracteres de los cuerpos celulósicos; como se ve, presentan tal nitidez que es imposible confundir sus principios inmediatos, con los de los cuerpos que forman los tejidos vegetales.

¿ Cuáles son los cuerpos que entran en el tejido vegetal? Se admitió primero en el tejido vegetal la existencia de cinco substancias celulósicas, á las que se había designado bajo el nombre de xylosa, paraxylosa, fibrosa, medulosa y dermosa.

Sometiendo las substancias celulósicas á nuevos estudios, se ha reconocido que había en ésto tal vez una exageración; el número de materias isoméricas de la celulosa se ha reducido á tres, que se denominan celulosa, paracelulosa y metacelulosa.

Voy á hacer conocer los caracteres que permiten distinguir unas de otras, estas tres substancias celulósicas que son isoméricas y que tienen la siguiente composición:

C ₁₂	.	.	44.44
H ₁₀	.	.	6.17
O ₁₀	.	.	49.39
			<hr/>
			100.00

CELULOSA. — Payen había dado el nombre de celulosa á la substancia que según él constituía casi totalmente el tejido vegetal; se ha reservado este nombre para la substancia celulósica que se disuelve inmediatamente en el reactivo cupro-amoniacal.

La celulosa está repartida abundantemente en el tejido de los vegetales; se la encuentra casi en estado de pureza completa en la semilla de algodónero, en el tejido de algunos frutos, etc. La celulosa forma gran parte de las maderas, tejidos de hilo y del papel; cuando se hace compacta adquiere una gran consistencia. La substancia orgánica que se designa en el comercio con el nombre de marfil vegetal, está formada casi completamente por la celulosa.

PARACELULOSA. — Esta variedad de cuerpos celulósicos no se disuelve en el licor cupro-amoniacal, sino después de ser modificada por la acción de ciertos reac-

tivos, principalmente de los ácidos; se cambia entonces en celulosa. El calor puede operar también esta transformación. La paracelulosa acompaña á menudo á la celulosa en el tejido de los vegetales, es la que forma esencialmente el tejido articular de ciertos racimos y la epidermis de las hojas.

METACELULOSA. — Este cuerpo celulósico es insoluble en el reactivo cúprico aún después de la acción de los ácidos; no puede ser pues, confundido con ninguna de las otras dos sustancias celulósicas. Se encuentra principalmente en el tejido de los hongos y líquenes y constituye la fungina de *Braconnot*.

VASCULOSA. — Se designa con este nombre una sustancia muy abundante en la organización vegetal, acompaña generalmente en los tejidos vegetales á los cuerpos celulósicos, forma la mayor parte de los vasos y de las ramas.

Se ha demostrado que la vasculosa no puede ser confundida con las sustancias celulósicas, puesto que tiene propiedades y composición distintas. Contiene más carbono y menos hidrógeno que los cuerpos celulósicos, forma la parte compacta de los tejidos leñosos. Se la encuentra con abundancia en las maderas duras y en las formaciones pedregosas de las peras, las cáscaras de nueces y avellanas, en los carozos de duraznos, ciruelas, etc., conteniendo á menudo más de la mitad de su peso total.

La vasculosa es insoluble en el ácido sulfúrico b^h hidratado y en el reactivo cúprico, se disuelve en licores alcalinos bajo presión, es atacada por todas las sustancias oxidantes, tales como el agua de cloro, hipocloritos, ácido nítrico, ácido clorhídrico, ácido crómico, permanganato, agua oxigenada, etc. Como se vé, sus propiedades son totalmente distintas de las de la celulosa.

Se han hecho después trabajos más completos cuyo resumen sigue:

La sustancia denominada vasculosa se encuentra

diseminada en todo el tejido vegetal, acompaña los cuerpos celulósicos y constituye la mayor parte de los vasos; es lo que en el parenquima del tejido fibroso y en el leñoso reúne las celulosas y está asociada á las fibras corticales; es también lo que se encuentra en la superficie de los racimos y de los frutos bajo la forma de una membrana continua transparente y córnea. Puede decirse de una manera general, que la vasculosa se encuentra en aquellas partes del vegetal que presentan cierta consistencia ó dureza, por esta razón se la encuentra con más abundancia en las maderas duras que en las tiernas. Así, en las maderas blandas sólo se encuentra el 18 o|o y en las duras hasta 35, 40, 45 y 60 o|o. La dureza del tejido leñoso había sido atribuída á la existencia de cuerpos indeterminados designados con el nombre de cuerpos incrustantes, pero se ha probado que es debida principalmente á la existencia de una materia bien definida. La vasculosa puede considerarse una substancia bien importante para la química orgánica y daré algunos caracteres de ella.

La vasculosa puede ser separada fácilmente de los diferentes tejidos, pero para obtenerla al estado de pureza se la extrae con preferencia de la médula de sauco. Después de haber debilitado la médula de sauco por medio de disolventes neutros y por álcalis apropiados, se hace hervir con ácido clorhídrico débil para transformar la paracelulosa en celulosa, se hace actuar después el reactivo cupro-amoniacal sobre el tejido orgánico, repitiendo este procedimiento ocho ó diez veces hasta que el tejido no ceda más al reactivo.

La vasculosa así preparada conserva un tinte ligeramente amarillo; examinada al microscopio presenta el aspecto del tejido primitivo y podría creerse que este tejido que ha perdido á veces más del 50 o|o de su substancia por la disolución de los cuerpos celulósicos, no ha experimentado ninguna alteración por la acción de los reactivos.

La vasculosa es insoluble en todos los disolventes neutros, no experimenta una alteración haciéndola her-

vir en ácido sulfúrico, clorhídrico y fosfórico en solución. Resiste la acción del ácido sulfúrico trihidratado, no es alterada por la disolución alcalina hirviendo, el ácido sulfúrico concentrado no la modifica sino muy lentamente, la decolora y la deshidrata.

La vasculosa es alterada rápidamente por todos los agentes de oxidación como el ácido nítrico, ácido crómico, permanganato de potasio, cloro, hipocloritos, bromo, etc. Es sobre esta influencia oxidante que sirve para caracterizar la vasculosa, que ésta substancia produce una serie de ácidos resinosos. Los que se forman en primer término, no son sensiblemente solubles en alcohol, los últimos se disuelven en alcohol y aún en éter.

Se puede expresar de un modo general la composición de estos ácidos diciendo que son menos hidrogenados que la vasculosa y más oxigenados que ella.

El oxígeno atmosférico parece á la larga actuar sobre la vasculosa y transformarla en ácidos resinosos solubles en los álcalis; por esta alteración de la vasculosa se explica la modificación de algunas maderas expuestas al contacto del aire. Examinando las maderas atacadas por la podredumbre, se ha reconocido que la proporción normal de la vasculosa había disminuído mucho, porque se había transformado en ácidos resinosos, que los álcalis y el amoniaco habían arrastrado. Cuando la vasculosa es sometida á la acción del ácido nítrico fumante, produce compuestos nitrados semejantes á la celulosa nítrica.

Bajo la influencia de los álcalis, la vasculosa experimenta transformaciones interesantes que han sido estudiadas con mucho cuidado. Hemos dicho que esta substancia no se altera haciéndola hervir en soluciones aún concentradas de potasa ó de soda, pero se disuelve rápidamente haciéndola calentar bajo presión hacia los 130° con líquidos alcalinos cáusticos. Se forma de esta manera una serie de ácidos, como en los oxidantes, que comienzan por ser insolubles en el alcohol, pero que bajo la influencia prolongada de los álcalis se vuelven primero solubles en el alcohol y después en el éter. Comparan-

do la composición de algunos de estos ácidos con la de la vasculosa transformada en ácido resinoso, por una simple deshidratación, en seguida la reacción se vuelve más compleja; la barita y la cal obran sobre la vasculosa de la misma manera que sobre los álcalis. Es esta acción de las soluciones alcalinas sobre la vasculosa que se aprovecha en la fabricación del papel de madera y paja.

Cuando se calienta la vasculosa con hidrato de potasio diluído, no es necesaria la presión para modificar la substancia orgánica que se transforma inmediatamente en ácido úlmico. En la reacción de los álcalis en fusión sobre la madera, es la vasculosa sola la que forma los diferentes ácidos úlmicos, mientras que la celulosa produce los ácidos acéticos y oxálicos.

Después de haber distinguido y caracterizado las dos substancias diferentes que contiene la madera, me parece interesante dar algunos datos sobre la causa que obra por la acción del calor, produciendo el alcohol metílico. Este es particularmente engendrado por la vasculosa. Destilando una pequeña cantidad de madera, por ejemplo 100 grs., se obtiene suficiente alcohol metílico para producir netamente bajo la acción del ácido oxálico, el oxalato de metilo cristalizado; es igualmente la vasculosa que en la destilación de la madera forma la mayor parte del ácido acético.

Las observaciones que hemos hecho sobre el origen del ácido acético y del alcohol metílico, son por otra parte confirmadas por la práctica industrial. En efecto, los fabricantes de ácido piroleñoso han reconocido que las maderas que producen estos dos cuerpos pirogenados en mayor cantidad, son precisamente las maderas duras, que son ricas en vasculosa.

Daremos aquí el resultado analítico que confirma lo que dejamos dicho.

Composición de la vasculosa de procedencias diferentes

	Vasculosa de la médula de sauco	Vasculosa de la madera
Carbono	59.34	59.33
Hidrógeno	5.50	5.49
Oxígeno	35.16	34.18

	Teoría
C ₃₆	50.341
H ₂₀	5.494
O ₁₆	35.165

Se ve que la vasculosa, por su composición como por sus propiedades, se aleja de la celulosa que contiene 44.44 de carbono, 6.18 de hidrógeno y 49.38 de oxígeno.

Vasculosa deshidratada por el ácido sulfúrico

		Teoría
Carbono	62.432	C ₃₆ 62.428
Hidrógeno	5.108	H ₁₈ 5.202
Oxígeno	32.378	O ₁₆ 32.370

Producto de oxidación de la vasculosa

Acidos insolubles en el alcohol			
	Teoría		Teoría
Carbono	55.105	C ₃₆	55.192
Hidrógeno	5.080	H ₁₆	4.082
Oxígeno	40.815	O ₂₀	40.816

Acidos solubles en alcohol			
			Teoría
Carbono	53.200	C ₃₆	53.203
Hidrógeno	3.445	H ₁₄	3.448
Oxígeno	43.355	O ₂₂	43.349

Acción de la potasa sobre la vasculosa

Acidos insolubles en el alcohol y el éter			
		Teoría	
Carbono . . .	62.424	C ₃₆ . . .	62.428
Hidrógeno . .	5.210	H ₁₈ . . .	5.202
Oxígeno . . .	32.366	O ₁₄ . . .	32.370

Acidos solubles en alcohol			
		Teoría	
Carbono . . .	65.880	C ₃₆ . . .	65.873
Hidrógeno . .	48.74	H ₁₆ . . .	4.878
Oxígeno . . .	29.246	O ₁₂ . . .	29.269

Acidos solubles en el éter			
		Teoría	
Carbono . . .	60.00	C ₃₆ . . .	67.080
Hidrógeno . .	3.104	H ₁₀ . . .	3.106
Oxígeno . . .	29.796	O ₁₂ . . .	29.813

Tales son los caracteres distintivos de la substancia que acompaña á los cuerpos celulósicos en el tejido vegetal; el estudio químico se reduce ahora, á buscar el papel que este cuerpo desempeña en la organización vegetal.

La resistencia que la vasculosa opone á la acción de los reactivos más enérgicos, nos hace pensar que esta substancia está destinada á proteger y recubrir las células y las fibras. El punto más interesante de esta substancia, es en lo que se refiere al uso de las fibras vegetales. Se ha constatado en efecto que un gran número de fibras corticales, tales como las del cáñamo, lino, ramio, etc., están asociadas á un colchón de vasculosa en que el espesor, que es variable, ejerce su influencia sobre la coloración mayor ó menor de las fibras. Separando la vasculosa por la acción de los reactivos convenientemente elegidos no se destruye la solidez de las fibras y se les dá nuevas propiedades.

CUTOSA. — En los primeros estudios de los tejidos de los vegetales se ha dado el nombre de cutosa á la substancia que constituye la membrana fina y transparente, que recubre el exterior de los vegetales.

Se ha hecho conocer los caracteres que establecen las diferencias bien marcadas entre la cutosa y las otras substancias que se encuentran en el esqueleto de los vegetales.

La cutosa ofrece algunos caracteres comunes con la vasculosa; resiste como ella á la acción del ácido sulfúrico bihidratado, pero se diferencia por su solubilidad á la presión ordinaria en soluciones débiles ó carbonatadas de potasa y de soda.

Contiene más hidrógeno y carbono que la vasculosa. La cutosa sometida á la acción del ácido nítrico produce el ácido subérico, mientras que la vasculosa no lo forma. La cutosa tiene propiedades químicas bien marcadas.

Hemos visto las propiedades y la composición de una substancia denominada cutosa que recubre y protege los órganos aéreos del vegetal y que en otros, suelda y reune entre sí las partes fibrosas de las plantas para formar haz.

El interés del estudio de la cutosa no está solamente en la fisiología vegetal, sino también como substancia química.

Se encuentra colocada entre los cuerpos grasos y las substancias resinosas. Tiene también una importancia industrial puesto que es lo que hay que destruir en las operaciones del blanqueo.

Para obtener cutosa se opera con la epidermis de las hojas, después de hacer macerar hojas en el agua á una temperatura de 30 á 35°, su parenquina se altera y al cabo de ocho ó quince días se puede separar mecánicamente de un lado las fibras y los vasos que constituyen en cierto modo el armazón del vegetal, y del otro la membrana epidérmica. Se puede llegar más rápidamente al mismo resultado por un procedimiento químico que consiste en sumergir las hojas durante algunos minutos en ácido clorhídrico hirviendo. La epidermis así despren-

dida está recubierta de sustancias grasas y resinosas que se disuelven en alcohol y éter. Vienen después dos membranas que están soldadas la una á la otra; la primera es á base de paracelulosa que es soluble en el reactivo cupro-amoniaco; por la acción de los ácidos es que se separa así. La otra parte es la formada por la cutosa que se obtiene al estado de pureza. La cutosa pura está acompañada de los siguientes caracteres: Tiene una gran estabilidad puesto que resiste á la acción de energicos reactivos, tales como el ácido sulfúrico trihidratado, ácido clorhídrico y amoníaco.

La cutosa es atacada rápidamente por el ácido nítrico y produce en este caso, primero ácidos resinosos y en último lugar ácido subérico. El interés que presenta la cutosa desde el punto de vista químico, resulta de las transformaciones que esta sustancia sufre por efecto de los álcalis.

Las soluciones alcalinas débiles y los carbonatos alcalinos no obran sino muy lentamente sobre la cutosa, pero por una ebullición prolongada, la potasa, la soda, la barita, la cal, cambian esta sustancia en dos ácidos comparables á los ácidos grasos, uno es sólido que se ha denominado estearo-cútico, y otro líquido denominado óleo-cútico.

Esta reacción no produce cuerpos complementarios comparables á la glicerina, no se asimila pues á una saponificación. El ácido estearo-cútico tiene propiedades que recuerdan á la vez los caracteres de los ácidos grasos y los de las resinas. Es blanco, fusible, á 76°, casi insoluble en el alcohol y el éter fríos, poco soluble en el alcohol hirviendo y volviéndose gelatinoso por el enfriamiento. Sus verdaderos disolventes son la bencina y el ácido acético cristalizabile; por la evaporación de estos líquidos el ácido estearo-cútico se deposita en agujas muy finas; una vez fundido produce un cuerpo resinoso muy duro y no cristalino.

Los estearo-cutatos de potasa, de soda y amoníaco, son más ó menos insolubles en el agua, no se disuelven

en el alcohol alcalinizado. Los estearo-cutatos pueden entonces cristalizarse en estos líquidos.

El ácido estearo-cútico presenta la composición siguiente:

	Teoría
C = 75.160	C ₆₀ 75.000
H = 11.683	H ₅₆ 11.666
O = 13.157	O ₈ 13.334

El ácido óleo-cútico posee los principales caracteres de los ácidos grasos líquidos y tiene por composición:

	Teoría
C = 65.594	C ₂₈ 65.625
H = 9.540	H ₂₄ 9.375
O = 24.866	O ₈ 25.001

Los equivalentes de estos dos ácidos han sido determinados por el análisis de sales de potasio, de sodio y de bario. Las dos sales de la potasa pueden combinarse entre ellos bajo la influencia del alcohol hirviendo y formar sales dobles que se depositan por el enfriamiento del licor en pequeños cristales amarillentos.

Comparando la composición de la cutosa con la de las sales que forma por la acción de los álcalis, se ha reconocido la existencia de una notable relación entre ellas. La cutosa extraída por diferentes métodos, presenta la composición siguiente:

Cutosa de hojas de hiedra

Preparado por el reactivo cuprico	Calculado
C = 68.424	C = 68.01
H = 9.477	H = 9.80
O = 22.099	O = 22.19

Cutosa de las hojas de la pita extraída por maceración

$$\begin{aligned} \text{C} &= 68.293 \\ \text{H} &= 9.553 \\ \text{O} &= 22.154 \end{aligned}$$

Considerando la cutosa como formada por la combinación de cinco equivalentes de ácido óleo-cútico y de un equivalente de ácido estearo-cútico, lo que representa las proporciones de los dos ácidos que obtenemos por la descomposición de la cutosa, se llega á una composición teórica de la cutosa que se acerca mucho á la que se encuentra experimentalmente.

$$\begin{aligned} \text{C} &= 69.181 \\ \text{H} &= 10.000 \\ \text{O} &= 21.819 \end{aligned}$$

Queda ahora por dar á conocer lo que parece confirmar las consideraciones teóricas que acabamos de hacer, Después de haber admitido que la cutosa no se saponifica por la acción de los álcalis sino que se desdobla simplemente, se ha buscado reconstruir la cutosa por la síntesis, haciendo uso de los dos ácidos que resultan de su descomposición.

Hemos constatado que bajo influencias numerosas, los dos ácidos estearo y óleo-cútico pueden sufrir modificaciones numerosas y hacerse semejante á la cutosa por sus propiedades. Pierden, en efecto, su solubilidad en el alcohol, en el éter y aún en soluciones alcalinas débiles. El ácido sólido cuyo punto de fusión está primero á 76°, no lo hace sino á 95°. El ácido líquido se vuelve membranoso é insoluble en el alcohol y el éter. Mezclando los dos ácidos pueden tomar los caracteres de la cutosa y se puede comprobar después que es debido á la influencia de los álcalis. Esta transformación curiosa de los dos ácidos derivados de la cutosa se produce, sea bajo la influencia de una temperatura de 100° prolongada largo tiempo, sea

por la acción de la luz y se opera también en los tubos de ensayo. Lo que demuestra que esta transformación es verdaderamente isomérica.

Se ha comprobado que los dos ácidos tomando sus dos modificaciones presentan la misma composición.

Existe siempre en la cutícula de las hojas una cantidad de cal y de fosfato de cal.

El efecto que hemos señalado para los ácidos de la cutosa, es decir, sus modificaciones isoméricas bajo la influencia del calor ó de la luz, debe extenderse á cierto número de cuerpos grasos ó resinosos; en efecto, se ha encontrado en la superficie de las hojas un cuerpo resinoso soluble en alcohol, que tiene la siguiente composición:

Cuerpos resinosos que son solubles en alcohol y que recubren la cutícula de las hojas

$$C = 69.26$$

$$H = 10.89$$

$$O = 19.57$$

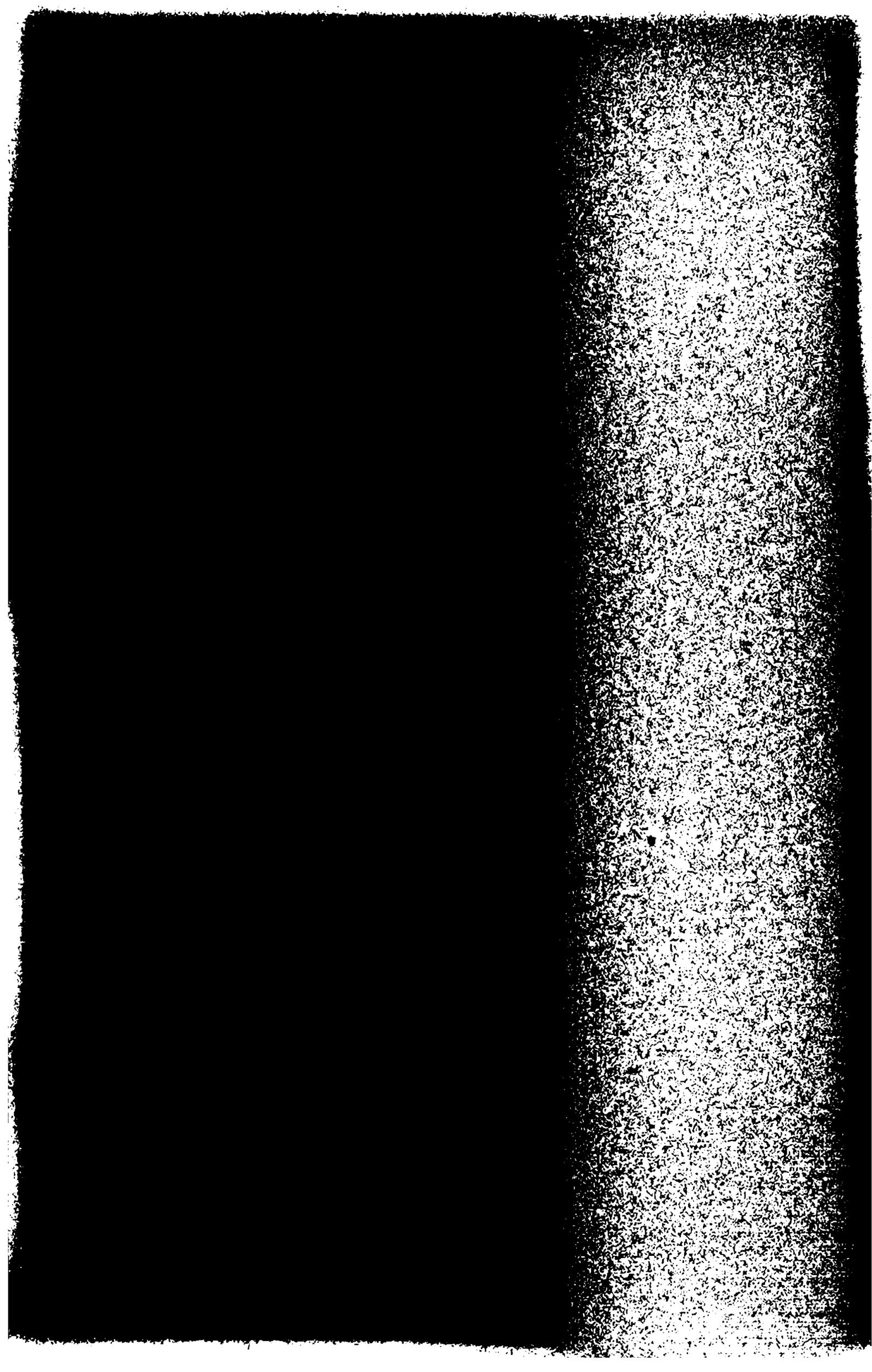
Sometiendo estos cuerpos á la acción del calor, pierden su solubilidad en alcohol, pero conservan su primitiva composición como lo prueba el análisis que citamos:

$$C = 69.16$$

$$H = 11.17$$

$$O = 19.95$$

Tales son los principales caracteres químicos del cuerpo que constituye la cutícula; esta substancia tiene una gran importancia fisiológica puesto que no se encuentra tan sólo en la superficie de las hojas, las flores, los frutos, las ramas, sino que se encuentra también en el interior de los órganos. Se ha encontrado hasta 43 o/o de cutosa en el alcornoque y existe también en grandes proporciones en el tejido fibroso del cáñamo, del lino y del ramio. Las operaciones del blanqueo tienen por fin principal la destrucción de la cutosa.



CAPITULO III

Productos obtenidos en la destilación seca de las maderas

¿Qué sucederá si sometemos á la acción del calor y al abrigo del aire una cantidad de madera?

Primero, el agua que existe como elemento indispensable en el tejido vegetal se irá evaporando dejando la substancia completamente seca, la que á su vez no pudiendo soportar la acción de la temperatura creciente, hará que sus elementos constitutivos como la celulosa, vascular, cutosa, etc., etc., vayan transformándose dando origen así á productos sólidos, líquidos y gaseosos; estos últimos formarán dos subgrupos comprendidos por los productos volátiles no condensables y los productos volátiles condensables.

Billon atribuye la siguiente composición química á los productos gaseosos, líquidos y sólidos, clasificación aceptada hoy como la más racional:

Productos gaseosos no condensables constituyendo el 20 ó 25 %	{ Acido carbónico Oxido de carbono Hidrógeno Metano Etileno Butileno Acetileno Propileno
Productos gaseosos condensables constituyendo el 35 ó 45 %	{ Furfurol Acido fénico » angélico » propiónico » butírico » valeriánico » cáprico » crotonico » acético Acetona Acetato de metilo Alcoholes metílicos » alílicos Metil-amina Guayacol Fenoles Resinas pirogenadas
Productos líquidos constituyendo el 13 á 9 %	{ Benzene Tolueno Xileno Stisolero Naftalina Reteno Parafina Eter amílico del acido pirogálico Fenol Cresol Pirocatequina Guayacol y homologos que constituyen la creosota
Productos sólidos constituyendo un 20 á 30 %	{ Carbono Gases Cenizas

La composición indicada debe entenderse de una manera general, es decir, correspondiente á todas las variedades de esencias sin hacer clasificación ninguna de ellas.

Ahora tomemos un aparato apropiado para condensar los productos gaseosos, separándolos en esa forma de los volátiles no condensables y obtendremos así un líquido que contendrá el agua y todos los productos volátiles condensables, que forma lo que se llama ácido piroleñoso puro, donde predomina el ácido acético, acetona y alcohol melítico cuyos productos podemos separar y obtener químicamente puros y de cuya operación me ocuparé en el capítulo correspondiente.

Consideremos ahora los factores que necesariamente deben tenerse en cuenta para seguir esta operación, factores de los cuales depende la calidad, cantidad y pureza de los productos obtenidos.

PRIMER FACTOR.—CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA.—Las maderas empleadas en la destilación seca desde el momento que pueden ser de cualquier naturaleza, debe tenerse muy en cuenta puesto que es la que directamente influye en el producto obtenido.

Podemos clasificarlas en la siguiente forma refiriéndonos siempre á la substancia secada al aire:

La materia prima es	}	Rica en celulosa y con un porcentaje variable pero siempre inferior á la anterior en vasculosa.	}	Esencias blandas.
		Rica en vasculosa y pobre en celulosa (cuando la primera predomina en porcentaje á la segunda).		Esencias duras

¿Qué influencia tiene la humedad, la riqueza en ce-

lulosa y la riqueza en vasculosa en la destilación piroleñosa de maderas para la obtención de ácido piroleñoso?

La humedad tiene siempre una influencia perniciosa puesto que siendo la primera que escapa al hacerse sentir la acción del calor sobre la materia prima, y al mismo tiempo siendo la primera en condensarse, obra sobre los productos ulteriores diluyéndolos y dando un ácido piroleñoso de porcentaje muy bajo y cuya elaboración y descomposición en sus productos constituyentes, dado el aumento de volumen que traería, sería costoso y poco práctico.

Las especies ricas en celulosa y pobres en vasculosa darían un producto también de porcentaje bajo para el ácido piroleñoso por carecer de vasculosa, si bien su carbón sería excelente para ciertas operaciones industriales. Además el producto obtenido tendría una cantidad digna de tenerse en cuenta, de ácido fénico difícil de separar.

M. Payen ha practicado estudios en este sentido, destilando substancias con cantidades crecientes de vasculosa y ha podido comprobar así experimentalmente lo expuesto en el párrafo anterior.

He aquí los resultados obtenidos por Mr. Payen :

Celulosa pura (algodón), ácido acético	2.40	o|o
Almidón.	2.30	„
Madera de álamo	3.60	„
Madera de roble	4.—	„

Resultados que nos demuestran que mayor es el rendimiento de ácido acético cuanto mayor es la cantidad de vasculosa contenida en la materia prima.

De aquí podemos deducir las condiciones que debe reunir una materia prima de primer orden cuando el fin que nos guía es la destilación, para obtener ácido piroleñoso en condiciones de ser elaborados el ácido acético, alcohol metílico y la acetona.

Estas serían :

- a) Materia prima privada en lo posible de humedad, usando para conseguir este fin los distintos medios de que puede disponerse, al mismo tiempo que la selección de la época del corte de los árboles.
- b) Una materia en lo posible rica en vasculosa, es decir, perteneciente á las clases de esencias duras.

SEGUNDO FACTOR — TEMPERATURA Y TIEMPO. — Factores que deben estudiarse conjuntamente desde que uno de ellos es función del otro, en los dos siguientes casos que podemos proponernos al hacer actuar sobre la materia prima el calor, es decir, si nos proponemos obtener carbón como producto principal ó ácido piroleñoso como tal.

En efecto: supongamos que en un horno cerrado y con un cuello de cisne que lo haga comunicar con un refrigerante, sometemos á la destilación una cantidad de madera que para el caso puede ser cualquiera, y que la temperatura en el mínimo de tiempo marque la elevación máxima.

Sucedirá que el rendimiento en gases condensables será muy pequeño, al mismo tiempo que mínimo el rendimiento de carbón, siendo éste muy pesado.

Por el contrario si procedemos en la forma inversa, es decir, si para el máximo de temperatura empleamos el máximo del tiempo, ó en otra forma, si hacemos coincidir el final de la operación con la temperatura máxima obtenida en ella, tratando de que ésta se eleve gradualmente, tendremos un producto destilado, rico en ácido piroleñoso al par que un carbón liviano y poco consistente.

Para conducir una operación de este género, es necesario tener en cuenta el objeto que nos proponemos conseguir, si la obtención del carbón compacto como producto principal, ó la del ácido piroleñoso sin importar mayormente la calidad del carbón obtenido.

Dar una norma fija á seguir, marcando la tempera-

tura y el tiempo no es posible, puesto que estas condiciones varían con la clase de esencia que se utilice, las que de una manera general se puede decir que cada una de ellas tiene una temperatura y un tiempo determinado, marcando el máximo de rendimiento en ácidos del producto obtenido, lo que se nota con los tres siguientes gráficos; escojo los tres más característicos de toda una serie de 15 gráficos. En ellos podemos ver que las temperaturas y los tiempos de rendimiento máximo son constantes, sólo para una especie vegetal y lo mismo puede notarse en lo que se refiere al tiempo con relación á la acidez.

CONSTRUCCIÓN É INTERPRETACIÓN DE LOS GRÁFICOS

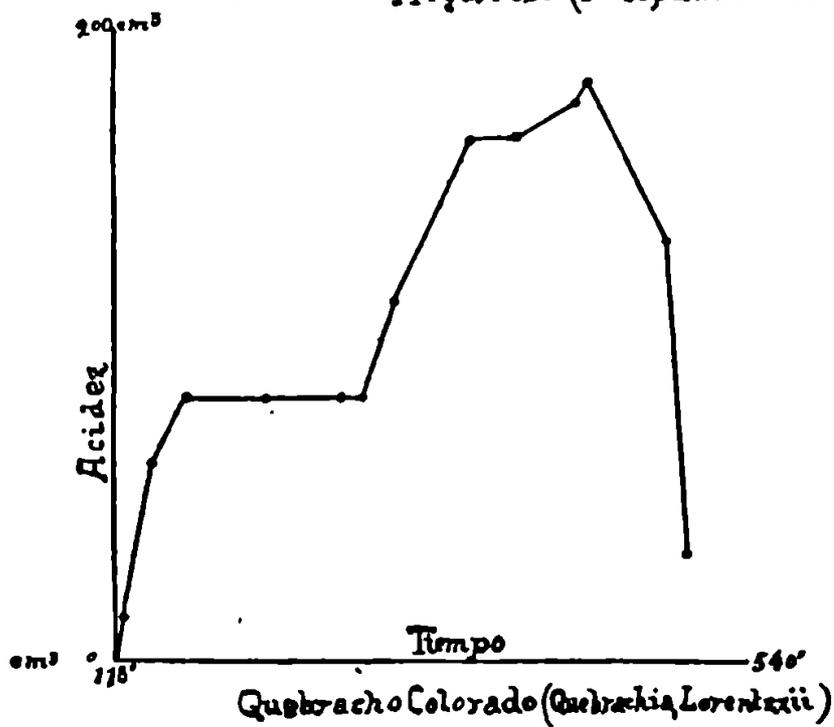
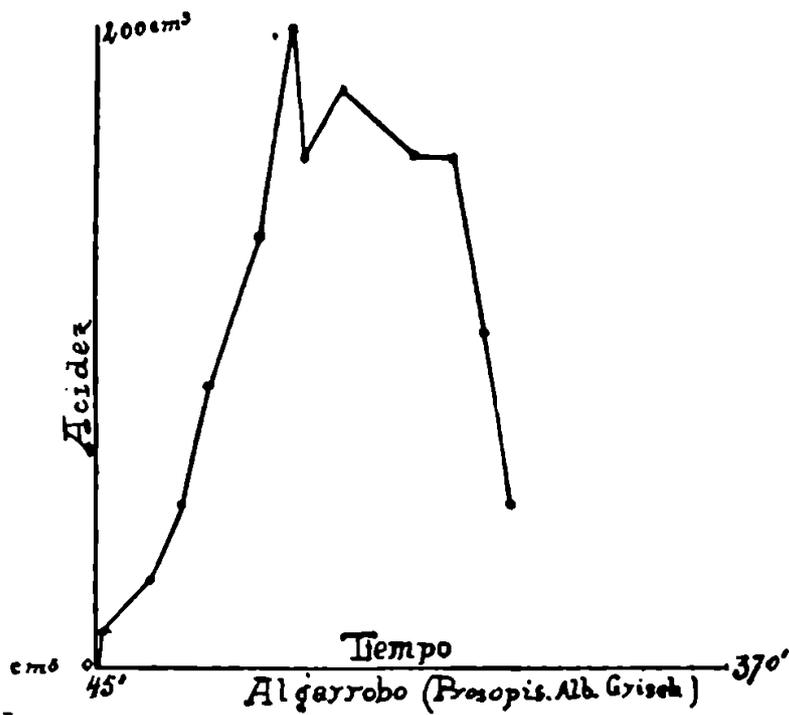
Para la construcción de los gráficos adjuntos se ha seguido el siguiente procedimiento:

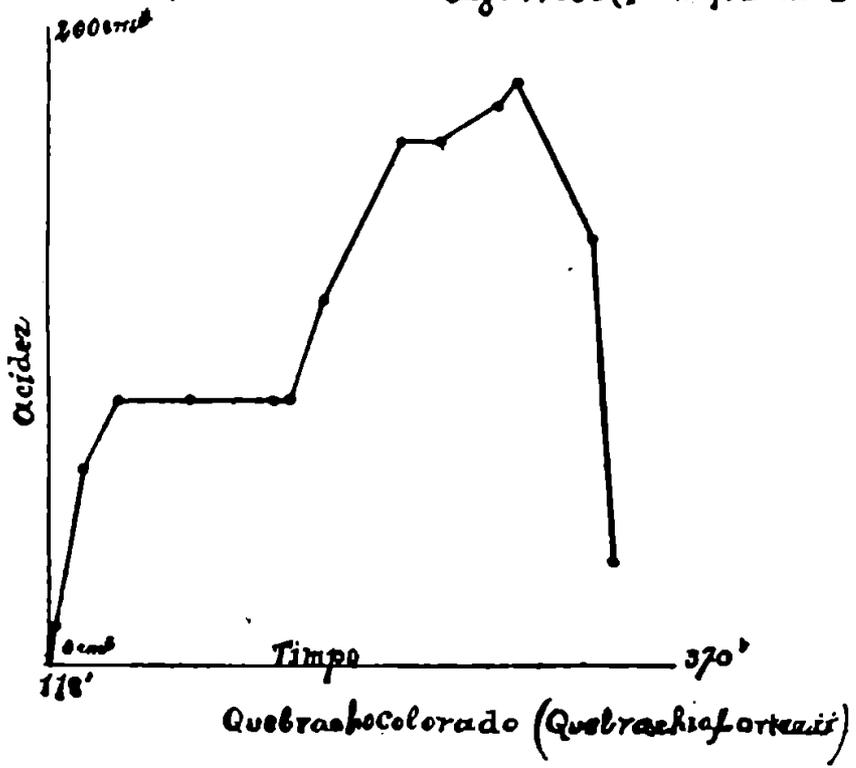
En un eje de coordenadas cartesianas se tomaron los valores correspondientes á las temperaturas (gráficos de acidez y temperatura), y los tiempos en el caso de los gráficos de acidez y tiempo; en las abscisas y ordenadas se fueron tomando distintos valores correspondientes al tiempo, temperatura y acidez. El origen para las abscisas, para mayor comodidad es marcado con el punto 100 que corresponde á 100° y en el caso de los tiempos corresponde al tiempo transcurrido entre el comienzo de la operación y cuando comienza la destilación del líquido; son cantidades tomadas en esta forma para mayor comodidad en su construcción.

