

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1973

00.73.03

ACTIVIDADES
DE LA
GERENCIA DE TECNOLOGIA

1955 - 1972

Buenos Aires - Argentina

1 9 7 3

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

ACTIVIDADES
DE LA
GERENCIA DE TECNOLOGIA

1955 - 1972

Buenos Aires - Argentina

1 9 7 3

INDICE

I.	PROLOGO	1
II.	RECURSOS HUMANOS	20
II.1	Investigadores	21
II.2	Distinciones	33
II.3	Expertos extranjeros	34
II.4	Perfeccionamiento en el exterior	39
III.	ACTIVIDADES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO	
III.1	Combustibles nucleares	41
III.1.1	Desarrollo de combustibles	41
III.1.2	Desarrollo de tecnología de fabricación	44
III.1.3	Ensayos de post-irradiación	45
III.1.4	Performance de núcleos	45
III.1.5	Combustible a base de plutonio	45
III.1.6	Caldas calientes	47
III.1.7	Gestión y ciclo de combustible	47
III.2	Metalurgia	48
III.2.1	Aceros	54
III.2.2	Corrosión	54
III.2.3	Daño por radiación	56
III.2.4	Daño por radiación por microscopía electrónica	57
III.2.5	Difracción de Rayos X	57
III.2.6	Difusión de metales	58
III.2.7	Fatiga de metales	58
III.2.8	Gases en metales	60
III.2.9	Solidificación y fundición	60
III.2.10	Transformaciones de fase y tratamientos térmicos	61
III.2.11	Transformación mecánica	61
III.3	Componentes de Centrales Nucleares	64
III.3.1	Ensayos no destructivos y control de calidad	67
III.3.2	Industrialización nuclear	68
III.3.3	Ingeniería de componentes	68

III.3.4	Ingeniería de materiales y procesos	69
III.3.5	Servicio de asistencia técnica a la industria	70
III.4	Servicios Técnico-científicos	
III.4.1	Computación	71
III.4.2	Documentación y análisis de información	71
III.4.3	Ensayos mecánicos y extensometría	72
III.4.4	Gases en metales	72
III.4.5	Instrumentación	72
III.4.6	Metalografía y microscopía electrónica	72
III.4.7	Análisis	73
III.4.8	Rayos X	73
IV.	INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO	75
V.	ACTIVIDADES CONEXAS	
V.1	Capacitación y Entrenamiento	77
V.2	Oficina de patentes del área nuclear en la Republica Argentina	84
V.3	Suministro de combustibles nucleares	85
V.4	Promoción de la tecnología metalúrgica en la industria nacional	86
V.5	Participación en la instalación de Centrales Nucleares	89
V.6	Programa Multinacional de Metalurgia	91
V.7	Instituto de Ensayos No Destructivos y Control de Calidad	95
V.8	Interacción con otros organismos	96
V.9	Reuniones Científicas	100
VI.	PUBLICACIONES	
VI.1	Libros (L)	101
VI.2	Publicaciones periódicas (A)	101

VI.3	Publicaciones de distribución limitada, presentaciones a Congresos, etc. (B)	120
VI.4	Tesis de Doctorado (T)	143
VI.5	Trabajos de seminario para optar a la Licenciatura (o equivalente)	147
VI.6	Apuntes editados para los cursos (C)	151
VI.7	Publicaciones especiales (state-of-the-art report)	157
VI.8	Patentes (P)	158
VI.9	Índice de autores	159

1. PROLOGO

QUINCE AÑOS DE METALURGIA EN LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Jorge A. Sábato*

Hace unas pocas semanas en el Centro de Investigaciones Atómicas de Karlsruhe (Alemania Occidental) llegó a feliz término una experiencia de singular importancia para el desarrollo tecnológico argentino: después de varios meses de irradiación continua hasta alcanzar una tasa de irradiación de 5.000 MW-días/toneladas, se extrajo del reactor MZFR (de 50.000 kW de potencia, a uranio natural-agua pesada) el primer elemento combustible de potencia manufacturado en la Argentina. Como se sabe, desde 1957 a la fecha todos los elementos combustibles de los reactores nucleares de investigación instalados en la Argentina han sido fabricados en el país (en el Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica) pero este elemento que estuvo produciendo energía en el reactor alemán MZFR no es un elemento combustible de investigación sino de potencia y por eso su fabricación en la Argentina representa un avance significativo dado que las exigencias de calidad y performance en un reactor de potencia son muy superiores a las que corrientemente se presentan en un reactor de investigación. El elemento argentino se comportó normalmente durante la operación del reactor y el primer examen de postirradiación mostró que no se había alterado su integridad mecánico-metalúrgica.

Para evaluar los alcances de esta experiencia CIENCIA NUEVA entrevistó a Jorge A. Sábato que fundara el Departamento de Metalurgia de la CNEA en 1955 y fuera su director durante 15 años.

— C.N.: Qué puede usted decirnos de lo realizado en el reactor alemán MZFR?

— J.A.S.: En primer lugar, que estoy más contento que un pibe al que le hubiesen regalado el disfraz de Batman, porque el éxito de esa experiencia es la culminación de una pila de años de laburo tenaz, frustrante, desgastador; de un laburo de hormiga, de todos los días y de cada día, que apenas se ve y que en el curriculum, según el modelo oficial, agrega menos que una carta al editor de una revista de segundo orden, pero eso sí extranjera.

— C.N.: En qué reside la importancia de la experiencia?

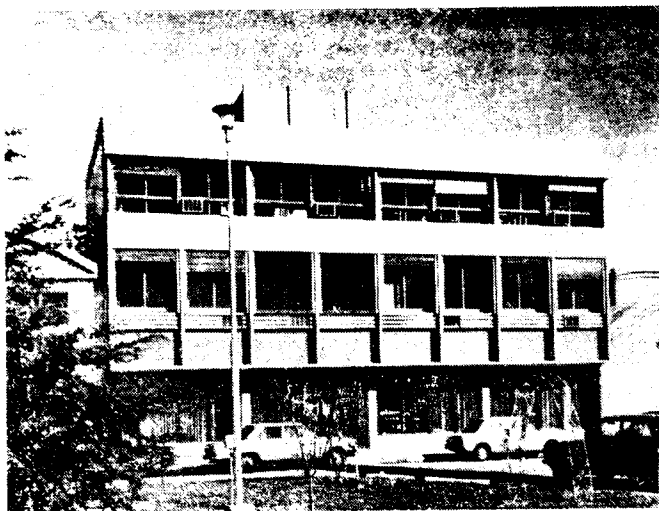
* Entrevista realizada por la revista CIENCIA NUEVA, publicada en el No. 15, pag. 7.

J. A. S. : En varias cosas:

a) Ante todo, en el hecho en sí: cuando se irradia un elemento con combustible en un reactor de potencia, esa es la hora de la verdad para los metalurgistas que lo fabricaron. "En el arco no hay tu tía" dicen los muchachos en las tribunas. "En el canal del reactor se juega el partido" dicen los metalurgistas porque allí, produciendo potencia, el combustible está sometido a las más severas condiciones, que no se pueden reproducir "en frío" (es decir, fuera del reactor). Todo puede haber andado excelentemente bien hasta ese momento pero sólo la irradiación dice si el combustible sirve o no sirve.

b) Luego, importa destacar que el combustible no sólo fue fabricado en la Argentina sino que la tecnología empleada en su fabricación fue desarrollada en la Argentina. Si bien el diseño del elemento era alemán -por razones lógicas, ya que tenía que ser utilizado en un reactor determinado y por lo tanto debía ser igual a los otros elementos que constituyen el núcleo del reactor- no se importó ninguna de las diversas técnicas necesarias para su fabricación. No significa esto que se emplearon solamente técnicas originales nuestras, inventadas en nuestro propio laboratorio, sino que se usaron también técnicas de uso general especialmente adaptadas para el problema específico.

c) Hubo además otra novedad: el elemento para el MZFR fue fabricado en estrecha colaboración con una industria argentina, SIAM Electromecánica. Se hizo así no porque SIAM tuviese experiencia en metalurgia nuclear (en realidad no tenía ninguna) sino para comenzar a interesar a la industria argentina en lo que va a ser -en pocos años- un gran negocio: la fabricación de combustibles para las usinas atómicas (Atucha, por ejemplo, va a consumir más de U\$ 3.5 millones por año de combustible durante los 25-30 años de su vida útil).



c) La experiencia es una nueva demostración de que hemos alcanzado uno de los objetivos que el Departamento de Metalurgia se impuso hace ya 17 años: ayudar al país a tener capacidad autónoma de decisión en materia de combustibles nucleares. Ya lo habíamos hecho en el pasado en todo lo referente a combustibles para reactores de investigación y también en la discusión de los contratos de Atucha. Pero este elemento combustible significa un instrumento poderoso en esa capacidad de decisión.

d) También la experiencia representa una etapa importante en el logro de otro de los objetivos del Departamento, que aún no se ha alcanzado plenamente: dar al país capacidad de diseño y de producción de sus combustibles nucleares. Porque la capacidad de decisión debe ser acompañada por una capacidad de realización para que el país pueda tener una política autónoma y soberana en este espinoso campo de la energía nuclear. La capacidad de producción la hemos ejercido plenamente -pero en escala piloto- en los cuatro reactores de investigación (RA-0, RA-1, RA-2 y RA-3) que la CNEA ha construido en la Argentina, ya que todos los elementos combustibles empleados en estos reactores fueron fabricados en el Departamento de Metalurgia. Dicho sea de paso, en cada uno de esos tipos de elementos hemos introducido alguna técnica original desarrollada por nosotros: un nuevo método de co-extrudir aluminio-óxido de uranio en las placas del elemento del RA-1; un nuevo método de producir la aleación uranio-aluminio por reducción directa del hexafluoruro de uranio; un nuevo método de co-laminar aluminio con aluminio para la producción de las placas del elemento del RA-3, etc. Donde estamos flojos todavía es en nuestra capacidad de diseño puesto que sólo hace algún tiempo que se ha comenzado con los primeros trabajos en esa dirección.

e) Last but not least, la experiencia en el MZFR es una demostración acabada del éxito de la estrategia de investigación que ha guiado el desarrollo del Departamento de Metalurgia desde su creación. Se ha podido arribar a algo tan contundente como un elemento combustible que funciona bien en un reactor de potencia, porque la ideología que ha servido de sustento a tantos años de trabajo ha sido una ideología correcta. Una vez más se ha probado aquello de que para obtener sólidos resultados concretos nada mejor que disponer de un etéreo conjunto de ideas abstractas!

— C. N. : Díganos algo más sobre esa estrategia que usted califica de exitosa. Sus comentarios nos interesan ya que, como usted sabe, uno de los temas más discutidos actualmente entre los investigadores es el que se refiere al tipo de investigaciones que hay que realizar en nuestro país, sus posibilidades, sus limitaciones, etc.

— J. A. S. : Por cierto contestaré a su pedido pero lamentablemente para Ud. -y para la mayoría de sus lectores- no tendré más remedio que contar buena parte de la historia del Departamento de Metalurgia porque, como se verá, esa estrategia fue el resultado de decisiones que debimos adoptar en distintos momentos de nuestra historia. Más precisamente: frente a disyuntivas concretas, la estrategia nos ayudó a decidir pero a su vez estas decisiones enriquecieron y fortalecieron la estrategia. Este circuito de realimentación estrategia-disyuntiva-estrategia-disyuntiva, etc., nos permitió construir un instrumento de decisión eficiente.

Comencemos por la primera decisión de importancia, que fue la que tuvimos que adoptar en enero de 1955 cuando la CNEA nos contrató para organizar lo que luego fue el Departamento de Metalurgia. La CNEA sabía más o menos lo que quería: instalar un laboratorio capacitado para resolver los problemas referentes a combustibles nucleares. Si bien en ese momento no se había adoptado aún ninguna decisión referente a la instalación de reactores de investigación o de potencia, se sabía que en algún futuro no muy lejano eso iba a ocurrir; además la CNEA había comenzado a producir uranio e incluso había instalado en Ezeiza una planta piloto para la fabricación de lingotes de uranio metálico.

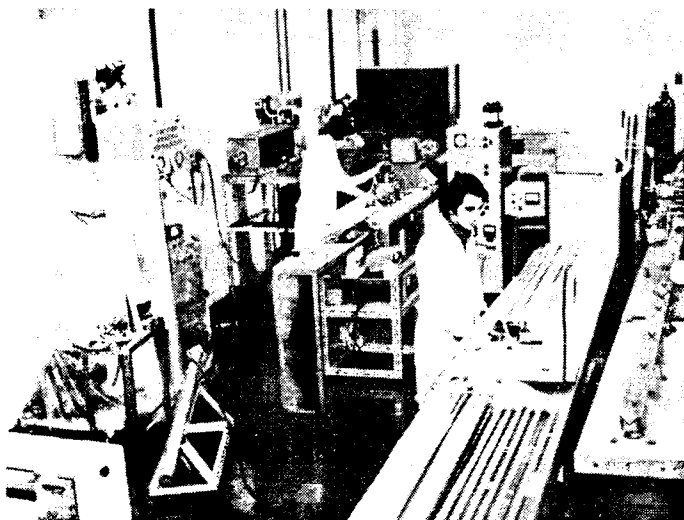
Frente a esta necesidad concreta, aparentemente lo que había que hacer era muy sencillo: copiar alguno de los buenos laboratorios de metalurgia nuclear existentes en el mundo (como Argonne en EE.UU., Harwell en Gran Bretaña, Saclay en Francia, etc.), enviar becarios a esos centros y contratar expertos en metalurgia nuclear que nos enseñaran a trabajar en esa disciplina.

Nosotros analizamos el problema con nuestra propia concepción y en función de los datos de nuestra realidad y llegamos a una solución radicalmente diferente: para resolver los problemas de metalurgia nuclear de la CNEA y de nuestro país no debíamos instalar un laboratorio específicamente de metalurgia nuclear sino un laboratorio de investigaciones metalúrgicas capaz, por supuesto, de resolver los problemas nucleares, pero capaz también de resolver problemas metalúrgicos mucho más generales.

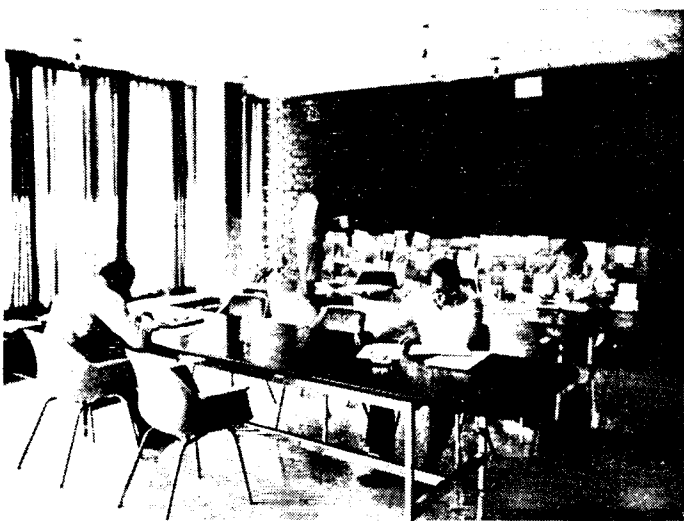
Por qué tomamos decisión tan poco ortodoxa?

a) En primer lugar, porque decidimos que nuestro laboratorio debería ser un laboratorio creador. Por cierto que de entrada no tendríamos más remedio que copiar, pero debíamos hacerlo sabiendo que esa era sólo una etapa en un camino que nos debía conducir a desarrollos originales. Para hacer posible esa tarea de creación era menester construir una base de conocimientos científico-técnicos lo más amplia y sólida posible de manera de poder enfocar problemas específicos con amplitud de miras. Si alguien se encierra en un marco estrecho y circunscripto, es muy poco probable que pueda emplear a fondo su capacidad creadora.

En consecuencia decidimos ver la metalurgia nuclear como una rama de la metalurgia y en particular definir a un metalurgista nuclear como aquel metalurgista que aplica sus conocimientos a la solución de problemas nucleares, y lo hará tanto mejor cuanto mejor sea su base técnico-científica en metalurgia. Para nosotros no se podía, por ejemplo, estudiar la recristalización del uranio sin conocer la recristalización en general; laminar elementos combustibles sin dominar el tema de la laminación y más aún el de la deformación plástica; soldar el tapón de cierre de un elemento combustible sin conocer a fondo teoría y práctica de la soldadura, etc. Entiéndase bien: no es que no se pueda soldar un elemento combustible si no se conoce la teoría general; por cierto que sí y a lo mejor se lo suelda mejor sin el contrapeso de ese conocimiento; pero lo que es casi seguro es que sin esa infraestructura de conocimiento sólido y profundo será muy poco probable que se pueda crear en soldadura.



Planta Piloto



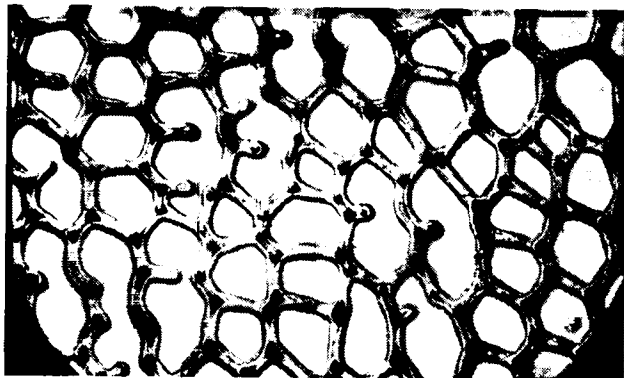
Sala de Lectura

Debe además tenerse en cuenta que hace 17 años -cuando tuvimos que resolver el problema- la metalurgia estaba recién emergiendo de la profunda revolución que, comenzada en la década del 40, la había transformado de una actividad esencialmente empírica y descriptiva en una disciplina con fundamentos científicos cada vez más sólidos (gracias a desarrollos tales como la teoría de las dislocaciones, teoría de aleaciones, teoría de la difusión, microscopía electrónica, etc.). Creímos entonces que era muy importante formarnos en esta "nueva metalurgia", tan diferente de la del pasado y tan promisoría para fundamentar desarrollos tecnológicos futuros, particularmente en aquellas tecnologías que, como la nuclear, no tenían pasado.

b) Pese a todo lo anterior podríamos habernos circunscripto a un laboratorio de metalurgia nuclear si hubiese entonces existido en el país un buen laboratorio de metalurgia en el que podríamos habernos apoyado para sustentar nuestro trabajo en el conocimiento y experiencia de ese laboratorio. Pero el mismo no existía: en verdad, en 1955 la metalurgia no existía en la Argentina como disciplina académica. Esto no significa que no hubiese metalurgistas, claro que los había, y varios de ellos realmente buenos, que en la industria habían resuelto problemas importantes; había también algunos laboratorios discretamente equipados e incluso en la Universidad de La Plata se podía seguir un curso de post-grado en ingeniería metalúrgica. Pero no había actividad metalúrgica académica en el sentido orgánico; ni siquiera había una sola persona en todo el país dedicada full-time a la investigación metalúrgica. La universidad no producía doctores ni licenciados en metalurgia, ningún físico trabajaba en teoría de metales y los pocos ingenieros egresados de La Plata o de universidades extranjeras trabajaban en la industria o en laboratorios de control como los laboratorios de los ferrocarriles, el de Obras Sanitarias, el Lemit, etc.

En consecuencia, nuestro laboratorio no tenía donde apoyarse y por lo tanto debía construir sus propias bases. Por eso nos propusimos no sólo realizar nuestra propia actividad metalúrgica sino promover y apoyar la metalurgia en diferentes lugares para lograr con el tiempo que se convirtiese en la actividad académica que merecía ser (yo siento repugnancia por la palabra "académica" pero no tengo más remedio que usarla en el sentido de describir con ella una actividad científica organizada y continua, realizada en laboratorios, centros de investigación, facultades, etc., y expresada a través de cursos, conferencias, trabajos científicos, seminarios, simposios, etc.).

Otra consecuencia de esta ausencia de la metalurgia en nuestras universidades fue que nuestro laboratorio se inició sin metalurgistas, comenzando por el que habla, que no era metalurgista profesional sino de oficio (hecho a mano) que tenía entonces tres años y medio de trabajar en el laboratorio (que también había fundado) de una empresa local dedicada a la fabricación de cobre y aleaciones de cobre. Incorporé entonces a un ingeniero electromecánico (Martínez Vidal), a un ingeniero aeronáutico (Biloni), a varios ingenieros químicos (Mazza, Libanati, Nelly Ambrosis, Kittl), a un ingeniero civil (Leyt) a cuatro licenciados en química (Boschi, Coll, Carrea y Di Primio), a un estudiante de química (Aráoz), a otro ingeniero electromecánico (Wortman), etc., de los cuales ninguno sabía una letra de metalurgia. Doy sus nombres, porque son los nombres de los que hicieron el Departamento de Metalurgia de la CNEA, los miembros de esa murga



Monocristal de Zn-Cd (0,25% at. Cd) 60 X
Premio Buehler 1972.

(ese fue el término que usó el establishment científico para designar a un grupo donde na die era discípulo de nadie) cuyo capitán era un advenedizo profesorcito de física, único título profesional que conseguía a duras penas hace 24 años.

c) Pero había algo más todavía: para desarrollar la energía nuclear en un país no basta con la metalurgia nuclear en el sentido estrecho de la metalurgia de los combustibles nucleares. En una central de potencia, por ejemplo, hay problemas mecánico-metalúrgicos de primera importancia (como lo acaba de demostrar una vez más la construcción del recipiente de presión del reactor de Atucha) que nada tienen que ver con uranio o zircalloy y sí con aceros, soldadura, forja, fisuras, etc. No se puede pensar que el país adquiera capacidad en la industria nuclear si no la tiene en su industria electromecánica-metalúrgica; ésta es la que debe alimentar a aquélla, es su base de sustentación, es su punto de partida natural. Por lo tanto decidimos que nuestro laboratorio debería estar capacitado para prestar apoyo científico-técnico a toda esa industria y ayudarla a alcanzar los altos niveles de calidad y eficiencia que son imprescindibles para realizar obras nucleares. Nuestro horizonte de problemas iba mucho más allá del uranio y los elementos combustibles y debíamos estar preparados para tales responsabilidades.

Estas fueron entonces las principales razones de lo que he llamado nuestra decisión heterodoxa, que se la presentamos a las autoridades de la CNEA en la siguiente forma: nosotros asumimos el compromiso de satisfacer todas las necesidades en metalurgia nuclear que nos planteara la CNEA; contra ese firme compromiso, solicitamos la más completa libertad para elegir el camino que nosotros creyésemos más conveniente para cumplirlo, por heterodoxo que ese camino pareciera a los observadores externos. "A no alarmarse si muchas de las cosas que haremos no tienen aparentemente nada que ver con combustibles nucleares u otros temas de metalurgia nuclear: nosotros satisficéremos vuestras demandas, pero por favor respeten nuestra estrategia".

Las autoridades de la CNEA aceptaron este planteo, y lo respetaron a lo largo de toda

la historia del Departamento. Más aún, lo apoyaron, y fue gracias a esa comprensión y a ese apoyo que pudimos hacer lo que hicimos. Es cierto que nosotros siempre cumplimos celosamente nuestro compromiso de satisfacer las demandas de la CNEA en materia de metalurgia nuclear, pero creo verdaderamente que es lo menos que pudimos haber hecho frente a un compromiso que nosotros mismos habíamos propuesto.

— C.N.: Para comprender mejor el planteo, cuáles fueron las principales consecuencias prácticas de su aceptación por parte de CNEA?

— Como usted verá de inmediato, muchas y muy variadas. Así por ejemplo, con respecto al entrenamiento de personal los primeros cursos internos que organizamos se centraron sobre los aspectos fundamentales de la metalurgia, los becarios que enviábamos al extranjero no fueron a estudiar metalurgia nuclear sino temas centrales de la metalurgia, y los primeros expertos extranjeros que contratamos (R. Cahn de Inglaterra, P. Lacombe de Francia y E. Gebhardt de Alemania) vinieron a dictar clases sobre esos mismos problemas. Todo el entrenamiento estaba inspirado en la filosofía de preparar metalurgistas en el sentido amplio y por eso mismo, de entrada, al par que se seguían cursos y se leían los primeros libros que comenzaban a llegar a la biblioteca, comenzamos a trabajar experimentalmente en problemas que por supuesto no fueron elegidos en función de su importancia nuclear, sino de su interés metalúrgico general y mucho más de la posibilidad concreta de estudiarlos con los muy precarios medios de que entonces disponíamos, todos amontonados en un par de habitaciones de 4 por 4 y un sótano muy poco confortable. En esto de no preocuparnos demasiado por estudiar metalurgia nuclear de manera específica fuimos un poco exagerados, tanto que los responsables de haber fabricado todos los elementos combustibles de investigación a lo largo de la historia del Departamento (Mazza, Martínez Vidal y Aráoz) nunca tomaron un solo curso de metalurgia nuclear (Mazza, que en 1957 dirigió el equipo que fabricó los primeros elementos combustibles argentinos ni siquiera había visto un elemento combustible en su vida: recibió entrenamiento metalúrgico en Birmingham (Inglaterra) trabajando en fatiga de metales).

Otra consecuencia importante de nuestra decisión fue la de equipamiento de los laboratorios: máquinas, equipos e instrumentos fueron adquiridos teniendo en cuenta el objetivo de poder atacar problemas muy diversos por lo que el énfasis estuvo nuevamente en la variedad y flexibilidad mucho más que en la especificidad. En cuanto a los edificios, nos metimos donde pudimos y es así que terminamos usando unos galpones que en Constituyentes habían sido construidos para depósitos y que por lo tanto no eran muy funcionales para trabajos de investigación y desarrollo. Dimos a los edificios tercera prioridad, y a los hombres primera prioridad.

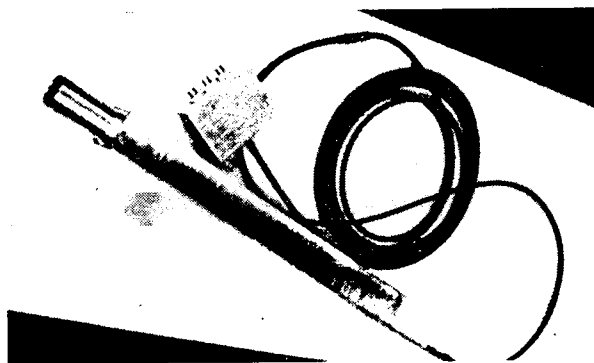
Finalmente apoyamos desde el principio actividades metalúrgicas en otros centros -por ejemplo dictando cursos en las facultades de Ciencias y de Ingeniería- y promovimos la formación de la Sociedad Argentina de Metales.

— C.N.: Qué intervención les cupo en la creación del Instituto de Física de Bariloche?

— J.A.S.: Tuvimos mucho que ver, en primer lugar porque el entonces director nacional de la CNEA -capitán Iraolagoitia- quería que el instituto a crearse en Bariloche fuese

un Instituto de Metalurgia; me opuse a ello (en los archivos de la CNEA debe estar el memorandum que le envié a Iraolagoitia) porque entendí que los metalurgistas que queríamos formar no podían estar alejados de la industria metalúrgica; sin embargo como íbamos a necesitar metalurgistas con una muy sólida base en Física propusimos que si se creaba un Instituto de Física -que era la propuesta de Balseiro- una de las especialidades fuera la de Física de Metales. Y así ocurrió: el instituto comenzó a funcionar el 19 de agosto de 1955 y tres años después egresaron los primeros licenciados en física especializados en metales. Desde esa fecha mantuvimos estrecha colaboración con Bariloche tanto en su programación y equipamiento como en proveer de un importante lugar de trabajo a muchos de sus egresados.

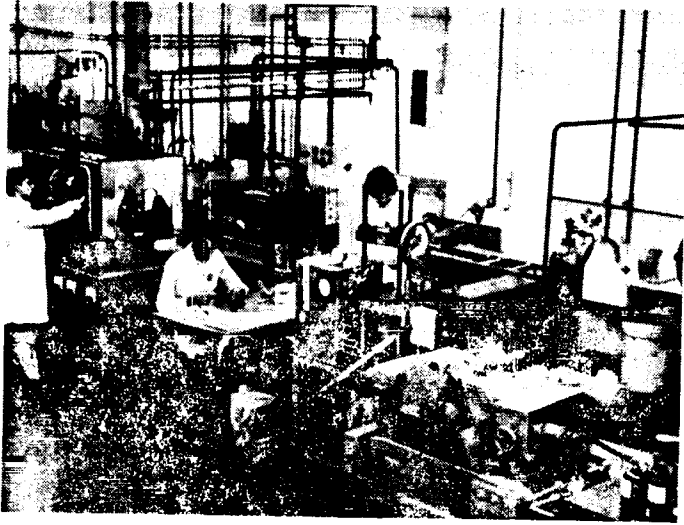
Algo más sobre esto de los físicos y la metalurgia: en el grupo inicial de nuestro Departamento no había ningún físico -excepto yo, que apenas era "un físico de tercera"-; no pudimos conseguir ninguno, no sólo porque entonces no había muchos sino porque para los físicos nuestro programa no tenía status, la metalurgia era una disciplina de segunda y los metalurgistas una especie de "chapistas" de la ciencia. Por eso decidimos colaborar activamente en la "fabricación" de nuestros propios físicos. La situación ha cambiado notablemente, por supuesto, y creo que en la actualidad el Departamento de Metalurgia es uno de los centros que emplea más físicos en todo el país.



Elemento combustible instrumentado

- C.N.: Volvamos a la estrategia. Cuándo fue la primera vez que pusieron a prueba la receta de llegar a lo nuclear vía lo no nuclear?

- J.A.S.: Tuvimos la gran suerte que en abril de 1957 nos enfrentamos con un problema muy importante, que de lejos excedía nuestra capacidad tanto en instalaciones como en entrenamiento. Téngase en cuenta que entonces teníamos apenas dos años de antigüedad... En esa fecha la CNEA tomó dos decisiones: en primer lugar, la de instalar su primer reactor nuclear de investigaciones; pero mucho más importante (yo creo que fue la decisión más importante en toda la historia de la Comisión ya que sus consecuencias filosóficas señalaron el camino a seguir), la CNEA resolvió que ese primer reactor no iba a



Planta Piloto

ser adquirido en el extranjero (como lo habían hecho Brasil, Venezuela, España, Pakistán, Turquía, etc.) sino que debía ser construido en el país. En el Departamento de Metalurgia resolvimos de inmediato que nosotros debíamos fabricar los elementos combustibles de ese reactor a pesar de nuestro equipamiento ridículo y nuestra experiencia nula en elementos combustibles (y en muchas otras cosas más, por supuesto). Cuando anunciamos nuestra decisión y comenzamos a realizar los primeros trabajos, hubo mucha gente que nos calificó de locos e irresponsables. Por suerte hubo alguien que creyó en nosotros y nos apoyó decididamente hasta el extremo de ayudarnos a superar algunas de nuestras propias dudas: fue Quihillalt, entonces presidente de la CNEA, que asumió toda la responsabilidad de jugar el destino de ese reactor (que no sólo iba a ser el primero de Argentina sino el primero de Latinoamérica) a los elementos fabricados por nuestra "murga". El 20 de enero de 1958 el reactor RA-1 fue inaugurado con toda pompa y su núcleo estaba íntegramente compuesto por elementos combustibles fabricados en la Argentina en el tiempo récord de nueve meses. Como usted ve un final feliz, a la Hollywood. Pero esta historia tiene un epílogo aún más feliz: en la fabricación de esos elementos -cuyo diseño era americano- introdujimos algunas modificaciones fundamentales que reducían el tiempo de producción y garantizaban la constancia de ciertas propiedades (en particular el espesor del aluminio); insisto en que estos fueron desarrollos originales nuestros, consecuencia de nuestra filosofía de copiar pero crear al mismo tiempo. Lo cierto es que ese "know-how" interesó a una firma alemana que tenía que fabricar elementos combustibles análogos para un reactor que se iba a instalar en Berlín, y en agosto de ese mismo año nos compró el "know-how". Así fue que por primera vez Argentina exportó tecnología nuclear y nada menos que a Alemania.

— C.N.: Sigamos con su historia. Cuál fue la segunda disyuntiva en la que debieron tomar una decisión fundamental?

— J.A.S.: Fue en 1959, cuando la CNEA y el país atravesaban una situación muy difícil ("había que pasar el invierno", los sueldos se pagaban con retraso, no había un mango para gastos de operación, etc). La emigración de técnicos y científicos estaba en pleno auge y también nosotros fuimos tentados a emigrar (a causa del trabajo con los elementos combustibles del RA-1 si bien en el país no nos conocía nadie y el establishment científico seguía dándonos la espalda, habíamos ganado cierto prestigio internacional). Debíamos entonces responder a ciertas preguntas y las respuestas que dimos determinaron nuestro desarrollo futuro:

a) Por qué hacíamos Metalurgia: por la Metalurgia misma o porque podía servir en algo al desarrollo del país?

b) Tenía algún sentido hacer Metalurgia en un país cuya estructura económica era "agro-importadora" (en la jerga de la época) fuertemente dependiente de intereses extranjeros? (Muchos nos decían que era ridículo proponerse hacer nada menos que Metalurgia antes de liquidar la dependencia).

c) Se podía hacer Metalurgia en un país en crisis? No habría quizás que esperar "tiempos mejores"? Mientras tanto podríamos emigrar, capacitarnos para mejor servir al país del futuro y de paso hacer unos mangos...

d) Qué objetivos permanentes debería tener el Departamento de modo de no depender de lo que al respecto decidiese la CNEA que en esos momentos no era capaz de definir sus propios objetivos? (Muchos decían que como la CNEA era un despelote, no se podía trabajar, ya que nadie decía qué es lo que había que hacer). Debatimos arduamente entre nosotros y nos respondimos de la siguiente manera:

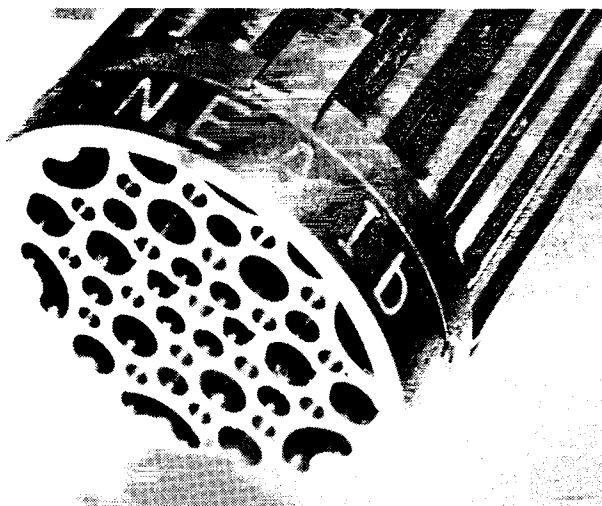
Hacemos Metalurgia porque nos gusta y porque nos creemos capacitados para ello, pero la hacemos en la Argentina porque somos intelectuales comprometidos con nuestro país y queremos ayudar a cambiar esta patética realidad presente; nuestra ayuda más eficiente, como intelectuales, consiste en primer lugar en conocer a fondo el pedazo de la realidad que nuestra capacidad profesional específica nos permite estudiar, y luego -con base en ese conocimiento serio y objetivo- promover y apoyar todos los cambios que favorezcan al desarrollo argentino. El conocimiento metalúrgico es un instrumento para el cambio, siempre, claro está, que se trate de conocimiento idóneo: pocas cosas han sido más dañinas en este largo tránsito hacia una nueva y gloriosa nación que los entusiastas chantapufis que han creído que para cambiar la realidad lo único que se necesita es un buen slogan nacional y popular.

En cuanto a la dependencia económica, hacer Metalurgia es justamente una de las formas de luchar contra esa dependencia; en la medida que aumentamos el potencial técnico-científico aumentaremos nuestra capacidad de decisión. Por supuesto que no liquidaremos la dependencia solamente haciendo Metalurgia: hay muchas otras cosas que hacer, y probablemente mucho más importantes, pero creo que es tiempo que cada uno haga lo que mejor puede y sabe. Esperar a liquidar la dependencia para luego comenzar a hacer nuestros deberes me parece una de las formas más peligrosas de escapismo. Claro que se dice que con la dependencia no se pueden hacer cosas importantes. Como aquel pragmático inglés del cuento mi respuesta es: "Mi puede...".

Algo similar se puede decir con respecto a la imposibilidad de hacer cosas mientras el país esté en crisis. En esto hay que tomar una decisión: convencerse que la crisis argentina no es un estado patológico, anormal, transitorio; la crisis es el estado normal de la Argentina, lo ha sido durante los últimos 40 años y lo más probable es que lo siga siendo por muchos años más. Es en esta Argentina en la que hay que hacer Metalurgia; esperar a que el país se arregle, es otra forma de escapismo. Además, hacer Metalur-



Elemento combustible a irradiarse en el reactor MZFR



Otra vista del mismo

gia es luchar contra algunas de las causas de la crisis y, por lo tanto, en la medida que lo hagamos bien ayudaremos a superar la crisis, aunque sólo sea un poquito...

Con respecto a los objetivos del Departamento, resolvimos que si la CNEA no era capaz de definirlos, ello no nos eximía de nuestra propia responsabilidad, porque al fin de cuenta nosotros éramos los metalurgistas de CNEA y se supone que deberíamos ser capaces de determinar las metas de nuestro propio trabajo (y de todas maneras, si no lo hacíamos nosotros, quién diablos lo iba a hacer?). En consecuencia dijimos: el Departamento de Metalurgia debe hacer Metalurgia al más alto nivel (su meta debe ser convertirse en uno de los mejores laboratorios de Metalurgia del mundo, por pretenciosa y disparatada que pueda parecer tal proposición) y con esa Metalurgia ayudar a la construcción de una sociedad plural, libre y democrática en una nación justa y soberana.

Tradujimos luego estos objetivos generales al campo de la energía nuclear: desarrollar todo el conocimiento metalúrgico necesario para ayudar al país a adquirir capacidad de decisión autónoma en materia nuclear; además, desarrollar la metalurgia nuclear hasta permitir al país tener capacidad propia de producción y diseño de elementos combustibles; finalmente, cooperar estrechamente con la industria electro-mecánica-metalúrgica argentina para hacer posible su máxima participación en el desarrollo nuclear nacional.

Estas respuestas nos llevaron a ciertas decisiones personales importantes: en primer lugar, la de no emigrar en ninguna circunstancia, salvo naturalmente que nos echaran a patadas, en cuyo caso la emigración se llamaría exilio; en segundo lugar, la de trabajar full-time en la CNEA a pesar de que en esa época el full-time no se pagaba (imposible hacer un gran laboratorio si uno se la pasa changingeando de un lado a otro).

Desde entonces, todo el mundo fue full-time en el Departamento de Metalurgia; y ninguno de sus miembros emigró pese a que la gran mayoría estuvo en el exterior, más de una vez, y en muchos casos ocupando temporalmente posiciones importantes (profesor asociado, profesor visitante, investigador senior, investigador asociado, consultor, etc.) Me enorgullece decir que nuestro "brain-drain" ha sido igual a cero!

— C.N.: Ya hemos visto cómo resolvieron el dilema Metalurgia vs. Metalurgia nuclear. Cómo enfrentaron el otro dilema más general: investigación básica vs. investigación aplicada?

