REPUBLICA ARGENTINA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

boletín informativo

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

AÑO II ABRIL 1958 Nº 4

S U M A R I O

MATERIAS PRIMAS 2/6
Argentina; Conrrelacion Jujuy - U.S.A.
CIENCIA Y TECNICA 7/8
E.E.U.U., Radiotoxina - G.Bretaña, Reac. Anal. -
APLICACIONES 9/13
Argentina, Radioisótopos - Sud Africa, Act. Nucl. - U.S.A. Uso de isótopos - Brasil, Planes Nucleares -
VARIOS 13/20
Exposición en R.Gallegos Nuestros Becarios - Visitas Destacadas - Cursos - Calen. Inter. -
COLABORACIONES 21/26

LOS CURSOS DE APLICACION DE LOS RADIOISOTOPOS

La Comisión Nacional de Energía Atómica ha venido recibiendo, luego del Curso de Aplicaciones de Radioisótopos dictado el año pasado, una gran cantidad de solicitudes de inscripción en eventuales cursos futuros, presentadas por profesionales de todo el país.

El deseo de satisfacer esa necesidad, junto con las grandes posibilidades de difusión del empleo de los isótopos radioactivos en la investigación, la biología, la medicina, la agricultura y la industria que se prevén luego de la promulgación del Decreto 842/58, han decidido a la Comisión Nacional a organizar cuatro cursos durante el corriente año.

1) Cada curso tendrá una duración total de seis semanas, durante las cuales se dictarán los siguientes temas: Elementos de matemáticas aplicadas - Elementos de física nuclear - Elementos de electrónica aplicada - Elementos de radioquímica - Física sanitaria y protección radiológica - Aplicaciones de los radioisótopos.

2) Los cursos a dictar son los siguientes: Curso I a partir del 5 de mayo - Curso II a partir del 30 de junio - Curso III a partir del 1º de setiembre - Curso IV a partir del 3 de noviembre.

Las solicitudes presentadas han cubierto la capacidad de los tres primeros cursos, y acaba de comunicarse a todos los interesados la vacante que les corresponde. A partir de 15 del corriente mes, quedará abierta la inscripción para el cuarto curso, que se dictará a partir del 3 de noviembre; comprendiendo seis semanas de clases teóricas y prácticas durante mañana y tarde, respectivamente. El curso está dedicado a profesionales y técnicos que deseen adistrarse en la aplicación de radioisótopos a los temas antes enumerados, y toda solicitud de inscripción o pedido de informes debe dirigirse al Departamento de Radioisótopos.

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

Argentina - Convenio con Jujuy El hecho más destacado del mes de marzo, en materia de minería nuclear, fue la firma del convenio que prevé el artículo 17 del Decreto-Ley Nº 22.477/56, entre la Provincia de Jujuy y la Comisión Nacional de Energía Atómica, representadas respectivamente por el Dr. Anibal Vitón, Interventor Nacional en dicha provincia, y el Ingeniero Capitán de Navío Ingeñero Especialista Don Oscar Armando Quihillalt, Presidente de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Este convenio noveno de los firmados entre la Comisión y las Provincias, fue rubricado el día 18 de marzo, en solemne y sencilla ceremonia en el Salón de Actos de la Comisión de Cultura de la Provincia, con la asistencia de altas autoridades civiles, eclesiásticas y militares y personalidades de las distintas esferas de la Provincia.

Finalizada la ceremonia de la firma, hizo uso de la palabra el Capitán Quihillalt, diciendo, después de los saludos de práctica:

"Con honda satisfacción he firmado este Convenio que pondrá en ejecución, en la jurisdicción territorial de la Provincia de Jujuy, las disposiciones del Decreto-Ley Nº 22.477/56, de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 17 del mismo y las contenidas en el Decreto Nº 5.423/57, que lo reglamenta.

"El Convenio al cual habéis prestado acuerdo, Señor Interventor Nacional, contempla equitativamente los intereses de la Provincia y los reclamos del progreso general del país en el desarrollo de las aplicaciones pacíficas de la energía atómica.

"Esta sencilla pero solemne ceremonia que acabamos de realizar, es una demostración evidente de vuestro espíritu de colaboración y de que sóis fiel intérprete de las inquietudes del pueblo jujeño, que confía en su riqueza potencial minera, considerándola su más segura fuente de trabajo y bienestar.

"Al firmar este Convenio en la propia ciudad de San Salvador de Jujuy, satisfago una aspiración largamente acariciada: hacerlo en una capital en la que todo nos habla de historia y minería y, también, incorporar el más septentrional de los estados argentinos, a la cadena de acuerdos que va uniendo, en franca hermandad de aspiraciones e intereses, a las provincias mineras y a la Comisión Nacional de Energía Atómica.

"El Convenio nos permite, haciendo pie en los indicios que ya poseemos sobre la existencia de minerales radioactivos en la Provincia, realizar una intensiva prospección nuclear en todo el territorio jujeño. Contamos desde ahora, para ello, con la colaboración valiosísima de los mineros de Jujuy. Más aún: los técnicos de nuestra Seccional Norte intensificarán la prospección en las áreas geológicas donde no han llegado los mineros, a fin de abrirles, facilitándoles todas las indica

MATERIAS PRIMAS

Argentina - Convenio con Jujuy (cont.)

ciones e informaciones pertinentes, nuevas áreas promisoras de prospección.