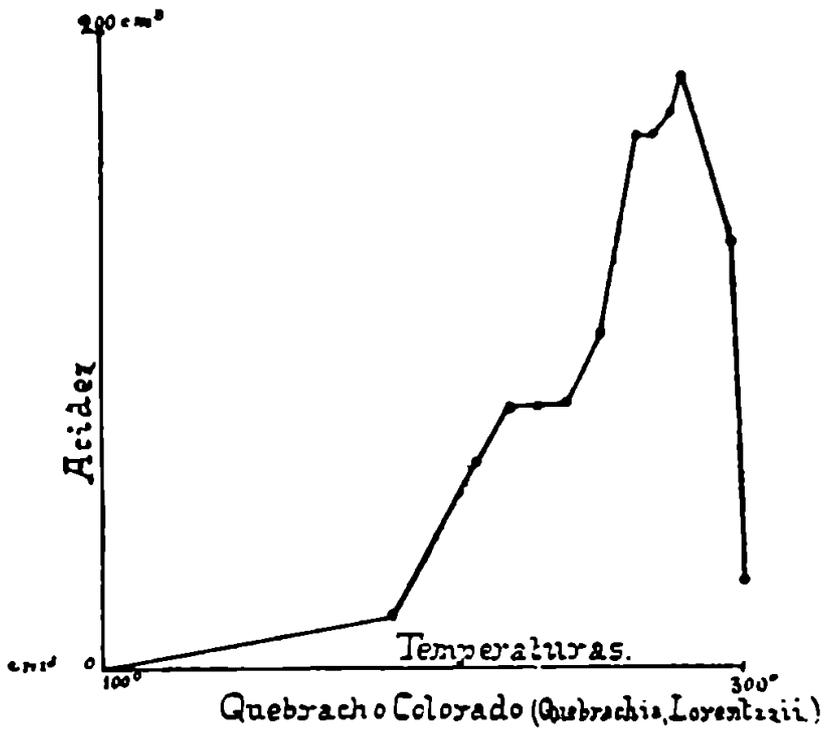
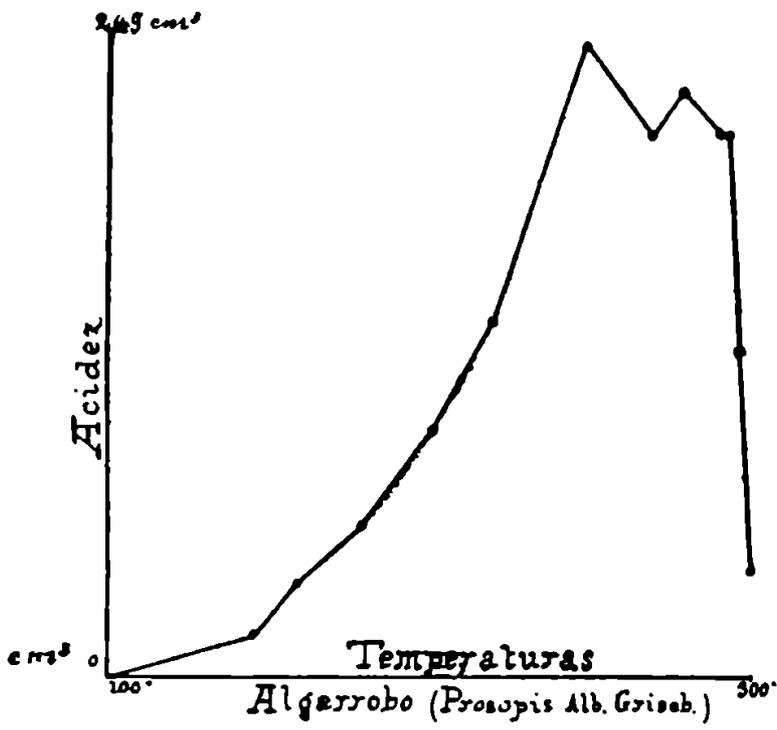
La acidez ha sido tomada de tiempo en tiempo, teniendo cuidado de anotar la temperatura y el tiempo á fin de darle su correspondiente valor en acidez.

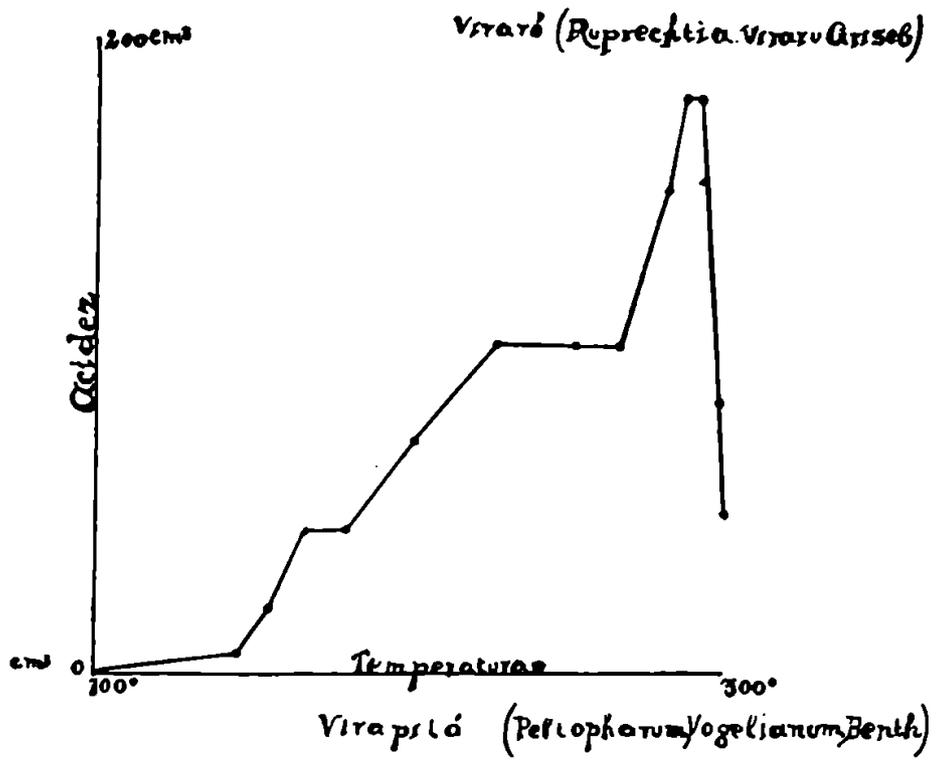
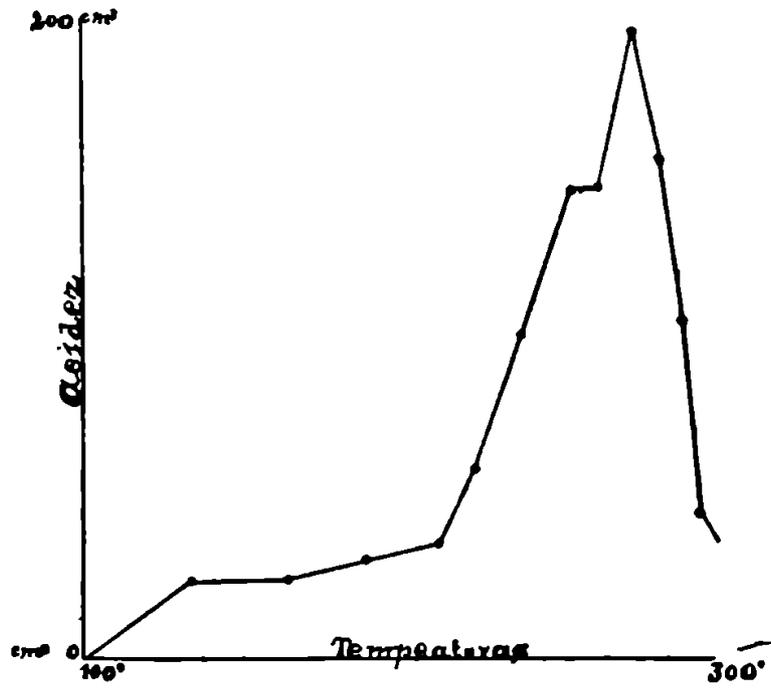
Como fuente de datos he recurrido á la tesis presentada por el doctor Jorge Magnin, de donde he tomado los valores numéricos que he llevado á dar una interpretación gráfica, lo más exacta posible, á fin de demostrar más claramente la influencia de la temperatura y tiempo sobre la acidez.

La simple inspección de estos gráficos nos sugieren









toda una serie de deducciones, que para su mejor estudio podemos dividir las en deducciones acerca de los gráficos de acidez y temperatura, de los gráficos entre el tiempo y acidez, y de las que resultan de la comparación de estos gráficos entre sí.

En primer orden inspeccionando el gráfico de cualquiera de las esencias estudiadas, podemos decir que en todos los casos la aparición de ácidos á partir de los 100°, en que suponemos toda el agua evaporada, es decir, la substancia seca, va aumentando paulatinamente la riqueza de ácido en el líquido del piroleñoso hasta llegar á una temperatura (variable en los cuatro casos presentes y difícilmente repetida en otras), en que la destilación va marchando al máximo y luego comienza el descenso. Lo mismo sucede en el caso de los gráficos de tiempo y acidez, pero que no por eso dejan de tener sus características, aunque, como digo, son casi las mismas que las obtenidas en el caso de las de temperatura y acidez.

No por eso dejan de ser interesantes las formas caprichosas obtenidas, si bien su interés sólo creo sería de poco valor ilustrativo en el estudio de una esencia, constituyendo un complemento de los gráficos anteriores y que pueden aportar algunos datos de interés industrial.

Comparando estos dos órdenes de gráficos vemos bien claramente, que en la destilación pirogenada de las maderas en general y en particular se establece una relación íntima entre el aumento de temperatura y el tiempo en que dicha operación se efectúa, siendo una función de dichos factores el grado de acidez obtenido en el piroleñoso destilado.

Además es tan íntima la relación que existe entre estos tres factores, que por sí solos no pueden ser alterados aisladamente, debiendo marchar ellos siempre de acuerdo, puesto que con la simple variación de uno de ellos, cualquiera de los dos primeros, por ejemplo, la simple aceleración ó retardo de la temperatura en el sentido creciente, traería consigo una variación del mis-

mo género en la acidez y el tiempo en que la destilación dura.

El primero de estos retardos ó aceleraciones, fácilmente podemos explicarnos, puesto que notamos la relación directa que existe entre uno y otro; en cuanto al segundo, es fácil comprender puesto que con una aceleración máxima llegaríamos á obtener una cantidad de gases que dada la velocidad de salida escaparían muchos de los condensables sin hacerlo, y con ellos parte de la acidez.

Vemos, pues, que para conducir una operación de este género debemos situarnos dentro de los límites lógicos que la razón nos sugiere, después de haber estudiado cada una de las materias primas á emplear, tomando un término medio en el caso de que ésta estuviese constituida por una mezcla de esencias, el cual nos serviría para orientarnos en el ensayo preliminar á efectuar, el que nos dará el dato definitivo.

Veamos ahora otros datos no menos importantes que también pueden ilustrarnos sobre la influencia que la temperatura puede tener sobre el carbón, por ejemplo, desde que él es un producto cuyo valor lo hace ocupar uno de los primeros lugares entre los obtenidos en esta industria.

Tomando en cuenta las propiedades del carbón obtenido en función del tiempo, temperatura y calidad de madera empleadas, tenemos, según la experiencia de M. Viot, que para 100 partes de madera sometidas á la temperatura de:

250°	dejan	de	carbón	en	peso	o|o	50.00	gs.
300°	"	"	"	"	"	"	33.00	"
400°	"	"	"	"	"	"	20.00	"
1800°	"	"	"	"	"	"	15.00	"

cuya cantidad en carbono o|o sería:
el carbón obtenido á:

250° .	o|o	65.00	gs.
300° .	”	73.00	”
400° .	”	80.00	”
1800° .	”	95.00	”

lo que nos permite llegar á las siguientes conclusiones:

- a) Cuanto más elevada es la temperatura de carbonización, más elevado es el tenor en carbono, del carbón obtenido.
- b) Cuanto más inferior es la temperatura de carbonización, mayor es el rendimiento en carbón.
- c) Parece que la elevación de temperatura trajese una concentración de carbono que daría al carbón más consistencia.
- d) Cuanto más elevada la temperatura, menor es la cantidad de gases fijos que el carbón posee.

En efecto:

á 250°	tiene	1|2	de su peso de gases ocluídos
á 300°	”	1|3	” ”
á 400°	”	1|20	” ”
á 1800°	”	1|100	” ”

Por lo demás, la cantidad de carbón también varía con la clase de esencia destilada, según puede verse en el siguiente cuadro:

(*) Quebracho colorado .	39.87
Algarrobo	36.28
Curupay	36.08
Quebracho blanco	35.76
Guayaibi	35.61
Viraró	33.80
Virapitá	33.30
Nogal tucumano	32.31
Tipa	31.95

(*) Tesis, Dr. J. Magnin.

Otro tanto sucede con la composición química de los carbones obtenidos á la misma temperatura, al variar de clase de madera empleada en su obtención.

Nombre de la madera	Carbón fijo	Materias volátiles	Coke directo	Cenizas	Poder calorífico
Cancharana	77.157	16.619	77.553	0.396	7.052.03
Tarco	73.051	18.881	75.073	2.012	6.973.20
Petereby ..	70.330	18.162	76.358	6.028	6.205.45
Guayaiby...	68.574	20.290	74.158	5.584	6.454.96
Algarrobo .	67.744	24.004	70.588	2.844	6.530.71
Cedro	67.100	26.244	67.848	0.748	7.336.84
Palo Santo	65.193	27.343	67.613	2.420	6.328.06
Lapacho ..	62.792	24.650	70.440	6.648	7.084.58
Curupay ..	62.909	29.027	66.153	3.244	6.552.00

La densidad y el poder de conductibilidad eléctrica, varían con la temperatura á la cual se le obtiene; más duro y mejor conductor es, cuanto más elevada es dicha temperatura.

También se ha experimentado la influencia de la temperatura de obtención, con la relación que guarda la temperatura en que comienza un carbón su ignición, estando ésta en relación directa con aquélla; es decir, que cuanto más baja es la temperatura á la cual ha sido obtenido, tanto más lo es la temperatura en que la ignición comienza. Una relación análoga podemos observar en lo que se refiere al poder de absorción del H²O, pues, que tanta mayor cantidad de agua absorbe un carbón de madera, cuanto más baja es la temperatura á la cual ha sido preparado.

Finalizando, podemos decir que: la temperatura á la cual se obtiene un carbón está en relación directa con la densidad, con la conductibilidad eléctrica y la temperatura de ignición é inversa al poder absorbente. Con los cuadros adjuntos se puede apreciar esto gráficamente á más de constituir una prueba interesante de los ensayos practicados.

Cantidad de agua absorbida por un mismo carbón de madera, obtenido á distintas temperaturas

Temperatura de obtención	Agua, capaz de absorber %
150° .	. 20 á 21
200° .	. 10 á 11
300° .	. 7 á 8
350° .	. 5 á 6
400° .	. 4 á 5
1000° .	. 4 á 5
1500° .	. 2 á 3

Tabla que nos proporcionaría un medio aproximativo, para conocer la temperatura á la cual un carbón ha sido obtenido, conociendo la humedad como se sabe, fácil de determinar y cuyo valor interesa siempre.

Conductibilidad del carbón de la misma madera, obtenido á distintas temperaturas

Temperatura de obtención	Conductibilidad
160° .	59
200° .	60
300° .	61
1000° .	64
1250° .	65
1500° .	66

Observamos en él la misma relación que en el caso anterior.

Densidad del carbón obtenido á distinta temperatura

Temperatura de obtención	Densidades
150° .	1507
200° .	1417
300° .	1500
350° .	1709
432° .	1841
1000° .	1862
1250° .	1869
1500° .	2500

Grados á que comienza la ignición de un carbón obtenido á distintas temperaturas

Temperatura de obtención	Grados á que comienza
260° — 280°	340° — 260°
290° — 432°	360° — 370°
1000° — 1500°	600° — 800°
Fusión del platino	1250°

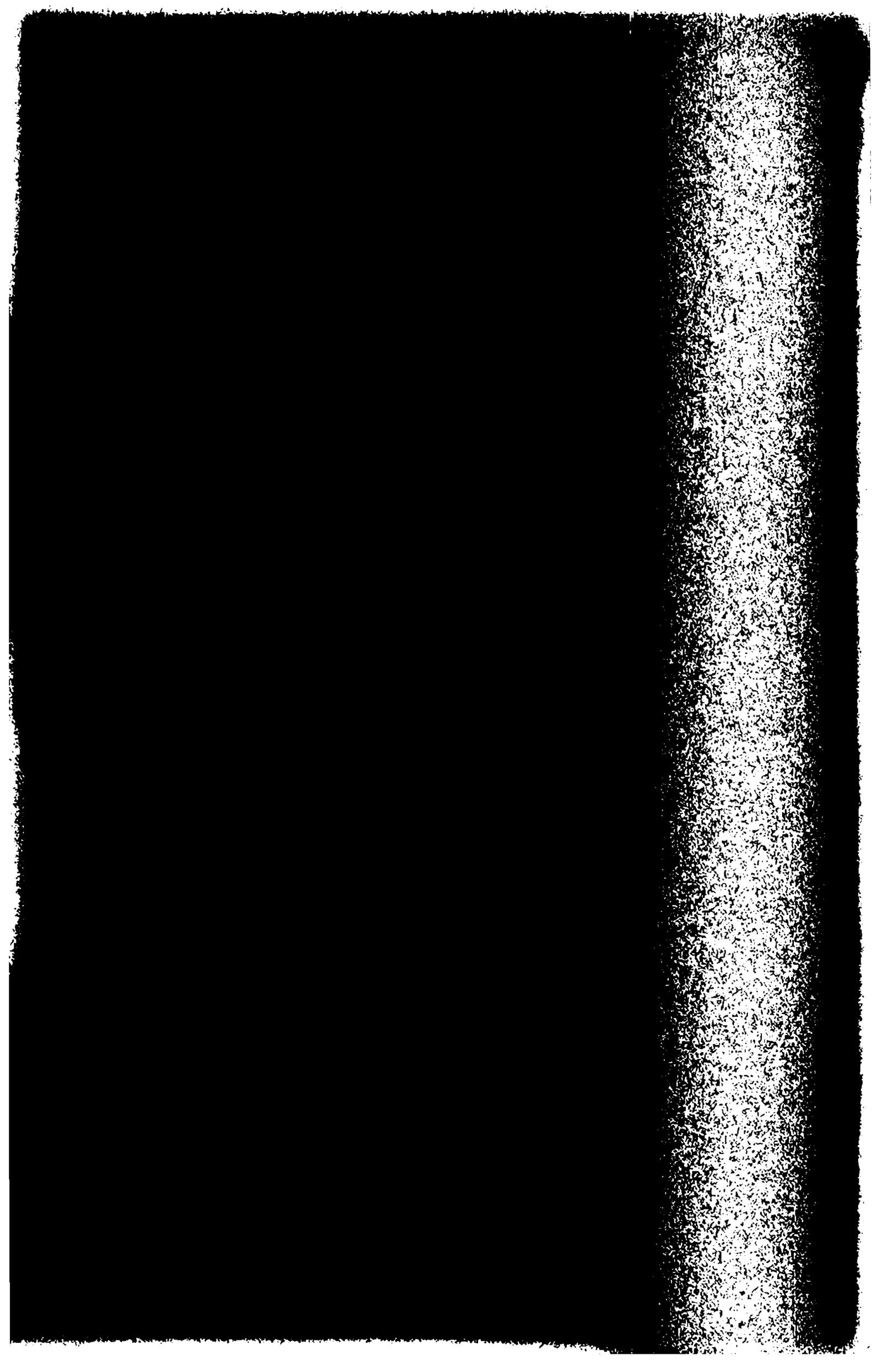
Con los datos expuestos anteriormente, no nos será difícil llegar á comprender los múltiples fines que un industrial puede proponerse al practicar una destilación pirogenada de madera, por lo que lógicamente podemos aceptar la dificultad de marcar una ruta á seguir, desde el momento que más serían las divergencias de sus sendas, que el largo de ellas.

En pocas palabras, para cada fin perseguido, debe tenerse presente reglas inviolables, si quiere llegarse á buen término; enumerarlas aquí sería salirse del programa trazado para entrar en un vasto campo que no puede abarcarse dentro de un espacio reducido, como lo es este capítulo.

Pasaré á ocuparme de la forma cómo la destilación

de las maderas hoy se sigue, pasando en revista los aparatos más interesantes, usados con el objeto de practicar esta destilación, cuando la materia prima es la madera en general y ocupándome tan extensamente como pueda, en lo que se refiere á los métodos y aparatos usados para conseguir la destilación de los productos leñosos como el aserrín.

Encararé el tema en una forma teórico-práctica haciendo una subdivisión al capítulo, en la primera parte de la cual estudiaré sólo la obtención del piroleñoso, y en la segunda parte me ocuparé de la elaboración de los productos constituyentes de piroleñoso, reservando para el último capítulo el estudio de sus aplicaciones.



CAPITULO IV

Procedimientos usados en la destilación pirogenada de las maderas y elaboración de sus productos

Además de los procedimientos indicados al tratar el capítulo de la historia de la destilación pirogenada de las maderas y cuando se trató de la evolución de los procedimientos, los cuales, puede decirse, que actualmente son puestos en práctica en muchas localidades, indicaré otros, que dado el perfeccionamiento á que con ellos se llega en sus diferentes partes, los hacen sumamente prácticos é interesantes.

Trataré ante todo del procedimiento que podríamos llamar del vapor de agua sobrecalentado y bajo presión.

Este método consiste en someter á las maderas á una destilación en que actúa el vapor de agua como agente de descomposición de la materia prima, proporcionando productos de alto grado de pureza y con una rapidez muy digna de tenerse en cuenta.

Para poder practicar la descomposición de las maderas por este método, es necesario disponer de un aparato como el indicado en la figura, consistiendo en dos

calderas concéntricas, metida una dentro de la otra, de tal manera que pueda circular libremente entre la cara interna de la caldera envolvente y la externa de la envuelta, el vapor de agua, debiendo tener un espesor que no será nunca menor de 20 centímetros.

En el cilindro interior se encuentra la madera destinada á sufrir la carbonización y la exterior está ocupada en los espacios libres que deja aquella, por una corriente de vapor de agua, que es conducido por el tubo lateral visible en la figura, proveniente de un serpentín el cual es á su vez calentado por las llamas del horno inferior.

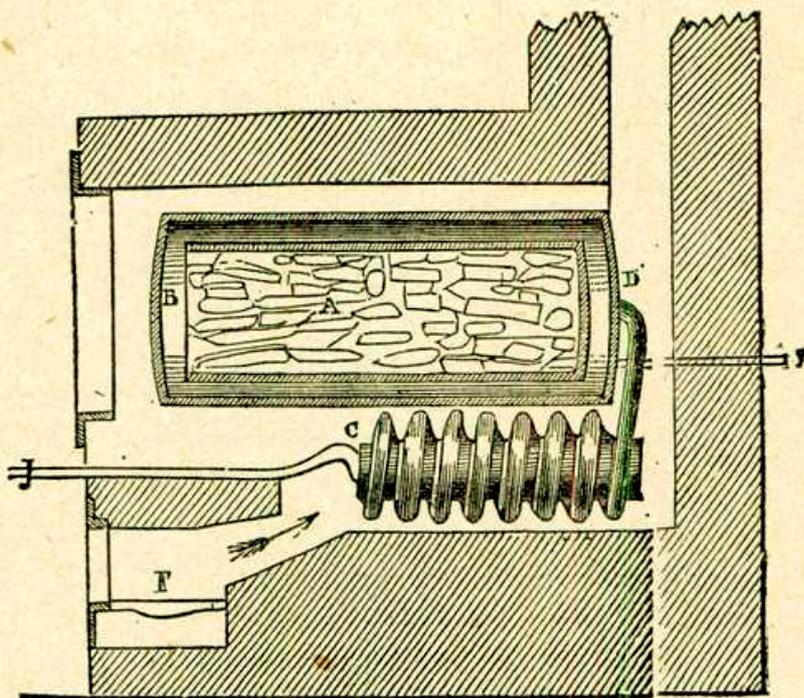


Fig. 5

Por una tubuladura (la marcada con una línea de puntos) lateral, los productos de destilación son conducidos á los refrigerantes y de allí á las cubas de donde pasarán á ser tratados como veremos más adelante.

El vapor entra en el serpentín sobrecalentado y con una presión de una atmósfera, la que puede disminuir hasta media atmósfera, pero no menos de esta presión.

Estos aparatos pueden carbonizar 30 kilogramos de madera en dos horas y el carbón obtenido es de una regularidad muy grande, teniendo por lo demás una superioridad enorme sobre los aparatos á fuego directo.

Carbonización del aserrín de madera y de los deshechos de madera análogos

Debe comprenderse con el nombre de deshechos de madera todos los que se encuentran en pedacitos, es decir, en granos ó en polvo. Todos los de mayor tamaño se pueden carbonizar del mismo modo que la madera en vigas, en las retortas ordinarias.

Llegamos ahora al tercer grupo de las materias primas empleadas para la carbonización, grupo que comprende las maderas en pequeños pedazos provenientes del aserrín y de las fábricas de extracto de madera tintórea, de las fábricas de materias tanantes, etc.

Estos residuos de madera que se presentan bajo la forma de polvo, de granos ó de raspaduras, no han sido por así decirlo empleados hasta el presente, sino como combustibles por las fábricas que los producen y por lo general en mezcla con el carbón. Sin embargo, el aserrín de madera tiene además otras aplicaciones industriales, entre las que debemos citar en primera línea su tratamiento para el ácido oxálico.

El consumo del aserrín resultante de los distintos usos, es poco considerable relativamente á la producción y siempre se usa en el sitio en que se produce, porque no puede soportar el transporte. En estas condiciones, los residuos de la madera no tienen casi ningún valor, por esto desde hace algún tiempo se busca un empleo que no sea costoso para la carbonización. Estos esfuerzos se han hecho precisamente sentir en estos últimos tiempos, con una intensidad muy marcada, pues los pedidos de más en más importantes de acetato de cal, de alcohol metílico, de acetona, de ácido acético y de formoaldehi-

da, han hecho pensar que el tratamiento de esta materia prima poco costosa pudiera ser muy remuneradora.

Nada demuestra mejor cuán halagüeña es esta perspectiva, como la empresa gigantesca que fué creada en Cassel, aplicando la patente de *Bergmann*, quien creía haber resuelto de la mejor manera el problema de la carbonización de los residuos de la madera.

APARATOS DE CARBONIZACIÓN PARA EL ASERRÍN. — La carbonización del aserrín y de los desechos de la madera análogos, ofrece ciertas dificultades porque después de cargadas las retortas con las maderas generalmente muy húmedas, se produce en las partes vecinas á las paredes de los vasos y por consecuencia las más expuestas á la acción del calor, una serie de cilindros de carbón latente que hacen muy difícil la penetración ulterior del calor. Además, los pedazos de madera muy juntos, impiden que el gas se desprenda, porque el alquitrán que se forma produce la unión de unos con otros de tal manera, que apenas unos que otros productos de destilación, pueden salir del interior de la masa. No siendo posible carbonizar el aserrín en las retortas de forma ordinaria, se ha visto la necesidad de recurrir á dispositivos mecánicos, esperando de esta manera hacer desaparecer los inconvenientes señalados. *Holiday* fué el primero que siguió este procedimiento introduciendo el aserrín de madera, en cilindros de fierro fundido, en los cuales una pieza de Arquímedes, hace el transporte exterior. El cilindro se calienta de la misma manera que las retortas horizontales y la rapidez de movimiento de la pieza de Arquímedes está dirigida de manera que la madera queda en el cilindro durante un tiempo determinado.

Se sabe que el aserrín contiene una cantidad bastante grande de agua, que no solamente prolonga inútilmente la duración de la carbonización, sino que ocasiona grandes gastos de combustible y además diluye fuertemente el vinagre de madera, de suerte que la solución de este último, trae trastornos en la evaporación. A fin de

evitar estos inconvenientes, el aparato de *Holiday* ha sido perfeccionado de manera que varios cilindros puedan funcionar simultáneamente, estando establecidos unos sobre otros, recibiendo los más bajos el calor directo del hogar mientras que los superiores se calientan sólo por las llamas perdidas.

El aserrín vertido sin interrupción en el cilindro superior y siendo despojado del agua, que será arrastrada por conductos particulares, baja de cilindro en cilindro hasta la parte inferior del aparato haciendo un trayecto en zig-zag, y siendo sometido en todo este trayecto al proceso de destilación; del cilindro superior el carbón es retirado sin interrupción de manera que parece efectuarse de una manera ideal. Aún no se sabe si este modo de trabajo podría ser aplicado industrialmente. En todo caso, la carbonización del aserrín no tiene hasta aquí más que un papel muy secundario.

Entre las numerosas variantes de este método no citaremos más que los procedimientos patentados de *Bergmann* (1), de *Heinisot* (2), de *Lührich* (3), de *Hermann Fischer* (4), de *Schneider* (5), de *Sulmann* (6), de *Larsen* (7), de *Henri Spurier* (8) y de *Wengoffer* (9).

Algunos de estos inventores emplean igualmente agitadores como *Hermann* y *Fischer*, que reemplazan los cilindros horizontales del aparato de *Holiday*, por calderas construídas como las que se emplean para la preparación de la acetona, dos de estas calderas se establecen una sobre la otra, y la superior que se calienta por las llamas perdidas de la inferior tiene un papel de disecador, las calderas se ponen en comunicación por me-

-
- | | | | |
|-----|--------------------------|-----------------------|-----------------|
| (1) | Patentes alemanas, Núms. | 65447, 80624 y 88014. | |
| (2) | " | " | 74511. |
| (3) | " | " | 56339. |
| (4) | " | " | 89140. |
| (5) | " | " | 99613. |
| (6) | " | " | 107234. |
| (7) | " | " | 111288 y 113024 |
| (8) | " | " | 116468. |
| (9) | " | " | 122853. |

dio de un tubo que está provisto de registro y en la caldera superior es, por consecuencia, efectuada la destilación, propiamente dicha. *Larsen*, de la misma manera que *Schneider*, emplea retortas rotativas, de manera que efectúa la carbonización igualmente con movimientos de la masa á tratar.

Con estos procedimientos, en los cuales ciertas partes de los aparatos son movibles, los resultados de la operación son naturalmente aumentados y esto, como veremos después, no puede ser ventajoso. Los agitadores mecánicos no son necesarios cuando los productos son carbonizados en capas delgadas. Es de esta manera que trabaja, con desecación preliminar con ayuda de las llamas perdidas, *F. H. Meyer* en una usina de *Hanoire-Hainholz*. Este sistema consiste en dos retortas horizontales trabajando juntas y en las cuales se ponen uno ó varios vagones que están provisto de un cierto número de chapas sobre las cuales la materia se extiende en capas muy finas.

Mientras que una retorta efectúa la carbonización propiamente dicha, las llamas perdidas circulan alrededor de la otra, desecando completamente el contenido; de esta manera la desecación se efectúa sin pérdidas y la carbonización sin depósito mecánico costoso, obteniéndose una destilación muy rápida, con muy poco gasto de combustible. En estos aparatos la carga se hace en unos minutos por el empuje de vagones previamente cargados, dando muy buenos resultados.

Entre los otros procedimientos, el de *Heidinstam* (1) y de *Bergmann*, son los que más se han tratado. Mientras que las publicaciones relativas al procedimiento de *Heidestam* se ocupa únicamente de los detalles químicos; las patentes de *Bergmann*, de las que se ha hablado mucho, fueron la causa de una discusión industrial que terminó por la caída de *Desecación de Cassel*, y para mejor darse cuenta, no será inútil pasar una revista sobre la historia de las patentes de *Bergmann*.

(1) Patente alemana Núms. 100414, 103932 y 114551.

Puede decirse de las patentes de Bergmann, que han sido recibidas con entusiasmo, pues prometió, ni más ni menos, que producir con la madera de deshechos un carbón bajo la forma de briquetas que podría reemplazar al carbón provisto por la madera en vigas. Partiendo de la idea de dar al aserrín de madera antes de la carbonización, una forma que haría desaparecer los inconvenientes señalados y produciría carbón en pedazos, transformando el aserrín en briquetas, antes de la carbonización, á fin de tratar enseguida todo como madera de vigas. Pero pensaba no solamente haber resuelto el problema de obtener el carbón en pedazos grandes, sino que pretendía expulsar el agua por el calor que desenvuelve la enorme presión á la cual el aserrín se expone.

La sociedad de desecación de *Cassel*, que había adquirido la patente de *Bergmann*, sostuvo con entusiasmo á este método, fundando varias usinas; creían sacar mucho provecho de ella, á tal extremo que no se buscaba sólo transformar en briquetas y carbonizar los desechos de la madera que se tenía á mano, sino que decían que era más racional emplear este método hasta para las maderas en vigas.

Aunque esto parece increíble, se han hecho tentativas para aplicar este procedimiento; el éxito obtenido fué completamente nulo, puesto que al cabo de cierto tiempo se apercibieron que las briquetas de madera obtenidas después de la destilación del carbón, caía en polvo cuando se las sacaba de las retortas.

Además la preparación de las briquetas, abstracción hecha de los grandes gastos que ocasionaba, ofrece todavía grandes dificultades; pues para carbonizar partículas de madera muy unidas por la presión, es necesario una temperatura extraordinariamente alta, que no solamente disminuye el rendimiento y destruye en poco tiempo las retortas, sino que produce el carbón casi en una forma granítica, la cual no puede de ninguna manera ser considerada como mejor que el carbón de leña en vigas.

En estas condiciones es tan imposible practicar la destilación, que solamente una de estas fábricas pudo ensayar de tratar los residuos de madera según el método Bergmann, viéndose obligada á abandonarlo, y volviendo al procedimiento de carbonización de la madera en vigas.

PROCEDIMIENTO DE HEIDENSTAM. — *Heidenstam* para obtener carbón en pedazos grandes, como producto final de la carbonización de los deshechos de madera, hace igualmente preceder ésta de una compresión con el objeto de eliminar el agua, y luego los deshechos transformados en briquetas y enseguida carbonizados. Durante la carbonización de las briquetas están sometidas á una presión, ejercida por medio de un pistón; los productos de la destilación no se exponen á una presión. La brea que se forma es en su mayor parte retenida y penetra en los poros de las briquetas.

Se podrá siempre preguntar si el carbón así producido, no se parece al de coke y no tiene estructura distinta al carbón de leña, lo mismo que los inconvenientes físicos del carbón de *Bergmann* de madera, que á pesar de las comunicaciones favorables de su gran poder calorífico, es probable que este carbón no sería apreciado de la misma manera por los consumidores; éstos miraron siempre como secundario un carbón de leña de toda otra estructura que la verdadera, y por consecuencia, no le dan el mismo valor.

Los artículos publicados en los números 60 de 1901, y los números 25 de 1902 de la *Chemiker-Zeitung*, y sobre los cálculos de rendimiento dados en el último número de éste, indican, sin embargo, que el procedimiento patentado de *Heidenstam* promete buenos resultados; pero sería de desear que el precio para los productos, fuera mayor, de manera que la producción de un secundario de carbón en pedazos grandes, pueda ayudarlo.

Utilización de los residuos según Buhler. — F. A. Buhler propone para la carbonización de los residuos de maderas y de la preparación del carbón en pedazos grandes, otro procedimiento particular, que ha descrito con detalles en el N.º 25 de la *Zeitschrift für angewandte Chemie*, del año 1902 (1).

Buhler admite, y esta es mi manera de pensar, que la carbonización de los residuos de la madera no ofrece generalmente por ella misma dificultades técnicas, que los rendimientos de la madera de deshechos son exactamente los mismos que los de la madera de vigas correspondientes; pero que aún así, no se puede obtener ningún provecho, desde que se trata de operaciones que aumentan en notables proporciones los gastos de la fabricación.

Las briquetas preparadas con el polvo de carbón de leña adicionadas de diversos modos, son demasiado compactas, queman muy despacio y las adiciones (engrudo de almidón y silicato de sodio) aumentan mucho el precio.

Las briquetas más baratas fabricadas con la ayuda de prensas y de una mezcla de alquitrán y polvo de carbón de leña, ofrecen también una gran consistencia para convenir para los usos industriales; una briqueta para estos usos debe ser porosa, y, sin embargo, suficientemente resistente, pero debe también ser liviana, no debe, sin fuerzas la combustión, producir chispas ó dilatarse; no debe tampoco su contenido en cenizas, ser más elevado que el carbón de leña natural, y no ser más barata que éste.

Para evitar las operaciones preliminares que aumenten el precio de la fabricación, Buhler no transforma en briquetas antes de la operación de la carbonización, pero da una importancia capital á una desecación previa y poco costosa.

Como una desecación artificial preliminar por el fuego directo ó por compresión (sistema *Bergmann* ó

(1) *Zeitschrift für angewandte Chemie*, Heft — 25, 1902.

Heidenstam), es demasiado costosa, se aplica el sistema de *Bühler*, con la ayuda del calor proporcionado por el gas quemado en los hornos de las calderas á vapor y de las retortas. Se aspira este gas por medio de un ventilador y se quitan todas las chispas haciéndolo pasar por una tela metálica; el ventilador empuja así el gas así purificado en un canal en donde los residuos de madera á desecar se renuevan continuamente.

Para transformar el carbón en pedazos grandes, el carbón pulverizado obtenido se mezcla con alquitrán, añadiendo, para obtener una briqueta porosa, una cierta cantidad de polvo de deshecho de madera y se cuece en hornos parecidos á los de coke; se produce con esto una disminución de volumen y se hacen porosos y livianos.

