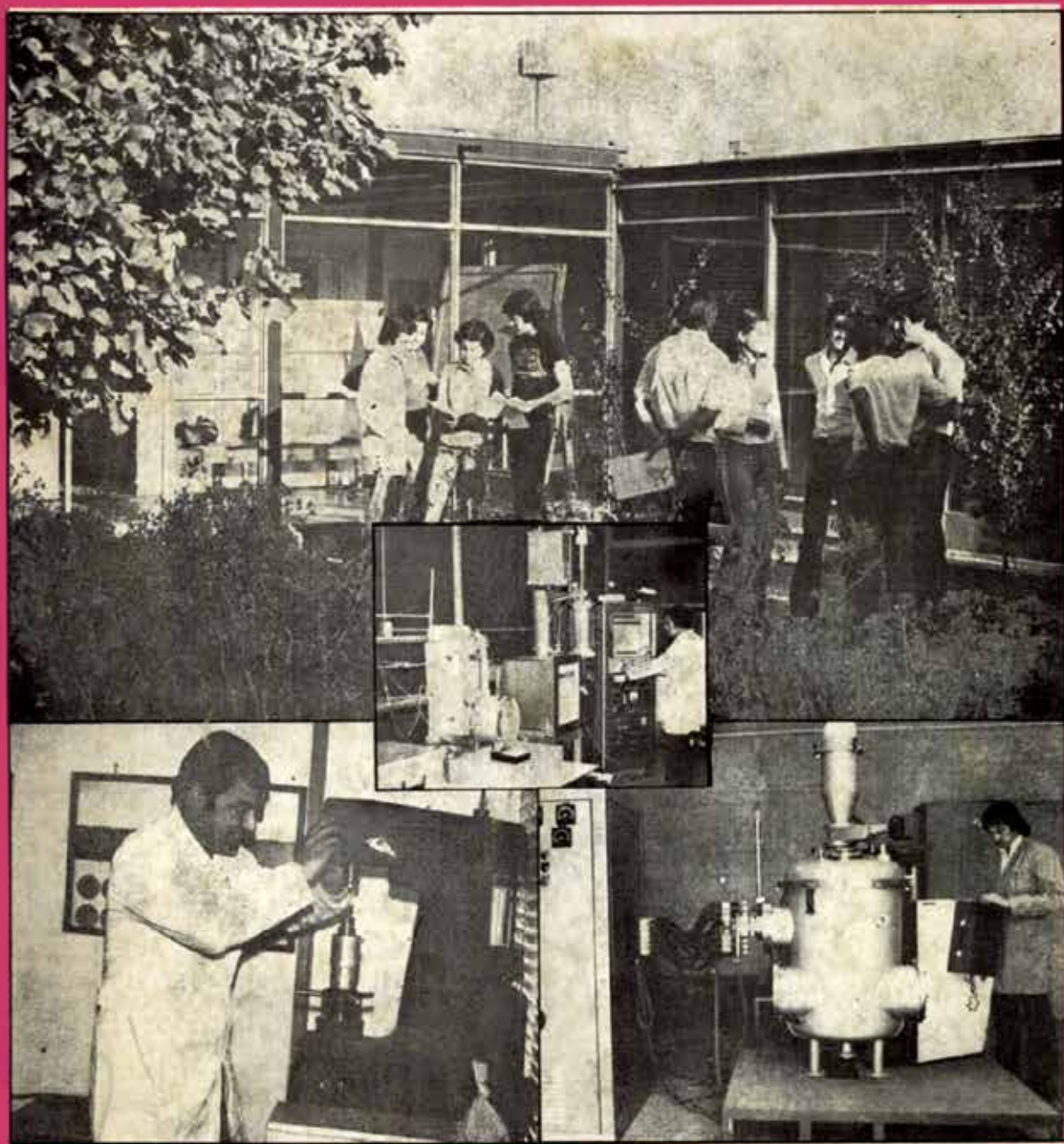




CONTACTO

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





COOPERATIVA
BELLAVISTA-TOME
MATIAS COUSIÑO 64 - 2º PISO
FONOS: 87254-712816
SANTIAGO DE CHILE

**UNA COMUNIDAD DE TRABAJO
AL SERVICIO DE CHILE
Y DE LA OCTAVA REGION**

Editorial

La aparición de este cuarto número de nuestra Revista llega a Uds., amigos de nuestro Departamento de Metalurgia, como un fruto de la colaboración de numerosos miembros de la comunidad metalúrgica, de lo cual estamos muy agradecidos.

Coincide esto con el inicio de un nuevo año de vida académica del Departamento, ocasión que es muy propicia para que a través de estas líneas, dar la bienvenida a los alumnos que comienzan sus estudios en la hermosa área de la ciencia y la tecnología, que se llama Metalurgia. Es posible que varios de estos alumnos no tengan aún muy claro el camino que han seguido, pero lo que sí es claro es que una vez que tomen el hilo de su futura profesión apreciarán el encanto fascinante que ella encierra y terminarán profundamente encariñados, como nos ocurre a todos quienes nos movemos día a día en el ámbito de la Metalurgia.

Aprovechamos esta oportunidad para invitar al sector estudiantil de la metalurgia para que estreche lazos de amistad a través de CONTACTO, y colabore vaciando aquí sus inquietudes renovadoras y críticas.





REVISTA

CONTACTO

UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO
FACULTAD DE INGENIERIA

REVISTA CONTACTO

Departamento de Metalurgia

Nº 4 Abril 1978

Director:

Dr. JORGE GARIN C.

Sub-Director:

Ing. RAUL RAMIREZ S.

Colaboran en esta Edición:

Dr. Nelson Santander.

Dr. Jorge Kittl.

Ing. Raúl Ramírez.

Sr. Juan Valencia.

Sr. Fernando Pau.

Ing. Manlio Debernardi.

Ing. Claudio Gompertz.

Ing. Manuel Carrasco.

Ing. Manuel Vidal.

Ing. Jaime Torreblanca.

Secretarías:

Sra. Blanca Morris.

Sra. Elena Miretti.

Fotógrafo:

Adrián Orrego.

Publicidad:

Gustavo Vera P.

Hernán Jeldes Meneses.

Teléfono 567345.

Editorial: Representaciones

Tecnológicas Ltda.

Imprenta Claus von Plate

Nuestra Portada

Distintos conjuntos del

Departamento de Metalurgia



SUMARIO

	Pág.
El papel de la metalurgia en el Desarrollo de la Energía Nuclear	3
El Empleo de Oxígeno en la Metalurgia Moderna	11
Forjadores de una Nueva Ciencia E. C. Bain	13
Algunas Notas Sobre las Transformaciones Masivas	17
El Sistema internacional de Medidas Aplicadas a la Metalurgia	21
El Teléfono	25
El Universitario y su compromiso con Chile	29
Chimenea Auxiliar en un Horno de Reverbero	32
Centro de Promoción de usos del Cobre	35
Control de Calidad y Metalurgia	39
Perforación de un Pozo de Petróleo	41
Notas Breves	47
Metalograma	48

EL PAPEL DE LA METALURGIA EN EL DESARROLLO DE LA ENERGIA NUCLEAR

1.— Analizaremos brevemente cuál es el papel que la Energía Nuclear puede o debe tener en los países en desarrollo.

Es claro que la disponibilidad de Energía barata y abundante es la llave para el desarrollo de los países hacia un tipo de vida moderno.

Esta evolución del tipo de vida es mandatorio dado que diferencias marcadas de desarrollo crean tensiones internas en los países de menor desarrollo y se puede llegar, como con la llegada de los españoles a América, a un verdadero colapso de las estructuras sociales.

La disponibilidad de Energía debe ser además tal que ésta no dependa, en el menor grado posible, de factores externos a los países.

La crisis del petróleo es un ejemplo demasiado claro de esto último y de como la vida toda de los países puede afectarse desde otras regiones del planeta cuando esta dependencia existe. Es claro que ante conflictos de intereses prevalecerán los intereses nacionales de cada país y consecuentemente la escasez de recursos repercutirá primero en los países importadores de energía y luego en los países productores.

Este panorama implica que debe considerarse con cuidado la implantación de la energía nuclear como recurso energético en los países para evitar caer en el futuro en problemas similares a los generados en el sector petróleo.

2.— Con respecto al petróleo hubo en los países, ingentes inversiones en el sector generador de energía, procesamiento para otros usos (Petroquímica) e industria autotransporte.



Dr. JORGE KITTL
Gerente Comité de Componentes
Nucleares, Comisión de Energía
Atómica de Argentina.

Una reducción del abastecimiento afecta fundamentalmente a esos sectores, pero en general el uso del petróleo es de una tecnología ampliamente difundida y todo realmente depende de un abastecimiento adecuado y barato.

* El presente trabajo fue expuesto por el doctor Kittl durante su estadía en nuestro departamento como Profesor Invitado a través del Proyecto Multinacional de Metalurgia de la O.E.A.

En el caso de la Energía Nuclear, el grado de desarrollo tecnológico que requiere su uso no es el alcanzado por muchos países y la tecnología de producción no está ampliamente difundida lo que establece una diferencia importante con el petróleo.

Separaremos el problema Energía Nuclear en dos partes: primero la tenencia del combustible base, uranio, y segundo la conversión de dicho combustible base en combustible listo para su uso en Centrales de Generación y la construcción y mantenimiento en operación de dichas Centrales de Generación.

3.— Para el caso de tenencia de combustible base o uranio, existen dos posibilidades: o se explota los recursos propios si existen y son aprovechables a un precio razonable o se compra y se acumula en cantidad tal que asegure el funcionamiento de las Centrales planificadas. Esto último es factible y de hecho países como Japón y Alemania, entre otros, han adoptado esta política ante la carencia de recursos propios. La gran ventaja de la Energía Nuclear es que el uranio puede conservarse indefinidamente y una vez adquirido y almacenado su precio no se altera. Con ventaja podría reemplazar al oro como patrón de valor: es energía no perecedera acumulada en un pequeño volumen.

Estados Unidos ha acumulado enormes reservas de uranio lo que le asegura una posición segura en este campo.

Inversiones en detectar, ubicar, extraer y concentrar uranio convierten en general una reserva de baja concentración distribuida en vastas regiones geográficas en un bien de gran valor unitario y fácilmente transportable.

Por eso esto constituye en general una inversión aconsejable a largo plazo e independiente de las fechas de implantación de la energía nuclear en una región.

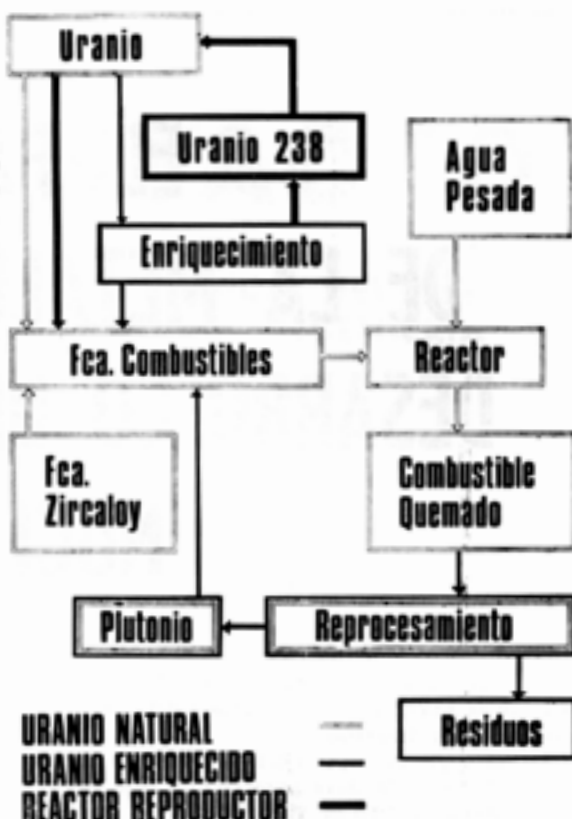
4.— La situación energética de cada país en particular determinará por efecto de los factores económicos y de política tecnológica el cronograma de implantación de instalaciones generadoras de energía utilizando combustible nuclear.

El conjunto de instalaciones requeridas para integrar un ciclo de utilización del uranio en Centrales Nucleares depende del tipo de tecnología a emplear. En la Fig. 1 se presenta un esquema de cada uno de los caminos posibles.

En el caso de Reactores Térmicos la diferencia fundamental entre utilizar uranio natural o enriquecido la constituye las instalaciones de enriquecimiento.

Estas instalaciones son de una tecnología especial que implica el manejo de grandes volúmenes de material altamente corrosivo, como lo es el hexafluoruro de uranio, en una planta de gran

FIGURA 1.





Hidrocivil

E. CRESTA

OBRAS TÉCNICAS E HIDRÁULICAS CIVILES

DEPTO. DE CLIMATIZACIÓN E HIDRÓNICA
 Acondicionamiento de Aire
 Calefacción Central
 Plantas Térmicas de Vapor
 Centrales de Agua Caliente
 Refrigeración Industrial
 Ventilación y Extracción de Aire
 Climatización de Ambientes

DEPTO. DE HIDRÁULICA Y ACONDICIONAMIENTO DE AGUA
 Sistemas de Tratamiento de Agua en Procesos Industriales
 Sistemas de Filtración y Equipamiento completo para Piscinas
 Sistemas Hidroneumáticos

DEPTO. DE AISLACIONES TERMOACÚSTICAS
 «URETHAN» Espuma de Poliuretano Rígida

DEPTO. COMERCIAL
 Representantes exclusivos de:
 Powers Regulator Co.-Controllos Automáticos, Eléctricos, Electrónicos
 Dupont Chemicals-AQUA CLEAR-Inhibidor de Corrosión e Inodorización
 Fluoro-Solvent-Protectorado disolvente para Cocherías Subterráneas
 Puras Corporation - Filtros para Piscinas
 Peabody Gordon Platt-Equipos de Combustión
 Inter-Globe S. A.-Generadores de Gase.

DEPTO. INDUSTRIAL
 Fabricantes de Calderas, Generadores de Vapor Compuestos, Ventiladores
 Centrífugos, Intercambiadores de Calor, Radiadores para Zócalos Radiantes, Estufas para Combustibles.

DEPARTAMENTO COMERCIAL - JUANA DE ARCO 2080
FONOS 232376-231240 - PROVIDENCIA
PLANTA INDUSTRIAL - OF. AV. MARATHON 3123
FONOS 460139-746198

tamaño. Este tipo de instalaciones significa una inversión prohibitiva para países medianos y chicos, amén de los problemas relacionados al acceso a material apto para explosivos nucleares que hace a estas plantas altamente sensibles a problemas geopolíticos.

El resto de las instalaciones son similares, con la salvedad de que el reprocesamiento del combustible quemado es, en el caso de uranio enriquecido, casi mandatorio desde el punto de vista económico, mientras que en el caso de uranio natural el valor económico del combustible quemado es mucho menor y puede almacenarse a la espera de que dicho valor mejore.

5.— Se plantea la pregunta: ¿Qué es necesario para que un país pueda tener instalaciones para producir energía nuclear y alimentarias con combustible? ¿Es esto conveniente?

Para intentar una respuesta analizaremos brevemente el conjunto de las instalaciones y los problemas que presentan.

6.— El Reactor es una unidad compleja de la cual se requiere un número limitado. Se pueden adquirir con diferente grado de integración local y se puede hasta conseguir financiamiento para su construcción. Los países desarrollados venden reactores como parte de sus exportaciones y aplican a ellos las políticas correspondientes.

Diseñar y construir un reactor productor de

energía es justificable sólo con una política que contemple la fabricación de un cierto número de tales unidades dentro de un plazo razonable. Si el número es pequeño o los plazos muy largos, la inversión que tal desarrollo significa será difícil de amortizar o los cambios tecnológicos que tendrán lugar harán obsoleto el reactor.

La adaptación de un reactor a condiciones locales y el rediseño de sectores del mismo son posibles y convenientes en todo caso, ya que contribuyen a su manejo y mantenimiento posterior. Hay que recordar que la economía de un reactor se basa en 20 a 30 años de funcionamiento continuado y no en 2 ó 3. Un reactor no es comparable a un auto de carrera, sino a un buen auto de serie cuya durabilidad está garantizada por muchos años.

En un reactor hay muchas partes convencionales, comenzando con el edificio y siguiendo con las instalaciones auxiliares de agua, generación eléctrica, etc. El grado de desarrollo tecnológico de un país permitirá una mayor o menor participación en la construcción de estas partes.

La importación de artefactos eléctricos o de pinturas y barnices, sería por ejemplo ridícula en la mayoría de los países.

Debe entenderse que debe tratarse de lograr una máxima participación nacional en la construcción de un reactor por razones de estricta economía.

Durante su vida útil, esto permitirá abastecer



Industrias Generales y Complementarias del Gas S.A. "INDUGAS"

ES UNA INDUSTRIA CHILENA DEDICADA ESPECIALMENTE A FABRICAR
LO MEJOR EN TODA EL AREA QUE TENGA RELACION CON LA
INDUSTRIA DEL GAS.

CALIFONTS JUNKERS
REGULADORES RACKOW
MEDIDORES ELSTER
VALVULAS RACKOW
CILINDROS DE GAS
CALEFACTORES AMBIENTALES

Todos en Variados Tipos
Consulte Directamente a:
COMPANIA 1555 — TELEFONO 83041 — CASILLA 4834, CORREO 2
ESTACION CENTRAL
FABRICA: LOGROSO 3871 — TELEFONO 795261



ELECTROTECNICA ELECTRA S.A.

PRIMEROS EN EQUIPOS
Y MATERIALES ELECTRICOS

- ◆ MATERIALES AISLANTES
- ◆ CONTROLES AUTOMATICOS
- ◆ ILUMINACION EN GENERAL



CONECTORES — TERMINALES
HERRAMIENTAS
A. M. P. DE U. S. A.

CONSULTENOS!

MORANDE 741
FONOS: 715516 / 721220
SAN PABLO 1205 — FONO 68867

Estacionamiento, Bodega y Adquisiciones:
SAN PABLO 1260
TELEX 40791

SUCURSALES EN :
CONCEPCION
VALPARAISO
ANTOFAGASTA

localmente al reactor con repuestos y mantenerlo a un costo menor y con la máxima velocidad, o sea, con los mínimos tiempos de fuera de servicio. La participación nacional exige la imposición de reglas de control de calidad estrictas y la incorporación de la "calidad nuclear" a la producción de una gran variedad de suministros.

Implantar una industria con requerimientos tecnológicos más avanzados implica cambios y así como la implantación de una industria local de electrodomésticos o de autotransporte significa un cambio cualitativo, la implantación de una industria nuclear implica otro salto cualitativo a niveles de calidad superiores.

En la industria nuclear la producción en serie es posible, pero se requiere el 100% de control en el producto final y muchas veces el 100% de control de productos intermedios durante el proceso de fabricación.

En consecuencia, un país puede tener un reactor de potencia por compra en otro país o por combinación de compra y fabricación local de partes del mismo, el camino elegido dependerá del grado de desarrollo de la industria local. Los gobiernos pueden, y deben propender al desarrollo de futuros proveedores locales con planes estables a largo plazo. Una política clara y sostenida en este sector es esencial para asegurar cualquier logro futuro.

7.— Con respecto a las instalaciones de suministro de combustible y agua pesada, se trata de instalaciones, si bien complejas, de tipo más convencional que el reactor y destinadas a producir muchas partes idénticas por muchos años.

La fabricación de agua pesada es en esencia una planta química de separación isotópica cuyo problema fundamental es lograr una producción a niveles económicos aceptables. Los principios de su tecnología no son secretos, pero el conocimiento de ingeniería, los problemas de corrosión, etc. que resultan de su operación, son imprescindibles para el diseño de nuevas plantas que puedan funcionar económicamente.

La fabricación de tubos y otras partes de circoy requiere una separación del Hafnio y producción del metal circonio y luego su procesamiento hasta los productos finales que son las vainas de los elementos combustibles y otras partes del mismo.

