

BIBLIOTECA PERONISTA

B. P

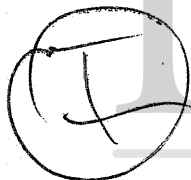
B.410

COLECCION "DIFUSION DEL PLAN QUINQUENAL"
PUBLICACION N.º 6

EL SEGUNDO PLAN QUINQUENAL Y LA METALURGIA

POR EL

Ing. Quím. JUAN CARLOS MÜLLER



BIBLIOTECA PERONISTA

MINISTERIO DE EDUCACION DE LA NACION
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
INSTITUTO SOCIAL
SANTA FE - 1954

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

INSTITUTO SOCIAL

Presidente:

Dr. RAÚL N. RAPELA

Delegado del Rector

LUIS RAVERA

Director del Departamento de Acción Cultural

PEDRO OSCAR MURÚA

Director del Departamento de Enseñanza

Dr. CARLOS OVIDIO LAGOS

Secretario:

A. JULIO CÉSAR CAPPARELLI

La reestructuración del Instituto Social se encuentra en pleno desarrollo. Los Departamentos y Secciones en actividad, actualmente, son los siguientes:

Universidad Popular de Rosario y Universidad Popular de Santa Fe; Escuela Superior de Música, Santa Fe, e Instituto de Educación Musical, Rosario; Escuela Superior de Danzas, Santa Fe; Escuela de Administración Pública; Instituto del Justicialismo; Cursos de Verano para maestros; Cursos libres de cultura general y cultura técnica especial; Instituto del Profesorado, Instituto de Estudios Históricos y Arqueológicos; Teatro experimental, infantil y de muñecos, Cine Educativo; Sección Publicaciones, etc.

Dirección Postal: INSTITUTO SOCIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL, CALLE 1º DE MAYO 3541. SANTA FE. ARGENTINA.

3^a Catalog 21125/56

EL SEGUNDO PLAN QUINQUENAL
Y LA METALURGIA

Biblioteca del
Congreso
ARGENTINA

PERONISMO-Asesor Económico

CE V. 2. 6

metalurgia-Argentina

LG-XVIII-C. 1



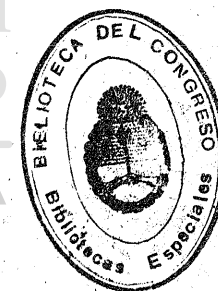
COLECCION "DIFUSION DEL PLAN QUINQUENAL"
PUBLICACION N.º 6

B.P.
B.410

EL SEGUNDO PLAN QUINQUENAL Y LA METALURGIA

POR EL

Ing. Quím. JUAN CARLOS MÜLLER



MINISTERIO DE EDUCACION DE LA NACION
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
INSTITUTO SOCIAL
SANTA FE - 1954



310532 *

En el capítulo dedicado a la Industria, el Segundo Plan Quinquenal establece como objetivo especial, el orden de prioridad en que desarrollará el Estado su acción en materia de producción industrial. Fija dichas prioridades en la forma siguiente:

1) Siderurgia; 2) Metalurgia; 3) Aluminio; 4) Química; 5) Mecánica; 6) Eléctrica; 7) Construcción; 8) Forestal; 9) Textiles y cuero; 10) Alimentaria.

Puede apreciarse que los tres primeros términos corresponden a la producción metalúrgica, habiéndose colocado aparte al aluminio por su extraordinaria importancia actual entre los metales.

El criterio de prioridades adoptado es exacto, porque la obtención de los metales y sus derivados es la base para todas las demás industrias, las cuales no pueden desarrollarse sin ellos.

La metalurgia se divide comunmente en metalurgia de los férreos y de los no férreos. La primera, también llamada siderurgia, se ocupa de los métodos empleados para obtener el hierro y sus aleaciones: fundición, aceros, fundiciones maleables, aceros especiales, etc. La metalurgia de los no férreos trata de los procesos de obtención de los demás metales de aplicación industrial. En general, puede decirse que sólo unos 30 o poco más de los elementos clasificados como metales por los químicos, se encuentran en suficiente cantidad y poseen propiedades de tal importancia, que tienen interés para el metalurgista. Ellos son:

Hierro, cobre, cinc, plomo, estaño, oro, plata, platino, aluminio, manganeso, bismuto, cromo, mercurio, magnesio, níquel, cobalto, cadmio, sodio, potasio, tungsteno, vanadio, mo-

libdeno, iridio, tantalio, calcio, titanio, osmio, rodio, paladio, a los cuales puede agregarse el uranio, de gran actualidad.

SIDERURGIA

El primer paso en la industria siderúrgica es la obtención del arrabio, que es un hierro impuro con aproximadamente 95-96 % de hierro y el resto impurezas de carbono, silicio, manganeso, fósforo, etc. El arrabio se produce por tratamiento de los minerales de hierro, en condiciones apropiadas y mezclados con otras sustancias, en los altos hornos. Para el funcionamiento del alto horno, necesitamos disponer de mineral de hierro y carbón como materias primas fundamentales; además, calcáreo u otro fundente, mineral de manganeso y agua como accesorios.

El principal yacimiento de mineral de hierro que se explota actualmente en el país es la mina "9 de Octubre", situada en la Sierra de Zapla, provincia de Jujuy. Contamos con otro yacimiento de importancia en Sierra Grande, el que no ha sido aún cubicado. En la zona atlántica de la provincia de Buenos Aires, en una extensión de algunos centenares de kilómetros, desde Mar del Plata a Viedma, se hallan arenas ferríferas con contenido en titanio (magnetita e ilmenita). También se presentan otros yacimientos menores en Córdoba, Catamarca, Mendoza, etc. En el Capítulo XII del 2º Plan Quinquenal, O. E. 6, se especifica que se llevarán a cabo labores de exploración en 5 de los yacimientos conocidos, para determinar las reservas; en estos trabajos invertirá 10 millones de pesos la Dirección Nacional de Minería.

El mineral que se obtiene en Zapla es una hematita, con ganga silíceas. A partir de él se fabrica arrabio en dos altos hornos instalados por la Dirección General de Fabricaciones Militares en Palpalá, pueblo situado a unos 13 kilómetros de la mina, sobre la línea del F. C. N. G. B. El mineral extraído, clasificado y sometido a una molienda previa, se envía por

un alambre carril hasta la planta siderúrgica. Los altos hornos de Zapla, que empezaron a producir en 1945, trabajan con carbón de leña que se fabrica en la misma planta industrial con madera de eucalipto; para ello se han efectuado extensas plantaciones de este árbol, que es maderable en pocos años, las cuales se reforestan a medida que progresa el corte. De las materias primas accesorias, el calcáreo que se usa proviene de la misma provincia de Jujuy y el mineral de manganeso se trae desde el norte de Córdoba. El agua es abundante en la zona, y algo de fuel-oil, que se usa como combustible auxiliar en la caldera y los grupos generadores Diesel, viene de las destilerías de Salta o de San Lorenzo. Por la parte superior de los altos hornos se va cargando continuamente la mezcla de mineral de hierro, carbón, calcáreo y mineral de manganeso. Al mismo tiempo, se inyecta desde la parte inferior aire caliente, suministrado por poderosos ventiladores y precalentado en estufas especiales. El aire provoca la combustión del carbón y la reducción del mineral de hierro a hierro metálico, el cual funde a la elevada temperatura del alto horno y cae hacia la parte inferior o crisol. Contemporáneamente, la sílice y otras impurezas del mineral se combinan con el calcáreo y forman una escoria líquida que flota sobre el hierro fundido. De vez en cuando se sangra el crisol y se recibe el hierro en moldes donde se deja enfriar, formando los lingotes de arrabio. La escoria se saca también, y puede usarse para fabricar cementos, lana de vidrio, etc. De lo alto del horno sale un gas de gran poder calorífero. Parte de este gas se depura del polvo que arrastra y se quema, tanto en los hogares de las estufas de aire como en el de una caldera; el vapor obtenido en esta es aprovechado para producir energía eléctrica, mediante una máquina de vapor y un generador. Así se satisfacen las necesidades energéticas no sólo de la planta siderúrgica, sino también de la mina "9 de Octubre".

Como la de todos los altos hornos que trabajan con carbón de leña, la producción de los Altos Hornos Zapla es pequeña. En el año 1951 produjeron aproximadamente unas

130 t. por día de arrabio. Evidentemente, la producción se ve limitada por las necesidades de carbón.

El O. E. 3, Cap. XVII, del 2º Plan Quinquenal, establece que la producción de arrabio a cargo de la D. G. de Fabricaciones Militares y de la Sociedad Mixta Siderúrgica Argentina, será elevada en 1957 a un mínimo de 640.000 t. Si nos fijamos que en 1951 se produjeron unas 30.000 t., vemos que el aumento es de 2.033 %. Suponiendo que Zapla produzca 40.000 t., quedan 600.000 t. que deberá fabricar la S. M. Siderúrgica Argentina que se está instalando en San Nicolás. Esto significa una producción diaria de alrededor de 2.000 t., la que puede conseguirse con la instalación de dos altos hornos de 1.000 t. por día cada uno. El mineral a usar podría venir de Zapla, donde deberá intensificarse la extracción en la mina "9 de Octubre". El combustible necesario, calculando que cada t. de arrabio producido necesita una t. de coque, será de 2.000 t. por día, o sea aproximadamente 720.000 t. por año.