Este método de trabajar de *Bühler*, comparado con el de *Bergmann*, y de *Heidenstam*, tiene las siguientes diferencias:

No se necesita someter los productos á preliminares manipulaciones costosas y no se usan los depósitos mecánicos como en el sistema de *Meyer*. Las operaciones preliminares de los procedimientos de *Bühler* y de *Heidenstam*, es decir, la carbonización de una briqueta compuesta de alquitrán y de desechos de madera, por el resultado final, ofrece algunas semejanzas y no se distingue sólo porque *Bühler* hace la carbonización de los elementos de las briquetas y luego éstas, mientras que *Heidenstam* efectúa en una sola operación.

La probabilidad de la aplicación del procedimiento, dependerá de la disposición de los consumidores en admitir, como secundario al carbón de leña, un producto más bien parecido al coke y que tenga un precio en relación con su calidad, el cual no debe ser inferior al carbón de leña.

CAPITULO V

Tratamiento de los productos brutos de la carbonización de la madera — Alquitrán — Piroleñoso — Alcohol metílico — Carbón de leña.

Las usinas de carbonización de poca importancia, no se ocupan del tratamiento del acetato de cal y del alcohol metílico, porque á causa de la situación actual del mercado y la reducción del precio de los productos elaborados, comparado con el de los productos brutos, el tratamiento de pequeñas cantidades de éstos, no es suficientemente remunerado.

Por otra parte, las usinas de carbonización de la madera, no están en situación de producir cantidades ilimitadas de pirolignito de cal ó de alcohol metílico, puesto que la cantidad de madera que es posible tratar, depende de la importancia del consumo del carbón; este producto no puede ser transportado demasiado lejos, puesto que con ello, su calidad desmerece mucho.

Preparación del ácido acético con el pirolignito de cal. — Hoy que el acetato de soda es generalmente pre-

parado por saturación del ácido acético débil con carbonato de soda, es del todo evidente que esta substancia no puede constituir una materia prima de primera calidad para la fabricación del ácido acético, por lo que se recurre al pirolignito de cal, abastecido por las usinas de carbonización de madera, para reemplazarlo.

Este producto ofrece más ó menos la composición siguiente:

100 kilos de pirolignito de cal gris contienen:

84 o/o de acetato de calcio comprendido: sulfato de calcio y el borato de calcio.

10 o/o de agua y

6 o/o de elementos extraños entre los cuales hay restos de alquitrán y de otras substancias que tienen un importante papel. Existen para extraer el ácido acético de esta preparación dos procedimientos:

- 1.º Descomposición del acetato de cal por el ácido clorhídrico.
- 2.º Descomposición del acetato de cal por el ácido sulfúrico concentrado.

Los dos métodos son muy empleados y el mayor uso de uno ó de otro, depende puramente de la calidad del ácido acético que se quiere obtener.

Si se trata de producir solamente el ácido acético para las artes, se puede eventualmente dar la preferencia al procedimiento del ácido clorhídrico, porque es menos costoso; pero cuando se trate de obtener ácido puro, debe preferirse el procedimiento del ácido sulfúrico.

PROCEDIMIENTO DEL ACIDO CLORHIDRICO. — Se distinguen dos modos de aplicar el procedimiento: el procedimiento periódico y el continuo. Este procedimiento está protegido por una patente.

El primero es el método más antiguo para la extracción del ácido acético del pirolignito de cal y consiste en mezclar el acetato de cal con la cantidad necesaria de ácido clorhídrico y dejar en reposo durante un cierto

tiempo, el producto de la reacción completamente líquido. La mezcla se efectúa en cubas de madera forradas de plomo ó en fosas de albañilería y munidas de agitadores de madera, empleándose para 100 kilos de acetato de cal por lo menos 115 kilos de ácido clorhídrico a 20-21 B.

Cuando los dos productos han sido cargados, se amasa hasta que el total esté completamente líquido y enseguida se deja en reposo.

En este líquido que representa una mezcla de solución de cloruro de calcio y ácido acético, se separa en la superficie una capa de alquitrán, que contiene al mis-

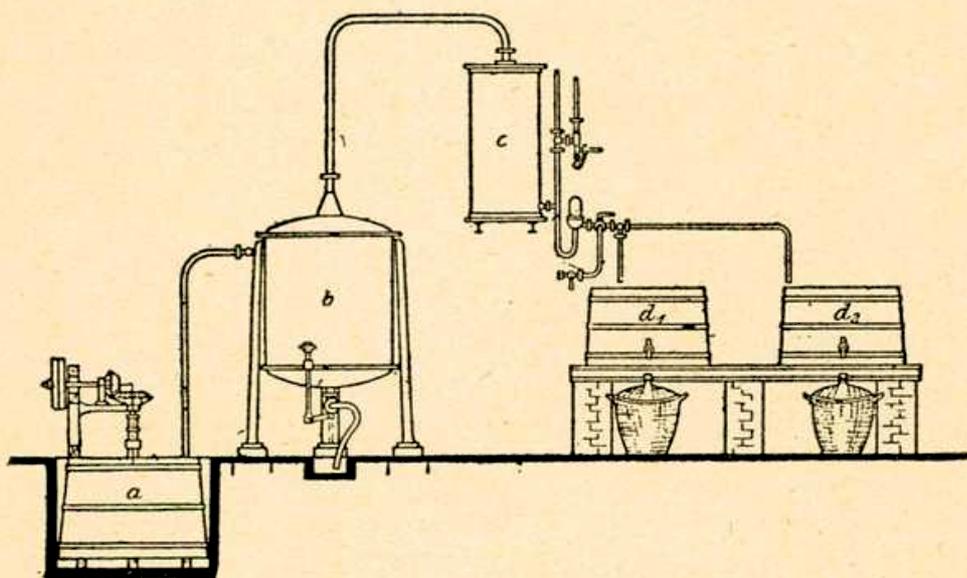


Fig. 6

Aparato para la fabricación del ácido acético por el procedimiento periódico del ácido clorhídrico

- a) es la cuba de descomposición;
- b) aparato destilador;
- c) un refrigerante, y
- d) y d 2 son receptores para el ácido bruto.

mo tiempo todas las impurezas mecánicas, como pedazos de madera, paja, etc. Esta capa de alquitrán se vacía y queda una substancia líquida, cuyo peso específico es igual á 1254, más ó menos y esto se coloca en un aparato destilador.

El aparato de destilación consiste en un calentador de cobre, que como el ácido exige, está construído de una manera suficientemente fuerte y en el cual todas las soldaduras están hechas de una manera especial. Por medio de un tubo ascendente suficientemente largo, el calentador comunica con un refrigerante hecho de un tubo sin soldadura y el ácido condensado en el refrigerante, es recibido en un receptor colector de madera ó directamente en los depósitos.

Independientemente del serpentín de vapor, el aparato está también provisto de un depósito para la entrada del vapor directamente; para llenar el calentador se hace el vacío y estando hecho el vacío se abre la llave del tubo de aspiración que desemboca en la cuba de descomposición (a). La solución sube muy rápidamente en el calentador, en el que es necesario tener una bomba cualquiera.

Si todas las soldaduras del calentador han sido hechas á soldadura dura, y si después de su uso se han endurecido más con el martillo, un aparato tal puede servir durante mucho tiempo. La cualidad del ácido clorhídrico tiene una gran influencia sobre la resistencia y se ha constatado que la presencia del arsénico en este ácido ejerce una acción destructora rápida sobre las superficies metálicas.

Pero los defectos del aparato no son solamente causa de las soldaduras, á menudo un desgaste aparecido en el cobre empleado, tiene también una importancia muy grande y constituiría una falsa economía la efectuada en esta parte. El tamaño del calentador depende naturalmente de la importancia del rendimiento y es conveniente en emplearlos de tamaños demasiado grandes.

Después de haber llenado el calentador y restablecido el equilibrio entre la presión interior y exterior, del extremo corre ya un ácido límpido como agua, ofreciendo lo más un ligero tinte amarillo. Se puede obtener así sin ninguna dificultad una cantidad igual á 50 o|o del volúmen total.

Al fin de la operación, es conveniente hacer llegar en el calentador vapor caliente; el ácido obtenido con este vapor sale turbio. Todas las fracciones que tienen menos de 30 ojo de ácido se agregan á la operación siguiente. Si se desea obtener un ácido casi límpido, se somete á una segunda operación, después de haber oxidado los productos obtenidos, en un vaso de tierra, por medio de un pequeño exceso de permanganato de potasio; se debe obtener como rendimiento de 100 ks. de acetato de cal á 82 ojo alrededor de 60 ks. de ácido acético al 100 ojo. Pero esta cifra no es evidente, porque el residuo del cloruro de calcio, que queda en el calentador, retiene siempre cierta cantidad de ácido, cuyo precio de extracción sería mayor que el valor del ácido obtenido.

El ácido así obtenido es el que se libra al comercio, con el grado de concentración que se obtiene por dicho procedimiento, pero se puede someter este ácido que contiene 45 ojo de ácido acético, á una rectificación en aparato á columna, obteniendo así un ácido de 80 ojo ó 100 ojo.

A pesar de la sencillez de su forma exterior, el establecimiento del aparato para rectificar el ácido acético, exige mucha experiencia, tanto en lo que se refiere á su construcción, como á su mecanismo y elección de la materia empleada. Se ha reconocido que para estos aparatos el cobre es la única materia que puede emplearse, admitiendo que este metal sea de buena calidad y que el trabajo de soldadura haya sido seguido del nuevo endurecimiento por el martillo.

Se da al calentador la forma de un cilindro horizontal ó vertical y la calefacción tiene lugar por medio de un serpentín de vapor colocado en el calentador; el espesor de las paredes varía entre 6 y 12 m|ms., y por lo general el calentador tiene una capacidad de 3.000 litros. La columna que está representada en un corte vertical por la fig. 7, está igualmente construída en cobre, pero los platos son de porcelana ó de arcilla; no están fijos en la columna, sino que reposan sobre soportes particulares en forma de cilindros, que están adaptados

al interior de la columna. El espacio entre la envoltura exterior de ésta y los soportes, están guarnecidos de amianto, lo que impide á las paredes de la columna de ser atacadas por el ácido. Se da al condensador y al refrigerante la forma de serpentín, porque otros dispositivos se ha visto que son poco resistentes.

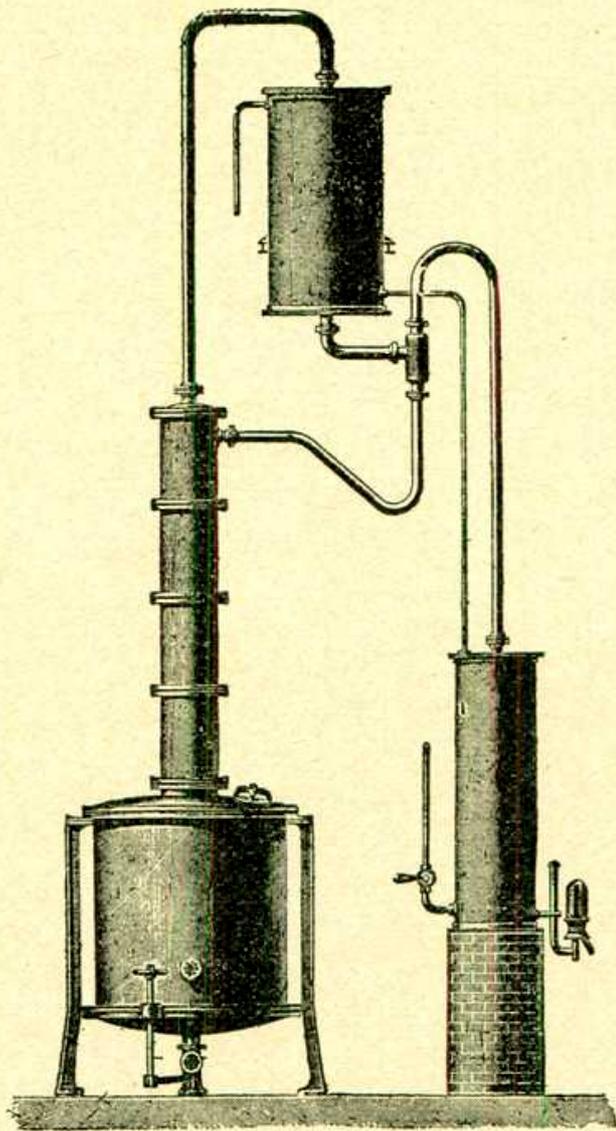


Fig. 17

Aparato de columna para la rectificación del ácido acético

El ácido que se va á rectificar, se introduce en la cuba de cualquier manera, la mejor es, con ayuda de un montajugo, después de lo cual se calienta fuertemente;

desde que el vapor comienza á penetrar en la columna se modera su salida y reduciendo la cantidad de éste se espera el paso del ácido al refrigerante inferior.

Desde que el ácido aparece se regula la afluencia del vapor á la columna del agua al condensador, de manera que corra por hora la cantidad de ácido correspondiente, que no viene á ser más del 25 o|o de ácido acético. Los procesos que se efectúan en el interior del aparato de rectificación, son los mismos que se efectúan á propósito de la rectificación de la madera.

Se regula la afluencia del agua al condensador cuando se tiene la intención de obtener acético cristizable ó ácido acético á 80 o|o. Mayor intensidad tiene el enfriamiento, mayormente se obtiene ácido debilitado, lo que por otra parte enriquece el residuo en ácido á alto grado.

Si por una débil afluencia de agua se produce un débil reflujo, se obtiene ácido ya relativamente concentrado y la operación da en consecuencia, menos ácido acético cristizable. Se busca ordinariamente sacar del aparato una cantidad de ácido cristizable, tan grande cuanto sea posible, no solamente debido al precio más elevado de este artículo, sino porque el ácido es más fuerte, pues menor es la cantidad de agua, al mismo tiempo que las impurezas del ácido acético es menor porque el agua las arrastra.

Una carga de 45 unidades, que contenían ácido acético al 45 ó 50 o|o dan como destilado alrededor de 30 unidades de un ácido débil, que encierra más ó menos 15-20 o|o de ácido acético y se obtiene 13 unidades de un ácido á 95 o|o.

PROCEDIMIENTO CONTINUO. — Se aplica del modo siguiente: se descompone, como se ha dicho, el pirolignito de cal por ácido clorhídrico y la solución de cloruro de calcio, conteniendo ácido acético, es en seguida enviada á un aparato destilador construído bajo un principio análogo á aquél que rige las columnas rectificadoras de las fábricas de alcohol.

El aparato se compone de una columna, en la cual se

encuentra un cierto número de platos, la mezcla ácida recalentada es amasada sin interrupción sobre el más alto de los platos y corre después de plato en plato hasta la parte inferior de la columna, abandonando en este trayecto su ácido acético transformando en vapor por la disposición de calentamiento particular. El vapor se desprende superiormente y se condensa en serpentines apropiados, mientras que el cloruro de calcio se desprende por la parte inferior.

Este método continuo ofrece naturalmente ventajas sobre el anterior, como ser: la construcción de establecimientos poco costosos y poco gasto de mano de obra; en cambio con el primer método el producto sube á mayor precio, sin ser éstas sus únicas ventajas.

El procedimiento de *Boessneck*, será empleado racionalmente, en los casos en que se trate de producir al más bajo precio que fuera posible, grandes cantidades de ácido acético para las artes. El ácido obtenido por este procedimiento ofrece igualmente una concentración de 45 á 50 o/o y con grado de pureza suficiente. Con la ayuda de los aparatos de columna pueden ser tratadas de la manera indicada anteriormente para ácido á alto grado, dejando á la práctica su juicio.

PROCEDIMIENTO DEL ACIDO SULFURICO. — El procedimiento del ácido clorhídrico ha sido exclusivamente empleado hasta 1870, pero desde esta época el del ácido sulfúrico lo ha reemplazado casi en la mayor parte de las fábricas de Alemania y en otros países.

Mientras que en la descomposición del acetato de cal por el ácido clorhídrico, los agitadores no son generalmente necesarios, desde que el producto permanece líquido aún después de la expulsión del ácido acético, y que por esta razón deja que éste se separe tan completamente como le sea posible; son indispensables para la descomposición del acetato de cal con ácido sulfúrico, porque el producto de la reacción forma, una vez producida la descomposición, una masa sólida, que no

deja al ácido acético desprenderse en cantidades suficientes, si no se tiene el recurso de los agitadores.

El ácido bruto obtenido por el procedimiento del ácido sulfúrico, usando el calor directo, será siempre más impuro, (impurezas debidas á las reacciones secundarias), que el ácido preparado por el procedimiento del ácido clorhídrico, pero ofrece la ventaja de una concentración mayor.

Si admitimos que hay en el pirolignito de cal 10 o/o de agua, y 82 o/o de acetato de calcio y en un ácido sulfúrico usual del comercio alrededor del 7 o/o de agua, y si computamos que para la descomposición de 100 kilos de acetato de cal, hacen falta por lo menos 60 kgrs. de ácido sulfúrico á 66° B., obteniendo un rendimiento bruto de 58 kgrs. de ácido acético, sería necesario agregar el agua producida por el acetato de cal y el ácido sulfúrico al destilar al mismo tiempo y tendremos para 100 kilos de acetato de cal 72 kilos de ácido acético bruto, donde el contenido en ácido puro será por consecuencia igual á:

$$\frac{58 \times 100}{72} = 80 \text{ o/o}$$

Es la mayor concentración que puede ser obtenida tratando por el ácido sulfúrico á 66° B. acetato de cal con 10 o/o de agua, no totalmente desecado; si se opera después del procedimiento ordinario del ácido sulfúrico, es decir, sin emplear el vacío y á fuego directo, no se obtendrá esta concentración. Esto sucede por la acción de la temperatura elevada, desde el principio á un alto grado, por el fuego directo, aumentada por el calor latente de la reacción, lo que actuando sobre el calentador de descomposición, reduce una parte del ácido por el alquitrán contenido en el acetato. Es por esto que estamos obligados, cuando se elige este procedimiento, á emplear un exceso de ácido sulfúrico que es como ordinariamente se hace; 70 kgrs. de ácido sulfúrico por 100 de acetato de

cal, para estar seguro que al fin de la operación, estando á alta temperatura, no se formaría acetona en detrimento del acetato de cal que queda sin descomponerse. La cantidad de agua que pasa en la destilación es, por consecuencia, aumentada no solamente por el ácido sulfúrico empleado de más, sino también, por el agua que se forma en la reacción, que aumentan la reducción de una parte del ácido sulfúrico y por esto se llega en el mayor caso á una concentración de 75 o|o para el ácido bruto.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL PROCEDIMIENTO. — Si antes de entrar á detallar el procedimiento del ácido sulfúrico, comparamos las ventajas y los inconvenientes de los procedimientos, veremos que en el procedimiento del ácido clorhídrico los agitadores son inútiles, lo que proporciona una economía de combustible, pudiendo operar sobre cualquier carga y el consumo de ácido es casi teórico, lo que no sucede con el ácido sulfúrico; el empleo pues, de este procedimiento, y sobre todo el procedimiento continuo, es el más racional.

Pero estas desventajas, son grandemente compensadas por el mayor rendimiento del acético por el procedimiento del ácido sulfúrico, aunque el procedimiento del ácido clorhídrico en lo que se refiere á la producción del ácido bruto, sea en apariencia más ventajoso en lo relativo al gasto de fabricación; sus condiciones cambian inmediatamente si consideramos el tratamiento ulterior del ácido bruto, obtenido por los dos procedimientos. Hemos visto que el procedimiento del ácido clorhídrico da un ácido de 45 ó 50 o|o á lo más, mientras que con el procedimiento del ácido sulfúrico se obtiene sin dificultad operando en ciertas condiciones, que indicaré después, un ácido bruto de 80 o|o. El mercado actual del ácido acético no acepta sino á un precio muy bajo, el ácido diluído, mientras que por el ácido cristalizante ó sea un ácido puro á 80 o|o, los precios son relativamente mejores y es evidente que los beneficios de las fábricas de ácido acético, dependen en la mejor parte

de la importancia del rendimiento del ácido puro. Si se rectifica el ácido bruto obtenido por el procedimiento del ácido clorhídrico, se obtendrá una cantidad considerable de ácido acético de débil graduación, difícilmente utilizable y estimado.

Estas consideraciones demuestran, que el procedimiento del ácido clorhídrico no puede ser empleado convenientemente, sino cuando se trata de producir ácido para las artes, ó cuando se pueda disponer de abundante cantidad de ácido clorhídrico, debiendo preferirse para la preparación del ácido cristalizabile, el procedimiento del ácido sulfúrico. El procedimiento clorhídrico tiene aún otro inconveniente que no deja de tener importancia: el dejar como residuo cantidades bastante considerables de cloruro de calcio; la utilización de este último tal como es extraído del aparato destilador, no es posible, sino en casos muy raros; la industria textil no puede utilizar estas soluciones impuras,

Si no se puede enviar estos residuos á una corriente de agua y si no se puede emplear para la preparación de otros productos, como el cloruro de bario, constituye un producto secundario muy incómodo y gravoso al procedimiento del ácido clorhídrico.

El procedimiento del ácido sulfúrico ofrece también muchas variantes, el antiguo procedimiento usado aún hoy en casi todas las fábricas de ácido acético, consiste en descomponer el acetato de cal en un calentador de fierro fundido, provisto de un agitador y al cual llega el ácido sulfúrico por un agregado particular; los aparatos se calientan á fuego, esta manera de proceder ocasiona como ya se ha dicho, un consumo de ácido sulfúrico un poco más grande que el que debiera ser, y además la cantidad de materia tratada en una vez debe ser limitada.

Procedimiento de K. von der Linde.—K. von der Linde trata de hacer desaparecer los inconvenientes del procedimiento, haciendo toda la operación en vacío tan completo como fuera posible. De esta manera, se llega á

expulsar el ácido acético de la masa espesa del sulfato de calcio, con temperaturas que permiten el empleo de vapor á tensión para calentar los aparatos, manteniendo bajas temperaturas durante la destilación y la moderada acción cuando fuere necesario, permiten evitar casi por completo la descomposición secundaria del ácido sulfúrico; de esta manera se puede trabajar con las más pequeñas cantidades de ácido sulfúrico, acercándose así á la teoría. Este aparato permite también, gracias á la calefacción por medio del vapor, operar sobre muy grandes cargas, que casi igualan las que se emplean para el ácido clorhídrico.

Procedimiento de E. A. Behrens.—Mientras que Linde ha recurrido al vacío para hacer desaparecer los inconvenientes del ácido sulfúrico, *Behrens* propone un procedimiento particular, totalmente diferente para obtener el mismo resultado. El procedimiento de *Behrens* (patentado) consiste en disolver el acetato de cal en ácido acético, y efectuar la descomposición por el ácido sulfúrico, una vez que la disolución ha sido hecha, gracias á esta dilución de masa en reacción, se llega á descomponer el acetato de cal con la cantidad teórica de ácido sulfúrico, sin que se produzca ninguna reacción secundaria del producto de la reacción, que consiste en una mezcla de ácido acético y de sulfato de calcio, en que la hidratación está suprimida con la ayuda de precauciones particulares.

Independientemente de estos tres principales procedimientos de preparación del ácido acético, por descomposición del acetato de cal por medio del ácido sulfúrico, hay muchos otros, pero que nunca tienen una aplicación industrial, mientras que los mencionados se han introducido en la práctica de la mayor parte de las fábricas; sin embargo, en muchas se emplea indistintamente cualquiera de los dos sistemas, ya sea Linde ó Behrens.

EXPLOTACIÓN Y DISPOSICIÓN DE UNA FÁBRICA
DE ÁCIDO ACÉTICO

Trataremos ahora de la disposición y del trabajo de una fábrica, que aplique el procedimiento del ácido sulfúrico. Comprende las partes siguientes:

- 1.º Taller de fabricación del ácido bruto.
- 2.º Taller de rectificación del ácido bruto.
- 3.º Vasijas para el ácido sulfúrico.
- 4.º Vasijas para el ácido acético.
- 5.º Bancos para la mezcla y receptores para la conservación del ácido bruto y del ácido puro.

Aparatos de ácido bruto

En lo que concierne á su tamaño, no es muy distinto de una capacidad de 500 kgrs. de ácido acético. Con esto, el aparato tiene ya un diámetro respetable; con una capacidad mayor, sería difícil de obtener una calefacción uniforme por fuego directo.

Para abastecer á una producción de 5000 kgs. por día, se necesita más ó menos tres aparatos de ácido bruto semejante. Sobre el taller que contiene estos aparatos se encuentra el depósito destinado á recibir el pirolignito de cal que va á usarse; éste se encuentra en el comercio en bolsas que contienen de 60 á 70 kilos.

Debajo de cada aparato hay en el piso una abertura en la cual puede estar colocada una tolva de molino, de manera de poder cargar los calentadores de descomposición; estos son los primeros en calentarse; una vez puesto en marcha el aparato se coloca en seguida la tolva, se pone en movimiento el agitador del calentador de pirolignito de cal. Cargado el aparato, se cierra la abertura y se comienza á hacer pasar el ácido sulfúrico; éste se encuentra en un vaso forrado de plomo, colocado sobre el aparato de descomposición, comunicando con este último por un tubo de plomo; estos vasos medidos deben estar previamente llenos con la cantidad de ácido sulfúrico necesario. La afluencia del ácido sulfúrico no de-

PLANTA DE UNA USINA PARA LA FABRICACIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO

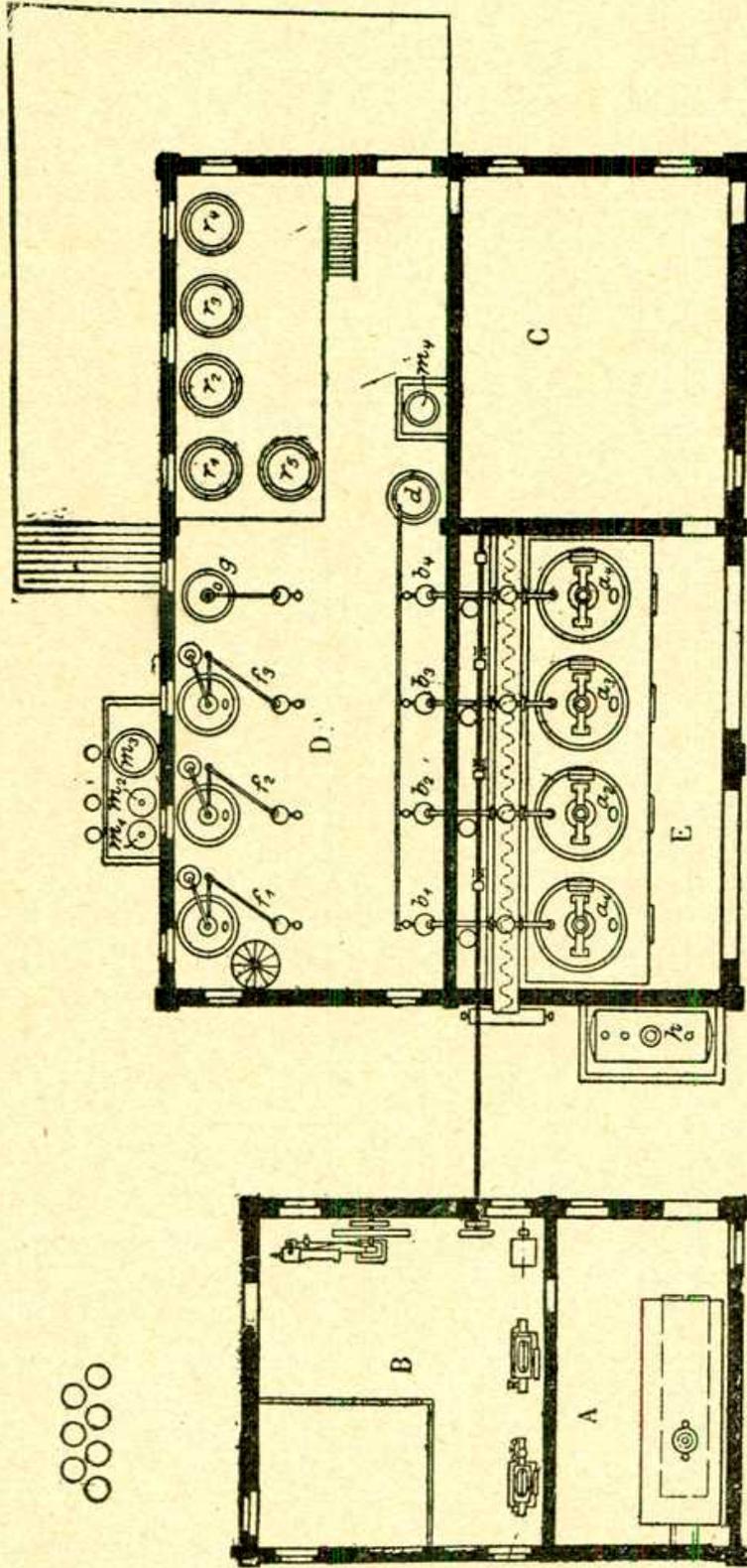


Fig. 8

Donde $a^1 a^3 a^4$, son los aparatos para preparar el ácido bruto;
 $b^1 b^2 b^3 b^4$, sus respectivos refrigerantes;
 $m^1 m^2 m^3$, monta jergo;
 d , recipiente del ácido bruto;
 h , monta jergo para ácido sulfúrico;

$r^1 r^2 r^3 r^4 r^5$, son los recipientes para el ácido;
 A y B , departamentos de caldera y máquina a vapor;
 C , para el acetato de cal;
 D , para la rectificación;
 E , depósito del ácido bruto

be ser demasiado viva, porque de otro modo se forman en la masa, pelotones que con frecuencia interrumpen la marcha de los agitadores. Muy poco tiempo después que el ácido comienza á bajar por el tubo aductor, el refrigerante se calienta, lo que indica el comienzo de la destilación del ácido acético. En este período no se necesita fuego muy intenso, porque el calor de la reacción con el que se acumula en la construcción, es suficiente para la expulsión del ácido acético.

Entre el refrigerante y el aparato de descomposición, se encuentran los depósitos que se oponen al paso del acetato de cal pulverizado al refrigerante; este aparato, llamado colector de tierra, debe ser fácilmente accesible, á fin de que después de cada operación se pueda eliminar el polvo de acetato de cal que junta. El caño que conduce al refrigerante, y el refrigerante mismo, son hechos de cobre suficientemente espeso y se da al refrigerante casi exclusivamente la forma de un serpiente.

En la extremidad del tubo refrigerante se adapta una pieza en forma de T, con un tubo sifón. El ácido acético condensado por el refrigerante se corre al tubo sifón y se dirige á un receptor colector; los productos volátiles formados durante la operación, los que se componen en su mayor parte de ácido sulfuroso, son arrastrados por la pieza T en un conducto común, á todos los aparatos y que está en comunicación con la chimenea; gracias á esta disposición, el desprendimiento del ácido sulfuroso en el taller, es completamente impedido. Los tubos sifones por los cuales el ácido se escurre del refrigerante, hacen pasar este líquido de una probeta á una conducción colectiva común. Puede también observarse el paso del ácido bruto de cada refrigerante para darse cuenta de la marcha de la operación.

Cuando todo el ácido sulfúrico ha pasado, el desprendimiento del ácido acético se reduce considerablemente y hay que calentar más fuertemente para que no tenga ninguna interrupción.

A medida que se prolonga la operación, el paso del

ácido va siempre disminuyendo, hasta que al último no pasa sino gota á gota, lo que indica que la operación ha terminado.

En este momento, se cubre el fuego con ceniza, á fin de poderlo reavivar en seguida de la introducción de una nueva carga y se retira en seguida los residuos de la destilación.

Por 100 kilos de acetato de cal, se obtiene por lo general alrededor de 80 kgrs. de ácido bruto, que contiene 72 ó 75 o|o de ácido acético y algunas unidades o|o de ácido sulfuroso.

Después de la destilación del ácido, cuando por consecuencia, los tubos de desprendimiento empiezan á enfriarse, se debe extraer del aparato los residuos que se componen principalmente de sulfato, de sulfito y de sulfuro de calcio; esta operación puede hacerse de dos maneras:

1.º Se puede extraer los residuos directamente con ayuda de palas, por la abertura.

2.º Se puede eliminar por un tubular adaptado al fondo del aparato.

La última manera de proceder, que evita todo trabajo manual, aunque da lugar á veces á perturbaciones seguidas de obstrucciones de la tubular que debe dar salida al residuo, y se ve uno obligado á emplear la fuerza humana usando palas por la abertura. A pesar de esto, es siempre conveniente de proveer el aparato de un tubular parecido, porque en la mayoría de los casos, su funcionamiento rápido no deja nada que desear y la salida de los residuos extremadamente desagradable, cuando hay que efectuarla manualmente, se hace entonces mucho más comodamente. El buen funcionamiento del aparato depende de la experiencia práctica y establecida en condiciones convenientes; los inconvenientes señalados pueden muy bien ser subsanados.

El residuo es para las fábricas de ácido acético una materia inútil, sin valor, y es necesario que haya depósitos para colocarlo hasta que se transporte fuera de la fábrica. Como después de la destilación esta masa está

aún bastante caliente y el ácido acético no puede jamás ser expulsado en cantidad, tiene un olor penetrante, es conveniente dejar que se enfríe en depresiones del terreno.

Aunque para vaciar el aparato se haga por la abertura ó por el tubo especial, se establecerá cerca un depósito mecánico á fin de poder sacar rápidamente el residuo; se usa como depósito de este género una simple pieza de Arquímedes, colocada en una gotera de una tapa, disponiéndola de modo que pueda fácilmente ser elevada en cualquier momento, á fin de remediar las interrupciones ú otros accidentes que se pueden producir en el aparato. Esto desemboca directamente sobre un piso sobre el cual, los residuos se enfrían para ser en seguida sacados ó bien aquél cae en unas vagonetas de fierro, que la conduce al sitio en que debe ser depositada antes de ser sacada afuera. Hasta hoy no se ha encontrado todavía para este residuo un empleo ventajoso y se usa generalmente como abono.

Volvamos al ácido bruto obtenido por el procedimiento indicado. Este ácido es un líquido amarillo más ó menos subido, en el cual se encuentra siempre en suspensión restos del residuo que arrastra mecánicamente. Independientemente de 72-75 o/o de ácido acético, el ácido contiene algunas unidades o/o de ácido sulfuroso, que se debe tener en cuenta para los procedimientos que sigan.

El ácido acético llega á un receptor de madera y de éste es pasado á un depósito de cobre y es enviado alternativamente en dos depósitos, que están establecidos á cierta altura por arriba del calentador del aparato de rectificación. Se deja en reposo durante un día para que adquiera una limpidez completa.

Para tratar diariamente 5000 kgrs. de acetato de cal se necesita alrededor de 2.500 kgrs. de ácido sulfúrico. Se necesitaría un vagón cada tres días. Los vagones se vacían generalmente en un receptor de fierro establecido en un nivel más bajo donde llega.

Estos receptores son huecos y sirven al mismo tiem-

po de depósito. Se puede también por medio del aire comprimido, empujar el ácido sulfúrico de los vagones, á un receptor establecido á una cierta altura y que en este caso puede ser hecho de madera revestida de plomo. Es por esta razón que se evita acumular grandes cantidades de ácido sulfúrico en el interior de la fábrica y que se vacía el vagón de ese modo, es decir, en un receptor sólidamente construído, colocado en un nivel inferior á la vía férrea y de este receptor el ácido es empujado en un depósito más pequeño, establecido á un nivel superior que contiene la provisión del día. Este depósito está á su vez en comunicación, por medio de un caño de plomo, con los vasos graduados colocados debajo del aparato de descomposición.

La elección de la armadura de las paredes del depósito presenta siempre algún inconveniente; las llaves comunes de plomo, no sirven en este caso porque se deforman continuamente por ser raro conseguir las perfectamente estañadas.

Las canillas de plomo con membrana son de mejor resultado, pero producen frecuentemente perturbaciones, porque la placa de la membrana es desgastada por el ácido; sin embargo, son las preferidas.

Las canillas de tierra serían las más convenientes, pero aún con pequeñas aberturas, tienen grandes dimensiones, siendo difíciles de adaptar á los conductos de plomo de diámetro mucho más chico.

El otro modo de transporte del ácido sulfúrico, señalado anteriormente, en que éste es aspirado en una vasija donde se hace previamente el vacío, puede ser empleado con ventaja en las usinas que trabajan por el procedimiento *Linde*, que por consecuencia, están provistas de una instalación para hacer el vacío. No hay que olvidar que estos depósitos de ácido sulfúrico no pueden ser levantados á más de 5 metros de altura, que por consecuencia, el receptor destinado á recibir el ácido debe ser colocado lo más á 5 metros arriba, de donde debe ser aspirado. Esta distancia será suficiente, para que se pueda colocar entre el primer receptor y los aparatos de

descomposición los vasos graduados de plomo. Para las pequeñas fábricas de ácido acético este procedimiento es, en todos los casos, el más cómodo, si se establece sobre el taller encerrando los aparatos de descomposición, un receptor hueco de tierra ó de fierro ó si se hace el vacío al ácido en soplete de vapor. Este aparato muy barato permite un vacío 650 m|m. y se puede entonces, por medio de un tubo de aspiración, aspirar el ácido directamente de los toneles de expedición.

Como hemos visto anteriormente el ácido bruto pasa á los refrigerantes y dirigiéndolo á un conducto colector común, que lo transporta directamente á un depósito, del cual es empujado á un receptor colocado á un nivel superior, ó si no se establece por encima del conducto de los receptores, con cuya ayuda son llenados por aspiración los aparatos de rectificar, en los cuales el aire es previamente enrarecido. Se establecen receptores inferiores y se hace correr alternativamente ácido bruto, ó si no se usa un pequeño receptor el cual se llena periódicamente y enseguida se empuja el ácido bruto, en dos receptores, colocados más abajo. Maderas apropiadas son los mejores materiales para las construcciones de estos receptores.