Se trata de procesos químicos y metalúrgicos que requieren el conocimiento de numerosos pasos de fabricación que individualmente se utilizan en otras fabricaciones, como ser fundición, laminado de tubos, tratamientos térmicos, etc. Todos estos pasos de fabricación tienen sin embargo dos elementos nuevos, uno la necesidad del conocimiento detallado del comportamiento metalúrgico del circonio y sus aleaciones y dos la necesidad de patrones de calidad nuclear a lo largo de todo el proceso de fabricación.

La fabricación del combustible agrega a los conocimientos indicados más arriba la necesidad de

entender el comportamiento del óxido de uranio, su interacción con la vaina combustible y procesos de fabricación mecánico - metalúrgicos especiales como soldadura, electroerosión, mecanizado, etc.

El bajo costo de estas instalaciones, comparado con el de un reactor, la necesidad de una producción continuada por un largo período y el gran número de unidades a producir anualmente, hace que este tipo de fabricación sea atractivo económicamente. Debe además tenerse en cuenta que se produce para un único o unos pocos clientes y que un reactor nuclear consume durante su vida útil combustible que tiene un costo total que excede el costo del reactor mismo. Dadas las características arriba mencionadas del tipo de fabricación y de las garantías de costo de generación que ello implica para las centrales es altamente recomendable que un país que adopte la energía nuclear como medio para satisfacer parte de su consumo energético fabrique su propio combustible. Para ello se requiere conocimientos en las áreas indicadas de ingeniería y la acumulación de experiencia de fabricación.

8.— En lo que hace al combustible quemado de las instalaciones de reprocesamiento requieren de una tecnología compleja que tiene sus bases en ingeniería química y es comparable en cierto modo a la fabricación de radioisótopos con fines médicos o de aplicación industrial. La complicación más seria de estas instalaciones es sin lugar a dudas el posible uso para fines no pacíficos del plutonio que resulta del reprocesamiento. Este reprocesamiento no es en realidad esencial desde el punto de vista económico, pero sí lo que se quiere es almacenar los residuos radioactivos y recuperar el plutonio, cuyo uso como combustible en el futuro puede ser muy importante, entonces sí sería conveniente.

Estas instalaciones son en todo caso una segunda etapa en el proceso y si bien es conveniente su desarrollo a nivel de instalaciones experimentales no es imprescindible su desarrollo en la primera etapa del proceso de implantación de energía nuclear en un país.

9.— Queda finalmente por mencionar el significado del ciclo correspondiente a los reactores rápidos o reproductores. En estos sistemas se quema el Uranio 235 o el Plutonio y se genera simultáneamente, a partir de un blanket de Uranio 238, más Plutonio que el que se quemó. Es decir que lentamente el Uranio 238, que no tenía uso en los reactores térmicos, se usa, y dado que el Uranio 238 constituye más del 99% del Uranio que se encuentra en la naturaleza, se puede aumentar de 1 a 20/50 veces la extracción de energía del uranio mediante este sistema. No escapa a nadie la importancia de esto.

Si todos los países queman su uranio 235 sólo quedan residuos con Plutonio y Uranio 238 aptos para quemar, previo reprocesamiento, en estos

ELECTRO ALMACEN

ENRIQUE SCHADENBERG H.
Técnico Electricista
R.U.T.: 150.524-6

EL ALMACEN DEL
RAMO ELECTRICO
ROCA 960 TEL.: 22414 CAS. 49

Punta Arenas

MUEBLERIA Y
CARPINTERIA

LONDRES

NICOLAS Y FRANCISCO MAINKOVIC

A. SANHUEZA 1348 — FONO 21591

Punta Arenas

Compañía Marítima de Punta Arenas S. A.

Agente representante de las
principales firmas navieras

INDEPENDENCIA 830 — CASILLA 337
FONOS: 21871 / 22593 / TELEX 80809
COMAP CL

Punta Arenas

VICUÑA LIBROS

LIBROS TECNICOS
CREDITOS

FAGNANO 665 FONO 21949

Punta Arenas

reactores reproductores. Si se estima en 50 a 100 años la duración del ciclo de energía nuclear con reactores térmicos, este ciclo se alarga a 500 a 1000 años con los reactores reproductores, con la ventaja de que el combustible está ya almacenado en las colas de enriquecimiento (ricas en Uranio 238) o en el combustible quemado.

Las dificultades de este ciclo son grandes.

El reactor tiene una tecnología más compleja que los reactores térmicos, por ejemplo se refrigera con sodio líquido, hay intercambiadores sodio/agua, etc.

La fabricación del combustible es más compleja y sujeta a las dificultades de trabajar con materiales radioactivos.

La tecnología de reactores rápidos, si bien tiene cosas en común, es más compleja que la de los reactores térmicos y requiere por lo tanto la existencia de una industria con el mayor grado de desarrollo que se haya alcanzado al presente y la realización de ingentes inversiones en el área específica que hace a dichos reactores.

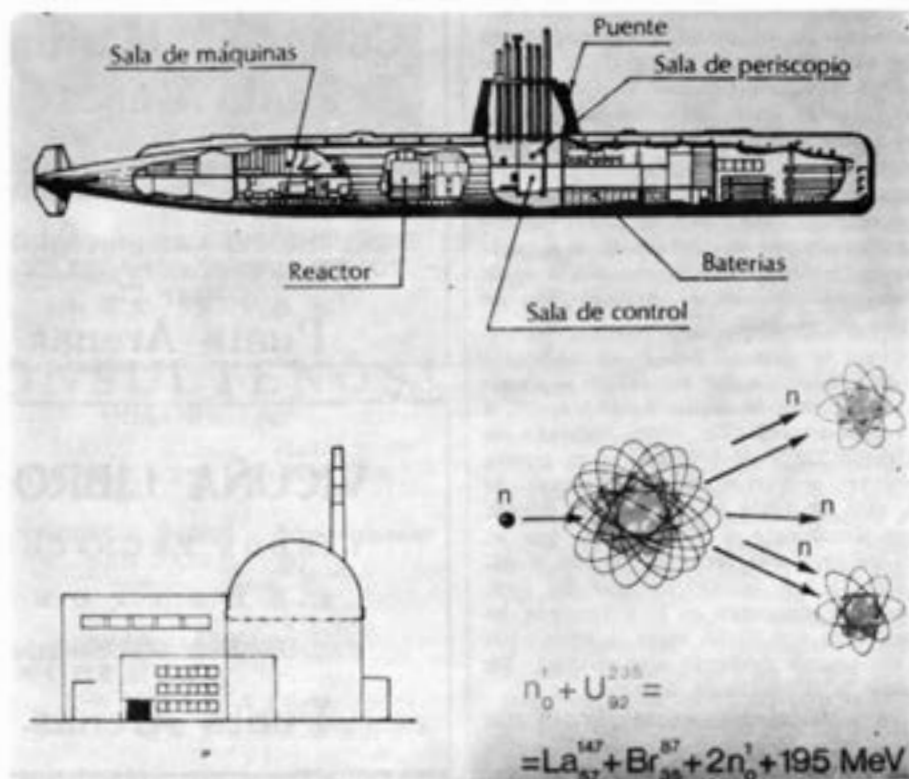
10.— Del análisis precedente surge, que establecida la necesidad de generar energía en un país y siendo la energía nuclear una alternativa económicamente conveniente, dicha instalación será aconsejable cuando se cuente con recursos uraníferos asegurados y una industria e infraestructura científico-tecnológica tal, que pueda desarrollar alternativas de abastecimiento de combustible local en un plazo razonable para proveer el mantenimiento adecuado de los reactores.

Se presenta así como íntimamente ligados al desarrollo de esta fuente energética tanto el conocimiento académico como la capacidad industrial.

11.— El conjunto de necesidades que presenta el desarrollo de energía nuclear consiste en diseñar y construir componentes y sistemas que requieren el aporte de ingeniería mecánica, química, eléctrica, electrónica, construcciones civiles, metalurgia, etc. Este conjunto requiere además la existencia de especialistas en ingeniería nuclear que estudian y adaptan los diferentes sistemas y mecanismos a las necesidades específicas de la generación de energía atómica. Sin la existencia de una base sólida del conjunto de las especialidades de ingeniería, no se puede encarar proyectos en esta área, que constituye una de las áreas de la ingeniería que presenta mayores exigencias técnicas.

12.— La metalurgia está íntimamente ligada al nacimiento y desarrollo de la energía nuclear.

Uno de los primeros problemas que se presentaron al tratar de demostrar la posibilidad de las reacciones nucleares autosostenidas, fue el de lograr cantidades apreciables de uranio de pureza tal que la presencia de otros elementos no frenara la reacción termonuclear. Fue necesario fabricar algunas toneladas de un metal casi desconocido en aquella época y transformarlo en barras y chapas de características determinadas. Un grupo de Metalurgistas fue reunido a tal pro-



pósito, seleccionados entre los más capaces de que disponía Estados Unidos en aquella época y en tiempo record resolvió los problemas y produjo el material necesario. Aquello fue sólo el comienzo y reiteradamente desde entonces se ha reconocido que el factor limitativo a los desarrollos nucleares es la capacidad de desarrollar y fabricar nuevas aleaciones que permitan condiciones de trabajo más severas.

Uno de los ejemplos más notables fue el desarrollo de las aleaciones de circonio, Zircaloy-2 y 4, que eran necesarias para el reactor compacto diseñado para los submarinos atómicos de Estados Unidos. El submarino Nautilus tenía fecha de botadura y estaban en plena construcción todas sus partes menos las vainas para los combustibles. Las aleaciones probadas habían fallado, en realidad lo primero seleccionado fue circonio puro pero ensayadas las primeras vainas estas fallaron lamentablemente. Luego de un análisis frenético de todos los datos disponibles y ya sin tiempo para nuevos ensayos se seleccionó una composición que para suerte de los involucrados resultó y que hoy se conoce como Zircaloy-2.

Más recientemente y en el frente del desarrollo tecnológico están los aceros ferríticos utilizados para tubos de intercambiadores de calor entre sodio líquido y agua. Fallas en este sistema son peligrosas y el intercambiador debe funcionar con seguridad por largos años para que los reactores reproductores sean técnicamente factibles. Problemas de corrosión en el lado del sodio y del agua, la resistencia mecánica a temperatura y tensión y los problemas de soldadura de estas aleaciones entre otros, son grandes y existen factores limitativos importantes. Así por ejemplo se requiere el conocimiento del comportamiento mecánico para largos tiempos para asegurar la estabilidad del intercambiador durante la vida útil de la central: se llega a pedir ensayos de 100.000 horas de duración, o sea del orden de 10 a 12 años.

El problema no es fabricar un intercambiador, el problema es garantizar su funcionamiento durante 20 a 30 años.

En esto es donde la metalurgia con todas sus especialidades es esencial, en esto cuenta fundamentalmente poder asegurar el mantenimiento de las propiedades en condiciones de servicio cada vez más severas de temperatura, medios corrosivos y radiación. No es ya suficiente poder fabricar un componente con una aleación que esté en composición, que éste tenga buena terminación y esté en especificaciones dimensionales; el componente debe ser adecuado a las condiciones de servicio impuestas.

13.— A la pregunta ¿En qué consiste la metalurgia nuclear? Se puede responder que primero debe desarrollarse buena metalurgia y luego con esa base y años de dedicación al estudio y al trabajo con aleaciones de uso nuclear se tiene la experiencia para poder decir que se sabe la metalurgia que es necesaria en la rama nuclear.

Los principios básicos son similares, pero las particularidades del circonio, uranio, de los óxidos de uranio, del aluminio, de los aceros inoxidables, requieren experiencia que se adquiere sólo con tiempo y trabajo. Un metalurgista que lleve años en Huachipato conoce de aceros y seguramente puede aportar a la selección de aceros para la parte de construcción civil del reactor. No se podría pedir algo así a un metalurgista que llevara años estudiando aleaciones de cobre por más capaz que éste sea. Ahora, es claro también que si el metalurgista de Huachipato no tiene una buena base no tendrá la flexibilidad necesaria para adaptarse a pensar en las condiciones nuevas que se le plantean.

Por lo tanto la acumulación de experiencia en el comportamiento de metales y aleaciones de uso en reactores nucleares es la metalurgia nuclear.

Lograr experiencia y conocimientos lleva años, requiere tiempo, requiere continuidad en una dirección dada. No se puede generar experiencia cuando se necesita, ésta se genera antes, es previa.

Por esto es, que todo plan de implantación de energía nuclear está asociado a una serie de acciones que comienzan 10 o más años antes. Acciones entre las cuales la acumulación de experiencia por metalurgistas capaces en metales de uso nuclear es una de las más importantes.

Es interesante que los países desarrollados se caracterizan por un estricto sentido de la buena aplicación de los recursos humanos; un grupo tiene continuidad y sus conocimientos llegan así a estar disponibles cuando hacen falta. Muchas veces en países en desarrollo los mayores recursos se aplican de una manera discontinua y así se pierden o se entrena y capacita a especialistas que cuando son necesarios ya no están disponibles porque por razones socio-económicas los han llevado a otras actividades. Es común el caso de que el especialista formado se queje que no tiene gente para hacer las cosas, sin darse cuenta al pasar frente a un espejo que era él la persona destinada a tal tarea y por eso "no tiene gente".

Para resolver este agudo problema sólo queda realizar un gran esfuerzo para asegurar continuidad a las instituciones y dar el reconocimiento académico y/o técnico que corresponde a los especialistas para que estén en su puesto el día que sean necesarios.

RATIER Y CIA. LTDA.

Agentes Generales

AIR FRANCE — CANADIAN PACIFIC

MAIPU 402 — FONOS 25831 / 25883
CASILLA 935

CONCEPCION



CENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA

AV. PARQUE INSTITUCIONAL 6500 — FONO 2 8 9 5 4 4
CASILLA 170 CORREO 10 SANTIAGO

Ofrece al Productor Minero:

- Investigación aplicada en todas las etapas del proceso productivo minero y metalúrgico.
- Servicio de análisis químico clásico, microscópico e instrumental.
- Planta Piloto de chancado, molienda y flotación, y de transporte hidráulico de sólidos por tuberías.



**REFRACTARIOS LOTA GREEN
S. A.**

**Primer fabricante de materiales
refractarios en el País.**

HUERFANOS 9 7 9/7° PISO — FONOS: 63803 / 68135
SANTIAGO

SOCOLECTRI

**INSTALACIONES ELECTRICAS E INDUSTRIALES EN ALTA Y BAJA TENSION
TELECOMUNICACIONES Y TELEFONIA EN GENERAL**

VENTA DE EQUIPOS

ESTADO ALAMEDA 881 — OF. 34 FONO 32225 SANTIAGO

Telefonía Radio Mux y Video

Proyecto
Instalación
Mantenición
Reparación

Venta de Equipos

Reparación
Mantenición
Repuestos

HERNAN CRUZ y Cía.

LINEA BLANCA

ELECTRONICA

JOSE MENENDEZ 786

FONO 2 4 2 7 0

Punta Arenas

Ferretería "MARSAN"

LA FERRETERIA QUE

SABE MAS DE GAS

ECUATORIANA 716

Punta Arenas

EL EMPLEO DEL OXIGENO EN LA METALURGIA MODERNA



Dr. Ing. NELSON SANTANDER
Profesor Jornada Completa
del Depto. de Metalurgia U.T.E.

El oxígeno es un elemento maravilloso. Permite la vida de plantas y animales, permite el aprovechamiento de la energía almacenada en los combustibles fósiles y, en nuestro caso, ha permitido dar un vuelco fantástico a la Metalurgia en este siglo. Lejos estuvo sin duda el gran sabio francés Lavoisier de imaginar los alcances que tendría su hallazgo cuando bautizó al nuevo elemento oxígeno, en una época en que aún se creía en la teoría alquimista del flogistón.

Los primitivos metalurgistas, sin tener la menor idea de la existencia del elemento oxígeno, se percataron muy pronto que algo había en el aire que mejoraba la operación de sus hornos, de modo que los instalaban en lugares donde hubiera un buen acceso a los vientos. Los nativos de muchos territorios han usado, hasta la llegada de la civilización, técnicas de insuflado de aire empleando cañas o tubos sopladitos por la boca. Por supuesto que ellos tampoco sabían que el aire contenía oxígeno.

Quien revise la historia de la Metalurgia se asombrará de ver lo tediosas que resultaban muchas operaciones aún en el siglo pasado. La fabricación de acero por la técnica del pudelado, y la obtención de cobre

por el proceso galés son excelentes ilustraciones de ello. Hoy nos damos cuenta que muy distinta habría sido la situación para esos esforzados metalurgistas, si hubieran dispuesto de una buena tecnología del oxígeno.

Una vez más debemos manifestar nuestra admiración y agradecimiento a Sir Henry Bessemer por su colosal invención que con toda propiedad podemos calificar como el preludio de los procesos al oxígeno. Bessemer inauguró la era de los procesos neumáticos y con ello trajo una revolución tecnológica en la Siderurgia, y más tarde en los no-ferrosos.

La era del oxígeno se inició al comenzar el siglo 20. Para ser más precisos, fue el noble alemán Carl von Linde quien en 1902 fabricó oxígeno puro a partir de la destilación del aire líquido. Se dio así el paso fundamental para emplear el oxígeno en procesos industriales en la medicina, y en la investigación. Sin este paso, es difícil imaginar cómo se hubiera desarrollado la cohetaría, por ejemplo.

La introducción del oxígeno puro, en forma industrial en la Metalurgia, sólo vino a materializarse después de la Segunda Guerra Mundial, y se debe a consecuencias surgidas por la

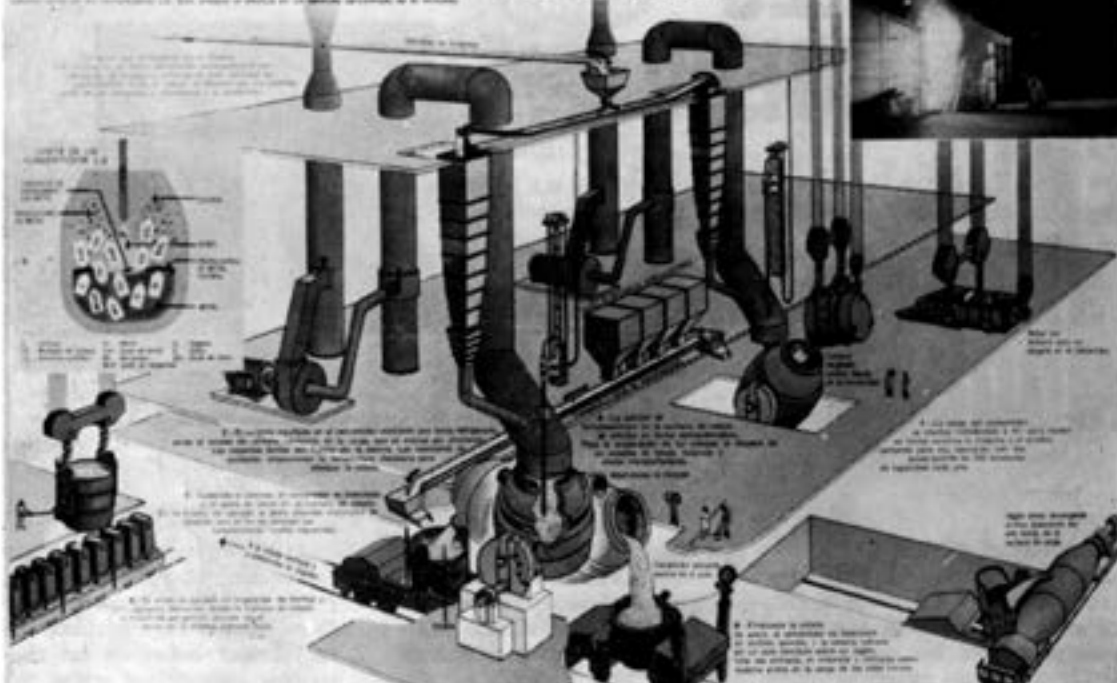
crisis energética causada por la 2a. guerra.