El O. E. 12, del Cap. XII, determina que en el quinquenio 53-57, Combustibles Sólidos Minerales aumentará la producción de carbón del yacimiento "Presidente Perón", tendiendo a lograr en 1957 una producción de 1.700.000 t. de carbón bruto. El yacimiento "Presidente Perón", que es el mayor yacimiento carbonífero que tenemos en explotación, está situado en la Gobernación de Santa Cruz, cerca del Estrecho de Magallanes y del límite con Chile. Se obtiene de él un lignito que se depura y se puede coquificar en el mismo yacimiento. Así se podrá hacer frente a una parte de los gases de coque en San Nicolás, supliendo el resto con otros yacimientos y con la importación. El inconveniente principal es la distancia hasta San Nicolás. El transporte se hace desde Presidente Perón hasta Río Gallegos en el Ferrocarril Eva Perón, y desde Río Gallegos por vía marítima. Por ello es que el O. E. 13 del Cap. XIII, fija la ampliación del ferrocarril, la iniciación de la construcción del puerto carbonero de Río Gallegos y la adquisición de dos buques carboneros.

El arrabio, tal como se obtiene del alto horno, no tiene

muchas aplicaciones. Esto se debe a las impurezas que contiene (carbono, silicio, fósforo, etc.), que lo hacen inadecuado para la forja y el laminado. Se lo debe someter pues, a tratamientos posteriores, que dependerán de lo que se intente hacer con este hierro. Si se quiere fabricar artículos de fundición, se usa el cubilote, que es un horno donde se funde el arrabio mezclado con carbón y algo de escorificante (calcáreo). Se insufla aire por toberas colocadas en la parte inferior y la combustión del carbón produce la temperatura necesaria para fundir el arrabio el que se cuela por el fondo y se envía a los moldes. El material así obtenido resiste bien los esfuerzos de compresión (columnas de fundición, p. ej.) pero tiene mucha fragilidad y no aguanta los esfuerzos de flexión.

Si se quiere obtener el acero a partir del arrabio, hay que eliminar hasta cierto límite el carbono que contiene, así como también el silicio y sobre todo el fósforo. Llamamos aceros a las aleaciones de hierro-carbono que tienen más o menos hasta 1,7 % de carbono. Si p. ej., el arrabio tiene 4 % de ese elemento, habrá que eliminar parte de éste, además de las otras impurezas, para poder obtener acero.

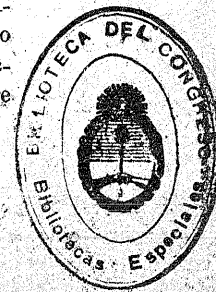
La fabricación de los aceros comunes se realiza por dos procesos principales: el Bessemer-Thomas y el Siemens-Martin. En el primero se emplean convertidores en forma de pera, de chapa de acero forrada interiormente de material refractario; en el Bessemer este revestimiento es de carácter ácido (silicioso) y en el Thomas de carácter básico (dolomítico o magnésico). El proceso consiste en esencia en hacer pasar una corriente de aire a través del arrabio líquido colocado en el convertidor, lo cual se consigue mediante toberas colocadas en el fondo del mismo y un ventilador que insufla el aire a presión. Por acción del oxígeno del aire, el carbono, silicio, manganeso, fósforo y parte del mismo hierro, se queman produciendo calor, que sirve para mantener el contenido del convertidor al estado líquido a pesar de la intensa corriente de aire frío que lo atraviesa. Por otra parte, el carbono sale por la boca del convertidor transformado en monóxido de car-

bono (CO) y algo de anhídrido carbónico (CO₂); el silicio, manganeso, fósforo y poco hierro pasan a óxidos (SiO₂, MnO, P₂O₅, FeO) los que forman escoria y flotan sobre el acero líquido pudiendo separarse de éste. La diferencia fundamental entre el Bessemer y el Thomas consiste en que en el primero no es posible eliminar el fósforo que lleva el arrabio, debido al carácter ácido del revestimiento refractario, mientras que en el segundo sí, porque en él se carga además óxido de calcio (CaO) el que se combina con el pentóxido de fósforo formando dando fosfatos (escorias Thomas). Es evidente que en el Bessemer no se puede cargar CaO, porque éste reaccionaría con la sílice del revestimiento refractario y lo destruiría rápidamente. Entonces, para el Bessemer hace falta un arrabio que contenga muy poco fósforo y cantidad relativamente grande de silicio, por ser este elemento, junto con el carbono, el que suministra con su oxidación el calor necesario para mantener líquido el acero. Por el contrario, en el Thomas necesitamos arrabio con mucho fósforo relativamente, que al quemarse mantiene la temperatura, y poco silicio, que atacaría el revestimiento refractario básico. El contenido de azufre, sobre todo en el Bessemer debe ser siempre lo más bajo posible. Hay que tener en cuenta que si el material contiene fósforo, este pasará casi en su totalidad al arrabio al ser tratado en el alto horno. Como el fósforo debe eliminarse completamente para que el acero no resulte inservible, para este tipo de arrabio deberá usarse el convertidor Thomas (o el horno Siemens-Martin básico, que veremos luego). Ocurre a veces que el arrabio tiene demasiado fósforo para ser tratado en el Bessemer, y muy poco para aplicarle al Thomas; entonces es indispensable usar el proceso Siemens-Martin.

Una vez finalizado el soplado, queda en el convertidor un hierro casi por completo exento de carbono y otras impurezas. A este se le agrega entonces la cantidad de carbono necesario para obtener el porcentaje deseado de este elemento, sea directamente en forma de carbón o en forma de fundición (recarburación). Además, se añaden otros productos que con-

tribuyen a desoxidar el acero y facilitar la colada de los lingotes (ferromanganeso, aluminio, etc.).

En el proceso Siemens-Martin se usa un horno especial, con dos cámaras recuperadoras del calor de los gases de combustión (a veces cuatro cámaras, cuando se usa gas para la calefacción), que permiten calentar el aire que se emplea en la combustión. Al estar el aire caliente, la temperatura obtenida dentro del horno es mayor que si se quemara el combustible con aire frío; estas altas temperaturas son indispensables para mantener líquido el contenido del horno, pues hay que tener en cuenta que a medida que el hierro se va descarrurando, aumenta su punto de fusión, de manera que a temperaturas a las que el arrabio sería líquido el acero es aún sólido. Las dos cámaras recuperadoras son calentadas alternativamente por los gases calientes que salen del horno, haciendo entrar el aire frío en la cámara caliente y salir los gases de la combustión por la otra, que había estado actuando como calefactora. Las cámaras están rellenas de ladrillos apilados, que son los que se calientan y acumulan así el calor. El combustible más empleado en nuestro país para los hornos Siemens-Martin es el fuel-oil; podría usarse gas de gasógeno, que presenta la gran ventaja de poder ser producido con desechos vegetales, residuos de fabricación de productos orgánicos, etc. El cuerpo del horno Siemens-Martin está construido de ladrillos refractarios; la solera o piso del horno puede ser ácida (siliciosa), básica (magnésica o dolomítica) o neutra (cromita), según la carga que se use. Esta carga puede estar formada de arrabio sólido o fundido previamente en un cubilote, chatarra (hierro viejo) y a veces mineral de hierro y escorificante. El horno beneficia de una vez hasta 100 t. y aún más, y estas enormes cantidades de chatarra y arrabio se han de mantener de cuatro a siete horas a una temperatura de 1.800 a 2.000°C. Lo que acontece dentro del horno es tan difícil y complicado como los procesos en el interior del alto horno y los convertidores. Esencialmente, se trata de la acción de los gases de la combustión que obran oxidando sobre



el hierro, quemando el carbono, silicio, fósforo, etc. En la combustión del carbono coopera activamente el óxido de hierro que lleva la chatarra.

Los dos procedimientos. Siemens-Martín y Bessemer-Thomas tienen por supuesto ventajas e inconvenientes. Las principales ventajas del Siemens-Martín son que admite prácticamente cualquier tipo de carga; además, su gran capacidad y el mejor control del proceso debido al mayor tiempo que dura la operación. Por su parte, el Bessemer-Thomas se caracteriza por no necesitar combustible extraño para la transformación del arrabio en acero y por la gran rapidez de su marcha, ya que la conversión dura de 20 a 40 minutos solamente.

El Plan fija para el año 1957 una producción de acero de 1.400.000 t., que equivalen a un aumento del 485 % con respecto a 1951, en que se produjeron más o menos 180.000 t. Esta producción la distribuye en la forma siguiente:

- a) Dirección General de Fabricaciones Militares (Zapla) 40.000 t.
- b) Sociedad Mixta Siderúrgica Argentina (San Nicolás) 500.000 t.
- c) Empresas privadas 500.000 t.

Ello implica la instalación de una acerería en Zapla, donde se convierta el arrabio directamente en acero, probablemente por medio de hornos Siemens-Martín. Además, la instalación de la gran acerería anexa a los altos hornos de San Nicolás, donde se podría trabajar con Siemens-Martín y convertidores.

Obtenido el acero en lingotes, éstos deben ser laminados o trefilados para fabricar planchas, barras, alambres, perfiles, etc., que se utilizan en las construcciones. Para esto, el lingote, previamente calentado, se hace pasar por máquinas especiales que lo estiran o lo aplastan hasta darle la forma apropiada. Lo más racional naturalmente, es utilizar lo mejor posible el calor en todos estos procesos, anexando a los altos hornos la acerería y las plantas de laminado y trefilación.

Entonces, la colada del alto horno no se convierte en lingotes sólidos, sino que se acumula el arrabio líquido en recipientes forrados de material refractario (mezcladores); de aquí pasa a los hornos Siemens o a los convertidores donde se transforma en acero, y el lingote de acero aún caliente se envía a las laminadoras y trefiladoras. Ahorramos así el gasto de transporte de arrabio y también combustible en el proceso de acerificación y calentamiento del lingote de acero.