Aparato de rectificación. — El tratamiento del ácido consiste en una ó dos rectificaciones, las que son efectuadas en aparato de columna que son análogos á los aparatos de columna para el alcohol. Un aparato parecido se compone de una columna, un condensador y un refrigerante. La práctica ha demostrado que la rectificación no puede dar buenos resultados, sino con un calentador de gran capacidad, 3000 ó 5000 litros. Como condensador y como refrigerante se emplean serpentinas de construcción particular. Es evidente que con un cuerpo que ejerce una acción disolvente tan enérgica sobre los metales, como es el ácido acético, la cuestión de la materia que debe servir para la construcción de los depósitos, ofrece una particular importancia, lo que hace que los aparatos para rectificar el ácido acético,

sean los únicos que han sido objeto de múltiples ensayos. Como se sabe, el cobre es uno de los metales que al abrigo del contacto del aire, resiste mejor á los ácidos orgánicos, por esta razón es el más empleado para la construcción de rectificadores de ácido acético. Pero considerando que las paredes del aparato deben ser paredes suficientemente espesas y si hay que cuidar el tamaño y diversidad de soldaduras que son necesarias, es fácil de comprender que no puede dar los resultados satisfactorios. Pero la solidez y la resistencia de los rectificadores de cobre dependen, no solamente de la habilidad del constructor, sino más de los depósitos mecánicos de que están provistos.

La calefacción se hace por medio del vapor bajo presión, una presión de 5 atmósferas es suficiente. Antes cuando se usaban pequeños aparatos, el vapor era generalmente introducido en un doble fondo y todavía hoy pueden verse depósitos subterráneos. De manera que la calefacción es muy insegura, puesto que el fondo interior no es inatacable, por la acción corrosiva del ácido.

Como el aparato ha sido construído primitivamente, para una presión determinada, puede suceder por el desmejoramiento del fondo interior por la acción corrosiva del ácido, no ofrezca más la resistencia suficiente y sea destruído por el vapor. Es de este modo que los platos interiores son rotos y pueden ocurrir otros desperfectos. Por esto es que se usa para producir el calor en el aparato, casi exclusivamente los serpentines que están hechos con tubos estirados, en que el largo distinto es compensado por depósitos particulares.

Para vaciar el calentador no se usan las llaves ni sopapas porque son destruídos en muy poco tiempo; una cerradura cónica es en este caso lo mejor. A excepción de este depósito y de los que son necesarios para la entrada y la salida del vapor, se evita colocar sobre el calentador toda otra armadura inútil, que sólo daría lugar á escapes. Es también necesario que el fondo pueda sacarse sin desmontar las otras piezas del aparato, de ma-

nera que, si se produce un desperfecto en el serpentín, se pueda retirar sin dificultad para efectuar la reparación. La tapa de la caldera está provista de una abertura en el medio de la unión con la columna.

La columna está compuesta de troncos anulares de cobre soldado á soldadura dura y en que el interior está armado de platos perforados de porcelana que descansan sobre soportes de cobre, estos últimos son cilíndricos, abiertos de cada lado y están colocados concéntricamente á la cubierta de la columna. El soporte más bajo descansa sobre un anillo de cobre y es sobre este soporte que se apoya el primer plato de porcelana; tiene enseguida un segundo anillo de cobre y así sucesivamente hasta que la columna esté armada del número necesario.

Para proteger la columna contra la acción corrosiva del ácido, se llena el espacio que existe entre la pared de la columna y los soportes de los platos con amianto para darle así á la columna una resistencia de muy larga duración.

En lugar de los soportes de cobre y de los platos de porcelana se puede también emplear los soportes y platos de barro, aunque éstos no resultan de un precio mucho menos elevado y tienen el inconveniente de ser hechos de modo menos regular que los otros, lo que puede ser también un perjuicio.

La columna está en comunicación con el condensador, que se compone de un serpentín y tubos de cobre estirados, en que las dimensiones tienen una influencia muy grande, sobre la marcha de la rectificación.

Por razones económicas se hizo tentativas en el sentido de reemplazar estas columnas por otras, fabricando columnas totalmente de arcilla á la cual van unidos serpentines condensadores y refrigerantes igualmente de barro. Las calderas de este aparato, fueron construídas de fierro fundido, en cuyo interior hay un revestimiento de mampostería resistente á los ácidos. Pero las columnas hechas enteramente de arcilla no han sido favorablemente acogidas en la práctica, porque es del todo imposible establecer una unión de juntas perfectas,

siendo además sumamente frágil; estos inconvenientes han sido perfectamente reconocidos por los constructores y han ensayado aumentar la resistencia por una cubierta de tejido metálico con resultados mediocres.

La caldera honda, forrada interiormente con placas de arcilla, propuesta para reemplazar la caldera de cobre, parece de buen resultado, tiene sin embargo, también muchos inconvenientes, entre los cuales el más importante es la dificultad, bastante grande, de mantener sostenidas unas con otras las juntas de las placas. Además este revestimiento forma un cuerpo poroso, que tiene la propiedad de retener los elementos empireumáticos que encierra siempre el ácido acético. Este elemento se acumula con el tiempo en las paredes de la caldera y viene á interrumpir las siguientes operaciones; por esta causa algunas fábricas han tenido que abandonar este sistema y volver al anterior.

Comparando el precio de este aparato con el de cobre, se encontrará que las diferencias son relativamente sin importancia; pero los aparatos de cobre ofrecen una gran ventaja, se limpian fácil y rápidamente, al mismo tiempo que conserva siempre su valor.

El cobre es muy resistente á la acción del ácido acético al abrigo del contacto del aire, en la industria del ácido acético este principio no debe olvidarse y hay que evitarlo, mientras se enfría que el aire penetra en el aparato de rectificación caliente, llena de vapores de ácido acético; esto sucede siempre cuando se vacía un aparato y se produce un enfriamiento, entre el momento de vaciarlo y llenarlo nuevamente; es por esta razón que cuando la descarga se efectúa, hay que hacer la operación de una nueva carga con la mayor rapidez que sea posible.

Procedimiento de la rectificación. — Ya que conocemos la construcción de los aparatos de rectificación, nos ocuparemos del tratamiento del ácido provisto por los aparatos para ácido bruto. Este producto se encuentra, como ya lo hemos visto, en las cubas que están debajo

de la caldera; cuando han recibido la cantidad de ácido necesaria, se comienza á hacer pasar el vapor. Hay que calentar al principio lentamente, porque hay en el ácido bruto cantidades bastante grandes de ácido sulfuroso, que se desprende desde el principio y son conducidas por los tubos de aire del refrigerante, afuera ó en la chimenea.

Si al principio se calienta demasiado rápidamente, el gas que se escapa adquiere una presión bastante fuerte á la cual la columna líquida del tubo sifón, que se encuentra sobre el tubo de desprendimiento de refrigerante, no puede resistir; por esta razón es conveniente dar al tubo sifón del refrigerante, una curvatura suficientemente grande. Cuando la mayor parte del ácido sulfuroso se ha desprendido, se sopla más fuerte y no se reduce la entrada del vapor, hasta que los vapores penetran en la columna.

Cuando pasan de la columna al condensador se hace pasar, poco á poco, agua y se espera la aparición del destilado. Siguiendo la concentración de lo destilado y siguiendo la abundancia de su paso, se ha regulado la afluencia del vapor y del agua, conforme al rendimiento máximo del aparato. Si se desea obtener ácido acético cristalizante, es naturalmente necesario, dar desde el comienzo mucha agua al condensador, á fin de que el agua contenida en el ácido acético bruto, sea destilada, tanto como sea posible separadamente. En los casos más favorables se obtienen soluciones ácidas débiles que no contienen como máximo 10 o|o de ácido.

Al empezar la destilación los productos son generalmente recogidos en los depósitos, hasta que se establece un cierto estado de equilibrio en el trabajo. Se reparte entonces directamente, á la salida del tubo de desprendimiento del refrigerante, en los receptores correspondientes lo que simplifica el trabajo.

Las primeras partes que salen del aparato contienen todavía productos análogos al alcohol metílico y á la acetona y una pequeña parte de ácido sulfuroso. La segunda y la tercera cuba son ya generalmente despro-

vistas de ácido sulfuroso, y bien que su riqueza sea poca, el producto está ya bastante puro.

Si no se quiere obtener ácido acético cristalizable, pero si se tiene únicamente en vista la producción de ácido acético á 80 o|o, llamado esencia de vinagre, puede naturalmente, contentarse con una cantidad menor y entonces, no solamente el consumo de vapor es reducido, sino también la duración de la operación. Pero el ácido de poca graduación que pasa primero se separa siempre como ácido acético para las artes.

Acido acético puro. — Se haya trabajado para ácido acético cristalizable ó para ácido de 80 o|o, el producto representa un líquido perfectamente límpido que siempre ofrece todavía un ligero olor empireumático y que además contiene trazas de cobre. Hay dos medios para eliminar las substancias empireumáticas, ya sea sometiendo el ácido á una nueva destilación en el aparato de columna, ó si no, y es lo más simple, se eliminan las materias extrañas por medio de agentes oxidantes como el permanganato de potasio que es el más indicado para este uso.

Los vasos de arcilla que pueden ser hechos con dimensiones suficientes, son los más convenientes para este uso; el permanganato disuelto es agregado al ácido en pequeñas cantidades y es más conveniente efectuar la operación calentando despacio, en algunos casos se oxida en la caldera del aparato para ácido fino. El olor y el sabor del ácido oxidado comparado con el del ácido primitivo, ofrece mucha diferencia.

Se trata ahora de despojar el ácido de las trazas de cobre y de los acetatos que se han disuelto durante la operación de la oxidación. Esta operación es practicada en los aparatos llamados de ácido fino, que constan esencialmente de una caldera de cobre de paredes especiales, cuya calefacción se hace por medio de un serpentín completamente igual á las calderas de los aparatos para rectificar el ácido acético. Para la eliminación de las trazas de cobre, el depósito del refrigerante debe, natu-

ralmente, estar construído de manera que el metal no ceda. Se ha recurrido á los tubos abductores y al serpentín de barro, extremadamente frágiles, ó sino al metal y se une la caldera á un refrigerante de plata, con ayuda de un tubo abductor igualmente de plata.

Como ya se ha dicho, un aparato de ácido fino, está principalmente destinado á someter el ácido acético ya puro, á una simple destilación en vista de eliminar de los elementos volátiles.

Como no se tiene entonces que efectuar una rectificación, se acostumbra llevar bastante rápidamente la destilación y naturalmente, éstos deben estar provistos de superficie de refrigeración suficiente para esto.

Para los grandes rendimientos es preciso, cuando se usa el serpentín de arcilla, tener recursos de dos serpentines por lo menos de esta especie, en lugar de los cuales, un pequeño serpentín de plata produce completamente igual resultado.

El ácido acético cuando sale del aparato del ácido fino representa un ácido de una pureza química completa, que es suficiente para cualquier empleo en que se le quiera destinar.

Residuos.—En todas estas destilaciones y rectificaciones, queda en las calderas residuos que, ya sea á causa de su punto de ebullición muy elevado no pasan, ó porque se producen al terminar la operación, el serpentín de la caldera no está totalmente cubierto por el líquido, lo que hace que no desarrolle por completo sus energías caloríficas, y por tal razón la destilación se interrumpe. Estos residuos más ó menos oscuros, están formados en su mayor parte de ácido acético. Se encuentran otras veces una parte de ácidos extraños contenidos en el pirolignito de cal, si no han sido ya arrastrados en los primeros momentos de la destilación. Los residuos de alquitrán constituyen la tercer categoría de los elementos de estos residuos, estos son evacuados de las calderas y en las grandes usinas se establece un depósito para

permitir el paso directo en un receptor. Cuando se ha reunido una cantidad de ácido residual suficiente para formar una carga, se somete esta última á una nueva rectificación, y queda aún ácido acético puro á alto grado.

PREPARACION DE LA ACETONA

La acetona que antes era, por decirlo así, exclusivamente preparada en los laboratorios para experiencias científicas, desde hace diez años, más ó menos, se emplea en las industrias en cantidades bastante considerables. La industria del celuloide, necesita de la acetona para la gelatinización de la nitro-celulosa, y mayores cantidades aún, son empleadas en las fábricas de pólvora sin humo, y su consumo aumenta de año en año, por la difusión más y más grande del uso de esta pólvora.

El gobierno inglés sobre todo, necesita para la pólvora de guerra, grandes cantidades de acetona y es por esto, que una gran parte de la acetona fabricada en Alemania es exportada á Inglaterra. No mencionaremos aquí los métodos antiguos, para la preparación de la acetona, nos ocuparemos de aquel que se aplica en la actualidad industrialmente, método basado en la destilación seca del acetato de cal:



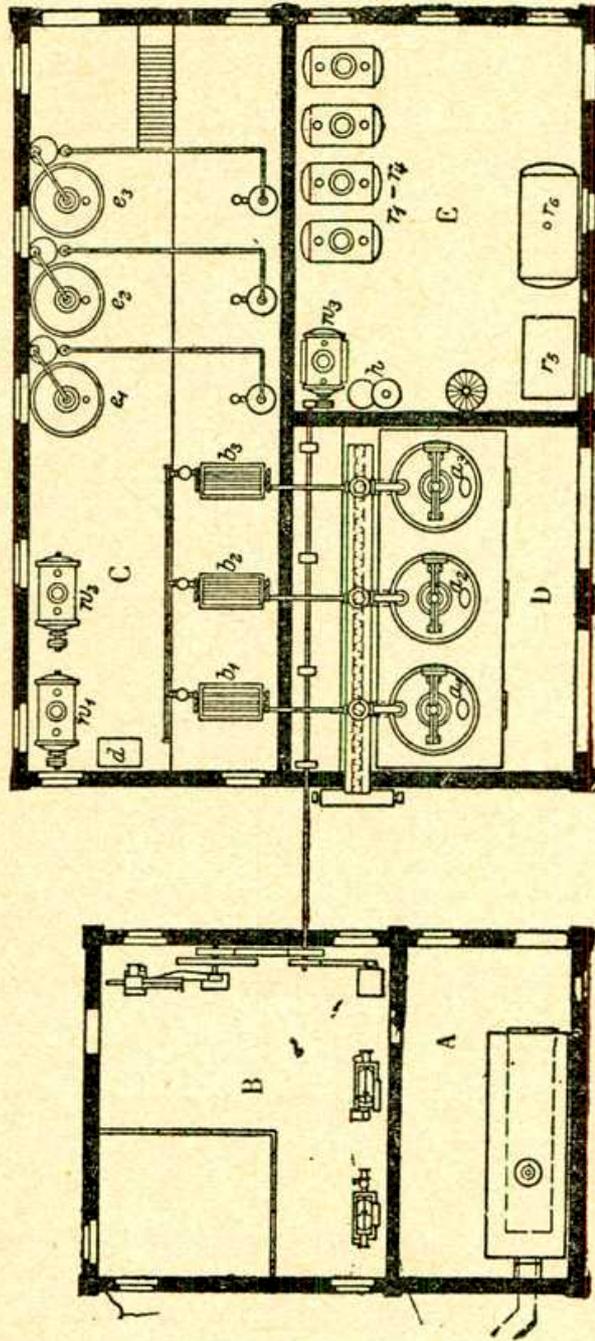
Reacciones que tienen lugar en la destilación seca del pirolignito de cal. — Si se somete á la destilación seca el pirolignito de cal, se produce independientemente de la reacción que da origen á la acetona, otras reacciones secundarias, debidas á la presencia de elementos extraños, que acompañan el acetato de cal, estos son sobre todo, los elementos del alquitrán y las sales calcáreas de los homólogos del ácido acético, A la temperatura de unos 400°, necesaria para la descomposición del acetato de cal, los restos de alquitrán se carbonizan, for-

mando aceite de alquitrán. Como en la mayoría de los casos el pirolignito de cal, contiene también mayor ó menor cantidad de cal en exceso, se produce todavía una segunda reacción, por la acción de esta cal en exceso sobre el acetato de cal y sus reacciones, dando comienzo á la formación de hidrocarburos.

Como hay también en el pirolignito de cal, ácidos grasos superiores de la serie de los ácidos fórmicos, estos ácidos entran también en reacción, con formación de acetonas superiores; independientemente de estos productos, en la destilación de acetato de cal, se forma un cierto número de productos secundarios, resultando de la operación en sí. Todas estas circunstancias reunidas, tienen un papel muy importante en la preparación de la acetona pura con acetato de cal y no debe extrañarse si en esta operación no se alcanzan los resultados teóricos. Teóricamente, á 100 kilos de pirolignito de cal al 80-82 o|o, corresponde 30 kgrs. de acetona; pero prácticamente, este rendimiento es menor puesto que, el acetato de cal contiene por lo menos 5 o|o de ácidos extraños, y esto proporciona acetonas superiores, las cuales, para la preparación de la acetona pura deben ser separadas, al estado de aceites de acetona.

A pesar de proceder en esta operación con las mayores precauciones, empleando el vapor recalentado ó en tensión, para expulsar rápidamente el producto formado en las calderas de descomposición, y á pesar de todos los cuidados que pueden tomarse para la rectificación, no se alcanzó nunca á producir con 100 kgrs. de pirolignito de cal más de 20 kgrs. de acetona que ofrezcan las cualidades exigidas por las fábricas de pólvora.

Preparación de la acetona bruta. — La descomposición del acetato de cal tiene lugar generalmente en calderas de hierro fundido, tan chatas como sea posible, en la cual gira un agitador, del que hemos hablado al tratar la preparación del ácido acético. Estas calderas tienen exactamente la misma forma; se evita para la preparación de la acetona, las cargas demasiado gran-



Planta de una usina de acetona—Explicación

Fig. 9

En cuyo plano a_1 , a_2 , a_3 , son destiladores para la acetona bruta.

b_1 , b_2 , b_3 , los refrigerantes;

d , donde se recibe la acetona bruta;

w , aparato extractor;

e_1 , e_2 , e_3 , aparato de rectificación;

f_1 , f_2 , f_3 , sus refrigerantes;

h , aparato para la separación de los aceites; r y r_6 , son los receptores del producto elaborado; A, departamento de calderas; B, departamento de máquinas; C, id. de rectificación de acetona; D, taller de preparación de la acetona bruta; E, local contenido los productos.

des, porque el calor penetra entonces más difícilmente al través de la masa. En general las cargas oscilan entre 100 y 300 kgrs. y es evidente dada la naturaleza de la operación, que la altura de la capa de acetato de cal no debe ser demasiado grande y que el agitador debe funcionar perfectamente para que la substancia no se quemé ó se adhiriera.

Si se quisiera descomponer el acetato de cal en capas espesas y sin agitar, la descomposición sería parcial, porque la capa de carbonato de cal que se produce en la parte inferior de la masa, hace extremadamente difícil la penetración del calor y además las diferentes partículas de pirolignito de cal se aíslan recíprocamente, por cuya razón, se ha visto que el empleo de agitadores es indispensable, con capas espesas de pirolignito de cal.

La calefacción de esta caldera, tenía lugar exclusivamente por fuego directo y en los primeros tiempos que se fabricaba este producto, se ponía frecuentemente alrededor de la caldera de acetona, una segunda caldera y se llenaba el intervalo, entre las dos, de plomo fundido. Esta segunda caldera tiene por objeto repartir el calor uniformemente; pero esta masa de plomo fundido se transforma, poco á poco, bajo la influencia del contacto continuo del aire, en óxido de plomo, de suerte que con el tiempo, el contenido del baño de plomo se hace completamente sólido dejando de ser ya un baño metálico líquido. Con este método de calentar, el recalentamiento es, por consecuencia, igualmente posible y además se aumenta el consumo del carbón; es por esto que el baño de plomo ha sido abandonado definitivamente y que todas las fábricas trabajan ahora con calor directo en las calderas de hierro fundido.

El modo de disponer el hogar, tiene en esta fabricación un importante papel; la mala colocación de éste, puede al cabo de algún tiempo, hacer inservible la caldera, á causa de la acción inmediata de las llamas, que trae frecuentemente la rotura de éstas en toda la longitud, con producción simultánea de explosiones. Haciendo en primer lugar la calefacción de muy grandes

dimensiones, de manera que se caliente la caldera en un baño de aire, ó empleando una serie de calefacciones: á gas, sin hacer llegar el gas del hogar á las calderas, sino después que la llama directa ha desaparecido por completo, se pueden evitar estos desperfectos.

El trabajo empieza por encender los hornos, que deben ser en número de cinco, para el tratamiento diario de 5.000 kilogramos de acetato de cal. La colocación del fuego debe, sobre todo por la primera vez, ser efectuada muy lentamente y con muchas precauciones, para que la construcción no se agriete y las calderas serán llevadas muy despacio á la temperatura de descomposición, es decir, alrededor de 400°. Cuando la caldera llega al rojo sombra se empieza á cargar el acetato de cal; con este objeto en las pequeñas fábricas, se vacía directamente en las calderas las bolsas conteniendo el acetato, lo que naturalmente da lugar á la producción de un polvo muy incómodo para los obreros. En las usinas grandes, la carga de acetato de cal, que debe ser tratada inmediatamente después de la que ya está en la caldera, está reunida y pronta en un depósito de madera. Este es móvil y está provisto inferiormente de una abertura á resorte, que después de ser vaciado, puede ser puesto en comunicación con un tonel de carga, el que deja caer directamente el acetato en la caldera que se encuentra debajo. Efectuado el cargamento, se cierra la abertura y se tapa con arcilla; luego se pone el agitador en movimiento; al cabo de algún tiempo se ve, por el tubo de aire, generalmente dispuesto en la chimenea ó afuera, escaparse llamas blancas que indican el comienzo de la operación; estas llamas cesan desde que la primer cantidad de destilación pasa del refrigerante, lo que está formado sobre todo de agua, esta agua no puede ser eliminada de la sal, por desecación á una temperatura que llegue á 150°, y no es expulsada sino á temperaturas superiores á esta última. Esta agua tiene un peso específico de 1.01 á 1.02; esta elevación del peso específico, es debida á la disolución en el líquido condensado, de partículas de acetato de cal arrastradas por los vapores

acuosos. El agua contiene acetona, pero es poco probable que ésta sea resultado de la descomposición del acetato y proviene más bien, de pequeñas cantidades de acetona que quedan en el aparato de la operación anterior, que arrastrada por los vapores pasa en el refrigerante. Después de un cierto número de análisis, esta agua ofrece un contenido de acetona más ó menos igual á 3 o/o, y la determinación fué efectuada por el método iodado de *Messinger*.

Cuando el agua ha pasado, se produce una detención en el proceso de la destilación y en este período hay que calentar más vivamente. Esto dura alrededor de 10 á 15 minutos y entonces se empieza á correr la acetona bruta, propiamente dicha, y el paso que se produce ahora, es generalmente más abundante que la del período del agua. Mientras que el agua saliendo del refrigerante ofrece ordinariamente un color ligeramente amarillo, lo destilado en el período de la acetona propiamente dicho, presenta una coloración marrón más ó menos oscura y un olor intenso característico de la acetona bruta. Mientras casi todo el tiempo que dura la operación sale habitualmente del tubo de aire del refrigerante, gas cuya cantidad ofrece varias variaciones. A medida que se prolonga este período de la acetona, la cantidad de destilado va disminuyendo y acaba por no pasar más que en muy pequeñas cantidades y después sólo gota á gota. En este momento el tubo abductor empieza ya á enfriarse, lo que indica que los vapores no pasan más y que la operación ha terminado; si entonces se abriera el aparato, la acetona gaseosa que se encuentra en este último, se inflamaría seguramente al contacto del aire; es á causa de esto que es necesario antes de abrir el aparato eliminar el gas que está contenido todavía, por medio de inyección de vapor directo y esto no solamente para evitar el peligro de inflamación, sino también para obtener rendimientos más elevados. La insuflación de vapor directo en la caldera una vez la operación terminada, es natural que no debe ser descuidada, á causa del aumento de rendimiento y de la

seguridad que procura. Después de la insuflación del vapor en el aparato, se puede retirar el residuo sin que haya ningún peligro. Este residuo consiste en un polvo gris, que caliente tiene un olor propio; este residuo es retirado de dos maneras: por medio de palas, trabajo bien poco agradable, porque los obreros están muy incomodados por los polvos calientes á los cuales da nacimiento, ó aspirando la mayor parte del residuo pulverulento con ayuda de ventiladores, procedimiento muy cómodo, pero desgraciadamente incompleto, porque las partículas gruesas del residuo quedan en la caldera y deben en seguida ser retiradas con ayuda de las palas.

Es á causa de este inconveniente, que ahora se establecen unas calderas con dispositivos para vaciarse inferiormente, como para los aparatos de ácido acético. Se debe dejar enfriar antes de sacarlo de la usina, ya sea por trabajo manual ó por medio de una pieza de Arquímedes conservada tapada, la que lo conduce sobre una plataforma donde se los carga en los depósitos que los conducirá fuera de la fábrica.

El producto de la destilación pasa en un colector común, que lleva el producto bruto en un cilindro de hierro dulce, en el cual hay un agitador.

Relativo al refrigerante ha de notarse: que éste debe estar dispuesto de manera de poder ser fácilmente limpiado, porque es imposible evitar, á pesar de los colectores de polvos colocados entre las calderas y los refrigerantes, que durante la destilación el polvo de acetato de cal pase en la destilación; por esto es que no se dá á este aparato la forma de un serpentín en especial, sino que se emplea un sistema de tubos rectos; así cuando se producen obstrucciones, se limpia por medio de un cepillo cilíndrico.

Las partículas de acetato de cal arrastradas, dan siempre acetona bruta de un color más ó menos obscuro; el peso específico llega en término medio á 0.330, y contiene ordinariamente de 50 á 60 o|o de acetona; esta cantidad depende de la cantidad de vapor de agua

expulsada por insuflación, después de la operación. La acetona bruta constituye ordinariamente un líquido homogéneo, pero puede también suceder, que por la insuflación de una gran cantidad de vapor y de una gran dilución de acetona bruta, el destilado se separe en dos capas, en que la inferior es una solución de acetona diluída mientras que la superior está constituída por una mezcla de aceite de acetona, y de acetona.

Lavado de la acetona bruta.—Que la destilación se presente bajo forma de un líquido homogéneo ó formado por dos capas de naturaleza diferente, se conduce como ya se ha dicho, á un cilindro que sirve de aparato lavador y aquí, agregando agua y cal cáustica, se deja que la mezcla se efectúe y en seguida se vacía el producto en un receptor donde se deja clarificar. Durante el período de clarificación, el líquido se separa en dos capas: una solución acuosa de acetona, formando la capa inferior, y la superior formada por la mayor parte de aceite de acetona, contenida en la acetona bruta; estos aceites absorben al mismo tiempo la mayor parte de los elementos del alquitrán y ofrecen por ésto una coloración más obscura que la coloración de la acetona que sobrenada; ésta es vaciada en un receptor en que la capacidad corresponde á la carga del aparato rectificador. Los aceites en sí mismos pasan á otro receptor, donde se reune grandes cantidades, hasta que haya que tratarlos.

A menudo, además de esta primera separación de los aceites y de la descalificación de la acetona, se hace una adición de sustancias químicas, á fin de obtener desde la primera destilación una acetona con la pureza comercial usual. Entre las sustancias químicas, el percloruro de hierro es el más conveniente porque produce una cloruración lenta que tiene por resultado una enérgica depuración. Desde algún tiempo se atribuye, sin embargo, menos importancia á estos agregados y se busca obtener un mismo grado de separación de las fracciones, sin gastos particulares.

Rectificación de acetona bruta.—Para preparar la acetona pura con una solución de acetona diluída, hay que someter ésta á una destilación fraccionada, y para ésto se usa casi siempre los mismos aparatos de columna que se usan para la rectificación del alcohol metílico, en cuyas calderas se conduce el producto por medio de bombas.

Se calienta en seguida vigorosamente, y cuando el vapor empieza á penetrar en la columna, se modera un poco el vapor hasta que la destilación empieza. Se regula entonces la afluencia de vapor y del agua, de manera que la cantidad de acetona pase con una concentración tan grande como sea posible. Los aparatos de rectificación se suelen proveer de un depósito que permite emplear el agua caliente del refrigerante inferior para la alimentación del condensador; pero este depósito, en apariencia tan conveniente, no dá resultado práctico, porque, precisamente, en el último período el refrigerante inferior consume mucha agua; lo destilado que pasa siendo ya muy débil posee por esto una gran cantidad de calor latente. En este período el condensador no soporta más que cantidades de agua relativamente débiles, de suerte que es difícil regular la afluencia del agua, de manera que el refrigerante y el condensador funcionen convenientemente.

Al fin pasa un destilado que es siempre coloreado, porque tiene en solución los aceites de los últimos períodos de destilación precedente que quedan en el aparato. En esta primera fracción los productos contienen todavía además de aldehidas, aminas y otros cuerpos extraños, que marcan alrededor de 96 o|o, productos que ofrecen ya un olor de acetona muy pura y cuyo valor medido con el alcoholómetro se eleva á 99-99.5 o|o. Se ensayan á su acción sobre la solución de permanganato, porque los consumidores exigen de la acetona, que se decolore en un determinado tiempo.

Todas las fracciones resistentes á la prueba del permanganato, se ponen de lado como productos terminados, mientras que todas las que no resisten la prueba

deben ser sometidas á otra rectificación, en la cual se obtiene un producto comercial puro. Se reconoce que la operación ha terminado, cuando el aereómetro flotante se levanta poco á poco, de suerte que sus indicaciones bajan de 99 o|o á 98, 97, etc.

Las fracciones, que se enturbian cuando se mezclan con el agua, sin separarse del aceite, son igualmente recogidas aparte y sometidas á una rectificación particular. Después de estas fracciones, pasan productos que no son límpidos, pero que mezclados con agua, hacen subir el aceite á la superficie. Luego, otra fracción que desde su salida del aparato, se separa en agua y en aceite y que, por consecuencia, la dilución es tal, que las cantidades de aceite muy pequeñas no pueden ser mantenidas en disolución; las cantidades de aceite, á medida que se prolonga la rectificación, se hacen más y más pequeñas y desaparecen al fin casi completamente, período en el cual no sale del aparato agua empireumática turbia. La operación ha llegado aquí á su término y se sacan los residuos de la caldera.

Antes de someter los productos de la destilación á otros tratamientos, es indispensable poner aparte todos los productos buenos para el comercio y reunir todas las fracciones que no resisten la prueba del permanganato. Las fracciones debilitadas y en las que no se encuentra sino una débil turbiedad, agregando agua forman otro grupo. De todas estas fracciones se hace una carga en que la importancia depende del tamaño de la caldera de los aparatos con que se opera.

Separación y tratamiento de los aceites de acetona.— Por último, las fracciones que con el agua dejan separar el aceite, se pasan al aparato de lavado ó se ponen de lado hasta que no haya más aceite. El agua de la acetona subyacente, es empleada como agua de dilución para la acetona bruta y lo mismo el agua que al fin de la destilación sale del aparato con el aceite. Los aceites son separados en grupos: aceite de *acetona liviana*, que se obtiene por lavado de los productos, en que el punto de

ebullición es de 75 y 130° y el *aceite de acetona pesado* que se recoge directamente entre los 230 y 250°.

Estos aceites contienen todavía acetona, y la separación de ésta es renumeratriz deshidratando los aceites antes de la rectificación próxima. Esta operación es efectuada con cloruro de calcio desecado, ó mejor aún, con ayuda del carbonato de potasio; este último es añadido por porciones hasta que no se disuelva más y se deseca. Después de haber reunido una carga suficiente de aceites así desecados, se la somete á la rectificación; en esta rectificación se obtiene las cantidades de acetona que el aceite encierra todavía. El residuo que queda en la caldera se destila por medio del vapor directo y dicho producto se separa del agua mecánicamente.

El empleo de los aceites de acetona no tienen una gran importancia; en Suiza se usa para la desnaturalización del alcohol y se ha reconocido que constituye un excelente agente de depuración del antracene bruto.

Existen, sin embargo, otros empleos del aceite, pero que son secretos de fabricación; de cualquier modo, constituyen un producto secundario, más bien incómodo para las fábricas de acetona.

El cuadro que sigue dá la composición del aceite de acetona: ()*

De 600 grs. de aceite de acetona se retiran:

Gramos	Gramos	
De 72 á 85	de aceite, 91.5	de producto amarillo oro
„ 85 „ 95	„ 97.5	„ „ „
„ 95 „ 115	„ 116.5	„ „ „
„ 115 „ 130	„ 81.0	„ „ „
„ 130 „ 145	„ 66.5	„ „ „
„ 145 „ 160	„ 34.0	„ „ „
„ 160 „ 175	„ 23.0	„ „ obscuro
„ 175 „ 190	„ 22.0	„ „ marrón
„ 190 „ 205	„ 24.0	„ „ „
„ 205 „ 220	„ 24.5	„ „ „ obs.
Arriba de 220	„ 19.0	„ „ negro
	599.5	grs.

(*) M. Klark y L. Gautler.

Una fracción de aceite de acetona efectuada en grande, en un aparato de columna en presencia del agua, primero con vapor indirecto, después con vapor directo, dá otra faz de las condiciones relativas al punto de ebullición; 14 balones de aceite de acetona conteniendo cada uno 45 kgrs., fueron fraccionados y los productos recogidos en balones; las condiciones de la ebullición de cada balón aparte, fueron determinadas con 100 cm.³ de aceite deshidratado y las fracciones obtenidas expresadas en cm.³ fueron reunidas en el siguiente cuadro:

Temperaturas	100 cm ³ han dado las fracciones siguientes en cm ³						
	Balón Nº 1	Balón Nº 3	Balón Nº 5	Balón Nº 7	Balón Nº 9	Balón Nº 11	Balón Nº 13
Hasta 70 ⁿ	37	..	..		..	..	..
De 70 á 75	40	..	..		..	..	..
» 85 » 80	13	22	1		..	..	..
» 80 » 85	7	20	18	..	1	..	..
» 85 » 90	0,5	18	16	11	3	..	..
» 90 » 95	..	11	14	11	7	..	..
» 95 » 100	..	14	16	12	17	1	..
» 100 » 110		9	21	33	33	4	..
» 110 » 120		3	9	19	21	6	..
» 120 » 130		..	3	10	14	11	1
» 130 » 140		..	..	2,5	4	33	1
» 140 » 150		..	..		..	24	1
» 150 » 160		..	..	..	..	10	3
» 160 » 170		..	..		..	5	25
» 170 » 180		..	..	..	..	5	32
» 180 » 190		..	..	..	..	..	20
» 190 » 220	..	..	..	..	..	..	15
	97.5 cm ³	97 cm ³	99 cm ³	98.5 cm ³	98 cm ³	99 cm ³	99 cm ³

Aparatos necesarios para la rectificación
Método fraccionario

Para la ejecución de la operación que acabamos de describir, se necesitan por lo menos tres aparatos de columna de rendimientos análogos, porque tiene que haber por lo menos un aparato para la primera destilación, lo mismo que para la segunda rectificación del producto, para que se rectifique siempre los mismos productos en los últimos aparatos y no tener necesidad después de cada operación de proceder á limpiar los aparatos.

Al cabo de la rectificación, los productos de la destilación son recogidos en balones y no es sino cuando se establece un cierto estado de equilibrio en el trabajo de destilación, que se establecen receptores en los cuales se envía directamente los productos que pasan del refrigerante.

En los grandes talleres de rectificación, los tubos de paso de los refrigerantes, todas las sopapas de vapor, todos los robinetes de conducción del agua al refrigerante y al condensador, se reúnen en un punto, de manera que solo es necesario un solo destilador.

Mientras se llega á este estado de equilibrio, se acostumbra á descomponer lo destilado en las partes siguientes y á dirigir éstas en los receptores correspondientes.

- 1.º Productos de cabeza.
- 2.º Productos determinados.
- 3.º Productos de alto grado. Admiten agua sin enturbiarse, pero no resisten la prueba del permanganato de potasio.
4. Productos de alta graduación que enturbian el agua.
- 5.º Productos que se separan del aceite por el agua.
- 6.º Productos que salen del aparato separadamente y agua.

Los productos 1, 3 y 4 pasan por los conductos que les están reservados.

El destilado 5 llega á un aparato lavador que consiste en un cilindro horizontal provisto de un agitador; en este aparato la separación de aceites por lavado se efectúa por adición de agua y el agua del lavado sirve después para la dilución de la acetona bruta, mientras que los aceites que sobrenadan corren á otro receptor.

El agua que proviene del producto 6 es igualmente empleada para disolver la acetona bruta.

El receptor, contiene también una carga de la caldera y cuando una carga análoga se encuentra, los aceites son rectificadas aparte, después de ser desecados como ya se ha dicho; esta operación se hace todavía usando el vapor indirecto y queda una cierta cantidad de acetona y de aceite liviano de acetona; los aceites son destilados á vapor directo y después de la deshidratación el producto constituye el aceite de acetona pesado. Como lo indica la figura, todos los receptores son establecidos en un local particular que sirve al mismo tiempo para la expedición.

Para la explotación de una usina de acetona establecida en proporciones tales que pueda dar beneficio, una máquina de 30 caballos, más ó menos, es indispensable. Esta máquina sirve para accionar los agitadores, las bombas de agua, etc.

Rendimiento: Como se ha dicho anteriormente, los rendimientos en acetona son poco favorables; esto es debido á que en el acetato de cal hay ácidos extraños, provistos de acetonas superiores, que pasan con los aceites de acetona sin valor.

