

# boletín informativo

BUENOS AIRES • AVENIDA LIBERTADOR GENERAL SAN MARTIN 8250 • T. E. 70 - 7711

AÑO II

MAYO 1958

Nº 5

## SUMARIO

MATERIAS PRIMAS	2/4
Argentina, Act. minera	
U.S.A. - Uranio	
CIENCIA Y TECNICA	4/9
Japón, Reactor	
Alemania Occ., Fusión	
Rusia, Programa Nuclear	
APLICACIONES	9/11
Argentina, Radioisótopos	
Uniformidad Internacional	
G. Bretaña, El prob. del Seg.	
VARIOS	12/21
Deter. con Cr51. Regl. Becas	
2ª Jm. Int. Cálculo Analógico	
P. Rico-Téc. uso Radiocot.	
Calendario Internacional	
COLABORACIONES	22/30

## PRIMER ANIVERSARIO

Con la presente edición, el Boletín Informativo de la CNEA cumple su primer aniversario

Apilando uno sobre otro los números aparecidos desde mayo de 1957, se tiene reunida en un grueso volumen, información acerca de una multitud de acontecimientos de mayor o menor importancia, que tuvieron lugar en los campos de la ciencia, la técnica y las relaciones en la materia específica de la Comisión.

Pero no es este aspecto material, el patrón con que hemos de ponderar el valor del Boletín. Su verdadera importancia reside ante todo en su calidad

de nexo, en virtud de la cual une a todos los sectores de la Comisión en el conocimiento de su labor de conjunto.

Y en este aspecto fundamental no debe olvidarse que fue esa misión la que le dió origen— el Boletín depende de sus lectores: científicos, técnicos, investigadores y becarios, todos deben colaborar de tal modo que en sus páginas se reflejen las actividades de su sector respectivo.

Sólo así, podrá el Boletín mantener despierto el interés de sus lectores, y por consiguiente resultar de utilidad a la Casa.

M A T E R I A S   P R I M A S

Argentina - Actividad Minera

En el transcurso del mes de abril, el Departamento de Geología y Minería ha realizado la siguiente labor:

te labor:

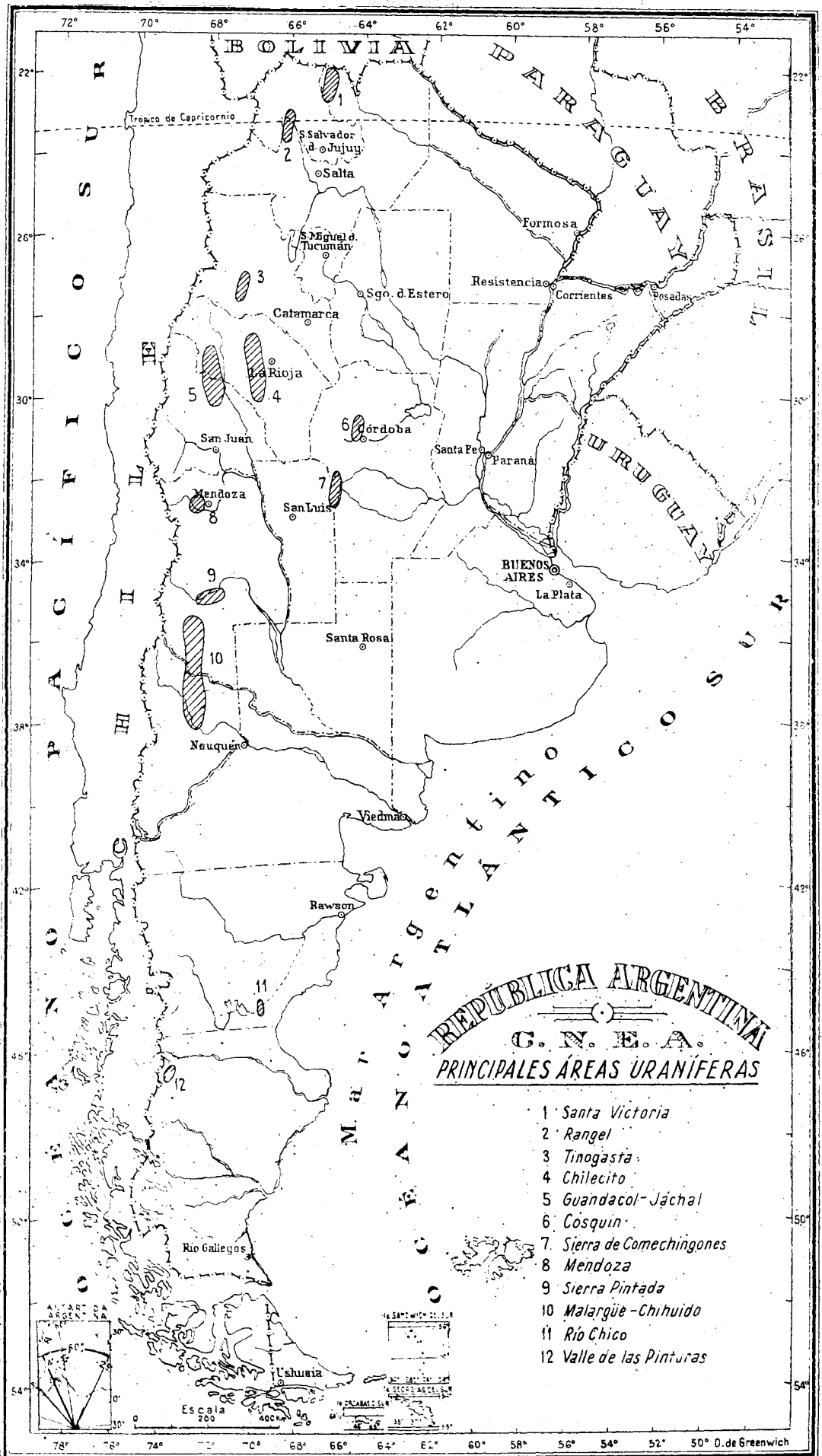
Trabajos de Yacimiento: En mina nuclear Huemul, Sección Huemul, se explotaron 600 toneladas de minerales de uranio; se continuó el desarrollo de las labores en Agua Botada y se cumplieron 75 metros de labores de exploración y preparación.

Liberación de Minas: Las comisiones en campaña, continuando sus trabajos de reconocimiento en las zonas de interés nuclear, elevaron los informes respectivos que permitieron declarar "no nucleares", y por lo tanto automáticamente liberadas de las zonas en que habían quedado incluidas, el siguiente número de minas: 26 en la Provincia de San Luis (Divisional Cuyo); 11 en la Provincia de Salta y 10 en la Provincia de Jujuy (Seccional Norte); y 15 en la Provincia de La Rioja (Divisional Noroeste). Las comisiones de todas las divisionales y seccionales continúan los trabajos de prospección en todas las zonas de interés nuclear, a fin de ir produciendo, con la mayor celeridad posible, los informes correspondientes.

Descubrimientos Nucleares: En la Sede Central se ha recibido información técnica sobre los siguientes descubrimientos nucleares:

Seccional Norte	( "La Niquelina" (	(	Pcia. de Salta
	(	(	
	( "La Esperanza" (	(	
	(	(	
Divisional N.O.	( "Luisito" (	(	Pcia. de La Rioja
	(	(	
	( "Carlitos" (	(	
	(	(	
	( "Punta Colorada" (	(	Pcia. de Catamarca
	(	(	
Secc. Centro-Sur	( "Clementina" (	(	Pcia. de Neuquén
	(	(	
	( Sin Nombre (	(	
	(	(	
Secc. Austral	( "Cerro Principio" (	(	Pcia. de Santa Cruz

Notificaciones a la Autoridad Minera: Con las correspondientes síntesis de los informes técnicos respectivos, a las que se adjuntaron los planos respectivos, se comunicó a la autoridad minera de la Provincia de Chubut, que son registrables los descubrimientos nucleares "Cañadón Gato" y "Cañadón Krüger"; a la de la Provincia



REPUBLICA ARGENTINA  
 G. N. E. A.  
 PRINCIPALES ÁREAS URANÍFERAS

- 1 Santa Victoria
- 2 Rangel
- 3 Tinogasta
- 4 Chilecito
- 5 Guandacol-Jáchal
- 6 Cosquín
- 7 Sierra de Comechingones
- 8 Mendoza
- 9 Sierra Pintada
- 10 Malargüe-Chihuido
- 11 Río Chico
- 12 Valle de las Pinturas

Map details including a scale bar (Escala 200, 400 Km), a coordinate grid at the bottom (78° to 50° D. de Greenwich), and an inset map of South America.

M A T E R I A S P R I M A S

Notificaciones a la Autoridad Minera (cont.)

de La Rioja que no sean registra-  
bles los de "Cobre", "Cobra", "La  
ja", "Alfredito" y "San Cristóbal"; a la de la Provincia de Mendoza que son regis-  
tables los de "El Trampolín Luisalfel" y "Soberanía"; a la de la Provincia de San  
Juan que no son registrables los de "La Pantera" y "El Ranchito"; y a la de la Pro-  
vincia de San Luis que no es registrable el de "Ojo de Agua" y que queda ~~cancelado~~  
el de "Don Miguel".