El Plan preve un aumento de la fabricación de laminados y trefilados de acero del 200 % sobre lo obtenido en 1951, que fueron 330.000 t., llegándose pues en 1957 a 1.000.000 de toneladas. Para ello se contará con la planta laminadora y trefiladora de San Nicolás, que deberá producir 500.000 t. y con la industria privada, otras 500.000 t. Como se ve, en Zapla no se instalará planta trefiladora, pero podrá aprovecharse el acero allí preparado en otras partes.

Comparando las cifras de producción de arrabio (640.000 toneladas) y las de acero (1.040.000 t.), a las que hay que sumar 240.000 t. de hierro y acero fundido destinados a la producción de piezas moldeadas, según el O. E. 4, Cap. XVII), se ve que hay un excedente de 640.000 t. a favor de las segundas. Este excedente deberá suplirse en parte con la utilización de chatarra y quizá con algo de arrabio o palanquilla importada.

Como acotación al margen, es de hacer notar la extraordinaria importancia del problema de los transportes en relación con la industria siderúrgica, que trabaja con grandes cantidades de materiales. Por lo pronto, debemos decir que un solo barco puede, en término medio, transportar vez y media más de mineral o carbón que dos trenes de carga de 40 vagones cada uno. El carbón transportado por barco puede ser llevado, con el mismo gasto, treinta o cuarenta veces más lejos que por ferrocarril. Por otra parte, lo corriente es que se lleve el mineral de hierro hasta donde se halla el carbón, y no al revés, debido a que el mineral tiene mayor densidad que el coque y ocupa por lo tanto menos volumen; además, el mi-

neral no es combustible como el carbón (peligro de incendio, mayor costo de seguro), no pierde en contenido y es, en general, una mercadería inalterable en el transporte.

Por último, examinaremos brevemente las previsiones del Plan referentes a la fabricación de aceros especiales. Los aceros especiales son aquellos obtenidos por adición de ciertos elementos a los aceros comunes al hierro-carbono. Con estos agregados, hechos por lo general en porcentajes reducidos, se pueden variar entre límites muy extensos no sólo las características mecánicas sino también las propiedades térmicas de los aceros (temple, revenido) y sus propiedades químicas (resistencia a la corrosión). La fabricación de los aceros especiales se hace por lo común agregando el elemento especial en el período de recarburación. Por ejemplo, en la fabricación de acero al manganeso, se añade la cantidad requerida de ferromanganeso en el período final de la acerificación; en la fabricación de aceros al níquel se puede agregar este en forma de ferroníquel o de níquel puro. Los aceros al tungsteno y al cromo-tungsteno se hacen a menudo en crisoles, colocando las cantidades necesarias de ferrocromo o ferrotungsteno (o de cromo y tungsteno) encima de la carga del crisol cuando este está lleno.

El níquel da al acero gran tenacidad; el cromo, notable dureza con bajos porcentajes, y con altos una gran resistencia a la oxidación; el acero al silicio tiene elevada elasticidad y cualidades magnéticas especiales; los aceros al molibdeno presentan mucha resistencia al desgaste. Si usamos una herramienta formada de acero común al carbono templado, no podemos darle una velocidad de corte muy elevada, porque el calor desarrollado por el trabajo elevaría la temperatura de la herramienta y le haría perder su dureza de temple; en estos casos hay que usar los aceros "rápidos" o "extrarrápidos" que contienen tungsteno y cromo, y a menudo vanadio, y no pierden su temple a temperaturas elevadas. Los aceros "inoxidables" se caracterizan por resistir la acción de los agentes atmosféricos y de ciertas sustancias químicas sin su-

frir corrosión ni oxidación; pueden contener níquel o cromo o cromo y níquel, etc.

En el Cap. XVII, O. E. 13, del 2º Plan Quinquenal, se indica que la actividad industrial metalúrgica será estimulada en el orden privado a fin de que se realice en el país el desarrollo de la metalurgia del níquel, cadmio, cromo, platino, mercurio, etc., y en especial los destinados a la fabricación de aceros especiales (tungsteno, vanadio, cobalto, molibdeno, titanio, manganeso, etc.).

Disponemos de minerales de cromo en la provincia de Córdoba (sierra de Comechingones), donde se halla en forma de cromita ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$). Wolframio o tungsteno existe en San Luis, Córdoba, Catamarca, etc., como scheelita, que es un tungstato de calcio (WO_4Ca) y wolframita, tungstato de hierro y manganeso ($\text{WO}_4(\text{Fe}, \text{Mn})$). Los principales yacimientos de mineral de manganeso los tenemos en Córdoba y Santiago del Estero, y también hay en San Luis, Jujuy y Catamarca; allí se encuentran sobre todo pirolusita, que es bióxido de manganeso (MnO_2) y psilomelana, óxido de manganeso hidratado ($\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). El molibdeno se presenta sobre todo en forma de molibdenita, sulfuro de molibdeno (S_2Mo); en el país tenemos en San Juan (Chita) en filones. Titanio hallamos en las arenas titaníferas de la costa atlántica, que ya hemos mencionado, en forma de ilmenita ($\text{TiO}_2 \cdot \text{FeO}$), conteniendo también magnetita (Fe_3O_4); de estas arenas pueden concentrarse esos dos minerales. Poseemos vanadinita, que es mineral de vanadio ($9\text{PbO} \cdot 3\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{Cl}_2\text{Pb}$) en yacimientos de Córdoba, Jujuy, San Luis y Mendoza. En Salta se ha efectuado un hallazgo de niquelina, sulfuro de níquel (SNI).

Es evidente que el aumento de consumo de estos metales para fines metalúrgicos, traerá aparejado un aumento de la explotación de los yacimientos mencionados e incitará a la búsqueda de otros nuevos. Además, debemos hacer notar que los metales mencionados no sólo se emplean para obtener aceros especiales, sino que tienen muchos otros usos específicos. Por ejemplo, el vanadio en forma de pentóxido (V_2O_5) en-

cuentra extensa aplicación en la industria del ácido sulfúrico como catalizador. El wolframio o tungsteno tiene aplicación en lámparas para radio, microscopios, equipos electrónicos, rayos X, agujas hipodérmicas, etc. El manganeso y sus compuestos se usan en la fabricación del vidrio, como secante en la industria del aceite y pinturería; el permanganato de potasio tiene también muchos empleos. La industria química de las sales de cromo se considera de primera categoría, en particular para la preparación de cueros, en pinturas y en galvanoplastia. Otras numerosísimas aplicaciones de estos metales y sus derivados escapan a la extensión de este trabajo.

METALURGIA DEL PLOMO

De acuerdo al Cap. XVII, O. E. 7, del 2º Plan Quinquenal, la producción de plomo será elevada a 52.000 t. en 1957, cantidad equivalente a un aumento del 116 % con respecto a la de 1951, que fué aproximadamente de 24.000 t.

Los minerales de plomo más importantes son la galena, sulfuro de plomo (SPb) y la cerusita, carbonato de plomo (CO_3Pb). En nuestro país, el mineral principal explotado es la galena, generalmente argentífera, y a veces con oro, cobre, cadmio, etc. De nuestros yacimientos, el más grande es el de la Sierra Aguilar, provincia de Jujuy, donde se presenta la galena con blenda (SZn), además de otros sulfuros y ganga. El mineral es muy complejo para ser destinado directamente a la obtención de plomo y cinc, por lo que en el mismo yacimiento se ha instalado una planta de purificación que trabaja por el método de flotación. Para este interesante proceso, el mineral, finamente molido, se suspende en agua formando una pulpa, a la cual se le agregan ciertos reactivos químicos y luego se le insufla aire. Entonces se forma una espuma, que lleva las partículas de galena y se separa. El residuo que queda en el fondo, formado por blenda y ganga, se vuelve a someter a una operación similar, con el agregado de nuevos reactivos,

y entonces la espuma que se produce retiene la blenda, quedando la ganga en el fondo. Las espumas se filtran, lavan y secan, obteniéndose en esta forma galena y blenda que se denominan "concentrados" de plomo y cinc, respectivamente.

Poseemos además yacimientos de plomo en otros lugares de Jujuy, en Salta, Catamarca, San Juan, La Rioja, Mendoza, Neuquén y el Chubut. Una forma interesante de aprovechar muchos pequeños yacimientos que tenemos, sería instalar una planta de concentración central, donde afluyeran todos los minerales obtenidos en aquellos. A esta planta se podría anejar quizás la fundición, si las condiciones geográficas fueran favorables.

La metalurgia del plomo a partir de la galena consiste en esencia de tres partes:

1º) Tostación del sulfuro, calentándolo en contacto con el aire, de manera que se forme óxido de plomo (PbO) mezclado con sulfato (SO_4Pb) y algo de sulfuro.

2º) Reacciones entre estos productos, para obtener plomo metálico bruto.

3º) Refinación del plomo bruto.

La refinación del plomo de obra se efectúa para eliminar las impurezas nocivas y para extraer la plata (desargentación), lo que constituye la segunda parte del afino. Cuando se calienta el plomo bruto a $370-380^\circ\text{C}$, se forma en su superficie una espuma negruzca, pastosa, que está constituida esencialmente por plomo, cobre, azufre, etc., la que puede ser separada fácilmente de la masa fundida. Después de espumar, elevando la temperatura del baño hasta el rojo vivo, se forma una capa de óxido de plomo que contiene prácticamente todo el antimonio, estaño y arsénico. Finalmente, la desargentación se puede efectuar por dos procedimientos: patinsonado y cincado. El primero, llamado así por haber sido descubierto por Pattison, consiste en dejar enfriar lentamente el baño de plomo fundido; primero cristaliza plomo puro y luego una aleación de 2,5 % de plata. Esta aleación se funde en crisol

les especiales (copelas); el plomo se oxida y queda la plata pura. Este proceso es anticuado y complicado; requiere numerosas cristalizaciones, mucha mano de obra y se pierde mucho plomo. En el cincado, se trata el plomo fundido, a 400°C., con 1-2 % de cinc; se agita la masa y se deja que el cinc, casi insoluble en el plomo, flote sobre él. Esta aleación se separa y contiene toda la plata, con cinc y algo de plomo. Para eliminar el cinc de la plata se emplea una retorta de arcilla y grafito, conectada con un refrigerante enfriado por agua; se calienta la retorta a 1.100°C., destilando el cinc que se condensa y quedando la plata.