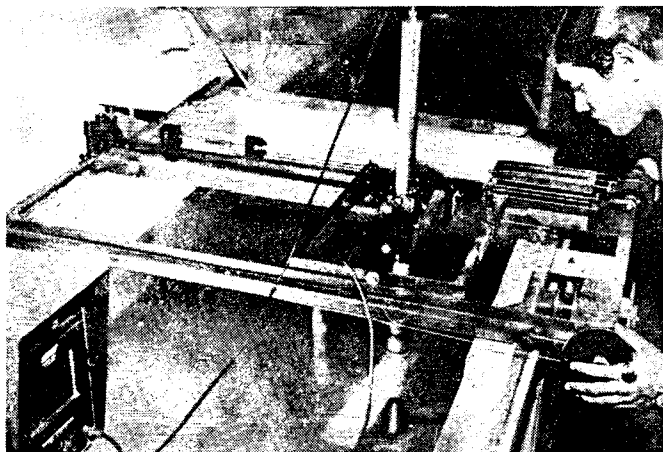
— J.S.A.: Me gustaría mucho analizar en profundidad este dilema, pero lamentablemente necesitaría para ello todo un reportaje especial porque el problema presenta multitud de aspectos. Simplemente le diré cómo lo resolvimos nosotros: en su momento decidimos que el tal dilema es un falso dilema, porque creemos que epistemológicamente no hay diferencia esencial entre un tipo de investigación y el otro; además la Metalurgia necesita los resultados de ambas. Una investigación tan "básica" como la propagación de una dislocación a velocidades cercanas a la del sonido en una aleación super-ordenada puede ser tan necesaria -y conducir eventualmente a resultados muy "prácticos"- como una tan "aplicada" como el de la calidad de la pintura que hay que aplicar a una lingotera para que el lingote de uranio-aluminio no se pegue. En nuestro Departamento algunos

resultados "básicos" importantes fueron consecuencia de investigaciones "aplicadas" y ciertos problemas muy prácticos fueron resueltos gracias a que alguien supo estudiarlos con mentalidad "básica". Una consecuencia práctica importante de esta actitud es que no introdujimos diferencia alguna -en status, sueldo, derechos y deberes- entre los investigadores en función de que se ocupasen o no de un cierto tipo de problemas. Cuando se nos preguntaba si hacíamos investigación básica o aplicada, respondíamos que hacíamos investigación y punto, agregando a veces que por supuesto tratábamos que esa investigación fuese buena y útil.

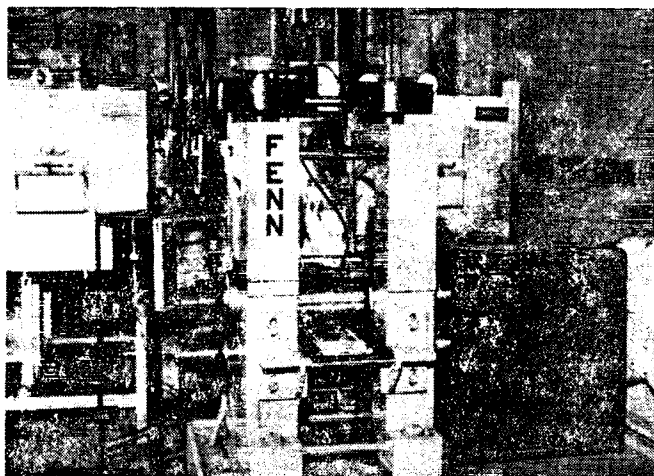
Durante años, esta posición fue muy clara; sin embargo creo que en los últimos tiempos y fundamentalmente a consecuencia de la confusión existente en este tema en el resto de la comunidad científica, el personal del Departamento de Metalurgia comienza a tener serias dudas al respecto; ojalá las puedan resolver antes que se produzcan daños irreparables, porque una posición equivocada conducirá a una crisis ideológica y por supuesto, sin ideología correcta ese Departamento, hoy tan poderoso, se irá al diablo.

— C.N.: Qué hicieron con la industria electro-mecánica-metalúrgica?

— J.A.S.: En 1962 con la colaboración de Manuel de Miguel (entonces de la comisión directiva de la Asociación de Industriales Metalúrgicos) creamos el SATI (Servicio de Asistencia Técnica a la Industria) que ya lleva atendidas más de 500 consultas técnicas de la industria. Sería muy largo analizar los éxitos y fracasos del SATI (que de los dos tuvimos, e importantes) y valdría la pena dedicarle un artículo completo, sobre todo por que el SATI ha sido una experiencia original, y no sólo en Argentina; hace un par de años los ingleses decidieron transformar buena parte de Harwell en una suerte de gran SATI (es interesante leer el folleto descriptivo de esta nueva organización inglesa, porque parece copiada de lo que nosotros publicamos hace ya ocho años; claro que con la manía de falsificar la historia que tenemos en la Argentina y con nuestro conocido complejo colonial no dudo que dentro de algunos años algún argentino demostrará que el SATI fue una



copia de lo que hicieron los ingleses). Yo resumiría la acción del SATI diciendo que gracias a su asistencia fue posible la activa participación que la industria argentina tuvo en la construcción de Atucha y verdaderamente lo considero un dividendo excelente.



Elemento RA-3

— C.N.: Ustedes han sido criticados por el esfuerzo gastado en proyectarse hacia el exterior (Cursos Panamericanos de Metalurgia, Programa Multinacional de Metalurgia, Seminarios internacionales, cursos en centros y universidades extranjeras, etc.) y por la gran cantidad de metalurgistas extranjeros que han invitado...

— J.A.S.: En primer lugar quisiera decir que hemos gastado un gran esfuerzo en el país, más allá de las paredes de la CNEA. Y si no que lo digan los laboratorios de metalurgia de Bariloche, La Plata, Bahía Blanca, Rosario, Córdoba (IMAF) a los que hemos ayudado permanentemente, y los casi 300 profesionales y técnicos que han recibido entrenamiento metalúrgico en nuestro Departamento y están hoy trabajando en universidades, centros de investigación y multitud de industrias. Nada nos enorgullece más que esa acción que hemos realizado para ayudar a establecer en el país la Metalurgia como una actividad técnico científica con pleno derecho.

Pasando ahora a nuestro trabajo con el extranjero, es cierto que hemos dedicado un esfuerzo sostenido y grande. Esto se explica fácilmente: con referencia a los Cursos Panamericanos, de los que ya hemos realizado ocho, su objetivo fue muy simple: en el resto de Latinoamérica la Metalurgia estaba en el mismo estado de desamparo que en la Argentina; esos países necesitaban Metalurgia, por lo que nosotros decidimos ayudarlos ya que creemos firmemente en la "Patria Grande" de San Martín y Bolívar y en que el desarrollo de los demás ayudará a nuestro propio desarrollo. Nos parece suicida la posición de una Argentina aislada, encerrada en sus pequeñeces, siempre refunfuñando sus propios defectos. Una Argentina abierta, generosa, fraternal, está en la línea de nuestros pensamientos.

Farecida inspiración tiene el Programa Multinacional gracias al cual estamos contribuyendo seriamente a la estructuración de una verdadera fraternidad metalúrgica latinoamericana, lo que pensamos es un paso importante en liquidar una balcanización que ha sido y es el talón de Aquiles de América Latina.

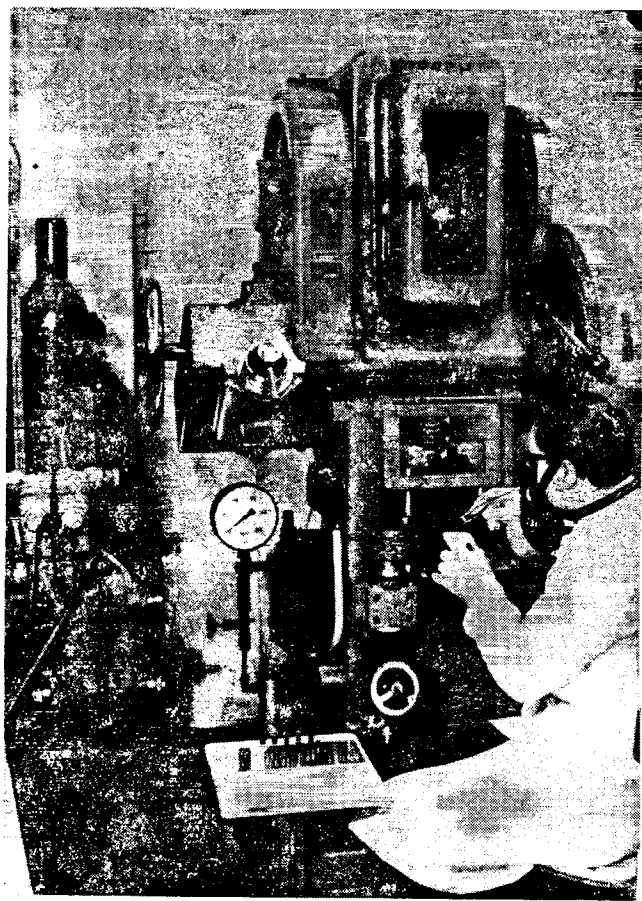
Con referencia a la multitud de metalurgistas extranjeros que hemos invitado a nuestro Departamento (unos 150 en diez años) el objetivo era simplemente el de conectar nuestro Departamento con los centros metalúrgicos de mayor prestigio del mundo; si queríamos competir con ellos, lo menos que podíamos hacer era conocer a fondo lo que hacían; al mismo tiempo, poder saber en cada momento cuál era el "estado del arte" en los diferentes problemas que estábamos estudiando, de manera de conocer objetivamente nuestro atraso relativo. Finalmente, crear lazos de amistad y colaboración que hiciera posible obtener ayuda directa e indirecta. Para los que creen que hemos despilfarrado el dinero invitando a tantos turistas ilustres, les diré simplemente que por cada dólar que hemos invertido en esos "turistas" hemos obtenido un retorno de 18 dólares, que no me parece tan mal negocio.

— C. N.: Para terminar, qué balance haría usted de estos 15 años de trabajo?

— J. A. S.: Otros deben juzgar lo que hemos hecho. Simplemente desearía resumir ciertos hechos fundamentales:

- En el Departamento de Metalurgia de la CNEA han recibido entrenamiento en Metalurgia moderna más de 500 profesionales y técnicos, incluyendo unos 100 latinoamericanos. De sus integrantes actuales, unos 70 han trabajado en investigación metalúrgica en los centros y laboratorios más importantes del mundo. Más de 30 tesis han sido realizadas en sus laboratorios por licenciados en Física y Química de varias universidades argentinas (Buenos Aires, La Plata, Cuyo, del Sur, Córdoba, Tucumán) y extranjeras (de Brasil, Chile, Colombia y Perú).

- En el Departamento se han desarrollado numerosos procedimientos originales en soldadura, fundición, laminación co-extrusión, sintetizado, tratamientos térmicos, ensayos no destructivos, etc. Algunos de esos procedimientos han sido patentados, en particular el más importante de ellos: la producción de aleación uranio-aluminio por reducción directa de hexafluoruro de uranio que reduce en 30% el tiempo necesario cuando se



Prensado de pastillas de UO₂

emplea el procedimiento clásico usado en Estados Unidos, Francia, Alemania, etc.

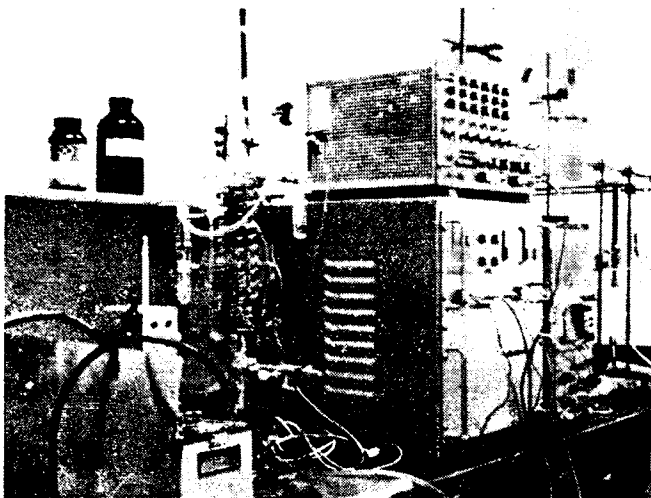
- El personal del Departamento ha publicado más de 250 trabajos científicos en las revistas internacionales de mayor prestigio. En ciertos temas (solidificación, scattering de Rayos X a pequeño ángulo, transformaciones masivas, corrosión bajo tensión) los grupos de investigación del Departamento están reconocidos internacionalmente como de primera línea.

- Varios miembros del Departamento han recibido importantes distinciones académicas extranjeras.

- A diferencia de lo que ocurría en 1955 la Metalurgia existe actualmente como actividad académica en la Argentina. El Departamento ha tenido una activa participación en ese logro y continúa colaborando en su fortalecimiento y profundización.

- Todos los elementos combustibles de los reactores de investigación instalados en la Argentina han sido producidos por el Departamento. Se ha producido un primer prototipo de elemento de potencia (el que fue irradiado en el MZFR) y se trabaja febrilmente en el desarrollo del prototipo del elemento combustible para Atucha. También se ha comen~~za~~do a trabajar en el desarrollo de combustibles enriquecidos con óxido de plutonio.

- A través del SATI, el Departamento ha establecido sólidos vínculos con la industria nacional.



Equipo para ensayos de corrosión bajo tensiones

II.

RECURSOS HUMANOS

Desde el momento mínimo de su creación en 1955 el Departamento de Metalurgia dió primera prioridad a la formación de su cuadros técnico-científicos y en tal sentido realizó una tarea permanente -que por cierto costó dinero y esfuerzos- hasta llegar a un plantel actual integrado por:

- a) Profesionales de investigación y desarrollo: 107
- b) Técnicos de investigación, desarrollo y fabricación: 62
- c) Investigadores asociados: 10
- d) Becarios de investigación: 37
- e) Personal de administración y maestranza: 36

La distribución del plantel básico de los profesionales conforman los siguientes porcentajes por carrera universitaria: 17% de químicos, 27% de físicos y el 56% restante son ingenieros de las diversas ramas prevaleciendo la mecánica. En la actualidad el 33% del plantel total de los investigadores ha alcanzado el nivel de "senior" y todo el personal integrado en las tareas de investigación y desarrollo se desempeña como "full time".

II.1

Investigadores

- ACUÑA, Rodolfo** Doctor en Física (IMAF, Córdoba). Estudios de post-doctorado en North Western University, Illinois, EE. UU. (1971-1973).
Area de trabajo: Difracción de rayos X.
- ALMAGRO, Juan C.** Ingeniero Metalúrgico (Universidad de La Plata). Estudios de post-graduado en la Universidad de Birmingham, Gran Bretaña (1971-1973).
Area de Trabajo: Transformación mecánica.
- ALVAREZ, Marta G.** Licenciada en Química (Universidad de Buenos Aires). Egresada Curso Panamericano de Metalurgia.
Area de trabajo: Corrosión electroquímica.
- ARAOZ, Carlos** Doctor en Química (Universidad de Buenos Aires). Investigador Asociado en Argonne National Laboratory, EE.UU. (1960-1963).
Area de Trabajo: Combustibles nucleares.
Cargo: Jefe Dto. Metalurgia Nuclear. Gerente de Tecnología (1971-
- AUDERO, Miguel** Doctor en Física (Inst. Dr. José A. Balseiro, Universidad de Cuyo).
Premio Buehler Ltd. 1972. Premio F.C.G. Belgrano 1972.
Area de Trabajo: Solidificación de metales.
- BADINO, Néstor** Ingeniero Metalúrgico (Universidad de La Plata). Egresado Curso Panamericano de Metalurgia.
Area de Trabajo: Tratamientos térmicos.
- BALZARETTI, Daniel** Ingeniero Químico (Universidad del Litoral. Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Area de Trabajo: Solidificación de metales.
- BANCHIK, Abraham** Doctor en Física (Universidad de La Plata).
Area de Trabajo: Difracción de rayos X.

- BARMAN, Israel** Ingeniero Electrónico (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en Battelle-North West Laboratory, EE.UU. (1969).
Área de Trabajo: Ensayos no Destructivos.
- BAEZ, Juan N.** Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Estudios de post-graduado en el Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia (1965). Miembro del International Group on NDT of Reactor Components de IAEA.
Área de Trabajo: Ensayos no destructivos.
Cargo: Jefe Grupo de Ensayos no Destructivos.
- BELINCO, Lázaro** Ingeniero Electro-mecánico (Universidad de Buenos Aires). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Área de Trabajo: Soldadura.
- BERNAL, José** Ingeniero Mecánico (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en Oak Ridge Nat. Laboratory (1972-).
Área de Trabajo: Difracción de Rayos X.
- BILONI, Heraldo** Ingeniero Aeronáutico (Universidad de La Plata). Estudios de post-graduado en Max Planck Institut, Alemania (1956). Investigador asociado en la Universidad de Harvard, EE.UU. (1963-1965). Investigador asociado en CEN-Grenoble, Francia (1968).
Premio Pistocchi 1970.
Área de Trabajo: Solidificación y Fundición.
Cargo: Jefe de Div. Solidificación y Fundición. Director a/c del Programa Multinacional de Metalurgia.
- BIONDO, Carlos** Ingeniero Mecánico (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en Siemens Aktiengesellschaft, Alemania (1968-1970). Inspección de fabricación de elementos combustibles en B.G. Hanau, Alemania (1971-1972).
Área de Trabajo: Fabricación de elementos combustibles.
Cargo: Jefe Div. Desarrollo de Tecnología de Fabricación.
- BISCIOTTI, José A.** Ingeniero Mecánico (Universidad de la Plata).
Área de Trabajo: Montaje de Elementos Combustibles.

- BISOONI, Edgardo** Doctor en Física (Inst. Dr. José A. Balseiro, Universidad de Cuyo). Estudios de post-graduado en la Universidad de Illinois, EE.UU. (1958-1959). Investigador asociado en el Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia (1969-1971).
Area de Trabajo: Fricción interna. Daños por radiación.
Cargo: Jefe Div. Daño por Radiación.
- BONFIGLIOLI, Alberto** Doctor en Física (Inst. Dr. José A. Balseiro, Universidad de Cuyo). Estudios de post-graduado en la Facultad de Ciencias, Universidad de Paris, Francia (1960-1963). Investigador asociado en la Universidad de Cornell, EE.UU. (1968-1969).
Area de Trabajo: Transiciones de fase. Materiales nucleares.
Cargo: Jefe del Grupo Difracción de Rayos X.
- BOSCHI, Luis** Doctor en Química (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en
Area de Trabajo: Instrumentación.
- CABO, Amado** Doctor en Física (Inst. Dr. José A. Balseiro, Universidad de Cuyo). Estudios de post-doctorado en Mellon Institute, EE.UU. (1969-1971).
Area de trabajo: Transformaciones de fase.
- CARLONI, Jorge** Ingeniero Mecánico (Universidad de Morón).
Area de trabajo: Planta piloto de UO_2 .
- CASTELLA, Amficar** Ingeniero electrónico (Inst. Tecnológico Bs.As.) Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia. Estudios de post-graduado en Karlsruhe Forschungszentrum, Alemania (1972).
Area de Trabajo: Ensayos no Destructivos de post-irradiación.
- CASTELLANO, Juan** Ingeniero Mecánico (Universidad Tecnológica Nacional).
Area de Trabajo: Ingeniería de Instalación para combustible a base de plutonio.
- CASTILLO, Teresa G.de** Ingeniero Mecánico (Universidad Nacional de Rosario).
Area de Trabajo: Aceros.
- CENCIG, Mario** Licenciado en Química (Universidad de Buenos Aires). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Area de trabajo: Conductividad térmica de combustibles nucleares.

- CIRIMELLO, Roberto** Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Estudios de post-graduados en Siemens A.G., Alemania (1969-1970). Egresado del Curso Panamericano de Combustibles.
Área de Trabajo: Diseño de elementos combustibles.
Cargo: Jefe del Grupo Diseño de Elementos Combustibles.
- COMAS, Susana B. de** Doctora en Química (Universidad de Buenos Aires).
Área de Trabajo: Metalografía.
- CRAGNOLINO, Gustavo** Licenciado en Química (Universidad de Buenos Aires).
Área de Trabajo: Corrosión Electroquímica.
- CRESPI, Juan Carlos** Licenciado en Química (Universidad de Buenos Aires).
Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Estudios de post-graduado en la Universidad de Stanford EE.UU. (1963-1966). Mención Mejor Microfractografía 1972.
Área de Trabajo: Fatiga de Metales.
- DARNOND, Luis** Ingeniero Metalúrgico (Instituto Tecnológico Buenos Aires). Estudios de post-graduado en Siemens A.G., Alemania (1968-1970).
Área de Trabajo: Diseño de Componentes - Mecánica de Fractura.
Cargo: Jefe del Grupo Ingeniería de Componentes.
- DE GRANDE, Abel** Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia. Estudios de post-graduado en Karlsruhe Forschungszentrum, Alemania (1971-).
Área de Trabajo: Hidrodinámica.
- DE MICHELIS, Stella M. de** Doctora en Química (Universidad de Buenos Aires).
Premio Pistocchi 1972.
Área de Trabajo: Corrosión de Metales.
- DESTAILLATS, Fanny D. de** Doctora en Física (IMAF, Córdoba).
Área de Trabajo: Difusión de Metales - Computación.
Cargo: Jefe Grupo de Difusión y Servicio de Computación.
- DE VEDIA, Luis** Ingeniero Electricista (Universidad de Buenos Aires).
Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Estudios de post-graduado en Cranfield College of Technology, Gran Bretaña (1972-).
Área de Trabajo: Soldadura.

- DI BELLA, Domingo** Ingeniero Mecánico (Universidad Tecnológica Nacional). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia. Área de Trabajo: Análisis de fallas.
- DI PRIMIO, Juan C.** Doctor en Química (Universidad de La Plata). Estudios de post-graduado en el Max Planck Institut, Alemania (1957-1958). Investigador Asociado y luego profesor asistente en la Universidad de Pittsburgh (1966-1969). Área de Trabajo: Fatiga - Gestión de Combustible.
- ESPEJO, Héctor** Ingeniero Electrónico (Univ. Tecn. Nac.) Egresado CPM. Estudios de post-graduado en CAMECA (Francia (1968)). Área de Trabajo: Análisis por microsonda electrónica.
- FAINSTEIN, Dora** Doctora en Física (Inst. Dr. José A. Balseiro, Universidad de Cuyo). Estudios de post-graduado en el Instituto Weizman, Israel (1963-1966). Investigador asociado en Ford Motor Co., EE.UU. (1969-1971). Área de Trabajo: Solidificación.
- FALCO, Enrique** Ingeniero Civil (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en Kernforschungszentrum, Karlsruhe, Alemania (1970). Área de Trabajo: Caldas Calientes. Cargo: Responsable del Grupo Caldas Calientes.
- GUILLAUME, Eduardo** Ingeniero Electromecánico (Universidad de Morón). Estudios de post-graduado en el KFK, Alemania (1972). Área de Trabajo: Caldas Calientes.
- FRITSZCHE, Jurgen** Ingeniero Industrial (Universidad Nacional del Sur). Estudios de post-graduado en Siemens A.G., Alemania (1968-1971). Área de Trabajo: Control de Calidad.
- GALVELE, José Rodolfo** Doctor en Química (Universidad de Buenos Aires). Doctor in Philosophy (Universidad de Cambridge, Gran Bretaña). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia. Estudios de post-graduado en Cambridge, Gran Bretaña (1964-1966). Premio Pistocchi 1972. Área de Trabajo: Electroquímica - Corrosión de Metales. Cargo: Responsable del Grupo Corrosión de Metales.

- GARCIA, Eduardo** Doctor en Física (Universidad de La Plata). Estudios de post-doctorado en la Ecole Supérieure de Mines, Francia (1971-1973).
Area de Trabajo: Gases en Metales.
- GEDDO, Alberto** Ingeniero Mecánico (Universidad Tecnológica Nacional). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Area de Trabajo: Combustibles a base de Plutonio.
- GOMEZ, Armando** Ingeniero Químico (Universidad Nacional del Litoral). Area de Trabajo: Transformación de U235.
Cargo: Responsable del Grupo de Transformación de U235.
- GONZALEZ, Héctor** Doctor en Física (Inst. Dr. José A. Balseiro, Universidad de Cuyo).
Area de Trabajo: Daños por Radiación.
- GRASSO, Horacio** Ingeniero Metalúrgico (Universidad de La Plata).
Area de Trabajo: Industrialización nuclear.
- GUTIERREZ, Ricardo** Ingeniero Metalúrgico (Instituto Tecnológico de Buenos Aires). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Area de Trabajo: Soldadura.
- HERRERO, Oscar** Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia. Estudios de post-graduado en el Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia (1970-1971) y en el Kernforschungszentrum Karlsruhe, Alemania (1971-1972).
Area de Trabajo: Diseño de elementos combustibles.
- HESS, Rodolfo** Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Area de Trabajo: Montaje de fabricación de elementos combustibles.
- HEY, Alfredo** Bachellor in Metallurgy (Universidad de Sheffield, Gran Bretaña). Estudios de post-graduado en la Universidad de Sheffield, Gran Bretaña (1971-1973).
Area de Trabajo: Aceros.
- IPOHORSKI, Miguel** Doctor en Física (Inst. Dr. José A. Balseiro, Universidad de Cuyo). Estudios de post-doctorado en la Universidad de Cambridge, Gran Bretaña (1967-1969).
Area de Trabajo: Daños por radiación por microscopía electrónica.

- KISS, Francisco** Licenciado en Física (Inst. Dr. José A. Balseiro, Universidad de Cuyo). Premio Lutz Ferrando 1970. Premio Mejor Foto Color 1972.
Área de Trabajo: Solidificación.
- KITTL, Jorge** Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Estudios de post-graduado en el Max Planck Institut, Alemania (1956-1957). Investigador asociado en el Mellon Institute, EE. UU. (1960-1962).
Área de Trabajo: Transformaciones de fase - Tratamientos térmicos.
Cargo: Jefe del Departamento de Metalurgia.
- KOLL, José H.** Ingeniero Mecánico (Universidad de La Plata). Estudios de post-graduado en Bochumer Verein für Gusstahlfabrikation, Alemania (1962-1963). Estudios de post-graduado en BISRA, Gran Bretaña (1963-1964). Trabajos de inspección en Reaktor Brannelemente GmbH, Hanau, Alemania (1971-1972).
Área de trabajo: Fabricación de elementos combustibles.
Cargo: Responsable de los Grupos Prototipos tipo MZFR e Inspección de Elementos Combustibles para la Central Nuclear en Atucha.
- KULLMER, Rodolfo** Ingeniero Metalúrgico (Instituto Tecnológico de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en Siemens A.G., Alemania (1970-1972).
Área de Trabajo: Materiales estructurales de elementos combustibles.
Cargo: Responsable del Grupo de Ensayos de Vainas de Elementos Combustibles.
- LANZOS, Osvaldo** Ingeniero Metalúrgico (Universidad de La Plata).
Área de Trabajo: Transformación Mecánica.
- LERCH, Carlos** Ingeniero Mecánico (Universidad de Rosario). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Área de Trabajo: Aceros.
- LEYT, Arnoldo** Ingeniero Civil (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en el C.E.A., Francia (1964-1965).
Área de Trabajo: Fundición por arco.

- LIBANATI, César** Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Doctor en Metalurgia (Universidad de la Sorbona, Francia). Médico (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en la Ecole des Mines, Francia (1957-1958). Investigador asociado en el C.E.A., Francia (1964).
Area de Trabajo: Difusión - Microanálisis
Cargo: Responsable Servicio Microanálisis.
- LOTANO, Hector** Ingeniero Mecánico (Universidad Tecnológica Nacional). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Area de Trabajo: Diseño Elementos Combustibles
- LOTANO, Horacio** Ingeniero Electricista (Universidad Tecnológica Nacional).
Area de Trabajo: Componentes de Elementos Combustibles.
- MARAJOVSKY, Adolfo** Licenciado en Física (Universidad de La Plata). Estudios de post-graduado en Fontenay-aux-Roses, Francia.
Area de Trabajo: Difusión
- LIBANATI, Nelly Ambrosis** Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Doctor en Metalurgia (Universidad de la Sorbona, Francia). Estudios de post-graduado en la Ecole des Mines, Francia (1956-1957). Investigador asociado en el IRSID, Francia (1964).
Area de Trabajo: Capacitación y Entrenamiento.
Cargo: Directora de los Cursos Panamericanos de Metalurgia. Miembro del Comité Ejecutivo de las Conferencias Interamericanas de Tecnología de Materiales.
- MARTICORENA, Jorge** Licenciado en Química (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en el Centre d'Etudes Nucleaires de Fontenay-aux-Roses, Francia (1970).
Area de Trabajo: Propiedades de Materiales Fisibles.
Cargo: Responsable de Propiedades de Materiales Fisibles.
- MARQUEZ, Mario** Ingeniero Metalúrgico (Universidad de La Plata). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
Area de Trabajo: Soldadura.
- MARTINEZ VIDAL, Carlos** Ingeniero Electromecánico (Universidad de La Plata). Estudios de post-graduado en el Max Planck Institut, Alemania (1957-1958). Gerente de Tecnología (1969-1971). Asesor, División Asuntos Científicos, OEA (1972-).
Cargo: Jefe Div. Transformaciones Mecánicas.

MORANDO, Rino	Ingeniero Electromecánico (Universidad de La Plata). Area de Trabajo: Fundición.
NOGUERA, Francisco	Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia. Area de Trabajo: Núcleos Cerámicos.
OLEZZA, Raúl	Ingeniero Químico (Universidad de Buenos Aires). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia. Area de Trabajo: Propiedades de Materiales Fisionables Estudios de entrenamiento en el Argonne National Lab., EE.UU. (1965). Estudios de entrenamiento en el Kern- forschungszentrum, Alemania (1969). Area de Trabajo: Combustibles a base de plutonio. Cargo: Responsable de la instalación del laboratorio para combustible a base plutonio. Fabricación de elementos combustibles de plutonio.
OSUNA, Horacio	
OVEJERO, José	Licenciado en Física (Universidad de Tucumán). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia. Area de Trabajo: Daños por Radiación - Capacitación.
PALACIOS, Tulio	Ingeniero Electromecánico (Universidad de Morón). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia. Area de Trabajo: Análisis por microsonda electrónica.
PEDRAZA, Antonio	Licenciado en Física (Universidad de Buenos Aires). Junior Member de ICTP, Trieste. Area de Trabajo: Transformaciones de fase.
PEROSANZ, Pablo	Ingeniero Civil (Universidad de Buenos Aires). Area de Trabajo: Ingeniería Civil.
POVOLO, Francisco	Doctor en Física (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-doctorado en el Case Institute of Technology, EE. UU. (1967-1969). Area de Trabajo: Fricción interna.
PRILUTZKY, Héctor	Ingeniero Mecánico (Universidad Tecnológica Nacional). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia. Area de Trabajo: Análisis por microsonda electrónica.
QUIHILLALT, Oscar	Ingeniero Industrial (Instituto Tecnológico de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en Siemens A.G., Alemania (1971-72). Area de Trabajo: Industria Nacional. Cargo: Responsable Industrialización Nuclear.
RANSEMBERG, Benigno	Ingeniero Electricista (Universidad Tecnológica Nacional) Area de Trabajo: Servicios Generales.

- ROBERT, Edgardo** Ingeniero Metalúrgico (Universidad de La Plata).
Área de Trabajo: Transformación mecánica
- RODRIGUEZ PASQUES, R.** Doctor en Química (Universidad de Buenos Aires). Jefe
asistente de Sección Radioactividad del National Bureau
of Standards, EE.UU. (1964-1969).
Área de Trabajo: Radioquímica
Cargo: Ensayos de post-irradiación.
- RODRIGUEZ, Carlos** Licenciado en Física (Universidad de Córdoba).
Área de Trabajo: Transformaciones de fase.
- RUGGERI, Italo** Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Egresado
del Curso Panamericano de Metalurgia.
Área de Trabajo: Materiales estructurales de elementos
combustibles.
- SABATO, Jorge** Profesor de Física. Estudios de post-graduado en la
Universidad de Birmingham, Gran Bretaña (1957). Inves-
tigador asociado en la Universidad de Stanford, EE.UU.
(1963). Jefe de la Div. Metalurgia (1955-1958). Jefe del
Dto. de Metalurgia (1958-1960). Gerente de Tecnología
(1960-1969).
Miembro del Club de Roma. Asesor del Pacto Andino.
Asesor de la OEA. Asesor del BID.
Premio Programa Multinacional de Metalurgia 1972.
Área de Trabajo: Asesor de la Gerencia
- SARRATE, Mariano** Ingeniero Electromecánico (Universidad de La Plata).
Estudios de post-graduado en el Battelle Memorial Institute,
EE.UU. (1967-1969).
Área de Trabajo: Fractura.
Cargo: Responsable del Servicio Técnico a la Industria.
- SAVINO, Eduardo** Doctor en Física (Inst.Dr. José A. Balseiro, Universidad
de Cuyo). Estudios de post-doctorado en AERE, Harwell
Gran Bretaña (1971-
Área de Trabajo: Daño por radiación.
- SEMINO, Carlos** Doctor en Química (Universidad de Buenos Aires). Estudios
de post-doctorado en la Universidad de Cambridge, Gran
Bretaña (1972-
Área de Trabajo: Corrosión de metales.

- TANIS, Sara Volman de Doctora en Química (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en la Universidad de Sussex, Gran Bretaña (1965-1966).
 Área de Trabajo: Análisis de Información - Patentes.
 Cargo: Oficina de Patentes de la CNEA y Análisis de Documentación. Servicio de documentación.
- TENDLER, Ruth Hojvat de Licenciado en Química (Universidad de Buenos Aires).
 Área de Trabajo: Difusión de metales.
- TERN, Gerardo Licenciado en Química (Universidad de Buenos Aires).
 Área de Trabajo: Ensayos de post-irradiación.
- VASSALLO, Daniel Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Estudios de post-graduado en el Service Technique de Constructions et Armes Navales, Francia (1962-1963). Estudios de post-graduado en el C.E.A., Francia (1969) y en el Kernforschungszentrum, Alemania (1972).
 Área de Trabajo: Metalografía- Examen de post-irradiación.
 Cargo: Responsable del Servicio de Metalografía.
- VELO, Luis Ingeniero electromecánico (Universidad de Buenos Aires).
 Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
 Área de Trabajo: Análisis de fallas.
- VICTORIA, Máximo Doctor en Física (Inst. Dr. José A. Balseiro, Universidad de Cuyo). Estudios de post-doctorado en la Universidad de Berkeley, California, Inorganic Mat. Res. Dep. EEUU(1966-68)
 Área de Trabajo: Transformaciones mecánicas.
 Cargo: Jefe División Transformaciones Mecánicas.
- VOLPI, Ricardo Ingeniero Mecánico (Universidad de Buenos Aires). Egresado del Curso Panamericano de Metalurgia.
 Área de Trabajo: Transformaciones mecánicas.
- WEXLER, Silvana Wexler de Licenciada en Química (Universidad de Córdoba).
 Área de Trabajo: Electroquímica.
- WORTMAN, Oscar Ingeniero Industrial (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en el Argonne National Laboratory, EE.UU. (1958-1960). Jefe de la Oficina de Enlace en Siemens A.G., Alemania (1969-1970). Miembro del Editorial Board de Pressure Vessel & Piping.
 Área de Trabajo: Soldadura - Centrales Nucleares.
 Cargo: Jefe Dto. Tecn. de Componentes de Centrales Nucleares.

- WYDUCZYNSKI, Delia Arias de Licenciada en Física ((Universidad de Buenos Aires).
Area de Trabajo: Transformaciones de fase.
- WYSZLAWSKI, Carlos Ingeniero Químico (Universidad del Litoral). Egresado
del Curso Panamericano de Metalurgia.
Area de Trabajo: Fabricación de combustibles a base
de plutonio.
- ZUZEK, Estanislao Licenciado en Química (Universidad de Buenos Aires).
Area de Trabajo: Gases en metales

Miembros de la Gerencia desempeñan o han desempeñado funciones como:

Associate Editor de Acta Metallurgica
 Associate Editor del Journal of Nuclear Materials
 Associate Editor del Journal of Powder Metallurgy
 Associate Editor de Materials Science and Engineering
 Associate Editor de Scripta Metallurgica
 Associate Editor del Pressure Vessel and Piping
 Corresponding member to the Institute of Metals
 Miembro del Comité de Redacción de Metalurgia Moderna
 Miembro del Comité Ejecutivo de las Conferencias Interamericanas de Tecnología de Materiales
 Miembro del Comité de Educación de las Conferencias Interamericanas de Tecnología de Materiales
 Miembro del Comité Organizador de la Conferencia Localized Corrosion, Virginia, EE.UU., 1971.
 Coordinación General de las Jornadas sobre la Ciencia, la Técnica y Aplicación del Vacío, Buenos Aires, 1971
 Secretaria de las V Jornadas Metalúrgicas de la SAM, Buenos Aires, 1972
 Investigador Asociado del Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia
 Investigador Asociado en el Departamento de Metalurgia del Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
 Investigador Asociado de la Universidad de Cornell, EE.UU.
 Investigador Asociado en el Laboratorio de Investigaciones en Materiales del Central Electricity Generating Board, Gran Bretaña
 Investigador Asociado en Ford Motor Co., Detroit, EE.UU.
 Research Fellow en el Argonne National Laboratory, EE.UU.
 Research Fellow en el Mellon Institute, EE.UU.
 Research Fellow en la Universidad de Harvard, EE.UU.
 Research Fellow en la Universidad de Pittsburgh, EE.UU.
 Research Fellow en la Universidad de Stanford, EE.UU.
 Profesor Visitante en la Universidad de Pittsburgh, EE.UU.

Por periodos variables entre algunas semanas y algunos meses, distinguidos metalurgistas extranjeros han trabajado en la Gerencia de Tecnología.

Dr. Hubert AARONSON*, Ford Motor Co., EE.UU.

Dr. Yves ADDA, Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, Francia.

Dr. Manfred AHLERS

Dr. J.M. ALEXANDER, Imperial College, Gran Bretaña.

Dr. Roland APPS*, The College of Aeronautics, Cranfield, Gran Bretaña.

Dr. Alberto ARANTES, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil.

Dr. Bernard B. ARGENT*, University of Sheffield, Gran Bretaña.

Dr. P.N. ARUMUGHAM, C.E.N.E., India

Dr. William BALDWIN, Case Institute of Technology, EE.UU.

Dr. A. BAR-OR, Comisión Nacional de Energía Atómica, Israel.

Dr. G. BERANGER*, Ecole des Mines, Francia.

Dr. Jacques BENARD*, Ecole Nationale Supérieure de Chimie, Francia.

Dr. J. BERNARD*, Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, Francia.

Dr. N. BIRKS*, University of Sheffield, Gran Bretaña.

Dr. T. BLEWITT, Argonne National Laboratory, EE.UU.

Dr. W. BOAS, University of Melbourne, Australia.

Dr. H. BOHM*, Institut für Reaktorwerkstoffe, República Federal de Alemania.

Ing. Gerard BOHME, Gesellschaft für Kernforschung, Karlsruhe, R.F. de Alemania.

Dr. F. BOLLING*, Ford Foundation, EE.UU.

Dr. J. BOUDOURESQUE, Commissariat à l'Energie Atomique, Francia.

Dr. R. BRAGG, Lockheed Missiles and Space Co., EE.UU.

Dr. Trevor BROOM, Central Electricity Generating Board, Gran Bretaña.

Dr. L. M. BROWN*, University of Cambridge, Gran Bretaña.

Dr. P. BUNSHÁH*, University of California, EE.UU.

Dr. J. BURKE, General Electric Research Lab., EE.UU.

Dr. H. BRODY, University of Pittsburgh, EE.UU.

Dr. Gerard CABANE, Commissariat à l'Energie Atomique, Francia.

Dr. Robert W. CAHN, University of Sussex, Gran Bretaña.

Dr. Philip C. CLAPP*, Copper Corp., Massachusetts, EE.UU.

Dr. G. COLE*, Ford Motor Co., EE.UU.

Dr. N. CABRERA, University of Virginia, EE.UU.

La Institución que se indica es la que corresponde en el momento de realizarse la visita.

* Profesores y expertos contratados por el Programa Multinacional de Metalurgia.

Dr. Hans CONRAD* University of Kentucky, EE.UU.
Dr. Harry E. COOK* Ford Research Lab., EE.UU.
Dr. Luis CORREA Da SILVA, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil.
Dr. Pierre COULOMB, Faculté des Sciences de Toulouse, Francia.