PREPARACIÓN DEL ALCOHOL METÍLICO PURO Y DEL ALCOHOL PARA
DESNATURALIZACIÓN CON ALCOHOL METÍLICO BRUTO

Generalidades.—El incremento que ha tomado la industria de la anilina, ha tenido por consecuencia un consumo muy grande de alcohol metílico, cuyo producto en los primeros tiempos encontraba aplicación, sin sufrir mayores purificaciones. Pero á medida que se fueron conociendo las dificultades de purificar los productos obtenidos en la industria de la anilina, y una vez que se reconoció como origen de estas impurezas las del alcohol metílico, las exigencias, en lo que se refiere á la calidad de éste, fueron creciendo de día en día, haciendo indispensable la rectificación del producto bruto.

Cuando el alcohol metílico obtenido en Alemania fué insuficiente, la América del Norte importó á Europa especialmente á Alemania, su producción de alcohol metílico bruto, que aumenta cada año. Si recordamos lo dicho en otro lugar, veremos que actualmente la importación del alcohol metílico bruto de América y de Hungría, equivale á la producción alemana; la Rusia, de quien podía también esperarse por su riqueza en maderas, no ha tenido hasta el presente ningún movimiento.

Los proveedores principales de alcohol metílico son, pues, América y Hungría, y en América el comercio de dicho producto está en una sola mano; ésta posee un número enorme de usinas de carbonización y una cierta conexión con otras usinas, de suerte que apenas si quedan libres, cantidades de poca importancia de dicho producto.

El producto bruto es librado al comercio en barriles de 160 kgrs. más ó menos, con una graduación de 80 o/o; si este artículo es vendido según la riqueza que tenga, es decir, si el precio es establecido para 100 kgrs. de alcohol metílico á 100 por 100, se determina la graduación por el alcoholómetro de Richter. En este 100 por 100 se encuentra comprendido, una cierta graduación de ace-

tona, que por 100 kgrs. de alcohol metílico á 100 o|o se eleva generalmente á 12 o|o y más.

Como ya se ha dicho, se preparan los productos brutos por rectificación del contenido metílico, sin efectuar un fraccionamiento de los productos de la destilación, importando solamente, llevar las últimas partes á un grado de concentración, que permita la traslación fácil y al mismo tiempo, hacerlas aptas para el agua y de una graduación mínima de 80 o|o.

Los productos primeramente clarificados, adquieren muy fácilmente una coloración oscura, debido á la presencia de algunas substancias empireumáticas y toman poco á poco una coloración que varía del rojo más ó menos obscuro al marrón obscuro.

Según su graduación en aceite, el alcohol metílico bruto admite más ó menos agua, transformándose en un líquido límpido.

El alcohol metílico bruto contiene todos los productos que no tienen caracteres ácidos, que por consecuencia no son combinados fuera del paso del vapor acético á través de la lechada de cal y en que los vapores de agua no pueden producir la volatilización. Entre esos productos mencionaremos los siguientes :

Alcohol alílico	Acetato de metilo	Metilacetona y acetonas superiores	Trimetilamina
Aceto aldehida	Pirocatequina	Acetona	Cimene y otros hidrocarburos
Pormealdehida	Amoniaco	Oxido de metilo	Piridinas
Furfurol	Metilamina	Dimetiloacetal	
Metil furfurol	Dimetilamina		

De los cuerpos que pasan fuera de la rectificación de acetona, alcohol alílico, aceto-aldehida, el amoniaco y las aminas, mientras que los últimos pueden ser fácilmente eliminados por combinación á un ácido, la separación del alcohol alílico y de acetona, pero sobre todo los restos de ésta, para obtener el alcohol metílico químicamente puro, ofrece grandes dificultades, porque los puntos de ebullición de la acetona y del alcohol metílico son muy vecinos. A pesar de las mejores construcciones de los aparatos y de buenas prácticas y teorías, y la ayuda de todos los agentes químicos de depuración,

no se puede separar en un estado puro, más que una porción relativamente débil del metilo tratado.

Este grave inconveniente de la rectificación del alcohol metílico, es allanado de la manera más feliz por la ley relativa á la desnaturalización del alcohol, que se sabe se permite en Alemania, en Francia y en otros países. El empleo como agente de desnaturalización especial para el alcohol, de un espíritu de madera impuro y rico en acetona, es como agente general de desnaturalización el mismo espíritu de madera adicionado con otro de bases pirídicas.

En los países que la ley sobre el alcohol no facilita de esta manera la aplicación del alcohol metílico bruto, es difícil, en general, producir racionalmente alcohol metílico; se contentan con preparar un producto semiterminado, que no es alcohol metílico puro, pero sin embargo, ya bastante claro para encontrar aplicación en varias industrias, como pasa en Italia. Alemania ocupa el primer rango, puesto que no hay ningún país en el cual la industria de la anilina haya llegado á tal desenvolvimiento; es por esto que los fabricantes alemanes de anilina, son también los más grandes consumidores del alcohol metílico puro y son muy exigentes para este alcohol, sobre todo en su contenido de acetona.

Desde un tiempo á esta parte, se consume una gran cantidad de alcohol metílico para la preparación de la formaldehida; este producto, que se presta maravillosamente á las reacciones, tiene también salida en la industria de los colores de anilina y se puede, sin equivocarse, avaluar su consumo anual en Alemania en 300.000 á 500.000 kilos.

El establecimiento de una usina de rectificación del alcohol metílico, exige naturalmente ciertas condiciones absolutamente indispensables, como ser, el transporte poco costoso de la materia prima y de los productos fabricados, el precio lo menos elevado posible del carbón y el bajo precio de la mano de obra.

Práctica de la rectificación. — La usina de rectificación comprende: el taller de rectificación y dos locales cerrados, uno para los receptores y otro para las calderas de vapor; debe hacerse notar aquí que generalmente las pequeñas usinas no trabajan de una manera satisfactoria.

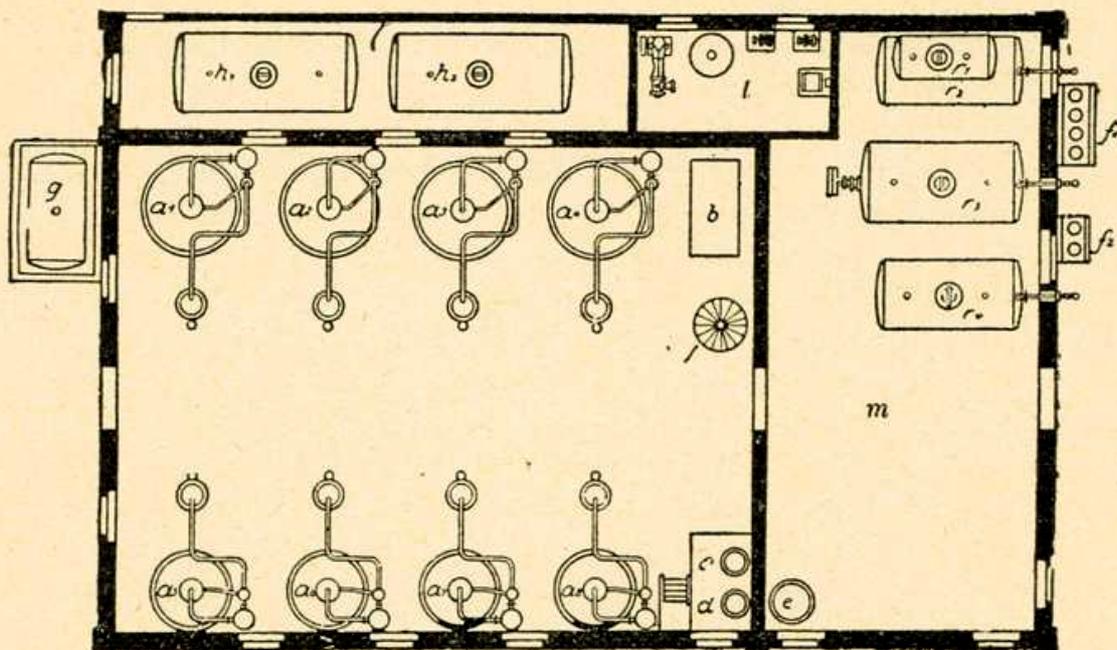


Fig. 10

Planta de una usina para la producción de alcohol metílico

En la figura, a á a^8 son los aparatos de rectificación con sus refrigerantes; b es un receptor con lechada de cal; c , d y e , son los receptores de ácido; r , á r^4 , receptores y vasos para la mezcla de los productos semipurificados y purificadores; n el local conteniendo este receptor y sirve al mismo tiempo para la expedición; f y f^2 son los depósitos para llenar los balones; g , un receptor de agua caliente; h y h^2 , receptores de depósito para el alcohol metílico bruto; i escalera caracol, y l el local de las bombas.

El alcohol metílico bruto llega á las usinas en vagones ó en toneles y por medio del aire comprimido con ayuda de bombas es empujado directamente en una

cuba en la que se llega á una concentración de 50 á 60 o|o, para disminuir la prima de seguros.

Es con el contenido de esta cuba, que se cargan los aparatos rectificadores, los que se componen, como todos los aparatos de rectificación, de una caldera de fierro ó de cobre, de una columna de cobre con platos perforados, de un condensador y de un refrigerante; solamente á causa de la gran dificultad que presenta el trabajo de rectificación, deben ser construídos sin ninguna falla y estar muy limpios.

Cuando la caldera está cargada con alcohol metílico bruto se agrega el 30-40 o|o más ó menos de agua de condensación caliente y después se agrega por m.3 20-30 litros de lechada de cal; sale primero del aparato, un producto constituido por la acetaldehída, bien fácil de distinguir por el olor.

El contenido del primer balón marca generalmente 93-94 o|o y presenta una coloración un poco azulada, que proviene del cobre, que debido á la presencia de amoníaco ha entrado en solución en la primera parte de la destilación; este resto de amoníaco acompaña al producto hasta muy avanzada la operación. En un tubo graduado se mezcla agitando vigorosamente 10 cm.3 de alcohol con 20 de soda á 1.3 de densidad y se deja en reposo. Esta operación dá la graduación de acetona. Se separa entonces casi por completo en forma de una capa que sobrenada en el alcohol.

Cuando la clarificación es completa, el obrero lee el número de centímetros cúbicos, ocupados por la capa de acetona y multiplicando este número por 10, se halla la graduación o|o en acetona en volúmen; estos primeros balones, presentan una graduación en acetona muy elevada, llegando á menudo hasta 40 o|o y más; cada balón, se escribe en un libro de fabricación, donde se anotan las rúbricas por el número de la caldera, número de la operación, la fecha, el peso neto y las indicaciones relativas á la calidad del producto, como por ejemplo: la graduación en acetona determinada como ya se ha dicho.

Todos los balones que dejan separar hasta 8 o|o de

acetona se reúnen para formar una carga particular, los otros productos que le siguen con una débil graduación en acetona, que son generalmente miscibles en agua sin enturbiarla y ofreciendo una graduación en acetona de 3 á 1 o|o. Al fin de esta operación lo destilado pierde su miscibilidad con el agua y la riqueza centesimal del producto retrograda poco á poco.

Salen entonces del aparato productos parecidos á los que se obtienen en la rectificación de la acetona bruta, que por consecuencia, dá lugar á una separación de aceites, cuando se agrega agua; las últimas porciones salen lechosas y se componen de una mezcla de aceite y de agua análoga á una emulsión.

La mayor parte del alcohol alílico soluble en el agua, que encierra el alcohol metílico bruto, se encuentra contenido en una porción de débil graduación centesimal, es decir, en las fracciones que salen del aparato á menos de 90 o|o.

La primera destilación dá por resultado lo siguiente:

- 1.º — Productos acetoados con 60.8 o|o de acetona.
- 2.º — Productos medianamente ricos acetoados miscibles con el agua sin enturbiar, con 7.1 o|o de acetona.
- 3.º — Productos medio ricos; no admiten agua.
- 4.º — Productos alílicos, más de 90 o|o.
- 5.º — Productos acuosos odoríficos.

Se fracciona en los balones, hasta que se recoja de cada clase de carga lo suficiente para el tratamiento ulterior, es decir, para la segunda rectificación. Como además de la preparación del alcohol metílico puro, importa también efectuar una separación exacta de los productos de la destilación, se acostumbra reunir estos últimos en pequeñas partes y para esto los balones de vidrio son todavía los mejores recipientes.

Una vez que se reúne una carga suficiente, con las diferentes fracciones, los obreros buscan en los balones que después de las indicaciones consignadas en los li-

bros, encierran el producto que ha de ser tratado; los productos ricos en acetona (8 á 60 o|o) obtenidos por la primera destilación son sometidos juntos á la rectificación. Para esta operación la carga es diluída de manera que para 200 kgs. de alcohol haya 100 kgs. de agua y se agrega por otra parte á la carga de la caldera, una cantidad de ácido sulfúrico suficiente, para saturar las combinaciones amoniacales y las bases presentes y que quede todavía un pequeño exceso. A causa de esta adición de ácido, es necesario efectuar la destilación en calderas de cobre ó de fierro revestidas de plomo.

Alcohol metílico puro. — Las partes que después de la destilación ofrecen una graduación de 7 á 1 o|o y que admiten agua sin enturbiarse constituyen la materia prima para obtener el alcohol metílico puro.

Para efectuar la destilación de estos productos se adiciona al alcohol metílico, agua á la proporción de 30 o|o, adicionando luego acetato de anilina ó soda; sustancias que se combinan con los cuerpos fenólicos, que todavía existen, ejerciendo así una acción depuradora.

Las cantidades de soda agregadas, son muy diferentes y oscilan entre 1 y 3 o|o; naturalmente que la concentración de la soda empleada juega también un rol importante.

La determinación de la calidad de los productos de la destilación, es efectuada por agitación con soda; cuando este ensayo no permite reconocer, aún después de largo reposo de la muestra agitada, la presencia de acetona, se debe pasar á la dosificación de ésta y recurrir para esto al método de *Messinger* que es el mejor, para ensayo en el transcurso de la fabricación.

Hay otro método, para satisfacer las exigencias comerciales; debe contener menos de 0.1 o|o de acetona, tener perfecta limpidez, ser neutra y de olor característico y que además, resista las pruebas del ácido sulfúrico, del permanganato y del bromo.

Todos los productos usados para el ensayo, se co-

locan en los receptores de metilo puro, mientras que las otras fracciones, vuelven para ser sometidas á otra rectificación, con productos análogos. Se sigue así hasta que finalmente se obtiene una parte de metilo puro, alcohol metílico de desnaturalización y un residuo de aceites contenidos en el metílico bruto.

ALQUITRAN

Tratamiento del alquitrán. — Hemos visto en la destilación de las maderas, que el alquitrán tal como se deposita en el fondo de los vasos que contienen vinagre de madera bruto, no se separa sino mecánicamente de este último, para ser después de deshidratado, librado directamente al comercio, destilándose raras veces para obtener creosota; esta deshidratación debe ser efectuada á fuego directo, porque los últimos productos que pasan en la destilación, tienen un punto de ebullición muy elevado.

Los depósitos que se emplean para esta destilación (figura) se establecen de una manera análoga, á las que se usan para la destilación del alquitrán de hulla, solamente á causa de la reacción del alquitrán de madera no se construyen de hierro dulce, pero pueden construirse de fierro fundido dándoles un espesor de paredes bastante grandes. Tienen una capacidad de 3.000 á 5.000 lts.; los depósitos son de forma cilíndrica y el fondo es generalmente hueco en el interior. En el punto más bajo del depósito, se encuentra un anexo para la evacuación de la brea, éste debe preservarse de la acción del fuego y debe tener á más dimensiones bastante grandes para vaciarlo de la brea, sin ninguna dificultad; la tapa del depósito es generalmente de cobre pero puede también ser de hierro fundido; no hay para esto ningún inconveniente.

Por medio de un capitel de cobre adaptado sobre la tapa, el depósito se pone en comunicación con el refrigerante, que son como los de la destilación de la made-

ra. En lugar de un termómetro adaptado en el capitel y que no toca el líquido, se establece sobre el depósito, una sopapa de seguridad, que sirve igualmente para arrastrar las masas de alquitrán en los casos, que por una ebullición violenta, el contenido desbordara. Un ajuste con llave para llenar la columna con alquitrán completa la armadura; los tubos que conducen los productos destilados en el refrigerante y los tubos de éste, son elegidos de un diámetro conveniente, para que no se puedan producir obstrucciones. El tubo de pase del

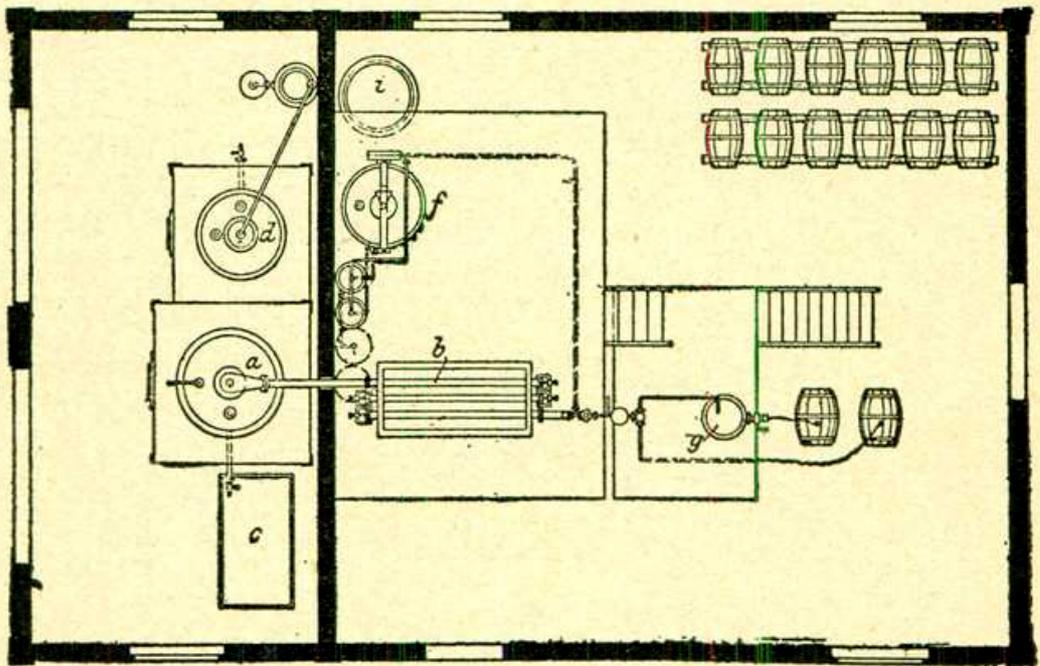


Fig. 11

Taller de tratamiento de alquitrán de haya

refrigerante desemboca en una probeta, que permite observar la destilación por medio de un aereómetro colocado en su interior. Entre la probeta y el refrigerante, se encuentra un tubo sifón que sirve de cerradura hidráulica. Sobre el tubo del aire se adapta una llave de tres vueltas, que está en comunicación con el tubo de aspiración de una bomba de vapor ó una bomba de aire.

Para llenar el aparato con el alquitrán, se hace el vacío con ayuda de una bomba de vapor, y cuando el aire está suficientemente rarificado, se abre la llave que

hace comunicar con el recipiente del alquitrán. En éste hay un recipiente de cobre, que siendo calentado por medio del vapor de escape, hace el alquitrán más fluido, y por consecuencia, facilita su circulación en los tubos. Esta manera de llenar dá buenos resultados y procura una gran limpieza.

Cuando ya se ha llenado el depósito, se empieza á calentar muy vivamente, hasta que la tapa del aparato comience á calentarse, se modera enseguida el fuego y se espera que los primeros productos de la destilación aparezcan en el tubo de paso del refrigerante. Hay que calentar ahora con mucha precaución, porque en este primer período, el alquitrán tiene gran tendencia á desbordar; como combustible para este período la leña es muy conveniente, pero sin que sea necesario producir un fuego muy vivo.

Los elementos que se encuentran en el alquitrán, el ácido acético y el alcohol metílico, se volatilizan en primer término y aparecen en el tubo de desprendimiento del refrigerante, bajo la forma de un líquido amarillento, sobre el que flotan los aceites ligeros.

De 100 kgrs. de alquitrán se retiran 20 kgrs. de este vinagre de madera y 5 kgrs. de aceite de alquitrán liviano; sobrenada el vinagre y la densidad se eleva á 0.970.

Las figuras representan el plano de un taller de tratamiento del alquitrán de madera de *haya*. En estas figuras *a*, es el depósito de alquitrán; *b*, su refrigerante; *c*, el receptor de la brea; *d*, el aparato destilador para la creosota; *f*, el aparato de lavado; *g*, vaso de separación que tiene forma de un embudo; *i*, el receptor para la creosota.

Separación de los productos de la destilación del alquitrán. — Del tubo de desprendimiento del refrigerante, los dos productos se trasladan en un vaso de separación que tiene forma de un embudo. Cuando la clasificación se ha hecho, se reúne el vinagre de madera formando una capa inferior, con el que está destinado á alimentar el sistema de tres calderas, mientras que los

aceites ligeros son dirigidos á otro receptor. Cuando el termómetro marca 110° , más ó menos, se produce ordinariamente una suspensión de la operación que se explica del modo siguiente: En este momento la mayor parte del agua presentada se ha expulsado ya y no queda más en el residuo que vestigios de agua, y como la presencia del agua rebaja mucho el punto de ebullición, éste se eleva mucho cuando ésta ha sido eliminada.

Se produce por esto una detención hasta que el depósito haya recibido las calorías que necesita; desde que ha sido así, se observa sobre el termómetro una ascensión del mercurio bastante rápida, y á partir de este momento todo peligro de desbordarse el alquitrán ha desaparecido, de suerte que ahora se puede calentar fuertemente.

En todos los casos hay que hacer, que la caldera se encuentre á una distancia suficiente del tubo de desprendimiento y lo mejor todavía, es separar por una pared el depósito de alquitrán y el refrigerante, como lo indica la figura.

Si el alquitrán se desborda, la sopapa se abre de golpe y el alquitrán salta la tapa y corre por la bomba, para impedir lo cual se le dá mucha capacidad; es conveniente adaptar en el capitel un tubo de vapor, á fin de que en los casos en que los tubos abductores y los tubos refrigerantes se taparan por el alquitrán desbordado, se puedan limpiar fácilmente.

Cuando el vinagre de madera y los aceites livianos destilan, el termómetro marca entonces 110° , los aceites pesados comienzan á correr, estos últimos pasan hasta una temperatura de 250° á 260° ; estas temperaturas varían mucho naturalmente para cada depósito con la posición del termómetro. Cuando llega á 260° la destilación se termina casi completamente y la brea que existe en el depósito, la que cuando está caliente puede muy bien pasar por los tubos.

Los aceites pesados son al fin de la fabricación ensayados con ayuda de soda, para hallar su porcentaje

en fenol y según el resultado obtenido, que no hay necesidad de contralorear sino de tiempo en tiempo, se conduce la operación, de manera de recoger á parte de el destilado que contiene la creosota, la que pasa ordinariamente entre 180 y 220°.

Evacuación de la brea. — La operación de la destilación del alquitrán ha terminado, cuando se tiene una temperatura de 260-280° más ó menos y no queda más que retirar la brea del depósito. Con la concentración que ofrece en este momento este producto, está todavía aún al cabo de algunas horas, lo suficientemente fluído, para poder pasar sin dificultad; se evita de evacuar inmediatamente después de la destilación, porque la brea fuertemente calentada, en contacto del aire, es muy inflamable.

Pero este peligro de inflamación se evita, si entre el fin de la destilación y el vaciado, se deja correr varias horas y se mantiene durante este tiempo abierta la puerta del horno y el registro del humo.

La llave que se encuentra sobre el ajuste, por la cual se evacúa el alquitrán, se dispone de manera que se pueda entrar por su orificio anterior sin que se vea obligado á sacar la llave. Este ajuste está generalmente obstruído, por masas carbonizadas ú otras materias, de suerte que después de la abertura del robinete no pasa la brea, y en este caso se debe buscar de sacar el obstáculo, introduciendo una barra de hierro en el robinete. Pero muchas veces no hay dificultades y la brea corre directamente al depósito que se le ha destinado, consistente en una caja de fierro dulce, teniendo más ó menos para la capacidad de 3.000 lits. 3 mts. de largo, 1 mt. de ancho y 400 ó 500 milímetros de profundidad; en esta caja la brea forma una capa que no es de mucho espesor y que, por consecuencia, se enfría muy pronto, pudiendo por la misma razón sacarse muy pronto.

La duración de la destilación del alquitrán, es muy variable y depende naturalmente del punto en que se quiere; si se trata solamente de obtener brea de alqui-

trán de madera, se destila muy rápidamente y se conduce lentamente la operación; en general se puede decir, que la destilación no exige más de 24 horas y comprende el cargamento del depósito con un consumo de carbón de 20 o|o y dando el siguiente rendimiento:

1.º—Agua acidulada: 20 o|o correspondiendo á 3 kgs. de acetato de cal y á 0.6 kgs. más ó menos de ácido piroleñoso.

2.º — Aceite de alquitrán liviano á 0.97 de densidad, alrededor de 5.1 o|o.

3.º — Aceite de alquitrán pesado á 1.04 de densidad, alrededor de 12 o|o.

4.º — Brea de alquitrán de madera, alrededor de 61 o|o.

La mayor parte de las usinas de carbonización, se contentan con esta manera de destilar el alquitrán y buscan tanto como sea posible, de vender los aceites livianos como los pesados; los residuos de la brea, son los más fáciles de hacer entrar en el consumo. En otros tiempos, cuando la industria del petróleo, la destilación del alquitrán, así como del lignito no tenían todavía mayor aplicación entre las materias colorantes, estos aceites tenían fácil salida; pero esto ha cambiado completamente y sería apenas posible actualmente hacer participar para este uso los aceites de alquitrán de madera. En la mayor parte de los casos, los aceites de este alquitrán pueden ser empleados, porque sirven de materia prima para la preparación de la creosota, que desde largos años se emplea en medicina para combatir la tuberculosis y precisamente en estos últimos tiempos, la creosota y sobre todo la preparación de guayacol obtenido con la creosota, han tomado un lugar importante en el tesoro de la terapéutica.

CAPITULO V

Análisis del aserrín de Quebracho

Toma de la muestra. — En el caso de la muestra número 1, es decir, de aquella correspondiente á la fábrica de extracto de quebracho, se practicó en la siguiente forma:

Se tomó sobre el contenido de dos extractores de tanino expuesto á la acción del aire durante dos días, al término de los cuales, el aserrín fué removido á pala, tomando porciones de la capa superior, de la interior y á distintas profundidades del total; una vez en el laboratorio se mezcló convenientemente estas porciones tomadas y separó luego los cinco gramos para determinar la humedad.

Para la toma de la muestra 2.^a y 3.^a se procedió en la misma forma, con la única diferencia, que en vez de tomar el contenido de dos extractores como en el caso de la 1.^o, se tomó el contenido de dos hoyas ó “noques”, de los comúnmente usados en los procedimientos de tenería y en particular en el caso de tratarse del procedimiento antiguo, en que las pieles sufren su última preparación, sometiéndolas al entierre, diremos así, del cuero enpolvado convenientemente con aserrín.

Humedad. — La humedad se determinó sobre cinco gramos de cada una de las muestras por separado, en cristalizadores de 7 cm. de diámetro por 3 cm. de alto y con tapa de esmeril, haciendo la primera pesada al cabo de dos horas y las siguientes cada 1|2 hora hasta obtener una, en que el peso sea constante; la temperatura adoptada es la comprendida entre 100 y 110°.

Cenizas. — Sobre diez gramos, á pico directo, con una llama de 15 cm. de largo, en una cápsula de platino plana; la llama dirigida de tal modo que no toque el cono frío la superficie inferior de la cápsula y que abarque toda la base de ella; en esa forma al cabo de dos horas se obtienen cenizas con partículas carbonosas, pero que después de un lavaje con alcohol, éstas desaparecen, quedando perfectamente blancas. En esta forma he obtenido como media de tres determinaciones el dato que apunto, advirtiendo que las diferencias entre una y otra fueron siempre pequeñísimas y casi despreciables.

Materias volátiles. — En un crisol de platino con tapa del mismo metal, se tomó un gramo de substancia pasada por un molinillo de café, luego se calentó á fuego directo con una llama de idénticas dimensiones que para el caso común de los carbones, guardando las mismas precauciones. El peso por cien obtenido, se resta de la cantidad tomada y de ésta el agua hallada, y se tiene el total de materia volátil existente. En esta determinación hay que tener cuidado de no destapar el crisol una vez que desaparece la llama entre la tapa y éste, pues el carbón que pudiera haberse encendido llegaría á cenizas.

Carbón. — Diferenciando de un gramo la cantidad pesada, al hacer las materias volátiles, obtenemos el carbón. Llevado á cien nos dá el rendimiento correspondiente á 100 gs. de aserrín.

Substancias solubles en H² O.—50 gramos de aserrín fueron sometidos á una extracción acuosa, á la temperatura del B. M. y en un aparato semejante al de *Schroeder* y *R. Kock*, cuyos detalles gráficos van ilustrados en la siguiente figura :

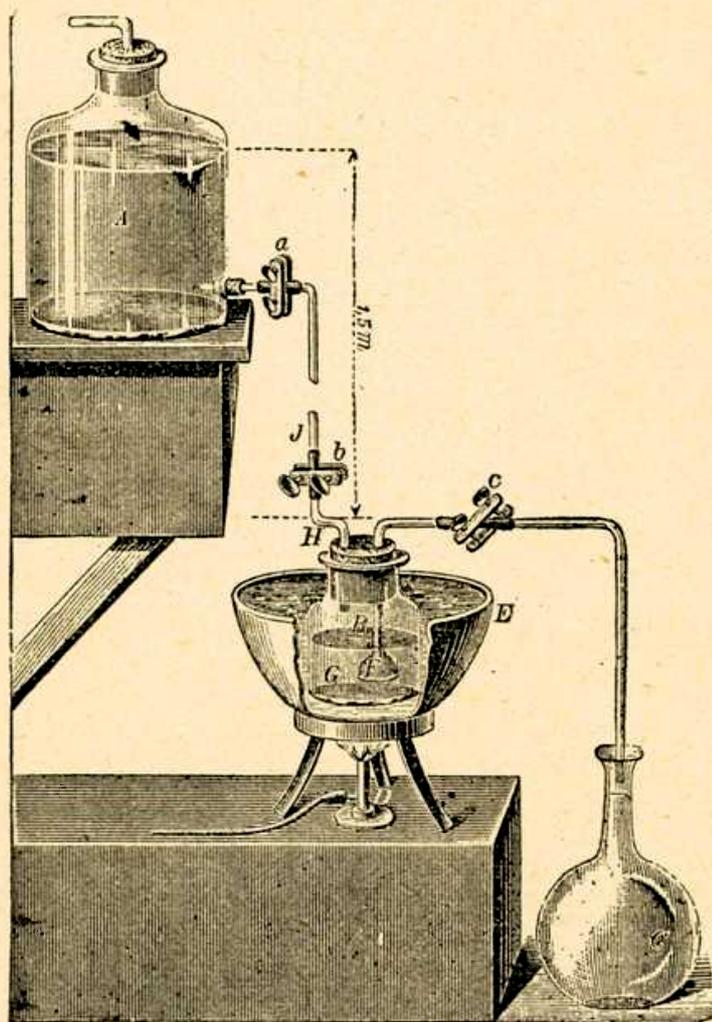


Fig. 12

Aparato de *Schroeder* y *R. Kock* para la extracción acuosa

y cuya técnica es la misma que la indicada por sus autores, detallada perfectamente por *Lunge* en su tratado de "*Analyse Chimique Industrial*", tomo II, página 440, "*Appareils à extraction et Marche de l'analyse des matières tannantes*" indicaciones seguidas con muy pequeñas variaciones y cuya importancia es escasa ó nula.

Ellas consisten principalmente en la cantidad tomada para esta operación, la que estando, como sabemos, en relación con la cantidad de materia tanante que contenga, es susceptible de variaciones y mucho más en este caso que se trata de materias primas que han sido sometidas á una extracción previa.

Ensayo de la piel en polvo. — La piel en polvo usada para la dosificación de los taninos, es la fabricada por la casa Merck's; antes de ser usada fué sometida al ensayo de la pérdida por lavaje, importante de conocer como veremos más adelante, puesto que sería causa de error, en el caso de que ésta fuese elevada.

En los extractos obtenidos fué practicada la dosificación de las materias orgánicas y minerales, procediendo con permanganato y ácido oxálico para las primeras y calculando por diferencia se llegó á las materias minerales.

Dosificación del tanino.—Fué practicada en las mismas condiciones que las indicadas en el método internacional, es decir, haciendo uso de una campana de 7 cm. de largo, 3 centímetros de diámetro en la base, y 18 m|m. en el cuello, provisto de un tapón, por el cual pasa un sifón de dos milímetros de diámetro.

Luego, introduciendo 7 grs. de piel en polvo en la campana comprimiendo suavemente, se la tapa inferiormente por una gasa. Se humedece la piel con un poco de extracto acuoso á ensayar, lo que se hace con una pequeña cantidad, que se reparte en toda la superficie de la masa interna de la campana, hasta humedecer el total por capilaridad.

La salida del agua por el interior del sifón se regula por medio de un tubo de goma y una pinza de Monks, con el fin de conseguir 15 gotas por minuto, por cuyo medio se llega á emplear poco más de una hora para recoger 50 cm.³ del líquido así filtrado.

Para calcular la cantidad de tanino existente en el extracto acuoso, basta hacer un extracto antes del fil-

traje sobre la piel en polvo, luego dosificar las materias minerales de este extracto, y una vez efectuado el pasaje sobre la piel en polvo, se repite esta operación de valoración de extracto.

Restando de la primera operación los datos obtenidos en la segunda, más las materias minerales, más la pérdida al lavaje de la piel en polvo usada, tenemos la cantidad de tanino existente en nuestro extracto acuoso. Estando expresados los no taninos por el extracto seco total, menos el tanino y menos las sustancias minerales.

Destilación pirogenada. — Se practicó en un balón de cobre de 750 c. c. de capacidad, provisto de un tubo de desprendimiento lateral y de un termómetro en la parte superior; el tubo lateral soldado al balón, estaba en comunicación con un refrigerante á serpentín, el cual comunicaba por su parte inferior con un frasco destinado á recoger el líquido condensado.

Los gases que después de burbujear en el agua de cal, pudieran pasar aún cargados de ácido piroleñoso, eran conducidos á un segundo frasco, que hacía las veces de un frasco lavador cargado también con agua de cal; los gases no condensados aquí, eran conducidos á un gasómetro, donde se los recogía haciendo una aspiración suave.

Esta aspiración tenía por objeto facilitar la marcha de los gases, ayudándolos á fin de que su paso á través del agua de cal no fuese tan lento, que obligase á retirar continuamente el fuego que actuaba sobre el balón conteniendo aserrín.

La destilación se condujo lentamente consiguiendo en casi todas ellas el máximo de temperatura; tres horas después de comenzada la operación, al llegar á dicho máximo no se nota más la salida de gases. La destilación ha sido en todos los casos regular y sólo en una de ellas, en que operé sobre aserrín muy fino y húmedo, escogido exprofeso, he podido notar que éste se aglomeraba, formando pasta en su interior carbonizada é interiormente conservando, aún, substancia inalterada.

Análisis de los productos destilados. — Como operación previa se separa el alquitrán, que por su densidad se deposita en el fondo del líquido, del cual se separa por decantación cuidadosa y luego por filtración.

El producto recogido sobre el filtro, es luego tomado por alcohol y éter privados de H^2O , los que se evaporan á una temperatura baja, de manera de hacer su expulsión, sin permitir la volatilización de ninguno de los productos existentes en el alquitrán; la temperatura adoptada para esta operación fué la de 78° , pesando luego el producto obtenido. La disolución del alquitrán en alcohol y éter tiene la ventaja de poder lavar los balones usados con este mismo disolvente, especialmente para el lavaje del serpentín usado como refrigerante.

Dosificación de la acidez.—El líquido privado, en la forma antes expuesta, del alquitrán, separación que si bien no muy perfecta sólo deja una pequeña cantidad de este producto disuelto en el ácido piroleñoso, se pesó la cantidad de ácido piroleñoso así obtenido y luego se halló su densidad por el método del frasco, dándonos por el simple cálculo, el volúmen á que correspondía.

Luego se tomó 25 cm.³ de ácido piroleñoso sobre cuya cantidad se operó para hallar su acidez, se completó á volumen en un balón aforado de 250 cm.³; de esta dilución se tomaron 25 cm.³ en un frasco de precipitación y adicionado de unas gotas de fenoftaleína, se la

adicionó gota á gota de una solución de $Na\ OH$ — (cuyo
N
1
título se establece perfectamente) hasta la aparición de un tinte rosado persistente.

Es conveniente una vez que aparece por primera vez el tinte rosado, esperar 5 ó 10 minutos antes de dar la operación como terminada, y si el color disminuye, agregar unas gotas de álcali.

He ensayado como indicador el tornasol, pero no lo he encontrado muy cómodo, debido al tinte obscuro que toma antes del final, el que imposibilita la nitidez

del viraje, afectando así la sensibilidad del indicador; la fenolftaleína presenta también el inconveniente del tinte obscuro, pero que dada su extrema sensibilidad y su color rojo, al menos hace que se prefiera al tornasol. El número de centímetros cúbicos de potasa gastados se multiplica por 2.40, cuando la soda es exactamente normal y nos dá el porcentaje de ácido acético, sobre 100 cm.³ de ácido piroleñoso, que luego se calcula por 100 kgs. de madera.