Los exitosos experimentos obtenidos por los austriacos para fabricar acero en un convertidor soplado por arriba, dieron como resultado la tecnología de los aceros fabricados con oxígeno. Esta técnica, puesta en marcha en forma experimental en 1949, se conoce hoy como proceso LD. Sólo en forma reciente llegó a Chile la operatoria de aceración empleando oxígeno. Lo primero que se hizo fue poner en operación un sistema de injerto, para lo cual se inyectó oxígeno empleando gruesas lanzas refrigeradas, que se introducían por las bóvedas de los hornos Siemens-Martin. Posteriormente se optó por introducir la técnica LD propiamente tal, al poner en marcha la nueva acería que cuenta con 2 convertidores al oxígeno tipo LD y conocidos en forma criolla como convertidores CONOX. Conocida es por los metalurgistas la solubilidad del nitrógeno en el hierro con el consiguiente daño a sus propiedades, por ende, la introducción de los aceros al oxígeno vino muy favorablemente a cambiar esta situación, por cuanto el soplado con aire introducía irremediablemente nitrógeno al baño.

Desde 1959 se ha venido em-

Del arrabio al acero, en el convertidor LD

Diagrama de un sistema de conversión de arrabio a acero en un convertidor LD. El sistema incluye un horno de arrabio, un convertidor LD, un horno de acero y un sistema de transporte de acero.



pleando con éxito el insuflado de aire enriquecido con oxígeno en las toberas de los Altos Hornos. En forma similar puede lograrse una optimización térmica en los hornos de cubilotes gracias a un ligero enriquecimiento de oxígeno en el aire insuflado. Sin embargo, las mejoras modernas hechas a los cubilotes en países desarrollados están aún algo lejanas para nuestras modernas fundiciones.

Otra aplicación siderúrgica importante del oxígeno ha sido la introducción de oxígeno industrial en los hornos eléctricos de arco. Para esto, se inyecta el oxígeno a través de cañerías introducidas temporalmente en el baño líquido, durante la etapa de oxidación de las impurezas. Esta práctica viene a reemplazar el empleo de óxidos de fierro sólidos (mineral, batiduras de laminación, etc.) en la primera etapa del proceso de aceración.

En la industria cuprera el empleo del oxígeno ha sido tanto o quizás más exitoso que

en la Siderurgia. Las primeras aplicaciones se hicieron en el proceso de fusión flash de la firma Canadiense INCO poco después del término de la 2a. guerra. En nuestro país, la pionera fue la aplicación de la técnica japonesa del Oxygen Smelting en los convertidores de cobre. Gracias al mejoramiento del balance térmico del convertidor logrado al enriquecer con oxígeno el aire de soplado, se logró aprovechar el excedente calórico para fundir concentrados de cobre, en una operación discontinua. Más tarde, e inspirados en los éxitos logrados en otras fundiciones extranjeras, los metalurgistas criollos comenzaron a experimentar con el enriquecimiento del balance térmico del usado en la combustión de los hornos de reverbero. El resultado final fue la instalación de oxiquemadores en la bóveda del reverbero. Esto ha motivado a otros metalurgistas a estudiar el empleo de oxiquemadores a carboncillo. Hace muchos años que los metalurgis-

tas se percataron que el nitrógeno del aire jugaba un mero rol de "pasajero térmico" en los procesos pirometalúrgicos, contribuyendo sólo a gastos térmicos y de ninguna manera a favor del proceso, con el agravante que el nitrógeno representa casi el 80% en volumen total de aire empleado en combustiones, oxidaciones, etc.

El empleo del oxígeno en los nuevos procesos cupreros en el mundo, ha aumentado considerablemente. Tal es el caso de los procesos Mitsubishi, Kaldor y Flash INCO. El nuevo proceso continuo puesto en marcha en Caletones ha aprovechado también las bondades de la tecnología del oxígeno.

El empleo más intensivo del oxígeno en Metalurgia sin duda que seguirá aumentando en el futuro. Como una elocuente ilustración baste señalar que Chuquicamata se encuentra ya instalando su planta para el empleo de oxígeno en su fundición de sulfuros, y Caletones, en muy breve plazo, instalará una nueva planta de oxígeno.

Siendo el objetivo de este artículo, un recuento de las contribuciones de Bain a la metalurgia, en lugar de un relato de la historia de su vida, existen sin embargo algunos rasgos biográficos relevantes que han tenido una influencia directa sobre su trabajo científico y que son de utilidad darlos a conocer al lector.

Edgar Bain inició su carrera como químico. Después de su graduación como Ing. Químico en la Universidad estatal de Ohio, comenzó a ejercer su profesión al Servicio del Gobierno, primero con el U.S. Geological Survey y finalmente con el U.S. Bureau of Standards. Luego retornó a la Universidad Estatal de Ohio para proseguir estudios de graduados, siguiendo un breve período de intensos estudios en la Universidad de Columbia con el profesor William Campbell. Su creciente interés por la Metalurgia lo llevó a ejercer el cargo de instructor en Metalografía y Pirometría en la universidad de Wisconsin.

A la edad de 27 años, una vez finalizada la guerra, reanudó sus investigaciones metalúrgicas en la General Electric. En esta compañía junto con Zay Jeffries y Albert Hull se inició



EDGAR C. BAIN

Forjadores de una nueva ciencia:

Edgar C. Bain



RAÚL RAMÍREZ SALAS

Ingeniero de Ejecución en Metalurgia
Profesor jornada completa
Departamento de Metalurgia

en el campo de la difracción de Rayos X y del análisis cristalográfico de los metales. Esta nueva dirección en sus trabajos lo llevó al campo de la Física.

En 1923 se incorporó como investigador metalurgista a la Atlas Steel Corporation en donde comienza su larga y fructífera asociación con Marcus Grossmann. Entre los años 1928-1930 Bain formó parte de varios grupos de investigación en diferentes compañías y Laboratorios teniendo la oportunidad de conocer y trabajar con profesionales como J.R. Vilella, E. S. Davenport.

En 1935 Bain fue llamado a la U.S. Steel para ocupar el puesto de Asistent del Vice-presidente, marcando esto el fin de su carrera como investigador de laboratorio. A 15 años de su primera publicación, su reputación era conocida en todo el mundo y había recibido honores y premios que continuaron por muchos años más.

Aún después que él dejó el Laboratorio continuó haciendo contribuciones tanto a la tecnología como a los mandos directivos.

Bain poseía una cualidad no muy común, la de una feliz combinación de "pensador" y "realizador".

Sus conocimientos de química y Física lo ayudaron en la planificación de muchas investiga-

ciones y se podría decir que fue el primero de los "modernos" metalurgistas interdisciplinarios.

Esto lo posibilitó para interpretar los resultados de sus estudios de tal forma que ellos son completamente consistentes con las ideas que existen en la actualidad.

De un modo más específico, Bain reconoció la necesidad del control cuidadoso de todas las variables experimentales y de la necesidad de cambiar una variable a la vez. Fue experto en la formulación de hipótesis y en sugerir explicaciones que luego los llevaba a un ensayo de experimento crítico. También prefería estudiar sistemas amplios en lugar de casos individuales, siendo un buen ejemplo sus trabajos sobre el efecto de los elementos aleantes en las propiedades de los aceros.

El vió más claro que muchos, la necesidad de tomar el tiempo como variable significativa, lo que lo llevó eventualmente a la realización de su trabajo de mayor importancia "El estudio de la velocidad de descomposición isotérmica de la austenita".

Como experimentalista fue ingenioso para obtener resultados significativos con equipos muy simples como por ejemplo el uso del dilatómetro de temple en los estudios de la descomposición de la austenita.

No tenía miedo a las discusiones y fue firme en la defensa de sus puntos de vista, sin tener inconvenientes en cambiar pensamientos tradicionales si poseía buenas razones para hacerlo

y se le podría llamar "el campeón de la Metalurgia no tradicional".

Para ilustrar algunas de sus contribuciones se ha optado por agruparlas en campos amplios en lugar de discutir las en orden cronológico.

Contribución al estudio de Rayos X

Sus primeras publicaciones se refieren al entonces, nuevo campo del análisis cristalino de los metales con rayos X. Para apreciar la importancia de sus trabajos, hay que recordar que en los años 1920 existía una gran ignorancia y confusión en lo referente a la naturaleza de las soluciones sólidas.

Había una tendencia a considerar que toda la materia estaba constituida de moléculas en lugar de átomos. Existía también mucha discusión respecto a la pregunta ¿Qué es un acero?

En esta publicación (1921) presentó la primera evidencia experimental que las soluciones sólidas eran esencialmente un simple reemplazo de átomos de solvente por átomos de soluto. También obtuvo las primeras indicaciones de la reacción orden-desorden y de las super-redes aunque su significación solo tuvo real importancia mucho después.

Una investigación en la cual los datos obtenidos por rayos X jugaron un rol importante, fue sobre las causas del endurecimiento al rojo en los aceros de herramientas. El objetivo específico fue determinar la causa del incremento de dureza en los aceros que contienen alrededor de 20% de W cuando son revenidos en el rango de 540-600°C. A pesar que este efecto era usado en forma empírica para producir aceros rápidos, su naturaleza no era entendida. Bain y Jeffries usando datos de rayos X para determinar la forma alotrópica del acero y su contenido de carbono alcanzó las siguientes conclusiones:

"La causa de la dureza al rojo de los aceros rápidos puede ser establecida como sigue: los cambios que producen el ablandamiento de la martensita en los aceros al carbono son el crecimiento de los granos de ferrita y el crecimiento de las partículas de carburos por encima de un tamaño crítico. Cambios similares se producen en los aceros rápidos sólo a la temperatura correspondiente al color rojo.

Las razones sobresalientes para la retención; a esta temperatura, de granos finos de ferrita en los aceros rápidos, son el aumento de la resistencia al crecimiento debido a los elementos en dispersión atómica dentro de la ferrita y a la gran presencia obstructiva de las partículas de carburos. Las razones para la retención de las partículas de carburos de tamaño crítico eran la gran estabilidad de los carburos de Fe y W, y el gran tamaño de los átomos de W. El carburo doble es un componente intermetálico que se forma en la cristalización.

La formación de una partícula de este carburo, por lo tanto, requiere un número de áto-



Estructura de un acero con 30% de Ni mostrando Placas de Martensita.

mos de W que deben ser suministrados por difusión a través de la red de la ferrita. La precipitación y crecimiento del carburo doble en los aceros rápidos templados a la temperatura del rojo, es así de algún modo, comparable a la precipitación y crecimiento de la cementita, en los aceros al carbono templados, por debajo de 300°C."

Las ideas presentadas aquí, con ligeras modificaciones, son todavía las usadas para explicar este fenómeno.

En 1930, Bain y Aborn hicieron una gran contribución al conocimiento de los aceros inoxidables Cr-Ni, principalmente en lo que se refiere a la corrosión intergranular. Demostraron que dicha corrosión se debía a la precipitación, en los bordes de los granos, de carburos ricos en Cr, produciéndose un empobrecimiento local de dicho elemento en estas regiones, lo que hacía a estos bordes de granos más susceptibles al ataque corrosivo. Además indicaron algunos posibles medios por los cuales se podía prevenir o remediar este efecto:

Uno de ellos fue tener aceros con bajos contenidos en Carbono. Otro fue precipitar los carburos a una temperatura tal que la difusión del cromo fuera lo suficientemente rápida para restaurar las áreas empobrecidas y un tercer medio fue formar un carburo estable con algún otro elemento diferente del Cr, sugiriendo que este elemento podría ser el Titanio con lo que se lograba la estabilización del acero.

La transformación de la Austenita

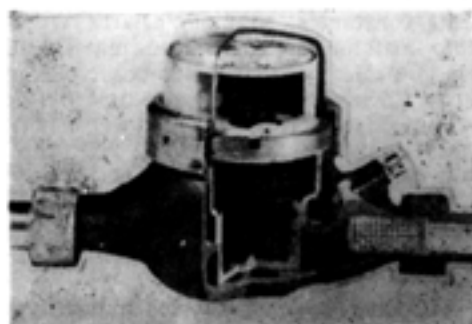
Una de las mayores controversias de la década del 20 se centraba en la región de los "aceros" del diagrama Fe-C y las reacciones en el acero durante su enfriamiento. Hoy día mirando hacia atrás, está claro que ninguna persona entendía con certeza qué era lo que verdaderamente sucedía cuando un acero se enfriaba desde el rango de temperatura austenítica a temperaturas algo más bajas. Bain, por supuesto, estuvo envuelto en estos debates, al principio en forma indirecta y más tarde directamente contribuyendo grandemente a la solución correcta de este problema general.

Por ejemplo, él investigó la estructura de la austenita y la forma de la celdilla unitaria de la martensita. También mostró que la cantidad de austenita retenida en el acero, aumentaba a medida que la severidad del temple disminuía.

Este trabajo se realizó en un acero al Ni (20%) que contenía diferentes cantidades de carbono. La cantidad de austenita retenida fue determinada mediante mediciones magnéticas y espectroscópicas con rayos X. Se comprobó que una muestra templada en aceite presentaba una mayor cantidad de austenita retenida que una muestra templada en agua. Bain no pretendió un entendimiento completo del fenómeno pero aportó ciertos pensamientos acerca de él.

Bain reconoció que la martensita era una so-

Compañía Chilena de Medidores S. A.



FABRICA DE MEDIDORES DE AGUA
DE 1/2" * 3/4" * 1" y 1 1/2"

Representantes de
COMPTUEURS

SCHLUMBERGER,

Francia, para:

- ◆ Medidores Woltmann
- ◆ Rieles de Protección
- ◆ Medidores Eléctricos
- ◆ Sistemas de Telecontrol

GENERAL FREIRE 725 FONO 588362
SANTIAGO

Motores Eléctricos

Concepción

ANTONIO CORREA AEDO
& HIJOS

Motores y Dinamos

VICENTE ACUÑA 544 — FONO 21138
CONCEPCION

FABRICA DE ROPA DE TRABAJO
Y VESTUARIO EN GENERAL

Scarpa Abu-Gosch y Cía. Ltda.

TIENDA "LA RIOJA"

Fono 23253

TIENDA "LA REBAJA"

Fono 24915

21 DE MAYO 1465 — FONO 24517
CASILLA 105-D — CABLES S C A B U

Punta Arenas

lución sólida y no necesariamente una fase intermedia en la secuencia de transformación como era la creencia general de la época.

Con la aparición del ahora considerado "paper clásico" de Bain y Davenport sobre la transformación de la austenita a temperaturas subcríticas constantes, se pudo aclarar el pensamiento metalúrgico sobre esta materia. Utilizando la técnica que había sido desarrollada por Bain y Waving, de colocar una muestra delgada en un dilatómetro y siguiendo el cambio en longitud cuando el conjunto era templado desde alta temperatura en un baño de plomo mantenido a temperatura constante, midieron el tiempo requerido para la transformación de la Austenita sobre un amplio rango de temperaturas.

A partir de este trabajo, los autores propusieron la adición de un factor tiempo al diagrama Fe-C. El resultado de esto fueron los famosos diagramas que primeramente recibieron el nombre de curvas de la S y que hoy día conocemos como los diagramas Tiempo Temperatura Transformación.

Con estos datos a la mano fue posible, entre otras cosas, sugerir un conjunto de nuevos nombres para los productos de la descomposición de la austenita y de la Martensita ya que los antiguos nombres eran muy confusos debido a la similitud microscópica. Por ejemplo, se cambió el nombre de Troostita por Bainita, esto fue realizado en el año 1934, pero los nombres Troostita y Sorbita tomaron varios años en caer en desuso y muchas de las autoridades de la época se resistieron fuertemente al cambio.

Tamaño de grano Austenítico

En uno de sus primeros trabajos, Bain puntualizó que: a menor tamaño de grano, más rápida es la transformación a perlita fina. Por lo tanto el tamaño de grano efectivo parece ser el factor más importante que influye sobre la templabilidad del acero. Esto llevó al mejoramiento de los medios para revelar el tamaño del grano austenítico y a su medición con mayor facilidad y exactitud. Un buen resumen de este trabajo fue publicado en 1938 en el "Journal of the Iron and Steel Institute."

En la época en que dejó el laboratorio, Bain disponía de una gran cantidad de información sobre los efectos de los elementos aleantes en los aceros, en el equilibrio y en las velocidades de transformación. El estaba, por lo tanto, en condiciones de organizar y generalizar mucha de esta información para dar un cuadro claro, conciso, y sorprendentemente exacto del rol de los elementos aleantes en el acero.

Esto lo realizó en cinco clases dictadas en la reunión de la ASM en Chicago en 1939. Luego fue publicado en forma de libro con el título Function of Alloying Elements in Steel, y en el año 1961, apareció una edición revisada siendo todavía un trabajo estándar en este campo.

Bain continuó contribuyendo a la literatura metalúrgica a través de una serie de clases, charlas y artículos en revistas, siendo su paper sobre la estructura y templabilidad del acero, en 1963 un ejemplo de esto último.

Edgar Collins Bain murió el 27 de Noviembre de 1971 a la edad de 80 años.

Nota.- Extractado y adaptado del artículo "Historical Account of the Contributions of E.C. BAIN", Publicado en la Revista Metallurgical Transactions de Mayo 1972 pág. 1035.

EMPRESA CONSTRUCTORA ELECTRICA

Jaime de la Sotta L.

Estudios Proyectos — Líneas y Redes
en Alta y Baja Tensión — Montaje de
Transformadores — Iluminación Urbanis-
tica — Instalaciones Interiores.

VILLASANA 1790

(Mapocho altura 3800)

FONO: 734255 — CASILLA 12072
SANTIAGO

OPTICA 
Benöhr

30 AÑOS
AL SERVICIO DE
SUS OJOS

O'HIGGINS 539 / TEL. 25295 / CAS. 2222
CONCEPCION

GEOCONSULT

GEOLOGOS CONSULTORES LTDA.

- Inventario de Recursos Naturales
- Prospección y Evaluación Minera
- Prospección y Evaluación de Aguas Subterráneas
- Prospección y Evaluación de Fuentes Termiales
- Estudios Geotécnicos para Obras Civiles
- Catastros Mineros.—

SAN ANTONIO 510 — OF 508
FONO 395977 — SANTIAGO

Algunas notas sobre las transformaciones masivas



Dr. JORGE KITTL
Gerente Comité de Componentes Nucleares,
Comisión de Energía Atómica de Argentina.

1.— Alrededor de 1939 estudiando aleaciones de Al-Cu, Greninger ⁽¹⁾ observó que al templar muestras que correspondían por composición y temperatura a una fase Beta, cúbica de cuerpo centrado, se obtenía además de esta fase granos de forma poliédrica, irregulares, de otra fase que crecían durante el templado a partir de los bordes de grano Beta. Esta fase la identificó como Alfa y le dio el nombre de Alfa Masiva, por su morfología.

Esta observación, así como otra similar en el sistema Cu-Zn, quedaron más o menos desapercibidas por unos veinte años hasta que en 1958, Massalski ⁽²⁾, aprovechando una serie de aleaciones de las que disponía para trabajos de estabilidad de fases a través de medidas de parámetros de red, comprobó que la formación de fases durante el templado en aleaciones no ferrosas era un fenómeno que aparecía frecuentemente y que presentaba características especiales.

2.— Massalski estudió aleaciones binarias y ternarias de cobre con Galio y Zinc. En aleaciones de cobre con galio observó que por temple desde beta aparecía la fase intermedia zeta, que es una fase intermedia de equilibrio, aún en aleaciones cuya composición no correspondía a dicha fase intermedia zeta, sino a una extensión metaestable del campo de equilibrio de zeta, que denominó como zeta masiva.

Utilizando a los precipitados de gamma en beta durante el recocido a alta temperatura para identificar la posición de los bordes de grano beta, comprobó que la fase zeta masiva formada durante el templado crecía a través de dichos bordes de grano. Parecía como si zeta masiva no reparara durante su crecimiento en que pasaba de uno a otro grano beta.