"No venimos a trabajar solos. No nos conviene, no lo deseamos. Necesitamos la mayor colaboración posible por parte de todos, ya que a todos nos interesa que Jujuy nos depare la grata sorpresa de un importante descubrimiento nuclear.

"Nuestra labor, incluso, aquí se ve beneficiada por la existencia del Instituto de Geología y Minería de la Universidad Nacional de Tucumán. Vamos a aprovechar la oportunidad que nos brinda esa alta Casa de Estudios. Nuestra Seccional Norte hará, por su intermedio, los ensayos y trabajos técnicos que fueran necesarios. Ganaremos así tiempo y ahorraremos esfuerzos. Y ganaremos más: la capacitación de técnicos, de los que tanta urgencia tiene el país. Técnicos que se irán formando al amparo de las disciplinas del predicho Instituto universitario.

"Señor Interventor Nacional: es del altiplano jujeño, casi en su mismo límite con la República hermana de Bolivia, de donde arranca la extensa serie de manifestaciones uraníferas que, con rumbo aproximadamente Norte-Sur, se extiende con cierta intermitencia hasta los Andes patagónicos, siguiendo los primeros relieves montañosos de Jujuy, Salta, Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza y Neuquén. En vuestra Provincia esta serie de manifestaciones, portadoras de pechblenda, se presentan asociadas, principalmente, con minerales de níquel, cobre, plomo y cinc.

"Ved pues cuanto podemos prometer como fuente de trabajo y los beneficios que, con el esfuerzo conjunto, podrían también lograrse para las demás minerías jujeñas.

"Señor Interventor Nacional:

"Que el mayor de los éxitos corone la meta de este esfuerzo común del cual acabamos de dar el primer paso".

Por su parte, el Interventor jujeño, también previo saludo de rigor, dijo:

"Es para mí un honor la presencia del Señor Presidente de la COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA y su digna comitiva. Mucho más si a ello se une el auspicioso hecho de la firma de un convenio para la exploración y explotación de las minas de uranio de la provincia.

"Junto a ello, la conciencia de la trascendencia del acto, en uno de los procesos más candentes en esta era de continua evolución técnica y de transformaciones científicas.

"Las posibilidades que ha abierto al progreso humano el descubrimiento de los procesos de desintegración del átomo, son casi inimaginables: un sabio francés ha dicho que en la historia del hombre es algo así como un segundo descubrimiento del fuego.

MATERIAS PRIMAS

Argentina - Convenio con Jujuy (cont.)

"Aunque lo que más se ha impuesto a la imaginación de los hombres son sus posibilidades terroríficas de destrucción bélica, es evidente que a la luz del concepto cristiano de la vida, de los verdaderos intereses de la humanidad y del arraigado sentimiento de nuestro país, su verdadera importancia está en otra parte: en sus posibilidades de uso pacífico. Entre ellas, el enorme acrecentamiento de la energía de trabajo, que ya no es un mero proyecto para el futuro, puesto que en Inglaterra se están construyendo centrales eléctricas y en los Estados Unidos un submarino a reacción atómica ha cumplido una vuelta al mundo.

"En materia de investigaciones biológicas y de acción médica, el uso del radioisótopo abre horizontes promisorios en la lucha contra el cáncer, para no citar sino uno entre múltiples ejemplos.

"Pero, así como el uso de la energía nuclear pone a disposición del hombre una fuerza gigantesca, su utilización es delicada y peligrosa en extremo, lo que ha llevado a todos los países que van a la vanguardia en la materia a confiar su manejo, y a veces su monopolio, a organismos técnicos oficiales de un alto grado de capacitación científica. Tal es la función que en nuestro país cumple la Comisión Nacional de Energía Atómica, dentro del régimen del Decreto-Ley N° 22.477 del año 1956 y su Decreto Reglamentario N° 5.423/57.

"Es evidente que la Provincia de Jujuy -y lo mismo puede decirse de cualquier otra provincia- no cuenta, por ahora, ni por asomo, con los recursos materiales ni con el personal científico, altamente calificado, para llevar adelante la empresa del aprovechamiento de la energía atómica, por lo que está perfectamente justificado que acuda a un régimen de convenio con la Nación como éste que ahora se firma.

"Bueno es que la opinión de la Provincia sepa que la discusión de las cláusulas del convenio ha sido laboriosa, a pesar de la extraordinaria buena voluntad que en todo momento han puesto ambas partes: la Comisión Nacional de Energía Atómica, en representación de la Nación, y esta Intervención Federal, en representación de la Provincia; y ello se debió, sobre todo, a la dificultad para conciliar el sentimiento y la tradición federalista, tan legítimos y ahora tan reavivados por la Revolución Libertadora, con los intereses superiores de la nacionalidad. Creemos que el texto a que se ha llegado es el fruto maduro de la buena voluntad de ambas partes y lo consideramos a todas luces inobjetable. Pero, a mayor abundamiento y para mejor garantía de los legítimos intereses de la Provincia, este convenio se ha supeditado a la aprobación de la Honorable Legislatura y, además, fué consultado, oportunamente, con las nuevas autoridades electas de la Provincia, quienes manifestaron su entera conformidad.

"Esta consulta se ha impuesto el Gobierno de la Intervención y ha encontrado

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

Argentina - Convenio con Jujuy (cont.) inmejorable acogida en los gobernantes electos, con el propósito de que la provincia no sufra ningún cambio brusco en su marcha de progreso, comprometiendo su futuro en actos trascendentales como éste - que a corto plazo podrían ser fundamentalmente modificados.