Fresenius, indica un procedimiento por destilación, cuando en vez de tratarse del piroleñoso, se trata del pirolignito de cal, producto muy frecuentemente encontrado en el comercio y cuyo análisis muchas veces es necesario practicar, desde el momento que constituye la materia prima en la fabricación del ácido acético y la acetona.

El antedicho autor, aconseja proceder en esta forma: la muestra debe ser tomada de una bolsa, dentro de un número determinado de ellas, conteniendo el pirolignito de cal (número de antemano establecido por comprador y vendedor), así escogida una de las bolsas y sirviéndose de un tubo de latón de 15 m|m. de diámetro, se perfora esta bolsa de arriba á abajo, recogiendo en esta forma un cilindro de muestra que será la que utilizaremos.

Esta manera de tomar la muestra, tiene por objeto evitar el error que se cometería, en el caso que se tratase de una muestra interiormente de mala calidad, pero que con toda intención ha sido recubierta la parte externa, con un producto de primera.

Para efectuar el análisis, se toma un pequeño balón de 200 cm.³ y se lo hace comunicar por un lado con un refrigerante de *Liebig*, y por la otra parte con otro balón conteniendo agua y destinado á producir vapor de agua; este último balón tiene además del tubo de desprendimiento de vapor, que se sumerge hasta el fondo del primero, un tubo de dos metros de alto con el objeto de producir una cierta presión.

Sirviéndose de una pequeña balanza de mano, se

pesa 5 grs. de acetato de cal en una navecilla de aluminio cuya tara es conocida y luego se determina su peso exacto, que generalmente no difiere del anterior, sino de algunos centigramos de manera que para los efectos de la fabricación, una pesada con una balanza á mano sensible, es suficiente.

Se introduce la cantidad pesada en el primer balón, sirviéndose de un cilindro de papel satinado y de un pequeño pincel, operación que se hace con sumo cuidado, á fin de evitar las pérdidas, luego con un chorro de agua, se lava la navecilla y las paredes del cilindro de papel, usando con este fin próximamente 50 cm.³ de agua destilada.

Con una pipeta, se miden otros 50 cm.³ de ácido fosfórico, densidad 1,2, los que se mezclan agitando con el acetato de cal; se comienza á calentar lentamente el primer balón, cerrando por medio de una pinza la comunicación con el balón productor de vapor de agua, y cuando en el primero se nota que toda el agua ha sido destilada, lo que indica la espuma que se forma, se disminuye la llama en éste y se comienza á hacer pasar el vapor de agua, se recoge el destilado en un balón aforado de 250 cm.³, de manera de recoger 150 á 200 cm.³, interrumpiéndose en este punto la operación.

El producto recogido se completa á volúmen, se investiga el ácido clorhídrico y fosfórico en una pequeña porción (este último ácido no es necesario investigar si la operación fué bien cuidada) y si ninguno de los dos ácidos están presentes, se miden 50 cm.³ del destilado

y se dosifica su acidez por la $\text{Na OH} \frac{\text{N}}{1}$ y fenolftaleína como indicador.

Por la fórmula $\frac{0.395 \times \text{N}}{\text{p}}$ podemos calcular el te-

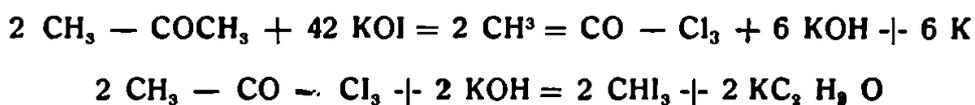
porcentaje del acetato de cal, siendo N el número de centms. cúbicos de Na OH gastados para 50 cm.³ (de 250 cm.³); p, es la cantidad de acetato de cal usada y 0.395 la

relación entre el acetato de cal y 1 cm.³ de Na OH —
N
1
 = 0.079 de acetato de cal, factor que debemos multiplicar por 5, puesto que al titular la acidez, hemos tomado 50 cm.³ del destilado total en vez de 250 cm.³.

Este método, como el anterior, no es exacto, puesto que la acidez tomada no es solamente la del ácido acético, sino de otros ácidos extraños, que si bien en pequeña cantidad, existen siempre lo que dá un valor aparente y no real, se han construído tablas, las que son frecuentemente usadas en los establecimientos industriales de este género; consisten éstas en la variación del peso específico creciente, con el aumento del porcentaje del acetato de cal.

Acetona según el método alemán.—Según este método, para efectuar la dosificación es necesario que la acetona se encuentre formando una mezcla incolora y limpia, miscible en cualquier proporción con el agua, sin dar enturbiamiento ni después de haber transcurrido un cierto tiempo, debe ser neutra, no debe enturbiarse por una solución de bicloruro de mercurio, ni contener más de 0.1 o/o de aldehído y pasar por destilación el 75 o/o á 58 grados.

La dosificación iodométrica es practicada siguiendo las indicaciones de M. Messinger, reposando sobre las bases de la siguiente reacción:



El iodo en exceso entra en combinación con la K O H formando hipo-iodito de potasio, y si después de la obtención del iodoformo se acidifica, todo el iodo no combinado con la acetona se descompone en yodo libre, el cual puede ser titulado con hiposulfito y engrudo de almidón, como indicador.

Líquidos necesarios para practicar esta dosificación por el método fundado en lo anteriormente expuesto:

Solución de Na O H $\frac{N}{1}$, solución de I_o $\frac{N}{5}$, solución de H² S O₄ $\frac{N}{1}$, solución de hiposulfito de soda $\frac{N}{20}$, una solución de almidón recientemente preparada.

Antes de empezar la dosificación, es conveniente practicar un ensayo previo, con el fin de comprobar si las soluciones usadas no tienen impurezas, tales como el nitrato de potasio, que podrían ser causas de perturbaciones.

Con este objeto se coloca en un frasco de Erlenmeyer de 250 cm.³, 25 cm.³ de Na O H $\frac{N}{1}$ y 25 cm.³ de una solución de I_o $\frac{N}{5}$; luego se agita el frasco y se deja reposar 10' al fin de cuyo tiempo se le agrega 25 cm.³ de la solución de H² S O₄ $\frac{N}{1}$ y se titula con hiposulfito $\frac{N}{20}$ si las soluciones han sido bien preparadas; para titular el I_o deben gastarse 100 cm.³ de hiposulfito, en caso contrario debe tenerse en cuenta las diferencias para anotarlas cuando se dosifique la acetona.

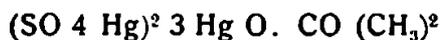
Para efectuar la dosificación se prepara el líquido que debía contener la acetona, por destilación de 200 cm.³ de piroleñoso mezclado con la cal, de cuya cantidad se recogieron 300 cm.³, los cuales son destilados nuevamente, agregándole 20 cm.³ de ácido sulfúrico y agua hasta 200 cm.³ y recogiendo 100 cm.³, formado por la totalidad de la acetona y el alcohol metílico; de estos 100 cm.³ se

toma 20 cm.3 diluyéndolos en un balón aforado hasta completar 1000 cm.3, de los cuales se tomó 20 cm.3 y adicionó luego con 25 de soda y 25 de I_o, se agitó 10' y al final de los cuales se agregó H² SO₄ 25 cm.3, titulando luego el yodo puesto en libertad; el número de centímetros cúbicos de hiposulfito, dividido por 4 dá el yodo que corresponde al combinado, por diferencia se saca el yodo combinado, cifra que multiplicada por 0.6073 dá la acetona o/o de piroleñoso.

Existen además del método anteriormente citado, que es el que he seguido en todas sus partes, otros que persiguen el mismo fin, basándose unos como el de *Denigés*, en la propiedad que tiene el sulfato de mercurio de dar un compuesto cristalino, al entrar en combinación con la acetona de fórmula:



que después de los 110°, á la cual se opera, tiene esta composición:



La práctica de este método la juzgo más larga é incómoda que el anterior, por cuyo motivo no la he practicado, pero sin embargo su sensibilidad es bastante grande, dado el alto peso molecular del compuesto obtenido.

Otro, el de *Kacmer*, se basa en la transformación de la acetona también en yodofornio como el primero de los citados, pero este compuesto es luego disuelto en éter, el cual se evapora en seguida y se pesa el residuo; para practicarle debe conocerse aproximativamente el tenor de acetona del líquido.

Su práctica es más rápida que los dos métodos anteriores, pero tiene ciertas fórmulas que llenar y un cálculo algo complicado y largo.

Alcohol metílico. — Dada la pequeña cantidad de los productos destilados, no me fué posible dosificarlo por destilación y rectificación, para tomar luego su den-

sidad y recurrir á las tablas que dan su riqueza alcohólica.

Pero he podido llegar á conocer esta densidad, conociendo la de la mezcla de acetona y alcohol y valiéndome del siguiente cálculo (1): D, densidad de la mezcla, P peso del alcohol, P' peso del agua, P'' peso de acetona, V peso de un volúmen de agua igual al de alcohol, V' peso de un volúmen de agua igual de agua, V'' peso de un volúmen de agua igual al de la acetona.

$$= P + P' + P''$$

Tenemos que la unidad $\frac{\quad}{V + V' + V''}$ pero como el

valor del divisor es 1, daría que $1 = P + P' + P''$, ó sea que $P + P' = P''$ (1); al hacerse el divisor del primer cociente igual á 1, tenemos que $V + V' = V''$ (2), di-

$$= P + P'$$

videndo (1) por (2) $\frac{\quad}{V + V'}$ nos dan la densidad

que tendría el líquido si no tuviese acetona.

Como vemos, este método es más rápido que el de rectificación nos dá la densidad, factor que necesitamos conocer para llegar al porcentaje de alcohol.

El método me parece exacto y muy cómodo, puesto que con un simple cálculo, podemos resolver un problema que en otra forma exigiría toda una serie de operaciones que requieren sumo cuidado al ser practicadas.

Carbón. — El porcentaje de carbón obtenido en la destilación, se halla por diferencia, entre la cantidad en peso de substancia sometida á dicha operación y la cantidad en peso de la substancia residua.

El carbón es sumamente liviano y muy fino, pero se comporta con bastante regularidad en la combustión; el dato en él practicado fué el poder calorífico, por ser el más importante, para referirlo luego á estos mismos datos al tratar de la fabricación de carbón de madera aglomerado.

(1) Método indicado por J. Magnin.

El poder calorífico determinado en las tres operaciones, fué practicado por medio de la bomba de Mahler, siguiendo las indicaciones convenientes con toda regularidad.

RESULTADOS OBTENIDOS RELACIONADOS Á 100 KILOS
DE MADERA

Muestra núm. 1

Humedad	18.15	grs.
Cenizas.	1.75	”
Materias volátiles	72.00	”
Carbón	40.000	”

Extracto acuoso

Materias solubles total . .	1.660	”
” ” mineral .	620	”
” ” orgánicas	1.040	”
Taninos	566	”
No taninos	484	”

Destilados (composición)

Densidad	1.0339	”
Producto total destilado	54.000	”
Alquitrán	5.200	”
Piroleñoso	48.800	”
Acidez en ácido acético cm.3 4.068.00.	4.228.35	”
Acetona cm.3 222.70	175.7	”
Alcohol metílico	698.9	”

Carbón

Poder calorífico .	6.9032	calorías
Cenizas	4.25	”

Muestra núm. 2

Humedad	19.15	grs.
Cenizas	1.14	„
Materias volátiles	75.80	„
Carbón	38.490	„

Extracto acuoso

Materias solubles total	6.285	„
„ „ mineral	754	„
„ „ orgánicos.	5.531	„
Taninos.	3.171	„
No taninos.	2.360	„

Destilados (composición)

Densidad	1.0233	„
Producto destilado total	57.600	„
Alquitrán	8.000	„
Piroleñoso	49.600	„
Acidez en ácido acético v. 3.851.5 p.	4.097.99	„
Acetona cm. 214.9 p.	173.0	„
Alcohol metílico	585.8	„

Carbón

Poder calorífico	6.960.86	calorías
Cenizas	4.22	„

Muestra núm. 3

Humedad	20.45	grs.
Cenizas.	1.21	„
Materias volátiles .	78.05	„
Carbón	38.000	„

Extracto acuoso

Materias solubles total . .	12.200	„
„ „ mineral .	800	„
„ „ orgánicas	11.400	„
Taninos.	7.200	„
No taninos	4.200	„

Destilados (composición)

Densidad	1.0222	„
Producto total destilado	61.120	„
Alquitrán	8.670	„
Piroleñoso	51.200	„
Acidez en ácido acético v. 373.82 p.	4.085.98	„
Acetona cm. v. 2247 p.	178.52	„
Alcohol metílico	641.6	„

Carbón

Poder calorífico .	6.960.80	calorías
Cenizas	4.28	„

TABLA DE ACIDEZ EN ÁCIDO ACÉTICO DEL PIROLEÑOSO
EN FUNCIÓN DE LOS cm.³ DE K O H GASTADO

KOH $\frac{N}{l}$	Acido acético %	KON $\frac{N}{l}$	Acido acético %
I	2.40	3.0	7.20
1.1	2.64	3.1	7.44
1.2	2.88	3.2	7.68
1.3	3.16	3.3	8.02
1.4	3.36	3.4	8.16
1.5	3.40	3.5	8.48
1.6	3.84	3.6	8.64
1.7	4.08	3.7	8.88
1.8	4.32	3.8	9.12
1.9	4.56	3.9	9.36
2.0	4.88	4.0	9.60
2.1	5.04	4.1	9.74
2.2	5.28	4.2	10.08
2.3	5.51	4.3	10.32
2.4	5.76	4.4	10.56
2.5	6.00	4.5	10.80
2.6	6.20	4.6	11.04
2.7	6.48	4.7	11.28
2.8	6.72	4.8	11.52
2.9	6.96	4.9	11.76
5.0	12.00	8.0	19.20
5.1	12.24	8.1	19.44
5.2	12.48	8.2	19.68
5.3	12.72	8.3	19.92
5.4	12.96	8.4	20.16
5.5	13.20	8.5	20.40
5.6	13.44	8.6	20.64
5.7	13.68	8.7	20.88
5.8	13.92	8.8	21.12
5.9	14.16	8.9	21.36
6.0	14.40	9.0	21.60
6.1	14.64	9.1	21.84
6.2	14.88	9.2	22.08
6.3	15.12	9.3	22.32
6.4	15.36	9.4	22.56
6.5	15.60	9.5	22.80
6.6	15.84	9.6	23.04
6.7	16.08	9.7	23.28
6.8	16.32	9.8	23.52
6.9	16.56	9.9	23.76
7.0	16.80	10.0	24.00
7.1	17.04		
7.2	17.20		
7.3	17.52		
7.4	17.76		
7.5	18.00		
7.6	18.24		
7.7	18.48		
7.8	18.72		
7.9	18.96		

Tabla que propongo para el cálculo de acidez y la que me sugirió la comodidad del cálculo rápido, pues presenta la ventaja, no solamente de dar la acidez en los casos aquellos en que el número de centímetros cúbicos de soda gastados es menor de 10, sino que esta misma con la simple operación de multiplicar por 10 el número correspondiente á los centímetros cúbicos de álcalis gastados, puede servir para los casos en que éstos sean mayor de 10 y menor de 100.

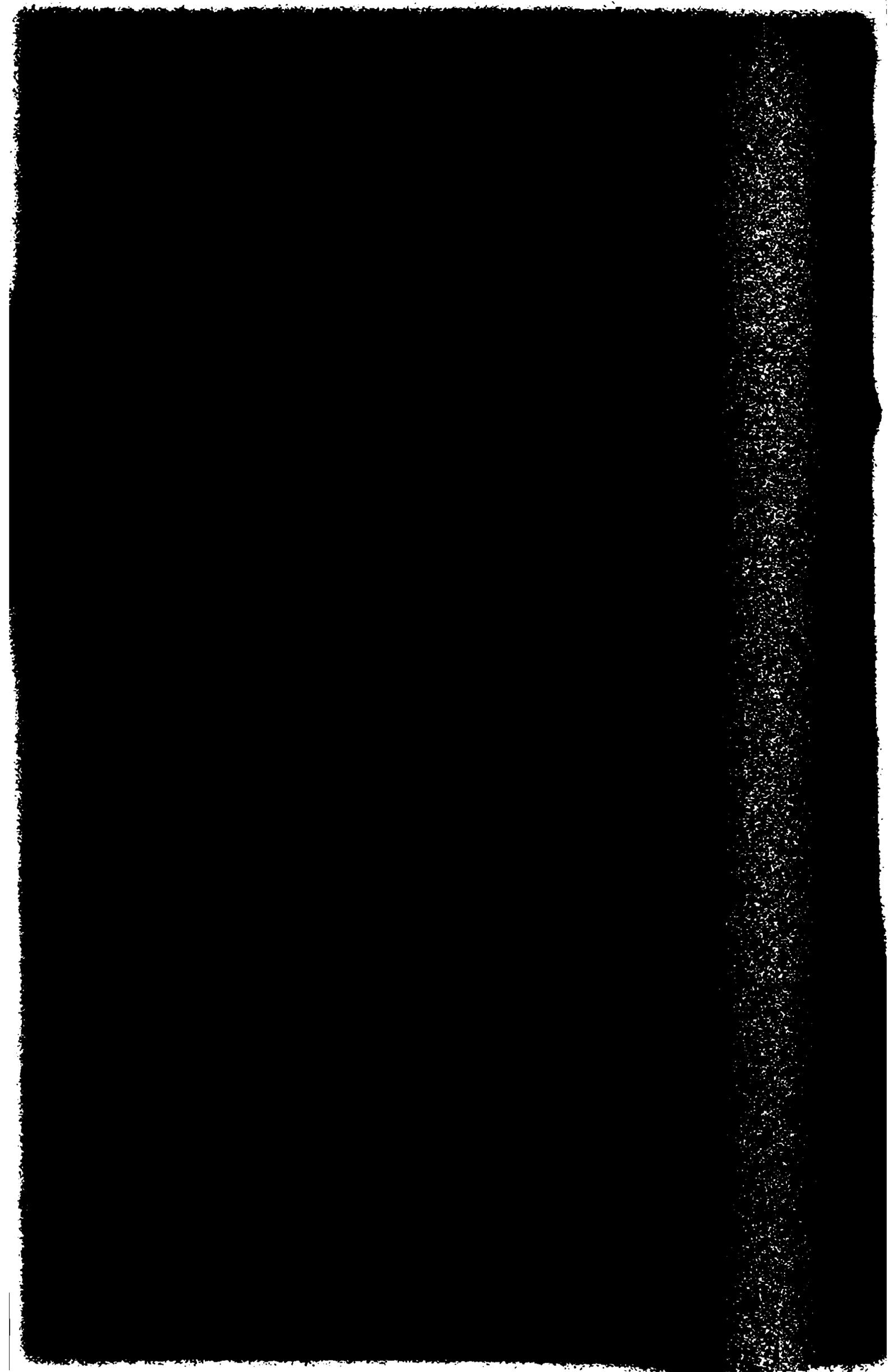
TABLA PARA EL CÁLCULO DE ACETONA

cm. de lo $\frac{N}{5}$	Acetona	cm. de lo $\frac{N}{5}$	Acetona
1	0.6073	3.1	1.8826
1.1	0.6680	3.2	1.9433
1.2	0.7287	3.3	2.0040
1.3	0.7894	3.4	2.0647
1.4	0.8501	3.5	2.1254
1.5	0.9108	3.6	2.1861
1.6	0.9715	3.7	2.2470
1.7	1.0322	3.8	2.3077
1.8	1.0929	3.9	2.3684
1.9	1.1536	4.0	2.4294
2.0	1.2146	4.1	2.4899
2.1	1.2753	4.2	2.5506
2.2	1.3360	4.3	2.6114
2.3	1.3967	4.4	2.6721
2.4	1.4574	4.5	2.7328
2.5	1.5181	4.6	2.7936
2.6	1.5789	4.7	2.8543
2.7	1.6394	4.8	2.9150
2.8	1.7004	4.9	2.9758
2.9	1.7611	5.0	3.0365
3.0	1.8218		

TABLA PARA EL CÁLCULO DEL ALCOHOL METÍLICO CONOCIENDO LA DENSIDAD DE LA MEZCLA HIDRO-ALCOHÓLICA.

0	999.07	27	958.02
1	997.29	28	956.55
2	995.54	29	955.06
3	993.82	30	953.35
4	992.14	31	952.11
5	990.48	32	950.53
6	988.93	33	948.94
7	987.26	34	947.32
8	985.69	35	945.67
9	984.14	36	943.99
10	982.62	37	942.28
11	981.11	38	940.55
12	979.62	39	938.77
13	978.14	40	936.97
14	976.68	41	935.10
15	975.23	42	933.35
16	973.79	43	931.55
17	972.35	44	929.25
18	970.93	45	927.93
19	969.60	46	926.10
20	968.08	47	924.24
21	966.66	48	922.37
22	965.24	49	920.47
23	963.81	50	918.55
24	962.38	51	916.61
25	960.93	52	914.65
26	959.49	53	912.67
54	910.66	78	855.42
55	908.63	79	852.90
56	906.57	80	850.35
57	904.50	81	847.79
58	902.39	82	845.21
59	900.26	83	842.62
60	897.98	84	840.01
61	895.80	85	837.33
62	893.58	86	834.73
63	891.33	87	842.07
64	889.05	88	829.38
65	886.76	89	826.68
66	884.43	90	893.96
67	882.02	91	821.23
68	879.76	92	818.49
69	877.14	93	815.72
70	875.86	94	812.93
71	872.62	95	810.13
72	870.21	96	807.31
73	867.74	97	804.48
74	865.35	98	801.64
75	862.90	99	798.76
76	860.42	100	795.89
77	857.93		

13611119 4126



CAPITULO PRIMERO

Historia de la fabricación de «briquettes» como combustible y como material de construcción

Generalidades

La preparación mecánica de combustibles, juega un gran rol en el desenvolvimiento de las minas de carbón, pues gracias á ella son utilizados un gran número de desperdicios, que representan enormes cantidades de carbón, que en otra forma sería imposible poder usarlo como combustible, dada su extrema pequeñez.

En los primeros años del siglo pasado los menudos de carbón no tenían ningún empleo y eran dejados en el fondo de las minas, sólo algunas especies de carbón en este estado, eran utilizados como balastos en las vías férreas.

Recién en 1842 *M. Marsais* inventa y hace construir la primera máquina, la cual funciona perfectamente, transformando estos desperdicios en combustible de primera calidad, ventajosos para los vapores y ferrocarriles. *M. Marsais* usaba como aglomerante la brea

grasa, ó sea el alquitrán ordinario, purgado del 25 o|o de materias volátiles.

Más tarde, *M. Barouliés*, trató de fabricar aglomerados sin emplear ningún aglomerante, fundiendo los carbones grasos á la temperatura del rojo sombra, pero el precio de esta operación era muy elevado, al par que el producto obtenido tenía poca solidez, lo que hizo como consecuencia lógica, que ninguna industria lo adoptase.

En Inglaterra, *Bassemer*, más ó menos en la misma época que Baroulier, saca patente de invención sobre un procedimiento consistente en llevar la hulla á una temperatura comprendida entre 260 y 360° en un horno á reverbero, donde el carbón se ablanda y luego es sometido á la presión. Tampoco fué puesto en práctica por la misma razón que el anterior.

En 1890 *M. Walter Spring*, efectuó ensayos interesantes sobre la acción de las altas presiones sobre las materias al estado pulverulento y después de obtener combinaciones como las del azufre y plomo, de bismuto y estaño, las aplicó á las hullas, sometiéndolas á una presión de 600 atmósferas.

Estos ensayos, han sido practicados á la temperatura ordinaria y no dejaría de ser interesante practicarlos á una temperatura más ó menos elevada, lo que probablemente permitiría aglomerar sin tener que usar una presión tan grande.

Es necesario hacer notar aquí, que este procedimiento era generalmente empleado para aglomerar hullas grasas, las que encuentran fácil aplicación en la fabricación del coke y raras veces con las hullas medias grasas ó magras, las que por otra parte no pueden ser calentadas á más de 100°, sin que ellas tomen fuego.

Batault, en la mina de *Biérix*, practicó ensayos de aglomeración sin brea, con lignitos pulverulentos provenientes de *Istrie*, los que contenían una gran proporción de materias bituminosas, calentándolos y remojándolos y pudo obtener briquettes sin aglomerante, pero sometidas á una presión de 1500 kilogramos por centí-

metro cuadrado. Algunas usinas de Austria lo han adoptado.

Se han usado también como aglomerantes las arcillas, el sulfato de cal, el silicato de soda, los que tienen la desventaja de dejar muchas cenizas y dar poca cohesión. Los briquettes de arcilla son empleados sólo para usos domésticos, tienen un gran poder de irradiación y se consumen muy lentamente.

En la exposición de 1878 las minas de *Rochdale* han expuesto briquettes aglomerados con 10 o/o de arcillas, al precio de 14 francos la tonelada.

También se han ensayado las materias gelatinosas, las féculas, la melaza, aglomerantes más raros que la brea y que no proporcionan ninguna ventaja, sin embargo, algunas pequeñas usinas situadas en las inmediaciones de las usinas de almidón, las cuales les proporcionan la cola de almidón á bajo precio, fabrican estos briquettes, destinándolos al mismo uso que los anteriores.

En 1885 M. *Saltay*, recomendaba el empleo de la melaza á la dosis de 1 á 1 ½ o/o, la que sólo deja 10 o/o de cenizas y da por calcinación un coke muy resistente, haciendo que el briquette obtenido se comporte de una manera excelente en el fuego.

El aglomerante más comunmente usado y el que hoy se preconiza con más entusiasmo es la brea, obtenida como residuo de la destilación del alquitrán, después de separados los aceites grasos y los aceites pesados.

Este género de aglomerante, sólo presenta ventajas á las maquinarias á vapor, puesto que la gran cantidad de humo y el mal olor que desprende, lo hacen insopor-table ó por lo menos muy molesto para el uso de las casas particulares.

La fabricación de aglomerados combustibles se halla tan desarrollada, á pesar de ser de un origen moderno, que Inglaterra tiene una salida de más de 5.000.000 de toneladas anuales, otros tantos Bélgica, y más de 650.000 toneladas anuales Francia.

En varios ferrocarriles españoles, se han hecho ensayos usando como aglomerante brea seca mezclada con

alquitrán, dando resultados satisfactorios, lo que hace presumir el desarrollo de esta nueva industria en dicho país.

Para terminar con este capítulo, citaré de una manera general, otras especies de aglomerados, que también pueden figurar entre los aglomerados combustibles y luego trataremos de los primeros ensayos practicados con el fin de aglomerar otras substancias que sirviesen, no ya como combustibles, sino como material de construcción.

Si bien este último punto es mucho más moderno, por consiguiente poco estudiado, debido probablemente á que cada fabricante tiene sus conocimientos al respecto, que guarda cuidadosamente en secreto, tanto en lo que se refiere al sistema y clase de aglomerante, como al *modus operandis*.

Como materia prima en la construcción de briquettes combustibles, también se han tomado en cuenta los desperdicios de otras usinas tales como los aserraderos de madera, las fábricas de tanino y las tennerías.

Los briquettes combustibles son fabricados en todos los países, usando diversos aglomerantes con más ó menos ventajas; unos emplean brea, otros melazas, otros féculas, otros la cola de residuos de fabricación de almidón, etc., etc. En nuestro país, la usina establecida en la Gobernación del Chaco (colonia Tirol), por la "*Compañía Quebrachales Fusionados*", con el objeto de extraer tanino del quebracho, ha practicado recientemente ensayos en el sentido de utilizar una parte de la enorme cantidad del aserrín desperdiciado como briquettes y usando como aglomerante la brea.

Desde 1866 era ya conocido el empleo del corcho para la fabricación de briquettes, siendo éste uno de los primeros ensayos tendientes á abrir un nuevo mercado para un material excelente y de bajo precio, como lo constituyen estos briquettes.

Los aglomerados de corcho constituyen, en efecto, un material excelente de construcción, puesto que reúnen cualidades tales, como la mala conducción del ca-

lor, del frío y del sonido; lo que hace que este material sea preferido y buscado siempre que se trate de construcciones que deban reunir estas tres cualidades conjuntamente ó cada una de ellas por separado.

El corcho proveniente de los talleres de fabricación de tapones, es molido en molinos especiales por la disposición de los dientes de sus muelas, á la salida de los cuales es tamizado para separarlo por orden de grueso, siendo este polvo grosero, el que constituye la parte esencial de los futuros aglomerados.

Como aglomerante, generalmente se emplea el mismo usado en la aglomeración de la hulla, es decir, la brea, la mezcla se hace en proporciones determinadas y luego de removerla perfectamente, es sometida á la prensa hidráulica, de manera de dar á los briquettes las dimensiones convenientes, un espesor y densidad uniformes, obteniendo así productos de una regularidad absoluta.

Estos aglomerados sufren después la acción de una temperatura conveniente, que tiene por objeto secarlos, hecho lo cual son librados al comercio.

Si el aglomerante, que ha de ser usado como material de construcción, debe tener un color determinado, esto se consigue adicionando á la pasta durante la mezcla, un colorante que proporciona el color deseado.

Una de las cualidades más importantes de este material consiste en la difícil inflamabilidad, llegando al extremo de poder estar en contacto directo con el fuego sin inflamarse. Debido indudablemente á la capa protectora de negro de humo que se forma, capa muy esponjosa que impide la transmisión del calor, así que la parte que está en contacto con la llama bien pronto se encuentra aislada impidiendo que el fuego tome incremento.

Además de esta práctica en la fabricación que me ocupa, existe toda una variedad de fórmulas y entre otras de las conocidas, puede anotarse aquella que usa además de la materia prima indicada el amianto, ya sea sólo ó adicionado de una cantidad conveniente de sulfato de magnesio. La adición de amianto tiene el objeto de

transformarlos en un producto más incombustible, resistiendo perfectamente la acción del fuego.

En lo que se refiere al empleo de los menudos de otras maderas como materia prima para la fabricación de estos aglomerados, nada puedo adelantar debido á la falta absoluta de bibliografía sobre el asunto y porque, á pesar de muchísimos esfuerzos, no he podido tener conocimiento de la existencia de ninguna usina que explote este producto en nuestro país.

INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE AGLOMERANTE

La solidez del aglomerado crece hasta cierto límite, con la proporción de aglomerante empleado, teniendo una proporción correspondiente á este último, con la cual se hace máxima. Pero generalmente no se llega á este máximo, sino que se emplean las proporciones necesarias para llenar las exigencias del comercio.

Se han practicado ensayos en este sentido hallando la cohesión correspondiente á la cantidad de brea usada en la aglomeración de carbón de piedra, con cuyos resultados se han construído curvas interesantes; estos ensayos se practican en una prensa de Revollier.

Esta curva nos demuestra que el crecimiento de la cohesión es lento á partir de 7 o|o de brea seca.

La curva siguiente corresponde á la variación de cohesión, con el crecimiento del aglomerante en briquettes fabricados en las minas de Anzin; con este carbón se obtiene una cohesión débil, si la proporción de brea no llega á 4 o|o por lo menos y á partir del 9 o|o la cohesión crece muy poco, pasa por un máximo que está marcado por el 72 o|o de cohesión, decreciendo después poco á poco para llegar al 28,5 o|o de cohesión, valor que corresponde á la brea pura.

Importante también es para la obtención rápida de los aglomerados, el conocimiento de la cantidad de agua

existente en la pasta, agua que proviene de la mezcla del polvo de carbón, que antes de adicionarse el aglomerante es agregada y que para cuya expulsión en caso de un gran exceso se pierde mucho tiempo, puesto que debe

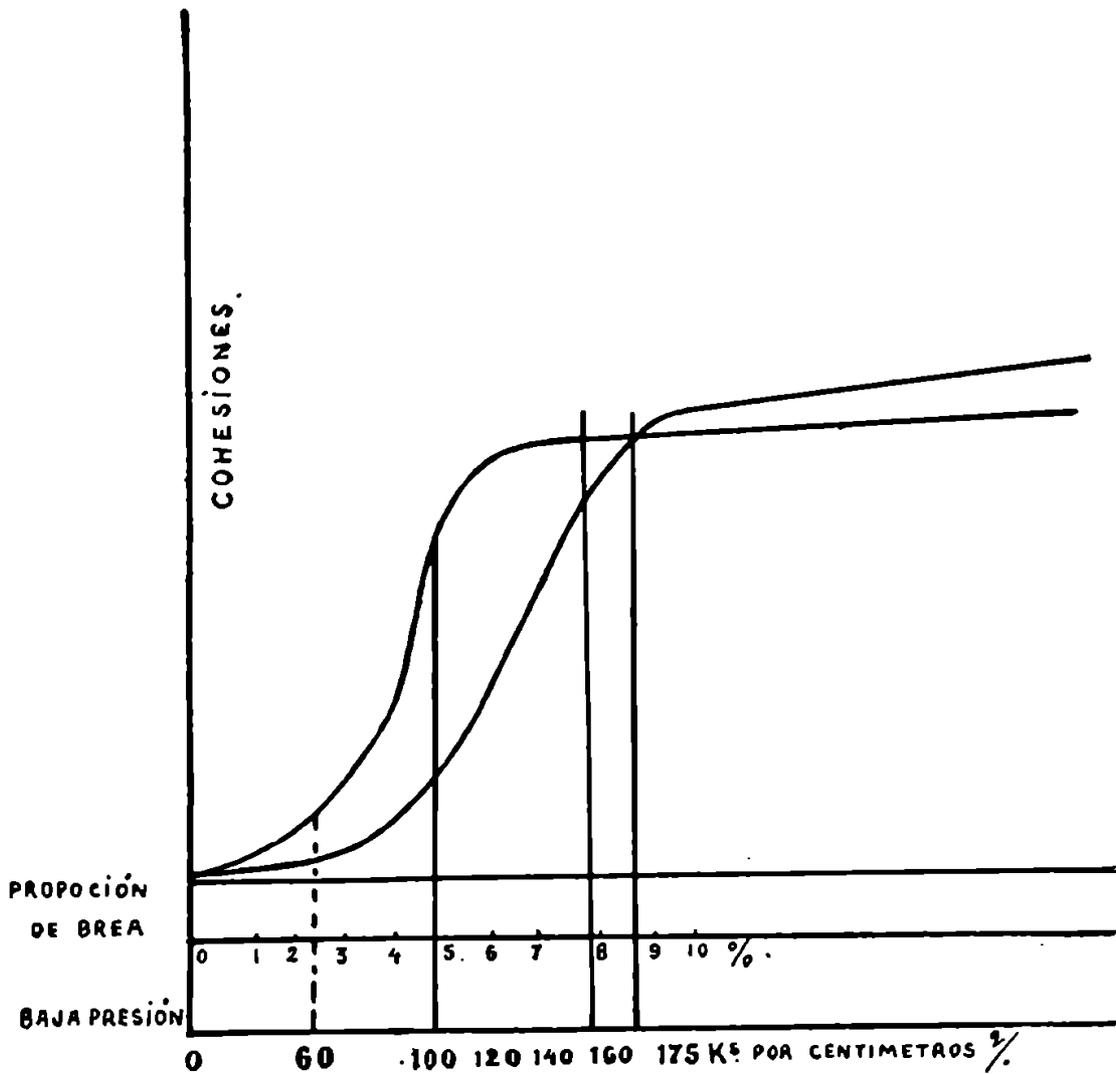


Fig. 13

reducirse esta cantidad á un máximo, indicado por la experiencia. Lo mejor sería tener carbón completamente seco y luego agregarle por medio de un chorro de vapor, el 2 ó 3 o|o de agua, cantidad necesaria y suficiente para una buena calidad de aglomerado.

Además el agua tiene otro efecto pernicioso como ser la disminución del peso específico que trae el aumento de este elemento, muchas veces agregado con la intención de dar un aumento del hectolitro, siendo justamente lo contrario lo que sucede, por lo menos dentro de ciertos límites.

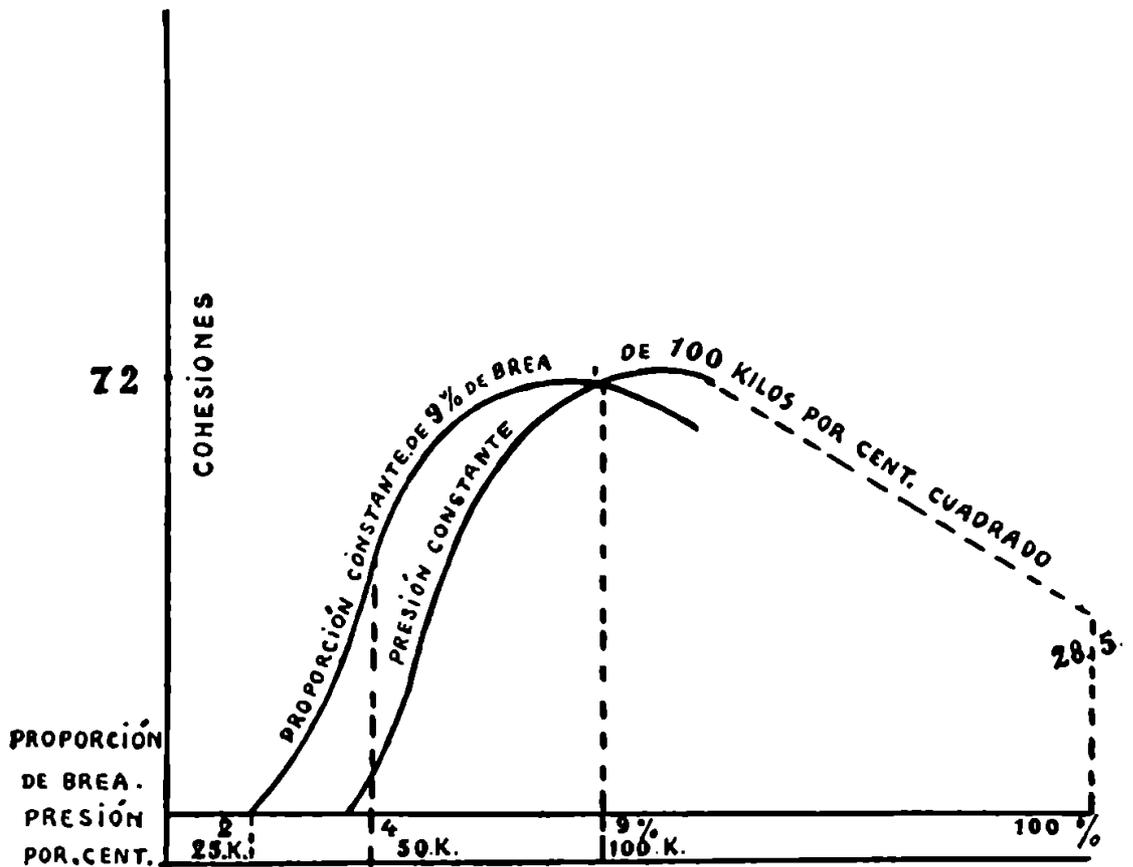


Fig. 14

Varios é interesantes estudios se han practicado en este sentido, dos de los cuales transcribo á continuación con sus correspondientes curvas construídas, tomando en cuenta el peso de un hectolitro y el grado de humedad que la mezcla contiene.