Becas de Convenio

En cumplimiento de las cláusulas pertinentes de los respec-  
tivos convenios, se han puesto a disposición de los Gobier-  
nos de las Provincias de Chubut, Jujuy, La Rioja, Mendoza, Neuquén, ~~Salas~~, San  
Juan, San Luis y Santa Cruz, las dos becas establecidas en cada uno de dichos a-  
cuerdos. La reglamentación de las mismas figura en la sección Varios de este nú-  
mero.

U.S.A.- Uranio

Alentados por los buenos precios ofrecidos para los concentra-  
dos y minerales de alta graduación, alrededor de ~~cien~~ interesa-  
dos en los E.E.U.U. han salido a la busca de uranio, provistos de contadores Geis-  
ger y equipos adecuados. Sus esfuerzos fueron tan provechosos, que ahora la in-  
dustria del uranio se encuentra con el problema de un exceso de reservas.

No obstante, la producción americana de este metal parece que ha de duplicar-  
se el próximo año, y solamente en la región del lago Ambrogiá, las compañías del  
ramo están gastando algo así como 75 millones de dólares en la explotación de las  
fuentes uraníferas. Si las minas del área responden a esa expectativa, producirán  
alrededor de 8.000 toneladas diarias, una cantidad que excederá por sí sola a las  
actuales necesidades de toda la industria americana. Suponiendo que no se produ-  
jera un aumento en el uso del metal, el excedente de uranio hacia fines de 1958,  
sería cinco veces mayor que las necesidades actuales. En tales ~~circunstancias~~, pa-  
reciera que ese excedente debiera ser retirado del mercado. El gobierno de los  
E.E.U.U. ha demostrado ya su desinterés por entrar en tratativas de nuevos contra-  
tos de compra de concentrados. Tanto los proveedores de uranio, quienes se quejan  
de no poder vender su producto, como también algunos fabricantes de equipos nuclea-  
res, están sintiendo los efectos de esta difícil situación.

Una importante consideración sobre la industria del uranio, es que la rápida  
expansión de las plantas nucleares en varios países, significará una demanda bas-  
tante grande de materiales fisiónables. Pero, como las plantas no deben ser ali-  
mentadas continuamente con combustibles, seguramente esa demanda disminuirá más  
adelante. Es decir que es mucho más importante la forma de capacitar una planta  
nuclear, que la cantidad actual de plantas nucleares que se instalan.

Los prospectores y propietarios de minas miran con justificable temor el au

## M A T E R I A S P R I M A S

U.S.A. - Uranio (Cont.)      miento de la producción y la baja de los precios, pero, por otra parte, el crecimiento de la demanda depende casi exclusivamente de la disminución de los precios. Cuando los combustibles nucleares sean más baratos, muchos más países se sentirán atraídos hacia esta forma de energía. Si el uranio a bajos precios alienta la construcción de plantas de bajo agotamiento de combustible, entonces es muy posible que la demanda del metal aumente considerablemente en los próximos años. Sir Edwin Flowden, Director de la Atomic Energy Authority del Reino Unido, ha dado la cifra de 50.000 toneladas por año como posible requerimiento de uranio para 1970, mientras que la producción está por alcanzar las 40.000 toneladas anuales en todo el mundo para 1960, y seguirá aún creciendo. De todo esto podría deducirse que es aún remota la posibilidad de una crisis entre oferta y demanda.

## C I E N C I A Y T E C N I C A

Japón - Reactor      El reactor construido por A. M. F. Atomic Ind. de Nueva York, para el Instituto Japonés de Investigaciones sobre Energía Atómica, es un reactor de investigación de 10 MW y está instalado en Tokai-Mura.

Como moderador, refrigerante y reflector, utiliza agua pesada. El reflector usual de grafito ha sido eliminado, y ha sido incorporado un blindaje térmico especial consistente en capas alternadas de acero y agua común. El flujo neutrónico elevado es requerido frecuentemente para estudios de los daños producidos por radiaciones, producción de isótopos, experimentos en serie, y estado físico de los sólidos. El reactor japonés ofrece niveles de energía de 1, 2, 5 y 10 MW, aunque podría alcanzarse más altos niveles. Las densidades de flujo van desde alrededor de  $1.4 \times 10^{13}$  a 1 MW hasta  $1.2 \times 10^{14}$  a 10 MW, usando uranio enriquecido al 20%. Con uranio totalmente enriquecido a 10 MW podría alcanzarse  $2 \times 10^{14}$ .

Las barras de control son del tipo vertical, no de diseño de semáforo, y son así fácilmente removibles para su cambio. Estas dan un efecto de control llano, directamente proporcional a los movimientos de control de las barras. Las secciones mecánica y electrónica del sistema, son de diseño de la A.M.F. Atomic de Nueva York, y han demostrado seguridad en la operación actual de los trabajos de investigación.

Todas sus partes han sido diseñadas con los mayores elementos de seguridad posibles. Estas seguridades incluyen una válvula de vacío para la disminución automática manual del nivel del agua pesada, haciendo así innecesario un reflector vertical. Si la bomba fallara, hay suficiente conducción natural como para proveer el refrigerante necesario. Un obturador de punta giratoria y un casco reabastecedor semi-automático proveen seguridad y un fácil reabastecimiento, y eliminan la necesidad de la apertura y cierre individual para cada elemento combustible.

El reactor contiene no menos de 30 facilidades experimentales individuales, a saber: 11 tubos de haz, 2 conductos horizontales pasantes, 2 dispositivos para i

## C I E N C I A Y T E C N I C A

Japón - Reactor (cont.) sótopos, 4 tubos neumáticos, 10 conductos verticales ciegos y una columna térmica. Así es posible un campo muy amplio de actividades experimentales. El acceso a los tubos de haz está facilitado por obturadores verticales impulsados a motor. Este reactor fué el primero para el cual fué permitida una licencia de exportación de reactor a una firma americana.

Además de este reactor, el Instituto de Investigaciones de Energía Atómica va a poseer un reactor de 10 MW, y un reactor de 10 MW a uranio natural y agua pesada; este último será construido por los japoneses. Desde 1954 han sido construidos tres ciclotrones, incluido un sincrociclotrón de 30 Mev. para protones y deuterones acelerados, aparato éste que se encuentra en la Universidad de Tokio.

El profesor Makishima ha diseñado un interesante aparato llamado simulador óptico. Permitirá el estudio del comportamiento de un reactor sin necesidad de tenerlo. Una luz azul toma el lugar de los neutrones acelerados, luz verde para los neutrones térmicos, mientras que la absorción de fotones con materias colorantes indica el poder de retardo de neutrones. Este equipo hace posible una cantidad de proyectos para observar el comportamiento de un reactor. Los yacimientos de uranio en Japón son muy pobres, pero están muy esparcidos. En la prefectura de Okayama hay autunita con un contenido de uranio de un 0.08%.

Alemania Occidental - Fusión Los planes actuales de trabajo sobre fusión termonuclear controlada en el Instituto Max Planck de Física, en Göttingen, se basaron sobre consideraciones teóricas con analogías astrofísicas. La física de gases ionizados a muy altas temperaturas, juega un importante papel en los problemas astrofísicos, especialmente en el caso de los fenómenos en presencia de campos magnéticos. La nueva ciencia de dinámica magneto-fluida (o hidromagnética) ha tenido aplicaciones muy interesantes en el campo de la astrofísica, y está ahora siendo aprovechada para abordar los problemas de la fusión nuclear controlada.

El comportamiento de las partículas de los rayos cósmicos en los campos magnéticos interplanetarios e interestelares, dan un buen ejemplo de la acción de los campos magnéticos poderosos sobre partículas elementales, y tales campos magnéticos son utilizados en el intento de alcanzar las altas temperaturas requeridas para un reactor de fusión. En Alemania se ha descubierto que los conceptos físicos que han estado en uso en el campo de la astrofísica pueden ser utilizados también en las consideraciones de fusión de núcleos, pero que otro fenómeno, como la física de las descargas gaseosas, ha de ser igualmente importante.

Los estudios teóricos comenzados por L. Biermann y A. Schlüter hacia fines de 1955, dieron como resultado la creación, en 1956, del Grupo para el Estudio de la Física del Plasma, dirigido por el mismo Schlüter, y que ahora cuenta con diez físicos. Cuando, a principios de 1957 G. von Gierke se hizo cargo de la sección ex

C I E N C I A Y T E C N I C A

Alemania Occidental - Fusión (cont.)

perimental, estaban trazados los planes para investigaciones prácticas, y actualmente están trabajando en ese proyecto diez físicos. En el curso de este año, el Instituto se trasladará a Munich, donde contará con mayores facilidades experimentales, y en consecuencia podrán ser iniciadas operaciones más extensas. En Göttingen se han hecho ensayos en pequeña escala con descargas toroidales, usando campos magnéticos externos.

