

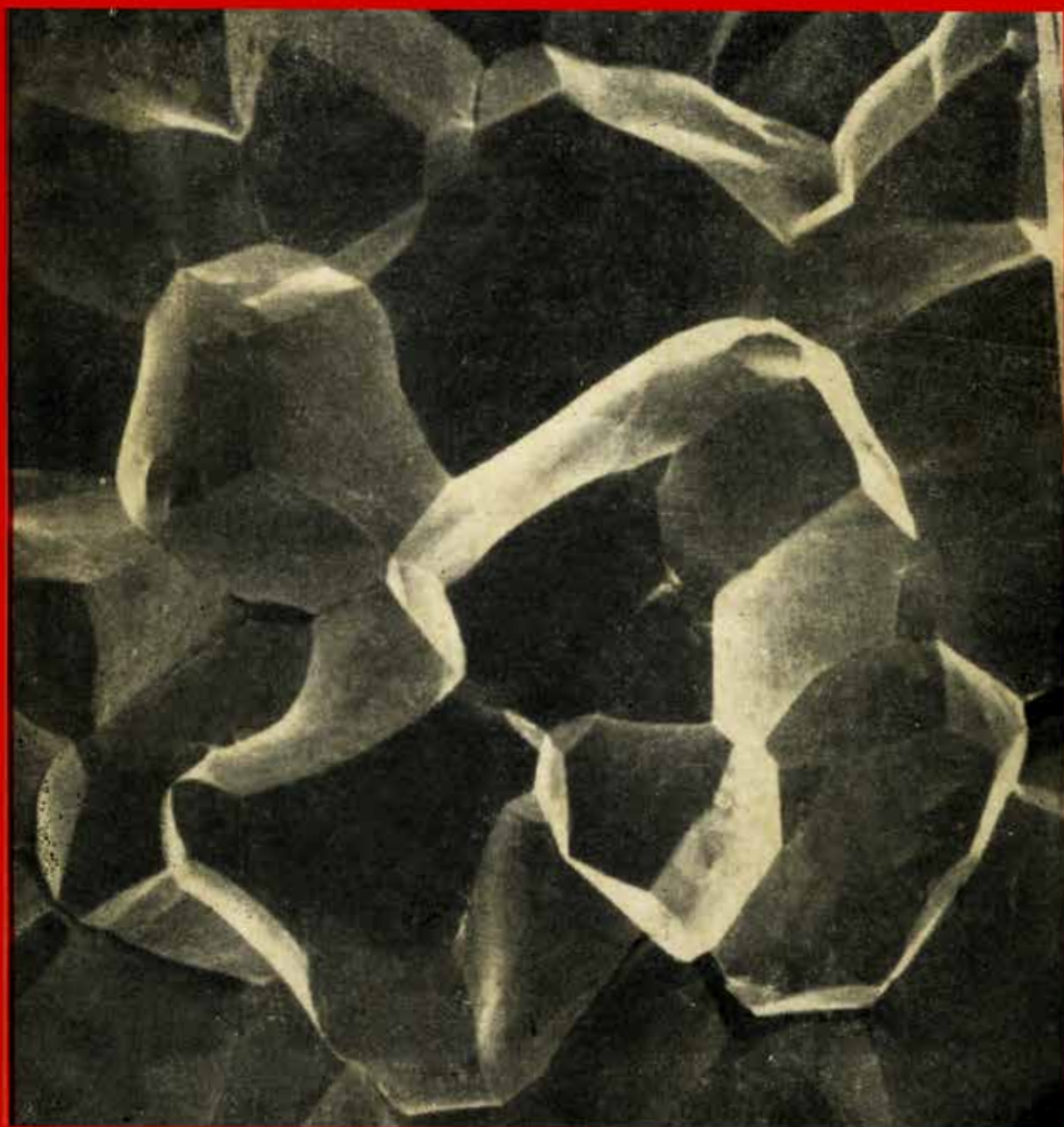


CONTACTO

MARZO

1976

Revista del Departamento de **METALURGIA**
UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO - FACULTAD DE INGENIERIA



Fractomicrografía de microscopio electrónico de barrido de 350 aumentos (superficie de fractura intergranular de un acero tipo SAE-5340 contaminado con 800 ppm. de antimonio). Atención de Dr. Bernd Schulz.

TECNOIMPRES

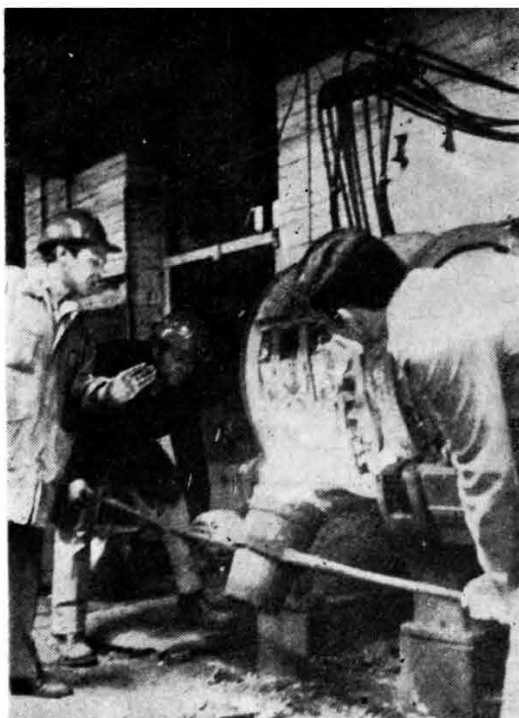
- FORMULARIOS
- FACTURAS
- MEMBRETES
- SOBRES
- HOJAS CARTA
- TARJETAS DE VISITA
- MEMORANDUM etc.

ARTICULOS DE ESCRITORIO



VISITENOS
O SOLICITE UN VENDEDOR
LORD COCHRANE 1137
FONO 567345
SANTIAGO

EDITORIAL



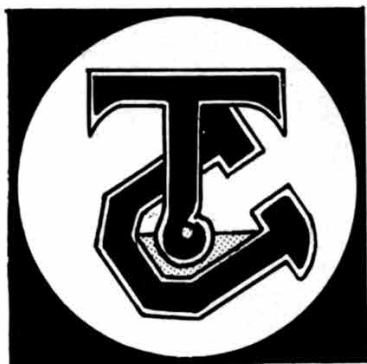
Ha sido motivo de permanente preocupación de los Académicos del Departamento de Metalurgia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica del Estado, acortar la distancia existente entre esta casa de estudios superiores y el sector productivo.

Nuestros esfuerzos en tal sentido los hemos centrado hasta ahora en tres frentes principales: a través de los trabajos de titulación de nuestros alumnos, inspirados en problemas industriales, por medio de cursos de perfeccionamiento dictados a personal técnico de las empresas y por medio de asistencia técnica prestada a la producción.

Deseamos hoy tender un nuevo puente de enlace que haga más permanente nuestras relaciones con toda la comunidad Metalúrgica, mediante la creación de nuestra revista que con esa fundamental premisa la hemos denominado "CONTACTO"

"CONTACTO" intenta en su primera edición reflejar las actividades tanto en docencia, investigación y extensión del Departamento de Metalurgia, así como dar a conocer algunas de las inquietudes del sector industrial en el desarrollo de la fundición y los tratamientos térmicos en Chile.

Esperamos que de este primer número nazcan ideas renovadoras que sirvan de palanca en el aporte de un grano de arena al desarrollo del sector productivo y Universitario, ideas que serán sin lugar a dudas bien recibidas en las páginas de "CONTACTO"



CONTACTO

MARZO

1976

DEPARTAMENTO METALURGIA - FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO

Director:

Dr. Jorge Garín Córdova.

Sub-Director:

Ing. Mario Meza Maldonado.

Colaboradores:

Dr. Bernand Schulz E.

Ing. Hugo Levy S.

Ing. Fernando Díaz J.

Ing. Ruffo Sánchez F.

Ing. Carlos Cuadra O.

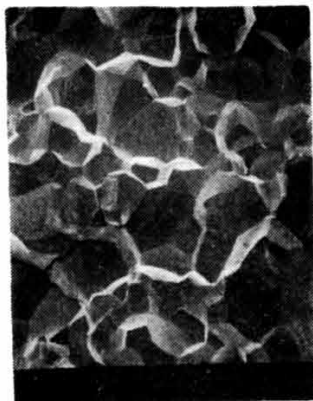
Ing. Jorge Avendaño T.

Ing. Fernando Cañas P.

Juan Valencia V.

Prof. Orlando Jacobelli P.

Nuestra Portada



S U M A R I O

- 1.— El Departamento de Metalurgia.
- 2.— ¿Qué es la Metalurgia?
- 3.— La Investigación Universitaria y el Sector Productivo.
- 4.— La Fundición en Chile.
- 5.— Algunos Aspectos Históricos de los Tratamientos Térmicos en Chile.
- 6.— Métodos Electroquímicos para Detectar Potenciales de Corrosión. Puntual (Pitting).
- 7.— Mareos.
- 8.— Reconocimiento.
- 9.— Reunión de Camaradería.



JORGE GARÍN CORDOVA

Ingeniero Civil Metalúrgico, Universidad Técnica del Estado

Doctor (Ph.D) en Metalurgia y Ciencia de los Materiales, Universidad de Pennsylvania

Profesor Universidad Técnica Federico Santa María

Director Departamento de Metalurgia,
Facultad de Ingeniería U.T.E.

EL DEPARTAMENTO DE METALURGIA

Se reconoce como una verdad indiscutible que Chile es un país minero por excelencia, que ha experimentado un gran desarrollo industrial en forma vertiginosamente creciente durante las dos últimas décadas. Un adecuado aprovechamiento de sus valiosos recursos naturales, fundamentalmente los minerales, crea la necesidad absoluta de tecnologías modernas y más eficientes, así como también de profesionales preparados para llevar a cabo su correcta aplicación a los diferentes procesos industriales.

La responsabilidad de generar profesionales, futuros ejecutantes y conductores del proceso de desarrollo industrial de nuestro país, recae obviamente en la Universidad, por constituir aquella institución el centro del saber superior y del pensamiento científico, bases inobjectables de la enseñanza de toda actividad profesional.

El Departamento de Metalurgia de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Técnica del Estado, ha tomado conciencia del importante rol que le cabe en las circunstancias actuales de tan alta trascendencia histórica, que nos ubican ante un gran desafío, el que debe ser encarado con responsabilidad, firmeza y altura de mira, si se desean ver coronadas con éxito las gestiones emprendidas. Sabido es en todos los sectores, tanto de la producción como instituciones gubernamentales y universitarias, que el único modo de cumplir con esos objetivos es desarrollar nuestra propia tecnología, esto es, ser capaces de resolver el mayor número de problemas técnicos con recursos humanos y materiales nacionales.

LA CARRERA DE INGENIERIA METALURGICA

La formación de profesionales expertos en Metalurgia, se imparte en este Departamento a través de una carrera de Ingeniería que conduce a los títulos de Ingeniero de Ejecución en Metalurgia, e Ingeniero Civil Metalúrgico, de acuerdo con el plan curricular elegido por el estudiante.

La Carrera de Ingeniería de Ejecución prepara profesionales capaces de aplicar las ciencias y el método científico al análisis y solución de los problemas tecnológicos. El profesional egresa capacitado para ejecutar las tareas de supervisión, control y diseño. A su vez, la Carrera de Ingeniería Civil produce profesionales cuya preparación se orienta fundamentalmente a la actividad creativa y de innovación tecnológica. Ello los capacita para

proyectar, dirigir y realizar labores que impliquen la búsqueda de nuevos métodos de fabricación o nuevos productos industriales de interés para la sociedad. Ahora más específicamente, el Ingeniero Metalurgista es un profesional cuya actividad principal comprende la obtención de los metales, partiendo de los minerales o del estado en que se encuentran en la naturaleza, para procesarlos o manufacturarlos, convirtiéndolos en objetos útiles a la humanidad, de la manera más eficiente y económica posible.

Para ello estudia sus propiedades con el propósito de controlar, perfeccionar y desarrollar nuevos métodos de procesamiento. Estas definiciones contienen las ideas fundamentales sobre las cuales se han diseñado los nuevos planes y programas de estudio, cuya finalidad es permitir una formación del ingeniero de acuerdo con las necesidades actuales de nuestra industria nacional. Los planes de estudio de nuestra Carrera de Ingeniería contemplan una dosificación adecuada en materias como las que se detallan a continuación:

1. Preparación en Ciencias Básicas y en Ciencias de la Ingeniería, adecuada a su orientación profesional y a las materias propias de la especialidad de Metalurgia.
2. Formación científica y tecnológica en la especialidad de Metalurgia. La enseñanza se dirige preferencialmente al conocimiento y

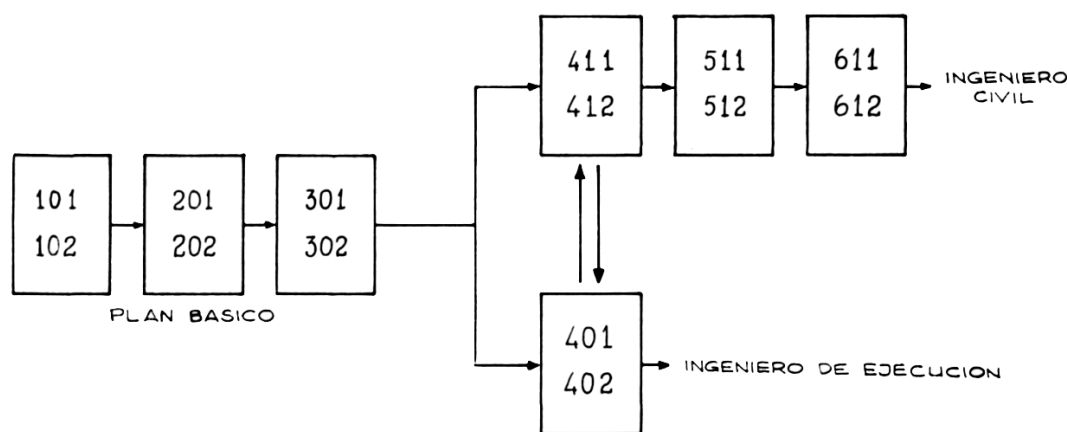
aplicación de las tecnologías en uso de la especialidad.

3. Conocimientos básicos de Administración de Empresas y Relaciones Humanas, enfocados principalmente a la dirección y ejecución de proyectos y de la producción.
4. Conocimientos humanísticos y de Ciencias Sociales que contribuyen a la formación integral y a desarrollar el sentido social de la profesión, considerando un verdadero respeto por los valores humanos.