El concentrado de plomo de Aguilar se transporta por ferrocarril hasta Puerto Vilelas, Prov. Presidente Perón, donde se destina a la obtención de plomo metálico y otros metales. A la fundición entran minerales de flotación, de grano muy fino, y minerales de grano grueso (60 y 40 % respectivamente). Estos minerales se mezclan en una tolva y de allí pasan a los hornos escoceses o bajos, que son seis. En ellos se obtiene un plomo crudo, con 98,5 % de plomo, y una escoria con aproximadamente 38 %, además de humos que se recuperan. La escoria de los hornos escoceses pasa a un horno alto, donde se obtiene plomo crudo de 95 % y una escoria (gacha) que se desecha. Los humos producidos en los hornos altos y escoceses pasan por una cámara donde se filtran, recuperándose el polvo que arrastran. Los filtros, cuando están bastante cargados, se queman, se mezclan con agua y se envían al primer depósito de mezcla. El plomo crudo obtenido pasa a la refinera. Contiene como principales impurezas cobre y antimonio y además, algo de plata. En la refinera se vuelve a fundir el plomo crudo, obteniendo tres espumas: cuprífera, platífera y antimoniosa, y un plomo puro que alcanza a tener 99,98 % de plomo. La espuma cuprífera se manda a un horno de reverbero, de donde se saca "mata" de cobre, que consiste esencialmente en sulfuro de hierro y plomo con casi todo el cobre; además, plomo crudo que vuelve a la refinera. La espuma platífera se trata en retortas, donde se recupera

"bouillon", con 6-7 % de plata, y cinc, que se usa para desplatear el plomo. El "bouillon" se transforma en plata fina de 999,8 en copelas, donde se forma también litargirio (PbO) que vuelve al depósito de mezcla. La espuma antimoniosa es tratada en un horno alto especial, con campana, para obtener plomo antimonioso. La capacidad de la planta es de unas 1.400 toneladas por mes de plomo.

El plomo se usa en forma de metal refinado, para aleaciones con otros metales y como compuestos químicos de él derivados.

Una de las propiedades más valiosas del plomo es su resistencia a la corrosión, a pesar de que su resistencia mecánica pequeña es una desventaja para muchas aplicaciones. La adición de pequeñas cantidades de otros metales aumenta grandemente su resistencia, sin quitarle empero su propiedad de no corroerse; estas verdaderas aleaciones no se consideran a menudo como tales, debido a la pequeña cantidad de metal extraño que contienen. Tenemos por ejemplo, plomo con 0,04 a 0,06 % de cobre, que se usa extensamente para proteger cables eléctricos y para equipos químicos; con 0,05 % de telurio se usa para placas de baterías; con 0,02 a 0,05 % de calcio para cañerías.

El plomo endurecido contiene antimonio, estaño o arsénico. Con 87 % de plomo, 10 % de antimonio y 3 % de estaño se consigue una buena aleación para caracteres de imprenta. Las municiones tienen 99,5 a 99,8 % de plomo y 0,2 a 0,5 % de arsénico.

Para soldar el plomo se emplea aleación con 66 % de plomo y 34 % de estaño; para la soldadura de hojalata, aleación con 50 % de plomo y 50 % de estaño para fines industriales y con 10 % y 90 % respectivamente para latas de conservas alimenticias.

Los metales antifricción para cojinetes pueden tener por ejemplo, 87 % de plomo, 7 % de antimonio y 6 % de estaño, o sino, 70 %, 10 % y 20 % respectivamente de los mencionados metales.

Entre los derivados químicos más importantes deben citarse los óxidos de plomo: massicot y litargirio (PbO); al minio o rojo de plomo (Pb_3O_4) y al albayalde, carbonato básico de plomo ($CO_3Pb \cdot Pb(OH)_2$); al sulfato de plomo (SO_4Pb), etc.; estos últimos llamados en la industria "blanco de plomo". Los óxidos se emplean principalmente en la elaboración de ciertos tipos de vidrios, en alfarería y en la fabricación de acetato de plomo, nitrato de plomo, etc. El minio se usa en la fabricación de vidrios y pinturas, cementos especiales para tapar juntas, acumuladores, etc. El albayalde se emplea en pinturas. Algunos otros derivados se usan para mejorar el índice octánico de las naftas (plomo tetraetilo).

METALURGIA DEL CINCO

Para el año 1957, el 2º Plan Quinquenal fija una producción de cinc de 27.000 t. (Cap. XVII, O. E. 9). En 1951 se produjeron 10.600 t., siendo pues el incremento de 154 %.

El principal mineral de cinc es la blenda (SZn) y nuestro principal yacimiento el de Aguilar, del cual ya hemos hablado al referirnos a la metalurgia del plomo. Otros yacimientos tenemos en La Rioja y Mendoza.

Los métodos utilizados actualmente para producir el cinc metálico pueden clasificarse en tres grupos:

- 1º) Métodos térmicos.
- 2º) Métodos electrolíticos.
- 3º) Métodos electrotérmicos.

El método térmico involucra dos fases:

- a) Tostación de la blenda para producir óxido de cinc (ZnO) y anhídrido sulfuroso (SO_2).
- b) Reducción del ZnO obtenido en a) por el carbón.

La tostación de la blenda puede efectuarse en hornos de mufla o en hornos de pisos de tipo Herreshoff; las altas temperaturas favorecen la formación de óxido, mientras las ba-

jas temperaturas tienden a producir sulfato (SO_4Zn). En la práctica, con exceso de aire y sobre $900^\circ C$., conseguiremos la transformación total en óxido. La blenda no puede quemar por sí misma en el aire; necesita calor externo. El método más moderno de tostación es el "flash", que consiste en inyectar la blenda muy finamente molida, mediante un chorro de aire, en una cámara de combustión a $900-1000^\circ C$., donde se produce la inmediata tostación. Este proceso tiene la ventaja de ser muy rápido, no necesitar combustible extraño y permitir el aprovechamiento del calor de los gases de tostación, que salen muy calientes, para producir vapor aprovechable en la planta.

El óxido de cinc formado por cualquiera de los métodos citados, es reducido a cinc metálico por el carbón. Para ello se calienta una mezcla de carbón y óxido de cinc dentro de una retorta de gres, hasta unos $1000^\circ C$.; la retorta comunica por medio de una alargadera con un condensador donde se recoge el cinc que destila. Este cinc se afina fundiéndolo en un horno de reverbero con solera inclinada. En la capa superior se forma una costra de óxido. El plomo que le acompaña se separa en el fondo, por ser soluble solamente en un 1 %. El hierro forma una costra entre el cinc y el plomo. También puede afinarse por destilación.

En el método electrolítico, el óxido de cinc proveniente de la tostación de la blenda se disuelve en electrolito usado, que es un líquido que contiene principalmente ácido sulfúrico. Este reacciona con el ZnO dando SO_4Zn que queda disuelto. La solución obtenida se somete a una purificación cuidadosa para eliminar todos los elementos más nobles que el cinc, que se depositarían en el cátodo antes que él. Generalmente, se oxida la solución casi neutra con bióxido de manganeso y aire, para precipitar el hierro, el arsénico y el antimonio en forma de sulfatos básicos. Luego se agrega cinc en polvo, que desaloja el cobre, cadmio, etc., por ser menos nobles que ellos. Si existe cobalto se debe eliminar totalmente, lo que puede hacerse con α -nitroso- β naftol o etilxantato de sodio. La

solución purificada se somete a la electrólisis en células con ánodos de plomo y cátodos de aluminio. El cinc se va depositando sobre el cátodo y el líquido se enriquece con ácido sulfúrico; una vez extraída la mayor parte del cinc, este líquido se vuelve a usar para disolver más ZnO (electrólito usado). El cinc se deposita catódicamente, aún en soluciones ácidas, gracias a la elevada sobretensión del hidrógeno frente al cinc. La presencia de un metal más noble ocasionaría su precipitación sobre el cátodo de cinc, con la consiguiente disminución local de la sobretensión de hidrógeno y la correspondiente pérdida de corriente. El metal obtenido electrolíticamente es por lo general esponjoso, y debe refundirse; su pureza llega al 99,9 % de Zn.

El método electrotérmico se funda, igual que el térmico, en la reducción del óxido de cinc por el carbón, pero en lugar de calentar la mezcla desde el exterior, la temperatura necesaria para la reducción se consigue dentro de la misma masa reaccionante por métodos eléctricos. Al principio se usaban hornos de arco; sin embargo, ya que el calor radiante del arco era mayor que el necesario para la reducción del óxido (la reducción se efectúa a una temperatura máxima de 1.300°C), se han sustituido por hornos de resistencia.