En octubre de 1957, en una edición de Zeitschrift für Naturforschung, aparecieron varios artículos del grupo de Göttingen, algunos de los cuales fueron presentados en forma abreviada en la Tercera Conferencia Internacional de Venecia sobre Ionización en Gases. Una parte de los artículos trataba los problemas que se originaron durante el mantenimiento del estado estacionario de la configuración del plasma. R. Lust y A. Schlüter consideraron soluciones simétricas axiales de la ecuación magneto-hidrostática; mientras L. Biermann, K. Hain, K. Jörgens y R. Lust dieron una completa solución para el caso especial de una exclusiva corriente eléctrica acimutal en la superficie del toro de plasma. A. Schlüter discutió las soluciones generales del caso de "fuerza libre" (campo magnético paralelamente con corriente) para simetría cilíndrica (sin dependencia de la coordenada). El problema de la estabilidad fué tratado por K. Hain, R. Lust y A. Schlüter siguiendo líneas similares a las que se trataron en el grupo de Princeton. Una investigación sobre el comportamiento de las partículas elementales en campos magnéticos de simetría rotatoria, realizada por R. Lust y A. Schlüter, reveló que sólo la componente longitudinal del campo magnético es efectiva en su contenido de partículas de alta energía.

Otros dos artículos se referían al problema del calentamiento del plasma a muy altas temperaturas. K. Körper experimentó con oscilaciones inducidas por corrientes en vueltas exteriores en un plasma cilíndrico infinito y en un campo magnético axial exterior. Un segundo artículo, por A. Schlüter, describía un mecanismo de calentamiento por giro-relajamiento, basado en constantes adiabáticas del momento magnético (tratado más completamente en otro artículo de F. Hertweck y A. Schlüter) que parece muy promisorio a temperaturas superiores a  $10^6$  grados.

Rusia - Programa Nuclear

Según las últimas informaciones, el programa nuclear ruso está equidistante de los del Reino Unido y de los E.E.U.U. Mientras los americanos han intensificado sus investigaciones para el logro de la más amplia variedad posible de tipos de reactores, y los británicos se han concentrado en obtener primero un método para producir energía, Rusia está experimentando con algunos tipos, todos los cuales posiblemente entrarán en operación dentro de muy poco tiempo.

N.A. Mokolayev, director del Consejo Central para el Uso de la Energía Atómica, manifestó recientemente que "las experiencias han demostrado que sólo las grandes plantas de poder atómico son económicas. En tales plantas es posible instalar

Rusia - Programa Nuclear (cont.)

grandes reactores, se usa menos combustible enriquecido, y se asegura su total agotamiento. Las nuevas plantas tendrán reactores de 100-200 MW. Dentro del actual plan quinquenal han de construirse grandes reactores atómicos de tres diferentes tipos".

Nº	Tipo	Ubicación	MW	Listo para	Combustible	Modera- dor	Refrige- rante	Observaciones.
1	Grafito 2-3 react.	Leningrado	400-600	1958-60	Ur. Natu- ral	Gra- fito	Agua	Alrededor 35% eficiencia. Su percalentamien- to en reactor. Vapor 500° C, 90 atmósferas
2	Presio- nado, dos	Urales	800-1200	1958-60	Ur. Nat. en aleac. Zr	Agua	Agua	Simple, con a- gotamiento completo
3	Agua pe- sada, 2-3	Sverdlovsk	400-600	1958-60	Ur. Natural	Agua pe- sa- da.	Gas	CO <sub>2</sub> 60-70 at- mosf. 500° C
4	Agua hirvien- te		70	1959-60	Ur. ligera- mente en- riquecido	Agua	Agua	Vapor satura- do a 29 at- mósferas.
5	Metal lí- quido re- frigerado		50	1959-60	Ur. ligera- mente en- riquecido	Gra- fito	Sodio líqui- do	Vapor a alta presión
6	Suspen- sión		50	1959-60	Polvo de uranio en- riquecido en D <sub>2</sub> O	D <sub>2</sub> O	D <sub>2</sub> O	Ciclo repro- ductor de torio
7	Repro- ductor rápido		50	1959-60	Uranio al- tamente enriqueci- do	Nada	Sodio líqui- do 480°C	Pu en zona de radiación; re- productor U238; Vapor a 480°C y 32 atmósferas.

## C I E N C I A Y T E C N I C A

### Rusia - Programa Nuclear (Cont.)

El primer tipo (N° 1 en la tabla) será similar al que está operando en Rusia. Sus condiciones de vapor serán una supersaturación a 500°C y 90 atmósferas de presión, se usarán turbinas de alta presión a 100 MW. El costo del supercalentador está salvado haciendo uso del reactor mismo para ese propósito. La eficiencia probable es taría alrededor de un 35%.

El segundo tipo (N° 2 en la tabla) será un reactor con agua como refrigerante y moderador, que operará con alta seguridad. En un recipiente de circonio aleado, se incluirá uranio ligeramente enriquecido. La planta será proyectada con gran das seguridades y producirá energía a precios muy competitivos.

En el tipo 3, el reactor térmico utilizará agua pesada como moderador, mientras que como agente refrigerante en el circuito cerrado, operando a 500°C, actuará gas de dióxido de carbono a 60-70 atmósferas. Será quemado uranio natural, y esto será una enorme ventaja.

Además de los tres tipos mencionados, otros cuatro proyectos han de operar a más bajas capacidades, a fin de proveer datos para futuros proyectos. El primero de estos cuatro, (el N° 4) será un reactor de agua hirviente, refrigerado y moderado por agua. La turbina será alimentada directamente por vapor del reactor a 29 atmósferas, y ya que éste se tornará radioactivo, será necesario un protector seguro y control remoto. Esta dificultad estará compensada por el equipo simplificado, y el hecho de que es posible prescindir de los costosos generadores de vapor.

En el reactor térmico de grafito (N° 5) el refrigerante será sodio líquido, y el combustible uranio ligeramente enriquecido. El vapor de alta presión, siendo innecesaria la presión en el circuito refrigerante primario, proporcionará una alta eficiencia térmica. Este experimento haría posible la planificación de instalaciones más grandes dentro de líneas similares.

El reactor homogéneo de agua hirviente con circulación natural (N° 6°) utilizará sales de uranio como combustible, tanto en la forma de un polvo fino, como en la de una solución en agua pesada. El ciclo reproductor convertirá Th-232 en U-233, y el reactor será refrigerado por disposición de un doble circuito. Tales reactores tienen una alta capacidad con una carga de combustible relativamente pequeña, pero no pueden lograr el completo agotamiento del uranio natural.

El último tipo de reactor (N° 7) es el reproductor rápido, que ya se va delimitando como muy prometedor. Este reactor, que usa el ciclo de U-238/pu para la reproducción, y plutonio consumido, será refrigerado por un triple circuito con sodio líquido que alcanzará los 480°C en su extremo de salida. En el sistema secundario habrá una aleación de sodio-potasio, o sodio. El vapor a 420°C y 32 atmósferas pasará a una turbina standard.

C I E N C I A   Y   T E C N I C A

Rusia - Programa Nuclear (cont.)

Este programa de desarrollo de reactores , es suficientemente ambicioso como para que se pueda confiar en que la Unión Soviética habrá de resolver en breve tiempo el problema de la producción económica de electricidad por el proceso de fisión nuclear, y es también sabido que Rusia está estudiando las posibilidades de la fusión nuclear.

A P L I C A C I O N E S

Argentina - Radioisótopos

División Contralor:

En lo que sigue se describe la tarea asignada a esta División del Departamento de Radioisótopos. Cada título corresponde a un tema fundamental, del que se dan las líneas generales.

Estudio de solicitudes: en este aspecto, la División recibe y analiza las solicitudes de permiso presentadas por los interesados en el empleo de radioisótopos en cualquiera de las ramas de aplicación, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento puesto en vigencia por el Decreto 842/58 y a las normas complementarias correspondientes.

En todos los casos se lleva a cabo un examen de los propósitos perseguidos, los antecedentes de las personas que tendrán a su cargo el programa, y los medios de trabajo y protección disponibles. Atención especial se presta a los proyectos de instalaciones, laboratorios, salas de irradiación y similares, con vistas a asegurar la seguridad de las mismas con respecto a los usuarios y al público en general.

Luego del análisis, la División prepara un informe sobre la posibilidad y conveniencia de otorgar el permiso solicitado, que según se trate de un permiso general o específico será posteriormente considerado por la Comisión Nacional, previamente, por el Consejo Asesor en Aplicaciones de Radioisótopos.

Las diversas categorías de permisos fijadas por el Reglamento para el uso de radioisótopos y radiaciones ionizantes y las normas complementarias son las siguientes: por el tipo de empleo a dar al material, generales y específicas; por el destino del mismo, de uso institucional y de uso privado. Una persona, en particular, puede ser titular de un permiso de cualquiera de las categorías señaladas, pero para que se le otorgue el permiso de uso privado debe justificar la posesión de todas las instalaciones, instrumental y equipos necesarios, tal como lo requieren las normas complementarias.

## APLICACIONES

### Argentina - Radioisótopos (Cont.)

La División Contralor efectúa todas las tramitaciones necesarias para perfeccionar cada solicitud: solicita la información complementaria que considere necesaria, realiza las inspecciones y exámenes y prepara el material que será sometido a las instancias superiores. En definitiva, la intervención de la División en este problema finaliza cuando el interesado recibe el permiso solicitado, al mismo tiempo que la ficha correspondiente ingresa a los archivos.