La preparación del ingeniero se inicia con un plan básico de seis semestres, el cual capacita al estudiante para completar la Carrera de Ingeniería de Ejecución, con dos semestres adicionales, o bien elegir la Carrera de Ingeniería Civil, lo que significa seis semestres más, como se indica en la figura.

Los números en cada cuadro representan los semestres académicos. El primer dígito indica el nivel, el segundo el plan (0 para Ingeniería de Ejecución y 1 para Ingeniería Civil) y el tercero, el semestre dentro de cada nivel.

Para encarar las posibilidades mencionadas, el estudiante recibe una sólida preparación a través de las asignaturas de su especialidad, desde aquellas de motivación, como Introducción a la Metalurgia, las fundamentales de la especialidad, tales como Estructura Cristalina, Termodinámica Metalúrgica, Mineralogía y las de Ciencias Aplicadas de la Ingeniería, como



Electrotecnia, Procesamiento de Minerales, Fundición, Hidrometalurgia, Metalurgia Química, Metalurgia Física y otras que se imparten en el Plan Básico.

En los últimos niveles se han ubicado las asignaturas profesionales como Refractarios y Hornos, Metalurgia Mecánica, Metalurgia de la Fundición, Proyectos Metalúrgicos, etc.

Desde luego, no es posible entregar en forma detallada a los futuros ingenieros la totalidad del bagaje de conocimientos y metodologías propias de cada disciplina mencionada, razón por la cual se ofrecen durante los dos últimos semestres de cada Plan, asignaturas de especialización específica de libre elección, tales como Siderurgia, Pirometalurgia del Cobre, Análisis Instrumental, Procesos de Solidificación, Conformado Mecánico de los Metales, etc. Durante ese período el estudiante debe, también, realizar su Trabajo de Titulación, con lo cual acreditará estar capacitado para solucionar problemas convencionales de la especialidad, aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera.

El Departamento ofrece semestralmente a través de sus Áreas Académicas, temas de investigación aplicada y de proyectos de ingeniería relacionados con el proceso industrial y que el alumno puede haber conocido durante su práctica profesional controlada en la Industria. De este modo se le asigna un tema adecuado para efectuar su trabajo de titulación, último requisito para finalizar la Carrera de Ingeniería.

El Ingeniero Metalurgista formado en esta Universidad encuentra amplias posibilidades en el campo ocupacional. El Ingeniero de Ejecución

egresa capacitado para desempeñarse en industrias relacionadas con la obtención y refinación de metales, con manufacturas metálicas, tales como fundiciones ferrosas y no ferrosas, en plantas de conformado mecánico de metales, en laboratorios de control y realizando labores de apoyo en institutos de investigación como también en instalaciones que utilicen energía nuclear. El Ingeniero Civil queda habilitado para proyectar, calcular, diseñar y montar plantas metalúrgicas, esto es, considerando las diferentes etapas que implica un proyecto industrial desde su concepción hasta su puesta en marcha en el terreno. Se encuentra capacitado, además, para administrar y dirigir plantas actualmente en operación.

CUERPO DOCENTE

El Departamento de Metalurgia imparte docencia a un total de 660 estudiantes, de los cuales 600 cursan asignaturas del Plan de Ingeniería de Ejecución y 60 del Plan de Ingeniería Civil. Para los fines académicos se cuenta con el concurso de 35 profesores de jornada completa y 12 profesores de jornada parcial, especialistas todos ellos en diversas disciplinas relacionadas con la Metalurgia; además de realizar actividades docentes se encuentran capacitados para llevar a cabo proyectos de investigación básica y aplicada y proyectos de asesorías a la industria.

Para efectos de la organización académica del Departamento, se han definido dos grandes áreas de acuerdo con las especializaciones afines del campo de la Metalurgia, en lo que se refiere a docencia e investigación:



CUERPO DOCENTE

Algunos profesores del Departamento de Metalurgia. De izquierda a derecha, sentados: Profesores: B. Schulz, E. Villar, R. Ramírez, J. Garon, R. Bustamante, G. González, R. Reyes. De pie: W. Guíachetti, M. Meza, J. Avendaño.

- a) **Area de Metalurgia Extractiva.** Engloba todos los procesos relacionados con la obtención y refinación de los metales a partir de sus minerales.

Esta Area reúne a los especialistas en la Metalurgia del Hierro o Siderurgia, incluyendo la fabricación de aceros, y a los especialistas en la Metalurgia del Cobre y otros metales de importancia comercial.

- b) **Area de Metalurgia Adaptiva.** Comprende todos los procesos de manufacturación a partir de los metales refinados para obtener el producto en la forma definitiva de utilización. Esta Area junta a los especialistas en fabricación de piezas de fundición, diseño y fabricación de aleaciones, tratamientos térmicos, procesos de elaboración por deformación plástica de los metales, tales como laminación y trefilación, estudio de la estructura y propiedades de materiales semiconductores y otros.

Sin lugar a dudas, el llevar a cabo una tarea académica que, por la diversidad de disciplinas asociadas, es bastante compleja, requiere de personal altamente especializado y dotado de espíritu crítico y creador. Por esto ha sido y es preocupación permanente de este Departamento promover el perfeccionamiento de sus académicos a todo nivel. Un adecuado número de nuestros profesores han tenido la oportunidad de realizar estudios en el extranjero, en Universidades y Centros de prestigio en Estados Unidos, Canadá, Bélgica, Francia, Alemania y Argentina. El Departamento de Metalurgia cuenta, en consecuencia, con un cuerpo docente de jornada completa, compuesto por 4 Doctores (Ph.D.), 1 Master (M.Sc.), 9 Ingenieros Civiles y 23 Ingenieros de Ejecución. La mayor parte de los Ingenieros ha realizado cursos de perfeccionamiento a nivel de graduados, dictados por especialistas de reconocido prestigio internacional. Cabe señalar al respecto la participación de este Departamento en los Programas de Perfeccionamiento de la O.E.A., a través del Proyecto Multinacional de Metalurgia con sede en la Universidad Católica de Valparaíso, mediante el cual se han podido perfeccionar un buen número de nuestros profesores. Es importante destacar el hecho de que el beneficiario directo de todo perfeccionamiento académico es el estudiante, por cuanto él constituye el receptor de nuevas técnicas, metodologías e innovaciones tecnológicas que el profesor recibe durante su perfeccionamiento.

Entre las variadas actividades académicas que realizan los profesores de este Departamento, cabe mencionar aquellas de asesorías a la

Dirección y que necesariamente restan minutos y a veces horas de trabajo administrativo. Para esos fines se ha establecido un comité directivo del Departamento formado por el Director y los Coordinadores Docentes, de Areas, de Extensión y Administrativo y Económico, cuyas funciones son las de optimizar el rendimiento y la marcha administrativa de la unidad.

LABORES DE INVESTIGACION

En los párrafos anteriores se han bosquejado algunas cualidades que debe exhibir el académico requerido en la Universidad actual. Experiencias recogidas de diferentes centros universitarios internacionales demuestran que la mejor manera de formar ese académico es a través del ejercicio de la investigación en estricta relación con la docencia.

La investigación en la Universidad Técnica del Estado ha sido ubicada en el sitio que le corresponde, durante el año 1974, con motivo de la creación de la Dirección de Investigaciones dependiente de la Vicerrectoría Académica de la Universidad.

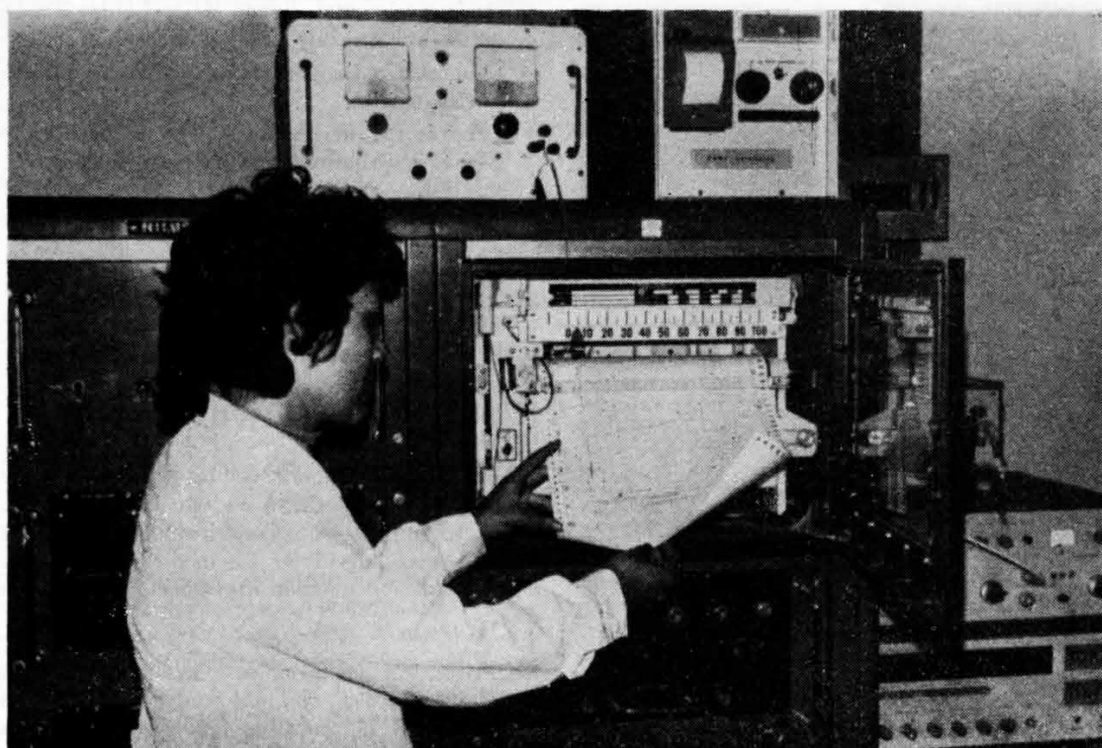
A través de esa Dirección se otorga el financiamiento y se ejerce un control adecuado de los diferentes proyectos de investigación presentados por los Departamentos Académicos.

La aprobación de proyectos de investigación se rige en nuestra corporación sobre la base de actividades prioritarias, de las cuales cabe destacar la promoción de la productividad y de la tecnología industrial de acuerdo con:

- a) Desarrollo de la Metalurgia Extractiva y Física.
- b) Desarrollo de la Ciencia de Materiales (metálicos, polímeros y cerámicos).
- c) Productos de nuevas tecnologías: automatización, informática, etc.
- d) Industria Metal-Mecánica.
- e) Industria Eléctrica, Electromagnética y Electrónica.

El Departamento de Metalurgia ha obtenido hasta la fecha la aprobación y financiamiento adecuado de los siguientes proyectos de investigación, los cuales se encuentran actualmente en realización:

- Propiedades Termoeléctricas de Semiconductores Ternarios.
- Estudio de Aleaciones Metálicas para Materiales Odontológicos.



- Recuperación de Molibdenita de Concentrados de Cobre.
- Determinación del Mecanismo de Lixiviación con Cloruro Cuproso.
- Electrorrefinación del Cobre con Corriente Periódicamente Reversa.
- Promoción de Uso del Molibdeno.
- Influencia del Vanadio en la Nodulación del grafito en las Fundiciones.
Estudio de la Reacción Martensítica en el Sistema Fe-Cu-C.
- Fabricación de Fundición Nodular.
- Laboratorio de Pirometalurgia:

Diseño de un Reactor para la Tostación del Cinabrio.

- Estudio Termodinámico del Sistema Hg-S-O.

Estudio Cinético de la Influencia del Oxígeno, la Cal y el Hierro en la Tostación del Hg.

Métodos Hidrometalúrgicos para la obtención del Mercurio a partir del cinabrio.

- Laboratorio de Electrónica Instrumental.
Ampliación de Laboratorio de Rayos X e instalación de nuevos equipos.

Con esta diversidad de proyectos hemos pretendido mostrar un balance equilibrado entre lo que es propio a la investigación científica y lo relacionado directamente con los procesos de nuestra industria nacional.

PLANTA FISICA

Para obtener un buen logro de los objetivos trazados en cuanto se refiere a la docencia e investigación, es sin duda, primordial contar con una sólida infraestructura de laboratorios y equipos experimentales. El Departamento de Metalurgia dispone actualmente de un número de laboratorios adecuadamente equipados, que

permiten complementar las exposiciones teóricas con prácticas experimentales y además llevar a cabo las experiencias programadas en cada proyecto de investigación, así como también realizar diferentes trabajos y servicios a terceros. La planta física del Departamento está integrada por los siguientes laboratorios:

gia y otras. Entre esos cursos cabe destacar los de Ciencia de los Materiales, Moldeo, Tratamientos Térmicos, Fabricación de Aceros en Horno Eléctrico, etc.

- c) Actividades de Extensión. Nuestras actividades de extensión se han centrado principalmente en la proyección del Departamento hacia sectores relacionados con la producción, centros de investigación y centros universitarios internacionales. Resultaría extenso describir todo lo efectuado al respecto, sin embargo, merece destacarse la labor que realizan nuestros profesores al contactarse frecuentemente con todo tipo de empresas metalúrgicas y centros de estudios donde dan a conocer las variadas facetas del proceso académico.

PLANES DE DESARROLLO

De las diversas posibilidades de desarrollo existentes en este Departamento, nuestra atención se ha centrado en aquellas líneas que pueden ser óptimamente reforzadas de acuerdo con la infraestructura humana y material de que se dispone actualmente. De este modo nuestras áreas de desarrollo son fundamentalmente la Solidificación y su Aplicación a los Procesos Tecnológicos y la Metalurgia de Procesos. El primer tópico contiene entre sus procesos más importantes la producción de piezas fundidas, de lingotes por medio de moldes y de colada continua, los procesos de soldadura y los tratamientos térmicos. El segundo tópico se refiere a los procesos extractivos y su estudio a través de simulación de modelos y diseño de reactores.

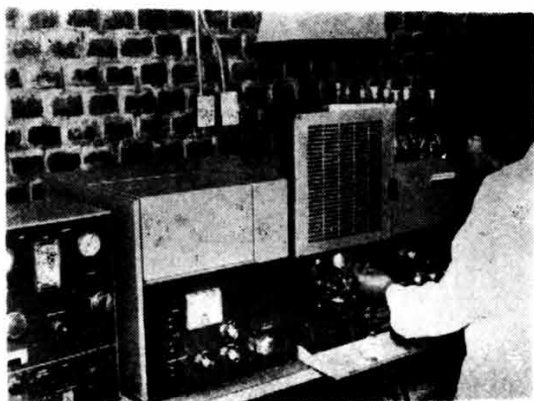
Se contempla, finalmente, el desarrollo de la Ciencia de los Materiales, área de gran interés

por constituir una actividad de carácter interdisciplinario, que requiere de los conocimientos de otras ciencias como la Química, la Física y la Electrónica.