Dr. G. CHADWICK* University of Cambridge, Gran Bretaña.
Dr. Bruce CHALMERS, Harvard University, EE.UU.
Dr. V.A. CHANDRAMOULI, Bhabha Atomic Research Centre, Bombay, India.
Dr. Vicente CHIAVERINI, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil.
Dr. Chaim CHISWICK, Argonne National Laboratory, EE.UU..
Dr. J.W. CHRISTIAN* University of Oxford, Gran Bretaña.

Dr. D. DAUTTREPPE, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
Dr. Werner DEBRAY, Siemens AG, República Federal de Alemania.
Dr. J. De FOUQUET* Universidad de Poitiers, Francia.
Dr. Roger DELMAS* Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia.
Ing. J. DEVIS, CAMECA, Francia.
Ing. Jacobo DIAZ, Junta de Energía Nuclear, España.
Dr. I. DIEHL* Max Planck Institut, República Federal de Alemania.
Dr. R. DODDS, British Nuclear Fuel Limited, Gran Bretaña.
Dr. M. DONER* Kentucky University, EE.UU.
Dr. John DORN, University of California, EE.UU.

Dr. M. ENGLANDER, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
Dr. Sigfried ENGLER, Giesserei Institut, Aachen, República Federal de Alemania.
Dr. P. FAVRE, Ecole des Mines, Francia.
Dr. Ralph FEDER, Frankford Arsenal, EE.UU.
Dr. C.E. FELTNER* Ford Motor Co., EE.UU.
Dr. Richard FLINN, University of Michigan, EE.UU.
Dr. Didier de FONTAINE* University of California, EE.UU.
Dr. Frank FOOTE, Argonne National Laboratory, EE.UU.

Dr. Baptista GARGIONE Filho, ITA-CTA, Brasil.
Dr. Erich GEBHARDT* Max Planck Institut, República Federal de Alemania.
Dr. S.S. GILL* University of Manchester, Gran Bretaña.
Dr. C. GIBBONS* Case Institute of Technology, EE.UU.
Dr. Alfred GOLDBERG, US Naval Postgraduate School, EE.UU.
Dr. Mario P. GOMEZ, Lockheed Missiles and Space Co., EE.UU.
Dr. Michael J. GORINGE* University of Oxford, Gran Bretaña.
Dr. G. GREENWOOD, University of Sheffield, Gran Bretaña.
Dr. Daniel GROS* Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia.
Dr. André GUINIER, Faculté des Sciences de Paris, Francia.
Dr. Edward M. GURTIN* Carnegie-Mellon University, EE.UU.
Dr. A.G. GUY, University of Florida, EE.UU.
Dr. P. GUYOT* Centre de Recherches, Pechiney, Francia.

Dr. G.T. HAHN, Battelle Memorial Institute, EE.UU.
 Dr. D.B. HALLIDAY, U.K.A.E.A., Gran Bretaña.
 Dr. Bryan HARRIS*, University of Sussex, Gran Bretaña.
 Dr. Henry HAUSNER, Brooklyn Polytechnic Institute, EE.UU.
 Dr. Julius HARWOOD, Ford Motor Co., EE.UU.
 Dr. K.F.L. HEINRICH*, National Bureau of Standards, EE.UU.
 Dr. J. HILLAIRET*, Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia.
 Dr. M. HILLERT*, Royal Institute of Technology, Suecia.
 Dr. A.W.D. HILLS*, Royal School of Mines, Gran Bretaña.
 Dr. J.D. HISLOP, Rolls Royce Co., Gran Bretaña.
 Dr. T.P. HOAR, University of Cambridge, Gran Bretaña.
 Dr. J.W. HONEYCOMBE, University of Sheffield, Gran Bretaña.
 Dr. J. HOWE, Cornell University, EE.UU.

Dr. W.H. IRVINE*, U.K.A.E.A., Gran Bretaña.

Dr. Naum JOEL, Centro de Investigaciones en Cristalografía, Chile.

Dr. K. KALLSTROM, Sandvik Steelwork, Suecia.
 Dr. Richard KIEFFER, University of Vienna, Austria.
 Dr. Kenneth KINSMAN*, Ford Motor Co., EE.UU.
 Dr. Victor KONDIS, University of Birmingham, Gran Bretaña.
 Dr. S.T. KONOBEESVSKI, Academy of Sciences, U.R.S.S.
 Dr. I.I. KORNILOV, Academy of Sciences, U.R.S.S.
 Dr. Werner KOSTER, Max Planck Institut, República Federal de Alemania.
 Dr. Jerome KRUGER*, National Bureau of Standards, EE.UU.

Dr. Paul LACOMBE, Ecole des Mines, Francia.
 Dr. P. LANCASTER*, University of Bradford, Gran Bretaña.
 Dr. Alan D. Le CLAIRE*, Atomic Energy Research Establishment, Gran Bretaña.
 Dr. Ian Le MAY*, University of Saskatchewan, Canada.
 Dr. F. LENEL, Rensselaer Polytechnic Institute, EE.UU.
 Dr. D. LIEBERMAN, University of Illinois, EE.UU.
 Dr. S. LIPSON, Frankford Arsenal, EE.UU.

Dr. Robert MADDIN, University of Pennsylvania, EE.UU.
 Mr. Alec McEACHERN, Atomic Energy of Canada Limited, Canada.
 Dr. J.F. MARIN*, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
 Dr. Jean M. MARTIN*, Universidad de Grenoble, Francia.
 Dr. T.B. MASSALSKI*, Mellon Institute, EE.UU.
 Dr. J. MERHAR, U.S. Army Materials Research Lab., EE.UU.
 Dr. D. MILNER, University of Birmingham, Gran Bretaña.
 Dr. A.K. MUKHERJEE*, University of California, EE.UU.
 Dr. P. MURRAY, U.K.A.E.A., Gran Bretaña.

Dr. R.W. NICHOLS,*U.K.A.E.A., Gran Bretaña.
 Dr. Robert NOLAND, Argonne National Laboratory, EE.UU.

 Dr. H. OLLIER, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
 Dr. Richard ORIANI,*U.S.Steel Research Lab., EE.UU.

 Dr. E. PARKER, University of California, EE.UU.
 Dr. H. PAXTON, Carnegie Institute of Technology, EE.UU.
 Dr. J. PHILIBERT,*I.R.S.I.D., Francia.
 Dr. A.S. PLAIL,*Atomic Energy Research Establishment, Gran Bretaña.
 Dr. Jean PLATEAU, I.R.S.I.D., Francia.
 Dr. H. POLAKOWSKI,*Illinois Institute of Technology, EE.UU.
 Dr. Horace POPS, Essex Wires and Tubes, Pittsburgh, EE.UU.
 Dr. N. PROMISEL, Navy Department, EE.UU.

 Dr. A.G. QUARRELL, University of Sheffield, Gran Bretaña.
 Dr. Yves QUERE,*Centre d'Etudes Nucleaires, Francia.

 Dr. N. REED, U.S. Army Materials Institute, EE.UU.
 Dr. C.J. RENKEN,*Argonne National Laboratory, EE.UU.
 Dr. J.S. RINEHART, Mining Research Lab., Colorado School of Mines, EE.UU.
 Dr. A.B. RITCHIE, U.K.A.E.A., Gran Bretaña.
 Dr. André L. ROBILLARD,*Centre d'Etudes Nucleaires de Caradache, Francia.
 Dr. Ugo ROCCA, C.N.E.N., Italia.
 Dr. G.W. ROWE,*University of Birmingham, Gran Bretaña.

 Dr. G. SAADA, Facultad de Ciencias de Lille, Francia.
 Dr. E. SALT KOVITZ, Office of Naval Research, EE.UU.
 Dr. John C. SCULLY,*University of Leeds, Gran Bretaña.
 Dr. D.J. SCHMATZ,*Ford Motor Co., EE.UU.
 Dr. Gunther SCHOECK, Max Planck Institut, Alemania y Westinghouse Research Lab.EE.UU.
 Dr. Alfred SEEGER,*Max Planck Institut, República Federal de Alemania.
 Dr. C.M. SELLARS, University of Sheffield, Gran Bretaña.
 Dr. R.S. SHARPE, U.K.A.E.A., Gran Bretaña.
 Dr. Oleg SHERBY, Stanford University, EE.UU.
 Dr. A. SMALLMAN,*University of Birmingham, Gran Bretaña.
 Dr. Cyril SMITH, Massachusetts Institute of Technology, EE.UU.
 Dr. Roger W. STAEHLE,*University of Ohio, EE.UU.
 Dr. M. STEIMBERG, Lockheed Missiles and Space Co., EE.UU.
 Dr. R. STEVENSON, Stanford University, EE.UU.
 Dr. Cecil STONE, Argonne National Laboratory, EE.UU.
 Dr. A.H. SULLY, The British Steel Casting Research Ass., Gran Bretaña.

Dr. M. TANEMBAUM, Bell Laboratories, EE.UU.
 Dr. C. THOMAS DE MONTPREVILLE*, Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, Francia.
 Dr. E. THOMSEN, University of California, EE.UU.
 Dr. William A. TILLER*, Oxford University, Gran Bretaña.

 Dr. S. VALENCIA, U.S.Army Materials Research, EE.UU.

 Dr. J.L. WALKER, General Electric Research Lab., EE.UU.
 Dr. W.E. WALLACE, University of Pittsburgh, EE.UU.
 Dr. Ben A. WILCOX*, Battelle Memorial Institute, EE.UU.
 Dr. J. WISTREICH, British Iron and Steel Research Association, Gran Bretaña.
 Dr. J. WITTKE, Centro de Investigaciones de Cristalografía, Chile.
 Dr. Hans WOLFF, Soderfors Bruk, Suecia.
 Dr. John WOOD*, Lehigh University, EE.UU.
 Dr. J.H. WOODHEAD, University of Sheffield, Gran Bretaña.
 Dr. Robert WYLIE, Southwest Research Institute, EE.UU.
 Dr. G. WYON, Ecole des Mines, Francia.

 Dr. H.J. ZECH, Kernforschungszentrum Karlsruhe, República Federal de Alemania.
 Dr. Clarence ZENER, Westinghouse Research Lab., EE.UU.

El personal del Departamento de Metalurgia ha completado su formación con estadías de seis meses a dos años en prestigiosas instituciones extranjeras cuya lista sigue a continuación:

Argonne National Laboratory, EE.UU.
 Atomic Energy Research Est., Harwell, Gran Bretaña
 Battelle Memorial Institute, Ohio, EE.UU.
 Battelle North West Laboratory, EE.UU.
 Bochumer Verein für Gusstahlfabrikation, Alemania
 British Iron and Steel Research Association, Gran Bretaña
 CAMECA, Francia
 Carnegie Institute, Pittsburgh, EE.UU.
 Case Institute of Technology, EE.UU.
 Cavendish Laboratory, Cambridge, Gran Bretaña
 Central Electricity Generating Board, Gran Bretaña
 Centro de Estudios Nucleares, Grenoble, Francia
 Centro de Estudios Nucleares, Fontenay-aux-Roses, Francia
 Centro de Estudios Nucleares, Saclay, Francia
 Centre de Recherches Metallurgiques, Francia
 Commissariat a l'Energie Atomique, Saclay, Francia
 Cranfield Institute of Technology, Gran Bretaña
 Ecole Supérieure des Mines, París, Francia
 Ford Motor Co., EE.UU.
 Institute de Recherches Siderurgiques, Francia
 Instituto de Física y Matemáticas, Santiago, Chile
 Instituto de Pesquisas Tecnológicas, San Pablo, Brasil
 International Development Research Center, Canada
 Karlsruhe Kernforschungszentrum, Alemania
 Laboratoires de Physique des Metaux de la Marine, Francia
 Laboratoires de Physique de Solides, Orsay, Francia
 Lawrence Radiation Laboratory, EE.UU.
 Max Planck Institut, Stuttgart, Alemania
 Mellon Institute, EE.UU.
 Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, EE.UU.
 Organización de los Estados Americanos, Washington, EE.UU.
 Siemens A.G., Alemania
 Southwest Institute, San Antonio, EE.UU.
 Technischer Ueberwachungs Verein, Baden, Alemania
 Universidad de Birmingham, Gran Bretaña
 Universidad de Cambridge, Gran Bretaña
 Universidad de Cornell, EE.UU.
 Universidad de Harvard, EE.UU.

Universidad de Illinois, EE.UU.
Imperial College, Universidad de Londres, Gran Bretaña
Universidad de Munich, Alemania
Universidad de Paris, Francia
Universidad de Pittsburgh, EE.UU.
Universidad de Sheffield, Gran Bretaña
Universidad de Stanford, EE.UU.
Universidad de Sussex, Gran Bretaña

En estas instituciones los investigadores de la Gerencia se han desempeñado en diversas capacidades: becarios, investigadores asociados junior, investigadores asociados senior, profesores visitantes, expertos, etc..

Resulta importante señalar que pese a este intenso programa de viajes al exterior y de estancias exitosas en instituciones de prestigio internacional, todo el personal enviado regresó al país, por lo que puede decirse que el "brain drain" de la Gerencia de Tecnología ha sido en verdad nulo, record que posiblemente muy pocas instituciones pueden presentar.

III. ACTIVIDADES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

III.1 Combustibles Nucleares

C. Aráoz

Como ya se ha explicado en el prólogo, la Gerencia ha realizado un programa muy ambicioso en elementos combustibles. La Tabla I reseña el trabajo realizado.

TABLA I. DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA DE LOS COMBUSTIBLES NUCLEARES (período 1957 - 1970)

Año	Tipo de elemento combustible	Reactor	Desarrollo de las técnicas de fabricación	Mat. combustible de partida	Enriquecimiento en U	Desarrollo de la técnica conversión a
1957	Placas Argonaut	RA-1	Coextrusión U_3O_8 -Al vaina Al	Poivo U_3O_8	20%	
1960	Barras U met.		Fundición U, «ironing» vaina Al	U met.		
1964	Placas MTR	RA-2	Colaminación (picture frame)	F_8U	90%	Conversión directa a U-Al
1964	Barras	RA-0 y RA-1	Extrusión núcleo UO_2 -C, vaina Al, extremo inf. swaged, extremo sup. lap-pó sold. TIG sin cámara de soldar	Poivo U_3O_8	20%	Poivo UO_2 para extrusión
				F_8U	20%	Poivo UO_2 para extrusión
1966	Placas MTR	RA-3	Colaminación (picture frame)			
1970	Barras especif. PHWR	MZFR y cápsula irradiada	Pellets UO_2 , vainas zircaloy, tapones sold. TIG	UO_2 grado cerámico F_8U	natural 4%	UO_2 grado cerámico
1970	Barras	RA-3 blanque	Pellets UO_2 , vainas Al, tapones sold. TIG	UO_2 grado cerámico	natural	

Los trabajos en curso comprenden las siguientes áreas:

III.1.1. Desarrollo de combustibles R. Cirimello

Este área comprende el estudio de especificaciones de materiales y diseño de elementos combustibles, así como los ensayos destinados a evaluar su comportamiento. Cuatro grupos cumplimentan estos objetivos, a saber:

III.1.1.i Cálculo y diseño de elementos combustibles
R. Cirimello, H. Lotano, O. Saracco, C. Montanaro

Se ha comenzado a trabajar en esta línea en 1969, habiéndose desarrollado el código PIZZA para análisis termomecánicos de barras combustibles. Además participa en los estudios de evaluación de los elementos a instalarse en la CNA. Se elaboran los proyectos y especificaciones para la preparación de una cápsula a irradiarse en el RA-3.

III.1.1.ii Estudio de materiales combustibles
O. Marticorena, M. Cancig, R. Olazza

Comenzó sus actividades en 1970 encarando investigaciones en las siguientes líneas:

- a) conductividad térmica del UO_2
- b) gases de fisión por los materiales combustibles
- c) especificaciones originadas por otros productores de elementos combustibles
- d) óxidos mixtos de uranio y plutonio estudiando los diagramas de fase de los óxidos

III.1.1.iii Estudio de vainas y materiales estructurales
R. Kullmer, I. Ruggeri

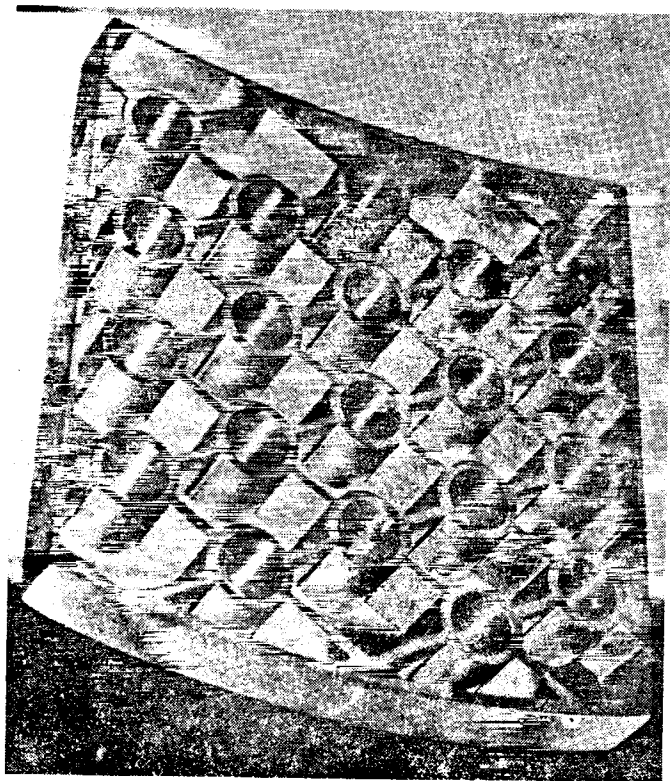
Este grupo se constituyó en 1970 fijando sus objetivos en las siguientes líneas: estudio e interpretación de las especificaciones de vainas y materiales estructurales de elementos combustibles. Se realizarán los ensayos de recepción correspondientes por ensayos destructivos de materiales como zircaloy.

Las líneas de investigación son:

- a) ensayos de recepción
- b) ensayos mecánicos, de explosión, para determinar especificaciones sobre fabricación de vainas
- c) ensayos para el mejoramiento del diseño desde el punto de vista mecanometalúrgico

III.1.1.iv Ensayos de irradiación
O. Herrero

Este grupo se encuentra en formación a partir de 1971, teniendo como objetivo el desarrollo de la capacidad propia para el diseño y construcción de dispositivos de irradiación y la realización de las experiencias correspondientes en reactores nacionales y extranjeros. Se ha desarrollado la primera cápsula a ser irradiada en el



Grilla del blanket para el reactor RA-3

RA-3.

III.1.2 Desarrollo de Tecnología de Fabricación

C. Biondo

Esta área comprende el desarrollo de la tecnología a aplicar en la fabricación industrial de elementos combustibles, en fabricación de prototipos para irradiación y la provisión del combustible para los reactores de investigación del país. Cuatro grupos cumplimentan los objetivos expuestos:

III.1.2.i Desarrollo de técnicas de fabricación

Se han desarrollado las siguientes líneas de fabricación:

- a) se comenzó en 1957 con el desarrollo de la coextrusión de combustible tipo Argonaut y la soldadura de las vainas de aluminio de dichos elementos
- b) elementos con núcleo cerámico: se desarrollaron las diversas etapas para la obtención de núcleos de UO_2 para combustible UO_2/Zr , como también la soldadura de las vainas correspondientes. Además se han obtenido pastillas enriquecidas al 4,4% para cápsulas
- c) se desarrollaron los métodos de fabricación de placas combustibles tipo MTR por colaminación de Al-Al/U con varios porcentajes de U que varían del 15% al 25% en Al. Se encuentra en desarrollo la instrumentación de los mismos con termocuplas
- d) se encuentran en desarrollo las técnicas de maquinado de componentes estructurales y tratamiento superficial

III.1.2.ii Fabricaciones

A. Bisciotti, J. Carloni, I. Dymant, O. Gómez, H. Lotano, F. Noguera

De acuerdo a lo descripto en el punto III.1.4.i, en fabricación se obtuvieron los siguientes resultados:

- a) el núcleo coextrudado para el reactor RA-1 y núcleos extrudados para el mismo reactor
- b) se han fabricado 2 elementos prototipos MZFR con núcleos cerámicos. 190 barras combustibles para la primera carga del Blanket para el reactor RA-3. 2 núcleos cerámicos de UO_2 enriquecido al 4,4% para las cápsulas irradiadas en el reactor SILOE de Francia.
- c) se fabricaron 250 elementos combustibles tipo MTR para el reactor RA-3 y facilidad RA-2, en la actualidad con aleación Al-U 18,5%

III. 1. 2. iii

Inspección

H. Koll, R. Hess

Se realiza el control del cumplimiento de especificaciones durante la fabricación y la recepción de los elementos que ingresan a la central Atucha. Se desarrollaron los métodos de inspección de los elementos para el RA-3.

III. 1. 2. iv

Transformación de U_{235}

A. Gómez

Se ha instalado una planta piloto para reducir F_6U a aleación Al-U con una capacidad de 10 kg/semana. Se ha desarrollado la técnica de preparación de UO_2 enriquecido sinterizable en escala de laboratorio y en la actualidad se desarrollan los métodos de recuperación de scrap.

III. 1. 3

Ensayos de post-irradiación

R. Rodríguez Pasquás, G. Thorn

Se desarrollan en la actualidad tareas de montaje de un laboratorio radioquímico provisional y se realizan los trabajos de puesta a punto de métodos químicos. Durante 1972 participaron del examen de post-irradiación del prototipo MZFR-I en las celdas calientes del Centro Nuclear de Karlsruhe.

III. 1. 4

Performance de núcleos

A. Bonfiglioli

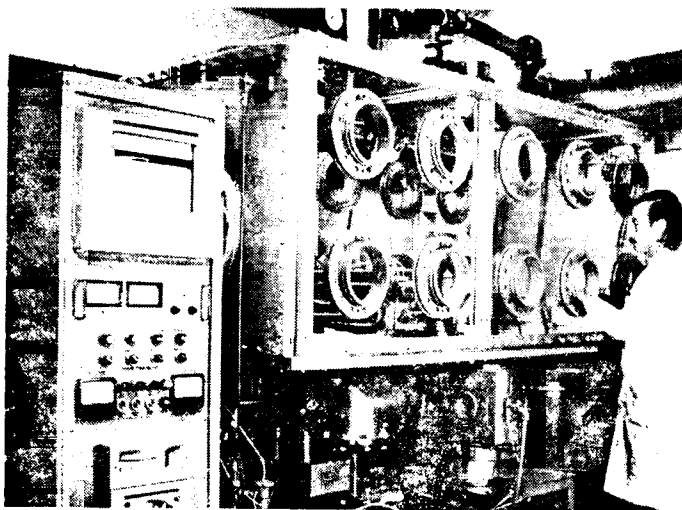
Se realizarán las tareas de evaluación del comportamiento del núcleo de centrales nucleares respecto de las especificaciones de diseño y construcción para determinar posibilidades de optimización. Esta tarea en la actualidad se desarrolla con el prototipo de la central nuclear en Atucha. Además, se recopilarán los datos de fabricación y diseño y los producidos durante su funcionamiento con miras a efectuar una predicción de su comportamiento.

III. 1. 5

Combustible a base de plutonio

H. Osuna, J. Castellano, A. Geddo, A. Posdona, C. Wyszlawski

Este grupo tiene como objetivo el desarrollo de la tecnología del plutonio y la obtención de capacidad propia de fabricación de combustible con plutonio. Se ha realizado el diseño, instalación y parte de la puesta en marcha de la planta en escala de



Caja de guantes en la planta de plutonio

laboratorio. En la misma se fabricarán cápsulas, prototipos y combustibles para reactores térmicos a base de óxido de plutonio. Las líneas de trabajo son:

- a) ingeniería de instalación que comprende diseño, estudio de materiales, especificaciones y control. Desarrollo de líneas de trabajo bajo atmósferas controladas y puesta en marcha de la instalación.
- b) desarrollo de técnicas de fabricación de polvos mixtos de óxidos de uranio y plutonio, llenado y soldadura de barras, recuperación de residuos y especificaciones de fabricación.

El proyecto y construcción se realizó en su totalidad en el país. En la actualidad se encuentra un 85% realizada la instalación, comenzándose en 1973 la puesta en marcha con uranio en polvo y finalización de la puesta a punto.

III.1.6 Celdas calientes

E. Falco, E. Guillaume, P. Perosanz

Las tareas de integración de este grupo comenzaron en 1969 estableciéndose como objetivos el desarrollo de la capacidad ingenieril para el manejo de materiales radioactivos, en particular α , β y γ activos. Elaboración del proyecto, construcción y operación de celdas calientes, laboratorios e instalaciones que deban alojar tales materiales. Al presente se elaboró el preproyecto del laboratorio para ensayos de post-irradiación destinado al examen de combustibles de reactores de potencia. Las líneas de trabajo son:

- a) desarrollo de dispositivos mecánicos de telemanipulación, transferencia y medios de visión
- b) ingeniería civil de las instalaciones y servicios conexos
- c) tratamiento de residuos y descontaminación
- d) seguridad general y radiológica

III.1.7 Gestión y ciclo de combustible

J.C. Di Primio, J. Frangi

Se comenzaron las tareas en 1970 sobre la elaboración de los contratos de compra de las primeras cargas de la CNA. Se ha confeccionado el cronograma de suministro de futuras cargas a la misma central. En la actualidad se analizan los aspectos técnico-económicos de todas las prestaciones: producción, uso, transporte, almacenamiento, etc. habiendo realizado hasta el presente un estudio del ciclo de combustible de CNA, incluyendo un análisis para su optimización.

Metalurgia en la CNEA

El reportaje que sirve de prólogo a esta publicación expone en qué consiste, como se desarrolló y como se implementó en la CNEA la estrategia de investigación y desarrollo en Metalurgia. Es importante analizar con mayor profundidad ciertos aspectos del problema, en particular los que se refieren a las relaciones entre el estado actual de la Metalurgia como disciplina académica y su aplicación al desarrollo técnico-económico, con particular énfasis en el campo de la energía nuclear y sus aplicaciones.

a) Hay pocos campos en donde la trama ciencia-tecnología-desarrollo esté más imbricada que en la Metalurgia; no hay desarrollo socio-económico sin industrialización, no hay proceso de industrialización sólido sin desarrollo metalúrgico; no hay desarrollo metalúrgico sin investigación e innovación. Por cierto que para nosotros, metalurgistas, todo es obvio -es uno de los datos básicos de nuestra profesión- y no perderé tiempo en analizarlo y fundamentarlo. Un solo ejemplo -de rigurosa actualidad- bastará para mostrar las catastróficas consecuencias de olvidarlo: Hace 10 años, EE.UU. era un neto exportador de acero, en el orden de las 5.5 millones de toneladas/año. Las importaciones, en cambio, eran reducidas: 1.2 millones de toneladas/año, un 1.5% del consumo total de EE.UU. Esta situación ha cambiado drásticamente, en 1967 las importaciones ascendieron a 11.5 millones de toneladas, superando a las exportaciones en la relación 10 a 1 y capturando así el 12% del mercado americano. Para este año ese porcentaje será del 15%, del cual corresponderá 40% a Japón, 17% a Alemania, 17% al Benelux, etc. Para defenderse, la industria siderúrgica americana ha solicitado la imposición de cuotas para la importación de acero, la industria consumidora se opone a esa medida, sosteniendo que la misma protegerá a una industria ineficiente y cara; el acero extranjero cuesta entre 8 u\$s y 60 u\$s menos por tonelada que el acero americano. Cuál es el factor determinante de esta crítica situación? Escuchemos a los expertos Walter Adams (Michigan State University) y J.B. Dirham (University of Rhode Island), que declararon ante el Comité de finanzas del Senado americano: "El problema de la industria no reside en los altos salarios sino en la pérdida de su superioridad técnica". Como ejemplo, citan LD: en 1954 una pequeña compañía (Mc. Louth) lo instaló por primera vez en EE.UU., pero los gigantes recién lo hicieron una década después: US Steel en Diciembre 1963; Bethlehem en 1964; Republic en 1965. Agregan: "Pese a que este nuevo proceso reduce los costos de operación en aproximadamente 5 u\$s/ton y los costos de inversión en 20 u\$s/ton a 25 u\$s/ton de capacidad instalada, la industria siderúrgica americana compró -en la década de 1950 40 millones de toneladas "of the wrong kind of capacity -the open hearth furnace". Concluyen lapidariamente: Much of the 1 u\$s billion worth of this capacity was obsolete when built and the industry by installing it, prepared itself for dying".

b) Académicamente, la Metalurgia es una disciplina compleja, en razón de la compleja realidad que trata de conocer y controlar: en todo problema metalúrgico interviene un elevado número de variables cuya interrelación racional se trata de describir empleando generalmente la Física y la Química, pero también la Ingeniería. Es una ciencia aplicada, según la definición de C.S. Smith, que se propone "the wary analysis of non-living complexity" y cuyo encanto "lies in the perpetual balancing act between the realistic and the tractable". Justamente por su complejidad misma, no siempre es exitoso aplicar el método tradicional de la Física -reducir lo complejo a un "modelo" simple, manejable matemáticamente- por lo que uno sospecha que en muchos problemas metalúrgicos hay "algo" más -en sentido epistemológico- que Física y Química. Quizá allí radique la razón profunda de que viejos problemas como la solidificación y la recristalización -casi tan viejos como la Humanidad misma- no hayan sido aún resueltos: si bien de ellos se sabe bastante "en principio", se está aún lejos de poder predecir y controlar. Es por eso que la Metalurgia plantea un desafío intelectual muy importante: el de desarrollar la metodología más adecuada para manejar aquellas situaciones complejas que no pueden -intrínsecamente- ser reducidas a modelos "simples".

Llegar a poner en duda la metodología misma de una disciplina es un signo inequívoco de su estado de crisis. Y eso es ventajoso para nosotros porque la probabilidad de participación exitosa de nuestros investigadores es mayor cuando el campo no está "cerrado", "estabilizado", "congelado", y porque de esa crisis resultarán -sin duda- nuevos conocimientos que derivarán en nuevas tecnologías, que podremos aprovechar plenamente en la medida que hayamos sido actores en la crisis y no meros espectadores.

El análisis anterior es un enfoque muy particular que pretende ir al fondo del problema del estado actual de la Metalurgia, por lo que posiblemente muchos no estén de acuerdo con él, en particular con la aventurada trayectoria que implica. Independientemente de ello, sin embargo, es un hecho que en los últimos 30 años han ocurrido grandes cambios y avances en los más diversos campos metalúrgicos. Excitada por demandas novedosas y exigentes (energía nuclear, vuelos espaciales, comunicaciones, armamentos, aumentos masivos en la producción y consumo, etc.), la intensa labor académica en Metalurgia ha respondido con nuevos metales y aleaciones, nuevas propiedades, nuevos procesos. Por eso también en este sentido se puede decir que vivimos una "revolución metalúrgica" que ya ha tenido importantes consecuencias científicas -y también técnico-económicas- pero que las tendrá aún mayores en los próximos 20 años.

c) En el momento actual, los problemas centrales de la Metalurgia -solidificación, endurecimiento, recristalización, fatiga, fractura, "creep", transformaciones de fase, unión, desgaste y corrosión- son atacados por miles de investigadores que emplean poderosas herramientas teóricas (mecánica cuántica, mecánica estadística, teoría de dislocaciones, topología, etc) y sofisticadas

técnicas y equipos (ultra alto vacío, temperaturas cercanas al 0°K , daño por radiación, difracción electrónica y neutrónica, microscopía iónica y electrónica, microsonda electrónica, análisis por activación, isótopos radiactivos, computadoras electrónicas, espectrometría de masa, resonancia paramagnética, etc.). La semejanza de los problemas a resolver, de los objetivos a alcanzar y de los métodos empleados han ampliado el campo de la Metalurgia tradicional, que hoy incluye no sólo a metales y aleaciones, sino también a cerámicas, polímeros, vidrios, etc. y han obligado a rebautizarla con el nombre algo pomposo de Ciencia de los Materiales.

Este ataque masivo ha producido ya resultados importantes. A veces, simplemente llevando hasta sus últimas consecuencias conocimiento disponible desde hace años (como el método de purificación por fusión zonal; la eliminación de hidrógeno en aceros por degasado en vacío; la producción de aceros por método LD; la colada continua; fusión por electrodo consumible; sinterización de materiales refractarios, evaporación como base para resolver el problema del "reingreso" de vehículos espaciales; deformación por explosivos, etc.); otras, desarrollando y aplicando nuevos conceptos (anclaje de dislocaciones, como en el desarrollo de aleaciones resistentes a creep; interacción de átomos de carbono y dislocaciones ("atmósfera" de Cottrell) como en el entendimiento y control del fenómeno de fluencia y la formación de bandas de Luders, la coalescencia de grupos de dislocaciones para formar núcleos que originan fractura frágil; sinterización sin poros para producir cerámicas transparentes como lucalox; teorías cuánticas de la conducción eléctrica y de las propiedades magnéticas, base del desarrollo de semiconductores, superconductores y nuevos materiales magnéticos; producción por aplicación de tensiones, de martensita en una matriz de austenita -con el consiguiente aumento de volumen-, como en las aleaciones "autosellantes"; gran aumento de ductilidad cuando hay deformación simultánea con una transformación de fases, como en las aleaciones superplásticas; zonas de Guinier-Preston y sus características principales, como en la producción de aleaciones termotratables, etc.

d) Estamos, pues, inmersos en un proceso extremadamente dinámico -situación de por sí favorable para la creatividad- y que aún se mantiene en buena medida en una escala cercana a nuestras posibilidades; no siempre se requieren super equipos que cuestan decenas de millones de dólares (o centenas, como en ciertos campos de la Física Nuclear), y es sorprendente lo que se puede hacer todavía -cuando hay talento- con un buen microscopio metalográfico (descubrir las subestructuras de deformación, por ejemplo), un horno adecuadamente instrumentado (estudiar la solidificación pre-dendrítica), un equipo de rayos X (descubrir poligonización o las zonas de Guinier-Preston), un péndulo de fricción interna (inter-acciones gas-metal), un buen calorímetro (evolución durante el recocido de la energía interna almacenada en un metal deformado); una máquina de tracción (dilucidación del mecanismo del efecto Portevin-Le Châtelier), un equipo para medir conductividad eléctrica (cinética de la creación y

eliminación de defectos puntuales). Por cierto que el grado de sofisticación y los costos de inversión y operación del instrumental metalúrgico crecen día a día y que la incorporación de esos modernos equipos resulta muy conveniente, pero lo que debe comprenderse es que todavía se está en un "orden de magnitud" accesible a nuestras posibilidades.

e) En los últimos 25 años la interacción entre la "revolución académica" y la estructura técnico-productiva de la Metalurgia se ha realizado según ciertos esquemas:

- i) En respuesta a nuevas demandas, la investigación desarrolló productos y procesos que originaron así nuevas ramas de la Metalurgia, como la Metalurgia Nuclear, la Metalurgia de Semiconductores, la de metales refractarios, etc. De ellas se puede decir que "nacieron en los laboratorios".
- ii) El advenimiento de la "affluent society" de Galbraith -con su insaciable apetito de consumo- exigió que las viejas ramas de la Metalurgia promoviesen -con no mucho entusiasmo- la investigación y -con un poco más de confianza- la innovación. Desenterraron viejas ideas (la colada continua fue desarrollada por Bessemer), desempolvaron viejas patentes (Jones en 1901 en Estados Unidos, patentó la deformación por explosivos para hacer barriles), re-descubrieron viejos conocimientos (la ley de Sievert como fundamento del degasado en vacío, y las transformaron en procesos productivos. Y lo mismo hicieron con la extrusión en frío empleando lana de vidrio como lubricante, la laminación por paso de peregrino, los tratamientos térmicos en atmósferas controladas, la fundición de precisión, la reducción directa.
- iii) El éxito creciente en el conocimiento de ciertos mecanismos metalúrgicos básicos impulsa su aplicación al logro de objetivos prefijados. Un ejemplo muy ilustrativo es lo que ha ocurrido en los últimos años con el mejoramiento de las propiedades mecánicas de los aceros, que analizamos en detalle más adelante.
- iv) Otros desarrollos científicos (computación, instrumentación, técnicas de simulación, electrónica, radioisótopos, etc.) permiten la programación y automatización de líneas completas y continuas de producción.
- vi) El grado de sofisticación de la nueva tecnología obliga a una visión continua del sistema educativo, particularmente en sus más altos niveles.

Siguiendo principalmente estos esquemas -y también otros más coyunturales- la interacción entre ambos mundos -el académico y el productivo- ha ido creciendo sin cesar, ha producido resultados muy satisfactorios y ha terminado por incorporarse definitivamente a la estrategia para conocer, para transformar y para utilizar el mundo de los metales.

f) Si analizamos ahora nuestra propia realidad técnico-económica, observamos que en el campo de la Metalurgia se nos plantean a diario problemas concretos cuya correcta solución -en función de nuestras posibilidades y para satisfacer nuestras necesidades- exigen realizar investigación y generar y propagar innovación:

- i) Elección entre tecnologías competitivas: alto horno o reducción directa? LD, Siemens-Martin o qué? Degasado en vacío o fusión por electro-slag?
- ii) Desarrollo de tecnologías específicas para nuestras economías de escala, optimizadas en función del tamaño del mercado y de la disponibilidad relativa de materias primas -recursos humanos, recursos económico-financieros: Por qué estampar chapa con matrices construídas para series de millones de unidades si nuestro mercado puede absorber apenas algunos centenares de miles? Por qué doblar o cilindrar con grandes prensas y no emplear deformación por explosivos? Por qué aceros al molibdeno y no aceros al tungsteno? Automatizar qué, cuánto y cómo?
- iii) Análisis cuidadoso de las investigaciones en curso y evaluación continua de las posibilidades de derivar de ellas nuevos usos, productos y procesos: qué pasará con la aplicación de ultrasonido a la trefilación?, o con el descubrimiento de que en ciertos metales el estado de recristalización parcial es más dúctil que el de recristalización total; o con el endurecimiento por radiación; o con el endurecimiento por radiación; o con la super plasticidad, etc. ?
- iv) Vigilancia del impacto de la investigación sobre nuestras materias primas; recordar que la tendencia general es la de desarrrollar productos en donde el componente económicamente más importante sea -no la materia prima, como en el pasado- sino el "know how" que contiene.
- vi) Asignación de prioridades en la instalación de nuevas líneas de producción y de beneficios en la radicación de capital extranjero.

- vii) Negociación de licencias y patentes, de programas de asistencia técnica, de empleo de consultores, de acuerdos de complementación regional, zonal o sectorias.

g) El conjunto de consideraciones que se acaba de exponer tiene también validez por cierto en el campo de la energía nuclear. La producción y utilización de energía nuclear exigen el desarrollo y empleo de conocimientos y técnicas metalúrgicas del más alto nivel. Esto es particularmente cierto en el caso de un reactor nuclear - de investigación o de potencia- en donde la gama de problemas metalúrgicos va desde la pureza que debe tener el uranio o el óxido de uranio para que la reacción en cadena no se detenga, hasta la resistencia mecánica del recipiente de acero que contiene al núcleo del reactor; desde las numerosas y complejas etapas de fabricación de los diversos componentes; desde las propiedades físicas fundamentales (densidad, conductividad térmica, conductividad eléctrica, etc.) de los distintos metales, aleaciones y óxidos que se utilizan en el reactor hasta las técnicas más aptas de fundición, forjado, laminación, sin-terización, etc. necesarias para su manufactura, etc. Un reactor nuclear es uno de los universos metalúrgicos más complejos y comprometidos que se puede imaginar.

h) En consecuencia no puede sorprender que la estrategia en investigación y desarrollo en Metalurgia se haya desarrollado según características que van a ver descritas en las páginas siguientes, que mostrarán la red de interacciones que a partir de la investigación en ciertos problemas metalúrgicos sostiene un edificio sumamente complejo que incluye actividades tecnológicas, educativas, económicas, de servicios, etc. que van mucho más allá de lo que convenientemente se cree debe pertenecer a una organización de este tipo.