Otra observación importante fue que con un templado muy enérgico en salmuera, se podía

en discos de un milímetro de espesor y cinco milímetros de diámetro, evitar una transformación total en zeta masiva, quedando el resto de beta sin transformar, convertido en martensita.

En resumen, templado con distintas velocidades desde fase beta se podía lograr bien una transformación total en fase zeta masiva o una parcial en fase zeta masiva, con una fracción de martensita.

En base a sus observaciones Massalski sugirió que se trataba de una transformación controlada por saltos de átomos térmicamente activados, cuya alta velocidad de transformación solo puede ser posible si no requería de cambios de composición, además que la interfase de transformación era incoherente.

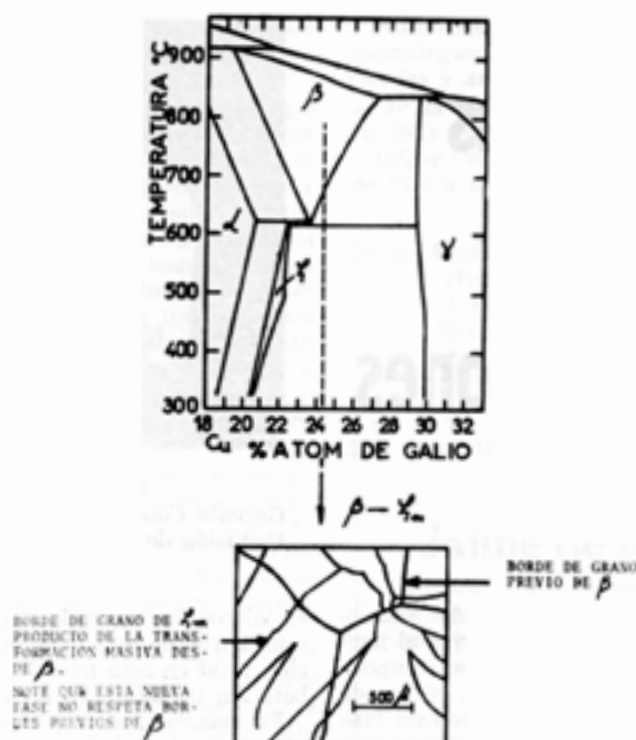
En 1963 Kittl y Massalski ⁽³⁾ utilizando las aleaciones Cu-Ga y una platina caliente, registraron en película cinematográfica una serie de secuencias de enfriamiento y calentamiento, comprobando que el frente de transformación era del tipo indicado por Massalski y similar a la de transformaciones de la fase de baja temperatura zeta masiva a la de alta temperatura beta.

Se registró, mediante la misma técnica, secuencias de transformaciones en los sistemas Plata-Aluminio, Plata-Zinc, y Plata-Cadmio.

Se comprobó que si bien en general este tipo de transformación no produce relieve superficial en algunos casos, notablemente en el sistema Plata-Aluminio se producía una rugosidad atribuible al cambio de volumen que resulta del cambio de fase.

4.— A partir de 1965 Massalski, Delcay y colaboradores ⁽⁴⁾ estudiaron la subestructura de las fases resultantes de las transformaciones masivas mediante microscopía electrónica.

En los sistemas no-ferrosos, las fases son cúbicas de caras centradas (alfa masiva) o hexa-



gonal compacta (zeta masiva) y en ambos casos se observó la presencia de cantidades variables de fallas de apilamiento que en ciertos casos especiales llegan a ser verdaderas mezclas de alfa masiva y zeta masiva. En general, las sub-estructuras poseen pocas dislocaciones y se asemejan a subestructuras de materiales recocidos.

Estos resultados están de acuerdo con la hipótesis original de que la interfase de transformación era incoherente y por lo tanto de un carácter similar al de una interfase de recristalización. Además comprobaron que entre ambas fases no hay relación de orientación fija.

5.— Una serie de trabajos de Kittl y colaboradores (*) permitió, en el período de 1965 a 1970, comprobar que la interfase de transformación era efectivamente térmicamente activada y se midió la dependencia de su movilidad con la temperatura para los sistemas Plata-Zinc y Plata-Cadmio. Se trataba de transformaciones cuyas características resultaban de las bajas temperaturas a que tienen lugar por lo que, si bien válidos, estos resultados correspondían a casos particulares.

6.— En 1970-1972 Rodríguez (*) estudió una transformación que resultó extremadamente apropiada para aclarar algunos de los problemas como dependencia de la movilidad de la interfase con la temperatura. Se trataba de la transformación zeta (Z), hexagonal compacta (Z_c) en el sistema Plata-Galio.

Esta transformación tiene todas las características morfológicas de las transformaciones

masivas clásicas y ambas fases están separadas por un punto congruente, o sea que se puede aproximar al equilibrio desde bajas o altas temperaturas con toda lentitud y sin el peligro de precipitación de otras fases.

Esto y el hecho de que ambas fases fueran fácilmente identificables, permitió a Rodríguez seguir la transformación en platina caliente y medir la dependencia de la velocidad de la interfase con el sobre enfriamiento o calentamiento con toda precisión.

El resultado sorprendente fue que el logaritmo de la velocidad dependía del sobreenfriamiento elevado al cuadrado y no directamente del sobreenfriamiento como hacía suponer un modelo simple de saltos térmicamente activados.

Las razones de este comportamiento no están aún satisfactoriamente aclaradas.

7. Un resumen de las características más sobresalientes de las transformaciones masivas nos permitirá analizar cuál podría ser el uso, si existe, de desarrollar aleaciones que posean este tipo de transformaciones.

Estas características son:

- a) La composición de la fase producto es similar a la de la fase inicial.
- b) No hay relación de orientación fija entre ambas fases.
- c) La interfase de transformación es, por lo general, incoherente.

Además debe indicarse que el cambio de volumen resultante de la transformación debe ser pequeño, dado que en caso contrario debe relajarse la deformación que esto introduce, lo que

produce un retardo del avance de la interfase y la transformación puede no tener lugar.

Una revisión de la tabla 1, muestra que por encima del valor 0,75 de la razón Temperatura eutectoide/Temperatura de fusión, esta transformación es posible y ocurre en una serie de sistemas no-ferrosos. En el hierro con bajo carbono sólo se produce a temperaturas cercanas a la de transformación alfa a gamma en el hierro puro.

TABLA 1

Sistema (Rango fases)		T (Temperatura Eutectoide) (*K) T (Temperatura Fusión) (*K)
Cu	In	0,85
Ag	Al	0,83 (*)
Ag	Ga	0,78 (*)
Cu	Sn	0,76
Cu	Ga	0,75 (*) (**)
Cu	Be	0,75
Cu	Sb	0,74
Ag	Cd	0,72 (*) (**)
Cu	Si	0,68 (**)
Cu	Al	0,62 (**)
Ag	Zn	0,59 (*) (+)
Fe		0,57 (**)
Ag	Cd	0,52 ($\beta \rightarrow \alpha$) (+)
		←
Cu	Zn	0,49 (**)

(*) Sistemas en los que hay transformación masiva por debajo de la eutectoide.

(**) Sistemas con transformación masiva de fase pro-eutectoides.

(+) Sistemas con transformación tipo masiva pero con otras características.

8.— Es evidente que si se desarrolla una aleación que transforma masivamente, ésta no se endurecerá apreciablemente por efecto de esta transformación y más bien quedará como recocida, por lo que no es de esperar una mejora en las propiedades mecánicas. Puede servir para mantener en solución una limitada cantidad de soluto, dado que el rango de existencia de esta transformación es limitado, por lo que desarrollar una aleación endurecible por precipitación, si bien posible, es poco probable.

Una dificultad adicional es que la competencia de otras transformaciones limita seriamente el rango de tamaño de las muestras que pueden transformarse masivamente.

A velocidades mayores aparece la Martensita, lo que no es grave, pero a velocidades menores aparecen las reacciones eutectoides y esto sí es grave, dado que éstas tienen lugar a velocidades de temple relativamente altas con respecto a las transformaciones masivas.

Todo esto no excluye de que, en algunas aleaciones comerciales como latones y bronce, algo de transformación masiva tenga lugar, pero esto es claro; no contribuye en nada a modificar sus propiedades.

La transformación Martensítica corresponde

SUCESION

E. Kemeny S.



M A D E R A S

Agente MASISA — CHOLGUAN
JACOBO BLUM SPINER

SAN DIEGO 1740 — TELEFONO 56734
CASILLA 13638 — SANTIAGO • CHILE

TRANSFORMADORES

GAMMA

TODA LA LINEA DE
TRANSFORMADORES.
FABRICACION A PEDIDO DE
CUALQUIER TIPO.
VENTAS DE PIEZAS Y PARTES
DE TRANSFORMADORES.

Prieto 1797 (cruz, Lautra y Escanilla) Fono: 774567 775114 - Santiago

ALEJANDRA JARA A.

LINEA COMPLETA MADECO

Bronce — Cobre — Aluminio — Flejes
Planchas — Barras — Alambres —

Cañerías — Fittings — Perfiles cuadrados
y estriados.

ARTURO PRAT 1242 — FONO 52056
SANTIAGO

MADERAS VALDES S. A. C.

Masisa Cholguán — Durolac — Masisa
Enchapada — Terciados — Puertas Ter-
ciadas — Formalita — Placa Carpintero
Enchapadura Adhesivo

M A D E R A S D I M E N S I O N A D A S

SANTIAGO: Franklin 502 Fono 566051
Sta. Rosa 1998 Fono 50265

a una transformación con composición constante que se produce con un verdadero colapso de la red que retiene el soluto en solución, pero introduce gran cantidad de defectos en la red, en consecuencia tiene capacidad intrínseca de endurecer el material.

La transformación masiva también es a composición constante, pero se produce por el paso de una interfase similar a la de recristalización y no introduce defectos, con lo que carece de capacidad de endurecimiento. Además, su capacidad de retener soluto en solución es limitada, con lo que esperar un posterior endurecimiento por precipitación es más problemático que en la Martensita donde no sólo se retiene más soluto sino que tal vez más importante, el soluto tiene numerosos lugares (en los defectos) donde precipitar y por lo tanto hay una tendencia a precipitados finamente distribuidos.

9.— Existe sin embargo una posibilidad de uso, en caso de tener aplicación el empleo de monocristales de fases masivas. Dado que la interfase es incoherente y no "ve" los bordes de grano de la fase de alta temperatura se puede pasar en estado sólido de un policristal a un monocristal. Esto ocurre y se han obtenido así monocristales de Cu-Ga, Ag Al, Circonio, Titanio y Uranio que se emplean en el estudio de las propiedades de dichos metales y aleaciones.

El inconveniente de este método "vis a vis" con el de crecer monocristales desde la fase líquida, es la menor velocidad de crecimiento y la introducción de un mayor número de defectos dado que el paso de una interfase sólido-

sólido no permite el grado de relajación que permite la interfase sólido-líquido.

La ventaja se presentaría en algunos sistemas en que no es posible crecer los cristales de ciertas fases desde el estado líquido con el que nunca están en equilibrio.

Glosario de términos

Interfase coherente: Los planos atómicos continúan a ambos lados de la misma. Tiene pocos defectos y es casi tan cerrada como la red cristalina.

Interfase incoherente: En la que los planos atómicos no continúan de una fase a otra. Tiene gran cantidad de defectos. Es abierto o posee un exceso de vacancias e intersticiales con respecto a los de equilibrio en la red.

REFERENCIAS

- 1.— A.B. Greninger, Trans. AIME, vol 133, pág. 204, (1939).
- 2.— T.B. Massalski, Acta Met., vol 6, pág. 243, (1958).
- 3.— J.E. Kittl y T.B. Massalski, Acta Met. vol 15, (1967).
- 4.— T.B. Massalski en "Phase Transformations" Edición ASM, Metals Park, Ohio, pág. 464 (1970).
- 5.— J.E. Kittl y A. Cabo en "The Mechanism of Phase transformations in Crystalline Solids", Institute of Metals, London, pág. 260 (1969).
- 6.— C. Rodríguez y J.E. Kittl, I Jornadas Metalúrgicas del S.A.M., Buenos Aires (1972).



Galvanizadora y Maestranza

King y Walker S.A.

FABRICA: CORONEL SOUPER 4060

FONOS : 792642 / 793217

OFICINA: AHUMADA 312 — OF. 305

FONOS: 66143 / 85517

PLANTA FUTURA: PAJARITOS 6340

FONOS: 792580 / 791426

CHILIMPEX

REPRESENTACIONES IMPORTACIONES

- * Materiales de Camping
- * Materiales de Skis
- * Anzuelos "V.M.C."
- * Cucharas "BRENTON"
- * Carretes "BRENTON"
- * Cañas fibras de vidrio "CRISTALIS"
- * Gafas Solar Skis Trabajo "C.E.B.E."
- * Deportes
- * Trabajo

Prestigio y Calidad

SERRANO 358 — TEL: 32499 CAS. 14086

CABLES CHILIMPEX TELEX SGO 260

SANTIAGO

EL SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS APLICADO A LA METALURGIA

H. Knosp

(Traducido y adaptado del texto original en alemán publicado en la revista *Z. für Metallkunde*, 68, N° 1, p. 3-8, 1977, por el Profesor de nuestro Departamento, Dr. N. Santander).

El sistema internacional de medidas conocido más simplemente SI se construye en base a 7 unidades básicas elegidas y definidas arbitrariamente, a partir de las cuales pueden derivarse

mediante una relación matemática, casi todas las magnitudes físicas que existen. Estas unidades se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Unidades Básicas SI

Magnitud Física	Nombre	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilógramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Intensidad de Corriente	Ampere	A
Temperatura termodinámica	Kelvin	K
Intensidad Luminosa	Candela	cd
Cantidad de sustancia	Mol	mol

Las unidades derivadas tienen a menudo nombres y símbolos particulares, por ejemplo para la nueva unidad de fuerza, el Newton (N) queda expresada según:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$$

(Nota del Traductor: El lector deberá observar cuidadosamente que el nuevo sistema no admite

puntos, ni plurales, tampoco admite otros símbolos como sería usar mayúsculas, así son errores típicos los siguientes: mt, Klm, m., seg, gr, KW, °K, Amp, mts, gra, ton, TM, etc., etc.)

Para una fácil evaluación de múltiplos y submúltiplos de las unidades se adoptan las potencias de 10 según el listado de prefijos decimales mostrado en la Tabla 2.

Tabla 2: Prefijos Decimales

Potencia de 10	Prefijo	Símbolo
10^{12}	Tera	T
10^9	Giga	G
10^6	Mega	M
10^3	Kilo	k
10^2	Hecto	h
10^1	Deca	da
10^{-1}	Deci	d
10^{-2}	Centi	c
10^{-3}	Milli	m
10^{-6}	Micro	μ
10^{-9}	Nano	n
10^{-12}	Pico	p
10^{-15}	Femto	f
10^{-18}	Atto	a

En todo caso sólo puede usarse 1 prefijo, lo que también es válido para la unidad básica kg, sin embargo sólo es posible usar prefijos decimales en la unidad g. En el caso de unidades de ángulos y unidades de tiempo min, h, d, no se permite el uso de prefijos. No se recomienda el uso de prefijos para los °C. El micrón no se escribirá 1μ sino $1 \mu\text{m}$ (un micrómetro).

En la Tabla 3 se presentan resumidamente las magnitudes físicas más importantes. Se incluyen en esta tabla una serie de unidades que se usaban antes y que a más tardar quedarán sin validez a partir del 1° de Enero de 1978.

Entre las novedades más importantes que cabe citar aquí tenemos:

- Se permite aún el uso el litro (l) y de sus múltiplos, y submúltiplos para expresar volumen. No se permitirá más el uso del Angström (\AA), y de las unidades anglo-americanas.
- Se permite aún el uso de la tonelada (t) y de sus múltiplos y submúltiplos para expresar la masa.

Para soluciones deben usarse los cuocientes g/g, g/kg, etc.

Para los contenidos puede darse el % o ‰ o bien ppm. Debe sustituirse el porcentaje en peso por el porcentaje másico. En lugar del porcentaje atómico debe usarse contenido atómico en %.

Debe abandonarse la denominación "peso específico" y decir en su lugar "densidad".

- No se permite el uso de prefijos decimales para el minuto, la hora y el día. En general en el caso de unidades compuestas, se recomiendan sólo usar segundos.
- Para las presiones de gases, vapores y líquidos se permite como adecuado, el uso del

bar. La sobrepresión se caracterizará por el símbolo p_0 . Las unidades atmósfera técnica (at), atmósfera física (atm), Torr, mmHg, mmH₂O, desaparecen a partir del 1° de Enero de 1978.

Los datos mecánicos de resistencia a compresión, y módulo de elasticidad se darán en N/mm². Para la presión hidrostática se usará el pascal (Pa).

- La dureza de un material se especificará según el ejemplo que sigue: 120 B 5/250/30 significará que se trata de una dureza Brinell 120, medida con una bolita de 5 mm ϕ , con una fuerza aplicada de 250 kp (2450 N) y un tiempo de duración de 30 s.
- El trabajo, la energía y el contenido calórico son equivalentes y por consiguiente tienen la misma unidad SI, el Joule (J). Sin embargo, se recomienda expresar la energía mecánica en Nm, la energía térmica en J y la energía eléctrica en Js o bien sus múltiplos o fracciones decimales. Se abandona el electronvolt (eV), pero se mantiene el erg.
- Como nombre particular para el Kelvin rige el Grado Celsius (°C). El uso de la escala Celsius queda determinada por el punto de fusión del agua, o sea 273,15 K. Las unidades básicas K y el °C son iguales entre sí. En todas las fórmulas y unidades compuestas también se prohíbe el uso del °C. El coeficiente de dilatación por ejemplo, queda sólo 1/K.

(Nota final del traductor: El presente artículo se le entrega a los colegas, alumnos y amigos del círculo metalúrgico con el objeto de ponerlos en antecedentes de la trascendencia que tiene para la tecnología y las ciencias aplicadas, el uso obligatorio de un sistema simple y coherente de unidades).

Empresa Constructora PICON Y CIA. LTDA.

2 SUR N° 691 — FONO 32624

Talca

Tabla 3: Listado de Unidades Prácticas

Magnitud	Unidad SI	Transformación
1) Longitud	m	$1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ nm}$ $1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm}$ $1 \text{ ft} = 3,05 \text{ dm}$
Superficie	m ²	$1 \text{ sq.in} = 6,45 \text{ cm}^2$ $1 \text{ sq.ft} = 9,29 \text{ dm}^2$
Volumen	m ³	$1 \text{ cu.in} = 16,39 \text{ cm}^3$ $1 \text{ cu.ft} = 28,32 \text{ dm}^3$ $1 \text{ gal(US)} = 3,79 \text{ dm}^3$ $1 \text{ gal(UK)} = 4,55 \text{ dm}^3$
2) Angulo Plano	rad = m/m	$1^\circ = \pi/180 \text{ rad}$
3) Masa	kg	$1 \text{ oz} = 28,35 \text{ g}$ $1 \text{ lb} = 453,6 \text{ g}$ $1 \text{ ton (US)} = 907,2 \text{ kg}$ $1 \text{ ton (UK)} = 1,02 \text{ t}$
4) Fuerza	N	$1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$ $1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$ $1 \text{ kgf} = 9,81 \text{ N}$
5) Presión	N/m ² = Pa	$1 \text{ bar} = 0,1 \text{ N/mm}^2$ $1 \text{ at} = 0,98 \text{ bar}$ $1 \text{ atm} = 1,01 \text{ bar}$ $1 \text{ Torr} = 1,33 \text{ m bar}$ $1 \text{ m H}_2\text{O} = 98,1 \text{ mbar}$
6) Trabajo, Energía, Contenido Calórico	$\text{J} = \text{Nm}$ $= \text{Ws}$	$1 \text{ kwh} = 3,6 \text{ MJ}$ $1 \text{ kcal} = 4,19 \text{ kJ}$ $1 \text{ erg} = 0,1 \text{ } \mu\text{J}$ $1 \text{ eV} = 0,16 \text{ nJ}$ $1 \text{ BTU} = 1,06 \text{ kJ}$
7) Potencia	W = J/s	$1 \text{ kcal/h} = 1,16 \text{ W}$ $1 \text{ BTU/h} = 0,29 \text{ W}$
8) Conductividad Térmica	W/mK	$1 \text{ kcal/mhgrd} = 1,16 \text{ W/mK}$
9) Viscosidad dinámica	$\text{Pa s} = 1 \text{ Ns/m}^2$ (Pascal)	$1 \text{ kps/m}^2 = 9,81 \text{ Pa s}$ $1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pa s}$ $1 \text{ cp} = 1 \text{ m Pa s}$
cinemática	m ² /s	$1 \text{ St} = 1 \text{ cm}^2/\text{s}$ (Stokes)
10) Conductividad Eléctrica	S = 1/Ω	
Carga Eléctrica	C = As	$1 \text{ Ah} = 3,6 \text{ kC}$
Intensidad de Campo Magnético	A/m	$1 \text{ Oe} = (1/4 \pi) \text{ kA/m}$

Ingeniería del Estrecho

Proyectos Mantenición Montaje de
Instalaciones Eléctricas y Gas —
Alta y Baja

Ingenieros Colegiados

ARMANDO SANHUEZA 177

Punta Arenas

QUIMICA IRRGANG y Cía. Ltda.