Se han descrito, en este artículo, las actividades más importantes que, en combinación armónica hacen de éste un Departamento Académico. Conscientes de que se trata de una unidad más de esta Corporación, sus académicos vierten su empuje, esfuerzo y dedicación en un modesto aporte para hacer de ésta una gran Universidad.



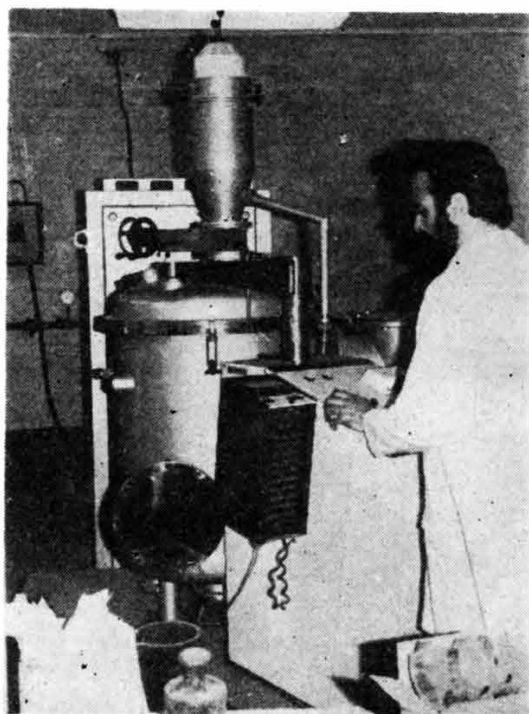
Laboratorio de Rayos X



Equipo de Absorción Atómica. Laboratorio de Análisis Instrumental.



Horno eléctrico de Arco Indirecto. Laboratorio de Fundición.



LABORATORIO DE HORNOS
Horno de Inducción al Vacío.

- Laboratorio de Difracción y Fluorescencia de Rayos X para estudio de la estructura cristalina de los materiales y análisis de compuestos y elementos.
Laboratorio de Análisis Químico. Análisis por vía húmeda, electrolítica e instrumental.
- Taller Piloto de Fundición. Fabricación de piezas fundidas en aleaciones ferrosas y no ferrosas, aceros corrientes y especiales. Cuenta con horno eléctrico trifásico para 500 Kgr., horno eléctrico rotatorio de arco indirecto, para 150 Kgr., horno Trommel rotatorio para 1.000 Kgr., horno de inducción en atmósfera controlada, hornos Morgan a crisol para 20 y 100 Kgr., y cubilote con capacidad de 2.500 Kgr/hr.
- Laboratorio de Control de Arenas. Preparación y ensayo de arenas de fundición.
- Laboratorio de Metalografía. Análisis metalográfico por pulido y ataque de probetas. Dispone de equipos de pulido, microscopios ópticos y con platina calentable y hornos para tratamientos térmicos.
- Laboratorio de Concentración de Minerales: Planta piloto de molienda y flotación para 200 Kgr./hr. y plantas de separación hidrogavitacional y magnética.
- Laboratorio de Deformaciones Plásticas. Cuenta con dos laminadores experimental y

semiexperimental, banco de trefilado y máquina universal de ensayos mecánicos.

Laboratorio de Mineralogía: Corte pulido y Calcografía.

Laboratorio de Análisis Térmico. Dilatómetros y Analizador Térmico Diferencial.

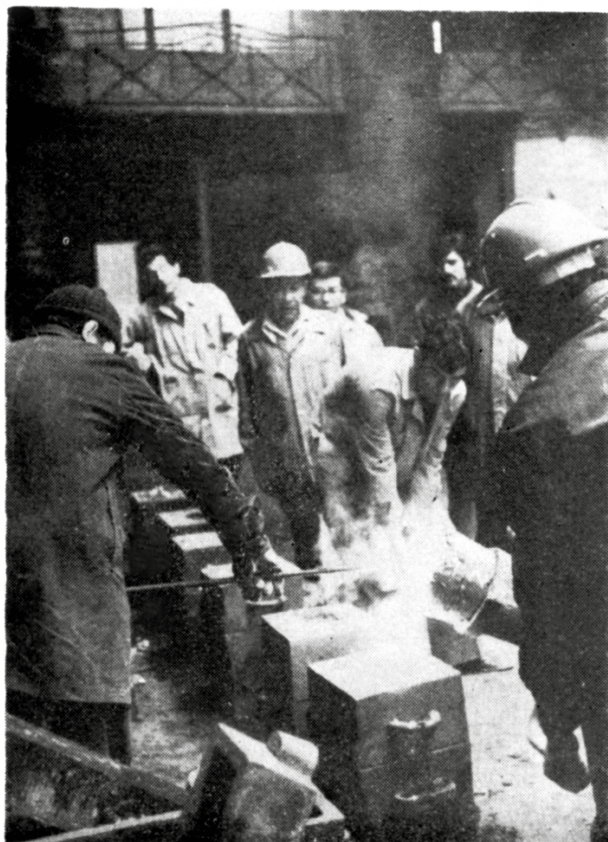
Laboratorio de Termogravimetría. Termobalanza para análisis termogravimétrico y termodiferencial.

Taller de Modelería: Fabricación de modelos para piezas fundidas en diferentes aleaciones.

OTRAS ACTIVIDADES

En complementación de las labores fundamentales que se realizan en este Departamento, según fueron descritas anteriormente, se llevan a cabo otras actividades no menos importantes, como las que se detallan brevemente a continuación:

- a) Prestación de Servicios. Es sabido que las Universidades chilenas enfrentan hoy la necesidad de autofinanciar sus actividades lo cual se traduce en una necesidad imperiosa de aumentar sus ingresos. Al mismo tiempo se manifiesta el deseo de ofrecer sus laboratorios y talleres a los requerimientos productivos nacionales y proyectar sus labores de investigación en direcciones más acordes con la realidad económica chilena. Con estos fines el Consejo de Rectores de las Universidades chilenas firmó, en diciembre de 1974, un Convenio con la Confederación de la Producción y el Comercio y ODEPLAN, mediante el cual se busca una vinculación más estrecha de las Universidades con los sectores de la producción, en un afán de lograr un mejor aprovechamiento de los recursos nacionales. El Departamento de Metalurgia ha iniciado y realizado dentro de ese contexto, un gran número de servicios a empresas productivas, los cuales junto con permitir un aumento de los ingresos propios, ofrecen las posibilidades de interiorizarse de problemas prácticos de gran interés.
- b) Cursos de Capacitación. En relación con la política delineada por el Supremo Gobierno en lo que se refiere a la capacitación y perfeccionamiento de los trabajadores del sector productivo, este Departamento ha dictado varios cursos de especialización a los trabajadores de empresas como la Sociedad Minera El Teniente, Electrometalur-



¿QUE ES LA METALURGIA?

MARIO MEZA MALDONADO
Ingeniero Civil Metalúrgico
Profesor Jornada Completa
Departamento de Metalurgia U.T.E.



INTRODUCCION:

Es muy común que la respuesta a la interrogante planteada en este artículo tenga tantas respuestas como sea el número de personas que opinan; esto lo hemos podido verificar a lo largo de nuestra experiencia, primero como alumnos en nuestro paso por la universidad y ahora como profesionales.

Esta pregunta, también, tiene diferentes respuestas dentro de los académicos de las distintas universidades chilenas, la que se traduce en diferentes planes de estudios, distintas formas de organizar académicamente un departamento y, finalmente, como producto, un ingeniero con distinta formación.

Por esto, no es de extrañar que en algunas universidades nacionales no existan Departamentos de Ingeniería Metalúrgica, si no que es una especialización de la carrera de Ingeniería Mecánica ⁽¹⁾ o Ingeniería Química ⁽²⁾ quedando en el mejor de los casos reducida a una sección dentro de otro Departamento de Carrera ⁽³⁾.

Sólo en la U.T.E. existe un Departamento de Metalurgia formal, que entrega dos clases de ingenieros; uno de cuatro años, conocido como Ingeniero de Ejecución Metalurgista y el otro de seis años, que corresponde al Ingeniero Civil Metalúrgico.

En general, los diferentes planes de estudios en Metalurgia siempre son coincidentes de una u otra forma con las necesidades nacionales en este campo.

Nos hemos planteado como objetivo final, dar respuestas a las interrogantes: ¿Qué debe

ser un Ingeniero Metalurgista? y ¿Cómo poder obtenerlo?

Es indudable que no es tarea fácil, aún más, puede que la respuesta o las respuestas, estén sujetas a revisión constante a medida que pasa el tiempo. Nosotros nos daremos por satisfechos si al menos logramos despertar el interés de Ingenieros y académicos, en esbozar un Plan de Estudio conducente a lograr un Ingeniero Metalurgista capaz de enfrentar en forma satisfactoria, nuestra realidad industrial, con proyección hacia las necesidades futuras.

Para lograr el objetivo final que nos hemos planteado es necesario responder una serie de interrogantes, tales como: ¿Qué matemáticas necesita un Metalurgista?, ¿Qué física es básica para su formación?, ¿Cuál es la situación de la Ingeniería Metalúrgica en Chile? y otras que saldrán en el camino.

Hemos creído conveniente comenzar por dar respuesta a la interrogante ¿Qué es la Metalurgia?, para continuar con una serie de artículos elegidos de tal manera de irnos acercando en forma escalonada a nuestras interrogantes finales.

La serie de artículos que pretendemos escribir, está inspirada en varias publicaciones, obtenidas después de hacer una recopilación bibliográfica, sobre esta materia.

LA METALURGIA O LA CIENCIA Y EL ARTE DE LOS METALES

La Metalurgia es la ciencia y el arte de extraer metales a partir de sus minerales, refinándolos y preparándolos para su uso. La obtención de los

metales se realiza a través de una secuencia de pasos o etapas que pueden ser de carácter físico o químico.

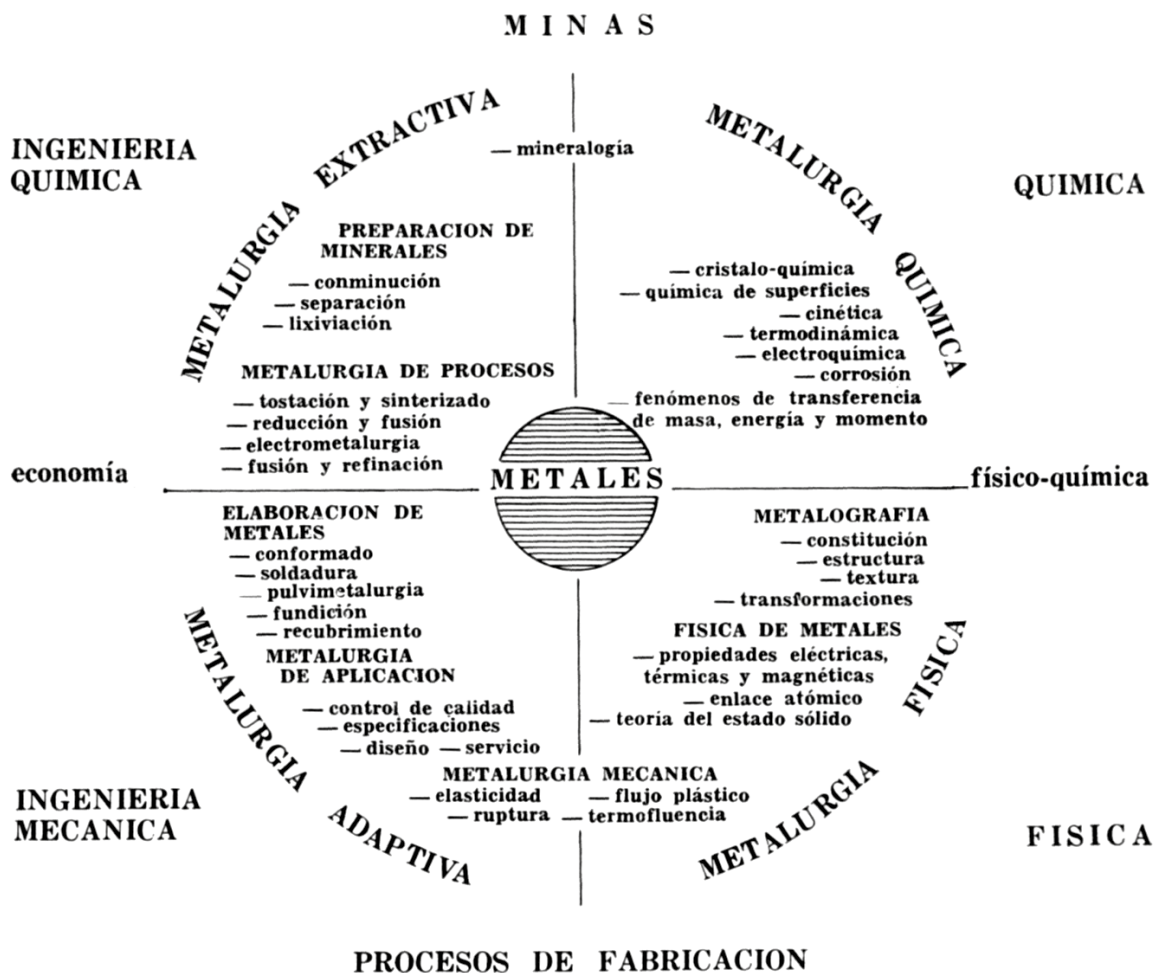
Los metales se encuentran en la naturaleza en forma de minerales o mezclas minerales, los cuales contienen usualmente grandes proporciones de minerales de desperdicio, junto a los minerales de los metales valiosos. Una vez extraída la mezcla mineral de la mina, el primer paso a seguir es, en general, extraer físicamente los minerales valiosos separándolos en gran parte de la ganga. Esto se realiza triturando y moliendo los minerales para separarlos entre sí y luego concentrando aquellos minerales valiosos por procedimientos, tales como la concentración por gravedad, flotación por espuma o separación magnética, en los cuales se aprovechan las diferencias de las propiedades físicas de los diferentes minerales. Estas operaciones se caracterizan por no modificar las características químicas de los minerales que han sido separados.