Primero. — Carbón graso de 24 o|o de materias volátiles mezclada al 20 o|o de magra á 10 o|o. El hectoli-

tro es pesado antes de llenarlo y teniendo cuidado de echar el carbón sobre la pala desde 1m.30 de altura. Este carbón es eminentemente compresivo y el peso del hectolitro varía en una larga medida según la altura de la caída durante la carga.

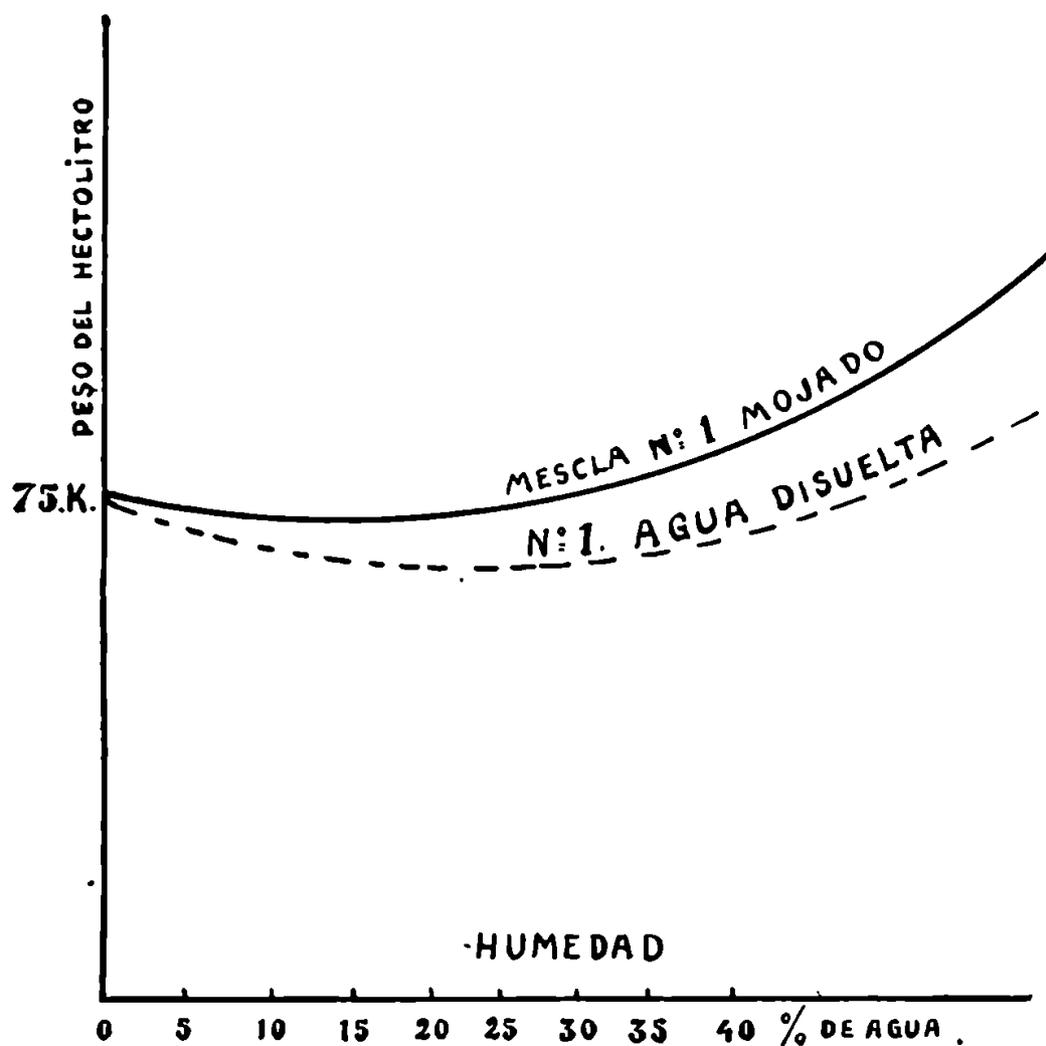


Fig. 15

El peso mínimo del carbón en este caso es de 7.2 kilogramos y corresponde al 9 o/o de agua y á partir de 17 o/o de agua, es cuando el carbón mojado pesa más que el carbón seco.

Segundo. — Curva construída del mismo modo, empleando en este caso magra de 10 o|o de materias volátiles y echada de una altura de 20 cm.; correspondiendo el *mínimum* á 8 ½ para el carbón mojado, á 11 o|o para el carbón cuya agua se ha deducido, siendo necesario que

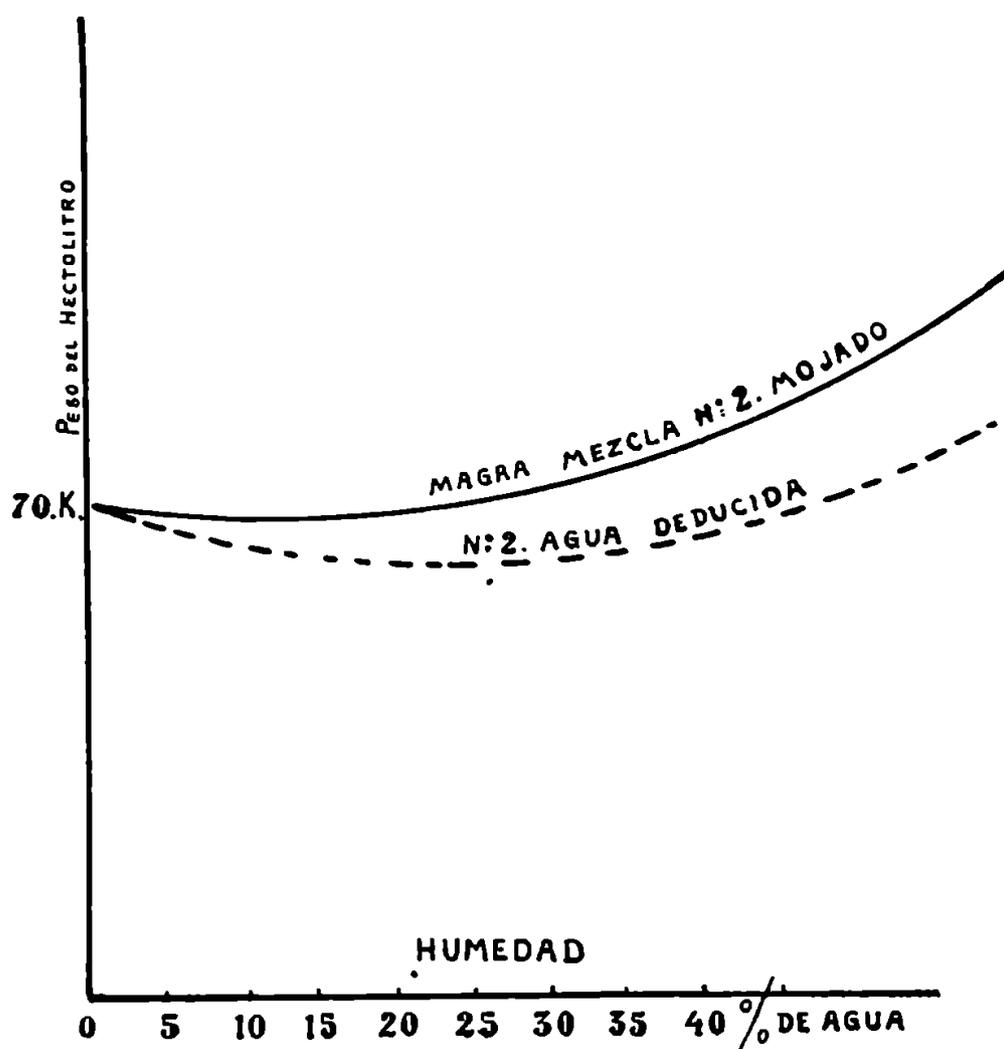


Fig. 16

la humedad pase de 19 o|o á 33 o|o para que haga aumentar el peso del hectolitro.

Para terminar con este capítulo daré las condiciones generales que debe llenar los briquettes combustibles para poder ser comparado con aglomerados de pri-

mera calidad llenando así las exigencias del comercio y del consumidor.

Estas condiciones son:

Ser sólidos á la temperatura ordinaria, no aglomerarse sino después de una exposición prolongada al sol, de fractura concoidal y ligeramente brillante, de un aspecto graso, color francamente negro y su olor debe recordar el olor del alquitrán de hulla.

Sumergidos en el agua á 75° debe estirarse en hilos largos sin romperse y si no dan hilos de más de 0m.30 á 0m.50 su calidad es mediocre; por calcinación debe dejar de 45 á 52 o|o de coke hinchado y muy sólido y no mucho más de 8 o|o de cenizas, como máximo.

Uno de los medios más simples y el más exacto de reconocer la buena calidad de la brea empleada para la fabricación de estos aglomerados, consiste en que los fabricados con brea seca pueden ser triturados fácilmente y los que tienen buena brea se aplastan sin romperse.

En la usina de aglomerados de *Port de Boue*, se aprecia la calidad de brea seca, poniéndolas finamente pulverizadas en un crisol y observando su fundición al baño-maría, calentado con una llama de alcohol.

Una buena brea debe llenar las siguientes condiciones: A 40° debe transformarse en masa, á los 60° debe estar en un estado tal que permita la introducción de un alfiler, á los 70° comenzar á estirarse en hilos cortos, á 75° se estira fácilmente en hilos de 50 cm. de largo por lo menos. Además debe tener 75 á 80 o|o de carbono 0.25 á 0.50 de cenizas y un poder calorífico de 8000 grados.

Los granos de carbón no deben tener más de 6 milímetros ni menos de 2 milímetros, para poder hacer buenos briquettes, puesto que si el polvo de carbón empleado es muy fino no quema bien y necesita un tiraje muy fuerte, dejando 6 o|o de cenizas.

Los pliegos de condiciones exigidos por las compañías ferrocarrileras y de transportes marítimos, son siempre variables y casi podría decirse, que cada com-

pañía adopta uno, el que juzga más conveniente y práctico para sí misma.

Así por ejemplo: La marina francesa exige aglomerados duros, homogéneos, poco higrométricos, que se enciendan fácilmente y que no se disgreguen durante su combustión, con un tenor máximo de cenizas de 10 o|o, con 8 o|o de brea seca y una cohesión de 52 o|o.

Las compañías de ferrocarriles en general, sólo exigen para los aglomerados: que sean bien sólidos, que no se disgreguen por el calor y que no dejen más de 7.5 o|o de cenizas.

La producción mundial está en manos de Alemania actualmente, á causa de la importancia enorme de sus minas de lignitos; su producción en 1903 fué de toneladas 10.400.000; le siguen en proporción Bélgica, Francia, Inglaterra é Italia.

En los Estados Unidos está poco desarrollada por tres causas principales: El buen precio del carbón, la rareza de productos convenientes para aglomeración y los descubrimientos de petróleos en ciertas regiones donde el producto era relativamente caro.

Las usinas más grandes de aglomeración en ese país, son las de las hulleras de *San Francisco* y *San Joaquín*, situadas en Stokolm (California), que diariamente trabajan 180 á 220 toneladas de briquettes.

CAPITULO II

Aparatos empleados para la aglomeración de combustibles

Una usina de aglomerador comprende :

- 1.º Generadores de vapor.
- 2.º Una máquina motriz.
- 3.º Un depósito de carbón (que no se necesita siempre), ó un secador.
- 4.º Un depósito de brea ó calderas de fusión de la brea.
- 5.º Un medidor de carbón y de brea para dosificar la mezcla.
- 6.º Aparatos de mezclar y de calentar.
- 7.º La prensa de aglomerar.
- 8.º En fin, algunas veces una tela sin fin para el enfriamiento, transporte y cargamento de briquettes.

Pasaremos en revista estos elementos.

GENERADOR DE VAPOE. — Este aparato puede ser de cualquier tipo, se puede emplear las calderas de poco elemento ó multitubulares que están en boga desde hace

un tiempo. Cuando el lavadero se instala al lado de la usina de aglomerar, se quemará con ventaja sobre las parrillas los residuos de lavaje, esto se hace en todas partes del mismo modo y el consumo de combustible varía naturalmente con la perfección de las máquinas y según la calefacción; hecho este consumo, desciende algunas veces á 20 kgrs. (*Usina de Chasse*); es generalmente de 50 á 60 kilos.

MOTOR. — No hay igualmente nada que señalar de particular, nada más que debe ser provisto de un regulador y que el movimiento sea fácil, para impedir la rotura en el caso que un cuerpo extraño se introduzca.

El consumo de fuerza motriz es muy variable, según el sistema y la importancia que se da al mezclador y el modo de operar. La presión se hace en una vasija cerrada y con una manivela como en la máquina de *Mazeline*, la compresión se hace bajo la acción de un cilindro á vapor especial, y entonces el motor no puede accionar. En suma la fuerza motriz necesaria para poner en movimiento una usina de briquetas, varía de 4 á 8 caballos por tonelada fabricada en una hora.

APARATOS SECADORES. — El secador más comúnmente usado es el de *Haurez*. Consiste en un cilindro de 1m.20 de diámetro y 0m.80 de largo, contorneando un eje vertical ú horizontal y recubiertos de una capa de cobre de 3 milímetros de espesor, cribada de agujeros de $\frac{1}{2}$ milímetro de diámetro. En el interior hay un tornillo ajustado con un simple juego sobre la superficie del cilindro y animado de una rapidez relativa de 5 vueltas por minuto. La fuerza necesaria es de 6 caballos.

El carbón forma una capa de 3 á 5 centímetros de espesor sobre tela perforada, si se admite que el goteado se hace en razón inversa del espesor de la capa y proporcionalmente á la acción de la fuerza centrífuga, que á la ligereza de 300 vueltas é igual á veinte veces la acción del peso, se puede calcular el efecto, éste equivale

al goteo durante 6 horas del carbón, puesto en capas de dos metros de espesor. La práctica verifica este cálculo.

El escurrimiento se hace más fácilmente cuando el carbón es más grueso, es así que del polvo lavado de 20 á 30 mmts., se llega muy rápidamente después de dos horas de escurrimiento á no tener más que 3 á 4 o|o de agua; el polvo de 10 á 15 mmts. no contiene después del mismo tiempo más que 5 á 6 o|o. Pero el carbón muy fino retiene muy enérgicamente el agua, así es que un carbón de 0.8 milímetros ó á 0.10 saliendo del lavador *Lubrig* y *Coppée* con 25 o|o de agua, llega después de 24 horas de escurrir á contener todavía 10 y algunas veces 15 o|o; esta humedad no baja sino muy poco prolongando el escurrimiento, después de un cierto tiempo termina el escurrimiento y sólo se hace desecación en la superficie.

Son muy conocidos los lavadores de vuelta, son generalmente en capitel con paredes de plancha de forma cuadrada de 3 á 5 metros de lado. Algunos lavadores de gran importancia alemanes ó belgas, tienen una serie de vueltas capaces de almacenar más de 1.000 toneladas de carbón. El provecho que puede sacarse de ellos depende mayormente de su sección horizontal, más que de su capacidad.

En *Noeux*, se ha instalado al lado de un lavadero que trata 2.400 toneladas por día, grandes cubas cilíndricas de hierro batido, muy altas, terminadas en punta; el escurrimiento se hace con igual resultado que en la forma anterior; los granos lavados de 0m. 008 mm. salen con una humedad de 19 á 20 o|o después de 24 horas.

Se hacen también los depósitos en mampostería, son los grandes depósitos colocados al lado de los hornos de coke de *Bessèges* que tiene forma rectangular de 27 metros de largo y 8 metros de ancho; la capacidad total es de 750 toneladas.

“*La Compañía de Mariémount*” había instalado hace diez años una batería de secadores *Haurez* para escurrir el carbón fino de 8 milímetros, salido directamente del lavadero. De esta manera extraían más del 14 o|o de agua, simplificando al mismo tiempo la operación;

sin embargo, por su precio, las utilidades obtenidas no son mayores que con el otro sistema.

El escurrimiento se hace al principio con bastante rapidez, pero después es muy lento; citaremos como ejemplo las cifras siguientes obtenidas con un carbón de 0.03 cm., lavado en un lavadero Coppée y escurrido con dos metros de espesor:

Después de 24 horas de escurrimiento, contiene agua 12.5 o|o; después de 73 horas de escurrimiento, 9.33 o|o; después de 119 horas de escurrimiento, 7.83 o|o.

Otros sistemas de secamiento se han aplicado al carbón, como las placas metálicas calentadas por llamas perdidas, pero necesitan mucha mano de obra.

APARATOS SECADORES. — HORNOS. — En *Mariémont* se ha ensayado un gran cilindro de hierro fundido de 1m.50 de diámetro y 8 metros de altura, provisto de una serie de gradas sobre las que el carbón caía en cascadas, los rascadores llevados por un árbol vertical reúnen el carbón, el cilindro es recorrido de abajo á arriba por el gas de un hogar; este aparato no ha dado resultados porque no desecaba con poco fuego y si éste se aumentaba, se inflamaba el carbón.

En la Usina de *Molières* de la *Compañía de Bessèges*, se emplea un horno que se compone de una caldera de 7 metros de largo por 1m.50 de ancho, en cuyo interior hay una hélice de transporte de fierro batido, interrumpido de distancia en distancia y que lleva siguiendo las generatrices, aletas de varios centímetros de alto, que tienen por objeto remover la superficie del carbón que se ha de secar. Se calientan en un extremo por un hogar, en el cual las llamas después de haber lamido la superficie exterior pasan al interior para llegar á la chimenea. La caldera está fijada en tres puntos: en sus dos extremidades y en el medio. En la otra extremidad una corona de tres brazos lleva un árbol de 80 cms. de largo, que atraviesa el muro cerrando el horno de este lado y recogiendo el engranaje. El carbón circula en dirección contraria á las llamas y queda en el aparato al-

rededor de diez minutos; se saca así de 5 á 6 o|o de agua; la rapidez de rotación es de tres vueltas y media por minuto, la producción de 65 á 70 toneladas en 10 horas.

Este aparato ha sido instalado imitando un aparato parecido al de las minas de *Trellys (Gard)* para secar el carbón lavado, puesto en movimiento por dos bombas *Veillon*. Cada bomba tiene su horno, la primera á 4m.65 de largo y 1m.40 de diámetro; la segunda, siete metros de largo y uno sesenta de diámetro. Cada horno recibe seis toneladas de carbón por hora, la humedad entrada en el horno es de ocho á nueve por ciento en invierno y de cinco á seis en verano; el horno la reduce á uno por ciento. Observando estas cifras, este aparato es superior al sobresecador de vapor y al horno de secar por contacto directo, puesto que los sobre calentadores queman uno por ciento sin secar carbón y que el horno de *Biéatrix* para sacar alrededor de cinco á seis por ciento de agua, queman tres por ciento del peso de las briquetas. Hay que agregar que el horno de *Trellys* no calienta totalmente el carbón. Está atravesado por una corriente rápida de aire seco y caliente y la vaporización del agua se hace por evaporación y no por elevación de temperatura á cien grados y en esto está la economía. La brea seca se mezcla con el carbón á la salida del horno y la calefacción se completa por insuflación del vapor en el malaxador; una débil cantidad de vapor es suficiente. El horno rotativo es pues, muy recomendable como aparato secador. El sólo inconveniente que tiene es de ser muy voluminoso.

He aquí los resultados obtenidos en *Gagnières*, con un horno de 1m.50 x 7.00 mts. y cuyo precio es de 7.000 francos, este horno trata en diez horas sesenta toneladas de carbón lavado, que á su entrada tenía una humedad de 6.5 o|o en invierno y 5 á 6 o|o en verano y sale después habiendo perdido 3 o|o de agua, y para esto consume cien kilos de combustible; es decir, 1.65 o|o del peso de las briquetas. Al salir del horno el carbón contiene todavía 3.5 o|o de agua, se disminuye esta proporción á 1.7 ó á 1.8 o|o por medio de los malaxadores de

vapor que atraviesan la masa. Los malaxadores están rodeados de vapor y son inyectados de vapor sobrecalentado á 300° por tres fuelles colocados en la parte superior; el vapor se sobrecalienta en un aparato de serpentín de catorce metros cuadrados de superficie y que consume 500 kilogramos por día, siendo 0.83 o/o de la producción, entre los dos malaxadores se coloca una pieza de transporte horizontal que debe contribuir de un cierto modo á secar la pasta. En *Suniène (Gard)* se han obtenido buenos resultados insuflando en un malaxador vapor caliente arrastrado por un inyector *Borvin*, obteniéndose así una mezcla de vapor sobrecalentado y de gas susceptible de secar al carbón.

Esta disposición ensayada después en los aparatos de mucha producción no ha dado resultado, hay que observar, que el gas de combustión de un horno tiene un poder calorífico mucho menor que el de vapor de agua y que para reemplazar ésta es necesario un volumen de gas infinitamente mayor que el volumen del vapor generalmente empleado. Si además se considera que el gas caliente empujado por un inyector no tiene sino una débil presión, mientras que el vapor inyectado es amenudo de uno á dos kilos y á veces más, se ve que hay que aumentar mucho los orificios para la salida del gas. Si se quiere secar la pasta por medio del gas caliente, es más lógico emplear un horno.

MOLIDO DE CARBÓN.—Para dar una buena cohesión, el carbón exige generalmente tanta más brea según sea su fuerza.

APARATOS DE MEZCLA Y DE CALENTAR.—**MALAXADOR A VAPOR.** — Pueden ser verticales ú horizontales.

Los verticales consisten en un cilindro de hierro fundido, rodeado de vapor de 0m.80 á 1m.20 de diámetro interior y de una altura que alcanza hasta tres metros; en el vértice existe un árbol que hace 20 á 25 vueltas por minuto, provisto de brazos que remueven fuertemente la mezcla de brea y de carbón empujándolos á

la base. La pasta se introduce por arriba, saliendo por la parte baja; el último brazo debe estar muy fijo sobre el árbol enroscado porque sobre él la pasta tiende á endurecerse y á fijarse.

El calentamiento bajo la influencia de la cubierta, sólo sería generalmente insuficiente, se insufla directamente vapor por uno ó varios conductos situados ya sea en el fondo, cuando es uno solo, ó á alturas escalonadas cuando son varios.

El vapor empleado, es de escape de las máquinas ó sacado directamente de las calderas; en este último caso, cuando el vapor llega á la pasta se extiende fuertemente bajo la presión atmosférica y su temperatura baja á 100°, la detención es acompañada de una cierta condensación de agua, como indica la teoría mecánica del calor, se tiene siempre así el vapor húmedo y este vapor no puede ceder su calórico que se condensa parcialmente; los malaxadores altos y angostos aumentan siempre la humedad de la pasta en una proporción que va de 2 á 4 o/o.

Bastará teóricamente, para calentar 1000 kilos de pasta á 100 grados, de 4 á 5 kilos de vapor á 100 grados; pero en la práctica, si se emplean estas cantidades, se condensará completamente, aumentando un medio por ciento de humedad. Como el contacto del vapor y de la pasta no es completo, está obligado á emplear mayor cantidad de vapor; se llega hasta 50 kgrs. de vapor por tonelada. No se utiliza, pues, más de diez por ciento del calor contenido en el vapor y esto sin desecar la pasta, se le ajusta por el contrario de 2 á 4 o/o de agua.

Algunas usinas emplean vapor caliente á 200 grados, para que el vapor á 200 grados salga saturado del malaxador, á 100 grados después de haber abandonado su sobrecalentamiento en la pasta; hay que emplear 50 kilos de vapor por tonelada de pasta.

Para llegar á un efecto útil por este medio, se necesita una superficie de dos metros cuadrados que calentar, por tonelada fabricada en una hora y quemar uno por ciento de combustible. El sobrecalentador se com-

pone generalmente de serpentines de hierro, en los cuales circula el vapor y calentado por la llama de un horno especial.

El inconveniente de estos aparatos muy altos, es que se quema á veces los tubos inferiores; pero este inconveniente se evita haciendo los aparatos en largo, pero no se aprovecha tan bien el combustible. No se debe usar cierto grado de calor antes que se volatilice cierta cantidad de brea, lo que se conoce por el olor.

Los sobrecalentadores tienen algún provecho y permiten no añadir más que un poco de agua á la pasta en el malaxador. En muchos casos basta para esto emplear vapor bien seco; ya sea por un aparato especial, sea por decantación en un recipiente que á veces está rodeado del malaxador.

Los malaxadores horizontales se componen de un cubo semicilíndrico, en el que hay una hélice de transporte, el cubo es con ó sin envuelta de vapor; la entrada del vapor es distribuída en toda la extensión por pequeños orificios. La dimensión del malaxador debe ser tal que el carbón se detenga diez minutos; se produce cierta evaporación de la pasta en la parte superior de los malaxadores cilíndricos y así en la usina de *Saint Waast*, se ha encontrado que la humedad aumenta de uno y medio por ciento cuando se cubre por medio de hierro fundido el orificio superior del malaxador. La pieza en que el carbón circula en descubierto tiene una gran ventaja cuando se busca á secar la pasta; pero cuando el carbón es muy húmedo y se emplea una máquina de presión instantánea, la calefacción del vapor es insuficiente y se debe recurrir al horno.

Horno de calor directo. — El primer horno empleado ha sido el de *Marsais* aplicado en *Méons* en la *Chazotte en Ferminy*, en *Saint Foy* y en *Argentier*.

Consiste en un horno horizontal de sección elíptica construído en piedra refractaria en las partes calentadas por las llamas y atravesada en su vértice por un árbol horizontal con paletas bien unidas. El carbón mez-

clado con brea fundida, es introducido por cargas de 700 á 800 kilos. El registro de introducción está cerrado durante la calefacción, que dura quince minutos más ó menos. Absorbe una fuerza de ocho caballos y produce 70 toneladas en diez horas. Calienta el carbón de una manera enérgica y regular, sin inflamarlo, dando buenos resultados.

En *Méons*, este horno consume una cantidad de combustible igual á dos por ciento del peso de las briquetas; se consume además cinco por ciento para calentar las calderas.

Horno de Bistrix. — Este horno es de forma circular, colocado sobre un círculo de fundición, se calienta con hulla, la llama después de haber lamido la parte superior de la mezcla de brea y de carbón extendido sobre el suelo, pasa arriba á la parte opuesta del hogar por dos conductos de hierro fundido calentando la superficie y va á la chimenea.

El carbón se remueve por medio de barras verticales fijadas sobre seis brazos; uno de estos brazos lleva paletas que hacen que en cada vuelta, el carbón pase de una paleta á otra y marche del centro á la periferia. Acaba por caer en una pieza que conduce á la prensa. Las paletas inclinadas formando persiana están fijadas á dos varas, la otra móvil, por medio de las cuales se hace variar su inclinación y la rapidez de la circulación del carbón. Seis orificios permiten repartir la observación y cuidar el calentamiento.

El aparato da cuatro ó cinco vueltas por minuto. Hay varios modelos de este horno; el de 2m.80 de diámetro interior produce 35 toneladas en diez horas; el de 4 metros 60 toneladas, y el de 5.60 metros 100 toneladas.

El humo que sale del horno tiene un olor bastante pronunciado á brea, lo que indica que una gran cantidad de ésta se volatiliza. En *Auzin*, se ha constatado que la proporción de brea podía reducirse á medio por ciento, cuando no se hace pasar por el horno y añadiéndola al carbón caliente que sale de éste.

La cantidad de combustible necesaria, varía con el grado de humedad de la pasta ó más bien con la cantidad de agua que se desea evaporar. En la usina de *San Luis de Luzin* se llega de 8 á 3 o|o de humedad, el consumo del combustible es de 5000 kilos por día, para una producción de 150 toneladas, sea 3 o|o del peso fabricado; esta cifra es un máximo. Suponiendo al combustible un poder calorífico de 6.500, se encuentra que el horno ha utilizado el 26 o|o del calor gastado para calentar la pasta y para vaporizar el agua; esta utilización es mayor que en el malaxador de vapor que rinde á menudo menos de 10 o|o del calor gastado.

En el horno *Bietrix* el brazaje de la mezcla del carbón y la brea es menos enérgico que en el de *Marsais*; si se opera con brea seca, es preciso que la mezcla sea muy íntima antes de entrar al horno, con la brea fundida, el carbón debe ser calentado ligeramente antes del horno y la mezcla debe hacerse de manera que la unión sea íntima antes de su introducción en el horno.

PRENSAS DE AGLOMERAR.—

Máquina Errard. — Esta máquina se ha usado en la instalación de las primeras usinas de importancia. Descansa sobre un principio original: el pistón compresor oscila antes de la entrada de la muela, abierta por las dos extremidades; cuando se descubre la entrada, una cierta cantidad de carbón cae entre el pistón y el aglomerado ya formado; este carbón es comprimido y empujado hacia adelante por el pistón que empuja al mismo tiempo el aglomerado. La intensidad de la compresión está regulada por el frotamiento del carbón contra las paredes del molino; por esto la muela está fundida según su eje sobre un cierto largo y la parte móvil está más ó menos cerrada por medio de bulones. La muela tiene una sección circular de 10 á 12 centímetros de diámetro y un largo de cuatro ó cinco veces su diámetro. La cabeza del pistón es dentada, de manera de facilitar la sutura de los troncos sucesivos, que llegan á

formar un cuerpo continuo, que se corta al salir del largo que se desea.

Una máquina comprende diez y seis molinos dispuestos en círculo alrededor de un árbol vertical, con una excentricidad por la que el collar acciona los 16 bolos de compresión.

El carbón está distribuído á cada uno de los 16 molinos por una chapa giratoria, una rosqueta fija está colocada encima de cada muela y toma de la masa de carbón traída por la plancha, lo que necesita para alimantar el molino; la máquina fabrica pues, diez y seis briquetas á la vez; su producción en diez horas de trabajo es de 150 á 160 toneladas.

Máquina Biatrix-Couffinhal. — Esta máquina comprime siempre las briquetas simultáneamente por las dos faces opuestas.

El árbol de “mando” acciona por un piñón, las ruedas calan sobre el árbol que lleva las manivelas accionando el balancín. El pistón del molino y el pistón triturador siguen el movimiento de los balancines, á los cuales están fijados y la pieza central les sirve de guía en su movimiento.

Cuando la compresión se produce por el descenso del balancín superior y del pistón moledor, llega un momento en que la faz superior de la briqueta, se encuentra en el límite de su compresión por efecto de la resistencia que le opone el pistón inferior y también á causa del frotamiento que sufre el carbón contra las paredes del molino, en este instante, su faz inferior es menos prensada y se produce una reacción; esta última faz viene así á fijar y el pistón inferior unido al contra-balancín, recibiendo su movimiento por las bielas, sube hasta que la presión máxima se ha obtenido y llega, abstracción hecha del peso de las piezas, á ser la misma en las dos faces.

Para regular la presión, se emplea un cilindro hidráulico que da una cierta elasticidad á las bielas, por esto el eje del balancín superior puede desplazarse en

una jareta practicada en las bielas, este eje es llevado por el pistón de peso y lleva dos sopapas que se abren en sentido contrario: una sirve para la entrada del agua, y la otra provista de un resorte regulado á voluntad da el escape. Cuando la presión en el depósito llega al límite fijado, esta sopapa se levanta y deja escapar un poco de agua. Desde que el pistón compresor no reposa ya sobre la briqueta, el peso se baja por sí propio y provoca la entrada por la sopapa de aspiración del pequeño volumen de agua que acaba de salir.

La chapa que lleva las muelas, está gobernada por un tambor con ranuras de una forma particular, obrando sobre los pedazos fijo en la chapa, y en que el efecto es de empezar el despedazamiento con una ligereza débil, que corta de una manera uniforme y deshace del mismo modo. La curva de relación del movimiento está formada por dos parábolas. Durante la compresión los pedazos se encuentran en una parte, en que la ranura está en un plano perpendicular al eje del tambor y la plancha queda inmóvil.

Además, un engranaje cónico da el movimiento al árbol del malaxador; está gobernado por un piñón colocado sobre el árbol.

Las briquetas tomadas por la base por el pistón, caen desmolidas sobre la chapa ó báscula ó sobre una tela sin fin colocada bajo la máquina.

La presión puede tener 300 kilos por centímetro cuadrado. Cuando las muelas se gastan en un espesor de tres milímetros, lo que tiene lugar al cabo de tres ó cuatro años, se alisan los alvéolos y se ponen anillos de bronce de cada lado. El agua contenida en el depósito de la prensa se calienta por su pasaje repetido al través de las sopapas; es necesario removerla por una pequeña corriente de agua fría. Es igualmente necesario enfriar los dos pistones compresores para impedir que la pasta no se pegue en la superficie.

Las cabezas son huecas y reciben una corriente de agua por intermedio de los tubos flexibles de caucho, gracias á esta precaución se obtiene una superficie bien

lisa y las ranuras ó marcas diversas, grabadas sobre las briquetas, son perfectamente netas. Estas máquinas son empleadas en *Noeux*, en *Blanzay*, en *Auzin*, *Marsella*, *Roshbelle*, *Rive de Gier*, etc.; se construyen de diferentes dimensiones produciendo 18, 50, 90 y 150 toneladas en doce horas. El peso de las briquetas llega hasta 10 ks. y es ordinariamente de 6 ks.

La pasta debe contener como máximo, tres por ciento de agua y como minimum 1 ½ o|o; la proporción de brea que se emplea varía de 6 á 9 o|o, según sea la cantidad de productos que se quiere obtener y la naturaleza del carbón.

Máquina Middleton. — Es una de las más antiguas máquinas de aglomerar, data de 1845 y fué publicada en 1853 en el *Genie Industriel d'Armengaud*, y usaba ya en ese tiempo el depósito de prensa regulador, imitado desde entonces por la máquina *Biétrix*.

En la *Middleton* la chapa del molino se acciona por un trinquete como en la máquina de *Mazeline*; la compresión se hace aquí de abajo á arriba, bajo la acción de un pistón único que penetra en cada orificio de la chapa giratoria. El movimiento de este último tiene que ser, pues, absolutamente exacto como en la máquina *Biétrix*, de manera que el pistón encuentre el molino bien enfrente suyo, con un juego de algunos milímetros solamente.

La fuerza de compresión es transmitida al motor de rotación continua, se ejerce por medio de una manivela y de una biela que obra sobre una rodillera; la rodillera es un órgano multiplicador que permite obtener una enorme presión, en el final con órganos de gobierno bastante débiles, la rodillera sola debe resistir á los últimos esfuerzos. La presión está regularizada, sea por el depósito de toma, munido de su sopapa de escape de cierre á voluntad, sea por resortes, sea por un contrapeso cambiando directamente la cabeza de la rodillera. Con esta máquina se fabrican cuatro tonela-

das y media por hora á razón de doce briquetas de 6 $\frac{1}{2}$ kilos por minuto.

El movimiento de rotación es bastante complicado; la superficie cilíndrica de la chapa tiene salientes rectangulares, sobre las cuales actúa la roqueta situada en la extremidad de un pistón teniendo su punto fijo sobre el eje de la chapa; éste recibe su movimiento de la biela por dos piezas caladas sobre el árbol; una determina la rotación obrando sobre los pedazos, otra los rechaza del roquete obrando sobre los pedazos más pequeños.

La prensa *Middleton* da una presión enérgica y funciona libre, pero da una producción bastante débil; es una de las máquinas que marchan más despacio, y de una lentitud de marcha que es de una condición esencial para evitar averías.

Máquina de bulones ovóides. — Esta máquina parte de un principio completamente distinto de las que hemos visto hasta ahora.

La mezcla se hace en los orificios practicados en la circunferencia de dos cilindros, girando tangencialmente en sentido contrario con igual velocidad. Las máquinas de este sistema han sido empleadas desde el principio de la fabricación de aglomerados; habían sido abandonadas porque se les reprochaba exigir mucha brea y dar mucho secamiento; gozan de un nuevo favor desde hace unos años y su éxito viene de que se las hace producir, no briquetas rectangulares, sino bolas aplastadas que poseen ciertas ventajas. A esta forma, el demolido se hace bien, la proporción de brea es poco elevada; las bolas obtenidas tienen una gran resistencia, se cargan á pala como el carbón ordinario pudiendo ser quemadas sin ser rotas. Conviene particularmente al consumo doméstico.