"Desde que me hice cargo del Gobierno ha sido mi norte el bienestar de la provincia, cuyos destinos se me confiaron y hasta el último momento trataré de que mis actos sean dirigidos al bienestar colectivo del pueblo, con prescindencia de situaciones de carácter personal, en donde jueguen la vanidad o la especulación de cualquier índole.

"Bueno es también que los jujeños sepan que en estos meses que duraron las tratativas, los técnicos de la Comisión Nacional de Energía Atómica no han estado inactivos. Han realizado trabajos de no escasa importancia para ubicar posibles yacimientos de minerales nucleares, sometiendo a examen 84 minas y habiéndose localizado 8 yacimientos con manifestaciones radioactivas. Como consecuencia de ello la Comisión Nacional de Energía Atómica ha declarado zonas de prospección obligatoria en la Provincia, las tres siguientes: una al N.O. del Río Grande, desde León a Palpalá; la segunda sobre el Río de Las Burras y la tercera alrededor de Huacalera.

"El ardiente espíritu de trabajo, la capacidad técnica y el patriotismo de las autoridades de la Comisión Nacional de Energía Atómica ha tenido hace poco una manifestación llamativa: la de haber construído íntegramente en el país, en sólo diez meses, el primer reactor atómico, puesto en funcionamiento el 20 de enero ppdo.

"Por ello; con plena confianza de que en estos momentos aportamos nuestro grano de arena para la grandeza de la Nación y la prosperidad de esta Provincia, pedimos a Dios ilumine estas explotaciones, dirigiéndolas hacia un destino de paz y bienestar".

De inmediato, el Jefe del Servicio Minero del Departamento de Geología y Minería de la C.N.E.A., Dr.Eilir Evans Morgan, disertó sobre el estado actual y las posibilidades futuras de la minería nuclear jujeña.

La breve estada de la delegación de la C.N.E.A. en la Provincia de Jujuy sirvió para poner en evidencia hasta qué punto las fuerzas activas y populares del extremo Nororeste argentino están compenetradas de la importancia y jerarquía que tiene para el país la exhaustiva búsqueda de sus yacimientos de interés nuclear y la imperiosa necesidad de que, en tales tareas, coadyuven con la C.N.E.A. las fuerzas mineras de la actividad privada.

MATERIAS PRIMAS

U.S.A. Como resultado de recientes discusiones acerca del problema del uranio en los Estados Unidos, surge una serie de datos interesantes que reseñamos a continuación:

La capacidad de las 16 plantas de molienda existentes, y las que están en construcción en los Estados Unidos es actualmente de 18.000 toneladas diarias.

Los Estados Unidos pagan un precio promedio de 11,15 U$S por libra de uranio importado en forma de concentrado. Tanto los precios sud-africanos como los canadienses se hallan alrededor de ese valor. El precio por el mismo material producido en USA es de U$S 9,60.

La producción de uranio en los Estados Unidos, espresada en toneladas de mineral, es la siguiente: año 1956, 3 millones; año 1957, 3,6 millones; año 1958, 5,5 millones, y año 1959, 7,2 millones de toneladas.

Debido a sus diferentes leyes, para producir la misma cantidad de óxido de uranio que se extrae de una tonelada de mineral promedio estadounidense, son necesarias dos toneladas y media de mineral promedio canadiense.

Los minerales recibidos de todas las plantas privadas y los depósitos adquidos por el Gobierno, totalizaron en 1957, 3.676.000 toneladas cortas; mineral procesado totalizó: 3.575.000 con un promedio de 0.27% de U_3O_8; mineral acumulado al 31 de diciembre, 2.033.000 toneladas cortas; y fueron pagados durante el año U$S 2.447.835 por pagos adelantados a producciones incipientes.

La producción norteamericana de concentrado es actualmente de 10.000 toneladas anuales, y se prevé que aumente a partir de este año a 15.000 toneladas por año. Antes de fines de 1959 podría alcanzar de 17.000 a 18.000 toneladas.

Las reservas estimadas de los Estados Unidos alcanzan actualmente a 78 millones de toneladas de mineral, contra 60 millones del año pasado. Estas reservas representan aproximadamente 200.000 toneladas de óxido de uranio, cifra que se considera suficiente para 10 años.

Las cifras de ventas de uranio en los Estados Unidos son las siguientes: año 1956, U$S 134 millones; año 1957, U$S 171 millones; año 1958, U$S 247 millones, y año 1959, U$S 322 millones. Las ventas al extranjero para 1959 se estiman en unos U$S 400 millones.

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

Estados Unidos - Radiotoxina Científicos de la Corporación de Ciencia Nuclear e Ingeniería de Pittsburgh, están trabajando en un importante proyecto sobre protección de radiación. Ellos han confirmado la existencia de una sustancia tóxica en la sangre de ratas que habían sido expuestas a irradiaciones de rayos X. Si esta sustancia tóxica puede ser indentificada, existe la posibilidad de que pueda ser descubierta una antitoxina, que aliviaría algunos de los efectos de las radiaciones.