(Continuara)

### Uniformidad Internacional

La uniformidad de los métodos de seguridad personal y seguridad de los reactores nucleares, es un objetivo hacia el cual tienden todos científicos, del mismo modo que al establecimiento de un lenguaje internacional unificado de términos nucleares. Es alentador saber que un nuevo comité de la Organización Internacional por la Uniformidad (International Organisation for Standardisation) ha dado algunos pasos, bastante promisorios, para el logro de este objetivo, en ocasión de la reunión que efectuó en Ginebra en julio de 1957.

Las resoluciones del comité fueron alcanzadas sin inteferir en los proyectos y desarrollo de los equipos nucleares, y, si las prácticas convenidas pueden ser aceptadas internacionalmente, podrán ser eliminadas las diferentes regulaciones nacionales sobre seguridad que impiden actualmente el intercambio entre naciones.

El comité estuvo integrado por sesenta y un delegados de catorce países, incluyendo Gran Bretaña, Francia, la Unión Soviética y los E.E.U.U., y fué dividido en tres grupos de trabajo, para convertirse a su debido tiempo en sub-comités permanentes.

Se espera que serán dados a conocer un buen número de proyectos, incluyendo el desarrollo de un glosario trilingüe de términos nucleares, en inglés, francés y ruso, y el diseño de un símbolo preventivo, para ser usado donde haya peligro de radiaciones ionizantes.

Se espera también que será discutida la adopción de unidades únicas atinentes a la energía nuclear, y símbolos para el dibujo de esquemas pertinentes al equipamiento e instalaciones nucleares.

Todas las propuestas tendientes a la uniformidad internacional, debieran ser discutidas en conjunción con el Organismo Internacional de Energía Atómica, ya que la mayor parte de los problemas de cooperación internacional en asuntos nucleares están en conexión con ese Organismo, cuando no se discuten sólo a través de él. Y, en cualquier caso, esa uniformidad internacional de términos, unidades, y precauciones de seguridad, ayudaría enormemente al Organismo Internacional de Energía Atómica.

## A.P.L.I.C.A.C.I.O.N.E.S

### Gran Bretaña - El Problema del Seguro

Así como día a día aumenta el número de reactores nucleares en todo el mundo, también aumentan las posibilidades de que un día ocurra un serio accidente. Tal riesgo podrá disminuir tan sólo cuando las precauciones de seguridad estén en relación directa con el crecimiento constante de reactores. Aquellos que corren con la responsabilidad de la construcción, posesión y operación de reactores son los que, cada día, tienen mayor conciencia de esa posibilidad. Es por ese motivo que, tanto en Estados Unidos como en Europa, se ha tratado el problema del seguro, y varias compañías interesadas han conferenciado para tratar de llegar a una póliza adecuada a tal efecto.

El accidente de Windscale, que causó daños e hizo desperdiciarse alrededor de £ 70.000 en leche, y algunos otros pequeños reclamos por daños, ha precipitado la necesidad de tomar medidas, y de asegurar los reactores en Gran Bretaña, y el gobierno está ahora resuelto a proteger a la población contra los riesgos de la contaminación radioactiva que pudiera causar la operación de los reactores nucleares.

Cuando esté completada la legislación necesaria, los poseedores de reactores estarán sujetos a la misma clase de deberes que la Autoridad de Energía Atómica del Reino Unido, en cuanto a prevenir a las personas o propiedades contra la contaminación. Excepto en el caso de negligencia personal por parte del reclamante, la parte perjudicada estará cubierta aún contra los accidentes inevitables. La cifra de £ 5 millones, como límite con respecto a cada instalación, se considera más que suficiente para cubrir accidentes posibles de prever.

Por cuanto ha de ser el poseedor del reactor el responsable de la dificultad que surja, será él también quien deba pagar la prima.

Hay dos grandes limitaciones en este proyecto de seguro. Primero, sólo podrá ser aplicado a reactores terrestres en Gran Bretaña; y segundo, cubrirá sólo daños causados por radioactividad. El asunto de asegurar los reactores de los buques, es una materia que tendrá que ser considerada más adelante, especialmente porque involucra en cierto modo las relaciones internacionales, ya que, de suceder un accidente, debería consultarse la opinión de otros países. Tal el caso, por ejemplo, de un accidente producido por el reactor de un buque extranjero en puertos británicos, o por el reactor de un buque británico en puertos extranjeros.

Será interesante ver si la legislación incluirá cláusulas cubriendo los incidentes que puedan derivarse de la acción enemiga, o de la caída de un satélite artificial sobre una planta nuclear, sobre todo ahora que el lanzamiento de tales satélites se ha hecho actividad común.

V A R I O S

Determinaciones con Cr 51 En un sencillo acto, el viernes 14 de marzo pasado, a las 10 hs., el Capitán Quihillalt reunió al personal de la C.N.E.A. para agradecer a aquellos que, en forma voluntaria y desinteresada, se ofrecieron como patronos normales para la determinación del volumen sanguíneo con Cr 51, experiencias que se realizan en el Laboratorio de Hematología de esta Comisión, bajo la dirección del Dr. J.E.Varela (h).

Como es sabido, el Dr. Varela tiene el mérito de ser pionero en este método, por haberlo introducido en el país con la colaboración de los técnicos estadounidenses Bill Schultz y Norberto Kondinsky; y, por otra parte, había realizado con anterioridad ese trabajo en los E.E.U.U., con el Dr. Fichtel.

Si bien en la foja de servicio se dejó constancia del agradecimiento a los voluntarios por su colaboración, nos hacemos un deber el consignar en estas páginas sus nombres, para que ello sirva de ejemplo al personal de esta Comisión, y los aliente a imitar el gesto de sus compañeros.

Los colaboradores voluntarios fueron:

Juan Carlos Argolo	José Soriccetti	José Crucelegui
Renato Terigi	Oswaldo Suárez	Emilio Argolo
Irma Álvarez	Juan Providente	Emilia Kramer
Saúl Navarra	Héctor Montes de Oca	Tulio A. Guzmán
Catalina Starnfeld	Roberto Bramante	Agustín R. Rocha
Pedro Lambré	Héctor Fernández Osorio	

Reglamento de Becas El articulado de los convenios establece que la C.N.E.A. pone a disposición de los Gobiernos de las provincias signatarias de convenios similares con la Comisión, a partir del 1º de mayo, dos (2) becas para estudiantes o profesionales, cuyos regímenes de estudios y trabajos, condiciones y duración, son los siguientes:

- a) las dos (2) becas son de perfeccionamiento en ciencias o tecnología nuclear;
- b) los becarios deben ser nativos o radicados en la Provincia;
- c) la beca es anual y consiste en una asignación mensual de:
  - 1) m\$n. 1.200,00 si el becado es estudiante y
  - 2) m\$n. 2.500,00 si es profesional
 en ambos casos involucra un pasaje de ida y vuelta a la Capital Federal;
- d) el estudiante deberá ser alumno del último año de la carrera de Ingeniería de Minas, Geología, Química, Física, Agronomía, Biología o Medicina, en cualquiera de las Universidades del país. Si cursa una de las dos carreras primera

V A R I O S

Reglamento de Becas (cont.)

mente mencionadas (Ingeniería de Minas o Geología), realizará sus prácticas en campaña, en

las condiciones y los viáticos que fijará la C.N.E.A. Si cursa cualquiera de las otras carreras preindicadas, realizará sus prácticas en los laboratorios o dependencias que la C.N.E.A. determine. En ambos casos el becario se compromete a realizarlas por un período no inferior a tres (3) meses consecutivos dentro del año de duración de la beca;

- e) el profesional trabajará durante un año en la dependencia de la C.N.E.A. que realice actividades afines con la profesión del becario, ajustándose al régimen de trabajo que impere en la misma;
- f) finalizada la beca, el beneficiario presentará a la C.N.E.A. un informe sobre la actividad desarrollada en uso de ella;
- g) La C.N.E.A. informará a la Provincia sobre el concepto que el beneficiario ha ya merecido en la dependencia en que prestó servicio;
- h) si el becario fuese biólogo o médico interesado en el uso de radioisótopos, la C.N.E.A. le dará facilidades para que pueda seguir los cursos y realizar las prácticas que le permitan luego, de acuerdo con la Reglamentación vigente, obtener autorización para la utilización de los mismos;
- i) toda beca podrá ser cancelada cuando, a juicio de la C.N.E.A. o la Provincia, el becario no cumpla con sus obligaciones o viole las disposiciones del reglamento que al efecto dicte la Provincia.

Segundas Jornadas Internacionales de Cálculo Analógico

La Asociación Internacional para el Cálculo Analógico

(A.L.C.A.) ha organizado, en vista del éxito obtenido por las Primeras Jornadas Internacionales de Cálculo Analógico, la realización, en Estrasburgo, el 1º de setiembre de este año, de las Segundas Jornadas Internacionales de Cálculo Analógico.