En la máquina *Zimmermann* los dos cilindros de moler funcionan por dos engranajes iguales teniendo

el mismo diámetro de los cilindros. Su rapidez es de cinco vueltas por minuto. Se opera generalmente con brea seca; la proporción es de 6 á 8 o|o de brea. El calentamiento se hace al vapor; es bueno que la pasta contenga una cierta cantidad de agua. Un malaxador colocado encima de los cilindros, que encaja exactamente y les provee la pasta, ésta se comprime por efecto del movimiento de rotación y se enfría al contacto del hierro de los alvéolos; los aglomerados caen por su propio peso debajo del punto de contacto.

Las partes de carbón que escapan á la aglomeración por efecto del fuego existente entre los dos cilindros y que constituye las mermas, como los aglomerados que se rompen cuando salen de los alvéolos, se separan en una parrilla de barras fijas. La utilidad de este deshecho de fabricación es del 4 o|o.

En *Blanzv* una de estas máquinas fabricando siete toneladas por hora, desarrolla una fuerza de 36 caballos andando á toda máquina y de 17 caballos en otro caso. Estas cifras resultan de las experiencias hechas levantando el indicador del trabajo de vapor sobre el pistón.

En la máquina *Fouquemberg* los dos cilindros son gobernados por dos tornillos sin fin, colocados en el mismo árbol y engranando con dos engranajes elipsoides calados sobre el árbol del cilindro.

El eje que lleva los dos tornillos sin fin inversos, no tiene garganta y puede desplazarse longitudinalmente para el gobierno de los alvéolos; cuando se desplaza el árbol en un sentido determinado, los tornillos hacen girar el engranaje como lo harían á cremallera y en este movimiento los alvéolos se desplazan en sentido contrario en la vecindad del punto de tangencia; se llega así fácilmente á llevar las medias muelas en correspondencia exacta y á mantenerlo si se modifica por un uso desigual de los dientes.

SECADO Y CARGAMENTO DE BRIQUETAS. — Se ponen en vagones algunas veces directamente al salir de la prensa, colocadas para esto en un lugar elevado, en este caso se tiene un cierto número de briquetas que se rompen en dos, puesto que al salir del molino todavía húmeda y caliente no tienen, por consiguiente, la natural consistencia. No adquieren su cohesión normal sino después de frías completamente, acompañadas de evaporación del exceso de agua que contienen.

Se disminuye el trabajo de cargamento secando antes las briquetas; para esto se colocan en una tela sin fin con un movimiento giratorio y de un tamaño suficiente para permitir el enfriamiento notable. Este largo alcanza á 20 metros en algunas instalaciones. El roquete superior tiene una chapa inclinada, tangente á la tela de transporte y en la cual caen las briquetas que son tomadas por los obreros.

CAPÍTULO III

Ensayo de los residuos de destilación del petróleo como aglomerantes

Con este fin he practicado una serie de ensayos con cinco muestras distintas, de las cuales tres eran de procedencia extranjera y dos del país.

Las tres primeras muestras procedían de la Compañía Nacional de Petróleo, la cual utiliza para refinar, petróleo extranjero y cuyos residuos se los utiliza luego, en parte, como combustible para alimentar las calderas.

Estos residuos fueron clasificados en tres categorías: residuos livianos, parafinosos y asfaltosos, de los cuales he tomado cantidades variables para usarlas como aglomerantes.

El primer ensayo con los residuos livianos, el cual describiré con detalles puesto que indica la norma seguida para los tres, consiste en lo siguiente: Se tomó proporciones variables de residuos livianos para utilizarlo con aglomerante, haciendo variar estas proporciones entre los límites del 10 o|o al 15 o|o de sustancias á aglomerar. Luego, en una plancha de vidrio, se

mezclaba valiéndose de una cuchara de albañilería, el supuesto aglomerante y el aglomerado, tratando de hacer esta mezcla lo más homogénea posible, una vez conseguido lo cual, era introducido el total en cubos de 8cm.³ y á fin de comprimirla ligeramente por golpe, pasando luego á la máquina de *Riehlé*, donde se ha llegado á hacerle sufrir una presión de 10.000 kilos, una vez conseguido lo cual fué retirado de la prensa y expuesto á la temperatura ambiente.

En los tres casos el producto obtenido no tiene consistencia suficiente para poder ser manuable y bastó una débil presión para que se desmenuzase por completo.

Además, dada la compresión á que el producto se ve sometido, todo el aglomerante que envolvía el polvo del aglomerado, fué expulsado en una buena cantidad, con lo que resultó que la cohesión débil que la briqueta consigue por simple compresión del aserrín solo, es destruída por el escurrimiento del líquido y la humedad que deja.

Por otra parte, el mismo aglomerante no tiene la tendencia á solidificarse por sí sólo á la acción de la temperatura ambiente, lo que si así fuese, traería como consecuencia lógica una buena cohesión, puesto que estando totalmente el aglomerado empapado en el aglomerante, éste al solidificarse aprisionaría los menudos.

Si en vez de pretender la adherencia de los menudos por la acción del enfriamiento, esperamos á obtenerlo por medio del calor colocando estas briquetas en estufa, por ejemplo, el efecto sería contraproducente, puesto que el escape del vapor del aglomerante y la elevación de temperatura, trae la destrucción de la poca cohesión conseguida por medio de la presión.

En ninguno de los casos ensayados he podido conseguir un producto que tuviese una cohesión que permitiese por lo menos transportarla con facilidad y sin mayores cuidados, de un sitio á otro.

Si bien se ha podido notar que esta adherencia, entre partícula y partícula, va creciendo permaneciendo

la presión constante, por ejemplo, á una presión de 10.000 kilos, más consistente es el briquette obtenido con residuos asfálticos, siguiéndole el parafinoso y luego el liviano.

En la combustión no ha sido posible observar cómo se comportan debido á que cuando la temperatura está próxima á la inflamación de la madera, todo el aglomerante está totalmente fundido y la parte superior del combustible ha perdido todo el aglomerante, el cual ha pasado á la parte inferior.

En los ensayos practicados para aglomerar carbón de madera por los mismos procedimientos y usando los mismos aglomerantes, los resultados obtenidos son más ó menos idénticos. Con la compresión de 10.000 kilos se obtenía una pastilla que presentaba todo el aspecto de un aglomerado perfecto, con un brillo particular y una aparente perfecta unión entre grano y grano de los menudos de carbón, pero una vez sacado de los moldes una presión mínima ejercida con el dedo bastaba para desmenuzarse totalmente.

Con la única muestra de petróleos argentinos que me fué posible conseguir, con petróleo de Comodoro Rivadavia, he practicado también ensayos semejantes, operando con el petróleo natural y el que queda como residuo después de separado el 9.5 o/o de materias volátiles hasta 300 grados C.

Los resultados obtenidos en estos casos fueron mejores, desde el punto de vista de la cohesión, llegando á formar un todo, que sin ser manuable demostraba una pequeña superioridad en esta materia prima como aglomerante sobre los otros tres casos anteriores, ó por lo menos se consiguió darle una adherencia á las partículas á aglomerar que dejan entrever una posibilidad de conseguir un aglomerado, como podremos notar más adelante.

Los residuos que obtuve después de separado hasta 300 grados C., los productos volátiles pusieron más de manifiesto la antedicha propiedad, aumentando el

poder aglomerante, pero sin llegar á dar un producto del todo consistente.

Estos residuos fueron luego sometidos á una nueva destilación, de manera de separar los aceites lubricantes, los que no he podido separar totalmente por falta de aparatos generadores de vapor de agua bajo presión y de vacío para poderlo conseguir; pero á pesar de esto, he operado sobre el residuo restante después de destilar hasta la temperatura de 360 grados C. permitiéndome obtener así un sesenta por ciento más ó menos de residuo, sobre los cuales practiqué algunos ensayos.

Los productos aglomerados fueron aserrín fino (llamo así al que pasa por un tamiz de 64 mallas por cm.²) y carbón, consiguiendo en el caso del aserrín un aglomerado cuya resistencia á la disgregación, era mayor que la obtenida en todos los demás casos.

Para proceder á la mezcla con el aglomerante, fué necesario calentar para llevarlo del estado semi-sólido en que se encontraba, á un estado de fluidez conveniente para poder empapar los granos de aserrín.

El briquette obtenido en el caso de los residuos restantes sobre 360 grados C., y el aserrín, sometidos á la presión de 10.000 kilos en cubos de 8 cm.³, eran de una consistencia suficiente para ser transportados sin mayores cuidados de un lado á otro, siempre que no fuesen sometidos á los golpes frecuentes á que está sujeto un material combustible.

Lo mismo ocurría en el caso de tratarse de un aglomerado de carbón, siempre que el tiempo transcurrido entre la fabricación de dicho aglomerante y las pruebas citadas, haya sido el suficiente para que el enfriamiento hubiera terminado.

Sin embargo, esto deja bien claramente entrever que si se practicase la destilación de los aceites lubricantes, muy posiblemente se conseguiría extraer de los petróleos, productos que podrían servir como aglomerantes y mucho más en el caso de tratarse de petróleos como los del tipo del de Comodoro Rivadavia.

Con el fin de mejorar el poder aglomerante de los productos antes ensayados, al mismo tiempo que utilizar parte de su poder calorífico, he procedido á efectuar pruebas agregando á los residuos de rectificación de petróleos un aglomerante de poder superior, que el de ellos mismos, usando para esto la brea.

Las proporciones de brea empleadas con este objeto, variaron de diez por ciento de este producto, hasta llegar al 50 o|o con lo cual ha llegado á obtener briquettes manuales y capaces de sufrir un transporte más ó menos largo; cuando se trató de los residuos asfálticos y parafinosos de los petróleos extranjeros y en cualquiera de los casos del petróleo argentino anteriormente citado.

Las proporciones de aglomerante usado para obtener estos resultados, fué la del 28 o|o de una mezcla obtenida con 50 o|o de brea y 50 o|o de cada uno de los residuos separadamente.

Aquí también puede notarse que en igualdad de condiciones dan mejor aglomerados, los productos obtenidos después de destilar el petróleo hasta 360 grados C., siguiéndoles los asfálticos y los parafinosos.

El petróleo de Comodoro Rivadavia tal cual la naturaleza nos lo ofrece, mezclado con el 50 o|o de brea, da un producto de excelentes condiciones físicas y mecánicas, acentuándose aún más estas cualidades, cuando se trata del residuo semisólido anteriormente dicho.

Los productos obtenidos cuando se trata del carbón, son aún mucho más superiores, su aglomeración es buena, presentando la ventaja de que con la compresión su volumen disminuye notablemente, dando un carbón de un peso superior que el obtenido por la simple carbonización de la madera en relación á su volumen.

Es indudable, que uno de los factores más importantes en estos casos es la forma como ellos se comportan con el calor, es decir, las facilidades que ofrecen para hacerse presa de las llamas, su manera de comportarse en la combustión, tomando en cuenta esta manera de comportarse, si bien es cierto con criterio poco

científico, pero que trataré de aproximarle al criterio común de la forma de comportarse en idénticas condiciones un combustible común.

En esta forma llegaría á los resultados que luego, el uso común de estos combustibles interpretará, á fin de que prácticamente se establezcan las condiciones en que se les deba colocar para su mejor rendimiento.

Trataré luego del poder calorífico de cada uno de los aglomerados por separado, el cual será determinado por el obús de Mahler, haciendo las comparaciones concernientes entre cada uno de ellos, y las ventajas obtenidas tomando en cuenta las que ofrecía la materia prima.

Importante también es que se conozca su porcentaje en cenizas, viendo la influencia que la adición de los distintos productos pueda tener sobre el porcentaje total de éstas, las que como sabemos pueden desmejorar notablemente las condiciones de un combustible.

Las muestras fabricadas que serán sometidas á este estudio, son aquellas obtenidas mezclando los distintos residuos con el 50 ojo de brea, puesto que son las únicas que pueden darnos probabilidad de fabricación de estos productos, desechando los obtenidos con los residuos solamente, puesto que como hemos visto anteriormente, no son manuales.

En el caso de la muestra fabricada con residuos asfálticos provenientes de petróleos extranjeros, he observado lo siguiente:

No adquiere consistencia suficiente para poder soportar un transporte más ó menos largo, lo que solamente se podría conseguir con embalaje especial.

Quema con llama luminosa y desprende regular cantidad de humo; toma el fuego con toda facilidad, la reacción de sus vapores es ácida y su combustión total, dejando de cenizas 1.37 ojo y con un poder calorífico de 5988.69 calorías.

Muestra número 2. Residuos parafinosos. — Su consistencia es menor que la del anterior, sufre mucho más

con el choque demenuzándose, desprende mayor cantidad de vapores ácidos, también quema totalmente y al tomar fuego se hincha mucho; deja 1.74 de cenizas y tiene un poder calorífico de 6087.48 calorías.

Muestra número 3. Residuos livianos. — Después de sometidos á la presión de 10.000 kilos en su superficie de 8 cm.3, no adquiere consistencia suficiente ni para ser transportado dentro del laboratorio mismo, sin que para esto se adopten sumas precauciones, se desmenuza totalmente y el briquette presenta un aspecto pastoso, manchando todo lo que está en contacto con él, debido á que el petróleo no forma liga con el aserrín y brea.

Muestra número 6. Residuos sobre 360 grados C. de petróleo de Comodoro Rivadavia y brea. — En este caso, el resultado obtenido sobrepasa á los anteriores, su cohesión es perfecta, notándose una adherencia muy grande entre menudo y menudo de aserrín pudiendo soportar con toda facilidad y sin mayores deterioros cualquier golpe siendo necesario para poderlo cortar, el auxilio de un serrucho.

Con el fuego se comporta de una manera excelente; quema con suma facilidad desarrollando menor cantidad de vapores, pero siempre ácidos, debido indudablemente á la calidad de materia prima usada como aglomerante.

Durante dicha combustión se nota que el hinchamiento es menor que el de los casos anteriores, pero que á pesar de eso no es suficiente para disgregarlo; quema con llama luminosa y en una corriente de aire, basta un punto pequeño en ignición para que tome fuego el total.

Las cenizas que dejan al quemar arrojan un porcentaje de 1.29 o/o y su poder calorífico llega á 5417.84 calorías.

Muestra número 7. Aserrín y brea. — Se obtiene un producto de excelentes condiciones que soporta con

toda facilidad todos los trastornos de un transporte cualquiera, sin desmenuzarse mayormente.

Quema con toda facilidad, sin hincharse de una manera muy notoria; la reacción de sus vapores es también ácida; la cantidad de éstos es notablemente menor que la de los casos anteriores, y su combustión es total.

Deja de cenizas el 2.07 o|o y con un poder calorífico de 4900.00 calorías.

Juntamente con el anterior, fórmanse los dos mejores ejemplares obtenidos con aserrín, y puesto que en el estudio del carbón se repiten los mismos casos con pequeñas variantes, puede decirse que las mezclas de brea y brea y residuo de destilación de petróleo sobre 360 grados C., ya sea con aserrín ó carbón de madera, dan en los casos ensayados los mejores aglomerantes.

Al pasar á tratar de los aglomerados de carbón, tomaré, como digo en el párrafo anterior, en cuenta, sólo los obtenidos con los dos aglomerantes antes citados, puesto que son los resultados más satisfactorios, siendo los demás casos una repetición más ó menos igual al hablar del aserrín.

Muestra formada por residuos de petróleo á 360 grados C. y brea. — Este producto se presenta bajo un aspecto de una masa homogénea de color propio al carbón con una adherencia casi completa, la que aprecia:la de una manera práctica resulta superior á la del carbón de madera obtenido por la simple carbonización, sufre menos que éste con el choque y su peso en relación al volumen puede ser mayor.

Con el fuego se comporta de una manera excelente quemando con desprendimiento de pocos vapores de reacción ácida y siendo su combustión total sin ofrecer mayores dificultades para tomar el fuego; su llama es luminosa, bastando un pequeño trozo en ignición para comunicar fuego á toda la masa en una corriente no muy fuerte de aire.

Posee el 2.57 o|o de cenizas y un poder calorífico de 7781,21 calorías.

Muestra compuesta por brea y carbón. — Forma un briquette compacto, resistiendo á los trastornos del transporte con toda facilidad sin dejar mayores cantidades de desperdicios; con el fuego se comporta de la misma manera que el anterior, siendo sus vapores también de reacción ácida.

Sus condiciones como combustible, inferiores al caso tratado anteriormente, puesto que tiene la desventaja del poder calorífico menor en este producto; pero dichas desventajas son recuperadas como se verá más adelante, por las condiciones económicas.

Las cifras que indican su poder calorífico y sus cenizas están dadas para el primero 7465.05 y para las segundas 2.85 o/o, las que como se ve, poco difieren de los datos numéricos anteriores.

Los productos obtenidos con residuos parafinosos y asfaltosos no les doy mayor importancia, si bien es cierto que el poder calorífico de éstos es superior, habiéndose hallado para los primeros un poder calorífico de 8217,44 calorías y para el segundo 8318.65; pero tiene la desventaja de no ser lo suficientemente compacto para poder ser transportados sin mayores cuidados ni aún dentro del laboratorio mismo.

Por otra parte, la pérdida de los residuos de petróleo agregados desde que no son capaces de formar liga con la brea y el carbón al comprimirse pierden mucha cantidad de residuos que no son utilizados en forma alguna.

Resumiendo en un cuadro lo expuesto, obtendríamos el siguiente resultado:

AGLOMERADOS DE ASERRIN DE QUEBRACHO

Muestra número 1

Aglomerante	Poder calorífico	Consistencia	Cenizas
Aserrín	3811,05	—	1,75
Aserrín y brea 10 por ciento	4880,15	Muy compacta	2,68
Aserrín, residuo asfaltoso y brea 28 o|o	5968,84	Muy poco compacta	1,98
Aserrín, residuo parafinoso y brea 28 o|o	6067,63	Muy poco compacta	2,25
Aserrín, residuo de petróleo de Comodoro Riva- davia á 360° C. y brea 28 o|o	5397,99	Muy compacta	2,69

AGLOMERADOS DE ASERRIN DE QUEBRACHO

Muestra número 2

Aglomerante	Poder calorífico	Consistencia	Cenizas
Aserrín	3830,90	—	1,14
Aserrín y brea 10 por ciento	4900,00	Muy compacta	2,07
Aserrín, residuo asfaltoso y brea 28 o|o	5988,69	Muy poco compacta	1,29
Aserrín, residuo parafinoso y brea 28 o|o	6087,48	Muy poco compacta	1,37
Aserrín, residuos de petróleo de Comodoro Riva- davia á 360° C. y brea 28 o|o	5417,84	Muy compacta	1,70

AGLOMERADOS DE ASERRIN DE QUEBRACHO

Muestra número 3

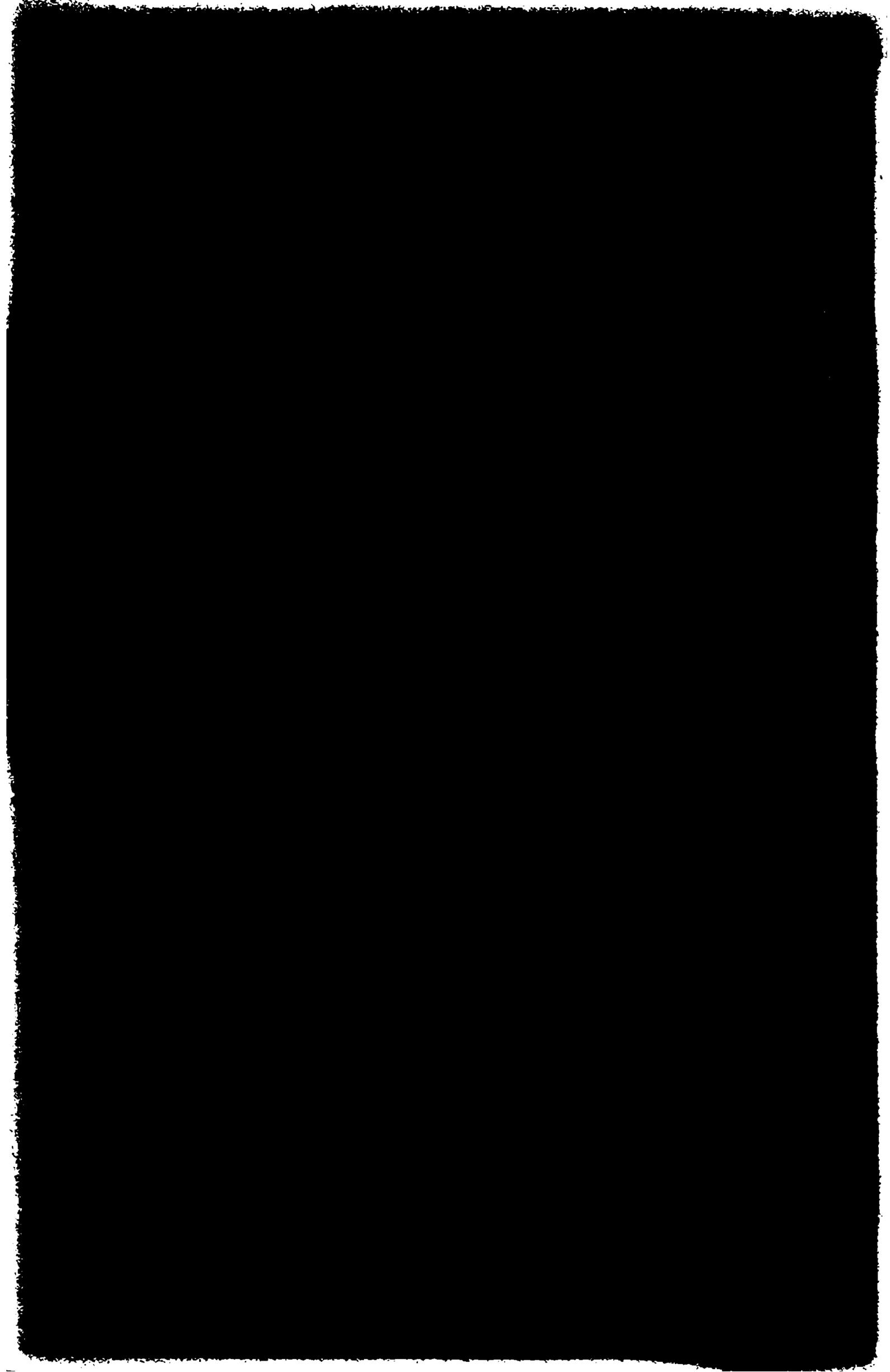
Aglomerante	Poder calorífico	Consistencia	Cenizas
Aserrín	3845,87	—	1,21
Aserrín y brea 10 por ciento . . .	4914,97	Muy compacta	2,14
Aserrín, residuo asfaltoso y brea 28 o|o	6003,66	Poco compacta	1,34
Aserrín, residuo parafinoso y brea 28 o|o	6102,45	Muy poco compacta	1,81
Aserrín, residuos de petróleo de Comodoro Rivadavia á 360° C. y brea 28 o|o . . .	5432,81	Muy compacta	1,36

AGLOMERADOS DE CARBÓN

Muestra número 1

Aglomerante	Poder calorífico	Consistencia	Cenizas
Carbón	6960,86	—	4,22
Brea y carbón 10 por ciento . . .	7465,00	Muy compacta	2,85
Brea y residuo asfaltoso 28 o|o . .	8318,65	Poco compacta	2,27
Brea y residuo parafinoso 28 o|o .	8217,44	Muy poco compacta	2,15
Brea y residuo de petróleo de Comodoro Rivadavia á 360° C. 28 por ciento . . .	7781,21	Muy compacta	2,57

Resultados que, como se ve, hacen práctica la producción si los cálculos económicos responden en igual forma.



CONCLUSIONES

1.º El aserrín de quebracho proveniente de las tennerías, aquellas en que el curtido de pieles se hace por el viejo sistema de “*noques*”, debe someterse á la separación del tanino que contiene, usando el extracto acuoso como tanante.

2.º El aserrín privado en esta forma del tanino que contenía, una vez seco, puede ser sometido á la destilación pirogenada sin aparatos especiales, ó á lo sumo provistos de agitadores y animados de un movimiento inverso al que se le imprime á la retorta donde se lleva á cabo esta destilación.

3.º El aserrín proveniente de las usinas de extracto de quebracho, puede ser sometido á dicha destilación, sin la extracción previa de la mínima cantidad de tanino que les queda, después de haberlo hecho secar por medio de dispositivos apropiados como sería el caso de un eje á caracol empotrado en un cilindro de ladrillos refractarios por donde circula aire caliente ó una pieza de Arquímedes.

4.º El carbón obtenido en esta destilación, reducido á polvo, se presta para ser aglomerado con brea al 10 o|o, dando un producto en el que su defecto sería la falta de porosidad, por lo cual propongo sea mezclado con pequeñas cantidades de aserrín fino y como aglomerante el alquitrán de madera, secándolo después de comprimido con lo que se conseguiría destruir este inconveniente.

5.º Los residuos de destilación del petróleo pueden emplearse con el objeto de aumentar su poder calorífico siempre que se los mezcle con brea y que dichos residuos hayan sufrido la separación de los aceites lubricantes.

6.º Es preferible destilar el aserrín para obtener los productos pirogenados y no hacer directamente briquettes con ellos.

ANTONIO R. ANELLO.

JORGE MAGNIN.
Padrino de tesis.

Buenos Aires, Noviembre de 1911.

Buenos Aires, Noviembre 2 de 1911.

Pase á la Comisión Examinadora núm. 24, para que se sirva estudiar la presente tesis.

SARHY
Decano.

Pedro J. Coni
Secretario.

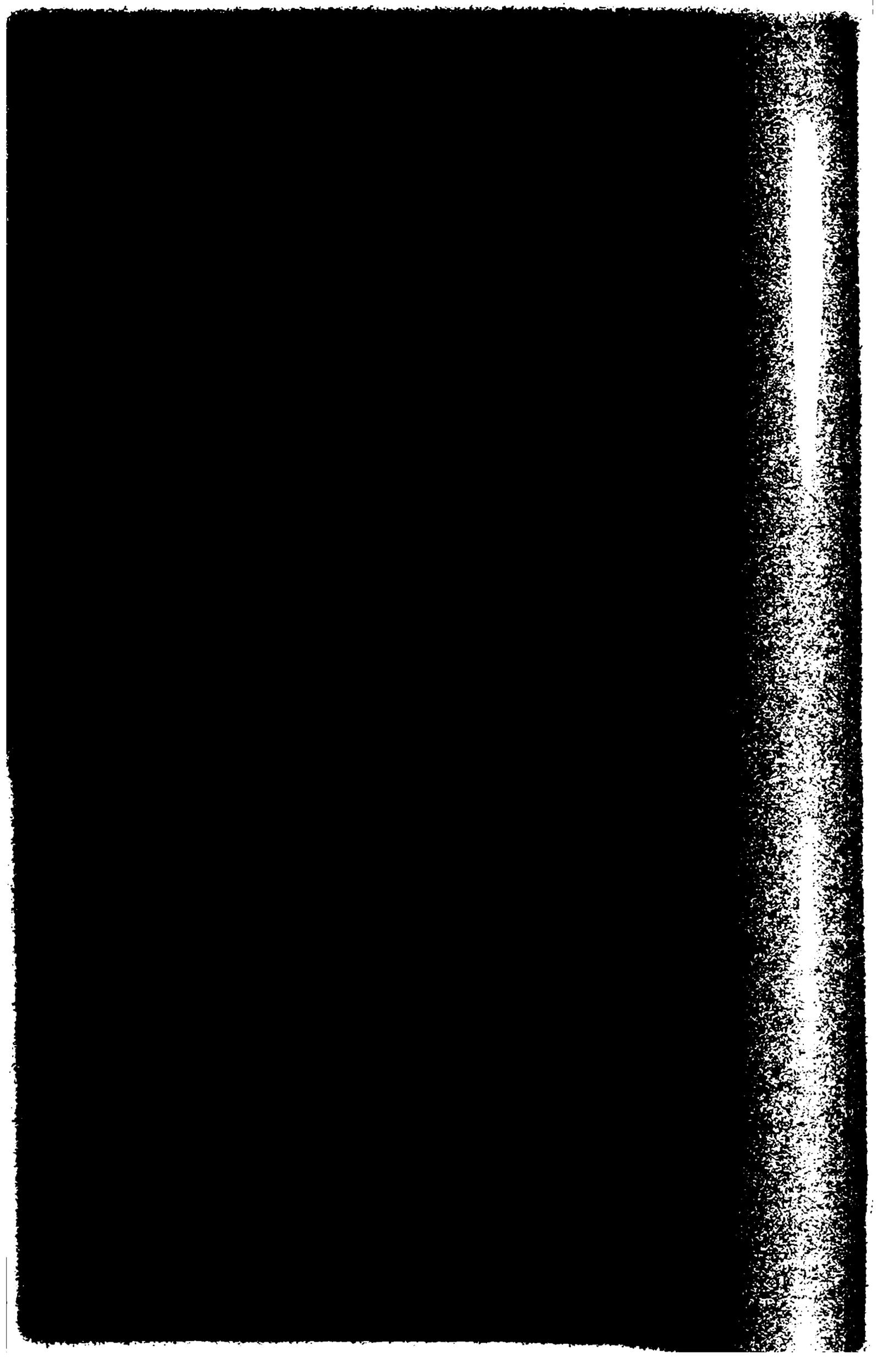
En la ciudad de Buenos Aires, á los cuatro días del mes de Noviembre de mil novecientos once, la Comisión Examinadora núm. 24 procedió á examinar la tesis presentada por el ex alumno Antonio R. Anello para optar el grado de Doctor en Química y resolvió aceptarla.

Eduardo L. Holmberg
E. HERRERO DUCLOUX CRISTOBAL M. HICKEN

G. F. SCHAEFER

ANGEL SABATINI

JUAN NIELSEN (hijo)



BIBLIOGRAFÍA

Horno para la extracción del ácido piroleñoso sin emplear combustibles especiales. Dr. Scheffer, 6 de Septiembre 1877.

Aparato destilador para materias sólidas con cargamento mecánico y marcha continua. F. Lürmann en Osuabrück, 26 de Junio de 1880.

Preparación del ácido acético. A. Wünsche, Egelu 18 de Julio de 1880.

Procedimiento para la carbonización de las substancias vegetales, la lana, los residuos, los trapos, etc. A. Kreuzsch y Edmonds, Dolhain, Bélgica 31 Diciembre 1881.

Aparato para obtener productos por destilación seca de las substancias sólidas. H. Wurtz, New-York 1.º de Agosto 1882.

Procedimiento para la preparación del carbón de leña rico en hidrógeno. O. Bowen, Londres 18 Noviembre 1888.

Aparato de carbonización transportable. Yoh. Black, Bahuhof Brilon, 19 Abril 1889.

Innovación en los depósitos de carbonización. Fr. Brunck, Dortmund, Arndstrasse 18 Junio 1879.

Aparato para la carbonización continua de los residuos de madera y de cuero, 5 Septiembre 1889.

Horno para la carbonización continua. A. Ekelund, Jukoping 5 Enero 1890.

Procedimiento para la extracción del alcohol metílico, del vinagre de madera, etc., en la carbonización de menudos. A. Huckenduk, Nehlin, y F. N. Lefelmann, Aue, 27 Enero 1891.

Aparato para utilizar el gas de desprendimiento en la carbonización de la madera. F. W. Lefelmann, Berleburg 16 Junio 1891.

Horno de carbonización de marcha continua. E. Stanber, Hambourg 5 Abril 1891.

Procedimiento para la destilación del aserrín y de los desechos de madera. J. F. Bergman, Nehim Sur Ruhr, 31 Enero 1891.

Horno de carbonización. Dr. J. Leschhorn, Pluder 24 Mayo 1892.

Procedimiento para la preparación de briquetas de aserrín. Heimroth, Hanovre Agosto 1892.

Depósitos de trabajos continuos para la desecación, la carboni-

zación y el enfriamiento de la hulla, del aserrín, etc. N. K. Ekelund, Joutkoping 30 Diciembre 1893.

Depósito para la carbonización de la hulla, del aserrín y materias análogas. R. Linder, San Petersburgo 1.º Noviembre 1892.

Procedimiento para la destilación del aserrín y de los desechos de madera. 1.º Marzo 1893.

Procedimiento para la preparación de acetona. A. Bauschlicher. Bohemia 12 Julio 1894.

Procedimiento para utilizar los depósitos calcáreos de las fábricas de alcohol metílico. J. Black y E. Leinhaas, Freiberg 24 Febrero 1895.

Procedimiento para la destilación del aserrín y desechos de madera. 2.º edición, Sociedad anónima para desecación de vigas Cassel.

Procedimiento para la destilación de la madera, A. Schmidt. Cassel 28 Enero 1896.

Procedimiento para obtener briquetas compactas y carbón de leña con aserrín, desechos de madera etc. S. Kutz, Hamburgo 13 Mayo 1896.

Procedimiento para la preparación no saturada con aceite de alquitrán de madera. Kestuer y Cia, 1.º Abril 1897.

Depósito para secar y carbonizar la madera, la hulla, etc. Dr. H. Fischer, 10 Diciembre 1897.

Procedimiento para carbonizar madera y desechos de madera, hulla, etc. W. A. G. Von Heidenstan, 3 Abril 1897.

Procedimiento para la destilación seca. Sociedad para la desecación de vigas Cassel, 7 Diciembre 1897.

Procedimiento para obtener productos de destilación líquida con la madera y los desechos de madera sin gastos de combustibles y con trabajo continuo. J. Bach, 7 Septiembre 1897.

Cerradura de fondo para las retortas verticales para la carbonización de hulla, de la madera, etc. Sociedad para la desecación de vigas Cassel, 1.º Noviembre 1898.

Depósito para la preparación del carbón sólido con la madera, los desechos de madera, la hulla, etc., por carbonización bajo presión constante V. A. G. Von Heidenstam, Stokolmo 15 Marzo 1898.

Máquina para la preparación del extracto de vinagre con aserrín. P. Schneider, 26 Septiembre 1898.

Procedimiento para la preparación del alcohol metílico y de la formaldehida por oxidación del metano. Dr. Von G. Glok, 11 Diciembre 1898.

Procedimiento para la destilación seca de la madera. Dr. Franz Schmidh, 22 Octubre 1896.

Procedimiento para la destilación seca de la madera, etc. Roberto Mayer, 6 Octubre 1896.

Procedimiento y horas de trabajo continuo para la carbonización de la madera, de la hulla, etc., G. Grondal, 18 Julio 1899.

Procedimiento y depósito para la carbonización de la madera, de la hulla, etc., bajo presión uniforme regulable. 2 Febrero 1900.

Retorta rotativa con cubierta de hierro fundido ondulada. Doctor Willy, 8 Septiembre 1899.

Procedimiento para la destilación seca de la madera y de las materias análogas. C. Weyland, 23 Julio 1898.

Procedimiento para la destilación seca de la madera y de la hulla en fragmentos. R. Bock, 22 Febrero 1899.

Procedimiento para la preparación del ácido acético de alta graduación con acetato de cal. Fabrik, 8 Marzo 1898.

Procedimiento para obtener ácido acético de alta graduación con acetato de cal. E. Behreus. 6 Octubre 1899.

Procedimiento para la destilación seca de la madera. Dr. L. Wenghoffer.

Procedimiento para la eliminación de las impurezas empireumáticas del ácido acético bruto. J. Behreus, 10 Junio 1900.

Máquina para la extracción del espíritu de vinagre del aserrín. Petter Schneider, 3 Enero 1902.

Aparato para la preparación de acetona con acetatos. F. H. Meyer, 9 Noviembre 1900.

Tratado práctico de los empleos químicos de las maderas. M. Klak y L. Gautier.

Destillations des bois.	E. Barillot.
Le Bois	F. Billon.
Exploitation commerciale des Forêts	M. H. Vanutberghe.
Exploitation technique des Forêts	Idem.
Travail des bois	M. Alheilig.
Distillazione del legno	F. Villani.
Les Forêts	Boppe et Jolyet.
Emplois chimiques des bois	O. Petit.
Das Holz und seine destillations-producte.	G. Thenius.
Die Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege	J. Bersch.
Die Verwerthung der Holzabfälle.	E. Hubrard.
Die Meiler-und retorten-Verkohlung	G. Thenius.
Lehrbuch der Essigfabrikation mit Einschluß der Holzessigfabrikation und der Darstellung der essigsuren salze (Acetate)	P. Bronner.
Enciclopedia chimica	I. Guareschi.
Dictionnaire de chimie Industrielle	A. M. Villon et P. Guichard.
La Distillation	E. Sorel.
Dictionnaire de chimie	A. Wurtz.
Imitazioni e succedanei nei grandi e piccoli prodotti Industriali	R. Wagner et Fischer.
Les industries chimiques et pharmaceutiques	A. Haller.
Travaux pratiques de Chimie Organique	F. Ullmann.
Traité d'analyse chimique	R. Fresenius.
Manuel d'analyse chimique	E. Fleurent.
Chimie analytique	G. Denigés.
Lois générales de la chimie	G. Chesneau.
Pouvoir calorifique des combustibles	Scheurer-Kestner.
Analyse des substances minérales	A. Carnot.
Chemische Technologie der Brennstoffe.	F. Fischer.
Consideraciones generales sobre los combustibles argentinos.	E. Hermitte.
Revue de chimie Industrielle	—
Annales de Chimie Analytique	—
Journal de Pharmacie et de Chimie	—
Annales de Chimie et Physique	—
Comptes rendus de l'Academie des Sciences	—
Revue Scientifique	—
Destilación pirogenada de las maderas argentinas	Jorge Magnin.
Les agglomerés.	Henry de Graffigny.