Este factor en la sangre, que está relacionado con efectos patológicos, puede ser transmitido de un animal a otro por el suero sanguíneo, y hay una mayor probabilidad de que, tal vez, pueda producirse una antitoxina para combatirlo. A la cabeza de estas investigaciones está el Dr. Edelmann, Jefe del Departamento de Biología y Medicina de la Corporación.

Por muchos años ha sido evidente que la excesiva radiación produce efectos tóxicos o nocivos sobre los animales, incluyendo el género humano. Estos efectos varían desde naúseas o quemaduras leves de la piel, hasta la muerte instantánea si la dosis es fuerte. Las posibilidades de muerte están en relación con la intensidad de la dosis, pero los científicos han notado durante años que, además de los casos en que la muerte sobreviene muy pronto, los efectos tóxicos se transmiten por el caudal sanguíneo. Muchos experimentos se han realizado para tratar de demostrar este punto, pero ninguno de ellos produjo, hasta ahora, resultados concluyentes.

La norma general de estos experimentos fué exponer ratas o ratones a rayos X, y luego inyectar su suero sanguíneo a ratas o ratones no irradiados, y observar los efectos. Los primeros resultados fueron desalentadores, principalmente porque todos suponían que los efectos máximos se obtendrían con suero tomado inmediatamente después de la exposición. El Dr. Edelmann y su personal pensaron que el suero podría contener más toxina si se lo extrajera algún tiempo después de la exposición. Esta idea resultó el punto decisivo de los experimentos.

Había también otra idea de similar importancia, y ella consistía en disminuir la resistencia a las toxinas en el suero de animales no irradiados, extirpándoles las glándulas suprarrenales. El experimento fué entonces probado otra vez.

Las glándulas suprarrenales les fueron extirpadas a un grupo de ratas. Otro grupo fué expuesto a los rayos X, y el suero sanguíneo de estos animales (que podríamos llamar suero radiotóxico) fué inmediatamente inyectado a ratas desprovistas de sus glándulas suprarrenales. El resultado fué negativo y el experimento fué repetido, esta vez con suero extraído 24 horas después de efectuada la irradiación. El resultado fué que aumentó significativamente el promedio de ratas muertas.

En otro experimento, el suero radiotóxico de algunas ratas fué inyectado en algunos ratones, para lograr el efecto de un suero más concentrado. Los ratones recibieron primero una dosis de rayos X que hubiera matado al 20% de ellos en treinta días. Cuando fueron inyectados con suero radiotóxico estacionado durante 24 hs, el promedio de mortalidad se duplicó.

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

Estados Unidos - Radiotoxina (Cont.) Dos fenómenos aún más interesantes fueron observados durante estos experimentos. Primero, se descubrió que si el suero era inyectado en ratones que no habían sido expuestos a radiación -ratones que aún tenían sus glándulas suprarrenales- no se producían efectos en absoluto. Segundo, el suero perdía su toxicidad si se lo dejaba permanecer en un laboratorio por tan sólo media hora.

Los descubrimientos resultantes de estas experiencias fueron confirmados independientemente por otros dos científicos. El Dr. T.F. Dougherty, en la Universidad de Utah, estuvo sometiendo animales a una variedad de estímulos nocivos y observando los efectos. El también descubrió que en los ratones desprovistos de sus glándulas suprarrenales, el promedio de mortalidad aumentaba considerablemente cuando eran inyectados con suero de ratones irradiados.

En la Universidad de Michigan, el Dr. Owen France observó un cambio en el porcentaje de glóbulos blancos en animales que eran inyectados con suero de ratas irradiadas. (Bajo porcentaje de glóbulos blancos ha sido durante mucho tiempo asociado con exposiciones a radiación).

El Dr. France descubrió también que el factor tóxico en el suero de rata es aparentemente una parte de la fracción de albúmina en lugar de la fracción de globulina de la sangre.

Las investigaciones continúan en la Corporación de Ciencia Nuclear e Ingeniería, para establecer con precisión en qué grado la toxicidad del suero de rata está relacionado con el tiempo transcurrido desde la irradiación, es decir, en qué momento del lapso posterior a la irradiación, el suero alcanza su más alta potencia. Como agregado a lo expuesto, se está trabajando para aislar químicamente el factor tóxico, y, si esto pudiera lograrse, es de creer que pueda producirse o elaborarse una anti-toxina que aliviaría los efectos nocivos de las radiaciones.

Las radiotoxinas no son sino una entre un número considerable de sustancias, que están siendo investigadas como posibles agentes radioprotectores, y el obejtivo está siendo perseguido en un gran número de países.

Gran Bretaña - Reactor analítico La English Electric Co. Ltd. ha producido para el mercado un símil analítico de reactor nuclear. Desarrollado en la División de Energía Atómica de la compañía, en Whetstone, reproducirá todos los aspectos del funcionamiento de los reactores nucleares. Consiste en una simple máquina análoga que puede resolver algunas ecuaciones fundamentales que representan las acciones de un reactor bajo condiciones de operación. También controla o varía estas acciones, operaciones que permiten adquirir cierta experiencia sobre el sistema de control de un reactor.

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

Argentina - Radioisótopos El Departamento de Radioisótopos, al par que va integrando su equipo de personal, avanza lentamente en el cumplimiento del plan de trabajo oportunamente adelantado. Esta breve reseña será más ilustrativa si se hace referencia a los temas enunciados en aquel plan; al mismo tiempo se adelanta el esquema de organización que se propondrá para el funcionamiento del Departamento.