Generalmente, cuando se trabaja con blenda obtenida por flotación, el grano del mineral es muy fino, y el ZnO obtenido en los procesos de tostación también lo es. Por esta causa, no sería posible tratar este ZnO en retortas u hornos termoeléctricos porque se empacharían debido a la finura de la carga. Evidentemente, esta desventaja no la presenta el método electrolítico, donde cuanto más fino sea el ZnO más rápida será la disolución en el líquido sulfúrico. Para obviar este inconveniente se recurre a la aglomeración de los tostados ("sinterización") que consiste en mezclar el ZnO fino con un cierto porcentaje de polvo de carbón y algo de agua, formando pelotitas en máquinas especiales. Estas pelotitas se extienden en capas sobre chapas perforadas, se encienden en la parte superior y se aspira aire a través de la capa. Toda la

masa arde por el carbón que contiene, y los granos finos se reúnen entre sí formando cascotes gruesos, que pueden usarse para la reducción por carbón.

En nuestro país, el concentrado de cinc obtenido en Aguilar es enviado por ferrocarril a Río Tercero, donde está instalada la Fábrica Militar de Cinc Electrolítico, y a Fray Beltrán, en la provincia de Santa Fe. En Río Tercero se tuesta la blenda en hornos Herreshoff y el anhídrido sulfuroso que se desprende en la tostación se usa para producir ácido sulfúrico por el método de las cámaras de plomo. El tostado se somete al método electrolítico, obteniéndose cinc metálico. En Fray Luis Beltrán, la fábrica "Sulfacid" trata la blenda en parte en hornos Herreshoff y en parte por el sistema "flash". El SO₂ lo usa para obtener ácido sulfúrico por el método catalítico. El tostado se trata por aglomeración en una planta especial y el "sinter" se envía a Comodoro Rivadavia. Aquí, el "sinter" mezclado con coke, se destina a la obtención de cinc electrotérmico.

El cinc metálico tiene gran consumo en productos galvanizados, chapas, latón y otras aleaciones. El óxido de cinc y el litopón (SO₄Ba.SZn) tienen infinidad de aplicaciones en la industria; este último se usa mucho en la elaboración de pinturas, cubiertas de pisos, linóleos, gomas, y en la industria textil. El sulfato de cinc y el cloruro de cinc tienen aplicación en agricultura, fabricación de pinturas y barnices, farmacia, preparación de tejidos, separación del oro y la plata de ciertos minerales y en otros usos de menor importancia.

METALURGIA DEL ESTAÑO

La producción de estaño en el año 1951 en el país, fue de alrededor de 200 t., y el 2º Plan Quinquenal establece para 1957 (Cap. XVII, O. E. 9) un aumento de 900 % con respecto a esta cantidad, es decir, deberán producirse 2.000 t.

El único mineral de estaño que puede utilizarse prácti-

camente para la obtención del metal es la casiterita, bióxido de estaño (SnO_2). Los yacimientos argentinos están en Jujuy (Pirquitas), donde la casiterita se encuentra en filones junto con minerales argentíferos y en aluviones. En Catamarca tenemos filones, y se han realizado hallazgos en Salta y San Juan. También hay filones en La Rioja y San Luis. Los minerales de estaño deben ser por lo general sometidos a enriquecimiento y concentración previa a su metalurgia, debido a que tienen baja ley. La concentración puede hacerse por flotación (véase plomo) o por sedimentación hidráulica; esta última es facilitada por la gran densidad de la casiterita (6,8). Un segundo lavado sobre tamiz permite separar una impureza más pesada que la casiterita, la ilmenita ($\text{TiO}_2 \cdot \text{FeO}$). Si la casiterita lleva plata, se la tuesta con el agregado de sal común, a 850°C ., y la masa tostada se lava con tiosulfato de sodio ($\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$) que disuelve el cloruro de plata formado. Luego se puede lavar con ácido clorhídrico diluido, que elimina el cobre contenido en el mineral.

Una vez concentrado el mineral hasta 90 % de SnO_2 , se reduce con carbón de leña en hornos de solera poco siliciosa; se carga en estos la casiterita con un 20-25 % de carbón y se añaden escorias o espatoflúor (F_2Ca), calentando 3-4 horas; se agita la masa y se calienta 6 horas más; luego se cuele el estaño. Las escorias producidas resultan ricas en estaño porque el SnO_2 se combina con los anhídridos y las bases; por ello se procura mantener una escoria lo más neutra posible dándole fluidez por medio de F_2Ca . Para recuperar el estaño de las escorias se hacen nuevas fusiones con carbón y fundentes apropiados.

Para refinar el metal bruto, se funde primero procurando que el calentamiento sea lento para dar lugar a que se forme en la superficie una aleación de hierro y estaño que en las cercanías del punto de fusión es insoluble en el metal. Luego se procede a una oxidación por la cual las impurezas más oxidables que el estaño forman escoria que flota sobre la superficie. El SnO_2 que se forma es reducido por agitación

del baño con ramas verdes, con lo que se forman gases reductores; al mismo tiempo se producen espumas de plomo.

El estaño es más valioso cuanto menos plomo contiene, dado su uso para envases de alimentos (hojalata) y la toxicidad del plomo.

Cantidades importantes de estaño se recuperan a partir de los residuos de hojalata, generalmente por electrólisis. Se usan los residuos como ánodos, y un electrólito de lejía de soda al 8-10 % a 70°C . Los cátodos son de hierro y sobre ellos se deposita el estaño metálico.

Los principales usos del metal son la manufactura de aleaciones, la fabricación de hojalata, el estañado de utensilios de cocina y la obtención de papel de estaño. La hojalata está formada por láminas de hierro o acero dulce recubiertas de estaño, el que no es atacado rápidamente por los jugos vegetales o animales, y por eso se emplea la hojalata en la industria de conservas. El metal se alea fácilmente con el hierro y calentado a una temperatura poco superior a su punto de fusión, se adhiere al hierro limpio en forma de capa fina. La adhesión de esta capa depende de la homogeneidad y pureza del hierro empleado, estañándose con más facilidad el hierro dulce puro.

La chapa de hierro se lava con ácido sulfúrico, se pulen con arena y se coloca en un recipiente con sebo fundido. Se deja allí hasta que desprendida toda el agua, esté uniformemente caliente y recubierta de grasa. Ahora pasa a un baño de estaño fundido, cubierto con grasa y fuertemente calentado. Aquí se produce la aleación en la superficie y luego se sumergen en estaño a menor temperatura para formar la capa fina.

METALURGIA DEL COBRE

La producción de cobre en el país, de acuerdo al Cap. XVII, O. E. 10, será llevada en 1957 a 14.000 t., lo que equi-

vale a un aumento de 1.066 % sobre la de 1951 (1.200 t.). De esta producción, asigna 8.000 t. anuales a la actividad privada.

Para la metalurgia del cobre podemos usar varios tipos de minerales: minerales sulfurados, minerales oxidados, cobre nativo y minerales varios. Los primeros constituyen la gran mayoría, y entre ellos tenemos la calcopirita (Cu_2FeS_4), la calcosina (SCu_2), la bornita (S_3FeCu_3), la enargita (Cu_3SbS_4), la tetraedrita ($3\text{Cu}_3\text{SbS}_3\cdot\text{CuZn}_2\text{SbS}_4$), la famatinita (Cu_3SbS_4). Los principales minerales oxidados son la cuprital (Cu_2O), la melaconita (CuO), la malaquita ($\text{Cu}(\text{OH})_2\cdot\text{CO}_3$) y la azurita ($\text{Cu}(\text{OH})_2\text{Cu}(\text{CO}_3)_2$). En la Argentina tenemos yacimientos en Jujuy (filones), en Salta (Concordia), en La Rioja (zona cordillerana y Famatina), en San Juan, Mendoza y el Neuquén.

Cualquiera sea el mineral que se beneficie, generalmente no se encuentra puro. Se tratan convenientemente arenas que contienen 0,4 % de cobre y detritus con apenas 0,9 %; es lógico que en estos casos se deba proceder a una concentración. Los concentrados tienen de 5-10 % de cobre y ya pueden ser tratados. El tratamiento directo se efectúa sobre minerales con un mínimo de 7 %.

La metalurgia puede hacerse por vía seca o por vía húmeda. Si se parte de minerales sulfurados que contienen hierro, como ocurre comúnmente, las principales operaciones de la vía seca son:

1º) Tostación parcial, en la que se quema parte del azufre y se obtiene una mezcla de sulfuros y óxidos. Para esta operación se usan varios tipos de hornos: Herreshoff, Maletta, etc.

2º) Fusión concentradora: la masa anterior se funde con fundentes apropiados y se obtiene la "mata", que contiene casi todo el cobre como sulfuro, separándose de la escoria compuesta por silicato de hierro. El fundente empleado es sílice (SiO_2). Pueden usarse hornos de reverbero con solera siliciosa, u hornos especiales de cuba con paredes metálicas enfriadas por agua" ("water-jackets").

3º) Primer afino, que se realiza por lo común en convertidores que son similares a los usados para el acero, pero con la diferencia de que el aire es insuflado en la superficie del baño fundido y no borbotea a través de este. Aquí se oxida el azufre y se escapa y el hierro forma escoria. El cobre así obtenido se llama cobre negro y es demasiado impuro para los usos corrientes.

4º) Afino del cobre negro, que se efectúa fundiendo en un horno especial de solera con revestimiento silicioso. La operación de fusión se conduce lentamente y cuando el baño está bien líquido, se insufla directamente aire en el horno o se aumenta el aire en el hogar. Ocurren una serie de reacciones, que causan la eliminación del azufre, arsénico y antimonio, que se volatilizan, y del hierro, plomo, cinc, etc., que forman escorias. Para eliminar el Cu_2O formado durante la operación, se puede agitar la masa fundida con ramas verdes. El cobre obtenido tiene de 99,7 a 99,8 % de cobre.