Los siguientes pasos en la extracción de los metales a partir de los concentrados y su refinación posterior, son necesariamente de naturaleza química, el metal valioso debe ser separado químicamente del compuesto que lo contiene; para esto se requiere la ejecución de una amplia variedad de reacciones químicas en gran escala. La mayor parte de estos procesos químicos se realizan en Hornos de Alta Temperatura, aunque algunos se llevan a cabo en soluciones acuosas a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente; en algunos casos se utiliza electricidad para producir los cambios químicos, tanto a bajas como altas temperaturas. En general, la obtención de un metal en particular involucra una serie de tales pasos químicos.

(1) U.C.

(2) U.C.V.

(3) U.T.F.S.M.



EL CAMPO DE LA METALURGIA Y SUS VECINDADES

figura Nº 1

Una vez que el metal ha sido extraído y refinado, debe sufrir un tratamiento posterior para adaptarlo al uso que le ha sido asignado. Por medio de las adiciones de otros elementos, las deformaciones mecánicas, los tratamientos térmicos, etc., se le entregan al metal las propiedades que determinan su utilidad posterior.

Este es, a grandes rasgos, el panorama de la Metalurgia; es por lo tanto, en primera instancia, un conjunto de actividades humanas reunidas con un fin común, la obtención de objetos metálicos. La importancia de unificar estas actividades en una sola cosa objeto de estudio, no es del todo clara y su justificación es más bien histórica; sin embargo, cabe tener presente que en la naturaleza existen alrededor de un 80% de elementos que presentan características metálicas.

Si bien el conjunto de operaciones involucradas en la fabricación de un objeto metálico presenta una unidad evidente, de acuerdo con la secuencia de las etapas necesarias para la obtención de un producto metálico, no es igualmente evidente la existencia de una unidad científica, que conteniendo métodos o conocimientos básicos particulares, pueda llamarse ciencia Metalúrgica. Al hablar aquí de la Metalurgia como una ciencia, no queremos decir que se trate de una ciencia básica que tenga algún método particular o sus propias leyes independientes del resto; queremos decir que existe un conocimiento básico detrás de la aplicación y que ese conoci-

miento básico no está contemplado en general en otras ciencias o es comprendido en términos diferentes en ellas.

La Ingeniería Metalúrgica es una de las profesiones más antiguas del hombre, ha jugado un papel preponderante en el desarrollo de las Sociedades Humanas, llevándolas desde la tenebrosa Edad de Piedra a la Edad de Bronce y, posteriormente, a la Edad de Hierro; actualmente, gran parte del progreso humano se sustenta en el gran desarrollo alcanzado en la elaboración de los metales. Este es un hecho indiscutible.

La ciencia Metalúrgica es relativamente nueva y está en una etapa más bien primitiva de su desarrollo.

Todos estamos de acuerdo en que en las ciencias están los elementos básicos de cualquier educación ingenieril. El reconocimiento de metalurgia como ciencia e ingeniería es compartido entre los metalurgistas, aunque éste no es bien entendido en otros círculos.

Los términos "Metalurgia" e "Ingeniería Metalúrgica", si son usados en el sentido más amplio, significan lo mismo. Para el propósito de este artículo usaremos el término "Metalurgia" como el más amplio; en donde de una u otra manera está incluida la "Ingeniería Metalúrgica" y la "Ciencia de Metales"

Metalurgia integra una gran cantidad de materias, muchas de ellas tan íntimamente rela-

cionadas entre sí, que se hace muy difícil mostrar con claridad una línea divisora entre ellas, y por ende, no siempre es claro los vecinos de cada materia en cualquier tipo de división que se intente hacer.

Tal vez, esta situación se aprecie mejor en la figura Nº 1; donde se pretende presentar "El Campo de la Metalurgia y sus Vecindades" En esta figura podemos ver cómo las varias partes que conforman el Campo de la Metalurgia están tan estrechamente relacionadas entre sí que no pueden ser divorciadas.

Como estamos empeñados en establecer un currículum racional para estudiantes de metalurgia, presentaremos como base de discusión el esquema propuesto por Chipman, en el cual se contempla en lo posible una lógica secuencia de nombres de las partes principales de la ciencia y el arte de extraer metales a partir de sus minerales, refinándolos y preparándolos para su uso posterior.

No existe en terminología universalmente aceptada; por lo que en el esquema mostrado en la figura Nº 2, en donde la metalurgia se ha clasificado en "Ingeniería Metalúrgica" y "Ciencia Metalúrgica"; se han empleado algunos nombres de usos cada vez más generalizados como, por ejemplo, el término "Metalurgia Extractiva", que abarcaría las dos primeras partes de la ingeniería y "Metalurgia Adaptativa", que comprendería las dos últimas de la ingeniería tal como se ve en la figura Nº 2.

FIGURA Nº 2 EN LA PAGINA SIGUIENTE

| | A. INGENIERIA METALURGICA | B. CIENCIA METALURGICA |
|----------------------------------|--|---|
| METALURGIA EXTRACTIVA | <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación de Minerales <ol style="list-style-type: none"> Conminución Concentración Lixiviación 2. Metalurgia de Procesos <ol style="list-style-type: none"> Tostación y Sinterización Reducción Refinación Electrorecuperación Refractarios y Hornos Lingoteado Transporte de Masa Calor y Fluido | <ol style="list-style-type: none"> 1. Metalurgia Química <ol style="list-style-type: none"> Cristaloquímica y Mineralogía Termodinámica Cinética de Reacciones Química de Superficies Electroquímica Corrosión 2. Metalurgia Física Metalografía <ol style="list-style-type: none"> Diagramas de fases Estructura Cristalina (Macro y Micro) Tamaño de grano y Textura Crecimiento de grano y Recristalización Transformación de Fases |
| METALURGIA ADAPTIVA | <ol style="list-style-type: none"> 3. Procesamiento de Metales <ol style="list-style-type: none"> Conformado de Metales Fundición Soldadura Tratamientos Superficiales Pulvometalurgia Tratamientos Térmicos 4. Metalurgia de Aplicación <ol style="list-style-type: none"> Control de Calidad Selección y Especificación Diseño de Aleaciones | <ol style="list-style-type: none"> Física de Metales <ol style="list-style-type: none"> Propiedades Térmicas Enlace Atómico y Cohesión Magnetismo Difusión Teoría del estado Sólido Metalurgia Mecánica <ol style="list-style-type: none"> Elasticidad Comportamiento Anelástico Flujo Plástico y endurecimiento por Deformación Ruptura y Fatiga Creep Correlación de estructura y propiedades mecánicas |

Figura Nº 2

CLASIFICACION DE LA METALURGIA PROPUESTA POR CHIPMAN



El término "Metalurgia de Producción" como aparece en la figura Nº 1, no se emplea ya que sólo comprende un pequeño porcentaje de lo que se ha llamado "Ingeniería Metalúrgica"

Existen dos términos que han sido eliminados intencionalmente de este esquema y que son: "Metalurgia Ferrosa" y "Metalurgia No-Ferrosa". Estos términos pueden ser usados satisfactoriamente en la industria, pero no se compadecen en absoluto con la clasificación de Ciencia e Ingeniería elegido en este esquema.

El propósito de este esquema no es dividir al metalurgista en clasificaciones, sino más bien como la manera de simplificar el examen de nuestra

profesión, para averiguar qué es lo que ésta contiene.

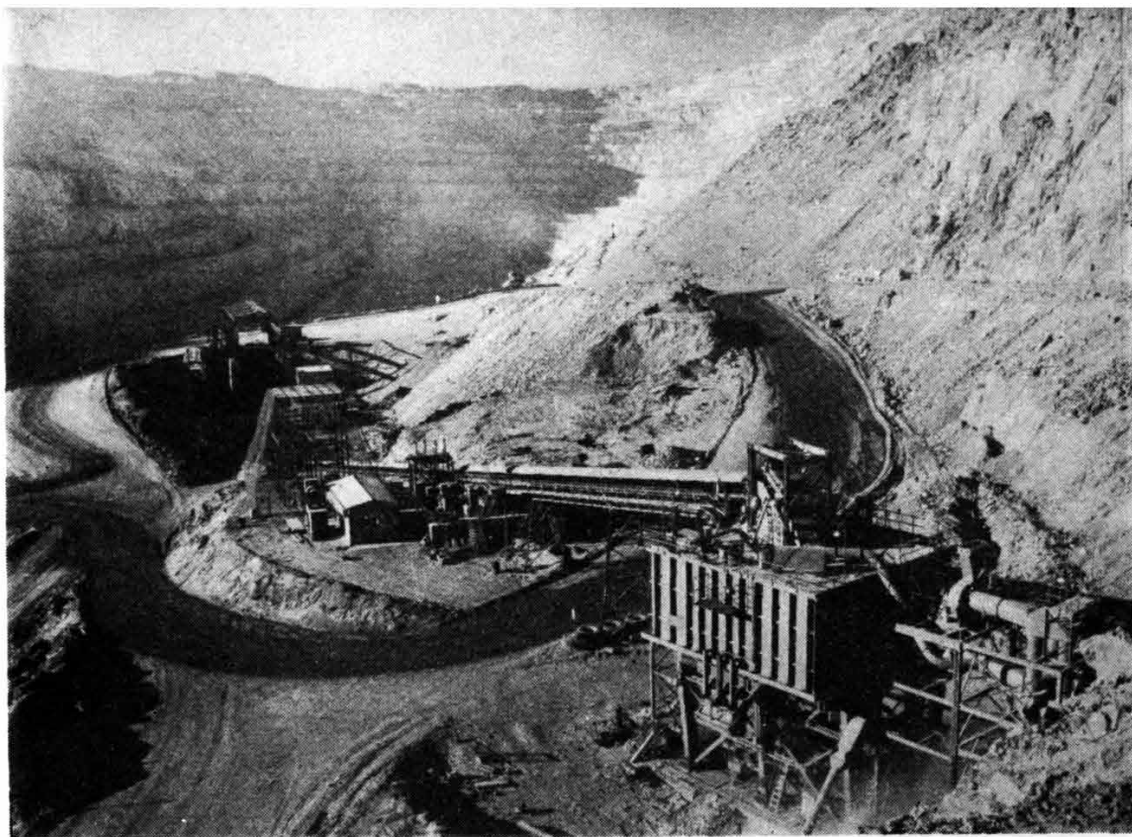
Este esquema planteado originalmente por Chipman, (Fig. Nº 2), es totalmente concordante con lo que nosotros pensamos que debe ser el saber de todo metalurgista. Esto no es contrario con la idea del "Especialista Metalúrgico", ya que a éste lo concebimos provisto de una base científica lo suficientemente amplia como para entender cualquier situación que se le presente en un campo diferente al de su especialización; por supuesto, siempre dentro de metalurgia.

Tal vez esta idea se haga más evidente en la respuesta dada por el profesor Motto, cuando se le interrogó acerca de su idea de un buen metalurgista.

"Un buen metalurgista es aquel que es capaz de ser un 'Maestro' en metalurgia, pero un 'Experto' en su campo de especialización"

BIBLIOGRAFIA

- J. Chipman: "What is Metallurgy?"; J. Metals, Vol. 185 Jun. 1949; 349-354.
- R. F. Mehl: "The Nature of Education in Metallurgical Engineering" J. Metals, June 1954; 728-733.
- A. H. Cottrell: "An Introduction to Metallurgy"; Edward Arnold; London 1967. Capítulo I.
- R. Schuhmann Jr.: "The Unit Processes of Chemical Metallurgy" Trans. AIME. 182: 1949; 321-326.



LA INVESTIGACION UNIVERSITARIA Y EL SECTOR PRODUCTIVO

HUGO LEVY SALAZAR

Ingeniero Civil Eléctrico

B. Sc. Universidad de Londres

M. Sc. Universidad de Toronto

Director Dirección de Investigaciones
Científicas U.T.E.



El desarrollo científico y tecnológico es generalmente aceptado como un elemento primordial del avance económico, paralelo a los factores clásicos como lo son el trabajo y el capital. No es suficiente tener capital y trabajo, sino que también debemos poseer capacidad para impulsar el desarrollo científico y tecnológico, que es un proceso dinámico por medio del cual creamos, profundizamos y aplicamos conocimiento.

Esta capacidad científica y tecnológica, en los países avanzados, se ha transformado en el motor fundamental de su desarrollo socioeconómico y cultural, y a sus sistemas universitarios les cabe la responsabilidad de desarrollar y robustecer dicha potencialidad.

El propósito de este trabajo es analizar esta situación, en nuestro medio, fundamentalmente en lo que se refiere a la investigación científica universitaria y su relación con el sector productivo. Para ello es conveniente dividir las funciones de la investigación universitaria en: operacionales, educativas y culturales. Con la primera función se cumple la necesidad que tiene la universidad moderna de buscar alternativas tecnológicas y dar solución a problemas planteados por la sociedad; a través de la segunda se transmite el conocimiento y se forman investigadores; y, con la tercera se contribuye al avance del conocimiento universal. Estas tres funciones pueden contemplar aspectos de investigación básica y/o aplicada, y en todas ellas la actividad creativa juega un rol preponderante.

Es evidente que estas funciones se interactúan entre sí y deben coexistir en forma armónica con la sociedad en que ellas se desarrollan. No obstante, dada la naturaleza de este trabajo, en lo sucesivo, y

en la medida que sea posible, sólo me referiré a aquellas acciones operacionales que se relacionan con el sector productivo nacional y contribuyen a producir innovación tecnológica.

Se sabe que para crear una capacidad científica y tecnológica nacional, capaz de seguir el ritmo de adelanto científico-tecnológico mundial, se deben diseñar políticas de desarrollo que tiendan a la obtención de tecnología avanzada para los sectores prioritarios de desarrollo señalados por el Gobierno, y establecer una estructura que permita la selección, evaluación y mejora de la tecnología importada y producción de tecnología propia.

El progreso técnico de una nación es un proceso que incluye las etapas de creación del conocimiento (investigación), difusión del conocimiento (transferencia de tecnología) y la de su aplicación (innovación técnica). Entre estas actividades, sin duda, la innovación técnica es de fundamental importancia, ya que orienta la dirección que debe tomar la transferencia de tecnología y por tanto la investigación aplicada. Es evidente que una política de desarrollo técnico en cualquier área, es el resultado de la interacción entre la oferta y la demanda de conocimientos, puesto que el interés de innovación depende de las oportunidades existentes y de las presiones para su utilización.

El progreso técnico de un país, entonces, está determinado por la vinculación entre la oferta de tecnología, por parte del sector científico-tecnológico, y la demanda de innovación técnica desde el sector productivo.

Sin embargo, en el país, dada la falta de presiones competitivas que han existido en el pasado, las empresas en gene-

ral no han desarrollado infraestructura de recursos humanos ni físicos adecuados para detectar y exteriorizar su demanda tecnológica. Tampoco el sistema científico-tecnológico nacional, del cual la universidad forma parte, cuenta con los medios de difusión y extensión técnica que ayude a identificar esta demanda en forma eficiente.