III.2.1 Aceros

N. Badino, T. García Castillo, A. Hey, C. Lerch

Dentro de los objetivos de este grupo es meta lograr un buen conocimiento, dentro de las necesidades actuales del país, de aleaciones ferrosas de baja y media aleación, procurando especialmente mejorar sus propiedades mecánicas. Los temas investigados y en desarrollo presentan gran interés tecnológico en relación con la industria nacional. Las líneas principales de investigación son las siguientes:

III.2.1.i Conocer propiedades, estructuras y su evolución en aceros estructurales de bajo carbono.

III.2.1.ii Aceros estructurales de bajo carbono de resistencia incrementada.

III.2.1.iii Aceros estructurales de baja aleación y alta resistencia

III.2.1.iv Aceros estructurales de muy alta resistencia.

Los trabajos desarrollados hasta el presente abarcan los siguientes temas:

a) tamaño de grano ferrítico y propiedades mecánicas en aceros de bajo carbono.

b) refinamiento de grano y endurecimiento por precipitación en aceros de bajo carbono.

c) envejecimiento y deformación inhomogénea en aceros de bajo carbono.

En desarrollo se encuentran los siguientes: propiedades mecánicas y estructura en aceros estructurales bainíticos y trefilabilidad y propiedades mecánicas en estructuras bainíticas y perlíticas de alta resistencia.

III.2.2 Corrosión

J.R. Galvele, G. Alvarez, G. Cragolino, S. De Michelis, C. Semino, S. Wexler.

El grupo comenzó a trabajar a fines de 1966, orientando sus objetivos hacia problemas de "ataque localizado" ya que en el país existían otros grupos trabajando en problemas de protección de metales. La línea elegida tiene mucho interés no sólo en el área nuclear sino también en el resto de la metalurgia. Los trabajos realizados incluyen:



Al 0,1% Cu - Pulido y ataque con Disa-Electropol. 300X
Premio Lutz Ferrando 1970

- III.2.2.i Mecanismos de ataque intergranular de aleaciones binarias
- III.2.2.ii Morfología, mecanismos de picado de metales de alta pureza
- III.2.2.iii Efecto de aleantes sobre los potenciales de picado
- III.2.2.iv Corrosión bajo tensiones de aleaciones de aluminio, circonio, y aceros de alta resistencia
- III.2.2.vi Comportamiento anódico de metales en deformación.

Los trabajos realizados permitieron determinar que existen una estrecha relación entre los procesos de corrosión bajo tensiones y de picado de metales. Se determinó la naturaleza del potencial de picado, esperando que estos conocimientos permitan el desarrollo de nuevas aleaciones resistentes a la corrosión. En la actualidad se han iniciado trabajos sobre aleaciones resistentes aplicables a plantas de desalinización de agua del mar, en tanto se continúan los trabajos sobre picado y corrosión bajo tensión.

III.2.3 Daños por Radiación

E. Bisogni, H. Gonzalez, F. Povoio, E. Savino

El grupo comenzó sus actividades en 1965, siendo su primer objetivo la formación de investigadores con conocimientos sólidos de los procesos elementales de la producción de daño en metales por efecto de la irradiación con partículas energéticas, así como de los mecanismos básicos a través de los cuales, por efecto de la irradiación se modifican diversas propiedades físicas y mecánicas. Se ha desarrollado un plan de experiencias centradas en el estudio del fenómeno de endurecimiento por irradiación en monocristales de estructura hexagonal. Paralelamente se instalaron 2 facilidades de irradiación a la temperatura del nitrógeno líquido en los reactores RA-1 y RA-3.

En la actualidad encara, simultáneamente con sus estudios de carácter fundamental, proyectos sobre el comportamiento de metales y aleaciones de interés en la tecnología de Centrales Nucleares de potencia siguiendo las siguientes líneas de investigación:

- III.2.3.i Estudios de fragilización inducida por irradiación en aceros ferríticos.
- III.2.3.ii Estudios del efecto de irradiación sobre el creep de materiales de vaina de elementos combustibles.

III.2.3.iii Estudios del fenómeno de aceleración de la difusión e hinchazón provocados por irradiación.

Para realizar estos proyectos se están desarrollando facilidades de irradiación a altas temperaturas y celdas calientes, en coordinación con otros grupos de CNEA.

III.2.4 Daños por Radiación por Microscopía Electrónica

M. Ipohorski

Este grupo se organizó a partir de 1969 con la adquisición de un microscopio Philips EM 300 de 100 KV. Por medio de la observación de láminas delgadas metálicas;

III.2.4.i Se realiza el estudio de defectos cristalinos a escala atómica.

III.2.4.ii Se estudian los efectos de la radiación sobre la estructura de monocristales de cobre y aluminio, determinando la naturaleza de los lazos de dislocaciones y aglomerados de vacancias que aparecen en estos metales después de irradiarlos con neutrones.

III.2.4.iii Se realizan tareas de puesta a punto de técnicas sobre preparación de láminas delgadas para observaciones por transmisión.

III.2.4.iv Determinación de vectores de Burger de lazos de dislocaciones, estereo microscopía, análisis radiocristalográficos, determinación de texturas en metales deformados, etc.

III.2.5 Difracción de rayos X

A. Bonfiglioli, A. Acuña, A. Banchik, J. Bernal

El grupo inició sus actividades a fines de 1963, actuando como laboratorio de investigación y entrenamiento y como un servicio de apoyo a otros grupos de trabajo. Inició sus actividades desarrollando la línea de investigación sobre:

III.2.5.i Transiciones de fases metaestables en soluciones sólidas utilizando métodos de dispersión difusa de rayos X, y en particular de difusión a pequeños ángulos.

III.2.5.ii Se encararon estudios de distribuciones atómicas locales que afectan propiedades físicas en aleaciones de aluminio-zinc, aluminio-plata y eutécticos laminares de aluminio.

III.2.5.iii Se estudió la cinética y mecanismo de formación de estas distribuciones dentro del marco de teorías termodinámicas como la teoría de la descomposición spinodal.

III.2.5.iv En la actualidad, se desarrolla el estudio de fluctuaciones supercríticas.

III.2.6 Difusión de metales

F. Dymont, R. Tendler, A. Marajosky

El grupo inició sus actividades en 1960, desarrollando sus investigaciones sobre:

III.2.6.i El comportamiento anómalo que presentan materiales como titanio, circonio y uranio en sus fases BCC y luego agregando el hafnio en cuya fase (BCC) se encontró el fenómeno de apartarse de lo normal en dicha propiedad. Luego siguieron estudios en:

III.2.6.ii En la fase HCP que también indicaron características anómalas pese a ser esta una estructura compacta.

III.2.6.iii La difusividad de hierro en óxidos mixtos de hierro y manganeso

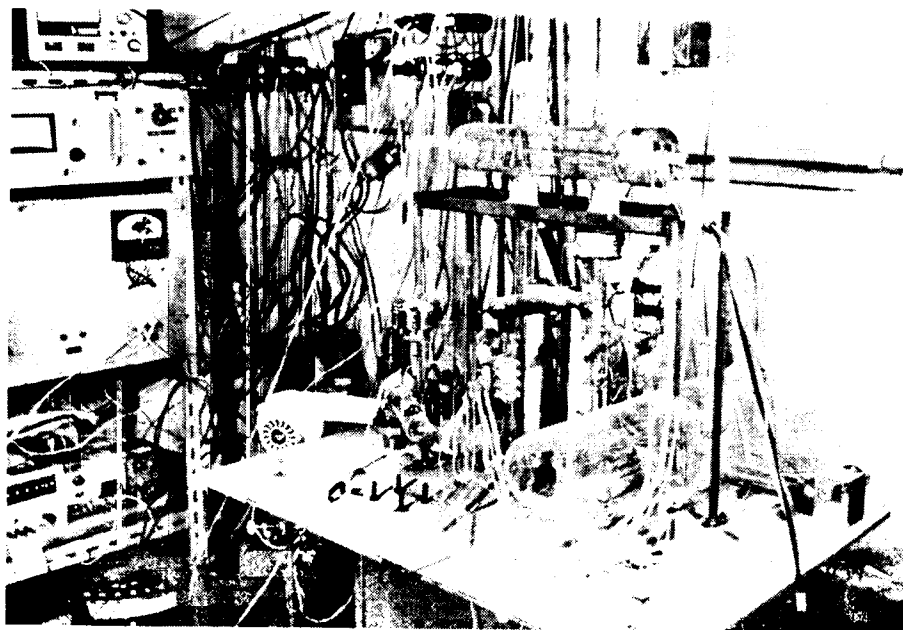
III.2.6.iv Efecto del apartamiento a la estequiometría en la difusión del uranio en UO_2

III.2.6.vi Difusión de la fase y la transformación de fase en el sistema plata-cinc 50%.

Actualmente se estudian influencias de agregados de solutos en la difusividad de los metales del grupo Ti, Zr y Hf y la difusión en el primer período largo en ambas fases previamente citadas. Además se abrieron otras líneas sobre el estudio de la difusión a través de interfases, mecanismos de heterodifusión operantes en combinado intersticial-substitucional.

III.2.7 Fatiga de metales

J.C. Di Primio, J. Crespi



Microbalanza de torsión de ultra alto vacío aplicado a un sistema gas-metal.

Este grupo se constituyó en 1971 realizando trabajos sobre la caracterización y selección de materiales para resistir a la fatiga, utilizando aceros de bajo carbono y en materiales aplicados en la construcción de componentes del circuito primario de centrales nucleares. Se comenzaron trabajos sobre análisis de fallas por fatiga.

III.2.8 Gases en metales

E. Zuzek, E. García, Y. Simkin

Constituido en 1960 el objetivo del grupo fué el de estudiar las propiedades físicas de las soluciones sólidas de los elementos intersticiales en metales de alto punto de fusión (Ta, Nb, Zr, etc.). En la primer etapa se centró la atención en el sistema Ta-H, construyendo el diagrama P-C-T y luego se estudiaron algunas propiedades mecánicas, cinéticas de absorción - desorción y parámetros conexos. Posteriormente se estudió el circnio en sistemas con elementos intersticiales tales como el O y N, evaluación de la reacción competitiva del N frente a la solubilidad del H y cinética de absorción. Se encuentran en desarrollo líneas de trabajo sobre zircaloy con hidruros, y poder determinar sus efectos nocivos. Se han desarrollado aparatos en base a técnicas de vacío, resistometría eléctrica, microtravimetría en ultra-alto vacío, etc.

III.2.9 Solidificación y Fundición

H. Biloni, J. Abboud, M. Audero, D. Balzaretto, D. Fainstein, F. Kiss, A. Leyt, R. Morando, E. Sarrate

Los trabajos de investigación en el área de solidificación comenzaron en 1957 habiendo publicado en 1959 el primer trabajo a nivel internacional. La estrategia de investigación consiste en la interpretación de la distribución de soluto en una pieza que solidifica lo cual ha de dar una idea de la historia térmica del material y de los mecanismos de solidificación que intervienen durante el proceso. Esta estrategia ha llevado a la aplicación y desarrollo de sofisticadas técnicas metalográficas cualitativas y cuantitativas. El convencimiento de la existencia de una unidad en las investigaciones en solidificación y fundición ha llevado al desarrollo de una variedad de temas que van desde el estudio fundamental de los mecanismos de solidificación y distribución de soluto a la de los procesos metalúrgicos en que dichos mecanismos tienen papel protagónico. De esta manera, este grupo de investigación formado por personal de la Gerencia e investigadores asociados realizan investigaciones en los siguientes temas:

- III.2.9.i Distribución de soluto y defectos en muestras crecidas unidireccionalmente.
- III.2.9.ii Transferencia calórica en el sistema metal/molde y su aplicación al caso de moldes.
- III.2.9.iii Fundición bajo presión.
- III.2.9.iv Fundición continua
- III.2.9.vi Soldadura desde el punto de vista estructural
- III.2.9.vii Fundición por electrodos consumibles
- III.2.9.viii Estructuras de lingotes convencionales.

III.2.10 Transformaciones de fase y tratamientos térmicos

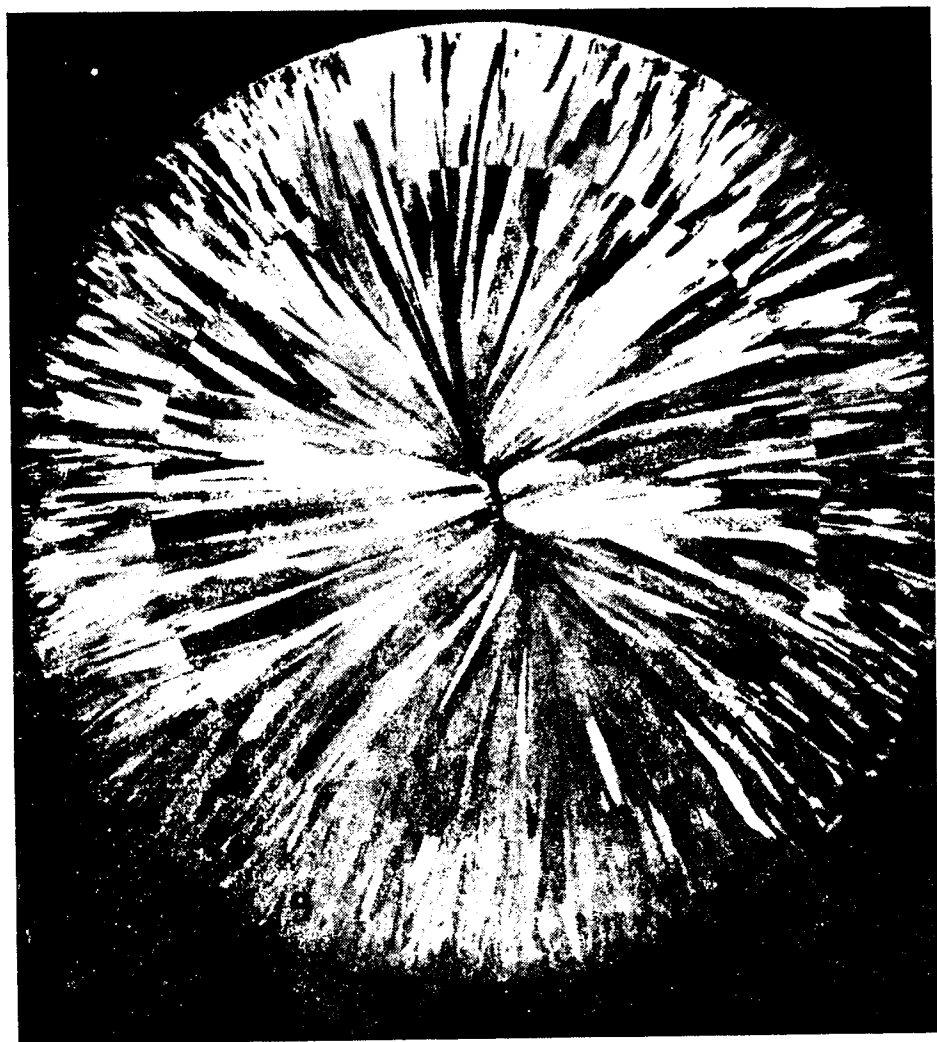
J. Kittl, A. Cabo, D. Arias, A. Pedrazza, C. Rodriguez

Utilizando los conocimientos básicos en físico-química de metales, se han encarado los trabajos hacia el desarrollo y estudios de los tratamientos térmicos y las transformaciones en estado sólido. Se han seguido las siguientes líneas de investigación:

- III.2.10.i Termodinámica de las aleaciones
- III.2.10.ii Transformaciones de fase en estado sólido que ocurren sin cambios en la composición de las aleaciones tales como: sistema plata/cadmio y plata/cinc
- III.2.10.iii Estudio de la interfase entre la fase producto y la fase inicial
- III.2.10.iv Cinética de transformación, dependencia de la temperatura de transformación y la subestructura de la fase final y transformación bajo tensión.
- III.2.10.vi Estudios de efectos de aleaciones y tratamientos térmicos en aleaciones para aplicación en cuerpos moletores, usos eléctricos, etc.

III.2.11 Transformación mecánica

M. Victoria, C. Almagro, O. Lanzos, E. Robert, R. M. Volpi.



Lingote de Cu - ataque NO_3H a 50%

El grupo dirigido en sus comienzos por el Ing. C. Martínez Vidal se dedicó al estudio de las características de deformación, utilizando los ensayos Siebel y Ford, a fin de obtener los datos requeridos en el trabajado de metales. A partir de 1961 comenzaron los trabajos de investigación para la fabricación de elementos combustibles con placas tipo MTR. Una vez puesto a punto el proceso, éste se integró en una planta piloto que produce a partir de 1965 el combustible (descrito en el punto III.1.2.ii). Por los conocimientos adquiridos de los procesos en las últimas etapas de la fabricación (unión de metales en frío, colaminación) pasaron a ser utilizadas y desarrolladas para otros metales y aleaciones de aluminio, colaminación de pares metálicos como el latón-hierro y la fabricación de circuitos hidráulicos colaminados autoinflables. Se utilizaron técnicas de extensometría eléctrica para instrumentar los distintos sistemas mecánicos. A partir de 1969 el grupo se halla dividido en las siguientes áreas:

III.2.10.i Procesado mecánico de metales y aleaciones que comprende influencia de las variables mecánicas en el laminado de coeficientes de fricción dinámicos; desarrollo de un ensayo para anillos y tubos en condiciones biaxiales; aplicación de métodos de elementos finitos al laminado de productos planos; métodos de producción de tubos de pared delgada sin costura.

III.2.10.ii Propiedades mecánicas de metales y aleaciones que comprende estudiar las relaciones entre propiedades mecánicas y la subestructura del material tales como ausformado en aceros de tipo AISI H-11, esferoidización por deformación en aceros con 0,9% y estabilidad de la estructura ausformada frente a la radiación.

III.2.10.iii Deformación de un cristal con una fase dispersa con las siguientes líneas: deformación de un cristal inhomogéneo de estructura C.C.; deformación de aleaciones de base Mg; morfología de recristalización y propiedades mecánicas durante la deformación superplástica en el sistema Zn-Al; envejecimiento de soluciones sólidas con estructura CCC.

III. 3

Componentes de Centrales Nucleares

O. Wortman

El Servicio de Asistencia Técnica a la Industria fue creado en marzo de 1961 por convenio entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Asociación de Industriales Metalúrgicos.

El objetivo de la creación de este Servicio era:

- a) Servir de nexo entre la Industria y el Departamento de Metalurgia para la máxima utilización de los recursos humanos y materiales con que se contaba en la CNEA
- b) Crear las bases para establecer un fuerte soporte técnico para la industria que posteriormente debía intervenir en las realizaciones más complejas de la CNEA

En la primera etapa de su labor el Servicio de Asistencia Técnica realizó una tarea educativa y de asesoramiento en aspectos muy variados en el campo de la industria de transformación. En esa época comenzaba el desarrollo de la industria automotriz en la Argentina y muchos pequeños talleres acudían al SATI para obtener datos sobre tratamientos térmicos, técnicas metalográficas, datos bibliográficos, etc. Se canalizaron a través del Servicio y en cooperación con el grupo de capacitación y entrenamiento (ver detalle en el punto V.1), cursos para ingenieros y supervisores en técnicas metalúrgicas imprescindibles como metalografía, soldadura, tratamientos térmicos, etc.

Luego de esta primera etapa de asesoramiento técnico a la industria metalúrgica en la que se cubrían las más variadas consultas se comenzaron a recibir trabajos que representaban desarrollos a mediano plazo. También comenzaron a requerirse datos para encontrar las causas de fallas en servicio prematuras de distintas piezas, ejes, matrices de forja, pernos de pistón, ejes de buques, etc. Estas fallas ocurrían como consecuencia del comienzo de la sustitución de importaciones en elementos mecánicos cada vez más comprometidos.

A consecuencia de este contacto con la industria local la Gerencia de Tecnología fue tomando conciencia de los múltiples aspectos involucrados en la fabricación de elementos que debían satisfacer rigidos requerimientos de confiabilidad. Además, se tomó contacto con aspectos técnico-económicos que permitirían determinar cuáles serían los detalles críticos de la gestión necesaria para establecer una industria local de componentes nucleares una vez que se fijaran las metas del Plan Nuclear Nacional.

El Servicio de Asistencia Técnica pudo así proveer cuando fue requerido el personal idóneo para implementar la participación creciente de la industria

local en las centrales de Atucha y Córdoba en el importante rubro de componentes electromecánicos.

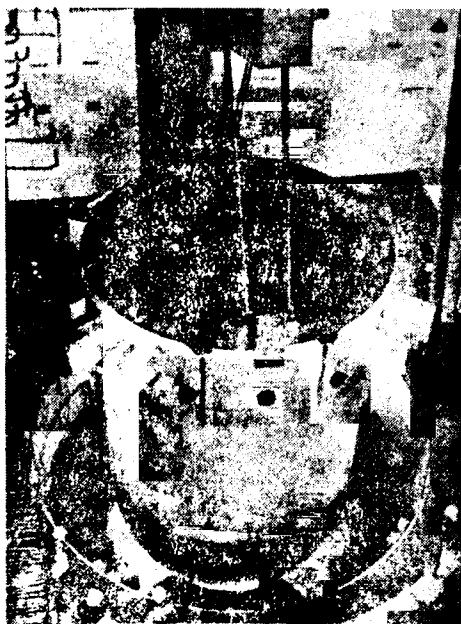
El conjunto de los componentes de una Central Nuclear representa un elevado valor económico y tecnológico. Desde el punto de vista económico se puede decir, a modo de ejemplo, que en una Central Nuclear similar a la preadjudicada para Córdoba el valor del total de los suministros electromecánicos es del orden de los u\$s 100.000.000.- Desde el punto de vista tecnológico la construcción de algunos de esos componentes requiere técnicas de cálculo, fabricación, control y puesta en marcha que están entre las más sofisticadas de la industria moderna. En particular, en el campo de la ciencia de los materiales se presentan formidables problemas de fundición, forja, maquinado de precisión, soldadura, selección de materiales, etc. Junto con estos requerimientos industriales que es necesario analizar y de acuerdo a las necesidades de las instalaciones nucleares del programa de CNEA, deberá crearse en el país una capacidad propia de diseño y análisis de los componentes más importantes de una Central Nuclear.

A través de esa capacidad se podrá entonces interpretar y modificar los diseños importados de manera de llegar paulatinamente a tener posibilidad creativa en este campo. La necesidad de poseer un fuerte grupo capaz de fijar los requerimientos específicos, controlar y recepcionar componentes para Centrales Nucleares surge no solamente del Plan de Instalación de Centrales sino también de las necesidades de la serie de instalaciones auxiliares: eventuales plantas de agua pesada, reprocesamiento, tratamiento de minerales, manipulación de material irradiado, etc.

Durante la construcción de la Central Nuclear en Atucha, el Departamento tuvo la responsabilidad de la inspección y asesoramiento en aspectos referentes a la construcción de grandes componentes. Es así que se vió obligado a introducirse en el estudio de las modernas técnicas de fabricación, diseño y evaluación de seguridad de dichos componentes. Como resultado de dicha información se han delineado los actuales grupos de investigación y desarrollo: Ensayos no Destructivos y Control de Calidad, Ingeniería de Componentes, Ingeniería de Materiales y Procesos, Industrialización Nuclear.

Importante ha sido también la contribución de personal de la Gerencia para satisfacer el cúmulo de responsabilidades adicionales que enfrentó CNEA con motivo de la construcción y puesta en operación de la CNA. Es así que más de 10 profesionales de la Gerencia de Tecnología, atendieron en Erlangen (Alemania Federal) detalles técnicos en el campo de los combustibles y los componentes que exigieron un apreciable esfuerzo en un aspecto nuevo para CNEA.

El Comité de Centrales Nucleares -organismo que depende directamente del Presidente de la CNEA- fija la política en los temas referentes a la Centrales en construcción y operación, y cuenta entre sus miembros con el Ing. O. Wortman de esta Gerencia.



Recipiente de la Central Nuclear Atucha

El aspecto de promoción industrial no puede ignorarse si se pretende, como es nuestro caso, contar con una fuerte industria local de componentes. En el estudio de factibilidad que realizó la CNEA en 1965 con motivo del llamado a concurso de ofertas para la construcción de la Central Nuclear en Atucha se fijó como uno de los objetivos básicos lograr la mayor participación de la industria nacional en la obra, debido a las importantes consecuencias tecnológicas y económicas que ello implica. Luego de adjudicada la obra se elaboró un anexo del contrato que reglaba las características de los suministros y prestaciones de origen argentino. Sus características más importantes son:

1. Monto mínimo de 100 millones de marcos alemanes para suministros y prestaciones de origen argentino, dentro de las condiciones generales de financiación del contrato, asignando un monto mínimo de 13 millones de marcos alemanes para suministros electromecánicos.

2. Lista positiva de 71 suministros electromecánicos a ser fabricados en el país. Este listado de 71 ítems pudo ser elaborado gracias a la paciente prospección de las posibilidades de la industria nacional, que venía siendo realizada por la CNEA desde el año 1965 cuando comenzó el Estudio de Factibilidad. Hubo además que generar un marco legal apropiado para que este aporte local se hiciera sin incluir negativamente en los costos previstos inicialmente para las obras. La experiencia recogida en Atucha se volvió al pliego de especificaciones del llamado a concurso de ofertas para la Central Nuclear Córdoba. La participación local en esta segunda central es cuantitativa y cualitativamente muy superior a la lograda en Atucha, habiéndose incorporado aspectos de diseño de circuitos auxiliares que se agregan a casi u\$s 33.000.000.- de suministros electromecánicos de origen local.

La Central Nuclear de Córdoba, como segunda etapa del plan nuclear argentino, obliga a incrementar los esfuerzos a fin de lograr una más rápida integración nacional, debiendo este Departamento ser el nexo entre los desarrollos producidos en los laboratorios, las necesidades de la CNEA y la industria local.

III. 3.1

Ensayos no destructivos y control de calidad

J. Baez, I. Barman, A. Castellá, A. Leston, C. Venturino

El laboratorio se organizó en 1969 para atender las necesidades específicas de la casa y brindar apoyo a las empresas nacionales durante su participación en la industria nuclear.

Se desarrollaron las siguientes líneas:

III.3.1.i END en elementos combustibles, ensayos en componentes y de post-irradiación.

III.3.1.ii Ensayos para inspección en servicio de centrales nucleares.

Las principales líneas de investigación son: a) sistema automático para la inspección de vainas para elementos combustibles; b) sistema para la adquisición de datos para la inspección en servicio del recipiente de presión de la CNA, c) sistema radioactivo para control de desgaste de refractarios de altos hornos.

En la actualidad además encara problemas relativos a la normalización y redacción de especificaciones de ensayos no destructivos para la industria.

III.3.2. Industrialización Nuclear

O. Quihillalt, H. Grasso

Sus primeras actuaciones fueron determinar en forma conjunta con el contratista principal de la CNA la nómina de suministros electromecánicos que serían fabricados en el país para dicha central. Por lo tanto, en los años sucesivos este grupo se encargó del cumplimiento del cursograma de la obra asegurando la provisión de 71 ítems. Se dió énfasis a aquellos que representaban un mayor "salto tecnológico", incorporación de nuevos suministros al listado original, y se trató de disminuir los mayores costos de la participación de la industria nacional. Para cumplir con estos objetivos se desarrollaron las siguientes tareas:

III.3.2.i Estudio de las empresas proveedoras, análisis técnico-económico de las ofertas nacionales y similares del exterior.

III.3.2.ii Seguimiento y asesoramiento a las industrias.

En la actualidad se realiza un estudio de la posible participación nacional en el programa de centrales nucleares, contemplando los aspectos que hacen al desarrollo regional.

III.3.3 Ingeniería de componentes

L. Darnond

Este grupo comenzó su formación en 1972, desarrollando sus tareas en evaluación y diseño de componentes para centrales nucleares y capacidad

propia de ingeniería para la redacción de especificaciones y recepción de los componentes. Se han realizado los siguientes estudios:

III.3.3.i Análisis de las mediciones realizadas en el recipiente de presión de la CNA.

III.3.3.ii Evaluación de fisuras bajo placado en componentes desde el punto de vista de seguridad y disponibilidad.

III.3.4 Ingeniería de materiales y procesos

M. Sarrate, L. Belinco, L. De Vedia, R. Gutierrez, M. Hohenauer.

Este grupo comenzó con actividades en procesos, concentrándose en soldadura debido a necesidades de desarrollar ciertas técnicas para los combustibles nucleares. Se realizaron trabajos sobre:

III.3.4.i Corrientes pulsantes para soldadura tipo TIG en chapa de pequeño espesor.

III.3.4.ii Puesta a punto de procedimiento de soldadura de acero inoxidable de alta resistencia.

III.3.4.iii Soldadura de los tapones de las vainas de Zircaloy

III.3.4.iv Soldadura de vainas de aluminio utilizada en las cápsulas de combustible citada en el punto III.1.4.i.

III.3.4.vi Soldadura aluminio-inoxidable.

III.3.4.vii Soldadura de tubo de acero inoxidable 17-4 PH para cohetes experimentales.

Actualmente en desarrollo procesos de soldadura del prototipo MZFR II, diseño de cámara de soldadura.

En 1972 este grupo amplía las actividades sobre selección de materiales y tratamientos requeridos para componentes de centrales nucleares. Específicamente este grupo se ocupará de resolver los problemas de fabricación cooperando con el fabricante del componente, provisión de datos de propiedades y comportamiento de los materiales utilizados. Realizará investigación aplicada en el

campo de la mecánica de fractura, desarrollo de técnicas de fractografía por microscopio electrónico de barrido y de transmisión.

III. 3.5

Servicio de Asistencia Técnica a la Industria

M. Sarrate, D. Di Bella, J.C. Mascolo, L. Velo

El SATI comenzó a actuar en marzo de 1961 en virtud de un contrato celebrado entre la CNEA y la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la Argentina. En dicho contrato se establece que la CNEA organizará un Servicio de Asistencia y Asesoramiento Científico-Tecnológico en problemas de metalurgia de transformación con el objeto de brindar asesoramiento a la industria argentina.

La organización del servicio depende administrativamente de la Gerencia y la operación técnica del servicio se realiza con el apoyo de los diferentes grupos de trabajo de la Gerencia. No se realizan análisis de control, sino trabajos que signifiquen el desarrollo de nuevos productos a la aplicación de nuevas técnicas, que representan la posibilidad de un avance tecnológico para la industria de transformación.

Se han recibido cerca de 500 consultas, de las cuales 350 correspondieron a consultas sin cargo y 190 derivaron en trabajos con pago de aranceles. (En el punto 5.4 se describirá en detalle los trabajos realizados).

III, 4 Servicios Técnico-Científicos

III, 4.1 Computación

F. Dymont Destailats

Este servicio organizado en 1970 desarrolla las siguientes tareas:

III, 4.1.i Desarrollos de métodos de cálculo numérico para programas de computo en Fortran.

III, 4.1.ii Desarrollo de subrutinas de cálculo para problemas de física e ingeniería.

III, 4.1.iii Realización de programas en la calculadora Hewlet-Packard 9100

III, 4.1.iv Se organiza una biblioteca de subprogramas matemáticos de uso general.

III, 4.1.vi Se encara el estudio de temas de investigación de operaciones para la evaluación de programas de desarrollo e investigación de la gerencia.

III, 4.2. Documentación y Análisis de Información

S. Volman de Tanis

La biblioteca de la Gerencia comenzó a formarse en 1956, mientras que el servicio de análisis de información recién se ha formado en 1970. Las necesidades de usuarios creciente en número y la dispersión de temas ha originado la existencia de un servicio que colecciona toda la información, la selecciona, procesa y comunica al usuario. Se han desarrollado técnicas de clasificación temática de los libros, conferencias y simposios de acuerdo al lenguaje técnico en uso en tecnología metalúrgica. Se realizan revisiones bibliográficas exhaustivas en temas determinados elaborando "state-of the art-reports" con los investigadores que trabajan en las áreas específicas. Paralelamente se desarrolla un sistema de recuperación de la información analizada elaborando el tesoro de palabras correspondiente. La colección en la actualidad cuenta con 4000 libros, suscripción a 175 publicaciones periódicas y recibe alrededor de 1000 documentos/año.

III. 4. 3

Ensayos Mecánicos y Extensometría

O. Lanzos, R. Lopez

Se realizan los ensayos mecánicos para los diversos grupos de trabajo como tracción, compresión, impacto, explosión, etc.

En extensometría se realizan trabajos encarando problemas de medición de magnitudes mecánicas (fuerza, desplazamiento, aceleración, etc.), y análisis experimental de tensiones, a ser utilizadas en estructuras, recipientes de presión, etc.

Se cumple también un servicio de laminación para los grupos de investigación de la CNEA como para otros usuarios.

III. 4. 4

Gases en Metales

E. Zuzek, C. Andreone

El servicio de análisis de gases en metales realiza análisis cuantitativos de H_2 y O_2 y semicuantitativo de N_2 . Utiliza aparatos de fusión en vacío, espectrometría de masas por extracción en caliente para determinar H_2 , y por fusión en gas inerte para N_2 y O_2 . Primordialmente realizan análisis en aceros y en metales de alto punto de fusión como ser Zr, Ta, etc.

III. 4. 5.

Instrumentación

L. Bcschi

Se realiza asesoramiento en la selección y adquisición de instrumental existente en la Gerencia y/o en plaza durante la construcción de equipos. Colabora en la instalación de equipos como el microscopio electrónico, la microsonda electrónica, máquinas de ensayos, acondicionamiento de aire y equipamiento de la planta de combustible a base de plutonio. Asesora para la puesta a punto de instrumental de registro y medición de temperatura, hornos de alta y baja frecuencia, obtención y medición de bajas presiones. Se han desarrollado instrumentos en las siguientes líneas: a) regulación de temperatura y b) medición de bajas presiones.

III. 4. 6

Metalografía y Microscopía Electrónica

D. Vassallo, S. Comas, N. Marcone, S. Zalzman

Este servicio fue creado en 1964, cubriendo el campo de la metalografía y ceramografía óptica y electrónica de materiales convencionales y de uso nuclear.

Las líneas más importantes de desarrollo son las siguientes:

III.4.6.i Area nuclear, realiza el control metalográfico de estructuras de pastillas sinterizadas de óxido de uranio, soldadura de barras combustibles de zircaloy, ensayos de hidruración de tubos de zircaloy, control de defectos de barras combustibles mediante réplicas. Desarrolla técnicas de preparación y observación de óxidos mixtos de uranio y plutonio.

III.4.6.ii En metalurgia convencional ha realizado numerosos trabajos de puesta a punto y empleo de técnicas metalográficas no destructivas, de gran aplicación en tuberías de aceros ferríticos y austeníticos, metalografías en metales y aleaciones de uranio, circonio, titanio, tungsteno, etc.

Se encuentran en desarrollo estudios sobre pulido electrolítico y detección de plomo en aceros de fácil maquinabilidad.

III.4.7

Análisis

C. Libanati, J. Divito, C. Espejo, T. Palacios, H. Prilutzky

Este grupo comprende actividades de análisis mediante microanálisis por microsonda electrónica y por métodos analíticos clásicos. La microsonda electrónica funciona desde el mes de abril de 1966, habiendo sido el primer aparato de su tipo instalado en el hemisferio sur. Ha permitido realizar cerca de 400 trabajos, que originaron 250 informes, ante pedidos pertenecientes a universidades, centros de investigación y de industrias. Se ha obtenido un elevado nivel en la calidad de los resultados analíticos, mediante el uso de técnicas de computación puestas a punto en el laboratorio.

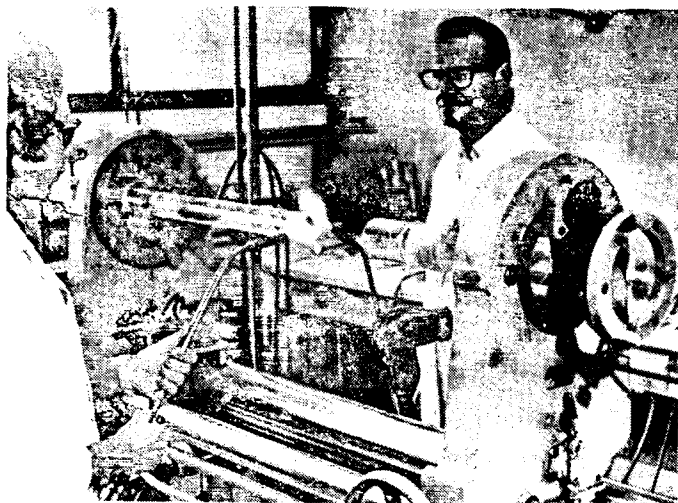
En análisis por vía húmeda se utilizan técnicas como espectrografía por lectura directa, espectrografía por absorción atómica, fotocolorimetría, etc., concentrando el mayor esfuerzo en análisis de aleaciones de uranio y en aceros.

III.4.8

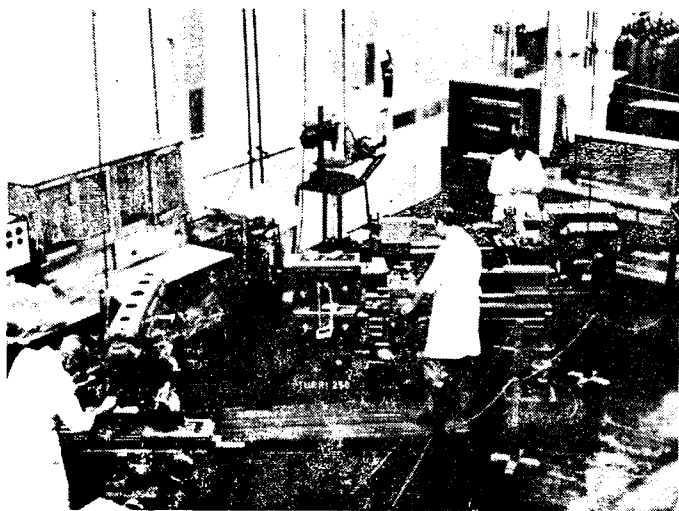
Rayos X

A. Bonfiglioli

Se han realizado análisis radiocristalográficos y determinación



Tareas en el taller de vidrio



Vista del taller

de tamaños de partículas en polvos cristalinos, determinaciones de orientaciones en muestras mono y policristalinas, mediciones precisas de parámetros de red, etc.

IV. Infraestructura y Equipamiento

IV.1 Administración

E. Alvarez

Realiza el manejo de la infraestructura administrativa necesaria para el funcionamiento de la Gerencia.

IV.2 Economía

O. Curotto

Lleva a cabo las tareas relacionadas con el presupuesto de la Gerencia y gestión de compras.

IV.3. Relaciones con Organismos del exterior

E.A. Artigas

Realiza las tareas de coordinación y tramitación de los convenios, subsidios y contratos celebrados a través de la CNEA (ver detalle en el punto 5.8.2).

IV.4 Servicios técnicos generales

B. Ransenberg

Se cuenta con los siguientes servicios: taller mecánico, taller de vidrio, servicio de electrónica, servicio de vacío.

IV.5. Equipamiento

Las facilidades en edificios con que cuenta la Gerencia a diciembre de 1972 son: Laboratorios 1.767 m² (30,3%); biblioteca, aulas y cuartos de estudio 623 m² (10,7%); oficinas 68 m² (3,4%); planta piloto, talleres y depósito 2.583 m² (43,6%); pasillos, baños, etc. 700 m² (12,0%). La suma totaliza 5.829 m² cubiertos.

El total de equipos e instrumental para atender las tareas de investigación y desarrollo que efectúa la Gerencia, así como las de producción de elementos combustibles alcanza un valor aproximado de u\$s 2.500.000.