Los trabajos para estas jornadas, que durarán una semana, serán consagrados a los diversos métodos de cálculo analógico, a sus diversas aplicaciones, y a la relación entre los procedimientos analógicos y los procedimientos aritméticos de cálculo electrónico.

Lo extenso de la materia ha dado lugar a la formación de cuatro secciones:

- a) cuestiones teóricas, matemáticas o físicas;
- b) materiales de cálculo analógico;
- c) aplicaciones diversas, simuladores; y
- d) relaciones entre calculadores analógicos y aritméticos.

V A R I O S

Cursos

Puerto Rico - Técnicas en el Uso de Radioisótopos El Centro de Entrenamiento en el Manejo de Radioisótopos de la Universidad de Puerto Rico ofrece un curso básico en las técnicas del manejo de radioisótopos. El curso consistirá en conferencias sobre los conceptos fundamentales de la materia, experiencias de laboratorio, y discusiones generales sobre dichas experiencias u otros tópicos de interés.

El programa consta de tres sesiones: una de verano, de carácter esencialmente preparatorio, que comenzará el 2 de julio próximo y dos sesiones semestrales, que comenzarán respectivamente el 18 de agosto y el 13 de enero de 1959.

Calendario Internacional de Conferencias, Congresos y Exposiciones

- Mayo - Reunión del Fluid Controls Institute - Lake Placid - U.S.A.  
11 a 14
- Mayo - Conferencia nacional sobre las aplicaciones de la electrónica en  
12 a 14 navegación y aeronáutica - Dayton - U.S.A.
- Mayo - 8º Conferencia canadiense sobre los altos polímeros - Quebec -  
12 a 14 CANADA
- Mayo - 3º Conferencia Internacional de protección civil - GINEBRA  
12 a 16
- Mayo - Congreso y exposición de la Sociedad Americana para Metales - Dal  
12 a 16 las - U.S.A.
- Mayo - Exposición sobre la seguridad del trabajo y equipos de protección  
12 a 17 LONDRES
- Mayo - Exposición sobre la producción: Investigación y desarrollo; forma  
12 a 21 ciones y carreras; equipos y métodos de producción; la electrónica en la producción; servicios y auxiliares; energía nuclear; metales y aleaciones; terminación industrial - LONDRES (Olympia Hall)
- Mayo, 15 - Reunión general anual del Institution of Mining and Metallurgy -  
LONDRES
- Mayo - Conferencia eléctrica británica - En la exposición Internacional  
16 a 17 la "British Electrical Conference" organizará una conferencia sobre "La Energía Nuclear, energía del porvenir" - BRUSELAS

VARIOS

Calendario Internacional de Conferencias, Congresos y Exposiciones (Cont.)

- Mayo  
19 a 22 - Reunión anual de la American Society of Electroplaters - Cincinnati - U.S.A.
- Mayo  
19 a 23 - 46° Reunión anual de la Canadian Public Health Association - Vancouver - CANADA
- Mayo  
19 a 23 - Segundo Congreso sobre la cromatografía de los gases: consideraciones teóricas; equipos y procedimientos técnicos; aplicación - AMSTERDAM
- Mayo  
19 a 24 - 2° Congreso Internacional sobre la prevención de los accidentes del trabajo - Asociación nacional para la prevención de los accidentes del trabajo - BRUSELAS
- Mayo  
19 a 26 - Coloquio sobre las propiedades de los sólidos no metálicos - U.I.P.P.A. - Leningrado - U.R.S.S.
- Mayo  
20 a 22 - Coloquio sobre la biosíntesis de las terpenas y los esteroides (con invitación) - Fundación Ciba - LONDRES
- Mayo  
21 a 23 - Reunión anual del Engineering Institute of Canada - Quebec - CANADA
- Mayo  
22 a 24 - Coloquio sobre la bioquímica de las hemoglobinas - Sociedad de Biología Clínica - PARIS
- Mayo  
25 a 31 - 8° Congreso Nacional de la Sociedad Química Italiana y participación de la Sociedad de Industria Química (Society of Chemical Industry de Gran Bretaña) - Turín - ITALIA
- Mayo  
26 a 29 - 39° Exposición anual de la American National Office Machinery Association - CHICAGO
- Mayo  
27 a 29 - 3° Conferencia anual sobre los metales reactivos - American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers - Buffalo U.S.A.
- Mayo  
27 a 30 - Reunión de la Sociedad de Química física sobre el tema: transferencia de energía luminosa y fotosensibilización - PARIS
- Mayo  
28 a 29 - Conferencias plenarias sobre: Aspectos recientes del estudio y el cálculo de reactores; Rol del estudio en los dominios de la ingeniería química; El industrial ante el momento de elegir un procedimiento. - BRUSELAS

V A R I O S

Calendario Internacional de Conferencias, Congresos y Exposiciones (Cont.)

- Mayo 28 a 30 - Coloquio de química analítica - Comisión de química analítica de la Sociedad Sueca de Química - Lund - SUECIA.
  
- Mayo 31 a Junio 8 - Reunión de la Sociedad Alemana de Química - Francfort - ALEMANIA
  
- Mayo 31 a Junio 8 - La semejanza europea en las artes químicas - Francfort-Sur-Le-Main ALEMANIA
  
- Mayo 31 a Junio 8 - Conferencias plenarias sobre la evolución de las técnicas químicas después de 1945; etc. - Francfort-Sur-Le-Main- ALEMANIA
  
- Mayo 31 a Junio 8 - Congreso de la Federación Europea de la Corrosión - Francfort-Sur-Le-Main- ALEMANIA
  
- Mayo 31 a Junio 8 - 11° Asamblea de la Organización Mundial de la Salud - Minneapolis U.S.A.
  
- Junio - Reunión anual de la American Society of Electroplaters - Berkeley U.S.A.
  
- Junio 2 a 4 - Conferencia nacional de telemesuras - I.A.S., A.R.S., I.S.A., A.I.E.E. - Baltimore - U.S.A.
  
- Junio 2 a 6 - 7° Congreso Internacional de la industria metalúrgica - Scheveningue - HOLANDA
  
- Junio 2 a 6 - Coloquio sobre las utilizaciones pacíficas de la energía atómica- Sidney - AUSTRALIA
  
- Junio 1° semana - 4° Reunión anual de la American Nuclear Society - Los Angeles - U.S.A.
  
- Junio 2 a 6 - Reunión del Comité E-14 de espectrometría de masa del ASTM - New Orleans - U.S.A.
  
- Junio 2 a 7 - Congreso internacional sobre la física del estado sólido y sus aplicaciones a la electrónica y a las telecomunicaciones - Bruselas BELGICA
  
- Junio 3 a 5 - 25° Reunión de los filólogos de la lengua francesa - PARIS

V A R I O S

Calendario Internacional de Conferencias, Congresos y Exposiciones (Cont.)

- Junio 4 - Conferencia 1958 de la Gesellschaft deutscher Chemiker, y congreso anual 1958 de la Dechema sobre las técnicas nucleares - Frankfurt-Sur-Le-Main - ALEMANIA
  
- Junio 4 a 6 - Congreso técnico cerámico - PARIS
  
- Junio 4 a 6 - Congreso sobre los progresos en el empleo de los isótopos en la industria - Isotopen-Studien-gesellschaft - Frankfurt-Sur-Le-Main ALEMANIA
  
- Junio 4 a 14 - Conferencia internacional sobre los residuos a alta tensión - PARIS
  
- Junio 8 a 28 - Exposición de la industria química y petrolera - LONDRES (Olympia Hall)
  
- Junio 9 a 11 - 9º Coloquio anual de espectroscopía - CHICAGO
  
- Junio 9 a 12 - Coloquio de microscopía - Chicago - U.S.A.
  
- Junio 9 a 12 - Asamblea general de la Organización Internacional de Normalización HARROGATE
  
- Junio 9 a 13 - Conferencia internacional de cibernética y exposición de automatización - NUEVA YORK
  
- Junio 9 a 14 - Congreso sobre las matemáticas del ingeniero - Mons - BELGICA
  
- Junio 9 a 14 - 11º jornadas internacionales de estudios de las aguas industriales y de la corrosión - Bruselas - BELGICA
  
- Junio 9 a 21 - Conferencia internacional de normalización - International Standards Organisation - Manchester - GRAN BRETAÑA
  
- Junio 10 a 13 - 1º Congreso Internacional de Técnicas de Vida - Namur - BELGICA
  
- Junio 11 a 14 - 3º Congreso americano de mecánica aplicada - US National Committee on Theoretical and Applied Mechanics - Providence - U.S.A.

V A R I O S

Calendario Internacional de Conferencias, Congresos y Exposiciones (cont.)