**CINCADO-CROMATIZADO
IRIDIZADO Y EN COLORES**

SAN PABLO 4629 — FONOS 733264
QUINTA NORMAL — SANTIAGO

IMPORTADORA AUTOMOTRIZ

MAGALLANES 950 — TELEFONOS 21451 / 22842 — CASILLA 501-A
PUNTA ARENAS — CHILE



Representantes de:
"MERCEDES BENZ" Camiones, Buses, Repuestos, Accesorios,
"BOSCH" Artículos Eléctricos, Aceites, Lubricantes
"FIRESTONE" Neumáticos

Agentes Autorizados de:
"MAZDA" Automóviles, Furgones, Camionetas.

Importadores - Distribuidores

HERNANDEZ HNOS.

CASILLA 493

Local de Ventas:

BORIES 647 — TELEFONO 21580

Bodegas:

O'HIGGINS 360

GENERAL DEL CANTO 161

DIRECCION TELEGRAFICA "FENOY"

PUNTA ARENAS — CHILE

DISTRIBUIDORES "PHILIPS"

ELECTRONICA Y

ELECTRODOMESTICOS

SERVICIOS Y LEASING

SUD AMERICANOS LTDA. CPA.

PROVIDENCIA 1072 — OF. 703 — SANTIAGO

Se complace en saludar a

Empresa Nacional del Petróleo

y se enorgullece de colaborar en su gestión. Proporcionándole su flota liviana.

COSTANERA 1436 FONOS 24706 CASILLA 111-D

PUNTA ARENAS

EL TELÉFONO



¡Qué gran invento es el teléfono! Con sus servicios, las comunicaciones se amplían, los negocios se aceleran, salvan muchas vidas y en general contribuyen a que las relaciones sean frecuentes dando un gran margen de seguridad.

Pero también tiene sus bemoles. Contribuyen a multiplicar las úlceras, crear tensiones nerviosas y preparar infartos súbitos. Para algunos cristianos, el teléfono significa mucho trabajo pero no trabajan nada. Para otros, poco trabajo pero su rendimiento es bárbaro.

Este aparato sirve también para dejar a descubierto nuestra personalidad. Frente a esa cosa negra, es difícil que alguien no pierda el control alguna vez, muchas veces es el que paga las habas, otras, el que está en el otro extremo.

Hay muchos que creen que el teléfono es ya telefonovisión, (ese perfeccionamiento que una vez al mes, alguna revista anuncia su pronta instalación) y hacen toda clase de gestos para realizar su explicación. El tipo, con el coso negro pegado a la oreja y transformado en un manco cualquiera, se esfuerza para hacer toda clase de gestos con la mano libre para darse a entender ya que el lenguaje oral le queda chico. También deja al descubierto a los sordos y

a los que se hacen: ¡Cómo dice!, ¡no oigo nada!

Veamos en la práctica que sucede con el teléfono y a causa de él:

—Aló. El señor Pérez, por favor. Gracias.

—Señor Pérez, usted habla con fulano de tal. Buenos días, cómo le va.

—Mire, yo lo llamaba por lo siguiente: Uds. tienen unas cuestiones para apretar la pantalla de lámparas de velador, fíjese que se quebró y la pantalla se vino al suelo. (Hace el gesto con la mano).

—Sí, se la compré a ustedes, hace poco.

—No es muy grande. (Y el fulano mueve su mano libre indicando el tamaño).

—Más o menos así.

—Son unas que ustedes tienen varias.

—No, no es de vidrio, es como de papel.

—Sí, sí. No, no, no va suspendida, va sobre puesta. (indica con su manito como si fuera a poner un melón sobre la mesa).

—Claro, la cuestión donde va la ampolleta lleva una piza, esa es la que se quebró.

—Sí, se me cayó, no, se le cayó a la señora.

—No, la pantalla no lleva nada.

—¡Cómo dice! Sí, adentro lleva un anillo más chico, más o menos así, (indica con el pulgar y el índice el tamaño del anillo).

Ya, se la voy a llevar. Gracias, señor Pérez, muy amable. Tiempo totalmente perdido.



JUAN VALENCIA V.
Jefe de Capacitación
ELECTOMETAL S.A.

En otras ocasiones se puede oír lo siguiente:

—¡Claro linda, ya estoy en la nueva casa.

—Sí, el barrio es regio. ¡Claro, ven a verme!

—Es muy fácil llegar, tú tienes la dirección. ¿Te acuerdas que te la di, linda? ¡Claro! esa misma. Sí, linda.

—Mira, te tomas una micro número 3, no sé como se llama, si tres y te bajas donde hay una panadería grande.

—No, no sé como se llama esa panadería, pero es bien grande, no hay como perderse, está en la esquina de la calle, ahí te bajas.

—Sí, fíjate, hacen muy buen pan, a toda hora encuentras pan fresco.

—Claro linda, estoy feliz, no tengo problemas. Una carnicería me queda cerca, también un almacén y el dueño es bien dije.

—No, linda, si linda, parece que todos los vecinos son personas importantes. Claro, vamos a estar regio.

—No, mi marido no quiere saber nada, tú sabes como es, tan retraído. Es feliz en su casa. Sí, es un tesoro.

—Claro he tenido suerte, pueda ser que no cambie, tú

sabes que una nunca debe confiar en los hombres.

—No, mi marido toda su vida fue serio.

—Mira, te bajas y caminas hacia allá (indica con la mano).

—¿Cómo? Mira, espérate, (piensa un poco) — para el sur. ¡No! para el norte. Eso es, para el norte. No tienes donde perderte. Caminas tres cuadras y llegas, es una casa pintada de amarillo.

—Sí, fíjate, cuando vi el color me sentí podrida, es horrible.

—Ya se lo dije, claro que está de acuerdo, tú lo conoces, al principio refunfuña, pero después hace lo que yo le pido.

Mejor no seguir, las damas nunca tienen problemas con el teléfono ni con los maridos. Volvamos al aparatito, en su uso pueden pasar muchas cosas, algunas de efecto retardado:

Se toma el teléfono, se deja el teléfono y se busca la guía, a, b, c, j, me pasó, f, g. ¡Aquí! ¡Puchas los números chicos! Hace diez años eran mucho más grandes. ¿Cómo serán dentro de veinte años?

Ya tenemos el número. Tomamos el teléfono, no se puede usar, están hablando por el anexo. Esperamos, volvemos a tomar el teléfono, ¡siguen ha-

blando! Volvemos a esperar. ¿Quién hablará tanto? ¡Por que no serán parcos para sus cosas!

Intentamos por tercera vez, dicen que es la vencida. ¡Está libre! Marcamos el número y esperamos llenos de optimismo. Escuchamos atentamente, dos canarios están cantando, después interviene un codorniz, finalmente suena una trompeta de caza en la lejanía. ¡Está ocupado! Dejamos el fono y esperamos otro poco y nuevamente intentamos pero la caza no ha terminado. Se está acabando el optimismo. Esperamos otro poco, levantamos el fono, ¡alguién está hablando otra vez! ¡Al diablo! golpeamos violentamente el teléfono contra su soporte. Decidimos llamar dentro de una hora. Pero a la hora estamos en reunión con el Jefe.

En la tarde volvemos a probar. ¡Conseguimos la comunicación!

—Señorita, buenas tardes. ¿Podría hablar con el señor González?

—¿Cómo dice?. Ya, muchas gracias.

Después, en la casa:

—M'hijito, ¿va a venir el señor González?

—¿Qué señor González?

—El señor que nos arregla la tele, pues.

—¡Ah! no estaba.

—Pero le dejaste recado.

—No se nos ocurrió, —como explicación decimos—: Tú no sabes lo que cuesta comuni-



INDUSTRIA ELECTRICA-METALICA

Edmundo Bénard & Cia. Ltda.

CALCULISTAS LUMINOTECNICOS

**SIEMPRE PRESENTE EN LA ILUMINACION
DE LAS GRANDES OBRAS**

FLUORESCENTE E INCANDESCENTE — BALLAST MARCA "BENACO"

Santiago Concha 1625-Fonos:569025/6-Cas. 3189-Cables "BENSA"-SANTIAGO

carse, siempre suena ocupado.

—¡Sí! tú siempre me sales con esa. La verdad es que nunca te acuerdas de hacer las llamadas que te pido.

Furiosa, sale donde la vecina que tiene teléfono, al ratito regresa y friamente nos tira el resultado por la cabeza:

—El señor González vendrá dentro de una hora, prepara la plata.

Y las relaciones quedan suspendidas.

También el teléfono puede producir una desagradable impresión, igual que su papá, el telegrama, cuando no esperamos ningún llamado. Esto se produce generalmente cuando estamos en el último rincón de la Fábrica o Empresa donde trabajamos.

—¡Señor Valiente, lo llaman urgente por teléfono!

Arrugamos el entrecejo, mientras pensamos, ¿quién podrá ser? el corazón acelera sus latidos. ¿Pasará algo en casa? ¿Los niños, la señora? Y aceleramos el paso mientras el rostro se oscurece. Los chicos estaban bien en la mañana cuando me despedí. ¿Les habrá pasado algo en el camino a la escuela? Este año deberíamos cambiar a los hijos de colegio. La locomoción está tan mala que suceden accidentes todos los días. El más chico es tan loco. Mañana mismo voy a ir a ese Liceo que me recomendaron. Los mocosos pueden ir a pie así disminuye el peligro.

Llegamos corriendo al telé-

fono, pálidos y temblorosos. Todos nos miran y más de alguno cree que nos vamos a desmayar, instintivamente ubica un vaso de agua.

—Tomamos el fono, tragamos saliva y con el último resto de energía gritamos:

—¡Aló! ¡Sí! él habla. ¿Qué pasa?

—M'hijito, soy yo, tu mujercita. Recuperamos algo el habla.

—Bueno, ¿Qué sucede?

—Nada mi amor, es que quiero recordarte que no te olvides de pasar al Unicop y traer el Martini.

—¡Sí! no me he olvidado. (Como se me va a olvidar si mi amada esposa, me lo pidió anoche dos veces, en la mañana cuando salía y además me puso un papelito en el bolsillo).

—M'hijito, quiero pedirte, ya que vas a ir al Unicop, que me traigas si encuentras, un poco de queso y salame, para picar. Tú sabes que hoy vienen los Oviedo y son tan simpáticos.

—De acuerdo. ¿Nada más?

—No m'hijito, eso no más. ¡Chaito!

—¡Chao!

Después, cuando tienen ocasión nos hechan en cara. ¡Este viejo parece ogro para hablar por teléfono!

Y pensamos que cualquier día nos dará un infarto por culpa del teléfono.

En general puede dividirse a la gente en dos grandes gru-

pos, los buenos para el teléfono y los otros.

En el primer grupo figuran los que gustan tener varios teléfonos en su escritorio, todo lo hacen a través del teléfono, cuando se fotografían en la oficina, lo hacen con el coso en la mano. Es gente imposible de tratar personalmente, toda comunicación se verá interrumpida por el rrrrrrr de esos enanos que los defienden. Simplemente habrá que llamarlos por otro teléfono, así nadie molestará.

Cuando andan por la calle, están pendientes de ubicar otro teléfono, siempre tienen que hacer una llamada. Si no tienen un aparato en la mano, se ponen silenciosos, están como desenchufados.

No les falta el teléfono en casa. Al llegar saluda rápidamente a su familia y se instalan al lado del coso, porque le quedaron varias llamadas pendientes. ¡Niños, salgan afuera, el papá tiene que hablar por teléfono!

Cuando se encuentra con un amigo de hace años, no lo invita a su casa, simplemente le da el número de teléfono y le ruega encarecidamente: ¡Viejo, llámame para que conversemos y recordemos tiempos pasados. No se les pasa por la mente que alguien no tenga esa cosa negra. ¡Cómo! No tienen teléfono y ¿Cómo vive?

Tiene una memoria extraordinaria, guarda en su cabeza todos los números, nunca consulta la guía, jamás mete el



LO QUE USTED PREPARE CON HARINA

GAVILLA

TIENE OLOR Y SABOR A BUENO.

CIA. MOLINERA SANTA ROSA CHILE S.A.

LAÑARTU 68 - CASILLA 1707 FONO 22602
CONCEPCION

dedo equivocado. El teléfono agradecido lo retribuye manteniendo siempre las líneas expeditas.

Los otros, son unos pobres diablos que jamás consiguen comunicarse con nadie y prefieren arreglar sus asuntos personalmente ganando un tiempo precioso. Son como Santo Tomás, ver para creer. Si los llaman, prefieren negarse, "dígame que no estoy", es frase muy usada. Tengo mucho que hacer para perder tiempo en chacharas telefónicas. Normalmente tienen su escritorio desocupado, nada queda retenido. Las llamadas las filtra su secretaria. Atiende solo lo verdaderamente importante y por lo general el

del otro extremo de la línea tiene el mismo peso:

—¿Aló, eres tú?

—Sí, dí.

—Papeles presentados y aprobados.

—Te felicito, adiós.

—Adiós.

También es posible conocer algo a la gente según se expresa frente al aparato. Dime como hablas, por teléfono y te diré quien eres.

Un futuro marido:

—¿No m'hijita, no! ¿cómo se le ocurre, no y no!

Marido titulado:

—¿Sí, sí m'hijita, sí, sí, sí m'hijita, sí, sí!

Amargado:

Si él habla, ¿quién otro!, ¿qué lástima, no puede ser, increíble!

Dominante:

—¿No, no, por ningún motivo, aunque reviente, no, no!

Sociable:

—¿Buenos días! Cuanto me alegro, con todo agrado, cuando quiera.

Indeciso:

—Sí, podría ser, si, creo que sí, a lo mejor, esperemos un poco.

Optimista:

—¿De todas maneras! No pasará nada, ¡seguro, seguro. Positivo!

Materialista:

¿Cuánto vale, qué descuentan? ¿Es grande? ¿Es muy caro!

Hombre de acción:

—Sí, él habla de acuerdo.

AGUAS INDUSTRIALES LTDA.

aguasin

AGUASIN OFRECE BENEFICIOS

Con un tratamiento AGUASIN para el agua de su caldera, sistema de enfriamiento o proceso Ud. podrá:

• Economizar combustible!

• Aumentar la eficiencia de sus procesos!

• Prolongar la vida de sus equipos!

• AGUA DE CALIDAD CON CALIDAD DE AGUASIN!

Manejamos un amplio stock de equipos standard.

Fabricamos plantas especiales según requerimientos específicos.

Ofrecemos completa gama de productos químicos.

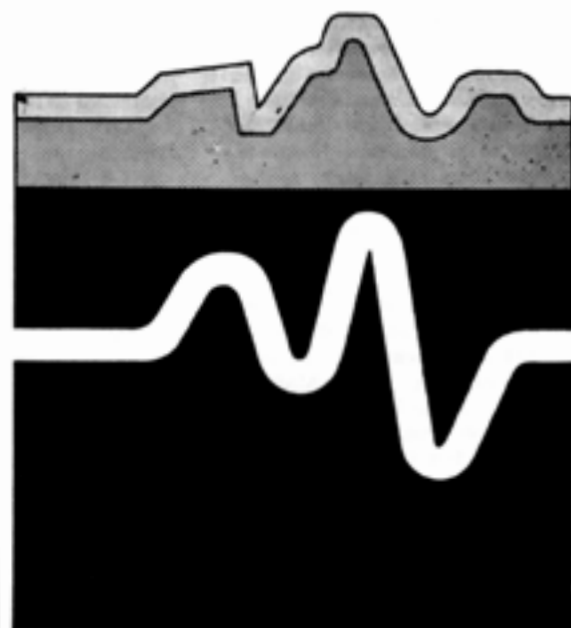
Proporcionamos servicio técnico de aplicación, control, revisión, instalación y reparación en todo el país.

Consúltenos sin compromiso AGUAS INDUSTRIALES Ltda.

Ingenieros especializados en purificación y tratamiento de agua.

WILLIAMS REBOLLEDO 1977

FONO 250082 — CASILLA 3177



GEOEXPLORACIONES

GEOFISICA APLICADA A PROSPECCIONES MINERAS

COBRE DISEMINADO COBRE EN VETAS HIERRO-ORIO-RADIOACTIVOS-NO METALICOS

GEOFISICA APLICADA A PROSPECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS

PROFUNDIDAD DE LA CUENCA-PROFUNDIDAD DE LA NAPA-ALCALIDAD 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 ALMEIDA 1411 FONO 480811 TELEF 500 281

SANTIAGO DE CHILE

FERNANDO PAU F.
Presidente Consejo Superior
Estudiantil U.T.E.



EL UNIVERSITARIO Y SU COMPROMISO CON CHILE

Egoísmo, apatía, guerras, afán de poder, viajes espaciales, deshumanización, tecnología, hoy aquí, mañana allá, son algunas de las características de nuestra era, siendo desconocidas o sin interés para muchos habitantes de la tierra.

Existen algunas naciones del mundo que se jactan de su riqueza, ejerciendo fuertes presiones hacia aquellos países subdesarrollados o en vías de desarrollo y que comúnmente están sumidas en la pobreza ¿Por qué?

Oriente presiona política y económicamente a occidente mientras gasta millones y millones de dólares en armamentos. ¿Para qué?

Podría agregar miles y miles de otras características del mundo actual, pero since-

ramente me da vergüenza, así que me permito solicitar a Uds. que en algún momento profundicen acerca de esta realidad que es cruda, indignante y reprochable por donde se la mire.

Si dentro de todo este mundo convulsionado tomamos el globo terraqueo y lo giramos deteniéndolo en el hemisferio Sur, podremos observar un hermoso continente "América del Sur" donde llama la atención una larga y angosta faja de tierra llamada Chile, de cuyas entrañas mana una fuerza nueva y poderosa, llena de vida, optimismo y alegría reflejada por un inagotable resplandor.

Del mismo modo nueve puntos geográficos resaltan a la vista hoy más que nunca. Nueve Sedes Universitarias a lo largo del

país siendo estas, Antofagasta, Copiapó, La Serena, Santiago, Talca, Concepción, Temuco, Valdivia y Punta Arenas, donde autoridades, docentes, administrativos y 29.000 estudiantes forman una gran familia, indestructiblemente unidas por una causa común, siendo esta, la renovación de Chile.

Es sabido que miles de Universitarios enriquecen sus mentes día a día en la Universidad Técnica del Estado, capacitándose y preparándose para el futuro, en las ciencias, en las artes, en el deporte, en la investigación.

Es así como muchas generaciones de estudiantes tuvieron y tienen la posibilidad de cruzar las aulas de esta Casa de Estudios pero:

¿Cuántos de estos fueron o son realmente Universitarios?

¿Cuántos de ellos sabían o saben realmente lo que es ser Universitarios?

Y pregunto más aún:

¿Cuántos tuvieron la real posibilidad de serlo?