Entre los equipos de mayor envergadura citaremos: microsonda electrónica, 2 microscopios electrónicos, máquinas de ensayo de varias capacidades, máquina de ensayo de hasta 60 TonTinus-Olsen, equipos de ultra-alto vacío, máquina de ensayos de fatiga MTS, horno por electrodo consumible, hornos de inducción, con atmósferas controladas, etc., equipos de difracción de rayos X, cámaras para medidas precisas, analizador Vanguard, analizador por infrarrojo Beckman, etc.

V. ACTIVIDADES CONEXAS

V.1 Capacitación y Entrenamiento

N. Ambrosis de Libanati, J. Ovajero

En la formación de recursos humanos -prioridad uno en la estrategia del laboratorio tanto en el ámbito nacional como en el internacional- la Gerencia ha desarrollado numerosas actividades. Podemos clasificarlas de acuerdo a los tipos de cursos organizados.

V.1.1 Cursos

V.1.1.i Cursos de post-grado

Destinados a dar formación metalúrgica a graduados universitarios en las disciplinas de física, química, ingeniería, etc. Se considera que ésta es una de las actividades más importantes efectuadas, siendo hasta el momento 9 los cursos dictados a nivel latinoamericano. Estos cursos se denominan "Curso Panamericano de Metalurgia" y están integrados dentro del Programa Multinacional de Metalurgia (descrito en el punto V.6). El Cuadro 1 muestra la composición de los cursos por país y en el mismo se ve que el número de solicitudes ha ido creciendo año a año y el número de participantes y egresados coincide en casi todos los casos ya que la selección es muy rigurosa y el número es limitado a las posibilidades y facilidades de los laboratorios. Este curso es único en el país y en Latinoamérica, con características propias: nivel internacional de sus profesores, trabajos en laboratorio adecuado a las realidades de los países de este hemisferio, intensidad de los estudios para lograr dar al alumno la mayor información posible en 9 meses, lapso de duración del mismo. Hasta el presente han egresado 67 estudiantes argentinos y 74 latinoamericanos.

V.1.1.ii Cursos de actualización para investigadores y profesores universitarios

Se dictan desde 1969 y su objetivo es perfeccionar a los participantes en temas específicos. Puede presentar las características de cursillo o seminario con una duración de una o dos semanas. Se procura incluir en el mismo la evaluación y discusión de programas de trabajo en marcha o por comenzar. Se han dictado un total de 18 cursos con 248 participantes (ver Cuadro 2).

V.1.1.iii Cursos de reciclado para el personal profesional de la industria metalúrgica

Posibilitan la actualización y especialización de los profesionales que se han desempeñado durante varios años en la industria. Son cursos de corta duración

CUADRO No. 1

PAIS	10 CPM		20 CPM		30 CPM		40 CPM		50 CPM		60 CPM		70 CPM		80 CPM		90 CPM																		
	Solicitanes		Solicitanes		Solicitanes		Solicitanes		Solicitanes		Solicitanes		Solicitanes		Solicitanes		Solicitanes																		
	Participantes	Egresados	Participantes	Egresados	Participantes	Egresados	Participantes	Egresados	Participantes	Egresados	Participantes	Egresados	Participantes	Egresados	Participantes	Egresados	Participantes	Egresados																	
Argentina	22	3	3	3	9	3	3	1	29	11	10	9	37	10	8	7	38	16	14	15	11	11	11	19	10	10	10	25	14	13	13	15	7	2	
Bolivia	1	2	1	1	2	1	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	2	1	1	4	1	1	1	7	1	1	1	6	2	1	4	2	2	
Brasil	10	3	2	3	5	3	3	3	17	4	2	1	17	3	2	2	4	2	1	1	30	4	3	3	8	3	3	5	12	1	1	5	2	2	
Colombia	10	2	1	1	5	3	1	2	17	33	1	1	25	3	2	3	13	3	4	15	3	3	3	13	2	2	2	34	2	2	9	3	2		
Costa Rica	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cuba	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Chile	8	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	7	2	2	3	3	2	2	5	2	1	1	1	6	2	2	1	10	3	3	3	6	1	1
Ecuador	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1	1	6	1	1	1	4	1	1
El Salvador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
España	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
EE.UU.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Guatemala	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Haití	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Honduras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
México	9	3	3	3	9	5	2	2	3	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	5	2	2	1	7	3	3	3	8	4	4	4
Nicaragua	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Paraguay	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Perú	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	8	1	1	1	10	2	2	2	8	1	1	1	1	6	2	2
República Dominicana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Uruguay	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Venezuela	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	
TOTALES	74	19	13	13	33	19	14	12	73	24	16	14	92	25	18	17	117	30	26	24	84	29	15	24	70	27	27	25	115	31	28	25	64	25	17

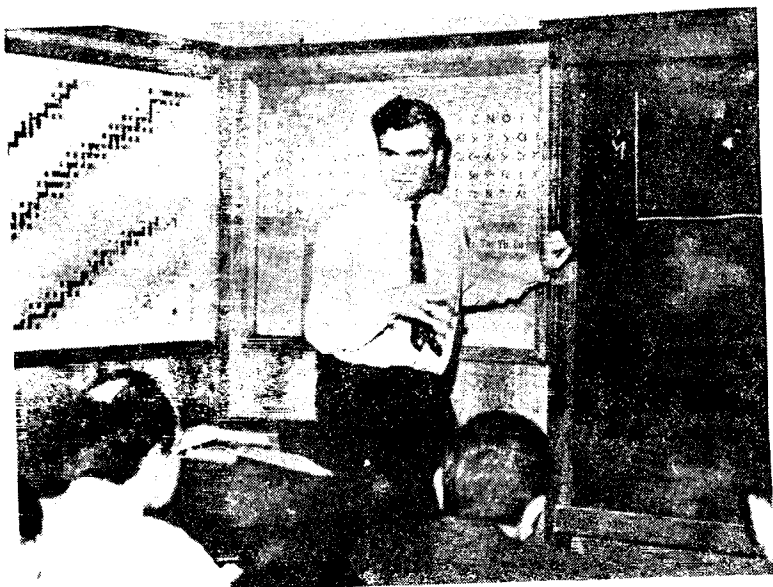
CUADRO No. 2

CURSOS DE ACTUALIZACION DICTADOS POR LA GERENCIA DE TECNOLOGIA

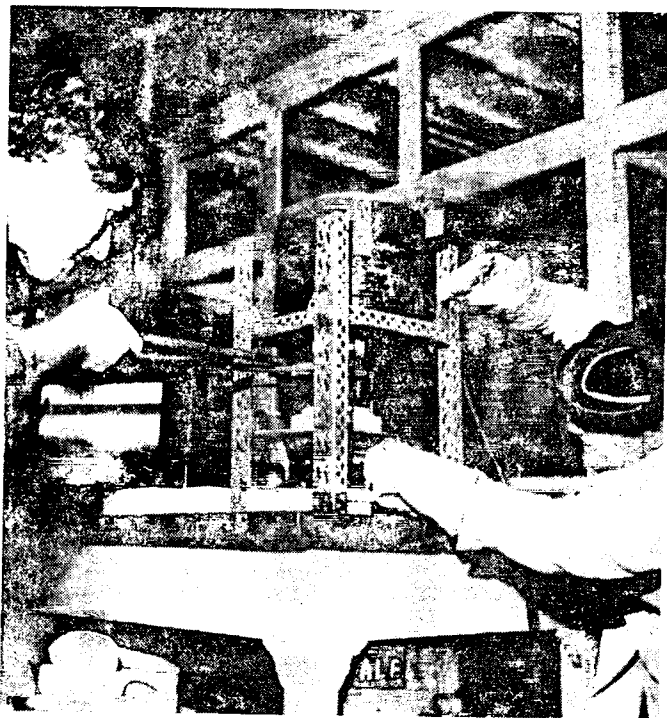
Curso	año	prof.	alumnos					
			arg.	ext.	total	CNEA	univ.	ind.
Transf. controladas por difusión	1969	EEUU	10	1	11	6	5	-
Mecánica del continuo I	"	Arg.	19	1	20	6	14	-
Microsonda electrónica	1970	EEUU	5	-	5	5	-	-
Desarrollos recientes en comportamiento mecánico de materiales	"	"	7	1	8	7	1	-
Análisis de fallas	"	"	14	8	22	10	1	11
Métodos de Fourier en física de metales	"	"	6	-	6	6	-	-
Microscopía electrónica	"	Fran.	10	1	11	7	4	-
Corrosión	"	EEUU	10	7	17	9	8	-
Mecánica del continuo II	"	Arg.	17	1	18	4	14	-
Corrosión	1971	"	9	1	10	7	3	-
Defectos en metales y propiedades mecánicas	"	"	12	2	14	10	4	-
Transformaciones de fase	"	EEUU	7	1	8	8	-	-
La simulación en computadora para investigaciones en materiales	"	Fran.	13	-	13	10	3	-
La ciencia de la cristalización	"	UK	14	7	21	7	13	-
Difusión	"	UK	18	2	20	14	6	-
Aspectos microscópicos de las transformaciones de fase en aleaciones	1972	EEUU	14	-	14	11	3	-
Dinámica de dislocaciones	"	"	8	1	9	7	2	-
Corrosión-Elipsometría	"	"	19	2	21	6	15	-
TOTAL			212	36	248	140	96	11



Acto de entrega de certificados del Curso Panamericano



Clase dictada por el Prof. R.W. Cahn



Trabajo práctico de alumnos en un Curso Panamericano

(del orden de una o dos semanas), que abordan temas especiales de interés directo para el sector industrial, aprovechando en muchos casos la visita de expertos extranjeros, pero siempre bajo la coordinación de un profesional del laboratorio. Se han dictado un total de 32 cursos con un total de 608 participantes (ver Cuadro 3).

V.1.2 Realización de tesis de doctorado y seminarios de licenciatura

Se efectúan bajo la dirección de investigadores principales del laboratorio y según convenios o acuerdos con las universidades y centros de enseñanza del país y de los países integrantes del Programa Multinacional de Metalurgia.

Se han efectuado y aprobado con sobresaliente 34 tesis doctorales y se encuentran en ejecución 2 tesis más. Se han aprobado 33 trabajos de seminario para la licenciatura (equivalentes aproximadamente a trabajos para la "maestría"). Cabe destacar que en 1970 se ha creado el Doctorado en Ingeniería en la Universidad Nacional del Sur. Hasta ese momento el título máximo de nivel académico que se otorgaba en el país era el de Ingeniero. Para optar a este nuevo título es válido el Curso Panamericano de Metalurgia como curso de postgrado y especialización para optar al título acompañando de un trabajo de tesis (La lista de las tesis figuran en los puntos VI.4 y VI.5).

V.1.3 Perfeccionamiento en el exterior

Una vez concluida la formación de post-grado, el personal ha completado su formación en el exterior. El personal ha realizado su residencia con formación de post-grado como investigador asociado, profesor visitante (ver punto II.4).

CUADRO No. 3

CURSOS DE INTRODUCCION PARA PROFESIONALES DE LA INDUSTRIA METALURGICA DICTADOS POR LA GERENCIA DE TECNOLOGIA

Curso	año	prof.	arg.	ext.	alumnos		CNEA	univ.	ind.
					total				
Técnicas modernas en metalografía	1960	Arg	10	2	12	-	4	8	
Técnicas modernas en metalografía	1961	"	17	-	17	-	-	17	
Técnicas modernas en metalografía *	1962	"	18	-	18	-	-	18	
Metalografía de no ferrosos	1964	"	24	-	24	-	-	24	
Trabajado plástico de metales	"	"	20	-	20	-	-	20	
Tratamientos Térmicos **	1966	"	24	-	24	-	-	24	
Técnicas Modernas en Metalurgia	"	"	15	-	15	1	3	11	
Metalografía ***	1967	"	19	-	19	-	-	19	
Introducción a la metalurgia moderna	"	"	14	2	16	3	4	9	
Soldadura	"	UK	12	5	17	14	3	-	
Ensayos no Destructivos	1968	"	14	4	18	9	3	6	
Corrosión	"	EEUU	11	11	22	12	8	2	
Maquinado de metales	"	"	13	-	13	8	1	4	
Soldadura	"	UK	6	4	10	6	2	2	
Fractura	1970	"	5	9	14	5	3	6	
Material es y diseño	"	"	9	14	23	19	3	1	
Teoría y tecnología de la laminación	"	EEUU	14	14	28	23	2	3	
Introducción a los procesos metalúrgicos	"	UK	8	9	17	11	4	2	
Introducción a la microscopía electrónica	"	Arg.	19	1	20	13	7	-	
Fatiga	1971	EEUU	17	1	18	9	7	8	
Fractura	"	"	17	7	24	14	-	8	
Soldadura	"	Arg.	13	11	24	23	-	1	
Ensayos no destructivos	"	"	17	10	27	17	-	10	
Metalurgia bajo vacío	"	EEUU	12	2	14	7	1	6	
Integridad de componentes para alta presión y temperatura	"	"	13	1	14	13	-	1	
Soldadura	1972	UK	16	9	25	10	8	7	
Ensayos no destructivos	"	"	15	11	26	9	9	8	
Corrosión	"	Arg.	4	10	14	1	11	2	
Mecánica y metalurgia de la fractura	"	"	14	9	23	10	8	5	
Termodinámica de aleaciones de hierro	"	UK	11	10	21	5	13	11	
Análisis elástico de cáscaras de revolución y cilindros	"	"	12	3	15	11	3	1	
Metalurgia física de aceros ****	"	Arg.	16	-	16	-	-	16	
TOTAL			449	159	608	253	107	254	

- * Dictado en la Facultad de Ingeniería Química de la U.N. Santa Fe
 ** Dictado en Dálmine S.A., Campana
 *** Dictado en Altos Hornos Zapla, Jujuy
 **** Dictado en Santa Rosa S.A., La Tablada, Pcia. de Buenos Aires

En el Decreto Ley No. 22.498/56 de constitución de la CNEA el artículo 17 dice: Patentes: "No se otorgará ninguna patente de invención ni certificado de adición relacionado con las finalidades anunciadas en el artículo 2o., sin previo asesoramiento de la CNEA. Será nula toda patente, certificado de los mencionados que no cuente con él. El dictamen negativo deberá estar fundado por la Comisión en causales de la respectiva Ley de Patentes. En caso contrario el inventor podrá exigir la expropiación de su invento".

En consecuencia, la Dirección de la Propiedad Industrial envía a CNEA todas las solicitudes de patentes del área nuclear. Como el mayor cúmulo de las mismas se refieren temáticamente a actividades realizadas en la Gerencia de Tecnología, es por ello que dicha actividad se encuentra centralizada en la misma. Hasta el presente se presentaron 327 patentes entre 1953-1972 distribuidas en los siguientes temas: materiales cerámicos de tipo óxidos; en tecnología de reactores: siendo un total de 135 patentes en componentes y accesorios y en elementos combustibles, especialmente en tecnología del elemento, su envasado, procesos de soldadura y en teoría de reactores, cálculos, etc. En instrumentación hay 50, isótopos y fuentes de radiación 22 y el resto en química y física.

Del estudio de las empresas patentadoras, el 80% de las firmas presentan patentes en el área de materiales, el 100% de las firmas se presentan en el área de tecnología de reactores y el 60% en instrumentación.

Del estudio por país de origen de la firma solicitante corresponde el 46% a Francia, el 27% a Alemania y el 13% a los Estados Unidos, la Argentina sólo tiene un 6%.

A lo largo del período de 19 años nuestro país concedió un tercio de las patentes presentadas, observándose una tendencia creciente en la presentación de patentes. La revisión de la información y el informe finalmente elaborado por el vocal técnico de la casa ha mejorado notablemente a través del tiempo, notándose un decrecimiento en la concesión de patentes.

Como las patentes se encuentran relacionadas con el proceso de transferencia de tecnología, esta Gerencia comenzará a realizar estudios en las nuevas tendencias creadas en los conceptos de transferencia de conocimientos, contratos de licencias, etc.

El suministro de combustible implica un negocio importante, que no ha escapado a la visión de los constructores de centrales, los que generalmente son también proveedores de combustibles y servicios relacionados. Es por lo tanto importante considerar la máxima integración posible del ciclo en el país, la que estará limitada en distinto grado según los casos, por razones económicas y técnicas. Como consecuencia de las actividades desarrolladas en investigación y desarrollo por esta Gerencia la misma ha alcanzado un nivel de capacidad para poder realizar evaluaciones, análisis de oferta, estudio de diseño de combustible y, en el presente, encarar la fabricación.

Dividiremos a los suministros por tipo de reactor: 1) combustible para reactores de investigación y 2) combustible para centrales nucleares.

Dentro del tipo 1) se han fabricado los siguientes núcleos:

- a) 1 núcleo tipo Argonaut
- b) para el reactor RA-0 contiene 220 EC/núcleo, realizado 1 núcleo
- c) para el reactor RA-1 contiene 220 EC/núcleo, realizados 3 núcleos
- d) para el reactor RA-2 contiene 25 EC/núcleo, realizado 1 núcleo
- e) para el reactor RA-3 contiene 19 placas/elemento formando 25 EC/núcleo, realizados 110 elementos con una capacidad de producir en la actualidad 80 elementos por año. Para el mismo reactor se fabricaron 6 elementos con barras de control.

Dentro del tipo 2) se realizaron las siguientes tareas:

- a) confección de pliegos de combustible para realizar el llamado de ofertas para centrales nucleares de Atucha y Córdoba, así como también la evaluación de las ofertas.
- b) realización de contratos de provisión de combustible para la CNA
- c) inspección de la fabricación de combustible en firmas adjudicatarias y sus proveedores
- d) recepción de combustible en la CNA
- e) comienzo de la evaluación de performance

Durante el año 1972 se ha realizado el estudio de factibilidad de la instalación de una fábrica de combustible de 125 Ton U/año de capacidad que realizará la fabricación nacional de combustible para centrales nucleares y reactores de investigación. La misma trabajaría con tecnología desarrollada en la CNEA.

Hemos dicho en el punto III.3.5 que el SATI -institución de bien público ("non-profit organization")- es la vfa institucional para la relación entre la Gerencia y la Industria. Lentamente esta sección fue creciendo y aumentando sus actividades, convirtiéndose en el grupo técnico que acopla al laboratorio con la industria. Recibe los problemas de ésta, realiza un análisis de los mismos girando parte de cada problema a las diferentes secciones de la Gerencia, produciendo soluciones en base a las experiencias recogidas y conocimientos de los profesionales de los grupos. El trabajo de los responsables de este servicio implica familiaridad con la actividad científica de la Gerencia por un lado y con los problemas y las necesidades de la industria por el otro.

Este grupo ha sido empleado por la CNEA a partir de 1965 para propósitos más amplios, ya que participó en el estudio de factibilidad de la instalación de la CNA, surgiendo de esta manera el grupo de Industrialización Nuclear. Operativamente el funcionamiento del SATI es muy simple; ante una determinada consulta, ofrece gratuitamente:

- a) información bibliográfica que facilita la orientación del problema
- b) evaluación técnica y económica del problema presentado
- c) información referente al laboratorio, centro o instituto oficial o privado, nacional o extranjero que con más celeridad, eficiencia y economía podría resolver el problema planteado.

Son muchos los casos en que el SATI aplica aranceles de fomento que signifiquen el desarrollo de nuevos productos o la aplicación de nuevas técnicas. Estos son trabajos que representan la posibilidad de un avance tecnológico para la Industria Metalúrgica de Transformación y, por lo tanto, se entiende que deben ser fomentados.

Existe una gran diversidad de temas tratados, mencionaremos sólo algunos de ellos: análisis de fallas en piezas y estructuras, diagnóstico de dificultades de manufactura, aplicación de nuevas técnicas, puesta a punto de técnicas de fabricación, desarrollo de nuevos productos, instrumentación.

Algunas de las consultas han dado origen a desarrollos originales que se han traducido en nuevos productos incorporados a la tecnología del país (caso de las aleaciones cobre-circonio, evaporadores colaminados, contactos de tungsteno-plata obtenido por pulvimetalurgia). En otras consultas fue posible aplicar técnicas modernas como el marcado de piezas con radioisótopos para estudios de desgaste, técnicas metalográficas no destructivas para estudios in situ, etc.

Las consultas provienen de un espectro industrial muy amplio, desde la pequeña empresa privada hasta la gran empresa estatal.

De un análisis exhaustivo realizado sobre una muestra de 244 consultas se han clasificado las actividades por tipo, por destino de trabajo, por su grado de complejidad y por características de la empresa que los solicitaba.

Clasificación por tipo de actividad: se cumplieron tareas de

- a) asesoramiento inmediato obtenido por conocimiento directo del tema o por búsqueda bibliográfica
- b) control de calidad sobre productos semiterminados y finales y sobre distintas etapas del proceso de fabricación, incluyen ensayos de rutina, ensayos no destructivos y ensayos especiales.
- c) Tareas de desarrollo en escala de laboratorio, en escala planta piloto y escala de fábrica en puesta a punto
- d) Tareas de fabricación de cantidades muy pequeñas de un dado producto
- e) tareas de peritaje por discrepancias de interpretación de especificaciones o por fallas de material, de otras instituciones

Por destino de trabajo: realizado sobre material semielaborado, sobre productos finales y sobre equipos, ya sea problemas de diseño, uso, mantenimiento y en procesos.

Por grado de complejidad: se consideró conveniente tomarlo en cuenta pues permite evaluar el grado de desarrollo tecnológico alcanzado por las empresas clientes, y si se han cumplido o no los objetivos propuestos por el SATI.

Se consideraron tres niveles: grado uno baja complejidad, grado dos complejidad media, grado tres gran complejidad. Por características de empresas: se dividieron por propiedad y tamaño.

Del análisis de los resultados se extraen las siguientes conclusiones: el mayor número de trabajos se encuentran en control de calidad, seguido por peritaje y desarrollo. Dentro del control de calidad un 50% son ensayos especiales, resulta lógico ya que es consecuencia de la utilización de nuevas técnicas con equipos sofisticados y de los cuales hay pocos en el país, como la microsonda que es única. En peritajes un 90% de los trabajos son sobre determinación de fallas; y en trabajos de desarrollo están dirigidos en su mayoría a nuevos procesos, sólo un 12% ha llegado a escala de fábrica, mientras que un 42% ha llegado a escala de planta piloto, el 46% se detuvo en escala de laboratorio.

Clasificando los trabajos por su grado de complejidad encontramos que más del 80% se ubican en mediana y gran complejidad -en este último caso están uno de cada cinco trabajos. Esto indicaría que realmente se está cumpliendo uno de los propósitos del SATI, el de proporcionar a la industria servicios de alto contenido científico-tecnológico, procurando no superponer actividades con otras instituciones

que pueden encargarse de los trabajos rutinarios de baja complejidad.

Del análisis del cliente surgen las siguientes conclusiones: el total de empresas son 142, de ellas 20 habían recurrido al SATI en tres o más oportunidades, de éstas 10 eran privadas de capital nacional, 6 privadas de capital extranjero y 4 estatales. Varias de las empresas es de hacer notar que no pertenecían a la rama metalúrgica. Dos tercios de las empresas eran de gran tamaño y el resto entre medianas y pequeñas.

Otra conclusión interesante de este estudio es que cerca de la tercera parte del total de trabajos encomendados por las empresas privadas de capital nacional eran trabajos de desarrollo.

V.5 Participación en la instalación de centrales nucleares

La Gerencia, a través de los diversos grupos que la componen, ha participado en los estudios de prefactibilidad, confección de pliegos, realización de contratos de provisión de componentes, inspección de la fabricación de la fabricación de los mismos, evaluación de performance. El primer estudio se realizó en 1964, una vez que el Poder Ejecutivo Nacional adoptó la decisión de realizar instalaciones nucleares para la provisión de energía al área del Gran Buenos Aires. En dicha oportunidad encomendó a la CNEA la tarea de realizar todos los pasos necesarios hasta su instalación, y así se comenzaron los estudios sobre la Central Nuclear en Atucha. Dicha obra se encuentra ya en sus etapas finales de construcción, previéndose su puesta en marcha para comienzos de 1974. La misma contará con una potencia de 320 MW, alimentada a uranio natural y refrigerada por agua pesada.

Ha sido preocupación de la casa lograr una participación activa de la industria argentina en la provisión de suministros electromecánicos para las centrales nucleares. El grupo cuyas actividades están descriptas en el punto III.3.2, elaboró un anexo al Contrato Principal en la contratación de la CNEA sobre suministros y prestaciones de origen argentino, cuyas características salientes son:

- a) Monto mínimo de 100 millones de marcos alemanes para suministros argentinos asignando un monto mínimo de 13 millones para suministros electromecánicos
- b) Lista positiva de 71 suministros electromecánicos a ser fabricados en el país

Ha elaborado el marco legal adecuado para que permitiera actuar con rapidez y colocar a los proveedores locales en la mejor situación competitiva, habiéndose sancionado la Ley No. 18.243 y el decreto que la reglamenta No. 3059/69 que otorga ciertos beneficios a los proveedores nacionales. Las empresas argentinas respondieron ampliamente y la confianza que adquirió el contratista principal, permitió incorporar más de una veintena de nuevos equipos que fueron fabricados localmente.

Ya en el estudio de la segunda central, la lista de ítems ha sido ampliada a 112, indicándose en el pliego como "Lista Indicativa", en que el oferente debería investigar por su cuenta todas las posibilidades que la misma ofrece, a fin de dar máxima participación a la ingeniería e industria local.

Se prevén los siguientes desarrollos necesarios para lograr la participación nacional:

- A) materiales
- B) procesos metalúrgicos de fabricación del punto a)

- C) evaluación y diseño para obtener ingeniería propia en evaluación, cálculo, diseño y análisis de comportamiento durante el servicio de los componentes de centrales nucleares
- D) especificaciones y seguimiento
- E) control de calidad de componentes nucleares

Para la Central Nuclear en Atucha -con una potencia de 600 MW también tipo HWR- se prevé una participación del orden del 50%, siendo su monto de 115 millones de dólares americanos y el rubro suministros electromecánicos alcanza al 30% de dicha suma. En el presente los alcances de la participación local están limitados fundamentalmente por razones tecnológicas, apreciables en rubros como recipientes y tuberías de aceros especiales, bombas y válvulas, instrumentación, etc.

Es meta de la CNEA lograr la mayor integración elaborando una estrategia para posibilitar una integración progresiva de los distintos rubros, requerimientos financieros, aspectos legales de transferencia de "know-how", uso de licencias, confección de programas de fabricación a mediano plazo, entrenamiento de personal especializado, etc. La optimización de los efectos de obras de este tipo sobre la estructura productiva argentina, involucra la adopción de una estrategia para la propagación de dichos efectos.

V.6

Programa Multinacional de Metalurgia

C.A. Martínez Vidal, H. Biloni

V.6.i

Introducción y antecedentes

Con motivo de la Reunión de Presidentes celebrada en Punta del Este en 1967, se discutieron las posibilidades de un proyecto sobre Ciencia y Tecnología a nivel latinoamericano. En esas discusiones previas intervino Jorge A. Sabato y se planteó la opción "Grandes Centros Multinacionales" versus "Programas Multinacionales" para organizar en Latinoamérica. Esta segunda tesis fue la adoptada en definitiva.

El punto V de la Declaración de Presidentes de Punta del Este trató específicamente sobre el problema de Ciencia y Técnica y encargó la colaboración del Proyecto a la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Los primeros pasos fueron para detectar los posibles centros de excelencia, y de la evaluación realizada en agosto de 1967 el Departamento de Metalurgia de la CNEA era el único que presentaba la categoría "A", dada por los expertos en "Ingeniería Metalúrgica". Se asignaba prioridad al Programa sobre Metalurgia recayendo la responsabilidad única de la preparación del programa sobre el Departamento de Metalurgia. Con fecha enero 1969 se da comienzo al funcionamiento del Programa. Debe destacarse que es el único que ha intercambiado cartas reversales con la OEA y es el único programa del organismo coordinado por un solo centro.

V.6.ii

Dirección del Programa

Entre el 10. de marzo de 1969 y el 15 de abril de 1972 bajo la dirección del Ing. C. Martínez Vidal. A partir de la fecha bajo el Ing. H. Biloni.

V.6.iii

Objetivos y Organización del Programa

Contribuir al desarrollo de Centros Latinoamericanos capacitados para realizar una labor de adiestramiento e investigación a nivel de post-gradado, de utilidad regional.

Realizar investigación sobre problemas metalúrgicos de especial interés para la región, tanto en procesos como en materiales.

Prestar asistencia técnica para el desarrollo y/o creación de nuevos centros metalúrgicos.

Sus actividades abarcan tres áreas:

- a) Actividades de adiestramiento. Responsable: Dra. Nelly A. de Libanati (ver detalle punto V.1).
- b) Actividades de Investigación y desarrollo. Se han seleccionado cinco líneas de interés común para los países latinoamericanos, son ellas: solidificación y fundición de metales y aleaciones, responsable: Ing. H. Biloni. Físico-química de metales. Transformaciones de fase y tratamientos térmicos, responsable: Ing. J. Kittl. Deformación plástica, plasticidad y trabajado mecánico de metales y aleaciones, responsable: Dr. M. Victoria. Metalurgia de metales ferrosos, responsable: Ing. J. Mazza. Corrosión de metales y aleaciones, responsable: Dr. J. Galvato.
- c) Actividades generales de asistencia:
 - asistencia a Universidades e Institutos
 - utilización de equipos de alto costo
 - asistencia técnica a la industria

Forman parte de este programa los siguientes centros:

- Departamento de Metalurgia, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú
- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidad de São Paulo, São Carlos, Brasil
- Centro Técnico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, Brasil
- Universidad Católica de Valparaíso, Chile
- Instituto Superior Politécnico del Litoral, Guayaquil, Ecuador
- Instituto Politécnico Nacional, México DF, México
- Programa Nacional de Metalurgia de Colombia, coordinado por COLCIENCIAS, Colombia

Participan:

- Universidad Nacional de Bogotá, Colombia
- Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Bogotá, Colombia

V.6.iv Interacción del Programa con otros Institutos del país

Este punto se describe junto con las actividades de la Gerencia ya que se encuentran íntimamente relacionadas (ver punto V.8.1).

V.6.v Investigadores asociados latinoamericanos dentro del Programa

Los investigadores asociados latinoamericanos realizan trabajos de

investigación bajo la dirección de los jefes de área. Su estadía en el Centro Sede varía de períodos de 1 a 3 años en los cuales realizan también trabajos de doctorado.

En el período 1969-1972 han actuado los siguientes investigadores:

M. Almeida Couto de Castro, Brasil (Tesis de maestrado) - Corrosión
J. Bautista Vosga, Colombia (Tesis de doctorado) - Tratamientos térmicos
R. Bolívar Grimaldos, Bolivia (Tesis de doctorado) -
R. Cohen, Brasil (entrenamiento avanzado) -
C. Guimaraes Pagnano, Brasil (Tesis de doctorado) - Plasticidad
I. Garaycochea Foscarini, Chile (entrenamiento avanzado) - Difracción Rayos X
L. Lozano Delgadillo, Colombia (Tesis de doctorado) - Transformación mecánica
A. Morales Torres, Colombia (Tesis de doctorado) - Solidificación
A. Müller, Brasil (Tesis de doctorado) - Solidificación
I.L. Müller, Brasil (tesis de doctorado) - Corrosión
M. Prates de Campos Filho, Brasil (Tesis de doctorado) - Solidificación
G. Panizza, Uruguay (entrenamiento avanzado) - Propiedades mecánicas
C. Rodríguez Mella, Honduras (Tesis de doctorado) -
E. Ruge Teller, Colombia (Tesis de doctorado) - aceros
R. Rivera Rosas, México (tesis de doctorado) -
L. Rösch Cabrignac, Chile (Tesis de doctorado) - Propiedades mecánicas
J. Uza, Perú (Tesis de doctorado) - Propiedades mecánicas
P. Vitoria Neto, Brasil (Tesis de doctorado) - Corrosión
O. Villagas Ibáñez, Bolivia (entrenamiento avanzado) - Transformaciones de fase
S. Weinstein, Chile (Tesis de doctorado) - Corrosión
O. Wittke Gunther, Chile (colaboración post-doctoral) - Difracción Rayos X

Los investigadores argentinos asociados al programa que pertenecen al Centro Sede o a otras instituciones del país asociados en las diversas áreas de investigación:

F. Alvarez Rojas, Teoría de dislocaciones, CNEA
P. Alvarez de Ransenberg, Aceros, CITEFA
N. Cantalejos, Deformación plástica, Universidad Nac. de La Plata
J. Coremberg, Deformación plástica, Universidad Nac. de Buenos Aires
R. Frydman, Teoría de dislocaciones, Centro Atómico Bariloche
J. Fissollo, Solidificación y fundición, CIM-Córdoba
R. Bertorello, Solidificación y fundición, IMAF-Córdoba
R. Gaspar, Deformación plástica
M. Gradowczyk, Plasticidad y mecánica del continuo
R. Iricibar, Aceros, CITEFA
A. López, Transformaciones de fase y tratamientos térmicos
C. Maldonado, Plasticidad, Universidad Nac. de Rosario
R. Medrano, Combustibles nucleares, Universidad Federal de San Carlos, Brasil
R. Morán, Matemática aplicada, Universidad Nac. de Rosario

H. Peretti, Deformación plástica, Centro Atómico Bariloche
A. Rivelis, Aceros, CNEA
A. Sarce de Ovejero, Transformaciones de fase, CNEA
H. Scagnetti, Solidificación y fundición, CIM-Córdoba
A. Tosca, Termodinámica, Centro Atómico Bariloche

V. 6. vi Trabajos publicados

La serie publicada por el Programa hasta diciembre de 1972 tiene 114 títulos cuyo detalle está en el punto VI. Las publicaciones en revistas internacionales fueron 41 cuyo detalle está en el punto VI. 2.

V. 6. vii Asistencia a Congresos

Personal correspondiente al Programa realizó 71 presentaciones de trabajos a conferencias nacionales e internacionales cuyo detalle se encuentra en el punto VI.

V. 6. viii Expertos extranjeros y profesores contratados por el Programa

En el punto II. 3 se señala el detalle de este punto.

Sr. J.D. Hislop - PNUD

La industria argentina, en acelerado crecimiento, necesita ser asistida para superar los problemas que se le plantean para obtener y mantener la calidad y confianza de sus productos. En el presente, técnicas rutinarias de ensayos no destructivos son de uso común en algunas industrias, las más modernas técnicas no se han aplicado aún y es de interés del Gobierno de la República Argentina establecer un Instituto apto para conducir la investigación, desarrollo y servicios en el campo de los END y métodos de control de calidad. Para tal fin se prevé expandir las facilidades existentes en la CNEA y organizar un Instituto especializado con la participación del Programa de las Naciones Unidas para Países en Desarrollo -PNUD- en la provisión de servicios, equipos, expertos y realización de tareas de capacitación.

Los objetivos inmediatos del proyecto son:

- a) extender el campo de actividades del actual grupo de la Gerencia descrito en el punto III.3.1 y constituir un centro para la solución de problemas complejos de END.
- b) mejorar cuantitativamente y cualitativamente el nivel de los servicios para la industria nacional
- c) dar formación especializada a ingenieros, técnicos y operarios de la industria mediante cursos periódicos
- d) informar y asesorar a la industria sobre métodos de END, especialmente sobre instrumentos, evaluación y calibración
- e) ayudar a la normalización de los métodos de END para la industria argentina
- f) desarrollar nuevos métodos de END adaptables a la industria
- g) prestar servicios complementarios mediante un laboratorio móvil y que sirva simultáneamente para entrenamiento
- h) contribuir al desarrollo y aplicación de los END en área de la industria nuclear

El Instituto comenzará sus funciones una vez firmado el Plan Operacional que se formalizará en el primer trimestre de 1973. El Organismo de Ejecución designó al Director del Proyecto Sr. J.D. Hislop, que será responsable en el país de la participación del mismo en el proyecto, por su parte el Gobierno designará un Vicedirector local en su representación.

La Gerencia ha dado especial énfasis a las tareas de formación de recursos humanos, así como también en la ejecución de programas comunes de investigación y desarrollo. Existen numerosos convenios, acuerdos de cooperación, contratos de investigación, subsidios otorgados para el desarrollo de los diversos programas encarados por la Gerencia. Han recibido entrenamiento metalúrgico de algún tipo alrededor de 520 profesionales.

En el Cuadro No.4 se resumen los centros, universidades e institutos que han tenido relación con la Gerencia en alguna de las actividades, ya sea en docencia o en investigación. Se han celebrado contratos de investigación con la Comisión de Investigaciones Técnicas y Espaciales de las Fuerzas Armadas.

Se recibieron subsidios de los siguientes entes:

- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
- Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires
- Servicio de Estudios Navales de Investigación y Desarrollo
- Propulsora Siderúrgica SA
- Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires
- Consejo Federal de Inversiones
- ESSO
- Industrias Kaiser Argentina

Las actividades desarrolladas en el ámbito latinoamericano se fundaron principalmente a través de los Cursos Panamericanos (ya descriptos en el punto V.1) y a partir de 1969 dicha interacción se realizó a través de un proyecto mucho más amplio que es el Programa Multinacional de Metalurgia (ya descripto en el punto V.6). La lista de los organismos relacionados al mismo está descripta en dicho punto.

Se han celebrado contratos de investigación con:

- Atomic Energy Commission, EE.UU.
- Army Research Office, EE.UU.
- Office of Naval Research, EE.UU.
- Organización de los Estados Americanos

Se participa activamente en los convenios de cooperación técnica celebrados por la CNEA con los siguientes organismos:

- Karlsruhe Forschungszentrum, Alemania
- Comitato Nazionale de Energia Atómica, Italia
- Commissariat a l'Energie Atomique, Francia
- Comité Estatal para la Energía Nuclear, República Socialista Rumana

La Gerencia ha recibido subsidios para realizar investigaciones de las siguientes instituciones:

- Air Force Office of Scientific Research, EE.UU.
- Commissariat a l'Energie Atomique, Francia
- Ford Foundation, EE.UU.
- International Atomic Energy Agency
- National Science Foundation, EE.UU.
- Office of Naval Research, EE.UU.
- Organización de los Estados Americanos
- UNESCO
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Ha celebrado convenios de colaboración con:

- Argonne National Laboratory, EE.UU.
- Universidad de Stanford, EE.UU.
- British Council, Inglaterra

Obtuvo un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo por u\$s 1.000.000.- concedido el 24 de abril de 1966 para la adquisición de máquinas, equipos e instrumentos.

Es de destacar que la Gerencia ha obrado con total independencia en la utilización de los subsidios que han facilitado las diversas tareas de investigación y desarrollo.