- Junio - Reunión de la American Society for Testing Materials - Boston -U.S.A.  
14 a 16
- Junio - 91ª Reunión anual de la Canadian Medical Association - Halifax-  
15 a 19 (Nova Scotia).
- Junio - Reunión semestral de la American Society of Mechanical Engineers -  
15 a 19 Detroit - U.S.A.
- Junio - Congreso británico de la energía eléctrica - Brighton - GRAN BRETAÑA.  
semana 16
- Junio - 5ª Congreso internacional y exposición sobre la electrónica y la ener  
16 a 30 gía nuclear. ROMA.
- Junio - Sesión anual y reuniones técnicas de la Comisión I (Física de muy ba  
17 a 21 jas temperaturas) del Instituto Internacional de Refrigeración -  
Delft - BELGICA.
- Junio - Congreso internacional de metalurgia - Lieja - BELGICA.  
17 a 21
- Junio - Coloquio internacional sobre los métodos estáticos aplicados a la pro  
18 a 20 pagación de las ondas radioeléctricas - Los Angeles - U.S.A.
- Junio - Conferencia sobre la transferencia de calor - American Society of  
18 a 21 Mechanical Engineers - American Institute of Chemical Engineers -  
Bethlehem (Lehigh University) U.S.A.
- Junio - 1ª Sección de las jornadas internacionales de siderurgia - Lieja -  
18 a 22 BELGICA.
- Junio - Reunión anual de la Sociedad de Medicina Nuclear - Los Angeles -  
19 a 21 U.S.A.
- Junio - 40ª reunión anual de la Endocrine Society - San Francisco - U.S.A.  
19 a 21
- Junio - Conferencia sobre la transferencia de calor y la mecánica de los flui  
19 a 21 dos - Berkeley - U.S.A.
- Junio - 50ª reunión aniversario del American Institute of Chemical Engineers  
22 a 27 Coloquio sobre la mecánica de los flúidos, las transferencias de ca-  
lor y de masa - Filadelfia - U.S.A.

V A R I O S

Calendario Internacional de Conferencias, Congresos y Exposiciones (cont.)

- Junio - Reunión común de la American Society of Heating and Air-conditioning  
23 a 25 Engineers y de la American Society of Refrigerating Engineers -  
Minneapolis - U.S.A.
- Junio - 2ª Sección de las Jornadas internacionales de siderurgia - Luxemburgo.  
23 a 26
- Junio - 12ª exposición técnica de fotografía del A.S.T.M. - Boston - U.S.A.  
23 a 27
- Junio - Reunión anual de la Asociación Médica Americana - San Francisco -  
23 a 27 U.S.A.
- Junio - Reunión sobre las tres temperaturas básicas - Leyde - PAISES BAJOS.  
23 a 28
- Junio - 3ª Congreso internacional de preparación del carbón - Bruselas y Lie  
23 a 28 ja - BELGICA.
- Junio - Coloquio sobre la cancerogenesis (con invitación) - Fundación Ciba -  
24 a 26 LONDRES.
- Junio - Coloquio sobre la organización de los proyectos en ingeniería química,  
24 a 26 en los cuadros de la exposición de química y petroquímica indus-  
triales - LONDRES.
- Junio - 4ª Reunión Internacional electrónica y nuclear y exposición de apare  
24 a 28 jos y equipos de la energía nuclear - ROMA.
- Junio - Coloquio sobre las aceleraciones y la física de alta energía - Gine-  
bra - SUIZA.
- Junio - Conferencia sobre la energía nuclear - O.E.C.E. - Amsterdam - PAISES  
24 a 28 BAJOS.
- Junio - Reunión de verano de la American Association of Physics Teachers -  
25 a 28 Boulder (Universidad de Colorado) - U.S.A.
- Junio - Jornadas de la Hidráulica; turbinas y bombas hidráulicas -  
26 a 28 AIX-EN-PROVENCE - FRANCIA.
- Junio - 3ª Sección de las jornadas internacionales de siderurgia - Lieja -  
27 a 28 BELGICA.

V A R I O S

Calendario Internacional de Conferencias, Congresos y Exposiciones (cont.)

- Junio 29 - Asamblea anual del Instituto Internacional de la Soldadura - Viena  
a Julio 5 AUSTRIA.
  
- Junio 30 - 2ª Conferencia del C.E.R.N. sobre la física nuclear a altas energías  
a Julio 5 Ginebra - SUIZA.
  
- Junio 30 - Reunión internacional en ocasión del 50º aniversario del American  
a Julio 8 Institute of Chemical Engineers - Nueva York - U.S.A.
  
- Junio 30 - Congreso de la Unión Internacional de los productores y distribuido-  
a Julio 8 res de electricidad - Lausana - SUIZA.
  
- Julio - Conferencia sobre los procesos de precipitación en los aceros -  
2 a 4 Sheffield - GRAN BRETAÑA.
  
- Julio - Reunión general anual de la Institution of Mining Engineers-  
2 a 4 Birmingham - GRAN BRETAÑA.
  
- Julio - Coloquio sobre el magnetismo - Unión Internacional de física pura y  
2 a 5 aplicada - Grenoble - FRANCIA.
  
- Julio - 7º Congreso internacional sobre el cáncer - International Union  
6 a 12 Against Cancer - LONDRES.
  
- Julio - Congreso de la Academia Internacional de Cerámica - Ostende -  
3 a 9 BELGICA.
  
- Julio - Conferencia de la Society of Chemical Industry - Exeter - GRAN  
7 a 11 BRETAÑA.
  
- Julio - Coloquio del C.N.R.S. sobre la resonancia nuclear - PARIS  
8 a 9
  
- Julio - Coloquio C.N.R.S. sobre los fenómenos de resonancia en espectrome-  
8 a 9 tría hertziana - PARIS.
  
- Julio - Reunión general de la Comisión Electrotécnica Internacional - Esto-  
8 a 18 colmo - SUECIA.

V A R I O S

Calendario Internacional de Conferencias, Congresos y Exposiciones (cont.)

- Julio - Conferencia anual A.M.P.E.R.E. - PARIS.  
10 a 12
- Julio - Coloquio sobre los efectos estéricos en los sistemas conjugados  
15 a 17 Hull - INGLATERRA.
- Julio - 3º coloquio internacional sobre el núcleo de condensación -  
15 a 19 Cambrigde - GRAN BRETAÑA.
- Julio - Coloquio sobre el cálculo de probabilidades y sus aplicaciones -  
15 a 20 PARIS (Institute Henri Poincaré).
- Julio - 15ª Congreso internacional de zoología - LONDRES.  
16 a 23
- Julio - Conferencia internacional sobre los altos polímeros - Manchester  
21 a 24 GRAN BRETAÑA.
- Julio - Conferencia sobre los altos polímeros - Nottingham - GRAN BRETAÑA.  
21 a 24
- Julio - Coloquio sobre la regulación de los mecanismos intracelulares -  
22 a 24 (con invitación) LONDRES.
- Julio - 13ª Asamblea general de la Unión Internacional de las Ciencias Bio-  
22 a 24 lógicas - LONDRES.

COLABORACIONESECONOMIA DE LA ENERGIA NUCLEAR

por el Ing. U.M. STAEBLER

Traducción por el Ing. Carlos A. Volpi

(Continuación del número anterior)

Objetivos económicos del programa de reactores de energía nuclear

El objetivo básico del programa de reactores de energía civil de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, es desarrollar la tecnología de todos los elementos de los sistemas de energía nuclear, para proveer la base de la industria de la energía nuclear. Desde que la competencia económica es esencial para el crecimiento de la industria, este objetivo requiere serias consideraciones sobre los factores del costo. El programa está dirigido al desarrollo, proyecto, construcción y operación de plantas experimentales de energía nuclear. No se prevé que estas plantas sean productoras económicas de energía, debido a factores tales como tamaño, naturaleza experimental, y estado de la tecnología. El propósito es obtener una tecnología y experiencia de operación que contribuyan a la eventual producción de energía nuclear, económicamente competitiva. Esto suministrará una base firme para juzgar la validez de las suposiciones necesarias, a fin de producir energía nuclear a bajo costo, incluyendo el ciclo del combustible, seguridad de la operación y posibilidades de ingeniería y de física.

El costo de estas plantas experimentales no es particularmente significativo en términos de la economía de la energía nuclear. Por ejemplo, la actual capacidad del núcleo de los reactores, para producción de energía, debe ser considerado sujeto a errores de uno, dos, o más factores. También el costo de los edificios y provisiones para contener los materiales radioactivos, en caso de un accidente, es un ítem grande del costo, en esas plantas de pequeña capacidad, que no sería aumentado sustancialmente para las plantas más grandes. Con estas calificaciones y precauciones, la Tabla I resume el programa de reactores de energía civil experimental de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, incluyendo algunos costos unitarios estimados para las plantas.