¡Es aquí donde está la gran diferencial

Diferencia que se manifiesta desde la esencia misma de nuestra tierra, transmitida hoy, con voluntad y decisión por nuestros gobernantes.

El Chile que hoy se proyecta hacia el mañana nos entrega a nosotros, los jóvenes, indiscutiblemente una gran oportunidad, la de ser realmente universitarios, pues la solidez doctrinal, la riqueza de ideas manifestada en la declaración de principios de la Junta de Gobierno y la claridad de propósitos constituyen un verdadero faro en medio de la confusión ideológica en que se debate la humanidad.

En efecto, el caos que se vivía en las Universidades hasta el 11 de Septiembre de 1973 ya no existe, pero haríamos mal en olvidar la cuota de responsabilidad que tuvieron las Universidades, en el deterioro de la vida cívica, donde fueron utilizados profesores y alumnos para corromper hasta sus cimientos nuestros más altos centros de educación, hace bien recordar estas cosas de vez en cuando para subsanar algunos errores o llamar la atención a aquellos que persistan en sus ideas demagógicas y partidistas.

La Universidad de hoy es un medio donde la investigación, la ciencia, el orden y respeto forman la esencia misma de la ac-

tividad cotidiana, existiendo realmente "unidad en la diversidad" (1).

Es obvio que en esta forma se dan condiciones óptimas para lograr la más genuina formación como profesionales.

Los Universitarios debemos comenzar ahora.

Y no mañana.

A preocuparnos de forjar el destino de Chile, en la medida en que nos compete como estudiantes para hacer así de nuestra patria una gran nación.

¿Cómo lograrlo? Mediante la luz del saber, del querer saber, del esfuerzo por formarnos integralmente para adquirir la dimensión humana que Chile requiere de nosotros y no podemos fracasar pues el destino de Chile está en juego como asimismo la civilización occidental.

Los Universitarios no pueden ni deben cerrarse en un mundo egoísta, pues somos

(1) Significado de lo que es Universidad (MISION DE LAS UNIVERSIDADES, Clase Magistral dictada en la Universidad Católica de Valparaíso por el General Sr. Gustavo Leigh G. Editorial Gabriela Mistral)

FABRICANTES DE

- Empaquetaduras de Asbesto (Amianto)
- Cáñamo, Algodón, Lino Pífe.
- Telas de Asbesto Blanco, Azul y Metálico (Secas y Engomadas).
- Vestuario de Seguridad en Asbesto, Blanco y Aluminizado.
- Juntas Cortadas en Metal y Metal Asbesto.

IMPORTADORES DE:

- Juntas de Asbesto Comprimido con Caucho.
- Cartón de Asbesto.
- Planchas Barras y Cintas de Pífe, puro.

PROVEEDORES DE:

- Industria del Petróleo.
- Petroquímica.
- Industrias Papel Celulosa.
- Gran Minería del Cobre.
- Pesqueras.



EMPAQUETADURAS

SAVASTA

A Cía.
Lda.

Martínez de Rosas 2550
Fonos 733158-733107
Dirección Telefónica: "SAVASTA"
Casilla 5687 - Correo 2
Santiago - Chile



la fuerza intelectual y vital que tendremos la gran misión de dirigir los destinos del país el día de mañana y así quienes tenemos esta maravillosa oportunidad de ser Universitarios podremos contribuir con nuestra capacidad y trabajo a forjar una patria justa y grande para las futuras generaciones.

Pero para esto también hay que prepararse, no seamos pues de aquellos estudiantes que cuyo paso por la Universidad solo deja una estela que luego desaparece, seamos pues estudiantes, activos y generosos y más que todos tengamos una personalidad propia y fuerte, como verdaderos nacionalistas.

Por lo tanto, ser Universitarios no significa solamente asistir a clases, siendo un ente pasivo mero receptor de conocimientos **SER UNIVERSITARIOS ES MUCHO MAS QUE ESTO**, estando ahora las oportunidades al alcance de nuestras manos.

Es cierto que la Universidad nos forma intelectualmente, pero tampoco debemos olvidar que también nos entrega la posibilidad de desarrollarnos íntegramente y el joven estudiante debe aprovechar las ventajas que nos brinda la enseñanza superior,

superando las imperfecciones, para luego anteponer, el amor al odio, la generosidad al egoísmo, la simpatía a la apatía, el estudio a la pereza, añadiendo la responsabilidad, la ética, la moral, el respeto por los demás, la gentileza y la bondad.

De esta forma, nuestros antepasados occidentales estarán orgullosos de nuestro presente que se proyectará hacia el futuro en forma clara y racional.

Quienes no comprenden esto, podrán darse cuenta que no poseen una dimensión Universitaria y por lo tanto: No debieran llamarse UNIVERSITARIOS.

DIRINCO-INDELCO

Equipos de intercambio de calor para industria química y petrolera y aplicaciones industriales en general

**Departamento de
Proyectos:**

FONOS : 715972 / 712609

Oficinas:

AV. BDO. O'HIGGINS 2289 — OF. 612
SANTIAGO

- ◆ Cadenas y reductores **RENOLD**
- ◆ Motoreductores **HIMMEL**
- ◆ Variadores de velocidad **RENOLD**
- ◆ Motores eléctricos **HITACHI** y nacionales
- ◆ Motobombas nacionales
- ◆ Válvulas de vapor y diafragma
- ◆ Tubos **MANNESMANN**
- ◆ Empaquetaduras **KLINGER**
- ◆ Tecles eléctricos y manuales
- ◆ Rodamientos y descansos **KOYO**



AV. GENERAL BULNES 225 — FONOS: 83989 / 65325 / 718799 — CAS. 166-D
SANTIAGO

TELEX NACIONAL E INTERNACIONAL: 40516 SARGEL SL

Por
MANLIO DEBERNARDI POBLETE
 Ing. Ejecución en Minas U.T.E.
 Jefe División Fundición Ventanas

CLAUDIO GOMPERTZ BETTELEY
 Ing. Ejecución Mecánico U.T.E.
 Jefe Sección Planificación y Control
 de Mantenimiento Ventanas



Foto del Embarcadero de Ventanas
 Fundición y Refinería L.P. Ventanas

Chimenea auxiliar en un horno de reverbero

L— Introducción

Como una necesidad de Mantener la producción en su máximo rendimiento, bajo condiciones adversas que pudieran presentarse o para obtener mejores condiciones de trabajo, nació la idea de una chimenea au-

xiliar que pudiera paliar esto en un gran porcentaje.

Esta es una de las soluciones que se pueden utilizar para mantener un Horno Reverbero con su capacidad al 100% o cerca de esto, a pesar de posibles fallas que se puedan producir en calderas de recuperación

de calor; y en caso de que la chimenea principal tenga cualquier inconveniente, permitirá mantener el horno a salvo, evitando cuantiosas pérdidas por enfriamiento del líquido.

La idea de la chimenea auxiliar construída en el Reverbero de Ventanas en el año 1973 fue utilizada también en Septiembre de 1976 en el Reverbero de Paipote, lo que permite mantener un rendimiento cercano al 100% y aún en ciertos casos superarlo.

En Chuquicamata, después de conocer lo realizado en ENAMI, instalan también una en el Horno N° 1 y obtienen resultados excelentes cercanos al 90%. Su rendimiento anteriormente no era más allá del 50 al 60% cuando tenían problemas en alguna de sus calderas de recuperación de calor.

II.— Construcción y utilización de la Chimenea auxiliar en Horno de Reverbero de la Fundición Ventanas.

a) **Antecedentes:** El Horno de Ventanas tiene un ancho de 8 metros y un largo de 35 mts., posee dos quemadores principales de una capacidad de 4.000 lts/hora de petróleo ENAP N° 6. Eso significaba que cada vez que una de ellas debía sacarse del servicio por limpieza o reparación, el Horno veía reducido su tiraje en un 40% aproximadamente.

Como a medida que pasaba el tiempo las fallas de las calderas aumentaban por la corrosión que los elementos del concentrado producían en la cara exterior de los tubos, el Horno sufría continuas variaciones en las llamas, lo que influía en duración de ladriillos, nivel del piso, zonas de carguío y problemas en las sangrías.

b) **Solución que se utilizó en Ventanas.**— Durante el año 1973 se decidió intentar una solución diferente a todas las que se habían usado antiguamente, basado en observacio-

nes efectuadas a los hornos reverberos de Potrerillos y cálculos del Personal de Ventanas, se llegó a diseñar una chimenea ubicada en la zona próxima al up-take, pero por la conformación de la estructura del Horno ésta solamente podía quedar desplazada hacia el lado derecho del Horno, más hacia el lado de una de las Calderas, razón que obligó a reducir el área a solamente 0,80 m² de descarga una altura de 5 mts. y un peso de 6 toneladas, aproximadamente, descargaba directamente a la atmósfera del edificio.

Para dejar fuera de servicio se colocaba una tapa en la boca superior, la que se sellaba con barro y/o material refractario.

c) **Usos:** La chimenea se utilizó desde el año 1973 hasta 1976, durante las reparaciones que debieran realizar en cada una de las calderas que posee el Reverbero, en períodos que fueron de un día hasta casi dos meses seguidos, con un rendimiento del 80% al 85%, evitando de esta manera el



**H. Bergen
& Cía. Ltda.**

INGENIERIA ELECTRICA

PROYECTOS

EN ALTA TENSION
Y BAJA TENSION

Tableros industriales en general
Tableros de Control y Comando
Instalaciones eléctricas industriales

ALDUNATE 1043 FONO 66057
SANTIAGO

VIÑA CONCHA y TORO S.A.

FERNANDO LAZCANO 1220 — TELEFONO 567882 — CASILLA 213

CABLES : " CONCHA TORO " SANTIAGO CHILE

problema más grave que era el enfriamiento del Horno y el nivel del piso.

d) **Su reemplazo:** Durante el año 1976 se desmontó la chimenea auxiliar, ya que en el sitio en que ella estaba debía hacerse el emboque para la nueva Tercera Caldera del Horno, que permitirá aumentar la producción de eje.

III.— Construcción y utilización de la Chimenea Auxiliar en Horno de Reverbero de la Fundición Paipote.

a) **Antecedentes:** El Horno Reverbero de la Fundición de Paipote tiene un ancho de 10 metros y un largo de 25 metros, está equipado con cuatro quemadores que consumen carboncillo pulverizado o pueden ser reemplazados por igual número de quemadores que consumen petróleo Diesel (aproximadamente 4.000 lts/hora). Posee dos calderas recuperadoras de calor ubicadas en la parte posterior del Horno y una tercera en el costado lateral izquierdo del up-take.

En el año 1976, debido a un grave problema que se presentó en la Caldera N° 3 y al pésimo estado de las Calderas 1 y 2 (que estaban próximas a ser reemplazadas), el Horno debía variar a cada momento la intensidad de sus llamas, con el consiguiente problema en su piso, llegándose incluso a tener corridas de carga significativas. Se sumaba a esto el hecho que debía trabajarse con carboncillo, que requiere una buena evacuación para tener un óptimo rendimiento y mejor combustión.

b) **Solución que se usó en Paipote:** A principios de Septiembre de 1976 se comenzó a instalar una chimenea de un área de 1,2 m²

de descarga, por siete metros de altura (en albañilería), más 5 metros de altura en ducto metálico, para sobresalir del edificio, que era mayor que la instalada en Ventanas y más semejante al área de la Caldera que debía reemplazar.

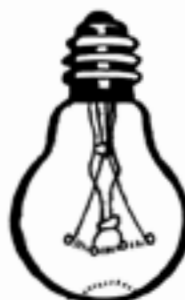
La utilización de esta chimenea se logra sacando una tapa de la parte superior de la albañilería.

c) **Uso:** Se usó y se usa cada vez que hay algún problema. Gracias a ella a pesar del estado en que se encontraban todas las calderas del Complejo, fue posible repararlas sin pérdida de producción, incluyendo el cambio de combustible de Diesel a carboncillo, dando de este modo una producción pareja y en aumento, mejorando la fisonomía del interior del horno e incluso disminuyendo el gran problema de la corrida de carga que antes se producía con bastante frecuencia.

IV.— Conclusiones:

Dado el óptimo resultado que se obtuvo en la Fundición Ventanas, su diseño mejorado fue construido en Paipote, haciéndosele agregados y ciertos cambios que influyeron en un mejor y más seguro funcionamiento.

Personal de Fundición de Chuquicamata conoció la chimenea auxiliar en Paipote, quedando muy complacidos con el rendimiento. Estudios hechos por Personal de CODELCO con Personal de Ventanas y Paipote, llevaron a instalar en el Horno N° 1 de esa Fundición una, logrando óptimos resultados que permiten visualizar mejores horizontes.



Electricidad

"EL COLOSO"

Soc. Palavecino y Navia Ltda.

Distribuidores de:

SAIME — COBRE CERRILLOS — REMA — PHILIPS — MARISIO —
GENERAL ELECTRIC — TICINO — SINDELEN — MADECO
SAN PABLO 1 2 8 5 — FONOS: 6 4 1 6 6 / 6 5 1 1 4 — SANTIAGO



**CENTRO
DE
PROMOCION
DE
USOS
DEL
COBRE
C.P.U.C.**

"El objetivo o fin del Centro será promover los usos y aplicaciones del cobre, sus aleaciones y compuestos. Dentro de dicho objeto o fin, y sin que la enumeración que sigue tenga alcance limitativo, el Centro realizará de preferencia actividades consistentes en: a) Reunir antecedentes sobre aplicaciones del cobre y de sus aleaciones en los diversos ramos de la industria; fomentar, respaldar y realizar estudios, investigaciones y experimentos destinados a mejorar la técnica de la elaboración y empleo del cobre. b) Difundir estas informaciones y trabajos por cualquier medio conveniente a fin de fomentar el empleo del cobre y de sus aleaciones en los diversos ramos de la industria. c) Mantener relaciones de cooperación mutua con las entidades o asociaciones extranjeras que persiguen los mismos fines".

Así reza el Título Tercero de los Estatutos del C.P.U.C. Centro de Promoción de Usos del Cobre, el cual se creó según Decreto N° 3319 del Ministerio de Justicia, publicado el 24 de Noviembre de 1962.

Quienes concibieron la idea y tomaron la iniciativa de crear una Institución que cumpliera dichas funciones fueron: Henry Gardiner por Andes Copper Mining, Robert Haldeman por Braden Copper Co., Rodolfo Michels por Chile Exploration Co., Jaime Said por Cobre Cerrillos S.A., Rolando Isnard por Cía Minera Disputada de las Condes, Gregorio Amunátegui por el Departamento del Cobre, Carlos Schloss por la Empresa Minera Mantos Blancos, Enrique Márquez por Fábricas y Maestranzas del Ejército, Hernán Elgueta por Manufacturas de Cobre S.A., Pedro Alvarez por Santiago Mining Co. y Enrique Valenzuela Blanco por la Empresa Nacional de Minería, siendo este último socio fundador, el actual Ministro de Minería.

Ese mismo año, el C.P.U.C. se incorporó al Copper Promotion Producers Committee, organización internacional con sede en Ginebra, destinada a la promoción del cobre, la cual agrupaba a diversos Centros del Cobre distribuidos en el mundo. Posteriormente dicha organización se transformó en el Conseil International pour le Development du Cuivre — CIDEC — el cual funcionó hasta fines de 1975.

En ese año, a sugerencia del Centro chileno, las Cías. de la Gran Minería, tributarias de CIDEC, plantearon a través de Codelco, la necesidad de modificar las políticas respecto del tipo de promoción y ayuda a los países productores miembros. Ante la negativa de CIDEC, las Cías. del Cobre retiraron sus aportes. Posición similar adoptaron de inmediato empresas de otros países miembros, lo cual motivó la disolución de CIDEC, por falta de presupuesto.

Posteriormente, y hasta marzo de 1976, el C.P.U.C. dependió directamente de la Corporación del Cobre, pasando a depender administrativamente



de esta última, y recibiendo del Estado los fondos para financiar su presupuesto.

Actualmente, existen además del Centro chileno otros 16 Centros del Cobre, ex-CIDEC ubica-

dos en:	Canadá	P. Escandinavos
Argentina	Francia	Sudafrica
Austria	Alemania	España
Australia	India	Suiza
Bélgica	Japón	Reino Unido
Brasil	México	

todos los cuales son de gestión privada y financiados por empresas particulares productoras y elaboradoras de cobre, del respectivo país.

De acuerdo a sus objetivos, el C.P.U.C. mantiene estrecho contacto con los 16 Centros del Cobre antes mencionados, con quienes intercambia información relativa a: empresas elaboradoras, productos que se fabrican, catálogos de equipos,

investigaciones que se realizan, normas de productos, publicaciones que se editan, congresos u otro tipo de reuniones técnicas que se desarrollan, etc.

Con igual fin, se solicita y envía información a Instituciones extranjeras dedicadas específicamente a la investigación en el área del cobre sus alianzas y compuestos, como ser International Copper Research Association — INCRA, USA, Copper Development Association CDA, Londres, entre otras y en el ámbito nacional, con: INTEC, CIMM, IDIEM, INN, CONYCI, Universidades, etc.

El C.P.U.C. dispone de un Servicio Técnico y de Información el que bimestralmente envía a sus usuarios una "Lista de Publicaciones Recibidas", destacando los títulos de aquellos artículos relacionados de un modo u otro con el cobre.

De igual forma, se distribuye también trimestralmente la publicación "International Copper



CONTRATOS

Tuneles Grouting — Prospecciones

REPRESENTACIONES

— Stenulck Freres (Equipos Down the Hole) — Furukawa Rock Drill (ac. extension-Drifters) — Moyno Pumps (Bombas de tornillo)

FABRICACION

— Wagon Drills-Carros: Decauville Granby — Acoplamiento p. aire comprimido

LAS DALIAS 2950 (MACUL) — CASILLA 173

TELEFONOS: Gerencia 212079 / Ventas 214642 / Ad y Fin 211165

SANTIAGO

Information Bulletin", la cual contempla los resúmenes de las últimas publicaciones o trabajos realizados en el mundo relacionados con el cobre y que se clasifican en las siguientes secciones:

- 1.— Extracción de Minerales y Refinación.
- 2.— Prácticas de Fundición: Fusión y Colada.
- 3.— Fabricación.
- 4.— Propiedades Mecánicas y Físicas.
- 5.— Propiedades Eléctricas y Aplicaciones.
- 6.— Ingeniería Mecánica, Química y Naval.
- 7.— Construcción e Instalaciones Sanitarias.
- 8.— Energía.
- 9.— Metalurgia de Polvos y Fibras.
- 10.— Materiales Antifricción; Desgaste.
- 11.— Métodos de Unión.
- 12.— Acabados y Recubrimientos Metálicos; Electro Formación; Revestimientos.
- 13.— Análisis, Pruebas, Inspección.
- 14.— Corrosión.
- 15.— Maquinado.
- 16.— Metalurgia Física; Metalografía.
- 17.— Chatarra, Recuperación y Generación.
- 18.— Varios.

esta publicación reemplaza a "Cobre Resúmenes Bibliográficos" editado bimestralmente con anterioridad por CIDECA.

Finalmente, al recibir el C.P.U.C. artículos y/o publicaciones de interés específico para determinadas empresas o Instituciones, procede a enviarlas en forma separada.

Dispone también el C.P.U.C. de un Servicio de Promoción y Difusión, el cual materializa la participación de la Institución en Ferias y/o Exposiciones a través de Stands en los que exhibe productos semimanufacturados y manufacturados de cobre, aleaciones de cobre y sus sales o compuestos, proporcionando además la información técnica correspondiente.

Dicho Servicio organiza además charlas y demostraciones prácticas apoyando estas demostraciones con exhibición de películas y/o diapositivos.

De acuerdo a su ámbito de acción, las actividades de estos Servicios son desarrolladas normalmente tanto en Chile como en los otros Países Andinos, pudiendo considerarse además cual-

quier otro que represente un mercado potencial para el cobre chileno.