CUADRO No. 4

GRADO DE INTERACCION DE LA GERENCIA CON OTRAS INSTITUCIONES DEL PAIS

INSTITUCIONES	DOCENCIA			INVESTIGACION		
	A	B	C	D	E	F
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA	3	4	3	3	1	3
Facultad de Ingeniería, UBA	2	-	-	0	3	0
Facultad de Odontología, UBA	0	0	0	0	4	0
Facultad de Ciencias Exactas, U.N. La Plata	0	3	4	-	-	-
Facultad de Ingeniería, U.N. La Plata	3	-	-	4	5	5
Facultad de Ingeniería Química, U.N. La Plata	0	-	-	3	0	0
Facultad de Ingeniería, U. Católica de Córdoba	0	-	-	3	-	-
Facultad de Ciencias e Ingeniería, U.N. Rosario	4	4	-	4	5	4
Departamento de Ingeniería, U.N. Sur	0	0	5	5	4	4
Facultad de Ciencias, U.N. Tucumán	0	0	0	3	0	3
Facultad Regional Bs.As., U. Tec. Nacional	2	-	-	0	0	2
Inst. Invest. Físico-Químicas Teóricas y Aplicadas	-	-	-	0	4	0
Inst. Biología del Trabajo y Ejer.	-	-	-	-	4	0
Inst. de Física de Bariloche, UNC/CNEA	4	5	5	5	5	5
Inst. Superior Estudios Metalúrgicos, SAM	2	-	-	-	-	-
Inst. Superior del Profesorado, Bs.As.	0	2	-	-	-	-
Inst. Tecnológico de Bs.As.	5	5	-	-	-	-
Centro Invest. Metalúrgicas, INTI/U. Córdoba/IKA	-	-	-	4	3	4
Comisión Invest. Científicas, Prov. Bs.As.	-	-	-	0	3	0
Inst. Invest. Aeroespaciales	-	-	-	3	0	0
Com. Inv. Técnicas Espaciales de las Fzas. Armadas	-	-	-	5	5	5
Inst. Matemática Aplicada, U.N. Rosario	-	-	-	0	4	0
Inst. Mecánica	-	-	3	4	5	4
Inst. Nac. Tecnológica Industrial	-	-	-	0	0	4
Laboratorio Ensayo Materiales	-	-	-	2	4	0
Armada República Argentina	-	-	-	4	0	3
Ejército Argentino	-	-	-	3	0	0
Fuerza Aérea Argentina	-	-	-	3	0	0

CODIGOS UTILIZADOS EN EL CUADRO No. 4

a) Código de actividades

Docente	Investigación
A - Dictado de Cursos	D - Recibido becarios
B - Trabajos Finales	E - Programas Investigación Conjuntos
C - Tesis Doctorales	F - Uso laboratorio y plantas

b) Cuantificación del grado de interacción con el Laboratorio de Metalurgia de la CNEA

-	:	no posee esa actividad
0	:	no existe interacción
1	:	muy pobre - sólo consultas
2	:	pobre - por excepción
3	:	regular - esporádicamente
4	:	bueno - a menudo
5	:	muy fuerte - permanente

La Gerencia organizó tres reuniones científicas internacionales:

- Primer Coloquio Latinoamericano de Pulvimetalurgia, noviembre de 1961
- Coloquio Internacional "El Impacto de la Metalurgia Física en la Tecnología", abril de 1962
- Conferencia de Expertos Latinoamericanos en Metalurgia de Transformación, agosto de 1964

La Gerencia colaboró muy activamente en las siguientes reuniones:

- Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, noviembre 1959, organizada por la Sociedad Argentina de Metales
- Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, setiembre 1962, organizada por la Sociedad Argentina de Metales
- Terceras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, setiembre 1964, organizada por la Sociedad Argentina de Metales
- Cuartas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, setiembre 1970, organizada por la Sociedad Argentina de Metales
- Jornadas de la Ciencia, Aplicación y Tecnología del Vacío, setiembre 1971, organizadas juntamente con la Sociedad Argentina de Metales
- Quintas Jornadas Metalúrgicas y II Congreso Argentino de la Fundición de los Metales, setiembre 1972, organizado por la Sociedad Argentina de Metales y Asociación de Técnicos de la Fundición
- Reuniones Semostrales organizadas por la Asociación Física Argentina.

VI. PUBLICACIONES

VI.1 Libros (L)

1. SABATO, J.A.
Cogestión y Banco Mundial. Buenos Aires, ed. Juarez, 1971.
2. SABATO, J.A.
Ciencia, tecnología, desarrollo, dependencias. Universidad de Tucumán, 1971.
3. SABATO, J.A.
Empresas de tecnología o laboratorios de investigación? Buenos Aires, ed. Ciencia Nueva, 1972.

VI.2 Publicaciones Periódicas (A)

1. LEYMONIE, C., LACOMBE, P., LIBANATI, C.
Mesure des constantes d'autodiffusion en volume du fer en phase alfa a l'aide des traceurs radioactifs. CRAS, v.245 (1957) p.1922.
2. BROOM, T., MAZZA, J.A., WHITTAKER, V.N.
Structural changes caused by plastic strain and by fatigue in Al-Zn-Mg-Cu alloys corresponding to D.T.D. 683. J.Inst.Met. v.86 (1957-58) p.17.
3. CARREA, A.
A review paper on the construction of the equilibrium diagram of U-Mo alloys. J.Nucl. Energy v.7 (1958) p.189.
4. LEYMONIE, C., LACOMBE, P., LIBANATI, C.
Mesure de l'energie d'activation de l'autodiffusion intergranulaire du fer en phase alfa a l'aide des traceurs radioactifs. CRAS v.246 (1958) p.2614.
5. LIBANATI, N., CALAIS, D., LACOMBE, P.
Récristallisation secondaire et récristallisation par ecrouissage critique de l'uranium de haute pureté. CRAS v. 249 (1959) p.2769.
6. McCUANG, F., WORTMAN, O.
Fabricación de planchas y barras dobles concéntricas de óxido de tierras raras en matriz metálica. Metalurgia Moderna No.5 (1962) p.35.
Presentado en: I Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1959.

7. BILONI, H.
Técnicas modernas en metalografía microscópica. Metalurgia Moderna (1964) p.7
Presentado en: I Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1959.
8. KITTL, J., MASSALSKI, T.B.
The use of CuK beta radiation of order in CuZn and CuGa alloys. J.Appl. Phys. v.33 (1962) p.242.
Presentado en: I Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1959.
9. SABATO, J.A., CAHN, R.W.
Recrystallization of uranium during cold or hot forging. J.Nuc.Mat. v.3 (1961) p.115.
Presentado en: I Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1959.
10. MARTINEZ VIDAL, C.
Curva de fluencia en el trabajado plástico del titanio. Metalurgia Moderna No.2 (1960).
Presentado en: I Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1959.
11. Le BOUCHER, B., LIBANATI, C., LACOMBE, P.
Conditions de fixation du soufre radioactif a la surface du fer polycristallin et relations avec l'orientation cristalline du metal. CRAS v. 248 (1959) p.2578
3éme Colloque de Métallurgie Spéc. sur la Corrosion, 1959, p.206.
Presentado en: I Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1959.
12. SABATO, J.
Metallurgy in the development of atomic power. Am.J.Phys. v.28, No.3 (1960) p.228.
13. BILONI, H.
Relação entre as subestructuras de segregação e as discordancias formadas durante a solidificação en Al 99,99%. Metalurgia, v.17 (1961) p.391.
Presentado en: XV Congreso Anual de ABM, Brasil, 1960.
14. SABATO, J.
La investigación en metalurgia de transformación. Metalurgia, No.219 (1960), p.37.
15. LAWLEY, A., COLL, J.A., CAHN, R.
Influence of crystallographic order on creep of Fe-Al solid solutions. Trans. AIME, v.218 (1960) p.166.
16. BILONI, H.
Substructures and dislocations produced during solidification of aluminium. Can.J.Physics v.39 (1961) p.1501.

17. KITTL, J. , MASSALSKI, T.B.
 Discusión sobre el trabajo de C.W. Spencer y D.J. Mack. Decomposition of austenite by diffusional processes, AIME Intersc. Publ. 1962.
 Presentado en: Simposio sobre Decomposition of austenite by diffusional processes, AIME, EE.UU., 1961.
18. SABATO, J.
 El origen de la energía solar según la teoría de Bethe. Ciencia y Técnica v.116 (1961).
19. CAHN, R.W., COLL, J.
 Twinning in iron aluminium alloys. Acta Met. v.9 (1961) p.138.
20. VASSALLO, D.
 O emprego de réplicas nos exames metalográficos. Metalurgia v.17 (1961) p.975
 Presentado en: XVI Congresso Anual ABM, Brasil, 1961.
21. WORTMAN, O.
 Laboratorio de soldadura de la CNEA. Metalurgia v.18 (1962) p.31
 Presentado en: XVI Congresso Anual ABM, Brasil, 1961.
22. WORTMAN, O.
 Nuevos procesos y métodos en la soldadura de metales. Metalurgia No.224 (1961)
 Presentado en: XVI Congresso Anual ABM, Brasil, 1961.
23. LIBANATI, C., WALSOE DE RECA, N.E.
 Etude autoradiographique de la ségrégation du niquel dans l'aluminium. Mém. Sc. Rev. Met. v.59, No.3 (1962) p.169.
24. SABATO, J.
 La formación de especialistas en metalurgia en la Argentina. Ciencia Interam. v.3 (1962) p.1
25. LIBANATI, N., TANIS, S.V.
 Augmentation de la ductilité de l'uranium par recuit partiel après écrouissage. CRAS v.255 (1962) p.2435.
26. KITTL, J., MASSALSKI, T.B.
 A cinematographic study of the massive transformation in Cu-Ga alloys. Acta Met. v.15 (1967) p.161-180.
 Presentado en: Fall Meeting Inst. Met. AIME, EE.UU., 1962.
27. SABATO, J.
 Recristalização de metais. Boletim da ABM v.18 (1962) p.845.

28. BONFIGLIOLI, A.
Formation et reversion des zones de Guinier-Preston. Jour.Phys. v. 23 (1962) p.817.
Presentado en: Colloque International sur les solutions solides metalliques, Francia, 1962.
29. KITTL, J., RODRIGUEZ, C.
Electron microscopy by the replica Technique of aluminium deformed by impact. J.Inst.Met. v. 91 (1962-63) p. 284.
30. KITTL, J., SABATO, J.
Substructures produced in aluminium by impact. Appl.Mat. Research (1963) p.118.
31. CARREA, A.
Sintering of uranium dioxide in an atmosphere of controlled hydrogen content. J. Nuc.Mat. v. 8 (1963) p. 275.
32. SABATO, J.
Metallurgy at the Argentine Atomic Energy Commission. The Metallurgist v. 2 (1963) p. 238.
33. LIBANATI, N., CALAIS, D., LACOMBE, P.
Recristallisation secondaire et recristallisation après ecrouissage critique de l'uranium de haute pureté. J.Nuc.Mat. v. 8 (1963) p.1-20.
34. LIBANATI, C., DYMENT, F.
Autodifusión de titanio alfa. Acta Met. v. 11 (1963) p.1263.
Presentado en: 42a. Reunión de la AFA, Argentina, 1963.
35. MARCONE, N.J., COLL, J.
Orden-desorden de fase sigma en el sistema Co-V. Acta Met. v. 12 (1964) p.741.
Presentado en: 42a. Reunión de la AFA, Argentina, 1963.
36. LIBANATI, N., TENDLER, R.H., SABATO, J.
Sous structures de déformation et leur influence sur les phenomenes de recristallisation dans l'aluminium. Mém.Sc.Rev.Met. v. 62 (1965) p.189.
Presentado en: 42a. Reunión de la AFA, Argentina, 1963.
37. LIBANATI, N., TENDLER, R.H., SABATO, J.
Relation entre la géometrie de la déformation de l'aluminium et les sous structures de déformation. Mém.Sc.Rev.Met. v. 62 (1965) p.199.
Presentado en: 42a. Reunion de la AFA, Argentina, 1963.

38. KITTL, J., MASSALSKI, T.B.
Modification of the Cu-Ga phase diagram in the region of the Zeta phase. J.Inst. Met. v.93 (1964) p.182.
Presentado en: 42a. Reunión de la AFA, Argentina, 1963.
39. MASSALSKI, T.B., KITTL, J.
The low temperature solid solubility limits of the alpha and beta phases. Phases in the Cu-Zn systems. J.Austr.Inst.Met. v.8 (1963) p.91.
Presentado en: 42a. Reunión de la AFA, Argentina, 1963.
40. RODRIGUEZ, C., COLL, J.A.
Deformation mechanisms of beta uranium single crystals. J.Nuc.Mat. v.11 (1964) p.212.
Presentado en: 42a Reunión de la AFA, Argentina, 1963.
41. ARAOZ, C., STABLEIN, P.
Technique for fusion bonding ceramics. Rev.Sci.Instr. v.34 (1963) p.1275.
42. BONFIGLIOLI, A., LEVELUT, A.M.
Structure des zones de Guinier-Preston dans les alliages Al-Zn au premier stade de leur formation. Acta Cryst. v.16 (1963) p.98.
Presentado en: VI Asamblea de la Unión Intern. de Cristalografía, Italia, 1963.
43. ARAOZ, C., MARTINEZ VIDAL, C., MAZZA, J., MORANDO, R., WORTMAN, O., SABATO, J.
Fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación. CNEA (1963) y 3rd.Geneve Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy, 1964, p.837.
Presentado en: Simposio Interam. sobre usos pacíficos de la Energía Nuclear, Brasil, 1963.
44. BILONI, H., BOLLING, G.F.
A metallographic study of solute segregation during controlled solidification in tin-lead alloys. Trans.AIME v.227 (1963) p.1351.
45. WORTMAN, O.
An automatic equipment to weld with the tungsten inert gas method. New.Sc. 1963, p.362.
46. SABATO, J., DESTAILLATS, H.
A yield effect in a Zn-Al-Cd alloys. J.Inst.Met. v.92 (1963-64) p.252.
47. BONFIGLIOLI, A., TESTARD, O.
Appareil pour mesures de diffraction de rayons X a basse temperature. Acta Cryst. v.17 (1964) p.668.

48. SCHOECK, G., BISOGNI, E., SHYNE, J.
The activation energy of high temperature internal friction. *Acta Met.* v.12 (1964) p.1466.
49. BISOGNI, E., MAH, G., WERT, C.
Diffusion of gases in special interstitial sites in hafnium. *J. Less Common Met.* v.7 (1964) p.197.
50. MAZZA, J.A., GALVELE, J.R.
Corrosion of super Al in distilled water at high temperature. *J. Nuc. Mat.* v.13 (1964) p.92.
51. LIBANATI, N., TANIS, S.V.
Evolution par recuit des propriétés mécaniques de l'Uranium laminé. *J. Nuc. Mat.* v.15 (1965) p.153.
52. BONFIGLIOLI, A., GUINIER, A.
Structures des zones de Guinier-Preston dans les alliages Al-Zn au premier stades de leur formation. *Acta Met.* v.14 (1966) p.1213.
Presentado en: 45a. Reunión de la AFA, Argentina, 1965.
53. POVOLO, F., BISOGNI, E.
Mechanical relaxation modes of paired point defects in hcp crystals. *Acta Met.* v.14 (1966) p.711
Presentado en: 45a. Reunión de la AFA, Argentina, 1965.
54. LIBANATI, N., PHILIBERT, J., MANENC, J.
Etude au moyen de la microsonde de la diffusion du fer et du manganèse dans les solutions solides FeO-MnO.
55. BILONI, H., CHALMERS, B.
Predendritic solidification. *Trans. AIME* v.233 (1965) p.373.
56. BILONI, H., BOLLING, G.F., COLE, J.
Segregation on dilute tin alloys displacing two-dimensional cells. *Trans. AIME* v.233 (1965) p.251.
57. BILONI, H., BOLLING, G.F., DOMIAN, N.A.
Electron microprobe analysis of segregation produced during cellular solidification of "pure aluminium". *Trans. AIME* v.236 (1966) p.1926.
Presentado en: Annual Meeting Met. Soc. AIME, EE. UU. 1965.

58. BILONI, H. , BOLLING, G.F.
A simple etching technique that reveals dislocations and copper segregation in aluminium. Can.Met.Quart. v.4 (1965) p.177.
59. BILONI, H. , BOLLING, G.F.
Etude metallographique de la segregation du solute lors de la solidification d'alliages Sn-Pb. Mém.Sc.Rev.Met. v.62 (1965) p.251.
60. KOLL, J.H.
Influencia da structura sobre as propriedades de fadiga em aços. Metalurgia v.22 (1966).
Presentado en: XX Congreso Anual ABM, Brasil, 1965.
61. ZUZEK, E. , DI PRIMIO, J.C.
Construção e calibragem de um equipamento para a determinação de gases en metais. Metalurgia v.22 (1966) y CNEA-186 (1967).
Presentado en: XX Congreso Anual ABM, Brasil, 1965.
62. RAPAPORT, B. , WALSOE DE RECA, N.E. , GOMEZ, P.
Uso de traçador radioactivo no estudo de desgaste de bolas de ferro fundido. Metalurgia v.22 (1966) y CNEA- (1967).
Presentado en: XX Congreso Anual ABM, Brasil, 1965.
63. WORTMAN, O. , OBRUTSKY, D. , SARRATE, M.
Estudo das caracterfsticas de precipitação em ligas Cu-Zr. CNEA-146 (1965) y Metalurgia v.22 (1966).
Presentado en: XX Congreso Anual ABM, Brasil, 1965.
64. BAEZ, J. , WORTMAN, O. , ZARETZKY, Z.
Estudo do desgaste de refractarios em siderurgia usando radioisótopos. Metalurgia v.24 (1968) p.353.
Presentado en: Congreso del ILAFA, Chile, 1965, y XXII Congreso Anual ABM, Brasil, 1967.
65. TANIS, S.V. , LIBANATI, N.
A strain-anneal method of growing crystals of alpha uranium. J.Inst.Met. v. 94 (1966) p.395.
66. COLL, J.A.
Microscopie électronique de l'uranium beta. J.Nuc.Mat. v.20 (1966).
67. BOSCHI, L. . PAMPILLO, C.
System for fast temperature changes and high temperature stability. Rev.Sc.Instr. v.38 (1967) p.116.
Presentado en: 47a. Reunión de la AFA, Argentina, 1966.

68. SEREBRINSKY, J.H., KITTL, J.
 Algunos aspectos da transformação no sistema AgCd. Metalurgia v. 22 (1966) p.961 y Acta Met. v.15 (1967) p.1703-1714.
 Presentado en: 47a. Reunión de la AFA, Argentina, 1966; XXI Congreso Anual ABM, Brasil, 1966 y Fall Meeting AIME "The transformation in the AgCd system"

69. KITTL, J., RODRIGUEZ, C., MARCONE, N., VASSALLO, D.
 Estudo da transformação em U 1% at Cr. Metalurgia v.23 (1967) p.429-439.
 Presentado en: XXI Congreso Anual ABM, Brasil, 1966.

70. SARRATE, M., FRITSZCHE, J., VASSALLO, D., WORTMAN, O.
 Observação de elementos de caldeira mediante metalograffa nao destructiva. Metalurgia v. 23 (1967) p.523-532.
 Presentado en: 47a. Reunión de la AFA, Argentina, 1966; XXI Congreso Anual ABM, Brasil, 1966; II Conf.Int. del Combustible, Argentina, 1966; II Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1966; Int. Congress on Pressure Vessels, Holanda, 1969; IV Muestra Internacional del Cine Científico, FCEN, diploma de honor "Metalograffa en calderas", Argentina, 1969.

71. LIBANATI, N., PHILIBERT, J., MANENC, J.
 Etude de la diffusion du Mn dans les couples Fe-MnO a concentration variable. Stabilité de la solution solide. Mém.Sc.Rev.Met. v.63 (1966) p.127.

72. BOND, P., BOLLING, G.F., DOMIAN, N.A., BILONI, H.
 Influence of microsegregation on pitting corrosion in high purity aluminium. J.Elect.Soc. v.113 (1966) p.773
 Presentado en: Buffalo Cor.Meet., EE.UU., 1966.

73. BILONI, H.
 On the origin of the cellular solidification substructure. Trans. AIME v.236 (1966) p.360.
 Presentado en: Annual Meeting Met.Soc.AIME, EE.UU., 1966.

74. BOSCHI, L., GARCIA, E.
 Manómetro de fuelle de vidrio para usar en equipos de ultra alto vacio entre 1 torr y 706 torr. Rev.Univ.Santander v.8 (1966) p.55 y Rev.Sc.Instr. v.38 (1967) p.1610.

75. MAZZA, J.A., WILLOUGHBY, D.
 Structural changes and creep mechanisms in type 316 steel at 600°C. J.I.S.I. v.204 (1966) p.718.

76. MAZZA, J.A.
Effects of cold work in type 316 steel. J.I.S.I. v.204 (1966) p.783.
77. SABATO, J.
Industrialización, innovación e investigación científica. Metalurgia v.246 (1966).
78. TANIS, S.V., LIBANATI, N.
Trabajado en frío de estructuras parcialmente recristalizadas. Metalurgia Moderna v.9 (1967) p.41.
Presentado en: II Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1966
79. BAEZ, J., SARRATE, M., VASSALLO, D., WORTMAN, O.
Estudo de rupturas em peças de liga de magnésio. Metalurgia v.23 (1967) p.503-509.
Presentado en: II Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1966 y XXI Congreso Anual ABM, Brasil, 1966.
80. SARRATE, M., VASSALLO, D., WORTMAN, O.
Causa de trincas em elementos deslizantes de medidores de gas. Metalurgia v.23 (1967) p.441.
Presentado en: II Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1966.
81. SABATO, J.
La construction d'une centrale nucleaire en Argentine et ses consequences sur le proces d'industrialization du pays. Centro de Estudios Económicos T. Di Tella, 1966 y Rev. Tiers-Monde v.8 (1967).
82. BILONI, H.
On apparent pore formation during cellular solidification. Trans.AIME v.239 (1967) p.926.
83. BONFIGLIOLI, A., IPOHORSKI, M.
Pre-precipitation in AlZn and AlZnMg alloys studied by small angle X-ray scattering. J.Mat.Sc. v.2 (1967) p.371.
84. POVOLO, F., BISOGNI, E.
Anelastic behaviour of isolated point defects in crystals of hcp structure. Acta Met. v.15 (1967) p.711.
85. BILONI, H., DI BELLA, R., BOLLING, G.F.
On microsegregation nodes and cellular solidification substructure in dilute tin alloys. Trans. AIME v.239 (1967) p.2012.

86. LIBANATI, N.
Le Cours Panamericain de Métallurgie: une experience d'enseignement post-universitaire en Argentine. Met.Spéciale, 1967, p.21.
87. KITTL, J., POPS, H.
Influence of inhomogeneity on the martensitic transformation of a Cu-Zn-Si beta phase alloy. Trans.AIME v.239 (1967) p.1668.
88. WALSOE DE RECA, N.E., PAMPILLO, C.
Self-diffusion of Ni in Ni-Fe alloys. Acta Met. v.15 (1967) p.1263.
89. RODRIGUEZ, C., KITTL, J., COLL, J.A., MARCONE, N.
On the origin of an anomalous thermal arrest within the -range in uranium. J.Nuc.Mat. v.25 (1968) p.111.
Presentado en: 49a. Reunión de la AFA, Argentina, 1967.
90. ABRIATA, J.P., KITTL, J., CABO, A.
Critical temperature for ordering in -AgZn and -AgCd. Scripta Met. v.2 (1968) p.41.
Presentado en: 49a. Reunión de la AFA, Argentina, 1967.
91. DYMENT, F., LIBANATI, C.
Self-diffusion of Ti, Zr and Hf in their hcp phases and diffusion of Mb95 in hcp Zr. J.Mat.Sc. v.3 (1968) p.349.
Presentado en: 49a Reunión de la AFA, Argentina, 1967.
92. KITTL, J., CABO, A.
The - transformation in the AgZn system I. The mechanism of phase transformations in crystalline solids. Monograph and report series No.33, 1969.
Presentado en: Fall Meeting Inst.Met. AIME. EE.UU., 1967.
93. BILONI, H., CHALMERS, B.
Origin of the equiaxed zone in small ingots. J.Mat.Sc. v.3 (1968) p.139-149.
94. SABATO, J.
Energía Atómica en Argentina. Rev.del Inst.de Estudios Intern. de la Universidad de Chile, v.2 (1968).
95. BILONI, H., MORANDO, R.
On the origin of the chill zone in ingots solidifications. Trans. AIME v.242 (1968) p.1121.
96. FAINSTEIN, D., DYMENT, F., LIBANATI, C.
Comments in self diffusion in alpha zirconium. Scripta Met.v.2 (1968) p.201.

97. DYMENT, F., BOSCHI, L.
Boiling water thermostat. J.Sc.Instr. - J.Phys.E. Ser. 2, v.1 (1968) p.1043.
98. WALSOE DE RECA, N.E., LIBANATI, C.
Autodifusión de Ti beta y Hf beta. Acta Met. v.16 (1968) p.1297.
99. TANIS, S.V.
Propiedades mecánicas del latón 70/30. Metalurgia Moderna v.11 (1969) p.10-13.
Presentado en: III Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1968.
100. BRAUN BIDAU, L.E., WORTMAN, O.
Desarrollo y aplicación industrial del método de soldadura con electrodo consumible, bajo gas inerte, utilizando corriente pulsante. Metalurgia Moderna v.11 (1969) p.35.
Presentado en: III Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1968.
101. KULLMER, R.H., ARAOZ, C.
Determinación de la energía de activación para la sinterización del tungsteno por método dilatométrico. Metalurgia Moderna v.11 (1969) p.9-14.
Presentado en: III Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1968.
102. IPOHORSKI, M. BONFIGLIOLI, A.
Kinetics of growth of spherical GP zones: experimental verification of the vacancy pump model. CNEA (1969) y Acta Met. v.18 (1970) p.281-285.
Presentado en: 8a. Reunión de la Soc.Chilena de Física, Chile, 1968.
103. GALVELE, J.R., DE MICHELI, S.M.
Mechanism of intergranular corrosion of Al-Cu alloys. CNEA-PMM-C-18 (1968), Corrosion Science v.10 (1970) p.1795-1807; Metalurgia v.26 (1970) p.567-574.
Presentado en: 1a. Reunión de Electroquímica CITCE, Argentina, 1968; XXIV Congreso Anual ABM, Brasil, 1969; 4th. Intern. Congress on Metallic Corrosion Holanda, 1969.
104. IPOHORSKI, M., ACUÑA, R., BONFIGLIOLI, A.
On the reversion of GP zones in Al-10% Zn and Al-10% Zn-0,1% Mg alloys. J.Mat.Sc. v.4 (1969) p.650-52.
105. HAHN, G.T., SARRATE, M., ROSENFELD, A.R.
Criteria for crack extension in cylindrical pressure vessels. Int.J. Fract. Mech. v.5 (1969) p.187-210.
Presentado en: WESTEC Conf., EE.UU., 1969.
106. ARIAS, D., KITTL, J.
Massive and martensitic decomposition of the AgAl beta phase. Trans.AIME v.245 (1969) p.182-184.

107. LIBANATI, C., TANDLER, C.J.
The distribution of the water soluble inorganic orthophosphate ions within the cell: accumulation in the nucleus. Electron probe microanalysis. J.Cell Biol. v. 42 (1969) p.754.
108. IPOHORSKI, M., SPRING, M.S.
Electron radiation damage in a high voltage electron microscope. Phil.Mag. v. 20 (1969) p.937.
109. KITTL, J. RODRIGUEZ, C.
The massive and martensite transformation temperatures in Cu-Ga alloys. Acta Met. v. 17 (1969) p.925-928.
110. BILONI, H., DESTAILLATS, L.H.
Sous-structure de solidification de l'aluminium 99,99%; leur étude par les couches epitaxiales d'oxyde et par les figures de corrosion. Metaux-Corrosion Industries v. 4 (1969) p.494.
111. BERTORELLO, R., BILONI, H.
On the origin of the cell substructure in eutectic Al-Cu. Trans.AIME v. 245 (1969) p.1373.
112. POVOLO, F., BISOGNI, E.
Comment on the influence of hydrogen on the relaxation spectrum of titanium. Scripta Met. v. 3 (1969) p.77.
113. POVOLO, F., BISOGNI, E.
Internal friction in zirconium-hydrogen alloys. J.Nuc.Mat. v. 29 (1969) p.82.
114. POVOLO, F., GIBALA, R.
A MARX three components oscillators for internal friction measurements at low and high temperatures in high vacuum. Rev.Sc.Instr. v. 40 (1969) p.817.
115. MARTINEZ VIDAL, C.A.
Parámetros que afectan el control de calidad en laminación. Siderurgia, ILAFA No. 113 (1969) p.71-78; Metalurgia v. 26 (1970) p.993; CNEA-PMM/C-02. Presentado en: Seminario sobre control de calidad de laminación, ABM-CNEA-IBS-ILAFA, Brasil, 1969.
116. SABATO, J.
El papel del personal científico y tecnológico del sector público en el desarrollo nacional. UN Seminario Interregional sobre empleo, desarrollo y rol de los científicos y técnicos, 1969. Presentado en: Seminario Interregional sobre empleo, desarrollo y rol de los científicos y técnicos, UN, URSS, 1969.

117. GALVELE, J.R., DE MICHELI, S.M.
Mecanismo de corrosao intergranular das ligas de Al-4% Cu. Metalurgia v.26 No.152 (1970).
Presentado en: XXIV Congreso de ABM, Brasil, 1969.
118. BILONI, H.
Estado actual da pesquisa na area de solidificacao do metais e liga. Metalurgia v.26 (1970) p.803.
Presentado en XXIV Congreso Anual ABM, Brasil, 1969.
119. VICTORIA, M., DORN, J.E.
Efectos dinámicos en la deformación de Al y Al-2% en Cu. Metalurgia v.26 (1970).
Presentado en: XXIV Congreso Anual ABM, Brasil, 1969.
120. TANDLER, C.J., LIBANATI, C., SANCHIS, C.A.
The intracellular localization of inorganic cations with potassium pyroantimoniate electron microscope and microprobe analysis. Jour.Cell Biol. v.45 (1970) p.355.
121. GALVELE, J.R., HOAR, T.P.
Stress corrosion cracking of mild steel in nitrate solution. Corrosion Science v.10 (1970) p.211.
122. IPOHORSKI, M., BROWN, L.M.
A study of neutron damage in Be-doped copper. Phil.Mag. v.22 (1970) p.931.
123. IPOHORSKI, M., SPRONG, M.S.
Vacancy tetrahedra in copper due to electron irradiation in the high voltage microscope. Phil.Mag. v.22 (1970) p.1279.
124. SABATO, J.
Quantity vs quality in scientific research: the special case of developing countries. Impact of Sc. on Society v.20, No.3 (1970).
125. SABATO, J.
Ciencia-Tecnología-Desarrollo: Algunos mitos, sofismas y paradojas. Rev.del Centro de Estudios de Coyuntura v.6, No.17 (1970).
126. SABATO, J.
Ciencia-Tecnología: algunos comentarios generales. Cuadernos del Centro de Estudios Industriales v.1, No.4 (1970).
127. SABATO, J.
Topology and Metallurgy. Nature v.227 (1970).

128. SABATO, J.
Prontuario del Plan Nuclear. Ciencia Nueva No.1 (1970).
129. BILONI, H.
The development of macrostructure in ingots of increasing size. Met. Trans. v.1 (1970) p.1407.
130. KISS, F., BILONI, H.
Segregation substructures in Al-Ti alloys. Met. Trans. v.1 (1970).
131. GRADOWCZYK, M.H.
A theory of dislocation dynamis. Phys.Status Sol. v.40 (1970).
132. SAVINO, E., BISOGNI, E.
Low temperature internal friction of cold worked zirconium. J. de Physique, Colloque C2, Suppl. No.7, v.32 (1971).
Presentado en: Conf. on Effets d'anelasticité dus aux défauts et aux transformations de phase dans les solides. Ecole Polytechnique Fed.Suiza, 1970.
133. FAINSTEIN, D., BOLLING, G.F., BILONI, H.
Homogenization of primary segregation. Met.Trans. v.2, No.5 (1971) p.1315.
Presentado en: Fall Meeting Met.Soc.AIME, EE.UU., 1970.
134. SARRATE, M.
Aplicaciones de mecánica de fractura en recipientes cilíndricos a presión.
Revista IRAM, Nov. 1970.
135. SARCE, A., CABO, A., KITTL, J.
Estudio dilatométrico de la transformación del sistema AgZn. PMM C-29; Metalurgia ABM, v.27, No.164 (1971).
136. GALVELE, J.R., DE MICHELI, S.M.
Morfologia da corrosao por "pitting" de aluminio em diferentes electrolitos. Metalurgia v.27, No.165 (1971).
Presentado en: XXV Congreso Anual ABM, Brasil, 1970.
137. BERTORELLO, H., BILONI, H.
Influencia de la estructura y tratamiento térmico sobre las propiedades a la tracción de eutécticos Al-Al₂Cu. CNEA-PMM/C-41; Metalurgia Moderna v.13 (1971) p.6-27; Met. Trans. v.3 (1972) p.73.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1970.

138. MORANDO, R., FISSOLO, J., BILONI, H.
Refinamiento de grano por aditivos en Al y sus aleaciones. CNEA-PMM/C-40, Metalurgia Moderna v.28 (1971).
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1970.
139. FAINSTEIN, D., BOLLING, G.F., BILONI, H.
Homogeneización de la segregación primaria. Met.Trans. v.2, No.5 (1971), CNEA-PMM/C-35.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1970.
140. BOSCHI, L.A.
Medición de bajas presiones. Metalurgia Moderna v.13, No.29 (1971) p.38.
141. BONFIGLIOLI, A.
Podemos ver los átomos? Ciencia Nueva, marzo (1971).
142. BISOGNI, E.
Discussion of a session in the Conference: Effets d'Anelasticité des aux défauts et aux transformations de phase dans les solides. J.de Physique, Colloque C2, Supp.7, Jul. 1971.
143. IPOHORSKI, M.
Electrons and X-rays. Physics Today v.24, No.4 (1971) p.63.
144. BROWN, L.M., SPRING, M.S., IPOHORSKI, M.
The shape of frank loops studied by high-voltage microscopy. Phil.Mag. v.24 (1971) p.1495.
145. LEYT, A.
Vacfo: una noción a través del tiempo. Metalurgia Moderna v.13, No.29 (1971)p.16.
146. BOSCHI, L.A.
Descripción del robot rafaélico. Cibernética (1971) p.407-413.
147. BOSCHI, L.A.
Cibernética y biología. Cibernética (1971) p.153-157.
148. WOOLHOUSE, G.R., IPOHORSKI, M.
On the interaction between radiation damage and coherent precipitates. Proc.R. Soc.London v.A324 (1971) p.415-431.
149. SABATO, J., BOTANA, N.
La science, la technique et l'avenir de l'Amerique Latine: analyse et strategie. Revue Tiers Monde v.12, No.47 (1971).

150. PRATES DE CAMPOS FILHO, M., FISSOLO, J.J., BILONI, H.
Solidificación unidireccional de metales, parámetros que controlan la ley de crecimiento. CNEA-PMM/C-57; Met. Trans. v.3 (1972) p.1419.
Presentado en: XXVI Congreso Anual ABM, Brasil, 1971; Fall Meeting Inst.Met. AIME, EE.UU., 1971.
151. LOPEZ, A., VESGA, B., PISSK, P., RAPPAPORT, B., KITTL, J.
Estudio de cuerpos moleadores fundidos: I. Aleaciones de diferentes tipos. II. Hierro blanco de baja aleación. CNEA-PMM/C-61, Metalurgia v.28 (1972) p.191-198.
Presentado en: XXVI Congreso Anual ABM, Brasil 1971.
152. AUDERO, M.A., BILONI, H.
Morfología dendrítica en aleaciones diluidas de Zn-Cd. CNEA-PMM/R-80; J. of Crystal Growth v.12 (1972) p.297.
Presentado en: Fall Meeting Inst.Met. AIME, EE.UU., 1971.
153. PRATES DE CAMPOS FILHO, M., BILONI, H.
Zona chill de los lingotes: parámetros que controlan la estructura de solidificación. CNEA-PMM/C-31a; Met. Trans. v.3 (1972) p.1501.
Presentado en: Fall Meeting Inst.Met. AIME, EE.UU., 1971.
154. LIBANATI, C.
The distribution of inorganic cations in mouse testis. Electron microscope and microprobe analysis. J. Cell Biol. v. 48 (1971) p.314.
155. KITTL, J., MASSALSKI, T.B.
Microstructures observed in some quenched hypereutectoid Cu-Ga alloys. Metallography v. 4 (1971) p.463-468.
156. SARRATE, M.
Plastic zones in Fe-3bSi steel double cantilever beam specimens. Int.J. of Frac. Mech. v.7, No.4 (1971).
157. IPOHORSKI, M., SPRING, M.S., GORINGE, M.J.
Effects of temperature and impurities on electron radiation damage in the high voltage microscope. Radiation Effects v.11 (1971) p.251-259.
158. SABATO, J.
SEGBA: programa de investigación y desarrollo. Ciencia Nueva No.9 (1971).
159. SABATO, J.
A case study for Latin America. Metrology and standardization in less developed countries: the role of a national capability for industrializing economies, NBS No.359, EE.UU., 1971.

160. SABATO, J.
ENIDE: Ingeniería o investigación?. Ciencia Nueva No.11 (1971).
161. SABATO, J.
Quince años de metalurgia en la Comisión Nacional de Energía Atómica. Ciencia Nueva No.15 (1971) .
162. SABATO, J.
Ideas -not money- are lacking. New Scientist v.52, No.776 (1971).
163. LIBANATI, N., BARO, G.B.
Estudios de posgraduación y capacitación profesional en el ámbito de la Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina. Peaceful Uses of Atomic Energy v.12 (1972) IAEA A/CONF.49/P/568.
164. ROBERT, E., VICTORIA, M.
Envejecimiento por deformación de martensita. CNEA; aceptado para publicación en Metalurgia, ABM.
Presentado en: XXVII Congreso Anual ABM, Brasil, 1972.
165. PRILUTZKY, H., PALACIOS, T.
Unión de aleaciones de cromoníquel y porcelana. Revista de la Asociación Odontológica Arg. v.60, No.7 (1972).
166. MEDRANO, R.E.
On stress relaxation of titanium. Scripta Met. v.6 (1972) p.771-776.
167. ESPEJO, H.
Statistical error calculations of experimental concentration. Metallography v.5 (1972) p.444-555.
168. BISOGNI, E., BLEWITT, T., POMAR, C.
Mechanical properties of low-temperature irradiated Mg. Phys.Status Solidi v.10 (1972) p.519.
169. TENDLER, R.
Chromium diffusion in zirconium. J.of Nuclear Mat. v.44 (1972) p.99.
170. BOLLING, G.F., FAINSTEIN, D.
On vacancy condensation and the origin of dislocations in growth from the melt. Phil.Mag. v.25, No.1 (1972) p.45-66.
171. CRESPI, J.C.
Simulación por computadora del comportamiento cíclico tensión-deformación. Ciencia Nueva v.14 (1972).

172. PERRIN, R.C., SAVINO, E.J.
Computer simulation of weak beam images of extended dislocations in copper. UKAEA, AERE. Theoretical Physics Division, T.P. 507, 1972.
173. NORGETT, M.J., PERRIN, R.C., SAVINO, E.J.
Computer simulation of edge and screw dislocations in copper. UKAEA, AERE. Theoretical Physics Division HL72/1608, 1972.
174. POVOLO, F.
An analysis of amplitude-dependent internal friction and modulus defect of materials subjected to inhomogeneous stresses. Aceptado para publicación en Phil. Mag.
175. GALVELE, J.R., WEXLER, S.B.
Anodic behaviour of aluminium during yielding. Relation with the mechanism of pitting of aluminium. J. Electrochem. Soc. v. 119 (1972) p.216C.
176. ARAOZ, C.
Actividades de desarrollo para la fabricación de elementos combustibles en la Argentina. Peaceful uses of atomic energy, IAEA, 1972, v.8.
177. BOSCHI, L., DESTAILLATS, H., SABATO, J., VALLS, J., VARSAVSKY, A.
Méthode de différenciation de Cu_2O et Cu_2S sur les micrographies du cuivre. Rev. de Metallurgie, v.51, No.11.
178. SABATO, J.
La metodología en el decenio 1944-1954. Ciencia e Investigación, v. 10, No.12.
179. SABATO, J., BOSCHI, L.
La obtención del cobre mediante la metalurgia de residuos. Ingeniería e Industria, No.1, 1955.
180. BOSCHI, L., DESTAILLATS, H., SABATO, J., VALLS, J., VARSAVSKY, C.
Teneur en fer et grosseur des grains dans un alliage recuit de zinc a 0,3%Pb-0,3%Cd Métaux, Corrosion, Industries, No. 335.
181. SABATO, J.
Quelques aspects de l'autonomie scientifique et technique des moyennes et petites nations. Economie Appliquée, v.22, No. 1-2.