TABLA I - Resumen de Reactores Experimentales

Reactor	Moderator	Enfriador	Potencia Reactor MW	Capacidad Potencia Eléctrica MW	Costo \$/KW Eléctrico	Costo con posible mejoram. \$/KW
Reactor de agua a presión	Agua	Agua	270	60	620	375
Reactor experimental de agua hirviente.	Agua	Agua	20	5	800	450
Reactor de agua hirviente.	Agua	Agua	15	2	300 <sup>XX</sup>	200
Reactor experimental de sodio.	Grafito	Sodio	20	7,5 <sup>x</sup>	630	450
Reactor experimental homo geneo.	Agua Pesada	Agua Pesada	20	5,0 <sup>x</sup>	1000	600
Reactor <del>repro</del> ductor de energía N° 2.	No	Sodio	62,5	20	740	450

#### Proyectos industriales de Plantas de Energía Nuclear

La industria americana ha estado estudiando la tecnología de la energía nuclear, durante varios años, y grupos técnicos han hecho extensos estudios de proyectos de plantas de energía nuclear. Las primeras estimaciones de grandes plantas de energía nuclear, variaron entre 400 u\$s y 500 u\$s por kilowatt de capacidad. Los proyectos han sido mejorados desde estas estimaciones efectuadas aproximadamente hace dos años, y se han hecho grandes adelantos en la fabricación de

x. Capacidad generación total, no incluídas en costo original de la planta  
 XX. Construcción utilitaria - no provisto el continente.

COLABORACIONES (cont.)

los componentes del reactor. Conocidas y reputadas firmas de ingeniería y fabricantes, dan actualmente la cifra de 200 u\$s a 250 u\$s, como costo del kilowatt de capacidad para ciertas plantas de energía nuclear, que oscilan entre 100,000 y 200,000 kilowatt de capacidad. En varios casos, estas estimaciones han sido corroboradas por la oferta de sumas globales para licitar y construir las plantas. Algunas de estas estimaciones han sido sometidas, como propuestas, a la Comisión de Energía Atómica, para participar en el Programa de demostración del Reactor de Energía, o como solicitud de patentes. El programa de demostración de Reactor de Energía, es un programa para otorgar cantidades de dinero fijas, y especificados tipos de ayuda financiera de la Comisión, para estimular la construcción de plantas de energía nuclear, a los industriales con propia responsabilidad técnica y financiera. Las compañías que no buscan ninguna de estas ayudas solicitan simplemente la necesaria licencia para construir y operar la planta deseada. Las principales propuestas para construir plantas de energía nuclear en los Estados Unidos, se indican en la Tabla II.

Costo estimado del capital de las Plantas de Energía Nuclear

Tipo de Reactor	Compañía o Grupo	Capacidad Generación MW	Estimación Costo Capital u\$s / KW
Reactor de agua hirviendo	Nuclear Power Group	180	350
Reactor breeder rápido	Detroit Edison Company and Associated	100	450
Reactor de agua a presión	Consolidated Edison Company of New York	240 (x)	230 (x)
Reactor de agua a presión	Yankee Atomic Electric Company	100	240
Reactor de Sodio y Grafito.	Consumers Public Power District of Nevada	75	330

(x) Incluye aproximadamente, 40 MW de capacidad convencional sobre calentada.

## COLABORACIONES (Cont.)

Deber ser reconocido, que los costos estimados del capital, derivados generalmente de los estudios corrientes, son para la iniciación de nuevas clases de plantas, y prevén los edificios y unidades individuales en nuevos sitios. La duplicación de las plantas en los mismos sitios, puede determinar una economía del 30 al 40 por ciento, aun sin tomar en consideración las mejoras en los resultados, que la experiencia en la operación pueda producir. Así, se puede predecir que el costo del capital para la segunda o tercera unidad de generación, de una planta en gran escala de energía nuclear, sería comparable al costo corriente de las plantas que queman carbón, de la misma capacidad.

Varias características, que actualmente comprenden los proyectos de las plantas de energía nuclear, son el resultado de la falta de experiencia en la operación y tecnología detallada. Estas características, incluyen elaborados sistemas para prevenir los accidentes nucleares, y los edificios para contener los productos que en tales accidentes se originan. La experiencia, indudablemente sugerirá simplificaciones y métodos menos costosos para el manejo de estos problemas y conducirán a la reducción del capital. Esta tendencia será benéfica por una mejor tecnología, para obtener mayor energía, con un dado tipo físico de planta. La comparación de los materiales básicos, para una planta nuclear y una planta que quema carbón, ha sido informada por Blokhintsev y Nikolayev (I) de la URSS, en la Conferencia Internacional de la Aplicación de la Energía Atómica, con Fines Pacíficos. Estudios similares han sido efectuados en los Estados Unidos, notablemente por el Oak Ridge National Laboratory. Los dos concluyen que una planta nuclear en gran escala debería ser más simple y requerir menos material de construcción, por unidad de capacidad. Esto sugiere, que el costo del capital de una planta nuclear, ulteriormente, puede ser menor que el de una planta que quema carbón.

### Los Ciclos y Costos del Combustible

El único material natural directamente fisionable es el isótopo  $U^{235}$  que constituye 0,7 por ciento del uranio, tal como se encuentra en la naturaleza. Otros materiales fisionables, pueden obtenerse por las radiaciones en el reactor del  $U^{238}$ , para formar el plutonium y del thorium, para formar el  $U^{233}$ .

Hay diferentes tipos de reactores que pueden ser usados, para quemar combustible nuclear, a fin de producir energía. Las características deseables para un reactor, desde el punto de vista de obtener un bajo costo del combustible, incluyen: (a) alto poder específico; (b) alta temperatura, para una alta eficiencia térmica; y (c) buena economía de neutrones; alta proporción de conversión y de regeneración. El combustible debería ser simple, y de preparación económica, para ser usado en el reactor y debería además resistir largos ciclos del reactor, sin procesamiento u obtenerse mediante procesos técnicos económicos. Obviamente, varias de estas características deseables del reactor y del combustible, son incompatibles, en un sistema práctico de planta de energía nuclear.

COLABORACIONES (Cont.)

Varios trabajos presentados a la Conferencia Internacional de la Energía Atómica para Fines Pacíficos, entran en considerables detalles en la descripción del ciclo del combustible y estimación de los costos, para una variedad de diferentes proyectos de plantas de energía nuclear. Poco se ganaría, repitiendo aquí, tales detallados análisis. El lector, es referido a los estudios de A.M. Weinberg (4), J.V. Dummerth (5) y W.H. Zinn (7), como importantes contribuciones al análisis de las constantes físicas básicas, informaciones de ingeniería, problemas de la materia prima, relacionados con la consideración del ciclo del combustible, y tipos del reactor. Un estudio bastante detallado del aspecto económico de varios sistemas de reactores prometedores, es contenido en el estudio de J.A. Lane (3), ya mencionado. Informaciones adicionales y discusiones relativas a la economía nuclear, pueden hallarse en el estudio de J.A. Jukes (7) y W.B. Lewis (8).

Hay algunas conclusiones respecto a las cuales muchas personas experimentadas en el campo de la energía nuclear parecen estar de acuerdo. Estas pueden resumirse como sigue:

- (a) Las suposiciones técnicas que parecen ser obtenibles sobre la base de los resultados tecnológicos actuales, en el costo del combustible nuclear, que es competitivo, con el costo de combustible fósil.
- (b) El primer tipo de reactor, que producirá económicamente energía nuclear competitiva, será un reactor convertidor que quema  $U^{233}$  ó  $Pu^{239}$ .
- (c) Hay un incentivo a largo plazo, para inclinarse hacia el tipo de reactor que generará más materiales fisionables. Este tipo de planta de energía nuclear facilitará la normal expansión de la capacidad de potencia, con un mínimo de drenaje de uranio y torio.
- (d) Los reactores proyectados para operar principalmente sobre neutrones térmicos, eventual y probablemente usarán torio como material de alimentación, mientras que los reactores proyectados para operar principalmente sobre neutrones rápidos resultarán prácticos para quemar y generar plutonio, usando uranio como material de alimentación.
- (e) Es improbable que un único tipo de planta de energía nuclear emerja de la corriente del programa en desarrollo. Varios factores, incluyendo las condiciones locales y recursos, determinarán el tipo de planta más adaptado para una particular aplicación.

Efectos de las Dimensiones de la Planta

Ha habido una fuerte tendencia, de parte de aquellos que han proyectado plantas de energía nuclear hacia plantas de gran capacidad, para mejorar los probables

COLABORACIONES (Cont.)

resultados económicos de la planta. Así, muchos de los proyectos mencionados, usados como base de los análisis de costo, son para plantas de energía nuclear con capacidades de 100,000 a 200,000 kilowatt o más. Hay un concepto popular, de que la planta de energía nuclear, no será atractiva o económicamente competitiva, para plantas civiles relativamente pequeñas. Este concepto tiene su origen en el hecho de que a diferencia de las calderas convencionales, una cierta masa crítica de combustible nuclear debe ser reunida a fin de que el reactor opere. Si esta masa crítica es grande y expansiva, obviamente la planta debe tener una gran capacidad de producción, a fin de absorber las cargas de inventario, y realizar un bajo costo unitario aceptable. Probablemente, grandes volúmenes pueden ser requeridos para contener la masa crítica; esto conduciría a un alto costo del capital, el cual también requeriría una gran producción de energía para una aceptable distribución.