¿Cómo funciona el C.P.U.C.? De acuerdo a su razón de ser, es decir un organismo dedicado a la promoción de nuestra principal riqueza básica y sin fines de lucro, ofrece a sus usuarios o cualquier institución o persona interesada en el cobre sus aleaciones y compuestos, toda la información y servicios de que dispone, cobrando sólo los costos que la información y/o servicio solicitado pudiera demandar.

Para tal efecto, se cuenta con una Biblioteca especializada la cual reúne a la fecha aproximadamente 30.000 documentos, entre extractos, resúmenes, papers, conferencias, artículos, estudios, etc., relativos a temas específicos sobre las más diversas materias relacionadas al cobre, sus aleaciones y compuestos.

Este acopio de información específica se ha reunido a través de los ya casi 15 años de existencia de la Institución, y la cantidad de ésta aumenta día a día.

Entre las aproximadamente 45 publicaciones a las cuales el C.P.U.C. está suscrito se destacan: Welding Journal, Powder Metallurgy, Metal Finishing, Metallurgical Transactions, Metall, Fonderie, World Metal Statistic, Metal Bulletin, Corrosion, Plating, etc., lo cual asegura un acceso a información especializada y de la más alta calidad.

Paralelamente, se dispone de una Cineteca, con material en su gran mayoría extranjero referente a: usos generales del cobre, aplicaciones específicas tales como instalaciones sanitarias, cobre en la arquitectura, etc., metalurgia elaborativa, soldadura, etc.

Está en formación además un Banco de Diapositivas sobre usos y aplicaciones del cobre en general, destacando a la fecha una interesante colección de diapositivas sobre piezas de artesanía realizadas por artistas nacionales.

Se dispone también de un taller menor, en el cual es posible realizar trabajos relativos al uso del tubo y cañería de cobre, aplicando diferentes métodos de unión. (Fitting de bronce o deformación de la cañería).



ARMCO CHILE S.A.M.I.

ARMCO CHILE S.A.M.I.

**FABRICA DE BOLSAS PARA
MOLIENDA**

**FABRICA CAMINO INDUSTRIAS
ANEXAS A CAP**

Casilla 1157 — Concepción — Cables "ARMCO"

Teléfono 41657 — Talcahuano

SANTIAGO

MONEDA 1040 — OF. 1202 — CAS. 13475

CABLES "ARMCO" — TELEFONO 86265

Finalmente, a objeto de proporcionar una ayuda rápida y eficiente, se cuenta con una máquina de fotocopiado y telex, lo cual permite entregar al usuario fotocopia del material de su interés como también solicitar al extranjero información complementaria a la existente o sobre nuevos temas.

Para utilizar los servicios del C.P.U.C. basta con dirigirse personalmente o por escrito a su sede social, ubicada actualmente en Av. Andrés Bello 1575 (ex Costanera), Casilla 16082, Telex 40541, Cables "Usecobre" Teléfono 259737 de Santiago-Chile.

NUEVOS USOS Y APLICACIONES DEL COBRE

Es interesante señalar, los múltiples usos y aplicaciones que el cobre ofrece. Conjuntamente con su ya tradicional empleo como conductor eléctrico, y en forma de tubo para la conducción de gran variedad de líquidos y gases, está también su aplicación en la Arquitectura, en techos y recubrimientos de muros, además de que en combinación con otros metales forma una amplia gama de aleaciones para muy diversos fines.

Paralelamente a las aplicaciones antes señaladas, deben destacarse otras nuevas como ser:

- Elemento de adición en los aceros, en un rango de aprox. 1.5%, con lo cual mejora su resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción, deformación en frío y le da una excelente soldabilidad. Una aplicación de este tipo de aceros es en la construcción de rieles de ferrocarril.
- Elemento base de una aleación con 12% Ni, 11.5% Al y 1.5% Co, la cual tiene una muy buena soldabilidad, forjabilidad, excelentes propiedades mecánicas y térmicas, y óptima para piezas fundidas. Su aplicación principal es en la fabricación de moldes para la industria del vidrio.
- elemento base de una aleación con 42% Mn y 2% Al, la cual tiene características físicas superiores al acero de construcción, resistente a la corrosión, fuera de ser "Insonorizada", formando el cupro-aluminio inhibido con As y los cupro-níqueles 90/10 ó 70/30 con pequeñas adiciones de Fe y Mn, continúan siendo la aleación preferida para tubos de intercambiadores de calor con enfriamiento por agua de mar y también para plantas desalinizadoras de agua de mar.
- reemplazo del rodamiento tradicional por el empleo de bujes auto-lubricados en base a polvos de aleación de cobre prensados y sintrizados, y posteriormente impregnados en aceite. (Pulvimetalurgia).
- protección de cascos de barcos con recubrimientos de cupro-níquel, dado que esta aleación es anti-moluscos y algas.
- construcción de recipientes para fermentación en las fábricas de cerveza, y de destiladores en las fábricas de alcoholes (whisky, ron, ginebra, etc.).

También el cobre tiene una gran aplicación en

la agricultura y ganadería, en base a la variedad de sales y compuestos que forma, los cuales básicamente se utilizan en:

- preservación de madera.
- desinfección de suelos.
- desinfección de aguas.
- desinfección de árboles y plantas.
- alimentación de los animales.

Es interesante señalar además la función que el cobre tiene en la salud del ser humano. Desempeña un papel trascendente en la formación de la hemoglobina de la sangre y en el desarrollo, estando ligado a las proteínas con las que forma una enzima: de ceruloplasmina. La concentración de iones de cobre en la sangre humana es de 1-3 mg/l, y la de los diferentes órganos es de 6,4 mg/kg de promedio. Como resultado se tiene que un ser humano normal contiene entre 120 a 150 mg de cobre.

En estrecha relación con el ser humano y la vida, el cobre juega también ahora un papel importante en la preservación de la especie y planificación de la familia, al ser empleado como materia prima para el desarrollo de un dispositivo anticonceptivo. (T de cobre).

Finalmente, y sin que esto signifique haber mencionado todas las posibilidades de uso que el cobre ofrece, debe destacarse con especial énfasis, las enormes perspectivas que al cobre se presentan en la captación de la Energía Solar. Por su alta conductividad térmica, éste es el material ideal para la construcción de serpentines y placas bases de los colectores solares, los cuales cobran cada día más importancia como consecuencia de la crisis energética que la humanidad empieza a vivir ante el agotamiento inminente en un futuro próximo de los combustibles tradicionales.

C.P.U.C.

CADWELD

CONEXIONES ELECTRICAS POR AUTOFUSION

- El sistema CADWELD permite soldar los conductores sin ser necesaria una fuente externa de energía.
- La capacidad de transporte de corriente de la conexión CADWELD es igual a la de los conductores que conecta.
- Su aplicación es simple, el equipo necesario es totalmente portátil permitiendo una alta productividad en las faenas.

ERICO CHILE LTDA
Grajales 2948 - Cas. 16.666 - Fs. 96018/90149
Santiago.

CONTROL DE CALIDAD Y METALURGIA

MANUEL CARRASCO J.
Ing. de Ejecución en Metalurgia
U.T.F.S.M.

En metalurgia, más que en ninguna área de la producción, se funden arte y ciencia como elementos dinámicos imposibles de separar; tómese como ejemplo la habilidad requerida para fabricar el molde de arena que más tarde dará la forma a una pieza fundida⁽¹⁾ y, como contrapartida, la labor técnica de predecir cuál es el material adecuado para un determinado uso.

Si a esta característica agregamos la actual situación de la industria-mecánica nacional, enfrentada al desafío de la competencia interna y externa, obtendremos un complejo panorama, dada la cantidad de variables en juego.

Esto se traduce en que tenemos que rebajar costos de producción con pocas posibilidades de renovar debido a la alta tasa de interés y, por otro lado, en cumplir con requisitos de calidad cada vez más estrictos y tolerancias más estrechas, como fruto de una demanda que, ante la opción de lo importado, exige más. Además, el que esta área presente mucho de arte, implica el que una buena parte de la producción esté deter-

minada por habilidades individuales y conocimientos empíricos no sistematizados, lo que introduce una gran variabilidad en las características del proceso productivo y del producto final, y en muchos casos un alto nivel de rechazo.

Esta variabilidad es imposible de controlar por métodos tradicionales, por lo cual se debe buscar una alternativa que la minimice y controle. Evidentemente, el hecho que un operario o la empresa en su conjunto tenga una habilidad o conocimientos empíricos no solo no es pernicioso, sino por el contrario, positivo y digno de emular, pues está mostrando espíritu de superación y capacidad de trabajo. Sin embargo, para poder elegir la mejor alternativa de calidad y evitar la generación de individuos irremplazables ante cualquier eventualidad, es imprescindible sistematizar dichos conocimientos y normalizar el proceso productivo.

El instrumento más adecuado para estos fines es el control de calidad en su sentido más amplio; así, partiendo por reconocer que es inevitable una cierta variabilidad en las características de un producto (no se puede fabricar algo exactamente igual a otro), el control de calidad nos dice cuando dicha variabilidad se debe a lo inevitable

de cualquier proceso y cuando no. La utilidad de esta información es inmensa, pues nos permite:

- Saber qué calidad estamos en condiciones de ofrecer sin cambiar nuestro proceso de producción.
- Fijar las condiciones de mayor eficiencia.
- Analizar las causas que originan un comportamiento anormal.
- Arbitrar a tiempo las medidas correctoras del proceso, para que no se vea afectada la calidad final del producto.

Las herramientas de que se vale el control de calidad para estos fines son de dos tipos: estadísticas y científico-técnicas.

Herramientas estadísticas.

Su uso permite detectar anomalías a partir del trabajo matemático de la información obtenida por inspección total o muestral del producto o proceso.

El trabajo estadístico tiene dos etapas bien delimitadas; la primera es el muestreo, que consiste en garantizar que las muestras obtenidas sean representativas. La segunda etapa es el análisis de la información obtenida; aquí son de mucha utilidad las gráficas de control, siendo las más socorridas las que se detallan a continuación:

(1) Es bastante común que sea el mismo operario quien determine al tacto propiedades como humedad, granulometría y otros.

GRAFICAS DE CONTROL

Por variables	Continua	Medias	\bar{x}
		Rangos	R
		Desviación Standard	
Por atributos	Discreta	Defectos por unidad	c
		Fracción defectuosa	p
		Unidades defectuosas	np

Herramientas científico-técnicas.

Poco de lo dicho anteriormente es aplicable si no se considera que lo que se obtiene en forma estadística es solo un diagnóstico, y que ya en la obtención de datos se necesita un determinado nivel técnico.

En nuestro país y en nuestra área de interés se cuenta con dicho nivel, en forma de profesionales idóneos y de instrumental adecuado y confiable. Respecto a esto último, se puede mencionar:

- Equipos de inspección no destructivos, tales como ultrasonido, rayos gamma, etc., que permiten la detección de fallas internas como rechupe, porosidad, grietas, etc.
- Equipos metalográficos para corroborar la calidad del producto y analizar posibles causas de fallas, ya sea en procesos, tratamientos térmicos u otros.

Equipos de control de arenas para controlar las propiedades de humedad, resistencia en verde, resistencia en seco, permeabilidad, granulosis, etc.

- Instrumental para el control de resistencia y propiedades mecánicas, tanto en terreno como en laboratorio.
- Otros equipos especiales.

En resumen, en nuestro país se sabe y se tiene los medios para hacer control de calidad.

Una última etapa de este somero análisis debe considerar el elemento costos. Hemos partido de la necesidad de producir una determinada calidad (la que el usuario requiere) con la máxima eficiencia.

La aplicación de un sistema de control de calidad implica necesariamente un desembolso para la industria, que debe ser recuperado.

Al respecto, se puede ase-

gurar que la aplicación de sistemas de control en forma técnica y rigurosa no tan solo paga en corto plazo el monto de la inversión, que por lo demás es bajo, sino que genera excedentes, provenientes de la disminución del rechazo en el producto final, los mayores ingresos generados al aumentar la eficiencia del proceso, la mejor aceptación del producto al aumentar su nivel de calidad, el menor riesgo de no cumplir compromisos debido a fallas humanas, etc., convirtiéndose en una función dinámica en el logro de los objetivos de toda empresa.

Cabe señalar, por último, que todo esfuerzo de este tipo debe ser un esfuerzo mancomunado del área productiva con el personal responsable del control de calidad, para lograr hacer de las labores de normalizar procedimientos y procesos, corregir errores y mejorar métodos, una labor contralora.

INDUSTRIA PROTECCIONES METALICAS LTDA.



Revestimientos Anticorrosivos de Cañerías y Estanques Metálicos Ejecutados Bajo Normas A.W.W.A. — N.A.C.E. D.O.S. — Limpieza de Superficies Metálicas Mediante Chorros de Arena Aplicación de Pinturas Industriales

20 años de Experiencias.

Personal Altamente Especializado

Trabajos en todo el país.

PLANTA OFICINA LA VICTORIA 0475 PAR. 20 STA. ROSA FONOS 584369



PERFORACION DE UN POZO DE PETROLEO

MANUEL VIDAL VILLARROEL
Ingeniero Civil de Minas U.T.E.

Training de División Ingeniería de Desarrollo, ENAP

En el presente artículo se pretenderá entregar en forma muy simplificada una síntesis de lo que es un equipo de perforación y de las faenas que comprende la perforación de un pozo para extraer los fluidos (gas o petróleo) que se encuentran en el sub-suelo, con la finalidad de que aquellas personas que no han tenido la oportunidad de ver una faena petrolera, tengan un somero conocimiento de como se obtienen el petróleo y gas natural, que una vez procesados nos brindan tantas comodidades en el hogar, agilidad en la industria y el transporte en general.

La perforación de un pozo comienza con el traslado y montaje del equipo en el punto a perforarse, lo que implica el movimiento de un gran volumen de maquinarias y elementos de perforación. Pero antes de realizar cualquiera de estos movimientos, ya le ha antecedido y con mucha anterioridad, detenidos estudios geológicos de prospección geofísica, cálculos de ingeniería de desarrollo, trabajos topográficos, construcciones de caminos, plataformas, antepozo y múltiples faenas y movimientos anexos programados.

Para dar una idea de lo que significa el traslado y montaje del equipo, se resumirá brevemente la descripción de un equipo de perforación LEE C. MOORE.

Descripción de un equipo de perforación:

- 1.- Torre de acero de 43 m. de altura, con una capacidad de suspensión de 400 toneladas y un peso de 40 toneladas.
- 2.- Potencia, 3 motores superior de 700 HP c/u.
- 3.- Winche National 80-B con una potencia de 1.000 HP y una capacidad de 250 toneladas.
- 4.- Sistema de transmisión para 2.100 HP.
- 5.- Dos bombas de inyección de lodo, marca National.

para bombear 3.000 lts. por minuto y presiones de 3.500 psi.

- 6.- Sistema de válvula de seguridad, cuyo conjunto se denomina B.O.P. (Blow out Preventor) el cual, en caso de imprevisto, cuando la presión hidrostática del lodo de perforación resulta menor que la presión de formación, impide la salida de fluido o gas a la superficie previniendo de este modo posibles incendios o daños al equipo.
- 7.- Planta de luz con capacidad de 135 Kw/Hr.
- 8.- Estanques para lodo de perforación con capacidad de 160 m³.
- 9.- Harneros, desarenadores y desarcilladores para limpiar el lodo de sólidos inertes.
- 10.- El resto del equipo lo componen, taller mecánico, trailer laboratorio, bodega de aditivos para el lodo, trailer para el encargado del equipo, comedor, cocina, estanques para combustible y agua, rack para tuberías y barras de perforación.

El equipo es portátil y modulado en 40 cargas con un peso total de 410 toneladas. Se transporta en 5 ó 6 camiones en un tiempo aproximado de 30 hrs. sujeto a la distancia y al estado de los caminos.

Situado y montado en el punto, se comienza a la perforación del pozo tras un ob-

jetivo en cuestión; en la actualidad la perforación se realiza por rotación con un elemento cortante, siendo el más común el trépano de cono rotatorio. Para usar esta herramienta y darle movimiento rotatorio se dispone de una rueda horizontal giratoria (mesa rotary) y una barra maestra de sección cuadrada o hexagonal denominada "KELLY", que se desliza por el centro de la mesa rotary, permitiendo la transmisión simultánea del movimiento circular y vertical. El movimiento circular es para rotar el trépano y el vertical para aumentar la profundidad, a medida que aumenta la profundidad hay que agregar tubos que se denominan "BARRAS DE PERFORACION", las cuales se unen una tras otra mediante sistemas de roscado. Junto al aumento de las barras, aumenta también el peso de la columna de perforación (conjunto de barras y Kelly) y se hace necesario manejar y accionarla, para ello se dispone de 2 juegos de poleas, uno fijo en la cúspide de la torre y el otro móvil denominado "Aparejo viajero" que permite maniobrar un cable de acero de 1.4 pulgada por 1.060 m. de largo, enrollado en el tambor del winche que levanta carga de hasta 250 toneladas.

A medida que avanza la perforación es necesario ir sacando la roca cortada por



el trépano. Esto se logra empleando dos sistemas:

- a.- Inyectar aire a presión.
- b.- Inyectar líquido a presión.

Enap utiliza el sistema "b", para ello se cuenta con un estanque y líneas de lodo, bombas recíprocas de alta presión, mangueras de inyección de lodo de 3" de diámetro interior por 50 pies de largo y capaz de resistir una presión de 7.500 libras/pulg.², una cabeza de inyección que une directamente la manguera de inyección con la columna de perforación a través del Kelly y permite que éste rote libremente. Tanto la barra maestra como las barras de perforación son huecas y de menor diámetro que el trépano, desarrollándose un espacio anular entre la pared del pozo y el diámetro

METALURGICA SUDAMERICANA S.A.

LAS VIOLETAS 5926 FONO 572254 CASILLA 51 - CERRILLOS - SANTIAGO

METALSA

DISCOS PARA IMPLEMENTOS AGRICOLAS

• ARADOS • RASTRAS • ARADO-RASTRA • CONICOS PARA RASTRA.

Nuestra planta está en condiciones de fabricar sobre pedido una gran cantidad de piezas y partes elaboradas o semi-elaboradas tales como raspadores para arados y rastras, piezas estampadas, partes que requieren tratamiento térmico, etc.



exterior de las barras. De forma que el fluido succionado por la bomba desde los estanques, es impulsado a través de la línea de lodo hacia la manguera de inyección, pasa por la cabeza de inyección, se introduce por la columna de perforación y sale por los orificios del trépano para retornar por el espacio anular nuevamente hacia los estanques, arrastrando en su viaje el material suelto, limpiando de esta manera el fondo del pozo.

El lodo de perforación debe reunir ciertas propiedades como ser; viscosidad, peso, pérdida de agua, PH, % de sólido y arena, etc. las que se adquieren agregando cierto tipo de reactivos en concentraciones adecuadas para cada caso; a fin de que pueda cumplir ciertas funciones entre las cuales se puede destacar:

1. Limpiar el fondo del pozo del material cortado por el trépano y llevarlo a la superficie.
2. Transmitir potencia hidráulica al trépano.
3. Enfriar y lubricar la columna de perforación y el trépano.
4. Ejercer la suficiente presión hidrostática para poder controlar los fluidos encontrados en las formaciones perforadas.
5. Mantener en suspensión el material cortado y el material de peso del barro al detener la circulación en forma temporal.
6. Sustener y proteger las paredes del pozo.
7. Asegurar una máxima información sobre las formaciones atravesadas.

Etapas en la perforación de un pozo:

En la perforación de un pozo generalmente se pueden distinguir las etapas siguientes:

- a. Comienzo de un pozo.
- b. Perforación normal hasta alcanzar el objetivo preestablecido (comúnmente

formación Springhill, zona productora de hidrocarburo).

c. Terminación del pozo.

Se entiende por comienzo de un pozo todas aquellas operaciones que se realizan desde la iniciación de la perforación, entubación y cementación, hasta su continuación normal luego de perforado el tapón de cemento colocado en la tubería de superficie.