No obstante, de acuerdo a la nueva política de gobierno, se espera que las empresas, a través de las presiones competitivas existentes, tiendan a mejorar la eficiencia de sus procesos y aumentar su productividad. Este mecanismo, acompañado del incentivo a las exportaciones, necesariamente provocará una demanda de innovación y cambio técnico interno, lo que estimulará la oferta de transferencia de tecnología e investigación nacional para respaldar dicho esfuerzo.

De este modo, al aumentar la demanda de tecnología desde el sector productivo, y la consecuente utilización de la oferta de tecnología interna, se producirá el fortalecimiento de ambos sectores a través de la propia acción ejercida por estos factores.

Este proceso, por otra parte, también conducirá al desarrollo de una capacidad interna para evaluar, seleccionar, adaptar, aplicar y mejorar la tecnología importada y su consiguiente difusión en el medio nacional, y eventualmente nos llevará a la exportación de dicha tecnología.

Sin embargo, para conseguir este objetivo, se deberán diseñar mecanismos e instrumentos de interacción reales y efectivos entre los organismos que crean el conocimiento y aquellos que lo difunden, y entre estos últimos y el sector productivo que los aplica, ya que se percibe una falta de comu-

nicación muy aguda entre estos sectores. Como consecuencia de ello, se detecta que existen necesidades para las cuales no se realiza investigación, e investigaciones para las cuales no se encuentra aplicación.

Como se ha expresado anteriormente, por otra parte, una componente crítica en la transferencia de tecnología es identificar la necesidad. Dicha identificación debe ser un esfuerzo de asociación entre el sector productivo, a través de sus profesionales, y de los centros de investigación, a través de sus investigadores y promotores de innovación técnica. El personal de ambos sectores en conjunto, deberá luego impulsar la tecnología desde el laboratorio y conducirla hasta el terreno mismo de su aplicación en la empresa.

Sin duda, una de las mejores formas de iniciar esta asociación entre investigadores y profesionales del sector productivo es a través de seminarios de transferencia de tecnología y jornadas o encuentros. Este contacto es fundamental en todo plan de cooperación, es decir, primero es necesario que los interesados se conozcan y conversen acerca de sus problemas comunes, los estudien, analicen y vean sus proyecciones futuras e importancia potencial de carácter científico-tecnológico y económico para el país.

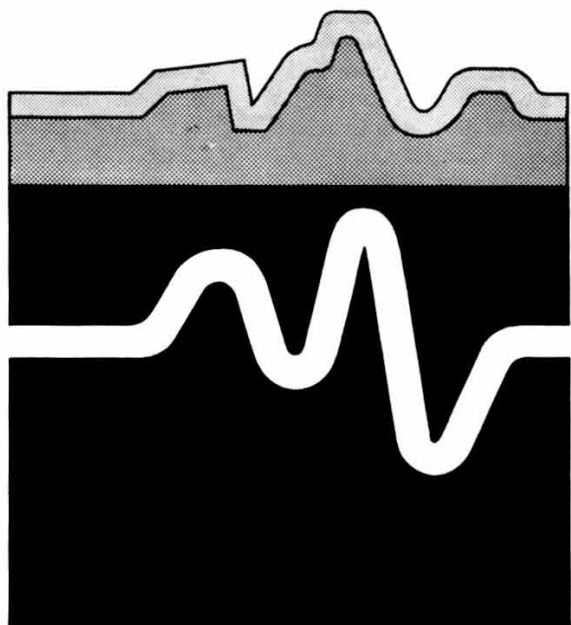
Esto ayudará a satisfacer la imperiosa necesidad de que la investigación se adapte a los requerimientos reales, ya sean nacionales o locales, de la comunidad a la cual ellas pertenecen. Teniendo en cuenta que la investigación y la docencia son inseparables, este es un paso fundamental para que los profesionales y científicos que las universidades formen, se vinculen e interesen por las necesidades de desarrollo nacional.

Considerando las áreas prioritarias de desarrollo señaladas por el gobierno y un acercamiento al sector productivo, como el descrito, la investigación universitaria irá determinando líneas más finas de acción al promover la demanda desde dicho sector.

En efecto, a través de este proceso se aumentará la capacidad de innovación técnica del sector productivo y su correspondiente demanda de tecnología interna; se incrementará la capacidad científica y técnica y la oferta interna de tecnología; se introducirá valor agregado tecnológico a las exportaciones y se orientará y controlará la importación de tecnología. Fi-

nalmente, como producto de esta transformación, el país alcanzará la etapa de encontrarse habilitado para exportar tecnología equilibrando así su balanza de "pagos tecnológicos", con la consiguiente repercusión económica.

Por último, es mi deseo que los planteamientos y conclusiones aquí emitidos sirvan de punto de partida para el largo proceso de meditación que implica definir los objetivos, los medios, los instrumentos y acciones tendientes a establecer un proceso eficiente de transferencia de tecnología en el país, sin dañar la esencia del quehacer universitario.

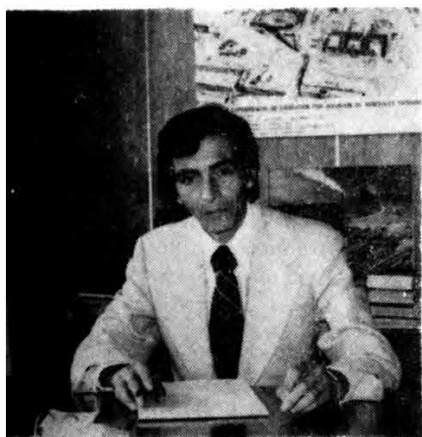


GEOEXPLORACIONES

GEOFISICA APLICADA A PROSPECCIONES MINERAS:
COBRE DISEMINADO/COBRE EN VETAS/HIERRO/ORO/RADIOACTIVOS/NO METALICOS
GEOFISICA APLICADA A PROSPECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS.
PROFUNDIDAD DE LA CUENCA/PROFUNDIDAD DE LA NAPA/CALIDAD DEL AGUA
GEOFISICA APLICADA A OBRAS DE INGENIERIA CIVIL Y MINERIA
TUNELES/TRANQUES/CONSTRUCCIONES
SISMICA • RESISTIVIDAD • POLARIZACION INDUCIDA • POLARIZACION ESPONTANEA
MAGNETOMETRIA • GRAVIMETRIA • ELECTROMAGNETISMO • RADIOMETRIA.
REPRESENTACIONES • SERVICIOS • REPARACION DE INSTRUMENTOS
ASESORIAS • TOPOGRAFIA • TRANSPORTE • ANTEPROYECTOS • ENTRENAMIENTOS.



GEOEXPLORACIONES LTDA
DUBLE ALMEYDA 1627/FONO 490061/TELEX 5GO-260
SANTIAGO DE CHILE



FERNANDO DIAZ JIMENEZ

Ingeniero Civil Metalúrgico

Profesor Jornada Parcial Departamento de
Metalurgia

Director de Adquisiciones de Minmetal

LA FUNDICION EN CHILE

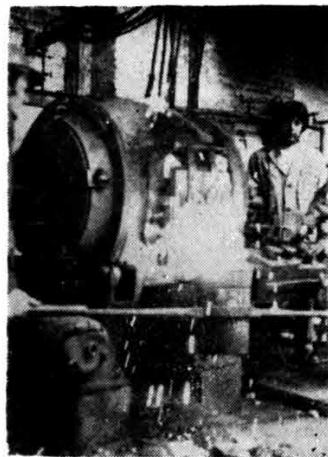
por Fernando Díaz Jiménez

1. INTRODUCCION:

Un tema se torna apasionante cuando la búsqueda de antecedentes es difícil o hay que formarlos para darles una orientación.

Siendo que en Chile, alrededor de 1680, fue introducida la técnica de fundición por los españoles (cañones y campanas), cerca de 1890 aparece la primera fundición como industria. Antecedentes actuales indican la existencia de cerca de 200 fundiciones en el país.

Con esta escueta información, se ha debido tratar de dar forma y tendencia estadística que, hasta no tener un organismo preocupado específicamente de esta especialidad industrial, se podrá planificar esta área que, siendo básica para la industria metal-mecánica y un importante aporte para la fabricación de repuestos y partes de la industria manufacturera, requiere de urgente preocupación por tener directa responsabilidad en un producto que debe buscar expectativas en el mercado exter-



no o bien defender su posición ante el mercado de importación.

2. DESARROLLO:

Para obtener una buena pieza fundida, se deben analizar los factores siguientes:

2.1. Selección y abastecimiento de materias primas.

2.2. Equipos de proceso y accesorios.

2.3. Supervisión técnica y mano de obra.

2.4. Tecnología de proceso.

2.5. Organización industrial.

2.1. Selección y abastecimiento de materias primas.

Exceptuando algunas grandes fundiciones que cuentan con su propio laboratorio de análisis, no se aplican técnicas de selección de materias primas a causa de la inexistente supervisión técnica y al canal de obtención de ella (proveedores ocasionales en mayoría) que tampoco tienen los medios e interés de seleccionar su material. Sin embargo, en nuestro país existen organismos estatales y privados suficientes para dar este servicio a costos muy razonables que deben ser prorrateados en los costos del producto.

Para los tipos de aleaciones que se fabrican, se obtienen prácticamente todas en el país.

Con el objeto de tener una visión más específica, se presenta la información por tipos de fundición:

2.1.1. Fundiciones de piezas de acero:

Principalmente fabrican calidades SAE 1010, 1015, 1020, 1025. Se estimó, según ICHA, una producción de 25.000 tons. para 1975, cifra aún no certi-

ficada (16.000 tons. en 1971 y 18.000 tons. en 1972).

Los principales insumos como chatarra y electrodos y refractarios presentan los mismos problemas de disminución mundiales. Sin embargo, hasta la fecha no hay organismo alguno preocupado del problema. Sólo CAP, ha iniciado producción a escala experimental de granalla de arrabio orientada a sustituir la chatarra en los procesos de lixiviación de cobre, material que desviaría el consumo de la chatarra existente hacia las fundiciones. Los electrodos son estrictamente material de importación, considerando que es un rubro de consumo anual del orden de las 200 tons./año, sería interesante intentar su fabricación nacional.

En materia de refractarios: nuestra industria nacional está en condiciones de abastecer la total necesidad de las fundiciones.

2.1.2. Fundiciones de piezas de fundición gris.

Principalmente se producen piezas de fundición gris corriente que proceden a refundir chatarra tratando sólo de agregar ferroaleaciones según "recetas caseras" sin ningún cálculo previo. Un diez por ciento produce fundición nodular de calidad certificada (bajo licencia). Según ICHA para 1975 pronosticó una producción de 43.000 tons. (30.000 tons. en 1971 y 32.000 tons. en 1972).

Para obtener el producto, la mayoría utiliza chatarra en proporción del 70% a 100% y lingotillo CAP hasta 30%. Medianas y grandes fundiciones utilizan lingotillo importado entre 30 a 80% de su carga.

El coque metalúrgico necesario se estima en un consumo

del orden de 6.000 tons. anuales.

2.1.3. Fundiciones de piezas de bronce y latón.

En 1971 se informó una producción anual de casi 4.000 tons. de bronce y 100 tons. de latón, en calidades SAE 20, 40, 62, 64.

Aunque la gran mayoría utiliza chatarra, hay un gradual aumento del consumo de cobre electrolítico. Detectado el problema a través del Circulo de Fundidores de ASIMET, se planteó al Directorio la necesidad de contar con un abastecimiento menos complicado que el de retirar en Antofagasta el producto comprado a CODELCO y se obtuvo la posibilidad de vender hasta 20 toneladas mensuales por SABIMET. En el mes de agosto de 1975, el Supremo Gobierno autorizó vender cobre un 6% más bajo el costo que el internacional para fabricar bujes y laminados. Queda por resolver el principal problema de costos porque al utilizar chatarra de cobre proveniente de tubos o alambre eléctrico se obtiene una materia prima al 50% del valor internacional entregado a la industria.

Respecto a los otros elementos aleantes (Sn, Zn, Pb) y crisoles, se importan sin dificultad o bien se utiliza chatarra o se adquiere de las industrias recuperadoras de metal.

2.1.4. Fundiciones de piezas de aluminio.

En 1971 se produjeron 1.600 toneladas, de las cuales el 50% se utilizó en piezas fundidas de presión.

Al igual que para el bronce, las industrias elaboradoras de aluminio (perfiles, artículos domésticos, productos en serie) utilizan lingote de impor-

tación del tipo ALCOA 380 ó 384. El resto de las fundiciones utiliza chatarras provenientes de las primeras o bien de equipos o automóviles.

2.2. Arenas de moldeo y aglomerantes.

Muchos de los aglomerantes, pinturas y resinas, son de origen extranjero. Las arenas de moldeo en su mayor parte provienen de yacimientos de la Zona Central no siendo apropiados para el variado uso que generalmente se les da. A este respecto hay un interesante y completo trabajo relacionado con "Catastro de las Arenas de Moldeo", preparado por el Ingeniero Sr. H. Poblete, de la Universidad Católica de Chile.

2.2. Equipos de Procesos y Accesorios.

Según antecedentes preparados por el Servicio de Cooperación Técnica ⁽¹⁾, en encuesta realizada en 1971 considerando la existencia de 186 fundiciones en Chile, se tiene:

| | |
|-----------------------|----|
| Hornos rotatorios | 6 |
| Hornos de crisol | 98 |
| Cubilotos | 60 |
| Hornos eléctricos | 22 |
| Disparadoras de almas | 3 |
| Mezcladoras de almas | 7 |
| Equipo arenador | 4 |
| Máquina de Moldeo | 56 |

| | |
|--------------------------|--|
| (50% con más de 10 años) | |
| (41% " " " " " ") | |
| (54% " " " " " ") | |
| (85% " " " " " ") | |
| (19% " " " " " ") | |
| (27% " " " " " ") | |
| (36% " " " " " ") | |
| (47% " " " " " ") | |

Las condiciones del equipo son:

| | |
|----------|-----|
| Buenas: | 47% |
| Regular: | 40% |
| Malas: | 13% |

Exceptuando los Hornos de Cubilote y algunos de crisol, todos son equipos importados.

(1) "Primer Censo Nacional de la Industria de la Fundición".

En cuanto a edificio, se tenía hasta 1964 que un 43% utilizaba bien raíz propio, un 36% edificado sólido, un 49% con edificación y estructura de madera y un 15% con materiales elementales.