Los argumentos que anteceden son verdaderos para algunos tipos de plantas de energía nuclear, pero no deberían conducir a la conclusión de que la energía nuclear encontrará su aplicación, solamente en plantas de gran capacidad. El uso de combustibles nucleares parcialmente enriquecidos, provee una muy aumentada flexibilidad al proyecto de la planta. Por ejemplo, la masa crítica para un tipo de reactor de investigación, agua hirviente, es menor de un kilogramo de material fisionable y el reactor de pruebas de materiales de alta fusión, de agua - moderado y refrigerado requiere una carga de sólo alrededor de cuatro kilogramos de material fisionable. Si suponemos 4% por año, como carga de inventario, y 15 u\$s, por gramo para el material fisionable, se ve que la carga de inventario de un pequeño reactor, puede oscilar de 1000 u\$s a 5000 u\$s. Si las cargas de inventario del orden de 0,5 milésimos por kilowatt hora, puede ser tolerada, se deduce que resultaría practicable una planta de energía nuclear capaz de producir unos pocos millares de kilowatt de electricidad. Hay seguramente varios factores que deben ser considerados, además de las cargas de inventario. Detallados proyectos de plantas deben ser desarrollados y las plantas deben ser construídas y operadas, antes de que sea conocida la posición de la energía nuclear en las pequeñas plantas. Es razonable aclarar que ciertos tipos de reactores no serán atractivos para pequeñas plantas, no obstante que, como ya se ha indicado, hay diversas posibles variaciones en los proyectos. No hay razón conocida por la cual algunos de estos conceptos no puedan ser la base de pequeñas plantas nucleares, económicamente competitivas, en capacidades desde unos pocos millares de kilowatt, hacia arriba.

Ninguno de los reactores de energía actualmente construídos, como parte del desarrollo del programa de reactores de energía civil de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, ha sido proyectado como prototipo de una pequeña planta de energía nuclear. Cada uno de ellos se ha considerado, principalmente, como un reactor experimental destinado a suministrar la tecnología, para una gran familia de reactores, mirando principalmente hacia las plantas en gran escala. Naturalmente, mucha de la tecnología será valiosa para los proyectos de pequeñas plan

## COLABORACIONES (cont.)

tas y algunos de los reactores pueden conducir, ellos mismos, a facilitar la adaptación para proyectos de plantas en pequeña escala.

Está reconocido que gran parte de las necesidades de la población requiere plantas de mucho menos de 100,000 KW de capacidad. Con el fin de estimular el desarrollo de plantas nucleares más económicas en las poblaciones menores, la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos ha anunciado reglas especiales, en la segunda etapa, (9) de su Programa de Demostración de Reactores. Varios proyectos para la construcción de plantas de energía nuclear, con capacidades que varían entre 5000 kilowatt y 40,000 kilowatt de electricidad, pueden resultar de este programa.

Las ventajas y desventajas de diferentes proyectos de reactores son aparentes en todas las dimensiones de plantas de energía nuclear. En la misma forma que algunos proyectos no resultarían atractivos para pequeñas capacidades de plantas, habrá factores relativamente atractivos en función de la capacidad de la planta. Un ejemplo de esto se muestra en el estudio de W.H.Zinn (10), presentado ante la Conferencia Internacional para el Uso Pacífico de la Energía Atómica. Una comparación fué hecha, de reactor moderado por agua pesada y enfriada, con reactor moderado con agua ordinaria y enfriada. Se dedujo que para producciones relativamente pequeñas, las plantas con agua ordinaria, producen energía a más bajo costo, pero que para mayores producciones, la planta de agua pesada, es mejor. El punto difícil en este estudio fué el reactor de unos 200 megawatts.

Cualitativamente, la razón de estas conclusiones es, simplemente, la relativa importancia de pérdida de neutrones respecto de captura parásita. El agua ordinaria reduce la disipación de pérdidas en pequeñas plantas; pero la baja absorción de neutrones del agua pesada, se hace importante en plantas mayores. En plantas muy grandes, la mayor magnitud física de la presión requerida en la caldera, podría esperarse en las presentes dificultades de ingeniería, y la ventaja se volvería hacia los proyectos de agua ordinaria. Específicos resultados de tales estudios, naturalmente dependen mucho de las suposiciones usadas para hacer el análisis. Similares comparaciones pueden ser hechas sobre las concepciones de otros proyectos, e indudablemente mostrarían que la planta seleccionada que produce el menor costo de energía, es función de varios factores, de los cuales el tamaño de la planta, es solo uno de los más importantes.

### Pronósticos

Durante la tarde del primer día de la Conferencia Internacional del Uso de la Energía Atómica para Fines Pacíficos, representantes de doce países diferentes, informaron sobre estudios que habían sido hechos con respecto al probable aumento de las necesidades de energía, y el posible rol de la energía nuclear. Estudios adi

COLABORACIONES (cont.)

cionales fueron informados en las Actas de la Conferencia, pero no pudieron ser considerados oralmente. Se desprende claramente de estos estudios, que la energía nuclear es considerada con diferentes perspectivas, en distintos lugares del mundo. Algunas áreas, ya abocadas a la carestía de combustible y al alto costo de la energía, miran esperanzadas a la energía nuclear como una solución de difíciles situaciones locales. Otras, que pueden ser más pacientes y atentas, en razón de los recursos de energía existentes, miran a la energía nuclear como un suplemento que será disponible, cuando esté en competencia con otras fuentes de energía. La gran diferencia de las situaciones locales hace que sea muy importante el aspecto "economía de la energía nuclear", considerado en el nivel local o nacional.

La energía nuclear ha captado la imaginación de la población en grandes sectores del mundo. Hay una tendencia a aceptar el bajo costo de la energía nuclear, como un hecho consumado, mucho antes de que se hayan solucionado varios problemas de dificultades técnicas, o que se haya demostrado el "bajo costo" de las plantas. Esta situación determina una creciente presión en aquellos países donde se desarrollan programas activos de reactores de potencia. Hay poca discusión, más allá de cual energía nuclear será competitiva. La sola cuestión es cuando será competitiva. Desde que la "competencia" es completamente diferente en distintos países, es perfectamente posible que haya zonas y aplicaciones, ahora mismo, en las cuales la energía nuclear sea ya "competitiva".

Toda tentativa para predecir la extensión de la industria de la energía nuclear, como una función del tiempo, envuelve más que riesgos comunes, en un pronóstico a largo plazo. Aquellos que han hecho tales tentativas, han llegado a cifras muy impresionantes.

No parece envolver demasiado riesgo la declaración de que la energía nuclear tendrá una parte importante en el suministro futuro de los requerimientos de energía del mundo. Puede decirse también con seguridad, que probablemente gran cantidad de energía de origen nuclear será transformada, transportada y usada como energía eléctrica. Vale la pena decir también, sin embargo, que un reactor nuclear es una nueva y única fuente de energía. Si bien la radiación no es una gran fracción de la total energía liberada en un reactor, esta forma de energía puede tener muy grandes aplicaciones de gran importancia económica. Ha habido un simple principio en la exploración de las muchas aplicaciones retributivas de las fuentes de energía nuclear.

R E S U M E N

No hay ya duda alguna de que las centrales nucleares están llamadas a desempeñar en el futuro, un rol importante en la producción mundial de energía. El aumento de la demanda, y la insuficiencia de las fuentes de energía convencionales, exi-

COLABORACIONES (cont.)

girán una utilización, cada vez más creciente, de esta nueva fuente de energía.

El género de reactor de potencia a emplear dependerá de la región en la que se quiera asegurar las necesidades, así como de las aplicaciones prácticas para las cuales el reactor está destinado. Parece pues improbable que un solo tipo de reactor resulte ideal para la producción civil, en su conjunto. Debe más bien esperarse que varios tipos sean empleados para responder a diversas necesidades,

Cuando se trata de recurrir a una fuente de energía con preferencia a otras fuentes disponibles, el factor "costo" juega naturalmente un rol importante. Desgraciadamente por el momento se dispone de muy pocos datos precisos sobre el costo de la energía nuclear. Los estudios basados en extensivas experimentaciones y sobre el estudio de diversos modelos indican, sin embargo, que sería posible en ciertas condiciones, obtener la energía nuclear en los Estados Unidos al precio de siete "milésimos" por kilowatt hora, o aún menos, en las centrales con una capacidad de generación de 100,000 KW o más.

La obtención de la energía nuclear a bajo costo, está subordinada a la solución de varios problemas técnicos que intervienen en los costos de producción. La rapidez con la cual la producción de energía nuclear ocupará un lugar importante en la producción mundial, dependerá, en gran parte, de la rapidez con la cual se resolverán estos problemas.

- 
- (4) P.862. Survey of Fuel Cycles and Reactor Types, by A.M.Weinberg
  - (5) P.403. Fuel Cycles and Types of Reactor, by J.V.Dunworth
  - (6) P.814. Review of Fast Power Reactors, by W.H.Zinn.
  - (7) P.300. The Cost of Power and the Value of Plutonium from Early Nuclear Power Stations, by J.A.Hukes.
  - (8) P.4. Some Economics Aspects of Nuclear Fuel Cycles, by W.B.Lewis
  - (9) Press Release Nº 695. September 21, 1955, AEC Invites Proposals for Small Scale Experimental Nuclear Power Plant.
  - (10) P.495. Heavy Water Reactors for Industrial Power Including Boiling Reactor, by H.P.Iskenderian, L.E.Link, M.Treshow and J.M.West.