182. BOSCHI, L. , DYMENT, F.
Multi-purpose precision integrator. J.of Sc.Inst. (J.of Phys.E.), Series 2, v.1, p.1043.
183. AARON, H.B. , FAIRSTEIN, D. , KOTLER, G.R.
Diffusion-Limited phase transformations: a comparison and critical evaluation of the mathematical approximations. J.Applied Physics, v.41, No.11, p.4404.
184. AYER, J.E. , OSUNA, H.
A jaw crusher for plutonium ceramics. Nuclear Applications, v.5, No.12.

VI.3

Publicaciones de distribución limitada, presentaciones a
Congresos, etc. (B)

1. KITTL, J., MAZZA, J.A., MACHADO, R., SABATO, J., SILBERT, E.
The manufacture of fuel elements of the Argonaut type. Proc. 2nd. Conf.
of Peaceful Uses of Atomic Energy, Suiza. 15/P/1845, 1958.
2. KITTL, J., LEYT, A.
Las transformaciones en aleaciones beta de cobre estaño. CNEA-63, 1962.
Presentado en: I Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, Argentina, 1959.
3. ARAOZ, C.
Cinética de oxidación de UO_2 en aire. CNEA-74, 1962.
Presentado en: I Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1959.
4. MAZZA, J.A., SABATO, J.
Tecnología de elementos combustibles (trabajos en desarrollo en Argentina).
Proc. de la Conf. Rio de Janeiro, 1960, p.132.
Presentado en: 3er. Simposio Interamericano sobre Usos Pacificos de
Energía Atómica, Brasil, 1960.

5. BILONI, H.
Relación entre las subestructuras de segregación y las dislocaciones formadas durante la solidificación de aluminio 99,99%. CNEA-45, 1960.
6. LIBANATI, C.
Producción de grafito sintético con materias primas de origen nacional. 1er. Col. de Pulvimetalurgia 1961, p. 273.
Presentado en 1er. Coloquio de Pulvimetalurgia, CNEA, Argentina, 1961.
7. BILONI, H., LINDENVALD, N., SABATO, J., SILBERT, I.
Inclusiones y subestructuras en uranio de pureza nuclear. CNEA-51, 1961.
8. LEYT, A.
Platina para observaciones microscópicas a temperaturas subcero. CNEA-72, 1962.
9. KOLL, J.H., CARREA, A.
Producción de placas delgadas de UO_2 . CNEA-71, 1962.
10. KITTL, J.
Microscopía electrónica por el método de réplicas de Al 99,995 recocido y deformado por impacto. CNEA-69, 1962.
11. BILONI, H.
Segregación de soluto durante la solidificación de aleaciones. CNEA, 1963.
12. CARREA, A.
Sinterización de dióxido de uranio de producción nacional. CNEA-78, 1963.
13. BONFIGLIOLI, A.
Construcción y puesta a punto de un sistema para medidas precisas de difusión central de rayos X en escala absoluta. CNEA-111, 1964.
14. KITTL, J., MASSALSKI, T.B.
Phase transformation in intermediate phases.
Presentado en: Fall Meeting Inst. Met. AIME, EE.UU., 1964.
15. WORTMAN, O.
Una máquina automática de soldar para sellar elementos combustibles cilíndricos. CNEA-104, 1964.
16. ARAOZ, C., MAZZA, J.A., MORANDO, R., WORTMAN, O.
Fabrication of fuel elements for research reactors. Proc. de la Conf., Suiza, 1964 p.837.
Presentado en: 3rd. Conf. of Peaceful Uses of Atomic Energy, Suiza, 1964.

17. WORTMAN, O., OBRUTSKY, D., SARRATE, M.
Fabricación y propiedades de una aleación de Cu de alta resistencia al ablandamiento y alta conductividad. Proc.Donf. v.2, trab.26, 1964.
Presentado en: Conf. CELAM-CNEA, Argentina, 1964.
18. BOSCHI, L.
Fabricación de placas porosas para filtros. Proc.Conf. v.2, trab.17, 1964.
Presentado en: Conf. CELAM-CNEA, Argentina, 1964.
19. DESTAILLATS, H., GERARDUZZI, E., MORANDO, R.
Refinación a fuego y otras soluciones para los problemas presentados por la presencia de impurezas en Cu y latones alfa. Proc.Conf. v.2, trab.19, 1964.
Presentado en: Conf. CELAM-CNEA, Argentina, 1964.
20. ALMAGRO, J.C., CUSMINSKY, G.
Estudio en colaminación de metales. Proc.Conf. v.2, trab.32, 1964.
Presentado en: Conf.CELAM-CNEA, Argentina, 1964.
21. SABATO, J.
Plan de actividades del Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina. Proc.Conf. v.1, trab.4, 1964.
Presentado en: CELAM-CNEA, Argentina, 1964.
22. WORTMAN, O., BAEZ, J.
Plan de actividades del servicio de asistencia técnica a la industria metalúrgica de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Proc.Conf. v.1, trab.5, 1964.
Presentado en:CELAM-CNEA, Argentina, 1964.
23. SABATO, J.
Estrategia de la investigación metalúrgica en Latinoamérica. Proc.Conf. v.2, trab.35, 1964.
Presentado en: CELAM-CNEA, Argentina, 1964.
24. SABATO, J.
Objetivos de una colaboración regional en materia de investigación tecnológica. Proc.Conf. v.2, trab.36, 1964.
Presentado en: CELAM-CNEA, Argentina, 1964.
25. WORTMAN, O.
Equipo automático para soldar por la técnica de electrodo de tungsteno bajo argón. CNEA, 1965.
Presentado en: I Simposio de Tecnología Aeroespacial, Argentina, 1965.

26. BILONI, H., BOLLING, G. F., DOMIAN, H. A.
Quantitative analysis of segregation during solidification in pure aluminium.
Presentado en: Annual Meet. Met. Soc. AIME, EE.UU., 1965.
27. BILONI, H., CHALMERS, B.
Origin of ingot's structure.
Presentado en: Fall Meet. Met. Soc. AIME, EE.UU., 1965.
28. ARAOZ, C.
Sintering mechanisms in stoichiometric and non-stoichiometric UO_2 .
Presentado en: Conf. on Sintering and Related Phenomena, EE.UU., 1965.
29. BILONI, H., CHALMERS, B.
Effect of dynamic conditions upon the structure of ingots.
Presentado en: Fall Meet. Met. Soc. AIME, EE.UU., 1965.
30. CARREA, A.
On the thermal stress endurance of nuclear fuels.
Presentado en: Annual Meeting Am. Nuc. Soc., EE.UU., 1965.
31. SABATO, J.
Construcción de una central nuclear y sus efectos sobre el proceso de industrialización argentino. Centro de Estudios Económicos, Inst. T. Di Tella, Argentina, 1966.
32. ALMAGRO, J. C., FERRER, R., MARTINEZ VIDAL, C.
Fabricación de intercambiadores de Al por colaminación. CNEA-PMM/A-24, 1970.
Presentado en: II Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1966.
33. LIBANATI, C.
Aplicaciones metalúrgicas de la microsonda. CNEA, 1966.
Presentado en: II Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1966.
34. BILONI, H.
Relación entre las subestructuras de segregación y la estructura de los lingotes. CNEA, 1966
Presentado en: II Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1966.
35. SABATO, J.
Factibilidad de un reactor nuclear de potencia para el Gran Buenos Aires-Litoral. CNEA, 1966.
36. LEYT, A., ORTEL, Y., VAYRA, J.
Methode de coulee d'elements annulaires par centrifugation. Rapport Tech. DM-T-ECS-RT/67-101, CEA, Francia, 1967.

37. RODRIGUEZ, C., KITTL, J., COLL, J.A., MARCONE, N.
Anomalous thermal arrest within the range in uranium. Tech. Report to the Office of Naval Res. Contract NONR 3418(00), 1967.
38. BILONI, H.
Relationship between segregation substructure and casting structures. Proc. de la Conf. The Solidification of Metals, ISI, S.R. 110, 1968, p.74-82; Tech. Rep. No. 1 y No. 2 to the Army Research Office; CNEA, 1968.
Presentado en: Brighton Solidification Conf., ISI, Gran Bretaña, 1967.
39. MAZZA, J.A.
Algunos comentarios sobre propiedades a tener en cuenta en la selección de aceros que se utilizan en estado bonificado.
Presentado en: Convención sobre el Acero, Altos Hornos Zapla, Argentina, 1967.
40. BONFIGLIOLI, A., IPOHORSKI, M.
Estudio estructural de la pre-precipitación en aleaciones Al-Zn-Mg. CNEA-198, 1968.
Presentado en: XXII Congreso Anual ABM, Brasil, 1967.
41. BAEZ, J., LIBANATI, C., VASSALLO, D., WORTMAN, O., ZARETZKY, Z.
Identificación y origen de inclusiones no metálicas en aceros. CNEA, 1967.
Presentado en: XXII Congreso Anual ABM, Brasil, 1967.
42. POVOLO, F., GIBALA, R., ULITCHNY, M.G., RAVI, K.V.
A progress report for research on dislocation solute atom interactions in alloys. Report No. COO-1676-1, Case Western Reserve University, EE.UU. 1967.
43. POMAR, C., BISOGNI, E.A.
Deslizamiento inhomogéneo en monocristales de magnesio irradiados con neutrones. CNEA, 1968.
Presentado en: 49a. Reunión de la AFA, Argentina, 1967.
44. BILONI, H.
Métodos metalográficos en solidificación. Universidad de Grenoble, Francia, 1968.
45. KITTL, J., CABO, A.
The transformation in the Ag-Zn system. Proc. de la Conf. Mon. Report Series No. 33, Inst. of Metals, EE.UU., 1969.
Presentado en: Int. Symp. on the Mechanism of Phase Transf. in Crystalline Solids, EE.UU., 1968.

46. KITTL, J., CABO, A.
The transformation in the AgZn system II. Proc.de la Conferencia I.S.I., Manchester, Institute of Metals, 1969.
Presentado en: Int.Symp. on the Mechanism of Phase Trans.in Crystalline Solids, Iron and Steel Inst., Gran Bretaña, 1968.
47. LIBANATI, N., SABATO, J.
El curso panamericano de metalurgia, una experiencia de postgraduado. Tecnol.de Mat., una interpretación interamericana, Ed.ASME, 1968.
Presentado en: Cong.Interam.sobre Tecnol.de Materiales, Southwest Research Inst., 1968.
48. LIBANATI, N.
Un programa de reciclado para metalurgistas. Tecnol. de Mat., una interpretación interamericana, Ed. ASME, 1968.
Presentado en: Conf. Interam. sobre Tecnol. de Materiales, Southwest Res. Inst., EE.UU., 1968.
49. ARAOZ, C., BIONDO, C., MARTINEZ VIDAL, C.
Some nuclear developments at Argentina. Tecnol. de Mat., una interpretación interamericana, Ed. ASME, 1968.
Presentado en: Conf. Interam.sobre Tecnol. de Materiales, Southwest Res. Inst., EE.UU., 1968.
50. SABATO, J.
La ciencia y la tecnología en desarrollo futuro de América Latina.
Presentado en: The world order models Conf., Italia, 1968.
51. CARREA, A.
Algunas consideraciones sobre el uso y la recuperación de combustible en el programa nuclear argentino. CNEA, 1968.
52. GALVELE, J.R., DARNOND, L.A.
Corrosión bajo tensiones de acero inoxidable austenítico 304 en una columna deflegmadora de alcohol. CNEA, 1968.
Presentado en: III Jornadas Metalúrgicas SAM, Argentina, 1968.
53. BILONI, H., AUDERO, M., MORANDO, R., KISS, F.
Technical report to the Army Research Office. Contrato DA-ARO-092-66-G-105 T.R. No.2, Argentina, 1968.
54. BILONI, H., MORANDO, R.
Technical report to the Army Research Office. Contrato DA-ARO-092-66-G-105 T.R. No.3, Argentina, 1968.

55. BILONI, H., DI BELLA, R., MORANDO, R., KISS, F.
Final Report to the Office of Naval Research. Contrato DA-ARO-092-66-G-105
Argentina, 1968. CNEA, 1968.
56. SABATO, J.
Investigación científico-tecnológica y metalurgia.
Presentado en: Octavo Congreso Latinoamericano de Siderúrgica, ILAFA,
Perú, 1968.
57. POVOLO, F., GIBALA, R., ULITCHNY, M.G., RAVI, K.V.
Technical progress report. Dislocation solute atom interactions in alloys.
Report No. COO-1676-4, Case Western Reserve University, EE.UU., 1968.
58. GALVELE, J.R.
La corrosión bajo tensiones y la tecnología aeroespacial. CNEA, 1969.
Presentado en: II Simp. de Tecnol. Aeroespacial, Argentina, 1968.
59. BONFIGLIOLI, A., BATTEMAN, B.W.
X-ray study of the precipitation of hydrogen in vanadium. Rep.1217 Mat.Sc.
Center, Cornell Univ., Ithaca, N.Y.
Presentado en: VIII Congreso de la Unión Int. de Cristalografía, Stony Brook,
EE.UU., 1969.
60. HAHN, G.T., SARRATE, M.
Failure criteria for through-cracked vessels. Trans. de la Conf. UKAEA,
Gran Bretaña, 1969.
Presentado en: Conf. on Fracture toughness concepts for weldable structural
steels, Gran Bretaña, 1969.
61. BILONI, H., MORANDO, R., BOLLING, G.F., COLE, G.S.
Structure of static ingots.
Presentado en: Spring Meet.Soc. AIME, EE.UU., 1969.
62. CALVO, C., BILONI, H.
Cellular dendritic segregation in Al-1%at Cu alloys grown unidirectionally.
CNEA-PMM/C-25, 1975.
Presentado en: Fall Meet.Met.Soc.AIME, EE.UU., 1969; IV Jornadas
Metalúrgicas SAM, Argentina, 1970.
63. FAINSTEIN, D., BILONI, H.
Estabilidad de los nodos en las subestructuras de solidificación. CNEA, 1969.
Presentado en: Reunión Extraordinaria de la AFA, Argentina, 1969.
64. HAHN, G.T., SARRATE, M., ROSENFELD, A.R.
Experiments on the nature of the fatigue crack plastic zone. Trans.de la Conf.

- U.S. Air Force, EE.UU., 1969.
Presentado en: Conf. on Fatigue and Fracture, U.S. Air Force, EE.UU., 1969.
65. HAHN, G.T., ROSENFELD, A.R., SARRATE, M.
Observations of yielding accompanying crack growths. Trans. de la Conf., EE.UU., 1969.
Presentado en: Battelle Colloquium on the Inelastic Behaviour of Solids, EE.UU., 1969.
 66. GALVELE, J.R., DE MICHELI, S.M.
Mecanismo de corrosao intergranular das ligas de Al-4% Cu.
Presentado en: XXIV Congreso Anual ABM, Brasil, 1969.
 67. BILONI, H.
Estado actual de la investigación en el área de la solidificación de metales y aleaciones. CNEA-PMM/C-03, 1969.
Presentado en: XXIV Congreso ABM, Brasil, 1969.
 68. BERTORELLO, H.R., BILONI, H.
Sobre el origen de la subestructura celular en eutéctico Al-Cu. CNEA-PMM/C-08, 1969.
 69. GRADOWCZYK, M., SOUSSOU, J., MOAVENZADEH, F.
Duración de la memoria de materiales visco-elásticos. CNEA-PMM/C-01, 1969.
Presentado en: XII Jornadas Sudamericanas de Ing. Estructural, Uruguay, 1969.
 70. BONFIGLIOLI, A.
Is the small angle X-ray scattering the right tool for the study of spinodal transformation?
Presentado en: Int. Conf. on Small Angle Scattering by Glasses and Ceramics, EE.UU., 1969.
 71. POVOLO, F., GIBALA, R., ULITCHNY, M.G., RAVI, K.V., KLEMS, G.J.
Technical progress report - Dislocation solute atom interactions in alloys.
Report No. COO-1676-8, Case Western Reserve University, EE.UU., 1969.
 72. MARTINEZ VIDAL, C.
Introducción a la metalurgia moderna. CNEA-PMM/A-14, 1969.
 73. BERTORELLO, H.R., BILONI, H.
Comportamiento bajo tracción del eutéctico Al+Al₂Cu con subestructuras de colonias.
Presentado en: Reunión Extraordinaria de la AFA, Argentina, 1969.

74. DE MICHELI, S.M., GALVELE, J.R.
Morfología del picado del aluminio en diferentes electrolitos. CNEA-PMM/C-19, 1970.
Presentado en: 2a. Reunión de Electroquímica. Secret.Arg. del Comité Int. de Termodinámica y Cinética Electroquímica, Argentina, 1969.
75. GALVELE, J.R., SEMINO, C.J.
Corrosión bajo tensiones en presencia de cloruros. I. Caso del acero AISI 4340. CNEA-PMM/C-20, 1970.
Presentado en: 2a. Reunión de Electroquímica. Secret.Arg. del Comité Int. de Termodinámica y Cinética Electroquímica, Argentina, 1969.
76. SAVINO, E.J., BISOGNI, E.A.
Espectro de fricción interna en zirconio deformado a 77°K.
Presentado en: Reunión de la AFA, Argentina, 1970.
77. PRATES DE CAMPOS FILHO, M., BILONI, H.
Métodos de análisis de la extracción calórica durante la solidificación. I. Soluciones analíticas exactas. CNEA-PMM/R-49, 1970.
78. HAHN, G.T., SARRATE, M., KANNINER, A.R., ROSENFELD, A.R.
A model for unstable shear crack propagation in pipes containing gas pressure. Battelle Report to American Gas Association, EE.UU., 1970.
79. HAHN, G.T., HAPLAND, M., ROSENFELD, A.R., SARRATE, M.
Crack propagation and arrest in ship steels. Battelle Final Report to the Ship Structure Committee, EE.UU., 1970.
80. BARMAN, I.L.
An approach to multiparametric eddy current non destructive testing using pulse type wave-forms. BNWL-1406, Battelle Northwest Lab., EE.UU., 1970.
81. CRAGNOLINO, G.A.
Corrosión de circonio y sus aleaciones en agua a alta temperatura. Revisión bibliográfica. CNEA/TE.2/37, 1970.
82. CIRIMELLO, R., LETTAU, B.
Konstruktion und hydraulische Auslegung der stützverteilung des CNA-Reaktorkores. Siemens No.129/70, 1970.
83. IPOHORSKI, M.
Introducción a la microscopía electrónica. CNEA-PMM/A-30, 1970.

84. **SEREBRINSKY, H.**
Propiedades físicas del circonio. CNEA, 1970.
85. **BONFIGLIOLI, A., ACUÑA, R.**
SAXS Study of coherent phase separation in Al-Zn alloys.
Presentado en: 2nd. Conference on Small Angle Scattering, Austria, 1970.
86. **SPRING, M.S., IPOHORSKI, M.**
Factors affecting the density of displacement damage in the HVEM.
Presentado en: Conf. on Application of High Voltage Electron Microscopy.
Atomic Energy Research Establishment, Gran Bretaña, 1970.
87. **WYLIE, R.D., WORTMAN, O.**
Desarrollo de un sistema de inspección para la Central Nuclear de Atucha.
Proc. de la Conf. 1970, p.647-654.
Presentado en: II. Conf. Interam. en Tecnología de Materiales, México, 1970.
88. **SABATO, J., BAEZ, J.**
El ensayo no destructivo (END) como factor de adelanto tecnológico y desarrollo industrial. Proc. de la Conf. 1970, p. 641-646.
Presentado en: II Conf. Interam. en Tecnología de Materiales, México, 1970.
89. **LIBANATI, N.**
Cursos Panamericanos de Metalurgia: evaluación y perspectivas. Proc. de la Conf. 1970, p.100-107.
Presentado en: II Conf. Interam. en Tecnología de Materiales, México, 1970.
90. **BAEZ, J., D'ANGELO, R., FRITZSCHE, J., PEREIRA, R.**
Sistema radioactivo para la detección de desgaste en el refractario del AH III de la planta de Altos Hornos Zapla. CNEA-PMM/C-38, 1970; Rev. Latinoam. de Siderurgia No.131, Marzo, 1971.
91. **HELMAN, H., MARTINEZ VIDAL, C.A.**
Resistencia al corte de probetas de aluminio unidas por indentación. CNEA-PMM/C-45, 1970. CNEA-PMM/C-45, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
92. **CIRIMELLO, R.**
Diseño de elementos combustibles. Elemento combustible para la Central Nuclear de Atucha. CNEA, 1970.
93. **LEYT, A.**
Los procesos de fusión por arco de metales reactivos y refractarios. CNEA-PMM/C-46, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.

94. ALVAREZ ROJAS, F., GRADOWCZYK, M.
Un modelo de borde de grano viscoso para policristales superplásticos.
CNEA-PMM/C-43, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
95. DE VEDIA, L.A., GUTIERREZ, R., MAZZA, J.A.
Soldadura por arco de barras combustibles para reactores nucleares. CNEA, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
96. DYMENT, I.
Fabricación de pastillas combustibles cerámicas de UO_2 . CNEA, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
97. PAGANO, C.A., VICTORIA, M.
Resultados preliminares sobre cambios en la microestructura durante la deformación de la aleación superplástica Zn-20%Al. CNEA-PMM/C-44, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
98. BAEZ, J., ROA, L.
Diagramas de exposición y sensibilidad de la radiografía de zircaloy. CNEA, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
99. KITTL, J., LOPEZ, A., BAUTISTA VESGA, J.
Transformaciones de fase masivas y martensíticas. CNEA-PMM/C-47.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, Sam, Argentina, 1970.
100. KISS, F.J., BILONI, H.
Subestructuras de segregación en aleaciones de aluminio. CNEA-PMM/C-34.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
101. PRATES, M., BILONI, H..
Variables que condicionan la naturaleza de la zona chill de los lingotes. CNEA-PMM/C-31, 1971.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970; XXVI Congreso Anual de ABM, Brasil, 1971; Fall Meeting Met.Soc.AIME, EE. UU., 1971.
102. MONTENARO, C., MAZER, E.
Desarrollo de soldadura por resistencia de extremos de barras combustibles. CNEA, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.

103. DE GRANDE, A.
Ensayos de corrosión de soldadura y componentes de Zircaloy-4. CNEA, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
104. ABRALES, H., BARMAN, I.L., VENTURINO, C.
Ensayos no destructivos de tubos de paredes delgadas. CNEA, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
105. ARIAS, D., SARCE, A., KITTL, J.
Cinéticas de transformación por resistividad. CNEA-PMM/C-55.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
106. BIONDO, C., KOLL, H.
Desarrollo de técnicas de fabricación de barras combustibles del tipo UO_2 /zircaloy. CNEA 1970.
Presentada en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina 1970; Convención Unión Panamericana de Ing., UPADI, 1970.
107. PEDRAZZA, A., KITTL, J., KINSMAN, K., AARONSON, H.
Transformación de fase CuAu^{I} CuAu^{II} . CNEA, 1970.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
108. GALVELE, J.R.
Corrosión de metales. CNEA-PMM/A-33, 1970.
109. ROBERT, E., VICTORIA, M.P.
Mecanismos de endurecimiento que operan en aceros de alta resistencia obtenidos a través de la transformación martensítica.
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
110. MONTENERO, C.
Cálculo de la distribución de temperatura en barras combustibles (método analítico gráfico). CNEA TE. 5/55, 1971.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
111. FERNANDEZ, L., POVOLO, F.
Amplitudes-dependent damping in Zr. Proc. de la Conf., Oct.18-21, 1971.
Presentado en: Fall Meet. Met. Soc. AIME, EE.UU., 1971.
112. PAGANO, C., VICTORIA, M.
Naturaleza de la deformación superplástica de la aleación eutéctica Zn-Al. CNEA, 1971.
Presentado en: XXVI Congreso Anual de ABM, Brasil, 1971.

113. PAGNANO, C., VICTORIA, M.
Deformación superplástica en metales puros y aleaciones. CNEA-PMM/C-60, 1971.
Presentado en: XXVI Congreso Anual, ABM, Brasil, 1971.
114. DYMENT, F., SANTOS, E.
Medición de factores de correlación en aleaciones de Ti en fase beta. CNEA TE.4/52, 1971.
Presentado en: XXVI Congreso Anual de ABM, Brasil, 1971.
115. LOPEZ, A., KITTL, J., B. VESGA, J., PISSK, P., RAPAPORT, B.
Bolas fundidas para moinhos. CNEA-PMM/C-61, 1971.
Presentado en: XXVI Congreso Anual de ABM, Brasil, 1971.
116. GALVELE, J., LOPEZ, R., PATERSON, R.
Problemas metalúrgicos de materiales de osteosíntesis en uso en nuestro medio. CNEA-PMM/I-105, 1972.
Presentado en: VII Congreso de Ortopedia y Traumatología, Argentina, 1971.
117. GARCIA, E., SIRKIN, H.R.
Engasado cuantitativo de circonio con nitrógeno mediante técnicas de ultra alto vacío.
Presentado en: Jornadas de la Ciencia y Aplicación de Vacío, SAM, Argentina, 1971.
118. ZUZEK, E.
Microbalanza de torsión en ultra alto vacío.
Presentado en: Jornadas de Ciencia, Técnica y Aplicación de Vacío, SAM, Argentina, 1971.
119. BILONI, H.
Relación entre las subestructuras de segregación y las estructuras de fundición. CNEA-PMM/R-66, 1971.
120. GALVELE, J.R.
Metales y aleaciones resistentes a la corrosión. CNEA-PMM/C-70, 1971.
Presentado en: II Simposio Sudamericano de Corrosión Metálica, Brasil, 1971.
121. GALVELE, J.R., SEMINO, C.J.
Corrosión bajo tensión del acero 4340 en agua de mar. CNEA-PMM/C-71, 1971.
Presentado en: II Simposio Sudamericano de Corrosión Metálica, Brasil, 1971.
122. ANDREONE, C., SIMKIN, Y.R., ZUZEK, E.
El método de fusión en vacío para la determinación de gases en metales.
Presentado en: Jornadas de la Ciencia, Técnica y Aplicación del Vacío, SAM, Argentina, 1971.

123. **SARRATE, M.**
Aplicación de mecánica de fractura en recipientes cilíndricos a presión. Aspectos generales de la construcción del recipiente de presión de la Central Nuclear de Atucha.
Presentado en: II Simposio Sobre Fractura de Materiales, INTI, Argentina, 1971.
124. **POVOLO, F.**
Un aparato sencillo para el degasado en alto vacío de metales refractarios cúbicos entrados en el cuerpo.
Presentado en: Jornadas de Ciencia, Técnica y la Aplicación del Vacío, SAM, Argentina, 1971.
125. **ARAOZ, C.**
Programs for the fabrication of the fuel elements in Argentina. CNEA, 1971.
126. **SAGAIASU, R.T., CORTES, C.M., ARMAS, A.F., POVOLO, F.**
Péndulo automático para mediciones de fricción interna.
Presentado en: LVI Reunión de la AFA, Argentina, 1971.
127. **MARAJOVSKY, A.**
Análisis del método de espectrometría alfa.
Presentado en: LV Reunión de la AFA, Argentina, 1971.
128. **FERNANDEZ, L., ARMAS, A.F., POVOLO, F.**
Modo de vibración intrínseco y modos excitados en compuestos para mediciones de fricción interna en alta frecuencia.
Presentado en: LV Reunión de la AFA, Argentina, 1971.
129. **ALAMO, A.E.**
Estudio estructural del equilibrio de fases en el sistema Mg-Li-Al.
Presentado en: LVI Reunión de la AFA, Argentina, 1971.
130. **BISOGNI, A.E., HILLAIRET, J., LEMERCIER, P.**
Péndulo de torsión para mediciones de fricción interna bajo irradiación neutrónica.
Presentado en: LV Reunión de la AFA, Argentina, 1971.
131. **SCHAFER, H., FRASCOTTI DE GIUSTI, N., POVOLO, F.**
Cálculo de las expresiones que aparecen en las fórmulas de conexiones para la fricción interna dependiente de la amplitud.
Presentado en: LVI Reunión de la AFA, Argentina, 1971.

132. IPOHORSKI, M.
Preparación de láminas delgadas metálicas para microscopía electrónica.
CNEA, 1971.
133. BIONDO, C.
Algunos desarrollos de técnicas de fabricación utilizadas en los prototipos del combustible para la central nuclear Atucha. CNEA, 1971.
134. ZUZEK, E., BOSCHI, L., RICARDES, A.
Tecnología del vacío. CNEA-PMM/A-72, 1971.
135. VERDUZCO, M.
Teoría y práctica de laminación. CNEA-PMM/C-56/1971.
Presentado en: Curso Latinoamericano Sobre Laminación de Acero, Perú, 1971.
136. IPOHORSKI, M., SEMINO, C.J.
Análisis radiocristalográfico en el microscopio electrónico Philips EM 300.
CNEA-PMM/A-63, 1971.
137. IPOHORSKI, M.
Calibración de los aumentos y las rotaciones relativas en el microscopio electrónico Philips EM 300. CNEA-PMM/A-64, 1971.
138. GALVELE, J.R., DE MICHELI, S.M., MULLER, I.L., WEXLER, S.B., ALANIS, I.
Critical Potentials for localized corrosion of aluminium alloys. CNEA-PMM/C-69, 1971.
Presentado en: U.R. Evans Int. Conf. on Localized Corrosion, EE.UU., 1971.
139. SANTOS, E., DYMENT, F.
Depósito electrolítico de titanio en medio no acuoso. CNEA TE-8/60, 1971.
140. ARAOZ, C.
Desarrollo para la fabricación de elementos combustibles en la Argentina.
Presentado en: 4a. Conf. sobre la utilización de la energía atómica con fines pacíficos, Suiza, 1971.
141. PICHON, R., BISOGNI, E.A., MOSER, P.
Etude des défauts ponctuels dans les métaux réfractaires.
Presentado en: Discussion Meeting on Defects in Refractory Metals. Bélgica, 1971.
142. CIRIMELLO, R.O., MONTENERO, C., LOTANO, H., SARACCO, O.
Cálculo y diseño de un prototipo de "blanket" para el RA-3 con barras cilíndricas. CNEA TE. 6/58, 1971.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.

143. RODRIGUEZ PASQUES, R.
Nucleónica básica. CNEA-PMM/A74, 1971.
144. DE VEDIA, L.
Soldadura. CNEA-PMM/A-65, 1971.
145. IPOHORSKI, M.
Microscopía electrónica. Teoría cinemática de la difracción. CNEA-PMM/A-73, 1971.
146. IPOHORSKI, M.
Teoría dinámica de la difracción de electrones. CNEA-PMM/A-77, 1971.
147. PRATES, M., BILONI, H.
Métodos de análisis de la extracción calórica durante la solidificación. II. Las soluciones analíticas aproximadas. CNEA-PMM/R-59, 1971.
148. BILONI, H.
Colada continua de no ferrosos. Utilización de soluciones aproximadas simplificadas para el cálculo de lingoteras. CNEA TE.9/63, 1971.
Presentado en: II Simp. sobre Metales No Ferrosos, Brasil, 1971.
149. FISSOLO, J.J., BILONI, H.
Flujo de aluminio a través de canales metálicos.
Presentado en: II Simp. sobre Metales No Ferrosos, Brasil, 1971.
150. BAEZ, J.N., VENTURINO, C., WORTMAN, O.
In service inspection system for the first atomic power plant.
Presentado en: Conf. on Periodic Inspection of Pressure Vessels. Inst. of Mech. Eng., Gran Bretaña, 1972.
151. SAVINO, E.J., BISOGNI, E.A.
Revisión de efectos anelásticos a bajas temperaturas provocadas por la deformación plástica en metales cúbicos de caras centradas y hexagonales compactos. CNEA TE.7/59, 1972.
152. PRATES, M., FISSOLO, J., BILONI, H.
Solidificación unidireccional de metales; parámetros que controlan la ley de crecimiento.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
153. RODRIGUEZ, C., KITTL, J.
Transformación en el sistema Ag-Ga. CNEA TE.22/89, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.

154. ALVAREZ, P., ROLDAN, J., MAZZA, J.
Influencia del tamaño de grano en las propiedades mecánicas de aceros de bajo carbono.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
155. ROBERT, E., VICTORIA, M.
El esfuerzo de fluencia de la martensita ausformada.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
156. ROSCH, L.G., MAZINI, N.E.
Dispositivo para medir propiedades mecánicas en anillos y tubos.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
157. ROSCH, L.G., MAZINI, N.E.
Dispositivo para medir rozamiento bajo presión creciente.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
158. SARRATE, M., VAZQUEZ, J.
Criterios de diseño para tubos de acero presurizado.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
159. LOZANO, L.F., BLANCO, J.M., MAZINI, N.E.
Medición de fuerza separadora, momento torsor y potencia en laminación plana.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
160. LOZANO, L.F., MAZINI, N.E.
Comportamiento de canales en laminación de perfiles.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
161. DESTAILLATS, H., FAINSTEIN, D.
El muestreo de lingotes de cobre en las normas COPANT.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
162. ANDREONE, C., SIMKIN, Y., ZUZEK, E.
Aplicación de un espectrómetro de masa cuadrupolar al método de determinación de gases en metales por fusión en vacío.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
163. ZUZEK, E., GRYNBERG, S.
Microgravimetría y ultra-alto vacío aplicados al análisis del sistema tantalio-hidrógeno.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.

164. LOZANO, R., MAZZA, J.
Tratamientos termomecánicos con interacción dinámica en aceros de bajo carbono.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
165. RODRIGUEZ, C., KITTL, J.
Cinética de interfase de transformación térmicamente activada.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
166. BAEZ, J., DARNOND, L., FRITZSCHE, J., GRASSO, H., QUIHILLALT, O., SARRATE, M., WORTMAN
Participación de la industria argentina en la central nuclear en Atucha.
CNEA TE.17/84, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972; III Conf. Interam. en Tecnol. de Materiales, Brasil, 1972.
167. ESPEJO, H.
Cálculo del error estadístico de la concentración experimental en microanálisis por ondas electrónicas. CNEA-PMM/I-89, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
168. AUDERO, M.A., BILONI, H.
Desarrollo de la subestructura celular en aleaciones diluidas Zn-Sn. CNEA-PMM/I-90, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
169. PEDRAZA, A., KITTL, J.
Transformación Cu-Au^I desde Cu-Au^{II}.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
170. BADINO, R., MAZZA, J.
Influencia de la velocidad de enfriamiento desde 200°C en el envejecimiento por deformación en chapa de acero de bajo carbono.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
171. SARRATE, M., DE VEDIA, L., VELO, L.
Análisis de defectos en tubos de acero con costura. CNEA TE.18/85, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
172. PANIZZA, G.
Análisis de proceso de trabajo de metales por el método de elementos finitos.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.

173. VASSALLO, E., CRESPI, J.C.
Electro fractomicrografía por transmisión y barrido de superficies de fractura y fatiga. CNEA TE. 16/83, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
174. CABO, A., POPS, H.
Efecto de memoria mecánica en aleaciones de Cu-Zn-Si. CNEA TE. 19/86, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
175. SABATO, J.
El comercio de tecnología.
Presentado en: Conferencia de Aplicaciones de la Ciencia y Tecnología en América Latina, CACTAL, Brasil, 1972.
176. PRATES, MORANDO, R., BILONI, H.
Colada continua de no ferrosos. Utilización de soluciones aproximadas simplificadas para el cálculo de lingoteras. CNEA-PMM/R-83, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
177. BALZARETTI, D.E., BILONI, H.
Segregación por gravedad en aleaciones aluminio-uranio. CNEA-PMM/I-84, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
178. ESPEJO, H., PALACIOS, T.
Estudio de aleaciones por medio de microsonda. CNEA TE. 14/77, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
179. DE MICHELI, S.M., GALVELE, J.R.
Mecanismos de corrosión en aleaciones termotratables de aluminio. CNEA TE. 15/82, 1972.
Presentado en: V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
180. DARNOND, L., FRITZSCHE, J., SARRATE, M., WORTMAN, O.
Evaluación de la seguridad de componentes nucleares. CNEA TE. 21/88, 1972.
Presentado en: III Conf. Interamericana en Tecnología de Materiales, Brasil, 1972; V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
181. OSUNA, H.A., ARAOZ, C., MARTICORENA, J.O.
Estudios y desarrollos para combustibles a base de plutonio. CNEA TE. 23/90, 1972.
Presentado en: III Conf. Interamericana en Tecnología de Materiales, Brasil, 1972; V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1973.

182. TANIS, S.V.
El rol que cumple un servicio de análisis de información especializado.
CNEA TE. 11/71, 1972.
Presentado en: III Conf. Interamericana en Tecnología de Materiales, Brasil 1972; V Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1972.
183. BONFIGLIOLI, A., CRAIEVICH, A., MAIZTEGUI, A.
Ciencia de los materiales en una escuela de física: una experiencia de interacción entre organismos educacionales y de investigación y desarrollo.
Presentado en: III Conf. Interamericana en Tecnología de Materiales, Brasil, 1972.
184. BAEZ, J., BARMAN, L.
Los ensayos no destructivos en la industria nuclear argentina y su incidencia en el desarrollo tecnológico. IRAM, Tecnología y Gestión v.36 No.4, oct-dic. 1972, p. 174.
Presentado en: Seminario sobre control de calidad, Argentina, 1972.
185. CRESPI, J., DI PRIMIO, J.C.
Un procedimiento para caracterizar el comportamiento de metales sometidos a deformaciones cíclicas.
Presentado en: Seminario sobre Control de Calidad, Argentina, 1972.
186. LANDEYRO, P., VICTORIA, M.P.
Propiedades mecánicas de la fase en latones.
Presentado en: Reunión Conjunta AFA-SBF-SOCHIFI y 57a Reunión de la AFA, Argentina, 1972.
187. HOFFMAN, C., SARCE, A., FANTINO, A.A.
Sobre el cálculo de factores de correlación para difusión en cristales.
Presentado en: Reunión conjunta AFA-SBF-AOCHIFI y 57a. Reunión de la AFA, Argentina, 1972.
188. POCHETTINO, A.A., IPOHORSKI, M.
Influencia de la temperatura sobre la naturaleza del daño introducido por neutrones rápidos en monocristales de cobre.
Presentado en: Reunión conjunta AFA-SBF-SOCHIFI y 57a Reunión de la AFA Argentina, 1972.
189. FERNANDEZ, L., POVOLO, F.
Fricción interna, dependiente de la amplitud, en zirconio y zirconio-hidrógeno.
Presentado en: Reunión conjunta AFA-SBF-SOCHIFI y 57a Reunión de la AFA, Argentina, 1972.

190. BOLLING, G. F., FAIRSTEIN, D.
La condensación de vacancias y el origen de dislocaciones durante el crecimiento cristalino.
Presentado en: Reunión conjunta AFA-SBF-SOCHIFI y 57a. Reunión de la AFA, Argentina, 1972.
191. ROSEMBAUM, M., BISOGNI, E.A.
Cambios de resistividad eléctrica en circonio irradiado con neutrones a 77°K.
Presentado en: Reunión conjunta AFA-SBF-SOCHIFI y 57a. Reunión de la AFA, Argentina, 1972.
192. ARAOZ, A., MARTINEZ VIDAL, C.
Ciencia e industria, un caso argentino. CNEA, 1972.
193. DI PRIMIO, J.C., CRESPI, J.C.
Caracterización de metales para resistir fatiga de bajo número de ciclos.
Presentado en: Conf. Tecn. Mat., Brasil, 1972.
194. BERTORELLO, H.R., BILONI, H.
Solidificación controlada: su aplicación a la obtención de aleaciones de alta resistencia. CNEA-PMM/R-82, 1972.
195. WEXLER, S.B., GALVELE, J.R.
Comportamiento anódico del aluminio en deformación. Su relación con el picado y la corrosión bajo tensiones.
Presentado en: I Reunión Latinoamericana de Electroquímica. 3a. Reunión Argentina de Electroquímica. 12a. Reunión del Centro Argentino de Estudios de la Corrosión, Argentina, 1972.
196. ALVAREZ, G., GALVELE, J.R.
Mecanismo de picado de cinc de alta pureza.
Presentado en: I Reunión Latinoamericana de Electroquímica. 3a. Reunión Argentina de Electroquímica. 12a. Reunión del Centro Argentino de Estudios de la Corrosión, Argentina, 1972.
197. CRAGNOLINO, G., GALVELE, J.R.
Corrosión bajo tensiones del zircaloy-4 en presencia de cloruros. Estudio factográfico.
Presentado en: I Reunión Latinoamericana de Electroquímica. 3a. Reunión Argentina de Electroquímica. 12a. Reunión del Centro Argentino de Estudios de la Corrosión, Argentina, 1972.
198. NOGUERA ROJAS, F., DYMENT, I.G.
Descripción de una planta piloto de núcleos cerámicos.