2.3. Supervisión Técnica y Mano de Obra.

En 1971 el Sector de la Industria de la Fundición empleaba un total de 4.554 personas, distribuidas en la forma siguiente:

Profesionales y Técnicos:

214

Operarios no especializados:

1.268

Operarios especializados:

2.228

Empleados:

844

De los 214 profesionales, sólo 79 eran Metalúrgicos y 60 Mecánicos.

El total de este personal está repartido en empresas que, en 1971, fundieron 52.000 tons., aproximadas, que por especialidad se tenía.

Fundición gris:

35,7%

Fundición de acero:

11,3%

Fundición no-ferrosa:

5,5%

Fundición gris-acero:

4,7%

Fundición ferrosa y no-ferrosa:

23,3%

En análisis a 92 fundiciones encuestadas en 1962/3, se obtuvo la información siguiente:

Trabajadores calificados:

20,6%

Trabajadores semi-calificados:

37,4%

Trabajadores aprendices:

42,0%

Clasificados por especialidad:

Horneros:

11,8%

Moldeadores:

33,3%

Almeros:

5,9%

Limpia-piezas:

16,1%

Terminación:

33,3%

En 1968, por estudio realizado en el S.C.T. se obtuvo la información siguiente:

De los dueños de industrias, un:

15,8%

son técnicos metalúrgicos.

31,6%

prácticos de Escuela Industrial.

15,8%

ex operarios de fundiciones.

31,6%

comerciantes.

5,3%

especialistas en fundición.

En 1961, en una primera Encuesta al Sector de Pequeña Industria por el S.C.T. se obtuvo la información siguiente:

Grado de Instrucción de trabajadores de Fundición:

Primaria (— 3 años): 34,5%

Primaria (+ 3 años): 41,5%

Industrial (— 3 años): 11,8%

Industrial (+ 3 años): 6,2%

Humanidades: 4,9%

Cursos técnicos: 1,1%

Distribución por edades:

18 a 24 años: 26,1%

25 a 34 años: 49,7%

35 a 50 años: 20,0%

+ de 50 años: 4,2%

2.4. Tecnología de Procesos:

En 1971, se obtuvo la siguiente producción promedio/año por trabajador:

Fundición de acero:

16,5 tons.

Fundición gris:

14,9 tons.

Fundición no-ferrosa:

6,8 tons.

Siendo que en comparación se tenía:

Chile:

0.8 tons./hombre/mes.

Argentina:

2.5 tons./hombre/mes.

Europa:

4.0 tons./hombre/mes.

(moldeo manual)

Europa:

10.0 tons./hombre/mes.
(moldeo mecanizado)

Se debe considerar en las estimaciones de rendimiento, que el alto porcentaje de rechazo por piezas defectuosas, mermas físicas y químicas alcanza hasta un 25 ó 30% del tonelaje neto producido.

En 1963, durante el desarrollo de la 1ª Reunión de Expertos Latinoamericanos de Investigaciones Tecnológicas (O.E.A.) se informó que en América Latina solamente un 0.15% del producto nacional bruto (P. N. B.) se destinó a las investigaciones tecnológicas, siendo la cifra mínima promedio de 2,5%. Esta situación revela en su justa dimensión el origen de la baja calidad en los productos manufacturados.

2.5. Organización Industrial:

En 1964, el S.C.T. detectó que el 95% de las fundiciones compraba materiales para una fundida semanal adquiridas en un 56,2% a abastecedores par-

ticulares y el 13,2% a la C.A.P. y con plazo de entrega inmediata del 60% de las compras.

El producto era vendido a un 57% de clientes habituales y a un 43% de clientes condicionales, siendo los principales clientes las ferreterías (28%) y a empresas manufactureras el 26% para un plazo de entrega inmediata el 28,6%.

El esquema de organización no es en absoluto un cuadro propio de una empresa de producción, sino es totalmente circunstancial y por lo general es el dueño de la empresa quien ejerce las labores ejecutivas y administrativas junto a sus familiares o a determinados empleados de confianza que también ejercen todas las labores desde el abastecimiento hasta la distribución, por lo tanto, no se puede considerar que existe una organización racional.

La distribución de plantas y equipos, sistema de costos y estudios de mercado son temas que no se aplican en ningún grado, excepto los coincidentes por aplicación de criterio industrial originado por la experiencia.

La organización primaria existente no permite establecer pautas que nos lleven a conclusiones más completas relativas al tema de organización industrial.

Esta simplificada información no pretende ser la representación de la autoridad estadística en el área de las fundiciones, sino crear inquietud colectiva destinada a llegar a tener una exacta dimensión del significado económico y social de las fundiciones en Chile y que, como industria básica, llegue a tener la verdadera importancia al ser presentado con respaldo de una estadística sólida y real.

Creada la inquietud, se debe canalizar ésta a través de un organismo central a donde se deposite la nueva tecnología que aporten INTEC. S.C.T., CESMEC. Universidades. Empresas Privadas, Especialistas y estudiantes que a futuro tengan más contacto con la industria de la fundición y que, a su vez, tenga una estructura de tal peso que se pueda mantener contacto con instituciones similares en el extranjero.

BIBLIOGRAFIA

— "MATERIAS PRIMAS E INSUMOS IMPORTADOS"

Ruffo Sánchez. III Jornadas de la Industria de la Fundición. INIMERA - 1973.

"ANÁLISIS E INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE LA FUNDICION 1971 - 1973"

Eduardo Raggio, Guillermo Silva. INIMERA - 1973.

"ANÁLISIS Y DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LA FUNDICION"

Carlos Hepp K. Octubre 1973.

"REVISTA INDUSTRIA Nº 9 DE LA S. F. F."

"REVISTA INTERNACIONAL DEL TRABAJO. O.I.T., octubre 1961"

"INFORMES SOBRE ASISTENCIA TECNICA DADA POR EL PROGRAMA DE LA PEQUEÑA INDUSTRIA"

S.C.T. - 1962/4

"ANTECEDENTES SOBRE ARTESANADO Y PEQUEÑA INDUSTRIA Y SU IMPORTANCIA EN CHILE" S.C.T. 1961.

"PRIMER CENSO NACIONAL DE FUNDICIONES" CORFO-ICHA. S.C.T. - 1971.

ALGUNOS ASPECTOS HISTORICOS DE LOS TRATAMIENTOS TERMICOS EN CHILE

RUFFO SANCHEZ FLORES
Ing. Ej. Metalurgista U.T.E.

Al intentar hacer un resumen sobre algunos aspectos de la historia de los tratamientos térmicos de los aceros en Chile, es imprescindible mencionar los aceros que se han usado, los equipos y los hombres que han hecho posible este arte-ciencia.

Es difícil especificar en qué decenio, a contar de 1900, se iniciaron los tratamientos más comunes, como fueron el temple revenido recocido y cementación, pues no existen relatos históricos a menciones como la que se hace de Tubalcain en la Biblia; sino que sale la que se ha transmitido a través de relatos personales.

Parece lógico suponer, y así lo confirman personas de edad, que los tratamientos térmicos (TT) se inician en las Compañías Mineras ubicadas en el norte de Chile y en aceros al carbono tipo SAE 1040 - 1070 y 1090. Con estos tipos de aceros importados se fabrica todo tipo de herramientas forjadas, templadas y revenidas.

Estas operaciones de forja, temple, revenido, recocido y cementación, fueron enseñadas

a trabajadores chilenos, por algunos técnicos ingleses, franceses y alemanes que llegaron a trabajar en las Compañías Mineras del Salitre, del Cobre y de algunas Maestranzas o Fundiciones de Santiago. La emigración de trabajadores al centro del país, trajo con ellos los conocimientos tecnológicos de T.T., que permitieron desarrollarlos en las pocas Industrias que, alrededor de 1938, existían en Santiago. Estas eran FF.CC. - Fundición Libertad - Famae Fundición Grajales Fundición New York - Raab Bellet - Mecánica Industrial - Ferrilloza y la naciente empresa denominada Mademsa.

Los primeros aceros, tanto al carbono como especiales, se vendían a través de Balfour - E. Block Krupp y Röchling. Algunas empresas como Fundición Libertad desde 1924 templaban y cementaban las piezas de aceros fabricados por ellos y con aceros importados directamente de Inglaterra.

Para esto poseían sólo fraguas y un horno a petróleo donde efectuaban los calentamientos para cementación en caja, temple en agua y aceite

de ballena, revenida según experiencia y recocidas en cal; todo esto sin control de temperaturas y con rudimentarios sistemas para controlar durezas. Los aceros que se importaban eran acero al carbono tipo SAE 1040, Cromoníquel para cementación, aceros para matrices de trabajo en frío y caliente, además de acero rápido y acero para resortes.

Antes de 1938, los industriales podían enviar piezas a T.T. a FF.CC., Mecánica Industrial y a la Armada, quienes poseían pequeñas instalaciones para estos tratamientos.

Recién en 1939 se instala en Santiago, en la firma E. Block, el primer taller de T.T. para dar servicio a la industria, ya que ellas importaban aceros, y los comercializaban. El Sr. Augusto Wetll, pionero en T.T., se hace cargo de las T.T. en esta firma. Alrededor de 1940 se traslada desde la Armada a la firma Block el otro pionero, Sr. Carlos Eder.

En 1948 se amplían las instalaciones en Fundición Libertad, para lo cual se instalan hornos eléctricos con control

automático de temperatura y atmósfera semineutra, a cargo del Sr. Adalberto Venegas, quien, desde 1924, efectuaba T.T. en esta firma.

Posteriormente, se instala la firma Atlas Chile, que importaba y vendía aceros, con hornos a petróleo y eléctricos para efectuar T.T. que el uso de los aceros requería. A cargo de este taller estuvo un tiempo el Sr. Julio Weidlin y, posteriormente, pasa a hacerse cargo de estas funciones el Sr. Augusto Wetll.

Después de ciertos años el Sr. Wetll se independiza, instalándose en la firma vendedora de aceros Springer.

Alrededor de 1950, las instalaciones de T.T. de la Fundación Libertad pasan a depender de Küpfer Hnos. y en 1954 se adquieren nuevos equipos y hornos de sales fundidas, hasta que en 1959 se instala un moderno equipo de horno de sales fundidas, con regulación automática de temperatura y atmósfera neutra, lo que permite cambiar la técnica de los T.T. especialmente en la terminación superficial, en el control de calidad y durezas. Dado que el porcentaje de fracaso, que en otros países es del 90% en piezas tratadas, es por mala elección del acero y mal diseño de las piezas, fue necesario dar a conocer los aceros, con sus aplicaciones y T.T. Para cumplir con esta finalidad se dictan cursos en las principales empresas de Chile, a Ingenieros y Técnicos mecánicos a cargo del suscrito. Además se les adiestró en algunos conceptos básicos de diseño mecánico, en la construcción de piezas para máquinas, con el fin de que al tratarlas no sufrieran grietas o rupturas, durante o después del temple y revenido.

PERSONAS QUE APORTARON LOS CONOCIMIENTOS EN T.T.

1. Algunos extranjeros que trabajaron en el norte de Chile.
2. Trabajadores anónimos del norte y centro del país, que aportaron su valioso "saber hacer"
3. Extranjeros y chilenos de la Zona Central, como Don Augusto Wetll, Carlos Eder, Rupprecht, Roberto Bravo, Adalberto Venegas, Cornelio Fernández y otros.
4. Profesores en Universidades, que aportaron conocimientos básicos, hicieron publicaciones y motivaron a ciertos profesionales: Don Orlando Jacobelli, René Bernau y Ruffo Sánchez.
5. Profesor de Ingenieros y Técnicos en cursos dictados en las industrias más importantes de Chile: Ruffo Sánchez.
6. Profesor de trabajadores, en cursos dictados en las empresas importadoras de acero Atlas Chile Ltda., Sr. Julio Weidlin.

Es necesario recalcar que, así como hubo muchas personas que se iniciaron en estas actividades, pero sin la seriedad, estudio y constancia, hubo otras anónimas que demostraron gran desinterés en participar de sus conocimientos a sus inmediatos ayudantes y otros, en lugares cerca de la Estación Central, donde se reunían a dialogar después de sus duras jornadas de trabajo.

REQUISITOS ESENCIALES que debe poseer un pro-

fesional que desea dedicarse a esta especialidad de la profesión. Siendo una profesión de alto riesgo de salud y seguridad, además de los riesgos económicos de las piezas a tratarse, se debe poseer ciertos requisitos como son:

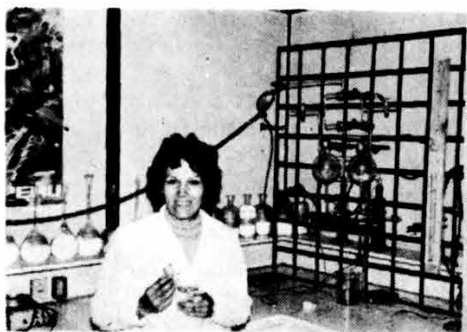
1. Alta responsabilidad y honradez profesional.
2. Adecuado equilibrio síquico.
3. Filosofía tal de la vida, que le permite extraer de cada tropiezo técnico una experiencia positiva.
4. Buenos conocimientos básicos en metalurgia física y aceros especiales.
5. Alto espíritu de estudio e investigación.

A su vez, el empresario o el más alto nivel jerárquico del profesional, debe aportar como mínimo lo siguiente:

- a) Si no entiende la materia, debe abstenerse en dar opiniones negativas en caso de tropiezos técnicos.
- b) Respetarle y darle la autoridad necesaria para el buen desempeño de su trabajo.
- c) Darle oportunidad para asistir a cursos en Chile y en el extranjero, con el fin de perfeccionarse.
- d) Facilitarle literatura especializada, a través de suscripciones extranjeras.
- e) Ofrecerle una buena renta, de manera que no tenga mayores problemas económicos.

MÉTODOS ELECTROQUÍMICOS PARA DETECTAR POTENCIALES DE CORROSIÓN PUNTUAL (PITTING)

ESTRELLA VILLAR CABRE-
RA, Ing. Ejec. Química U.T.E.
Profesora Departamento Me-
talurgia U.T.E.



Introducción:

La mayoría de los metales se encuentran en la naturaleza en forma de óxidos, sulfuros u otros compuestos. Para obtener metal a partir del mineral es necesario gastar una apreciable cantidad de energía. Cuanto más estable es ese compuesto, tanto mayor es la energía requerida para separar el metal.

El medio ambiente suministra oxígeno y agua, lo que hace que el sistema metal/medio ambiente sea, en la mayoría de los casos, termodinámicamente inestable. La corrosión de los metales resulta así aparentemente inevitable.