División Producción:

Operación en el reactor: se continuó investigando las posibilidades de producción del R.A.1, con nuevas irradiaciones de Au, S, BrK, CO_3Na, Te, etc.

Operación en las máquinas aceleradoras: se iniciaron estudios tendientes a determinar los factores comerciales relacionados con la irradiación en el sincrociclotrón y el acelerador en cascada.

Procesamiento químico: continuaron estudiándose los métodos de producción de Na24, Au198 (coloidal), I 131, P 32 y S 35. Se hicieron proyectos para la construcción de laboratorios y celdas para trabajos con actividades de hasta 1 c. Se llevó a cabo la construcción de un aparato semiautomático para cortar alambre de Au 198 destirado a la preparación de granos y se adelantó en la instalación de otro para la preparación de Au 198 en estado coloidal.

Preparación de moléculas marcadas: Ya se está en condiciones de iniciar la provisión de algunos compuestos orgánicos marcados con C 14.

Construcción de fuentes: se prepararon diversas fuentes radioactivas para investigación, así como se suministraron a organismos nacionales fuentes de uranio y de cobalto para calibración y trabajos de defensa radiológica.

Medición, análisis y calibración: se están realizando las gestiones previas para comisionar a un miembro de la División para trabajar en el National Bureau of Standards sobre este tema.

Fraccionamiento: está en construcción un aparato para el fraccionamiento y envase de material radioactivo.

Adquisición: continúa efectuándose con toda regularidad la compra de radioisótopos en Gran Bretaña, Francia y Estados Unidos.

Entrega: se está estudiando la conveniencia de ampliar los servicios de entrega, de manera de poder satisfacer la previsible demanda futura.

Financiación: se trata de acelerarla apertura de cuentas en Harwell, Amersham, Oak Ridge y Saclay, muy demorada por las circunstancias conocidas.

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

Argentina - Radioisótopos (Cont.)

Divisiones Aplicaciones , Contralor y Servicios:

El esquema de organización de estas divisiones será proporcionado en nuestro próximo número del mes de mayo.

Sud Africa - Actividades nucleares. En agosto, la Unión Sudafricana dió a conocer su programa de investigación en energía nuclear, el que comenzó con la visita al Reino Unido del Dr. A.J. Roux, Director de Planeamiento e Investigación del Consejo de Energía Atómica, durante la cual tuvieron lugar discusiones sobre los temas atingentes. Todas las investigaciones tendrán lugar dentro de la competencia del Consejo, que es por sí mismo responsable ante el Ministerio de Asuntos Económicos y Minería. El Dr. Roux visitó también Canadá, Estados Unidos, y el Continente Europeo, y como resultado de su visita se espera que el programa de investigación podrá desarrollarse con un mínimo de pérdida de tiempo, y esfuerzos y materiales. Se ha sugerido recientemente la instalación de un reactor experimental en Ciudad del Cabo, para uso de las Universidades de Ciudad del Cabo y de Stellenbosch.

La Junta para la Investigación Científica e Industrial está planeando un amplio proyecto de entrenamiento en física nuclear. Este anuncio fué hecho por el presidente de la Junta, Dr. S.M. Naude, cuando inauguró una conferencia de tres días sobre radioisótopos, en Pretoria. Asistieron a las conferencias representantes de Gran Bretaña, Bélgica, Francia, Nigeria, Ghana, los Territorios Portugueses, las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud. El adiestramiento en los usos, manejo y posibilidades de los isótopos es una de las necesidades urgentes de Sud Africa. Existiría también un proyecto de colaboración, de modo que los científicos puedan ser secundados por la industria para uno de los mayores laboratorios nacionales de investigación para proyectos específicos.

Con el tiempo, los isótopos jugarán, sin duda alguna, un rol muy importante en el desarrollo de la agricultura y la industria sudafricanas.

La Autoridad de Energía Atómica del Reino Unido pagará £5.000 por tonelada de U_3O_8 en mineral proveniente de cada nueva mina de la Federación de Rhodesia y Nyasaland. Este precio será aplicado a las primeras 5 toneladas de óxido producido, y la oferta se mantendrá hasta el 1° de marzo de 1962. Además de este precio especial, los valores normales serán 30-40 chelines por libra de óxido, de acuerdo a la ley del mineral. Hasta el 31 de marzo de 1964 la Autoridad comprará por año, minerales con hasta 100 toneladas de contenido de óxido de uranio, y pequeñas partidas de mineral conteniendo no menos de 1/4 de tonelada de óxido. Estos anuncios han estimulado el interés de los "prospectores de fin de semana" y las oficinas de Salisbury se mantienen muy activas.

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

Sud Africa - Actividades Nucleares (Cont.) Siempre que se encuentren yacimientos de uranio de suficiente importancia, la Autoridad establecerá su propia planta de procesamiento en la Federación. La Autoridad de Energía Atómica del Reino Unido está por comenzar un reconocimiento aéreo sobre 6.000 millas cuadradas de Rhodesia del Sur, para la búsqueda de materiales radioactivos. En base a sus resultados se han de publicar mapas indicando probables zonas de interés para los prospectores.