Para obtener metal muy puro, con 99,99 %, se recurre al método electrolítico de afino. El cobre impuro en planchas se usa como ánodo, y como cátodo se pone una placa de cobre purísimo. El electrolito es solución de sulfato de cobre (SO_4Cu). El ánodo se va disolviendo al pasar la corriente, y sobre el cátodo se deposita metal muy puro. Las impurezas más nobles que el cobre no se disuelven y caen al fondo de la cuba; éstos son los llamados "barros anódicos", que tienen plata, oro, etc., y se pueden aprovechar.

Si se usa la metalurgia por vía húmeda, existen dos grandes procedimientos:

1º) Básicos al amoníaco, con o sin sales amónicas.

2º) Ácido.

En el primer proceso, el mineral se coloca en tinas apropiadas, con solución diluida de amoníaco que en presencia de aire disuelve el cobre nativo por formación de un complejo tetramincúprico. El método sirve para concentrar minerales pobres, de gangas básicas, que no pueden sufrir un tratamiento ácido.

En los procedimientos ácidos, el mineral se trata con ácido, que disuelve el cobre en forma de sales cúpricas. Los ácidos empleados con el sulfuroso, el sulfúrico y el clorhídrico. El primero sería el más económico, porque se podría emplear el anhídrido sulfuroso producido en la tostación de los minerales sulfurados; no obstante, disuelve muy lentamente al cobre. Con el ácido sulfúrico diluido se tratan los minerales en presencia de aire, para oxidar el cobre nativo y el óxido cuproso, haciendo circular el líquido de tina en tina. Se obtiene así una solución que va enriqueciéndose en sulfato de cobre. Con el ácido clorhídrico se procede análogamente.

Obtenida por cualquiera de los métodos citados la solución de sales de cobre, después de una filtración o decantación para separar las gangas, se precipita el cobre con hierro, haciendo pasar el líquido sobre chatarra. Se obtiene así un cobre impuro, que se afina por los métodos mencionados.

El cobre se usa extensamente para conductores eléctricos; también para la construcción de aparatos industriales, utensilios, etc. La mayor parte se utiliza en aleaciones; entre éstas tenemos el latón (aleación de cobre y cinc), el bronce (cobre y estaño), broncees especiales (bronce de aluminio, de plomo, etc.) argentán, niquelina, planta alemana, etc. El sulfato de cobre, óxido cúprico y otras sales y compuestos químicos tienen también importantes aplicaciones.

METALURGIA DEL ALUMINIO

Hasta el momento, no se ha producido en nuestro país aluminio metálico. El Cap. XVII, O. E. 14, del 2º Plan Quinquenal, fija para 1957 una producción de 10.000 t., la que será realizada por el Estado en colaboración con la actividad privada.

La poca densidad del aluminio, junto con sus elevadas características mecánicas, lo convierten en un metal indispensable, especialmente para la industria aeronáutica. Apar-

te de las aplicaciones en la construcción de aviones, las aleaciones ligeras de aluminio han encontrado gran cantidad de usos en automovilismo (pistones, caja de engranajes, carters, etc.). También se usa substituyendo el cobre en conducciones eléctricas aéreas, pues aunque su menor conductibilidad obliga a dar mayor sección a los cables, su baja densidad permite que sean más livianos.

El principal mineral usado en la fabricación de aluminio es la bauxita, óxido de aluminio hidratado ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), que se presenta por lo general impurificado por óxido férrico, sílice, bióxido de titanio, etc. Además, se emplea como auxiliar la criolita ($\text{F}_3\text{Al} \cdot 3\text{FNa}$). Se ha intentado muchas veces usar la arcilla común como mineral de aluminio, pues puede contener porcentajes notables de Al_2O_3 ; sin embargo, no se ha hallado un proceso económicamente aceptable.

El primer paso en la metalurgia del aluminio es la obtención de la alúmina (Al_2O_3) pura, a partir de la bauxita. Esto se lleva a cabo por varios procesos, entre los que pueden mencionarse el Bayer, el Haglund, el Sörensen, etc.

El método Bayer consiste en tratar la bauxita con una solución de soda cáustica, en autoclave, con lo que se disuelve la alúmina pero no las impurezas. El líquido filtrado se descompone y se separa entonces el hidróxido de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) que se filtra, lava y calcina pasando a Al_2O_3 . En el método Haglund, la bauxita es triturada y aglomerada con un 10 % de carbón, y por otra parte, es comprimida en ladrillos junto con piritita y chatarra. Ambos materiales se tratan mezclados en hornos eléctricos, conjuntamente con piritita y coke. Se obtiene una escoria que contiene sobre todo sulfuro de aluminio (Al_2S_3) la que es colada, enfriada, triturada y tratada con agua a 80°C. produciendo $\text{Al}(\text{OH})_3$ que se calcina dando Al_2O_3 . El proceso Haglund permite trabajar con bauxitas que contengan sílice en cantidades notables, lo que es un inconveniente en el método Bayer.

En la actualidad, el aluminio se obtiene exclusivamente por método electroquímico, cuyo principio fundamental es el

siguiente: se disuelve la alúmina en criolita fundida, a unos 1000°C., y se electroliza esta solución en cubas con forro de carbón que actúa como cátodo y ánodos que son barras de carbón. En el cátodo se deposita aluminio fundido, que queda en el fondo de la cuba y se cuela de vez en cuando; en los ánodos se desprende monóxido de carbono (CO) con algo de anhídrido carbono (CO₂). Es decir, se va descomponiendo la alúmina, de manera que hay que ir agregando al baño a medida que progresa la electrólisis. Se utilizan más o menos 24 kwh. por kg. de aluminio producido. Es evidente que el consumo de energía eléctrica resulta notable, y la industria sólo puede prosperar en la cercanía de centrales hidroeléctricas que la suministren a bajo costo.

Hasta el momento, no se han hallado en la Argentina yacimientos de bauxita ni criolita. Pero disponiendo de energía eléctrica a bajo costo, el problema de la materia prima sería secundario. Criolita existe principalmente en Groenlandia y el alto precio que alcanza ha llevado a la producción de criolita artificial, a partir de materiales fluorurados, de los que disponemos. Bauxita podríamos importar de Brasil, Guayana Inglesa, etc.

METALURGIA DEL MAGNESIO

Fija el 2º Plan Quinquenal (Cap. XVII, O. E. 15) una producción de magnesio metálico de 1.200 ton. para el año 1957, y además el desarrollo de la producción de sales y óxido de magnesio hasta cubrir las necesidades del mercado.

Magnesio metálico no se ha producido nunca en el país. La densidad del metal es sólo de 1,74, es decir, es aún más liviano que el aluminio, con el cual se utiliza en aleaciones ligeras de gran resistencia, sobre todo en construcciones aeronáuticas. Se encuentra muy difundido en la naturaleza; el agua de mar contiene cantidades notables en forma de cloruro (Cl₂Mg), sulfato (SO₄Mg) y bromuro (Br₂Mg) y el pro-

ceso Dow es empleado en N. América para obtener el metal de esta fuente. Los principales minerales son magnesita (CO₃Mg); dolomita (CO₃Ca.CO₃Mg) que tenemos en el país en Sierras Bayas, Córdoba, Salta y S. Juan; carnalita (Cl₂Mg.ClK.6H₂O); epsomita (SO₄Mg.7H₂O) que hallamos en San Juan junto con pickeringita (SO₄Mg.(SO₄)₃Al₂.22 H₂O); kainita (SO₄Mg.ClK.3H₂O). De estos minerales se obtiene primeramente el cloruro o el óxido (MgO), y de ellos el metal. Este puede fabricarse por vía electrolítica o térmica. Por vía electrolítica se usa un baño de cloruro de magnesio fundido, con ánodos de carbón en los que se desprende cloro, y cátodos de hierro puro; el magnesio flota sobre el baño, se cuela, y como va acompañado por cantidades variables de cloruros, debe ser refundido y colado en lingotes. El consumo de corriente varía de 22 a 38 kwh. por kg. de metal.

Métodos térmicos existen varios. En uno de ellos, se tratan en hornos eléctricos de arco, briquetas pequeñas formadas aglomerando óxido de magnesio con carbón. A la elevada temperatura del horno, el carbón reduce al óxido quedando metal libre que destila y se condensa bruscamente con un chorro de hidrógeno (para evitar la reoxidación del metal); en el condensador se recoge un polvo finísimo que contiene 70-80 % de magnesio mezclado con MgO. Este producto se transforma en briquetas y se somete al afino.

El óxido de magnesio, por su elevado punto de fusión, tiene amplias aplicaciones en la fabricación de ladrillos refractarios de carácter básico.

Se usan también en diversas formas, el carbonato de magnesio (CO₃Mg), sulfato, cloruro, clorato, etc.