De allí la importancia del estudio de la Corrosión como un ataque destructivo del metal al reaccionar química o

electroquímicamente con su medio ambiente. Primero, se debe considerar el aspecto económico que comprende la reducción de las pérdidas de material que se producen por el desgaste progresivo o roturas repentinas de tuberías, recipientes, componentes metálicos, estructuras marinas, etc. Sólo en EE.UU. se calcula que el costo de estas pérdidas es de 10.000 millones de dólares al año. En segundo lugar se debe considerar la conservación de los recursos naturales aplicada en principio a los metales, cuya reserva mundial es ya limitada.

Los metales tienden a corroerse a potenciales más nobles que un cierto valor crítico. El pitting o picado es un ataque localizado que presentan los metales pasivos cuando el medio corrosivo contiene ciertos aniones agresivos como

haluros, nitratos, sulfatos, etc., y cuando el potencial del metal es superior a un valor crítico llamado potencial de picado o potencial de ruptura.

Esta forma de ataque es una de las más peligrosas ya que la corrosión se localiza en forma muy intensa en áreas pequeñas del orden de los mm² mientras el resto del metal permanece pasivo. La velocidad del ataque en el interior del pit puede llegar a ser de 30.000 a 1 millón de veces más rápida que el resto de la superficie. La aplicación de técnicas electroquímicas a este estudio demostró que el proceso es más complejo de lo que se suponía.

A pesar de las numerosas teorías propuestas intentando explicar el fenómeno del picado en los metales y su relación con un potencial determinado, la verdadera naturaleza del po-

tencial crítico de ruptura es aún incierta.

Las descripciones que existen en este sentido llevaron a iniciar un estudio sistemático del comportamiento anódico y la ruptura de la pasividad de metales puros para determinar las condiciones que en cada caso llevan a la aparición del pitting.

Se han propuesto 4 métodos para detectar el potencial de pitting, a saber:

- a) Método Potencioestático.
 - b) Método Galvanostático (estacionario).
 - c) Variación de la intensidad de corriente con el tiempo a potencial constante.
 - d) Variación del potencial con el tiempo a intensidad de corriente constante.
- a) Consiste en aplicar un potencial constante y registrar el valor de la intensidad de corriente en un intervalo de tiempo dado.
 - b) Consiste en mantener la muestra a una corriente dada hasta que se establece un potencial constante.
 - c) Consiste en medir los cambios que sufre la intensidad de corriente en un tiempo dado, manteniendo un potencial constante.
 - d) Consiste en medir los cambios de potencial en un tiempo dado, manteniendo una intensidad de corriente constante.

En este trabajo de investigación se hizo uso de dos de es-

tos métodos para estudiar el comportamiento del Cu en soluciones de Na Cl 1N, 0,5N y 2N usando probetas de Cu electrolítico.

Las experiencias se realizaron a $25^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ en una celda de vidrio pyrex, midiendo los potenciales en relación a un electrodo de calomel saturado, a través de un capilar de Luggin que permite efectuar medidas de potencial sobre sitios específicos de la superficie de la muestra. Se usó un electrodo auxiliar de platino para polarizar nuestro electrodo de trabajo.

Para efectuar las medidas se usó un circuito compuesto por un potencióstato Tacussel y un graficador. El potencióstato, es una fuente de poder que permite obtener una diferencia de potencial constante entre nuestro electrodo de trabajo y el de referencia (electrodo de calomel).

Antes de efectuar las mediciones, la probeta se mantuvo en contacto con el electrolito por espacio de 15 min., hasta estabilizar el potencial de equilibrio.

Las curvas de polarización se hicieron por los métodos:

- 1) Potenciostático: donde se registró la variación de la intensidad de corriente después de intervalos de 1 minuto, y
- 2) Aplicando diferencias de potencial constante para medir los cambios de la corriente con el tiempo.

Al aplicar el método potencióstático se observó un au-

mento de la intensidad de corriente a partir del potencial de corrosión, distinguiéndose un potencial característico de ruptura o pitting. (gráfico 1). Usando el método 2 se observó un descenso de la corriente con el tiempo, mientras la superficie permanecía pasiva. Luego a un cierto potencial, la corriente aumentó en la unidad de tiempo, mientras el metal estaba sujeto al pitting (gráfico 2).

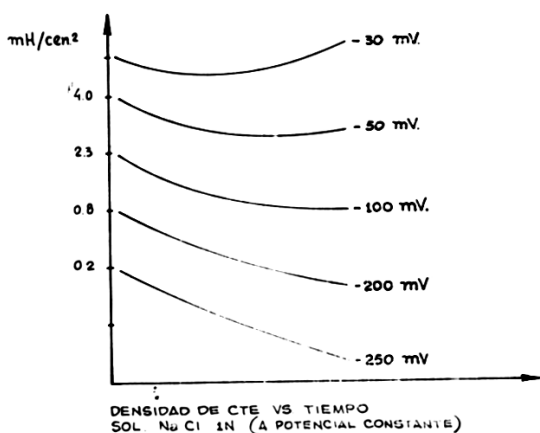
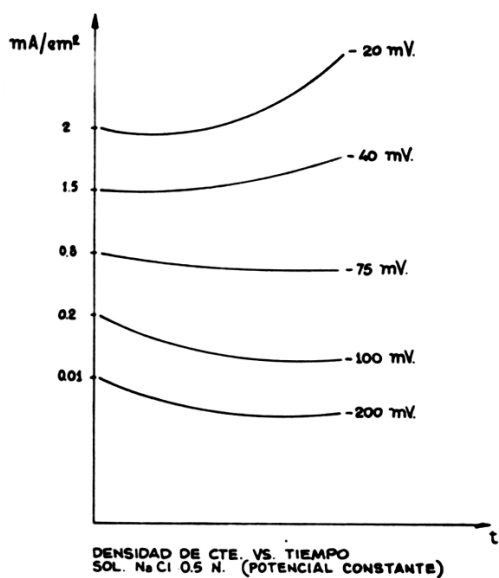
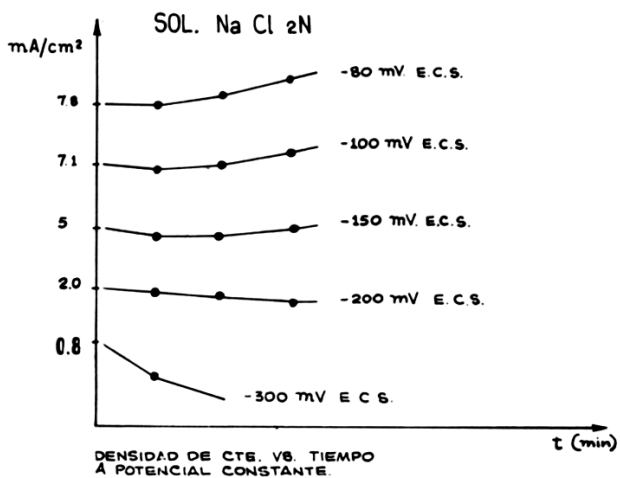
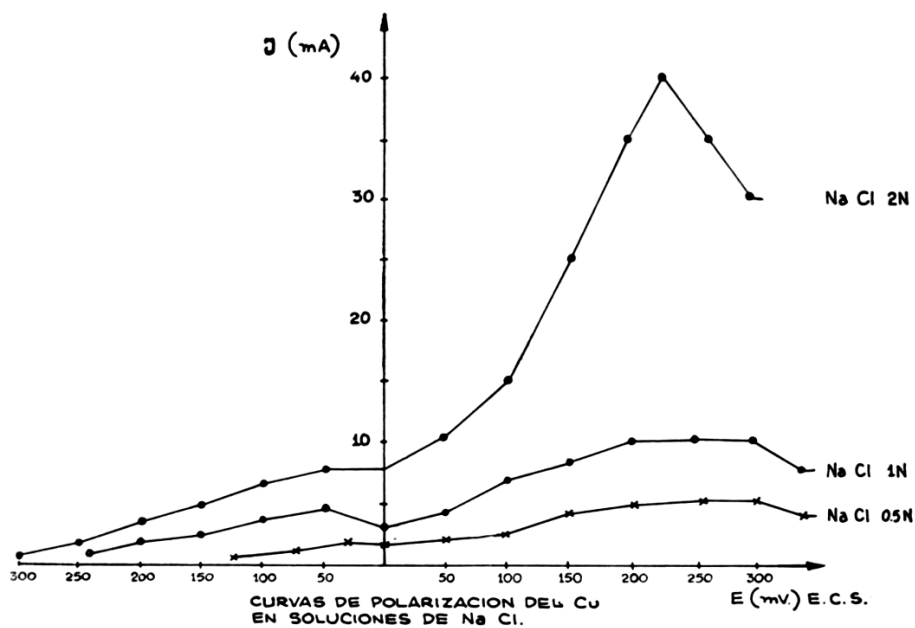
Las medidas fueron reproducibles y los valores graficados corresponden al promedio de varias mediciones efectuadas.

CONCLUSION:

Según gráfico, el potencial de ruptura o pitting para el cobre estaría entre -100 y -150 mV (E.C.S.) El método 1 es satisfactorio con el método 2 para la curva 2N. Como era de esperar, el potencial de ruptura para el Cu en soluciones más diluidas se encuentra a valores más positivos, más nobles, es decir, la tendencia a la formación de pitting es menor en solución más diluidas.

Este estudio resulta de gran importancia práctica, cuando se desea determinar la tendencia de ciertos metales a corroerse por picado en algunas soluciones como, por ejemplo, el comportamiento de las cañerías de Cu en el agua potable.

Como proyección al tema, sería de interés estudiar la influencia de inhibidores en la aparición de este potencial de picado, como así mismo, la adición de ciertos aleantes en la corrosión por pitting del Cu, tema que ya se encuentra desarrollando un memorista de nuestro Departamento.



**DRILLCO****EQUIPOS DE PERFORACION****Geología****Minería****Obras Civiles****VENTAS:**

Maquinaria y Equipos de Importación Directa,
de Stock y de Fabricación Propia.

REPRESENTACIONES**Longyear Co.****Stenuick Freres****Furukawa Rock Drill****Moyno pumps****Scoma**

—Equipos diamond drill

—Equipos "down the
holes"

—Equipos de perforación

—Bombas de tornillo

—Locomotoras, winches,
equipos**FABRICACION**

Maquinaria, Equipos y Accesorios de perfora-
ción. Carros Decauville - Acoplamiento p. aire
comprimido.

CONTRATOS

Perforaciones para estudios geológicos, prospec-
ciones y estudios mineros, obras civiles, trona-
duras

GERENCIA: Moneda 812 — Oficina 1101 — Fono 715268**VENTAS:** Las Dalias 2950 (Macul) — Fono 214642**FABRICACION Y CONTRATOS:** Las Dalias 2950 — Fono 212079**PROVEEDORA E IMPORTADORA DE
EQUIPOS INDUSTRIALES S. A. C. I.****Moneda 812 — Of. 912 — Casilla 13550****FONOS: 716882 382942****SANTIAGO — CHILE**

Cadenas de transmisión y componentes
Locomotoras para Minas
Correas transportadoras, mangueras
Rectificadores Cigüñales
Máquinas para fabricar tubos de concreto
Herramientas
Calderas Compactas
Bombas Centrifugas
Osciloscopios
Décadas Patrones
Equipos Laboratorios Máquinas Eléctricas
Equipos Rayos X Industriales
Ecosondas y Radiotelefonos
Equipos Laboratorios Electricidad
y Electrónicos
Equipos Laboratorio Física
Equipos Laboratorios de Universidades
Máquinas para la Industria Conservera
Máquinas para la Industria Pesquera
Tornos - Cepillos - Fresadoras
Equipos Broad Casting 5 KW - 2000 KW
Equipos Electromiografía
Instrumentos Electrónicos

REXNORD
PLYMOUTH
UNIROYAL
SCHOU
RIMAS
RIDGID
CLEAVER BROOKS
HIDROSTAL
TEKTRONIX
DANBRIDGE
HAMPDEN ENGINEERING
ANDREX
SIMBAD
STARK ELECTRONICS
HICKOCK
EALING
PERRY SCHOOL SUPPLY
SOMME
MYRENS HETLAND
SOUTH BEND LATHE
CONTINENTAL ELECTRONIC
TECA CO.
B & K

CONSULTE A NUESTRO DEPARTAMENTO TECNICO

MAREOS

JUAN VALENCIA VALENCIA

Jefe de Bienestar de ELEC METAL S.A.

Me viene a la memoria la triste experiencia de la primera y única vez que viajé en un barco, "Alondra" se llamaba, de Valparaíso a Antofagasta. Yo era joven y el viaje para mí significaba el descoronamiento. (Así decíamos antes, ahora se dice de otra manera).

Salimos del puerto un día lunes a mediodía. Parado en el borde veía cómo el muelle se alejaba imperceptiblemente, no se notaba que el barco hubiera emprendido la partida. Como a la una, pasó un ñato tocando un gong de hermoso sonido invitando pasar a los comedores. Me dirigí a él y naturalmente elegí una mesa desocupada, me senté y observé el ambiente.

Todo lo encontraba bonito, el comedor estaba ubicado en la parte delantera del barco y se notaban perfectamente las subidas y bajadas de la proa. El barco era chiquito, según los entendidos, me parece de tres mil toneladas, pero yo lo consideraba inmenso. Al poco tiempo el comedor se llenó. En mi mesa se sentaron dos viejos y un señor más joven. Los viejos eran amigos, así que hablaban por todos nosotros y no nos daban pelota. Nosotros, como tumbas.

El mozo trajo la carta y procedimos a elegir los platos, primera vez que me pasaban una carta, la estudié a fondo y pedí lo mismo que solicitaron los viejos. El señor joven también estudió la carta a fondo.

La mesa que al principio era amplia, se llenó de platos, varios servicios y no había dónde encajar un codo. ¡Me encanta poner los codos sobre la mesa! Yo no sé por qué mi señora se enoja cuando los chicos hacen lo mismo.

La entrada, jamón con palta. Vino tinto, después una sopa, en seguida, porotos. ¡Qué



diablos!, los viejos habían pedido porotos. Cuando recién los traían, el señor joven se limpió los labios con la servilleta y levantándose pidió permiso y se retiró. Los viejos pararon la chachara, miraron al joven y después hicieron un gesto de entendimiento que yo no comprendí.