El Dr. Basil Schonland, director delegado del Establecimiento de Investigaciones de Energía Atómica de Harwell, manifestó recientemente en Johannesburgo que Sud Africa está asegurada con su uranio por los próximos 20 años por lo menos, y mientras tanto los científicos están vislumbrando la posibilidad de obtener un mayor rendimiento del uranio. No puede estar muy lejos el día en que 1 KW/h. de energía requerirá menos que 1/30 de la cantidad de uranio que se consume actualmente. Pero la disminución de los precios significará un aumento en la demanda. Para 1970 es probable que el costo de la electricidad nuclear sea sólo 2/3 del precio de la obtenida en base al carbón.

El valor de todos los materiales nucleares exportados por Sud Africa en 1956 fué de £38.500.000, pero con todas las plantas de uranio en plena operación estará capacitada para exportar en una proporción de casi £ 50 millones anuales. La industria uranífera de la Unión ha estimulado el desarrollo industrial, y cuando se complete el presente programa de construcción, se habrán invertido £ 66 millones en plantas de extracción de uranio y equipos auxiliares.

Sud Africa tiene la buena de ser uno de los últimos países que necesitarán de la energía atómica, excepto en aquellos lugares en que el carbón no sea fácilmente obtenible. En pocos años podrá ser económicamente muy ventajoso para el Cabo Oeste poseer energía nuclear. El carbón está actualmente a 50 chelines por tonelada, así que, por el momento, la energía nuclear no puede competir con la convencional. Dentro de algunos años la posición será probablemente la inversa. Por lo tanto, es para Sud Africa una necesidad casi imperiosa encarar el problema de tener hombres experimentados, y sería muy conveniente que siguiera el ejemplo de Australia, mandando gente recién iniciada a Harwell. La Cámara Industrial del Cabo prevé una planta generadora de electricidad basada en energía nuclear, produciendo energía a 1/4 de penique menos por unidad que la producida actualmente en base al carbón; es ésta una posibilidad que sería perfectamente factible si se previera una planta tipo Calder Hall. El establecimiento de una planta tal, resultaría probablemente en el crecimiento de nuevas industrias en las vecindades, basadas en la utiligación de los derivados de los procesamientos nucleares. La dificultad actual en la producción de energía por carbón, radica en la capacidad limitada de los ferrocarriles en transportar el combustible a los lugares en que se lo necesita. La energía nuclear eliminaría este problema.

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

USA - Uso de isótopos

Antes del uso cada vez más intenso de los radioisótopos, la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, está reemplazando su método estadístico de distribución de isótopos en base a autorizaciones por uno en base a licencias.

Desde el 2 de agosto de 1946 hasta el 10 de febrero de 1956, los isótopos eran entregados bajo una autorización de la Comisión de Energía Atómica de los E.E.U.U. El 10 de febrero de 1956, la autorización fué cambiada por una más formal en base a licencias, y fué comenzada la tarea de cambiar las autorizaciones por licencias. A raíz de que este proceso está ahora completo en un 90%, y ya que el procedimiento de las licencias lleva casi dos años de ejecución, la Comisión de Energía Atómica está llevando un registro de licencias.

El informe mensual correspondiente a octubre de 1957 estableció que 4.353 organizaciones han sido autorizadas, o están en posesión de licencias, desde el principio del programa. El informe de noviembre, el primero bajo el nuevo sistema, incluye sólo 3335 organizaciones bajo licencia. El número total actual de licencias válidas es más bajo por estas razones:

1° Grandes instituciones, con filiales en distintos puntos, que antes poseían varias autorizaciones, han logrado una sola licencia básica (En realidad, este es uno de los propósitos del procedimiento de licencias).

2° Varias autorizaciones aguardan aún la conversión a licencia.

3° Durante los casi 12 años de utilización de radioisótopos, algunas organizaciones los han usado en forma discontinua.

4° La cantidad de isótopos utilizables bajo la licencia general (Código de Regulaciones Federales, título 10, 30° parte, sección 30.72) ha sido aumentada; algunos usuarios compran isótopos bajo licencias generales, sin necesidad de licencia específica, y de este modo no están incluídos.

Brasil - Planes nucleares

La política atómica del Brasil ha quedado definida con la firma del Decreto 39.872 del 31 de agosto 1956, después de haber decidido el Presidente la adopción de las recomendaciones del Consejo Nacional de Seguridad. Estas incluían el control gubernamental de las explotaciones de material estratégico nuclear y la suspensión de la exportación de materiales de importancia nuclear. Dichas exportaciones sólo son posibles después de haber sido aprobadas por el Concejo Nacional de Seguridad y a cambio de equipos nucleares y ayuda técnica en el campo nuclear.

Cualquier convenio futuro con el extranjero deberá ser por períodos breves y será especificado cuidadosamente, en forma tal que no pueda causar impedimento alguno a la industria nuclear brasileña.

Fuera del reactor de Sao Paulo inaugurado en enero ppdo. y que será usado por

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

Brasil - Planes nucleares (Cont.) la facultad y los estudiantes de la Universidad de Sao Paulo para el adiestramiento y la investigación en los campos de la ingeniería nuclear, física de reactores, ensayos de materiales, la investigación médica y otras ramas de los estudios biológicos y químicos, la Universidad mantiene en funcionamiento un betatrón de 25 millones de voltios y un generador Van der Graaf de 4.5 millones de voltios; no menos de seis nuevos betatrones se están construyendo en el Brasil. Hace algunos años que los Institutos de Biología en Río de Janeiro y Sao Paulo usan radioisótopos para sus investigaciones biológicas; además en la Escuela Politécnica de la Universidad del Brasil se ha dictado un curso bienal de ingeniería nuclear. El Brasil se ocupa también activamente de la investigación de los fenómenos de la radiación cósmica y este trabajo ha encontrado aplicación en la contribución del Brasil al Año Geofísco Internacional.