A R G E N T I N A



PUBLICACIONES DEL INSTITUTO SOCIAL

- * — *Problemas de derecho penal*, por el Dr. LUIS JIMÉNEZ DE ASÚA. (2ª Edición).
- * — *Investigaciones sobre ciegos en la provincia de Santa Fe*, por el Dr. JUAN ALVAREZ.
- * — *Goethe y el panteísmo spinoziano*, por el Dr. CARLOS ASTRADA.
- *El problema de nuestros territorios nacionales*, por el Dr. ALBERTO BALDRICH. (2ª Edición).
- * — *El día de las Américas*, por el Dr. RICARDO J. SIEL.
- * — *La radiodifusión al servicio de la cultura*, por el Dr. JOSUÉ GOLLAN (H.) e Ing. JOSÉ BABINI.
- * — *El técnico y la cultura*, por el Ing. CARLOS A. NIKLISON.
- *Derrotero y viaje a España y las Indias*, por U. SCHMIDL (traducido y comentado por el Sr. EDMUNDO WERNICKE) 2ª edición.
- * — *Las ideas morales en el Antiguo Egipto*, por el Dr. ABRAHAM ROSENVASSER.
- * — *Estados Unidos de Norte América vistos con ojos argentinos*, por el Dr. JOSUÉ GOLLAN (H.).
- * — *Commemoración del 134º aniversario de la Revolución de Mayo en la Universidad Nacional del Litoral*, por el Dr. RÓMULO ETCHEVERRY BONEO.
- *Proyecto de estatuto básico para las Universidades Argentinas*, por el Dr. RÓMULO ETCHEVERRY BONEO.
- * — *La plenitud de la justicia en San Alfonso María de Ligorio*, por el Dr. JOSÉ RUBÉN CIBILS.
- * — *Hispanidad y Argentinidad*, por el Dr. CARLOS BERRAZ MONTYN.
- *Informe sobre las Jornadas Educativas de San Juan*, por el Prof. PEDRO OSCAR MURÚA.
- *Verdades documentadas para la historia de Güemes*, por el Abogado MARTÍN FIGUEROA GÜEMES.
- *Trimestral* (Nos. 1, 2, 3 *, 4, 5, 6, y 7-8).
- *Pueblo y Universidad*.
- * — *Curso Libre de Cultura Española Contemporánea* (Conferencias).
- *Nuevas formas de acción cultural*, por el Prof. PEDRO OSCAR MURÚA.

LA CONSTITUCION ARGENTINA:

- * 1 — *Los pactos preexistentes en el preámbulo de la Constitución Nacional*, por el Dr. ANTONIO SAGARNA con Enunciación de propósitos, por el Dr. JOSUÉ GOLLAN (H.).
- * 2 — *La educación pública en la Constitución Argentina*, por el Dr. HORACIO RIVAROLA (2ª Edición).
- * 3 — *La Revolución y la Constitución*, por el Dr. NICANOR MOLINAS con palabras preliminares por el Dr. JOSUÉ GOLLAN (H.).
- * 4 — *Los derechos y garantías individuales en la Constitución Argentina*, por el Dr. JUVENAL MACHADO DONCEL.
- * 5 — *El equilibrio de los poderes y la Constitución Nacional*, por el Dr. ENRIQUE MARTÍNEZ PAZ. (2ª Edición).
- * 6 — *Elogio de la Constitución Nacional*, por el Dr. JOSUÉ GOLLAN (H.).
- * 7 — *La Constitución Nacional*, por el Dr. NICANOR MOLINAS.
- * 8 — *La Constitución de 1853 y sus autores e inspiradores*, por el Prof. SALVADOR M. DANA MONTAÑO.

* Agotadas.

- * 9 — *Gobierno de la democracia*, por el Dr. NICANOR MOLINAS; *Las fuentes y la historia interna de la Constitución de 1853*, por el Prof. SALVADOR M. DANA MONTAÑO y *De la libertad*, por el Dr. JUVENAL MACHADO DONCEL.
- 10 — *Prédica democrática*, por el Dr. JOSUÉ GOLLAN (H.). Archivado.

MUSEO SOCIAL:

- * 1 — *La lucha en favor de la vivienda popular*, por el Ing. CARLOS A. NIKLISON.
- * 2 — *Contribución al estudio del movimiento mutualista en la República Argentina*, por el Ing. CARLOS A. NIKLISON.
- 3 — *La mujer en la industria norteamericana*, por la señorita CAROLYN BERNHARD.
- *Boletín bibliográfico* (número 1 a 22: Setiembre 1940 a Diciembre de 1944).

EXTENSION UNIVERSITARIA:

- * 1 — *El problema actual de la lepra*, por el Dr. ENRIQUE P. FIDANZA.
- * 2 — *Función de las vitaminas en la nutrición*, por el Dr. RICARDO CALATRONI. (2ª Edición).
- * 3 — *Razón fisiológica de la jornada de ocho horas*, por el Dr. CAYETANO VIALE. (2ª Edición).
- * 4 — *Higiene escolar*, por el Dr. MANUEL E. PIGNETTO.
- * 5 — *La piedra filosofal*, por el Dr. JOSUÉ GOLLAN (H.). (2ª Edición).
- * 6 — *Eurindia en la arquitectura americana*, por el Arq. ANGEL GUIDO. (2ª Edición).
- * 7 — *Principios y fundamentos de la Reforma Universitaria*, por el Dr. JULIO V. GONZÁLEZ.
- * 8 — *Puna de Atacama*, por el Dr. LUCIANO R. CATALANO. (2ª Edición).
- * 9 — *Las Guayquerías de San Carlos en la provincia de Mendoza*, por el Dr. JOAQUÍN FRENGUELLI.
- * 10 — *El problema cultural Oriente-Occidente*, por el Prof. JUAN MANTOVANI. (2ª Edición).
- * 11 — *Santa Fe y el Uruguay*, por el Dr. JOSÉ LUIS BUSANICHE. (2ª Edición).
- * 12 — *La cuadratura del círculo y otros problemas clásicos*, por el Ing. JOSÉ BABINI. (2ª Edición).
- * 13 — *Fisiología de las emociones*, por el Dr. JUAN T. LEWIS.
- * 14 — *Arquitectura y danza*, por el Prof. VICENTE PATONE. (2ª Edición).
- * 15 — *La traición de la inteligencia*, por el Dr. ANIBAL SÁNCHEZ REULET. (2ª Edición).
- * 16 — *El cáncer en los fumadores*, por el Dr. MARIO VIGNOLES.
- * 17 — *Lo que pueden hacer los ciegos*, por el Sr. SAMUEL FEELDMANN.
- * 18 — *Alcance y proyecciones del Instituto Social*, por el Dr. RAFAEL ARAYA.
- * 19 — *Biología y Educación*, por el Sr. HUGO CALZETTI. (2ª Edición).
- * 20 — *El imperio de los incas y la conquista española*, por el Prof. LUIS BAUDIN. (3ª Edición).
- * 21 — *La formación histórica*, por el Dr. JOSÉ LUIS ROMERO. (2ª Edición).
- * 22 — *Místicos italianos de la Edad Media*, por el Sr. ALFREDO R. BUFANO.
- * 23 — *El problema universitario del profesionalismo y la investigación*, por el Dr. JOSÉ LO VALVO.
- 24 — *La crisis espiritual y el ideario argentino*, por el Dr. SAÚL TABORDA. (3ª Edición).
- * 25 — *Parásitos de nuestra fauna nocivos para el hombre*, por el Dr. SALVADOR MAZZA.
- * 26 — *Los obstáculos a la Cultura*, por el Ing. NICOLÁS BESIO MORENO.
- * 27 — *Alienación Mental y Delincuencia*, por el Dr. HELVIO FERNÁNDEZ.
- * 28 — *El Canal Beagle*, por el Dr. GUSTAVO A. FESTER.

- * 29 — *Ciencia, experiencia y ambiente rural*, por el Sr. EDMUNDO WERNICKE.
- * 30 — *Los problemas de la filosofía de la cultura*, por el Prof. FRANCISCO ROMERO. (3ª Edición).
- * 31 — *La música contemporánea y sus problemas*, por el Dr. LEOPOLDO HURTADO. (2ª Edición).
- * 32 — *Algunos aspectos de una reforma agraria argentina*, por el Dr. TOMÁS AMADEO.
- 33 — *Caracteres jurídicos y políticos del ejército. — Su misión esencial*, por el Dr. RAFAEL BIELSA. (2ª Edición).
- * 34 — *Las corrientes conquistadoras en el Río de la Plata*, por el Dr. ANGEL CABALLERO MARTÍN (2ª edición).
- * 35 — *Sobre teatro y poesía para niños*, por la Sra. FRYDA SCHULTZ DE MANTOVANI.
- * 36 — *Las puerias de la tierra*, por el Dr. AGUSTÍN ZAPATA GOLLÁN. (3ª Edición).
- * 37 — *El concepto de elemento químico. La teoría de la multivalencia. La química del helio y de los helionoides*, por el Dr. HGRACIO DAMIANOVICH.
- * 38 — *Naturaleza de la música y de la creación musical*, por el Sr. JAIME PAHISA.
- * 39 — *El cultivo de las humanidades*, por el Dr. MANUEL GARCÍA MORENTE (2ª Edición).
- * 40 — *La herencia de Sarmiento*, por el Sr. ALBERTO PALCOS.
- * 41 — *El problema de la herencia*, por el Dr. RICARDO CALATRONI.
- * 42 — *Función social del teatro*, por el Sr. ANTONIO CUNILL CABANELLAS.
- * 43 — *El reverso humorístico de la tristeza criolla*, por el Dr. BERNARDO CANAL FEIJÓO. (2ª Edición).
- * 44 — *Meditación argentina*, por el Dr. CARLOS ALBERTO ERRO.
- 45 — *Algunos aspectos sobre la función pública*, por el Dr. RAFAEL BIELSA. (2ª Edición).
- * 46 — *Rosas y la unidad nacional*, por el Dr. FRANCISCO P. LAPLAZA.
- 47 — *Sobre interferencias de ideales, en general, y caso especial de la imitación en Sud América*, por el Dr. CARLOS VÁZ FERREIRA. (2ª Edición).
- * 48 — *Principios y defensa de la democracia*, por el Dr. JOSUÉ GOLLAN (H.).
- * 49 — *¿Qué es la filosofía?*, por el Dr. ANGEL VASSALLO, con *Palabras de presentación*, por el Dr. RAFAEL VIRASORO.
- 50 — *La investigación científica*, por el Dr. BERNARDO A. HOUSSEY. (2ª Edición).
- * 51 — *América en las tres mayores aventuras de la humanidad*, por el Sr. PEDRO OSCAR MURÚA.
- * 52 — *La América latina frente a sí misma*, por el Dr. ANTONIO SAGARNA.
- * 53 — *Problemas generales y particulares de las Universidades Argentinas*, por el Prof. SALVADOR M. DANA MONTAÑO.
- 54 — *Universidad, ciudadanía y política*, por el Sr. LUIS REISSIG. Archivado.
- * 55 — *Pinadavia estadista*, por el profesor Sr. RICARDO PICCIRILLI.
- * 56 — *Presencia y perennidad de Pasteur*, por el Dr. RODOLFO A. BORZONE.
- * 57 — *Traectoria de la condición social de las mujeres argentinas*, por la Dra. LUCHA DE GREGORIO LAVIÉ.
- * 58 — *Las mujeres de América y la Paz*, por la Dra. LUCILA DE GREGORIO LAVIÉ.
- * 59 — *Conciencia Antártica Argentina*, por la profesora PRIMAVERA ACUÑA DE MONES RUIZ.
- 60 — *Supremacía del espíritu en el arte*, por el Ing. ANGEL GUIDO.
- 61 — *La primera pieza teatral argentina. Santa Fe 1717*, por el Sr. J. LUIS TRENTI ROCAMORA.