¡De pronto me sucedió algo raro! Me tragué una porción de porotos justo cuando la proa bajaba, y los porotos desafiando todas las leyes físicas se elevaron en mi esófago hasta la garganta. Quedé sorprendido y los volví a tragar y los porojados volvieron a subir cuando la punta del barco se hundió. Esperé tragarlos cuando el comedor se elevara y creí que había triunfado, pero al bajar el comedor los porotos pidieron refuerzos y volvieron a mi garganta con mayor ímpetu. Desesperado, me levanté, no pedí permiso porque habría dejado a los dos viejos condecorados y salí hacia el camarote, todo lo rápido que pude. Me costó llegar. Menos mal que estos marinos diablos ponen barandas por todas partes y así, de baranda en baranda, pude llegar al camarote y decirle a los porotos que se fueran al diablo. Pero los porotos tenían un fuerte arrastre gremialista, así es que fueron apoyados por la sopa, el jamón, el pan, el vino y qué se yo, lo cierto es que mi estómago quedó totalmente vacío. Me tendí en la cama reconociendo que era una víctima más del mareo, me confortaba pensando que el señor joven había sonado, un plato antes que yo, pero me sacaba pica el par de viejos que seguramente, cuando me levanté, no se hicieron otro gesto de entendimiento, sino que deben haber gozado con este pobre cabro, ¡era cabro en ese tiempo!

Mi camarote se encontraba más o menos al centro del barco, unos amigos comedidos me habían recomendado esa ubicación. Según ellos, era la parte menos movable, seguramente tenían razón, si era así, no sé cómo se agitarían los otros camarotes. Además, el constructor del barco había instalado las máquinas, inmediatamente detrás del camarote. Resultado: yo sentía, además del sube y baja, el tun, tun, el prum-prom, los pichs-pichs y otros ruidos acompasados imposibles de describir con letras.

Tuve una idea genial, en alguna parte había leído que lo mejor para el mareo era tomar un trago fuerte. De inmediato busqué un timbre para llamar al mozo, toqué varios botones por si las moscas, luego apareció el hombre que al verme me preguntó con mucha deferencia, pero con mirada pícaro:

—¿Qué le pasa, señor?

Con muy poquito humor, creo que se fue con los porotos, le dije:

—Tengo la impresión de estar mareado, ¿podría traerme un trago fuerte?

—¿De qué, pisco, coñac, gin .?.

Me fregó, en ese tiempo yo no entendía ni jota de tragos, ahora soy experto.

—Tráigame un coñac.

—Simple o doble.

¡Puchas!, por qué preguntarán tanto.

—Doble.

Al ratito llegó el coñac doble y me lo zampé de viaje, tanto porque esperaba que me hiciera bien, tanto para dar la impresión de recio. El hombre se quedó mirando impresionado, ¡esperó! y se retiró. Desesperado abrí la boca, corrí hacia un ventilador que tenía funcionando y me paré frente a él esperando que se extinguiera el fuego que se me había declarado desde los callos. El famoso coñac debió ser por lo menos de 60 grados.

Cuando ya se aplacó el fuego interno, me recosté y cerré los ojos dichoso de haber tenido tan buena idea, pero al medio minuto salté como un resorte y me tiré de cabeza al lavatorio mientras me despedía del coñac. Lo único que gané, fue quedar perfumado a coñac francés.

Pasé toda la tarde viajando de la cama al lavatorio y encendiendo y cortando el ventilador. Este no podía estar mucho rato funcionando porque comenzaba a tiritar. Una vez detenido, los tiritones se transformaban en sudores y vamos repitiendo el ciclo.

A la hora de once, apareció nuevamente el mozo a preguntarme qué deseaba servirme. Estaba tan jodido que traté de sonreír, pero no pude.

—No, no deseo nada, todo se va por el lavatorio. Lo que sí me gustaría, que detuvieran las máquinas para que no metieran tanto ruido y esta nave descansara un poco, iba a decir "esta cáscara" pero me arrepentí. Le pregunté si habían muchos mareados.

—Casi todos, hasta el Capitán.

No me elevó ni un milímetro el ánimo esa noticia.

Pasé toda la noche inventando sistemas para evitar el movimiento del barco o el de los pasajeros. La única posibilidad era que se pudiera flotar en el aire. Traté de practicar la levitación mental, pero fracasé, pues el continuo viaje al lavatorio, me impedía concentrarme. Por lo demás, nunca me ha resultado.

El día siguiente fue igual, ya en la tarde pude conservar unas naranjitas y eso me reanimó. Salí a dar unos paseos por cubierta y no encontré a nadie, ni a los viejos, lo que no dejó de agradarme.

Me afirmé en la baranda de cubierta y me estuve mirando la costa que apenas se divisaba, después bajé la vista hacia el mar y el agua que se deslizaba por el lado del barco me dio la sensación que el barco estaba detenido, pero tuve que volver rápido al camarote, el mareo me volvía más fuerte.

En la noche comí dos naranjas y un plátano, parece que este último era algo pariente de los porotos y se fue.

Llegamos a Antofagasta el miércoles como a las 8 A.M. y me dieron ganas de hacer lo de Colón, arrodillarme y gritar:

¡Tierra, nunca más te volveré a dejar!

Los colegas de la Escuela de Minas a la que iba destinado no podían creer que fuera tan ñecla y me comían a tallas. Pero al regreso, en las vacaciones de verano, nadie volvió en barco.

Un Viejo Lobo de Mar

**PARA SU ARTEFACTO
AHORA Y SIEMPRE**



**VALPARAISO - BARON
VIÑA DEL MAR - QUILPUE
ANTOFAGASTA**

RECONOCIMIENTO

Desde la creación de la Escuela de Ingenieros Industriales, hoy integrada a la Facultad de Ingeniería de nuestra Universidad, han dictado clases en ella una gran cantidad de distinguidos profesores; gracias a la labor de estos hombres, la Facultad de Ingeniería ha alcanzado un destacado nivel en el ámbito nacional y también en el plano internacional.

En la evolución del Departamento de Metalurgia han participado una gran cantidad de ingenieros, en su gran mayoría producto de esta misma Universidad, por lo que se puede decir, con propiedad, que este Departamento se ha autogenerado con el esfuerzo de muchos de sus mismos alumnos.

Este hecho puede ser motivado de un legítimo orgullo para todo aquel que haya pasado por estas aulas, ya en calidad de alumno o profesor o ambas. Sin embargo, este hecho debe ser disfrutado en mayor medida por los hombres que sembraron la simiente que ha dado como fruto este Departamento. Entre todos ellos cabe destacar a un hombre que por muchos años entregó gran parte de su vida a esta Universidad, como profesor y como fundador del Departamento de Metalurgia. Los que tuvimos la suerte de conocerlo como profesor y como hombre no olvidaremos su tan personal estilo de dictar las clases, tampoco se olvidará que hoy, que ha abandonado sus labores docente, cada una de sus visitas constituye un nuevo impulso en la labor de profesor y alumno de este Departamento. Cabe destacar que todas sus cualidades le han hecho ya merecedor de ser uno de los dos profesores beneméritos con que cuenta la Universidad en este momento.

Se podrían escribir muchas sabrosas anécdotas, destacando la gran personalidad de este distinguido profesor, sin embargo, el Departamento de Metalurgia ha querido perpetuar su nombre de una manera más efectiva en su afán de reconocer su abnegada labor, dándole su nombre a la especialidad que él fundó, lo cual se hará próximamente en forma oficial con una placa de bronce en la entrada del Departamento que dirá:

Departamento de Metalurgia
Prof. ORLANDO JACOBELLI POBLETE Coronel (R)

REUNION DE CAMARADERIA

La Universidad Técnica ha contribuido por muchos años en una gran proporción con los profesionales técnicos con que actualmente cuenta el país y más aún, se puede decir también, con los que cuenta Latinoamérica.

Si se estudian algunas cifras estadísticas oficiales se podrán obtener más detalles del aporte de la Universidad Técnica del Estado y dentro de ésta, el aporte hecho por el Departamento de Metalurgia.

Existen, además, otros logros de este Departamento que no se encuentran registrados en ninguna fría estadística, pero que cada uno de los Metalurgistas instuye en forma personal, se trata de las grandes amistades que han tenido su origen en el esfuerzo conjunto a través de las aulas de esta Universidad.

Posteriormente, por motivos de trabajo, se produce el alejamiento, pero consciente cada uno que se trata sólo de un alejamiento físico, pues la amistad permanece.

Como una manera de reactivar estas amistades se propone celebrar una comida anual en la cual se pretende abordar, además de las actividades de carácter social, otras de carácter profesional.

Es de gran importancia en esta primera reunión contar con un máximo de asistencia, por lo que pedimos a cada uno de los metalurgistas, participar y hacer difusión de ella.

Esta reunión se llevará a cabo en Santiago, en una fecha que se avisará oportunamente.

Mayores detalles se darán por medio de una circular una vez determinado el lugar.

HORIZONTALES

1. Carrera de la Facultad de Ing. UTE.
2. Proceso a volumen constante. Explosivo.
3. Proceso moderno de obtención de cobre. Justicia tributaria, invertido.
4. Cretina sin cromo. Primerro. Doncella inglesa, invertido.
5. Arrendar. Mamífero rumiante
6. Arete. Industria de neumáticos. Baraja.
7. Litio. Ensayaste, invertido.
8. PV = nRT. Preposición.
9. Defectos en piezas fundidas.

VERTICALES

1. Sustancias inorgánicas que se encuentran en las diversas capas de la corteza terrestre.
2. Oculto.
3. Modelo de auto argentino. Pudes la mitad, invertido.
4. Mineral (sulfuro de plata). Cincuenta.
5. Tela. Sociedad Nacional de Agricultura, invertido.
6. Tramar. Veinticuatro horas, plural, invertido.

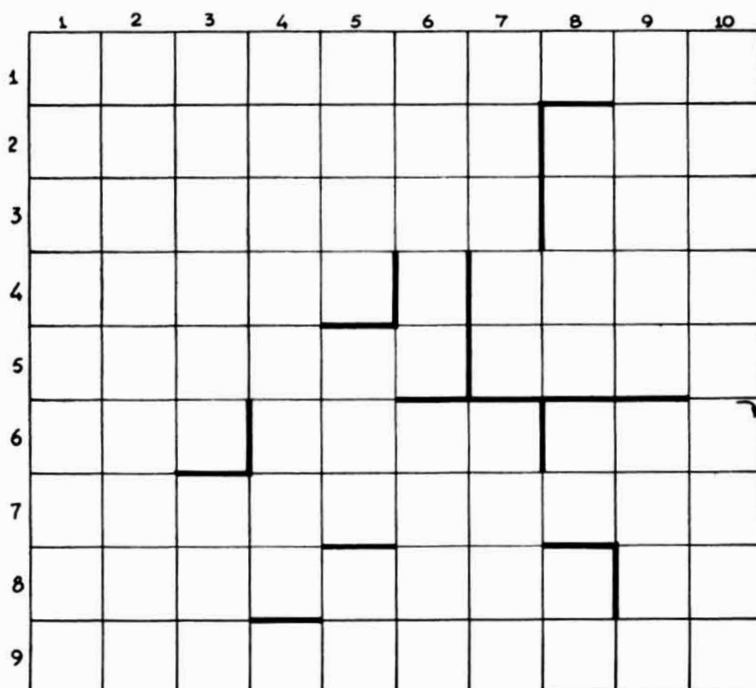
7. Tostar en EE.UU. Acerca de, Inglés sin T.
8. Tiene el gato. Evaluar. Negación. Radón, invertido.

9. Aleación de dilatación térmica muy pequeña. Queme.
10. Mineral de Mg (espuma de mar), invertido.

Las respuestas deben ser enviadas a la Casilla N° 10233
Departamento de Metalurgia. Se sortearán premios sorpresas.

METALOGRAMA

por Cuaven



FUNDICION Y RECUPERACION

METALURGICA

JOSE KAHN B. S.A.C.I.

LOS CERRILLOS: CASILLA 92 — LAS ENCINAS 338 — FONOS: 571090-571663

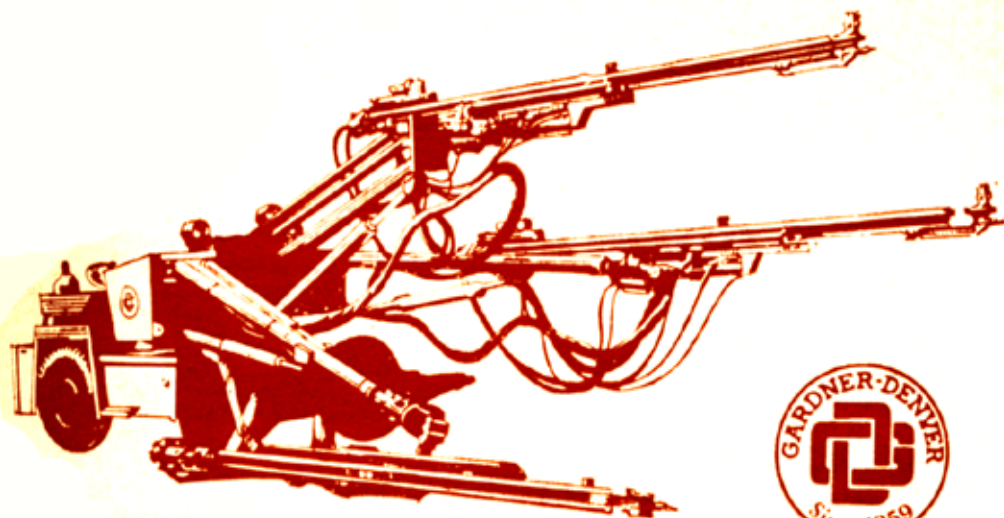
DIR. TELEG. "KAMET", SANTIAGO CHILE

EQUIPOS PARA MINERIA, PETROLEO E INDUSTRIA

Representantes Exclusivos para Chile

MAURICIO HOCHSCHILD S.A.I.C.

Agustinas 1360 Fono 82816 Casilla 153-D — Santiago



GARDNER-DENVER

GRUPO *minmetal* DE EMPRESAS DE INGENIERIA

EMPRESAS

minmetal
MINERIA Y METALURGIA CONSULTORES LTDA

diprotec
DISEÑO INGENIERIA Y PROYECTOS TECNICOS LTDA

commin
MONTAJES MINEROS INDUSTRIALES SA

DIVISIONES

- * Geologia
- * Recursos Hidráulicos
- * Explotación de Minas
- * Procesos e ingeniería Básica
- * Estudios Económicos
- * Ingeniería de diseño
- * Construcción y Montaje

OFICINA CENTRAL NUEVA YORK 25 PISO 6° FONO 82781 CASILLA 2695 TELEX SGO-297

SANTIAGO DE CHILE

**TODO PARA
CONSTRUIR**
A PRECIOS COOPERATIVOS



**COOPERATIVA
SODIMAC**