La American and Foreign Power Company invertirá en el Brasil 250 millones de dólares en el curso de cinco años en la construcción de plantas atómicas de 10 MW término medio de capacidad. Tales plantas resultarán sumamente importantes en un país donde escasea la energía y que debe desarrollarse en ese sentido a fin de mantenerse a la altura de las exigencias cada vez mayores de una población y una industrialización en rápido aumento.

V A R I O S

Exposición en Río Gallegos Tal como anunciáramos en nuestro número anterior, entre los días 16 y 20 de marzo, se llevó a cabo en el Salón de Actos de la Casa de Gobierno de la Provincia de Santa Cruz, en Río Gallegos, la exposición "La Argentina y el Atomo"

Durante su transcurso, fueron pronunciadas sendas conferencias divulgatorias: una de índole general a cargo del señor Carlos A. Kroll, del Departamento de Informaciones Atómicas; y otra referente a la prospección, exploración y explotación en la minería nuclear, a cargo del Dr. Oscar L. Baulíes, Jefe de la Seccional Austral del Departamento de Geología y Minería.

Las conferencias fueron ilustradas con proyección de dispositivos y películas documentales.

Además se dictaron clases especiales para los establecimientos de enseñanza secundaria.

Nuestros Becarios

Con destino a Inglaterra, partió el 27 del pasado mes de marzo el Licenciado Jorge Antonio Coll, de la División Metalúrgica del Departamento de Reactores Nucleares.

V A R I O S

Nuestros Becarios

Durante un período de 17 meses, el Licenciado Coll realizará estudios en la Universidad de Birmingham sobre temas de investigación metalúrgica, y asistirá a los cursos que se dictan en el Department of Physical Metallurgy bajo la dirección del profesor Dr. Roberto W. Cahn.

El día 7 del corriente mes regresó de E.E.U.U. el Dr.Dan Beninson, quien permaneció en ese país por espacio de 34 meses.

Durante aproximadamente 9 meses trabajó en radiobiología en el Radiation Laboratory de Berkeley. Fué secretario científico del Comité de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas; delegado asesor por Argentina ante el mismo Comité; y consultor en problemas de Precipitación Radioactiva Atmosférica de la Secretaría del mismo Comité.

Visitas Destacadas

El sábado 29 de marzo, procedentes de Brasil, arribaron al aeropuerto de Ezeiza dos técnicos de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos.

Son ellos los señores Tom Mc Carvill, Director Delegado Asistente de Exploración; y Raymond Beard, Delegado para América Latina del Departamento de Materias Primas.

Los señores Mc Carvill y Beard permanecieron en nuestro país muy pocos días, siendo el destino posterior de su jira, la ciudad de Santiago de Chile.

Cursos

Julio 7 a Agosto 29	- Sesión de la Escuela de Verano de Física Teórica - Universidad de Grenoble - Les Houches (Alta Savoia) FRANCIA.
Junio 2 a 4	- Calculadoras y automatización - Universidad de Texas U.S.A.
Junio 8	- Seminario sobre la automatización, los contactos eléctricos, los ciclos de energía nuclear - Universidad de Pennsylvania - U.S.A.
Junio 16 a 25	- Control automático, investigación operacional - Universidad de Michigan - U.S.A.
Junio 17 a 21	- Tecnología industrial - Cornell University - Ithaca, N.Y. - U.S.A.

V A R I O S

Calendario Internacional de Conferencias, Congresos y Exposiciones

Abril 20 a 23 - Conferencia de la ingeniería química sobre las generatrices nucleares de agua pesada - Instituto Americano de Ingenieros Químicos e Instituto Químico del Canadá - Montreal. CANADA.

Abril 20 a Mayo 2 - Reunión de primavera del Instituto de Metales - LONDRES.

Abril 21 a 24 - Exposición sobre los metales en polvo - NEW YORK

Abril 22 a 24 - Conferencia sobre los sistemas electrónicos - Los Angeles - U.S.A. -

Abril 24 a 26 - Congreso Internacional de medicina interna - FILADELFIA.

Abril 27 a Mayo 1º - 60º Reunión anual de la Sociedad Americana de Cerámica - PITTSBURGH - U.S.A.

Abril 27 a Mayo 1º - Reunión de la Sociedad Electroquímica de América:
Aislamiento eléctrico
Electrónica
Electrotermia y metalurgia
Electrólisis industriales.
Electroquímica teórica.
Coloquio sobre la electrocinética y los fenómenos de membrana - NEW YORK.

Abril 27 a Mayo 6 - 12ª Feria industrial - HANNOVER - ALEMANIA.

Abril 28 a Mayo 2 - Reunión de primavera del Instituto de Metales - LONDRES.

Abril 29 a Mayo 2 - Congreso internacional anual de salud pública - EASTBOURNE - INGLATERRA.

Otoño 1958 - Coloquio sobre los sólidos no metálicos - LENINGRADO - U.R.S.S.

Mayo 1958 - Jornadas nacionales de la industria cerámica.
Jornadas nacionales de estudio de los árgilos, dentro de la Exposición Internacional de Bruselas - BRUSELAS.