- 62— *Reseña de la historia de un río*, por el Dr. LÁZARO B. GRATTAIOLA.
- 63— *La lección de Juan Sebastián Bach a los músicos y a los hombres*, por el Prof. JUAN SUNE SINTES.
- 64— *Accidentes por la electricidad*, por el Ing. Quím. MARIO SCHIVAZAPPA.
- * 65— *La industria química argentina*, por el Ing. ELÍAS DÍAZ MOLANO.
- 66— *Un aspecto de "La Casa de Bernarda Alba"*, por el Prof. EDUARDO A. DUGHERA.
- 67— *Ensayo de Orientación Profesional*, por la Dra. SELVA E. UCHA y el Ing. LUIS C. CALVO.
- 68— *Retornando a Miguel de Unamuno*, por el Prof. FURIO LILLI.
- 69— *La poesía lírica española anterior a 1936*, por el Prof. ALFREDO PETROCCIONE.
- 70— *La vida cultural española en los últimos diez años*, por el Prof. ISMAEL SÁNCHEZ BELLA.
- 71— *La prosa contemporánea española. Acentuaciones a la obra de Azorín*, por el Prof. LUIS ARTURO CASTELLANOS.
- 72— *La última generación de los poetas españoles*, por ELECTO GARCÍA TEJEDOR.
- 73— *El aporte español al pensamiento social contemporáneo*, por el Prof. DOMINGO FUNES GUESALAGA.
- 74— *Las disciplinas de la medicina pública en la Universidad Argentina*, por el Prof. ENRIQUE ESCARRÁ.
- 75— *El nacionalismo musical en Manuel de Falla*, por el Prof. F. ADOLFO MASCIOPINTO.
- 76— *Algunas notas sobre la generación del 98*, por el Prof. MANUEL ARIZANDA BALLABRIGA.
- 77— *La pintura del Siglo XX en España*, por el Prof. PEDRO SINÓPOLI.

BIBLIOTECA PEDAGÓGICA:

- * 1— *La instrucción primaria en Santa Fe, Entre Ríos y Corrientes*, por la Prof. DOLORES DABAT, con una *Noticia Preliminar* del Dr. JUAN ALVAREZ.
- * 2— *Los nuevos métodos pedagógicos*, por la Dra. CELIA O. DE MONTOYA.
- * 3— *Sobre un ensayo de Escuela Serena en la provincia de Santa Fe*, por la Srta. OLGA COSSETTINI.
- * 4— *El analfabetismo en la República Argentina. Interpretación de sus Estadísticas*, por el Prof. ERNESTO NELSON.
- 5— *Educación integral o alfabetización?*, por el Dr. LUIS MARÍA BARREIRO.
- 6— *Educación integral*, por el Dr. JOAQUÍN RUBIANES, prologado por el Dr. TOMÁS DIEGO BERNARD (H).
- 7— *Pensamiento vivo de Rosario Vera Peñaloza*.

LA ENSEÑANZA SECUNDARIA:

- 1— *Estudios psicológicos*, por el Dr. F. KROEGER (traducción de N. GAINFELD) con prólogo del Prof. F. ROMERO. (2ª Edición).
- * 2— *Bachillerato y formación juvenil*, por el Prof. JUAN MANTOVANI.
- * 3— *La matemática en la educación media*, por el Ing. JOSÉ BABINI.
- 4— *Trigona y la enseñanza media y superior en la Provincia de Entre Ríos*, por el Dr. ANTONINO SALVADORES.

EL PROBLEMA DEL CAMINO:

- * 1— *Métodos de cálculos aplicables a las calzadas elásticas*, por el Ing. JORGE KLINGER. (2ª Edición).
- * 2— *El suelo. Su conocimiento y su corrección*, por el Dr. JOSUÉ GOLLAM (H.). (2ª Edición).
- * 3— *Caminos de bajo costo*, por el Ing. JUAN C. BUSTOS.
- * 4— *Los problemas del transporte en la República Argentina*, por el Ing. NICANOR ALURBALE.

TEMAS RURALES:

- * 1— *La mandioca*, por el Dr. PEDRO CHIARULLI.

- * 2— *El caballo*, por el Dr. A. LISANDRO IARROSA.
- * 3— *Contribución al conocimiento y difusión de las especies cítricas*, por el Ing. ALEJANDRO BOUQUET.
- * 4— *Selección biológica y clasificación mecánica de la semilla*, por el Ing. Agr. BRUNO SANTINI.
- * 5— *Abrigos para montes frutales*, por el Ing. Agr. PABLO COUBAULT.

TEMAS OBREROS:

- * 1— *Accidentes de trabajo*, por el Dr. MARIANO R. TISSEBAUM. (2ª Edición).
- * 2— *El seguro social*, por el Ing. CARLOS A. NIKLISON.
- * 3— *Enfermedades profesionales*, por el Dr. MARIANO R. TISSEBAUM.
- * 4— *Cooperación*, por el Dr. FRANCISCO C. BENDICENTE.
- * 5— *Higiene y seguridad del trabajo*, por el Dr. MARIANO R. TISSEBAUM.

- * 6— *Historia del movimiento obrero argentino*, por el Sr. ANGEL L. PONCE.

TEMAS BIBLIOTECOLÓGICOS:

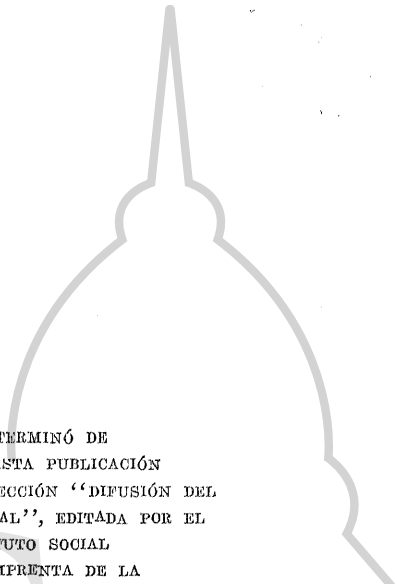
- * 1— *Elementos de bibliotecología*, por el Dr. DOMINGO BUONOCORE.
- 2— *Ideas para una colaboración integral entre bibliotecas argentinas*, por el Sr. CARLOS VÍCTOR PENNA.
- 3— *Bibliotecas Universitarias. Consideraciones relativas a su importancia y misión*, por ERNESTO G. GIETZ.
- 4— *Investigaciones bibliográficas en institutos universitarios*, por AUGUSTO RAÚL CORTAZAR.
- 5— *Experiencias recogidas en la traducción de la lista de encabezamientos de materia de Sears*, por el Sr. CARLOS VÍCTOR PENNA.

DIFUSION DEL PLAN QUINQUENAL:

- 1— *Creación de la Escuela de Salubridad en la Universidad Nacional del Litoral*, por el Ing. JULIO DE TEZANOS PINTO y el Dr. LORENZO A. GARCÍA.
- * 2— *La obligación de los trabajadores en la realización del Plan Quinquenal*, por el Sr. ANGEL L. PONCE.
- * 3— *Incorporación de la propiedad horizontal al Código Civil Argentino*, por el Dr. RAMÓN LÓPEZ DOMÍNGUEZ.
- * 4— *Conferencias sobre el Plan Quinquenal*, por el Dr. LUIS SPERONTI VALDÉS y otros.
- 5— *La defensa sanitaria de la producción agropecuaria en el IIº Plan Quinquenal*, por el Ing. Agr. MATEO A. DE SANTIS.
- 6— *El Segundo Plan Quinquenal y la Metalurgia*, por el Ing. Químico JUAN CARLOS MÜLLER.

PUBLICACIONES ADMINISTRATIVAS:

- * — *Departamento de extensión universitaria.*
- * — *Memorias del Instituto Social 1928 - 1932, 1933 - 1936 y 1937 - 1940.*
- * — *Memoria del Instituto Social 1941 - 1944.*
- * — *Memoria del Instituto Social 1945 - 1948.*



SE TERMINÓ DE
IMPRIMIR ESTA PUBLICACIÓN
Nº 6 DE LA COLECCIÓN "DIFUSIÓN DEL
PLAN QUINQUENAL", EDITADA POR EL
INSTITUTO SOCIAL
EN LA IMPRENTA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
EL 20 DE MAYO DE 1954

Biblioteca del
Congreso

A R G E N T I N A