De acuerdo con las recomendaciones de los departamentos de Exploraciones u Operaciones, se empieza a perforar con un trépano de un diámetro adecuado para la primera entubación, hasta una profundidad que depende del espesor de la cubierta fluvio-glacial más unos 30 mts. en la formación Palomares para asegurar un buen anclaje y aislación adecuada de las capas superiores permeables y desmoronables. Si no hay glacial se perfora hasta una profundidad que asegura que la tubería de superficie soportará todo el peso de los elementos de seguridad durante la perforación y el de las tuberías posteriores.

Determinada y perforada la profundidad más adecuada, se entuba y cementa totalmente el espacio anular dejando en el fondo, en el interior de los tubos, un tapón de cemento de unos 10 mts. con el objeto de probar posteriormente el estado del fraguado del cemento.

Probada la calidad del fraguado del cemento y de los sistemas de seguridad, se continúa perforando (con un trépano de menor diámetro que el usado antes de la entubación) hasta alcanzar el horizonte productor estimado.

Es conveniente antes de entrar a la etapa de terminación aclarar un poco sobre los objetivos de las entubaciones y de las propiedades mecánicas que debe cumplir la tubería.

Entubaciones:

Objetivo: Proteger las pa-

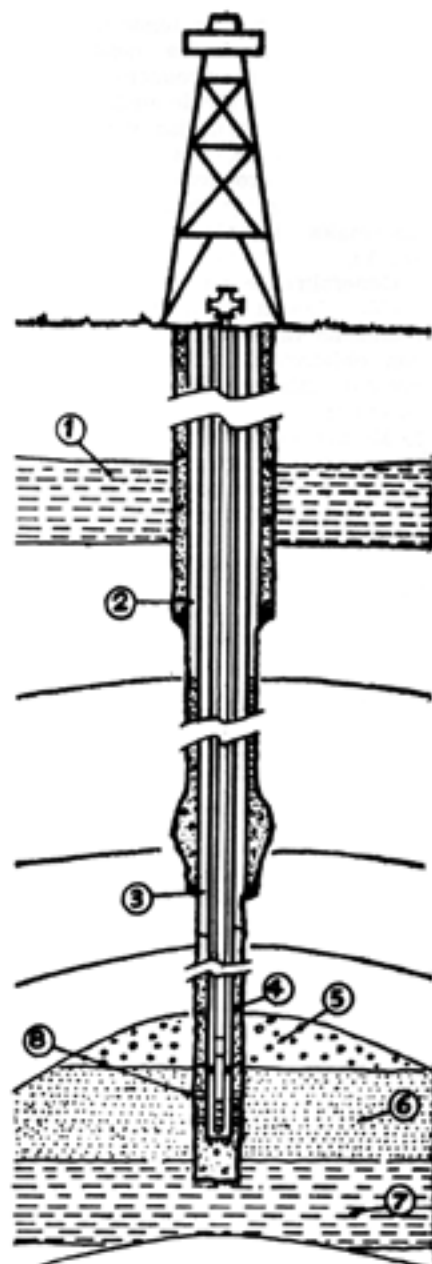


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE COLUMNAS TÍPICAS DE CASING EN UN POZO

1. ABASTECIMIENTO DE AGUA DULCE
2. CASING DE LA SUPERFICIE CEMENTADO
3. CASING INTERMEDIO CEMENTADO
4. CASING DE PRODUCCION CEMENTADO
5. GAS NATURAL EN EL YACIMIENTO
6. PETROLEO CRUDO EN EL YACIMIENTO
7. AGUA SALADA EN EL YACIMIENTO
8. PERFORACIONES EN EL CASING DE PRODUCCION Y EN EL CEMENTO QUE LO RODEA.

redes del pozo para tener un conducto permanente desde las formaciones productoras a superficie. Servir de anclaje a sistema de seguridad y entubaciones posteriores. Aislar horizontes productores de perturbaciones y situaciones anormales durante la perforación.

Generalmente en la perforación de un pozo pueden realizarse varias entubaciones con objetivos distintos, pero normalmente se pueden clasificar en:

- 1.- **Entubación conductora:** Se usa en superficie al comienzo de la perforación, para aislar zonas muy desmoronables y difíciles de controlar por otro medio.
- 2.- **Entubación de superficie:** Se utiliza para que sirva de anclaje a los sistemas de seguridad y a las entubaciones posteriores. En

aquellas zonas en que existe material suelto, desmoronable y permeable, para aislarlo e impedir problemas futuros durante la perforación.

- 3.- **Entubación intermedia:** Se utiliza para aislar zonas que interfieren el desarrollo normal de la perforación, como aguas surgenes, horizontes productores, zonas de pérdida de inyección y que se encuentran más abajo de la zona protegida por la entubación de superficie.
- 4.- **Tubería de producción:** Para aislar y sellar el horizonte productor y proveer un conducto permanente, protegiendo el pozo de los fluidos a superficie. En cuanto a la tubería que se emplea en las entubaciones en la industria del petróleo, se encuentra normalizada

según características metalúrgicas y mecánicas.

Las exigencias químicas establecen los contenidos de fósforo que van de 0.04 % en aceros de hornos eléctricos bessemer básicos a 0.11 % en aceros bessemer ácidos o básicos desoxidados y de 0.06 a 0.065 % en el contenido de azufre para los mismos tipos de acero.

Las exigencias mecánicas señalan los requerimientos a la tensión y límites elásticos aparente (yield strength) mínimos para cada calidad de acero (grado de la tubería).

Yield Strength: Esfuerzo de tensión mínimo requerido para producir una elongación de 0.5% de la longitud total medida del tubo. Las exigencias al yield strength y tensión se anotan en la tabla siguiente para diferentes calidades de acero.

CALIDAD DE ACERO	H-40	J-55	N-80	P-110
Yield Strength (min) Libras/pulg. ²	40.000	55.000	80.000	110.000
Tensión (min) Libras/pulg. ²	60.000	75.000	100.000	125.000

Terminación del pozo:

A medida que la perforación se aproxima al objetivo estimado, se comienza a analizar los fragmentos de la formación atravesada, los que son arrastrados hacia la superficie por el lodo de perforación, a la vez se controla también el tiempo de perforación. Este permite saber cuando se está llegando a la zona de interés y obtener in-

formación que sirve de comparación y para adoptar programas que se seguirán de acuerdo a la profundidad o variaciones de profundidad con que se llegue al objetivo.

Una vez llegado a la zona de interés, es necesario saber si ella es productora, es decir, determinar el tipo, cantidad y productividad de los fluidos almacenados y evaluarla comercialmente, lo que se con-

sigue comúnmente con tres métodos, que por separado o en conjunto entregan valiosa información.

- 1.- **Corte de un testigo:** Permite ver físicamente como está constituido el terreno atravesado por la perforación. Se obtiene con una herramienta, que a la vez de perforar, permite recuperar una parte de la zona horadada sin destruir la



DESDE 1923

MAX HUBER
REPROTECNICA LTDA

miraflores 250 fono: 38814-38325
callao 3015 fono 285089
mac iver 142 fono 393525

COPIAS DE PLANOS - FOTOCOPIAS XEROX AMPLIACIONES FOTOSTAT
REDUCCIONES A ESCALA FOTOSTAT REPRODUCCIONES TRANSPARENTES
COPIAS E IMPRESIONES "OFFSET" MIMEOGRAFO MATRICES PARA
SISTEMA OFFSET "MULTILITH" ENCUADERNACION CON LOMOS PLASTICOS
MAQUINAS HELIOGRAFICAS MARCA "GAF"

formación. Este procedimiento se diferencia de las muestras provenientes del material cortado por el trépano y que llegan a superficie arrastrada por el lodo de perforación.

La herramienta saca testigo más utilizada, es un barril cilíndrico metálico que permite obtener en forma intacta un testigo de la formación atravesada de 3.1/2 pulgadas de diámetro por 6 mts. de largo. Este testigo es analizado para determinar sus propiedades físicas y geológicas, midiéndose parámetros tales como: porosidad (indica la posibilidad de contener fluidos), permeabilidad (indica si el pozo puede producir algún fluido), saturaciones, indica la presencia y relación entre petróleo y agua), salinidad, etc.

2. **Prueba de formación:** Operación por medio de la cual se comunica la zona de interés con la presión atmosférica, para permitir el libre flujo de los fluidos contenidos, y determinar la productividad potencial de la formación. Esta operación se lleva a cabo mediante una herramienta denominada "probador de formaciones", la cual cuenta con los siguientes elementos:

- a. Un sistema de aislar presión hidrostática que

actúa contra la formación.

- b. Contar con tubería conductora para hacer subir los fluidos de la formación.
c. Un sistema registrador de presiones y un sistema de válvulas de control.

El sistema para aislar la presión es una empaquetadura de goma, que al ser comprimida se expande apoyándose contra las paredes del pozo impidiendo que actúe la presión hidrostática. Como tubería conductora se utiliza la columna de perforación, que se baja vacía con un sistema de válvulas para controlar el flujo.

El dejar fluir el pozo a superficie permite estimar su capacidad productora, sacar muestra de los fluidos y analizarlos. El sistema registrador de presiones entrega por medio de una carta de presiones, los valores de la presión del yacimiento tanto en condiciones estáticas como de flujo.

3. **Sistema de perfilaje:** Consiste en identificar y medir las propiedades de las diferentes zonas atravesadas durante la perforación mediante sondas bajadas con cable, las que confeccionan gráficos que debidamente interpretados entregan valores cuantitativos de parámetros petrofísicos (permeabilidad, porosidad, den-

sidad, saturación, etc.), pudiéndose determinar las probabilidades de producción de la formación de interés.

Estas sondas pueden ser: eléctricas, sónicas, radiactivas. Si el resultado de la evaluación de la zona ha sido positiva, se deja el pozo en producción. En caso contrario, si el pozo no es comercialmente explotable se abandona, para ello se sella el pozo por medio de tapones de cemento que cubren todo el horizonte productor y un margen aceptable sobre él, y en profundidades establecidas, de manera que impiden filtraciones o vías de escape del yacimiento.

Para dejar el pozo en producción, se debe proteger con tuberías, que impide que se derrumbe durante el tiempo que esté produciendo y a la vez para que facilite el acceso a la zona productora cuando haya necesidad de efectuar trabajos de reparaciones. A continuación se baja una columna de barra de producción de diámetro interior de 4.1/2 pulg. que se utiliza para conducir a la superficie la producción del pozo.

La parte superior de la tubería está equipada con un juego de válvulas y dispositivos que permita controlar a voluntad el flujo del petróleo o gas natural.



talmat s.a.

Válvulas de fierro fundido gris para usos industriales, gas, agua, vapor, etc.

Diámetros desde 50 mm hasta 1.200 m, para bajas y altas presiones.

Piezas especiales de conexión, para redes.

Fundición mecanizado de fierro.

Fierro fundido gris de alta resistencia según normas ASTM 126 clase 8 y otras aleaciones para diferentes usos.

TALLERES METALURGICOS CHILE S. A.

ALVAREZ DE TOLEDO 764 FONO 511403 SAN MIGUEL — SANTIAGO

INGELCO Ltda.

PROYECTOS:

- ◆ Eléctricos
- ◆ Sanitarios
- ◆ Gas
- ◆ Estructurales
- ◆ Estudios de Mecánica de suelo

OBRAS:

- ◆ Eléctricos-Tableros
- ◆ Sanitarios
- ◆ Gas
- ◆ Instrumentaciones
- ◆ Montajes Mecánicos

ELIODORO YANEZ 1687 / FONO 749024
SANTIAGO



INGENIERIA Y CONSTRUCCION

- * Montajes Eléctricos AT y BT
- Mecánicos — Civiles
- * Materiales Eléctricos
- * Fabricación de Tableros
- * Laboratorios
- * Mantención Industrial
- * Servicio Transporte
- Comisiones Pluma
- CHILOE 1194 — TELEFONO 569031

CONFIVAL LTDA.

FERRETERIA INDUSTRIAL

MAPOCHO 2717 FONO 737404
CASILLA 14683 SANTIAGO

Proveedores de la Industria y Minería

Valvulas Industriales y Accesorios para
Calderas, Cañerías y Fittings Todo
Tipo de Artículos de Seguridad Industrial
Herramientas en General

IMPORTACIONES
DISTRIBUCIONES
FERRETERIA



CONSTRUCCIONES
INDUSTRIAL
MINERIA

AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 6078 / 6088 PARAD. EL METRO
LAS REJAS — TELEFONOS: 791060 / 796867 / 793639 / 796665

Esedei Ingenieros Ltda

ASESORIA / PROYECTOS / MONTAJES

INGENIERIA: ELECTRICA
INSTRUMENTACION
MECANICA

CARMEN 69 OFICINAS 15 — 24
CARMEN 69 OF. 15/24 TEL. 395430/35

FONOS: 395430 / 35969
SANTIAGO — CHILE





NOTAS BREVES

REVISTA CONTRIBUCIONES

Se publicó recientemente la edición N° 29 de la revista **CONTRIBUCIONES Científicas y Tecnológicas**, órgano oficial de la Dirección de Investigaciones de la U.T.E., que da a conocer los trabajos originales realizados por investigadores del plantel. En esta edición correspondiente al área Metalúrgica, **CONTRIBUCIONES** destaca los siguientes artículos. Estudio del fenómeno Orden-Desorden en el compuesto Ni₃Al, Pirorrefinación Alcalina de Cobre Blister, Representación del equilibrio Sólido-gas en el sistema Cu-Fe-S-O por diagramas de estabilidad isotérmicos; y mecanismos de la reacción de tostación en la obtención de Mercurio.

Esta publicación puede ser solicitada directamente a la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de nuestra Universidad.

CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO

El Departamento de Metalurgia dictó un curso de **Termodinámica de Soluciones Metalúrgicas a Ingenieros de la Fundición y Refinería Ventanas de ENAMI** entre el 30 de Julio al 26 de Noviembre de 1977. A éste curso, dictado por el profesor Jaime Rauld F., asistieron 12 Ingenieros de dicha planta.

DONACION DE LIBROS

La Fundación Alexander von Humboldt ha donado recientemente al Departamento de Metalurgia una serie de libros destinados al uso de estudiantes y profesores. Esta donación es parte de la beca Humboldt con que fue agraciado el profesor Nelson Santander M. de nuestro Departamento.

NUEVOS PROFESORES

Recientemente ha sido contratado como profesor de Jornada Parcial el Dr. Guillermo Ugarte, quién colaborará en el Área de Metalurgia Extractiva del Departamento. Asimismo, los profesores Fernando Díaz J. y Dr. Marco Solar B., que se desempeñaban como profesor de Jornada Parcial, se encuentran en este momento como profesores a Jornada Completa. Nuestro Departamento, a través de **CONTACTO**, les da las más calurosa bienvenida.

PUBLICACIONES

Recientemente han salido a circulación **Apuntes sobre "ESTRUCTURA DE MATERIALES"** del profesor ISRAEL MURGAS y está próxima a aparecer la segunda edición del libro **"TERMODINAMICA PARA METALURGISTAS"** de los profesores Jaime Rauld y Nelson Santander.

Estas publicaciones pueden adquirirse en la Secretaría del Departamento.

M E T A L O G R A M A

Horizontales:

- 1.— Refleja la luz con una letra menos
- 2.— Río español. Consonantes de remar
- 3.— Aro. Consonantes de peso
- 4.— Vocal. Pieza musical para una voz. Vocales
- 5.— Veta. Explosivo incompleto
- 6.— Existe. De Iran (inv.)
- 7.— Salitre pl. (inv.)
- 8.— Insigne investigador del acero. Nulo

Verticales:

- 1.— Desechos. Cincuenta
- 2.— Primera mujer con falta de ortografía. Pronuncie la ese
- 3.— Victoria Rojo Bobadilla. Apócope de antes. Hernán Díaz
- 4.— Vocal. Prisión sin N. (inv.)
- 5.— Radio. De dos elementos, sin A (inv.)
- 6.— Bromo. Vocales. Derrumbe sin final
- 7.— Meter en la pared
- 8.— Elemento con olor a ajo

Por JAMES del PELOPONESO

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

**Sociedad Industrial
Lanera Austral
de Magallanes Ltda.**

PEDRO MONTT 1027 — CASILLA 94-D

TELEFONO 2 4 8 2 0

Punta Arenas

Solución al Metalograma anterior

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	A	T	A	C	A	M	I	T
2	L	I	M	O	N	I	T	A
3	E	N	O	A	T	R	A	M
4	A	T	S		A	E	T	A
5	R	O		L	A		A	R
6	I		M	I	S	A		U
7	A	Z	O	G	U	E	A	G
8	S	A	L	O	M	O	N	O



ELECTROTECNICA ELECTRA S. A.

PRIMEROS EN EQUIPOS
Y MATERIALES ELECTRICOS

- MATERIALES AISLANTES
- CONTROLES AUTOMATICOS
- ILUMINACION EN GENERAL



CONECTORES - TERMINALES
HERRAMIENTAS
A. M. P. DE U.S.A.

¡CONSULTENOS!

MORANDE 741
FONOS: 715516-721220
SAN PABLO 1205 FONO 68867
Estacionamiento Bodega
y Adquisiciones: SAN PABLO 1260
TELEX 40791

SUCURSALES EN:
CONCEPCION Y VALPARAISO



PRODINSA

FABRICANTES DE:

- CABLES DE ACERO Y ESTROBOS
- ASOCIADA A BRITISH ROPES LTD.
- PRODUCTOS DE LA MAS ALTA CALIDAD INTERNACIONAL APROBADA POR EL AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
- ASESORIA TECNICA Y LABORATORIO PROPIO DE PRUEBAS

REPRESENTANTES PARA CHILE DE:

 **Aeroquip**  **worldwide**

AEROQUIP MEXICANA S.A.



- MANGUERAS
- CONEXIONES
- ADAPTADORES
- COPLES

**STOCK PERMANENTE
EN NUESTRAS
BODEGAS**

Camino El Milagro 455
(Camino Melipilla altura 13150)
Casilla 2034 - Fono 571261
Cables "PRODIN" - Telex SGO 357

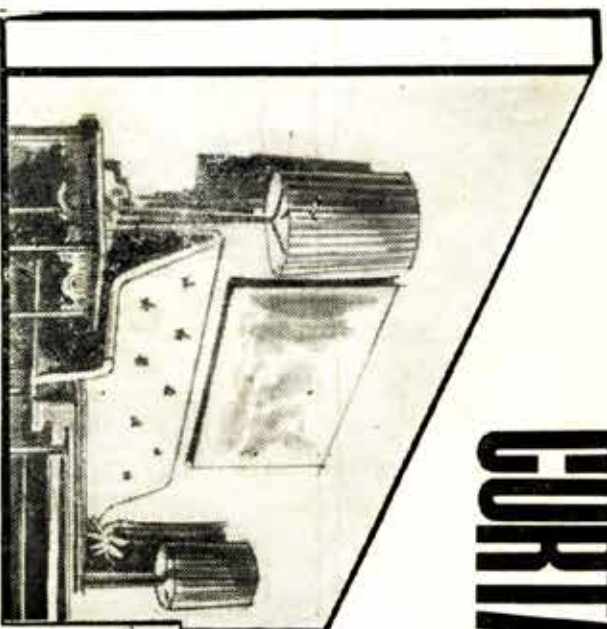
SUCURSALES EN IQUIQUE:

Calle Serrano 852
Casilla 230 - Fono 23016

Zona Franca - Of. 42

Volcanita

ES TAMBIEN GORTAFUEGO!



El Certificado N° 16524 emitido por el Instituto de Investigación de Materiales de la Universidad Católica deja constancia que se aplicó la llama de UN SOPLETE A KERO-SENE, alcanzando una temperatura del orden de los 880° C. DIRECTAMENTE SOBRE LA PLACA DE VOLCANITA TRIPLEX. Después de 5 horas se suspendió el ensayo. El certificado dice en su conclusión: "El fuego no atravesó las 3 capas de 1 1/2 cms. que lleva esta muestra"

COMPANIA INDUSTRIAL "EL VOLCAN S. A." - PHILLIPS 40 - 4º PISO - FONO 396038 - SANTIAGO