Presentado en: V Congreso Arg. Inter. de Cerámica, ATAC, Argentina, 1972.

199. **PROGRAMA MULTINACIONAL DE METALURGIA**
Actividades en el período Marzo 1969. CNEA, 1972.
200. **BONFIGLIOLI, A.**
La descomposición espinodal, Algunos aspectos teóricos y sus realidades. CNEA-PMM/I-91, 1972.
201. **TANIS, S.V.**
Posibilidades de uso de un servicio de análisis de información científica y técnica especializado.
Presentado en: II Simposio sobre Fatiga y Fractura de Metales, Argentina, 1972.
202. **POCHETINO, A.A., IPOHORSKI, M.**
Determinación de profundidades y espesores en láminas delgadas mediante técnicas de estereo-microscopía electrónica. CNEA TE. 12/74, 1972.
203. **RODRIGUEZ PASQUES, R.H**
La detección y localización de elementos combustibles "fallados" dentro de un reactor nuclear. CNEA TE. 24/93, 1972.
204. **RUGGERI, I.M.**
Influencia de los hidruros en las aleaciones de Zr. CNEA TE. 10/70, 1972.
205. **PALACIOS, T.**
Pseudo-concentración en muestras analizadas en la microsonda electrónica. CNEA-PMM/96, 1972.
206. **GALVELE, J.R.**
Corrosión bajo tensiones, una amenaza permanente. CNEA-PMM/C-85, 1972.
207. **BAEZ, J.**
An inspection system for use prior to and during service for the pressure vessel in the Atucha Reactor.
Presentado en: Non-destructive testing for reactor core components and pressure vessels, IAEA, Austria, 1972.
208. **GARCIA, E.**
Etude de l'aide de la resistivité électrique de la cinétique d'absorption et de désorption de l'hydrogène par le tantale.
Presentado en: Cong. Int. de L'Hydrogène dans les Metaux, Francia, 1972.

209. GARCIA, E.
Influence d'une barrière superficielle sur les cinétiques d'absorption de l'hydrogène par le tantale.
Presentado en: Cong.Int. de l'Hydrogène dans les Metaux, Francia, 1972.
210. SABATO, J.
El rol de las empresas del sector público en el desarrollo científico-tecnológico.
Presentado en: Conferencia de Aplicaciones de la Ciencia y Tecnología en América Latina, CACTAL, Brasil, 1972.
211. ALANIS, I.L., GALVELE, J.R.
Influencia de la concentración aniónica en el comportamiento anódico de metales. Parte 1. CNEA-PMM/I-104, 1972.
212. MARTINEZ VIDAL, C., SABATO, J.
Study on the mechanical working conditions of nuclear materials as related to rolling. CNEA.
213. MARTINEZ VIDAL, C., REIHLE, M.
Curva de fluencia en el trabajado plástico de titanio.
Presentado en: I Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1959.
214. MARTINEZ VIDAL, C., VENTURINO, C.
A non-destructive test for the REAEP fuel plates.
Presentado en: Symposium on Non-Destructive Testing in Nuclear Technology, IAEA, Rumania, 1965.
215. GOMEZ, M., ZARETZKY, Z., WALSOE DE RECA, B.
Refractarios sílico-aluminosos de alta densidad para cucharas y altos hornos. Control del desgaste por radioisótopos. CNEA.
216. CUSMINSKY, G., MARTINEZ VIDAL, C.
Unión de metales por presión en frío. CNEA.
217. COLL, J.A., DI PRIMIO, J.C., BISOGNI, E.A.
Point defects and mechanical properties of columbium. Progress Report No. 2 to the Army Research Office, Grant DA-ARO-62-7.
218. MEDRANO, R.E.
Teoría fenomenológica de relajación de tensiones. CNEA.
219. SABATO, J.
The influence of indigenous research and development efforts on the industrialization of developing countries.

Presentado en: Int. Conf. on the interdisciplinary aspects of the application of engineering technology to the industrialization of developing countries. School of Engineering, EE.UU., 1968.

220. LIBANATI, NELLY A. de
Educación en Metalurgia.
Presentado en: III Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1968.
221. BERTORELLO, H.R., BILONI, H.
Influencia de la estructura y los tratamientos térmicos sobre las propiedades de la tracción de eutéctico Al-Al₂Cu. CNEA-PMM/C-41
Presentado en: IV Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1970.
222. ARAOZ, C., MUHLICH, R.
Estudio y desarrollo de las técnicas de fabricación de alambre de tungsteno con polvo nacional. CNEA.
Presentado en: III Jornadas Metalúrgicas, SAM, Argentina, 1968.

1. CARREA, A.
The constitution of uranium molybdenum alloys.
Presentado en: Universidad de Londres, Gran Bretaña, 1957.
2. LIBANATI, C.
Conditions de fixation du soufre radioactif sur le fer mono et polycristallin.
Presentado en: Université de Paris, Francia, 1959.
3. LIBANATI, N.
Recristallisation secondaire et recristallisation critique de l'uranium de haute pureté.
Presentado en: Université de Paris, Francia, 1959.
4. ARAOZ, C.
Físico-química de la oxidación de dióxido de uranio.
Presentado en: Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1960.
5. CARREA, A.
Sinterización de dióxido de uranio de producción nacional.
Presentado en: Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1961.
6. GALVELE, J. R.
Corrosión de aluminio en agua a alta temperatura.
Presentado en: Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1962.
7. COLL, J.
Deformación plástica de monocristales de fase sigma y uranio beta.
Presentado en: Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1963.
8. TANIS, S. V.
Estudio de la evolución de la recristalización de uranio fuertemente deformado en frío.
Presentado en: Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1963.
9. BOSCHI, L.
Membranas metálicas porosas, obtención y estudio de sus propiedades.
Presentado en: Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1963.
10. DI PRIMIO, J. C.
Estudio de la absorción de hidrógeno por tantalio mediante la resistencia eléctrica.
Presentado en: Universidad de La Plata, Argentina, 1965.

11. RECA, N.W.
Estudio de la autodifusión del titanio en fase beta.
Presentado en: Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1965.
12. BONFIGLIOLI, A.
Estructura y cinética de formación de zonas Guinier-Preston isotrópicas.
Presentado en: Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 1965.
13. GALVELE, J.R.
Anodic behaviour of mild steel during yielding.
Presentado en: University of Cambridge, Inglaterra, 1966.
14. BISOGNI, E.
Fricción interna en aleaciones Al-Mg.
Presentado en: Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 1966.
15. DYMENT, F.
Autodifusión en volumen de titanio, circonio y hafnio en fase alfa.
Presentado en: Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 1967.
16. PAMPILLO, C.
Procesos de deformación plástica en aleaciones de Nb-Fe. Dependencia del orden de largo y corto alcance.
Presentado en: Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 1967.
17. IPOHORSKI, M.
Contribución al estudio de la estructura y mecanismos de formación de zonas de Guinier-Preston en aleaciones aluminio-cinc y aluminio-cinc 0,1%.
Presentado en: Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 1967.
18. POVOLO, F.
Fricción interna en aleaciones circonio-hidrógeno a bajas temperaturas.
Presentado en: Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1967.
19. CABO, A.
Estudio de la transformación en el sistema Ag-Zn.
Presentado en: Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 1969.
20. FAINSTEIN, D.
Estabilidad frente a tratamientos térmicos de la segregación nodal de solidificación en aleaciones.
Presentado en: Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 1970.
21. BERTORELLO, R.
Propiedades mecánicas de eutécticos aluminio-cobre crecidos

22. GARCIA, E.
El sistema tantalio-hidrógeno.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1970.
23. SAVINO, E.J..
Fricción interna en metales hexagonales.
Presentado en: Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 1971.
24. ABRIATA, J.P.
Termodinámica de las fases , y en el sistema Ar-Zn.
Presentado en: Universidad Nacional de Cuyo, 1971.
25. PAGNANO, C.A.
Estudio del fenómeno de la superplasticidad en materiales metálicos y sus implicaciones en los procesos de conformado.
Presentado en: Universidad Nacional del Sur, Argentina, 1971.
26. PRATES DE CAMPOS FILHO, M.
Influencia de la capacidad de extracción calórica del sistema metal/molde sobre el proceso de solidificación.
Presentado en: Universidad Nacional del Sur, Argentina, 1971.
27. ACUÑA, L.R.
Transformaciones de fase coherentes en aleaciones de Al-Zn.
Presentado en: Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 1971.
28. SEMINO, C.J.
Corrosión bajo tensiones del acero AISI 4340 en agua de mar.
Presentado en: Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1972.
29. BANCHIK, A.D.
Precipitación en la fase alfa del eutéctico laminar Al-33%Cu bajo diferentes tratamientos térmicos.
Presentado en: Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 1972.
30. ROSCH CABRIGNAC, L.G.
Medición de rozamiento bajo presión creciente y determinación de propiedades mecánicas de anillos y tubos.
Presentado en: Universidad Nacional del Sur, Argentina, 1972.
31. AUDERO, M.A.
Subestructuras de microsegregación en aleaciones de estructuras hexagonal compacta.
Presentado en: Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 1972.

32. BAUTISTA VESGA, J.
Estudio de cuerpos moleadores fundidos.
Presentado en: Universidad Nacional del Sur, Argentina, 1972.
33. LOZANO DELGADILLO, L. F.
Evaluación de los principales parámetros en laminación.
Presentado en: Universidad Nacional del Sur, Argentina, 1972.
34. DE CASTRO, M.
Comportamiento anódico do aço inoxidável AISI-3081 durante a deformação plástica em soluções cloretadas.
Presentado en: Dep. de Física y Química del Inst. Tecnológico de Aeronáutica, Brasil, 1972.
35. GONZALEZ, H.C.
Endurecimiento por irradiación con neutrones rápidos en monocristales de magnesio, cinc y cobre a 77°K.
Presentado en: Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 1973.

1. DARNOND, L.
Estudio de roturas en un plato de una torre deflagradora de alcoholes.
Presentado en: ITBA, Argentina, 1966.
2. MARTIRENA, C.
Estudio de la estructura de una aleación de plata-cinc a través de rayos X.
Presentado en: Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 1967.
3. PERETTI, A.
Standards de cerámica para microanálisis por sonda electrónica.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1967.
4. CAPONI, E.
Determinación del parámetro de red de dióxido de uranio vs contenido de oxígeno.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1967.
5. SARCE, A.
Dilatometría en plata-cinc 50% at.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1967.
6. OVIEDO, C.
Ensayos del reactivo butilcellosolve 90% ácido perclórico 10%, en pulido electrolítico del aluminio 99,99%.
Presentado en: Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 1967.
7. MAIER, I.
Deformación plástica de metales.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1967.
8. BENSKI, C.
Medición del rango de partículas de dióxido de uranio.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1967.
9. GUNTHER, A.
Métodos de monocromatización de rayos X.
Presentado en: Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 1967.
10. ACUÑA, R.
Reversión de zonas de Guinier-Preston.
Presentado en: Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 1967.

11. MUHLICH, R.
Estudio de la recristalización de hierro obtenido por sinterizado.
Presentado en: ITBA, Argentina, 1967.
12. TOPOLEVSKY, R.
Estudio de las teorías de Hume-Rothery y Engel.
Presentado en: Fac. de Ciencias, Ingeniería y Arquitectura de Rosario,
Argentina, 1968.
13. ARMAS, A.
Fricción interna en aleaciones cobre-oro.
Presentado en: Fac. de Ciencias, Ingeniería y Arquitectura de Rosario,
Argentina, 1968.
14. SAGUES, A.
Obtención de monocristales planos de aluminio.
Presentado en: Facultad de Ciencias, Ingeniería y Arquitectura de Rosario,
Argentina, 1968.
15. KULLMER, R.
Estudio dilatométrico de la sinterización del tungsteno.
Presentado en: ITBA, Argentina, 1968.
16. PEDRAZZA, A.
Maclas por deformación en acero austenítico.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1968.
17. SPECTOR, D.
Cálculo de funciones de intensidad de difusión X por conjuntos densos.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1968.
18. SAN MARTIN, C.
Estudio de las condiciones de laminación en caliente de una aleación de alu-
minio.
Presentado en: ITBA, Argentina, 1968.
19. KURLAT, D.
Comparación entre la resistencia eléctrica del aluminio puro y del aluminio
soldado por colaminación.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1968.
20. SANTOS, E.
Autodifusión de Ti44 en aleaciones de Ti en fase (Ti-Co, Ti-Mn, Ti-Ni).
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1968.

21. ROSSI, O.
Fricción interna a bajas temperaturas.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1968.
22. ROSENBAUM, N.
Variaciones de la resistividad del Zr irradiado con neutrones.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1968.
23. QUETGLAS, M.A.
Transformación martensítica en latones.
Presentado en: Instituto del Profesorado de Buenos Aires, Argentina, 1969.
24. ALVAREZ ROJAS, F.
Fractura de materiales plásticos y con memoria.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1969.
25. OCON, A.C.
Transformación martensítica en latones.
Presentado en: Instituto del Profesorado de Buenos Aires, Argentina, 1969.
26. COPPOLA, N.
Difusión sobre metales, determinación de constante de difusión.
Presentado en: Instituto del Profesorado de Buenos Aires, Argentina, 1969.
27. FERNANDEZ, L.
Difusión sobre metales, determinación de constantes de difusión.
Presentado en: Instituto del Profesorado de Buenos Aires, Argentina, 1969.
28. GERSBERG, S.
Cálculo de funciones de difusión de rayos X por partículas de forma diversa.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1969.
29. PERETTI, A.
Estudio de las subestructuras de solidificación en plomo y sus aleaciones bajo crecimiento unidireccional.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1969.
30. ORTIZ, A.
Difusión de oxígeno a través de plata.
Presentado en: Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 1970.
31. SANTANA QUEVEDO, J.
Contaminación en óxidos y películas delgadas dieléctricas.
Presentado en: Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 1970.

32. TINIBELLA, R.
Fricción interna.
Presentado en: Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 1970.
33. CORTES, C.
Fricción interna.
Presentado en: Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 1970.
34. OLMEDO, A.
Corrimiento de la longitud de onda del elemento puro en comparación con el elemento en combinación.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1970.
35. FINK, J.
Estudio gravimétrico del sistema tantalio-hidrógeno.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1970.
36. GASPAR, R.
Tensiones en un alambre sometido a tracción.
Presentado en: Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 1970.
37. SIRKIN, H.
Degasado de circonio.
Presentado en: Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 1970.
38. JUSTUS, F.
Daño por radiación.
Presentado en: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 1972.

1. SCHOECK, G.
Teoría de dislocaciones y defectos.
2. ASISTENTES AL COLOQUIO
Primer Coloquio de Pulvimetalurgia.
3. DTO. DE METALURGIA
Técnicas modernas de metalografía.
4. BOLLING, F.G.
Recuperación y recristalización de metales.
5. GOLDBERG, A.
Transformaciones en el estado sólido.
6. ADDA, Y.
Difusión en metales.
7. ADDA, Y.
Difusión en metales; gráficos y fotografías.
8. ALEXANDER, J.M.
Elasticidad y plasticidad.
9. ALEXANDER, J.M.
Elasticidad y plasticidad: gráficos.
10. POLÁKOWSKI, H.
Plastic working of metals.
11. KONDIC, V.
Fundición.
12. WISTREICH, J.G.
Trabaja de metales.
13. ARANTES, A.
Tratamientos térmicos.

14. HALPERN, T.
Físico-química de metales.
15. LENEL, F.
Pulvimetalurgia.
16. JOEL, N.
Cristalografía.
17. JOEL, N.
Problemas de cristalografía.
18. WYON, G.
Metalografía microscópica: 1a. y 2a. parte.
19. GOMEZ, M.P.
Metalurgia física.
20. VIDOZ, A.
Metalurgia física.
21. WOODHEAD, J.
Tratamientos térmicos.
22. MARTINEZ VIDAL, C.
Introducción a la metalurgia moderna.
23. BONFIGLIOLI, A.
Difracción de rayos X. Parte 1 y 2.
2a. Edic. en dos volúmenes, 1970.
24. BONFIGLIOLI, A.
Cristalografía.
2a. Edic. rev., 1970.
25. COULOMB, P.
Microscopía electrónica.

26. CABANE, G.
Metalurgia física de metales nucleares.
27. APPS, R. L.
Some subjects on welding technology.
28. GUINIER, A
Las imperfecciones cristalinas y su importancia en la física del estado sólido.
29. APPS, R. L.
Welding technology.
30. GALVELE, J. R.
Introducción a la corrosión de metales.
31. THOMSEN, E. G.
Maquinado de metales.
32. SELLARS, C. M.
Heat treatment.
33. QUARRELL, A. G.
Fundamental concepts in modern metallurgy.
34. BILONI, H.
Aplicación de la metalografía al estudio de la solidificación.
35. FUNES, A.
Metalurgia física.
36. SEEGER, A.
Defectos puntuales.
37. BLEWITT, T. H.
Physical metallurgy.
38. BIRKS, N.
Termodinámica metalúrgica.

39. BROWN, L.M.
Metallurgical applications of transmission electron microscopy.
40. QUERE, I.
Efecto de las radiaciones sobre los sólidos cristalinos.
41. PHILIBERT, J.
Efecto isótopico.
42. DELMAS, R.
Combustibles cerámicos.
43. BILONI, H. , BERTORELLO, H.
Eutécticos.
44. BILONI, H. , FAINSTEIN, D.
Principios básicos de solidificación de metales y aleaciones.
45. BILONI, H.
Estructuras de los lingotes.
46. PLATEAU, J.
Introducción a la fractura.
47. HELMAN, H. , MARTINEZ VIDAL, C. , SAENZ LOPEZ, R.
Introducción al trabajado mecánico.
48. BILONI, H.
Relación entre las subestructuras de segregación y las estructuras de fundición.
49. IURMAN, L. , MARTINEZ VIDAL, C. , SAENZ LOPEZ, A.
Introducción al trabajado mecánico. Partes 1, 2 y 3.
50. VASSALLO, D.
Introducción a la metalurgia.
51. SMALLMAN, A.
Teoría de dislocaciones.
52. GUYOT, P.
Microscopía electrónica.

53. BULFON, H.
Ensayo no destructivo. Método de tintas penetrantes.
54. GALVELE, J.R.
Corrosión de metales.
55. VICTORIA, M., OVEJERO, J.
Problemas de metalurgia física.
56. MARTINEZ VIDAL, C., SAENZ LOPEZ, A., HELMAN, H.
Elementos de teoría de plasticidad.
57. BOSCHI, L., CASTELLA, A.
Instrumental.
58. IPOHORSKI, M., SEMINO, C.J.
Análisis radiográfico en el microscopio electrónico Philips EM 300.
59. BUNSHAH, R.F.
Some notes on vacuum metallurgy.
60. VASSALLO, D., OVEJERO, J.
Guía de trabajos prácticos de introducción a la metalurgia.
61. HELMAN, H.
Comportamiento mecánico de los metales. Problemas.
62. CREUS, G., HELMAN, H.
Relaciones tensión-deformación en el rango plástico. Conceptos básicos y tendencias modernas en la investigación teórica y experimental.
63. HAHN, G.T.
Mecánica y metalurgia de la fractura.
64. GILL, S.S.
Tutorial problems on the elastic analysis of shells.
65. GILL, S.S.
Análisis elástico de cáscaras de revolución y cilindros.

66. BAEZ, J.N. , BARMAN, L.I. , CASTELLA, A.
Ensayos no destructivos.
67. GORINGE, M.J.
Microscopía electrónica. Parte 1 y 2.
68. ARGENT, B.B.
Notes on selected topics in iron and steel making.
69. APPS, R.L.
Soldadura.
70. GROS, D.
Les irradiations en pile.
71. CLAPP, Ph.
Microscopic aspects of phase transformations in alloys.

1. CNEA-CITEFA
Materiales magnéticos blandos. Estudio de prefactibilidad técnico-económica de investigaciones y desarrollo.
J.A. Mazza (coord.gral.) SEGBA, Argentina, 1971.
2. CUSMINSKY, G., HEY, A., MAZZA, J.
Consideraciones generales sobre chapa de hierro estampado.
Desarrollo 1. Propulsora Siderurgica SA, Argentina, 1971.
3. CUSMINSKY, G., HEY, A., MAZZA, J.
Consideraciones generales sobre chapa de hierro esmaltado.
Desarrollo 2. Propulsora Siderúrgica SA, Argentina, 1971.
4. CIC-CNEA-INIFTA-LEMIT
Estudio sobre corrosión metálica.
J.R. Galvele (coord.gral.) - SENID, Argentina, 1972.

1. CNEA
Un procedimiento de soldadura por arco eléctrico.
Acta No. 177.495, 1962.
2. CNEA
Procedimiento para producir aleación aluminio-uranio.
Acta No. 174.959, 1962.
3. CNEA
Un procedimiento de formación de una masa gaseosa protectora.
Acta No. 183.356, 1963.
4. CARREA, A.
Procedimiento para la sinterización de uranio.
Acta No. 198.329, 1966.
5. ARAOZ, C., BOSCHI, L.
Procedimiento de fabricación de puntas para instrumentos de escritura y punta obtenida por dicho procedimiento.
Acta No. 174.929, 1969.
6. ARAOZ, C., BOSCHI, L.
Mejoras en procedimientos de fabricación de puntas metálicas para instrumentos de escritura y punta mejorada obtenida por dicho procedimiento.
Acta No. 174.928, 1969.
7. ARAOZ, C., BOSCHI, L.
Punta porosa para instrumento de escritura y procedimiento de fabricación de dicha punta.
Acta No. 174.930, 1969.

VI.9

Índice de autores.

La sigla que acompaña a cada número corresponde a la clasificación que se le dió a cada tipo de publicación (*).

AARON, H.B.						ARMAS, A.F.					
A-183						B-126	B-128	S-13			
AARONSON, H.						AUDERO, M.A.					
B-107						A-152	B-53	B-168	T-31		
ABRALES, H.						AYER, J.E.					
B-104						A-184					
ABRIATA, J.P.						BADINO, R.					
A-90	T-24					B-170					
ACUÑA, R.						BAEZ, J.					
A-104	B-85	T-27	S-10			A-64	A-79	B-22	B-41	B-88	
ADDA, Y.						B-90	B-98	B-150	B-166	B-184	
C-6	C-7					B-207	C-66				
ALAMO, A.E.						BALZARETTI, D.E.					
B-129						B-177					
ALANIS, I.						BANCHIK, A.D.					
B-138	B-211					T-29					
ALEXANDER, J.M.						BARMAN, I.L.					
C-8	C-9					B-80	B-104	B-184	C-66		
ALMAGRO, J.C.						BARO, G.B.					
B-20	B-32					A-163					
ALVAREZ, G.						BATTEMAN, B.W.					
B-196						B-59					
ALVAREZ, P.						BAUTISTA VESGA, J.					
B-154						A-151	B-99	B-115	T-32		
ALVAREZ ROJAS, F.						BENSKI, C.					
B-94	S-24					S-8					
ANDREONE, C.						BERTORELLO, H.					
B-122	B-162					A-111	A-137	B-68	B-73	B-194	
APPS, R.L.						B-221	T-21	C-43			
C-27	C-29	C-69				BILONI, H.					
ARANTES, A.						A-7	A-13	A-16	A-44	A-55	
C-13						A-56	A-57	A-58	A-59	A-72	
ARAOZ, C.						A-73	A-82	A-85	A-93	A-95	
A-41	A-43	A-101	A-176	B-3		A-110	A-111	A-118	A-129	A-130	
B-16	B-28	B-49	B-125	B-140		A-133	A-138	A-139	A-150	A-152	
B-181	B-192	B-222	T-4	P-6		A-153	B-5	B-7	B-11	B-26	
P-7	P-8					B-27	B-29	B-34	B-38	B-44	
ARGENT, B.B.						B-53	B-54	B-55	B-61	B-62	
C-68						B-63	B-67	B-68	B-73	B-77	
ARIAS, D.						B-100	B-101	B-119	B-147	B-148	
A-106	B-105					B-149	B-152	B-168	B-176	B-177	

(*) L. libro; A. publicación periódica; B. publicación interna, presentación a Congresos, etc.; C. apunte de curso; T. tesis de doctorado; S. seminario para Licenciatura; P. patente.

B-194	B-221	C-34	C-43	C-44	CABANE, G.				
C-45	C-48				C-26				
BIONDO, C. D.					CABO, A.				
B-49	B-106	B-133			A-90	A-92	A-135	B-45	B-46
BIRKS, N.					B-174	T-19			
C-38					CAHN, R. W.				
BISOGNI, E.					A-9	A-15	A-19		
A-48	A-49	A-53	A-84	A-112	CALAIS, D.				
A-113	A-132	A-142	A-168	A-182	A-5	A-34			
B-43	B-76	B-130	B-141	B-151	CALVO, C.				
B-191	B-217	T-14			B-62				
BLANCO, J. M.					CAPONI, E.				
B-159					S-4				
BLEWITT, T.					CARREA, A.				
A-168	C-37				A-3	A-32	B-9	B-12	B-30
BOLLING, G. F.					B-51	T-1	T-5	P-5	
A-44	A-56	A-57	A-58	A-59	CASTELLA, A.				
A-72	A-85	A-133	A-139	A-170	C-57	C-67			
B-26	B-61	B-190	C-4		CIRIMELLO, R.				
BOND, P.					B-82	B-92	B-142		
A-72					CLAPP, P. C.				
BONFIGLIOLI, A.					C-71				
A-28	A-42	A-47	A-52	A-83	COLE, G. S.				
A-102	A-104	A-141	B-13	B-40	B-61				
B-59	B-70	B-85	B-183	B-200	COLL, J.				
T-12	C-23	C-24			A-15	A-19	A-35	A-40	A-56
BOSCHI, L.					A-66	A-89	B-37	B-217	T-7
A-67	A-74	A-97	A-140	A-146	COLOQUIO DE PULVIMETALURGIA				
A-147	A-177	A-179	A-180	B-18	C-2				
B-134	T-9	C-57	P-6	P-7	COPPOLA, N.				
P-8					S-26				
BOTANA, N.					CORTES, C. M.				
A-149					B-126	S-33			
BRAUN BIDAU, L. E.					COULOMB, P.				
A-100					C-25				
BROOM, T.					CRAIEVICH, A.				
A-2					B-183				
BROWN, L. M.					CRESPI, J. C.				
A-122	A-144	C-39			A-171	B-173	B-185	B-193	
BULFON, H.					CREUS, G.				
C-53					C-62				
BUNSHAH, R. F.					CUSMINSKY, G.				
C-59					B-20	B-216	D-2	D-3	

CHALMERS, B.					FINK, J.				
A-55	A-93	B-27	B-29		S-35				
D'ANGELO, R.					FISSOLO, J.				
B-90					A-138	A-150	B-149		
DARNOND, L.A.					FRASCOTTI DE GIUSTI, N.				
B-52	B-166	B-180	S-1		B-131				
DE CASTRO, M.A.C.					FRITZSCHE, J.				
T-34					A-70	B-90	B-166	B-180	
DE GRANDE, A.					FUNES, A.				
B-103					C-35				
DELMAS, R.					GALVELE, J.R.				
C-42					A-50	A-103	A-117	A-121	A-136
DE MICHELI, S.M.					A-175	B-52	B-58	B-66	B-74
A-103	A-117	A-136	B-66	B-74	B-75	B-108	B-116	B-120	B-121
B-138	B-179				B-138	B-179	B-195	B-196	B-197
DEPARTAMENTO DE METALURGIA					B-206	B-211	T-6	T-13	C-30
C-3					C-54	D-4			
DESTAILLATS, H.					GARCIA, E.				
A-46	A-110	A-177	A-180	B-19	A-74	B-117	B-208	B-209	T-22
B-161					GASPAR, R.				
DE VEDIA, L.A.					S-36				
B-95	B-144	B-171			GERARDUZZI, E.				
DI BELLA, R.					B-19				
A-85	B-55				GERSBERG, S.				
DI PRIMIO, J.C.					S-28				
A-61	B-185	B-193	B-217	T-10	GIBALA, R.				
DOMIAN, N.A.					A-114	B-42	B-57	B-71	
A-57	A-72	B-26			GILL, S.S.				
DYMENT, F.					C-64	C-65			
A-30	A-91	A-96	A-97	A-182	GOLDBERG, A.				
B-114	B-139	T-15			C-5				
DYMENT, I.					GOMEZ, P.				
B-96	B-198				A-62	C-19	B-215		
ESPEJO, H.					GONZALEZ, H.C.				
A-167	B-167	B-178			T-35				
FAINSTEN, D.					GORINGE, M.J.				
A-96	A-133	A-139	A-170	A-183	A-157	C-67			
B-63	B-161	B-190	T-20	C-44	GRADOWCZYK, M.H.				
FANTINO, A.A.					A-131	B-69	B-94		
B-187					GRASSO, H.				
FERNANDEZ, L.					B-166				
B-111	B-128	B-189	S-27		GROS, D.				
FERRER, R.					C-70				
B-32									

GRYNBERG, S.					KITTL, J.				
B-163					A-8	A-17	A-26	A-29	A-31
GUINIER, A.					A-38	A-39	A-68	A-69	A-87
A-52 C-28					A-89	A-90	A-92	A-106	A-109
GUNTHER, A.					A-135	A-151	A-155	B-1	B-2
S-9					B-10	B-14	B-37	B-45	B-46
GUTIERREZ, R.					B-99	B-105	B-107	B-115	B-153
B-95					B-165	B-169			
GUYOT, P.					KLEMS, G.J.				
C-52					B-71				
HAHN, G. T.					KOLL, J.H.				
A-105 B-60	B-64	B-65	B-78		A-60 B-9		B-106		
B-79 C-63					KONDIC, V.				
HALPERN, T.					C-11				
C-14					KOTLER, G.R.				
HAPLAND, M.					A-183				
B-79					KULLMER, R.H.				
HELMAN, H.					A-101 S-15				
B-91 C-47	C-56	C-61	C-62		KURLAT, D.				
HEY, A.					S-19				
D-2 D-3					LACOMBE, P.				
HILLAIRET, J.					A-1 A-4	A-5	A-11	A-34	
B-130					LANDEYRO, P.				
HOAR, T.P.					B-186				
A-121					LAWLEY, A.				
HOFFMANN, C.					A-15				
B-187					LE BOUCHER, B.				
IPOHORSKI, M.					A-11				
A-83 A-102	A-104	A-108	A-122		LENEL, F.				
A-123 A-143	A-144	A-148	A-157		C-15				
B-40 B-83	B-86	B-132	B-136		LEMERCIER, P.				
B-137 B-145	B-146	B-188	B-202		B-130				
T-17 C-58					LETTAU				
IURMAN, L.					B-82				
C-49					LEVELUT, A.M.				
JOEL, N.					A-42				
C-16 C-17					LEYMONIE, C.				
JUSTUS, F.					A-1 A-4				
S-38					LEYT, A.				
KANNINER, A. R.					A-145 B-2	B-8	B-36	B-93	
B-78					LIBANATI, C.				
KINSMAN, K.					A-1 A-4	A-11	A-23	A-30	
B-107					A-91 A-96	A-98	A-107	A-120	
KISS, F.J.					A-120 A-154	B-6	B-33	B-41	
A-130 B-53	B-55	B-100			T-2				

LIBANATI, N.					MAZZA, J. A.				
A-5	A-25	A-34	A-36	A-37	A-2	A-43	A-50	A-75	A-76
A-51	A-54	A-65	A-71	A-78	B-1	B-4	B-16	B-39	B-95
A-86	A-163	B-47	B-48	B-89	B-154	B-164	B-170	D-1	D-2
B-220	T-3				D-3				
LINDENVALD, N.					MAZINI, N. E.				
B-7					B-156	B-157	B-159	B-160	
LOPEZ, A.					MEDRANO, R. E.				
A-151	B-99	B-115			A-166	B-218			
LOPEZ, R.					MOAVENZADEH, F.				
B-116					B-69				
LOTANO, H.					MONTENERO, C.				
B-142					B-102	B-110	B-142		
LOZANO, L. F.					MORANDO, R.				
B-159	B-160	B-164	T-33		A-43	A-95	A-138	B-16	B-19
McCUANG, F.					B-53	B-54	B-55	B-61	B-176
A-6					MOSER, P.				
MACHADO, R.					B-141				
B-1					MUHLICH, R.				
MAH, G.					S-11	B-222			
A-49					MULLER, I. L.				
MAIER, I.					B-138				
S-7					NOGUERA ROJAS, F.				
MAIZTEGUI, A.					B-198				
B-183					NORGENT, M. J.				
MANENC, J.					A-173				
A-54	A-71				OBRUTSKY, D.				
MARAJOFISKY, A.					A-63	B-17			
B-127					OCON, A. C.				
MARCONI, N. J.					S-25				
A-35	A-69	A-89	B-37		OLMEDO, A.				
MARTICORENA, J. O.					S-34				
B-181					ORTEL, Y.				
MARTINEZ VIDAL, C.					B-36				
A-10	A-43	A-115	B-32	B-49	ORTIZ, A.				
B-72	B-91	B-192	B-212	B-213	S-30				
B-214	B-216	C-22	C-47	C-49	OSUNA, H. A.				
C-56					B-181				
MARTIRENA, C.					OVEJERO, J.				
S-2					C-55	C-60			
MASSALSKI, T. B.					OVIEDO, C.				
A-8	A-17	A-26	A-38	A-39	S-6				
A-155	B-14				PAGANO, C. A.				
MAZER, E.					B-97	B-112	B-113	T-25	
B-102									

PALACIOS, T.						QUARRELL, A.G.				
A-165	B-178	B-205				C-33				
PAMPILLO, C.						QUERE, I.				
A-67	A-88	T-16				C-40				
PANNIZA, G.						QUETGLAS, M.A.				
B-172						S-23				
PATERSON, R.						QUIHILLALT, O.				
B-116						B-166				
PEDRAZA, A.						RAPAPORT, B.				
B-107	B-169	S-16				A-62	A-151	B-115		
PEREIRA, R.						RAVI, K.V.				
B-90						B-42	B-57	B-71		
PERETTI, A.						REIHLE, M.				
S-3	S-29					B-213				
PERRIN, R.C.						RICARDES, A.				
A-172	A-173					B-134				
PHILIBERT, J.						ROA, L.				
A-54	A-71	C-41				B-98				
PICHON, R.						ROBERT, E.				
B-141						A-164	B-109	B-155		
PISSK, P.						RODRIGUEZ, C.				
A-151	B-115					A-29	A-40	A-69	A-89	A-109
PLATEAU, J.						B-37	B-153	B-165		
C-46						RODRIGUEZ PASQUES, R.				
POCHETTINO, A.A.						B-143	B-203			
B-188	B-202					ROLDAN, J.				
POLAKOWSKI, H.						B-154				
C-10						ROSCH, L.G.				
POMAR, C.						B-156	B-157	T-30		
A-168	B-43					ROSENBAUM, M.				
POPS, H.						B-191	S-22			
A-87	B-174					ROSENFELD, A.R.				
POVOLO, F.						A-105	B-64	B-65	B-78	B-79
A-53	A-84	A-112	A-113	A-114		ROSSI, O.				
A-174	B-42	B-57	B-71	B-111		S-21				
B-124	B-126	B-128	B-131	B-189		RUGGERI, I.M.				
T-18						B-204				
PRATES DE CAMPOS FILHO, M.						SABATO, J.				
A-150	A-153	B-77	B-101	B-147		L-1	L-2	L-3	A-9	A-12
B-152	B-176	T-26				A-14	A-18	A-24	A-27	A-31
PRILUTZKY, H.						A-33	A-36	A-37	A-43	A-46
A-165						A-77	A-81	A-94	A-116	A-124
PROGRAMA MULTINACIONAL DE						A-125	A-126	A-127	A-128	A-149
METALURGIA						A-158	A-159	A-160	A-161	A-162
B-199						A-177	A-178	A-179	A-180	A-181

B-1	B-4	B-7	B-21	B-23	SILBERT, E.				
B-24	B-31	B-35	B-47	B-50	B-1	B-7			
B-56	B-88	B-175	B-210	B-212	SIMKIN, Y. R.				
B-219					B-122	B-162			
SAENZ LOPEZ, R.					SIRKIN, H. R.				
C-47	C-49	C-56			B-117	S-37			
SAGAIZASU, R. T.					SMALLMAN, A.				
B-126					C-51				
SAGUES, A.					SOUSSOU, J.				
S-14					B-69				
SANCHIS, C. A.					SPECTOR, D.				
A-120					S-17				
SAN MARTIN, C. A.					SPRING, M. S.				
S-18					A-108	A-123	A-144	A-157	B-86
SANTANA QUEVEDO, J.					STABLEIN, P.				
S-31					A-41				
SANTOS, E.					TANDLER, C. J.				
B-114	B-139	S-20			A-107	A-120			
SARACCO, O.					TANIS, S. V.				
B-142					A-25	A-51	A-65	A-78	A-99
SARCE, A.					B-182	B-201	T-8		
A-135	B-105	B-187	S-5		TENDLER, R. H.				
SARRATE, M.					A-36	A-37	A-169		
A-63	A-70	A-79	A-80	A-105	TESTARD, O.				
A-134	A-156	B-17	B-60	B-64	A-47				
B-65	B-78	B-79	B-123	B-158	THOMSEN, E. G.				
B-166	B-171	B-180			C-31				
SAVINO, E.					TINIBELLA, R.				
A-132	A-172	A-173	B-76	B-151	S-32				
T-23	S-16				TOPOLEVSKY, R.				
SCHAFER, H.					S-12				
B-131					ULITCHNY, M. G.				
SCHOECK, G.					B-42	B-57	B-71		
A-48	C-1				VARSAVSKY, A.				
SEEGER, A.					A-177	A-180			
C-36					VASSALLO, D.				
SELLARS, C. M.					A-20	A-69	A-70	A-79	A-80
C-32					B-41	C-50	C-60		
SEMINO, C. J.					VASSALLO, E.				
B-75	B-121	B-136	T-28	C-58	B-173				
SEREBRINSKY, J. H.					VAYRA, J.				
A-68	B-84				B-36				
SHYNE, J.					VAZQUEZ, J.				
A-48					B-158				

VELO, L.
 B-171
 VENTURINO, C.
 B-104 B-150 B-214
 VERDUZCO, M.
 B-135
 VICTORIA, M.
 A-119 A-164 B-97 B-109 B-112
 B-113 B-155 B-186 C-55
 VIDOZ, A.
 C-20
 WALLS, J.
 A-177 A-180
 WALSOE DE RECA, N. E.
 A-23 A-62 A-88 A-98 T-11
 B-215
 WERT, C.
 A-49
 WEXLER, S. B.
 A-175 B-138 B-195
 WHITTAKER, V. N.
 A-2
 WILLOUGHBY, D.
 A-75
 WISTREICH, J. G.
 C-12
 WOODHEAD, J.
 C-21
 WOOLHOUSE, G. R.
 A-148
 WORTMAN, O.
 A-6 A-21 A-22 A-43 A-45
 A-63 A-64 A-70 A-79 A-80
 A-100 B-15 B-16 B-17 B-22
 B-25 B-41 B-87 B-150 B-166
 B-180
 WYLIE, R. D.
 B-87
 WYON, G.
 C-18
 ZARETZKY, Z.
 A-64 B-41 B-215
 ZUZEK, E.
 A-61 B-118 B-122 B-134 B-162
 B-163