V A R I O S

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

Mayo 1 a 4 - 20º Congreso de la Sociedad Italiana de Radiología y Medicina [illegible]ar: Radiodiagnóstico moderno de las vías biliares. Radioterapia de los tumores malignos de faringe. Milán - ITALIA.

Mayo 4 a 7 - Reunión anual del Instituto de Aire Acondicionado y Refrigeración - HOT SPRINGS - U.S.A.

Mayo 5 - 5ª Sesión del Comité consultivo internacional sobre la investigación en ciencias naturales - U.N.E.S.C.O. - MOSCU.

Mayo 5 a 6 - Conferencia sobre las propiedades de los aceros de alta resistencia - PITTSBURGH - U.S,A.

Mayo 5 a 7 - Conferencia sobre los residuos industriales - LAFAYETTE.

Mayo 5 a 10 - 1ª Exposición internacional de equipamiento de hospitales y servicios médicos - LONDRES

Mayo 6 a 9 - Coloquio internacional sobre la óptica en metrología - BRUSELAS.

Mayo 7 a 9 - Reunión de la Sociedad Acústica de América - WASHINGTON.

Mayo 7 a 17 - Exposición sobre la manutención mecánica - LONDRES.

Mayo 8 a 9 - Reunión de primavera del Refractories Institute - Hot Springs (The Homestead) - U.S.A.

Mayo 11 a 14 - Reunión del Fluid Controls Institute - Lake Placid - U.S.A.

Mayo 12 a 14 - Conferencia nacional sobre las aplicaciones de la electrónica en navegación y aeronáutica - Dayton - U.S.A.

Mayo 12 a 14 - 8ª Conferencia canadiense sobre los altos polímeros - QUEBEC - CANADA.

Mayo 12 a 16 - 3ª Conferencia Internacional de protección civil - GINEBRA.

V A R I O S

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

Mayo 12 a 16 - Congreso y exposición de la Sociedad Americana para Metales - DALLAS U.S.A.

Mayo 12 a 17 - Exposición sobre la seguridad del trabajo y equipos de protección - LONDRES.

Mayo 12 a 21 - Exposición sobre la producción: Investigación y desarrollo; formaciones y carreras; equipos y métodos de producción; la electrónica en la producción; servicios y auxiliares; energía nuclear; metales y aleaciones; terminación industrial: distribución - LONDRES (Olympia Hall).

Mayo 15 --Reunión general anual del Institution of Mining and Metallurgy - LONDRES.

Mayo 16 a 17 - Conferencia eléctrica británica - En la exposición Internacional la "British Electrical Conference" organizará una conferencia sobre "La Energía Nuclear, energía del porvenir" - BRUSELAS.

Mayo 19 a 23 - 46ª 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 - 2ª Congreso Internacional sobre la prevención de los accidentes del trabajo - Asociación nacional para la prevención de los accidentes del trabajo - Asociación de Industriales de Bélgica - BRUSELAS.

Mayo 20 a 22 - Coloquio sobre la biosíntesis de las terpenas y los esteroles (con invitación) - Fundación Ciba - LONDRES.

Mayo 21 a 23. - Reunión anual del Engineering Institute of Canadá - QUEBEC.

Mayo 25 a 31 - 8º Congreso Nacional de la Sociedad Química Italiana y participación de la Sociedad de Industria Química (Society of Chemical Industry) (Gran Bretaña) - Turín - ITALIA.

Mayo 26 a 29 - 39ª Exposición anual de la American National Office Machinery Association - CHICAGO.

Mayo 27 a 29 - 3ª Conferencia anual sobre los metales reactivos - American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers - Buffalo - U.S.A.

V A R I O S

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

Mayo 27 a 30 - Reunión de la Sociedad de Química física sobre el tema: transferencia de energía luminosa y fotosensibilización - PARIS.

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 - 11ª Asamblea de la Organización Mundial de la Salud - Minneapolis - 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.

Junio 2 a 6 - 7ª Congreso Internacional de la industria metalúrgica - Scheveningue - HOLANDA.

Junio 2 a 6 - Coloquio sobre las utilizaciones pacíficas de la energía atómica - SYDNEY - AUSTRALIA.

Junio 1ª semana - 4ª Reunión anual de la American Nuclear Society - Los Angeles - 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 - 25ª Reunión de los fisiologistas de la lengua francesa - PARIS.

Junio 4 a 6 - Congreso técnico cerámico - PARIS.

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 - 9ª Coloquio anual de espectrocospia - CHICAGO.

Junio 9 a 12 - Asamblea general de la Organización Internacional de Normalización - HARROGATE.

V A R I O S

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

Junio 9 a 13	-Conferencia internacional de cibernética y exposición de automación - NUEVA YORK.
Junio 9 a 21	-Conferencia internacional de normalización - International Standards Organisation - MANCHESTER.
Junio 10 a 13	-1° Congreso Internacional de Técnicas de Vida - Namur - BELCICA.
Junio 11 a 14	-3° Congreso americano de mecánica aplicada - US National Committee on Theoretical and Applied Mechanics - Providence - U.S.A.
Junio 15 a 19	-91° Reunión anual de la Canadian Medical Association - HALIFAX (Nova Scotia).
Junio semana 16	-Congreso británico de la energía eléctrica - BRIGHTON - GRAN BRETAÑA
Junio 16 a 30	-5° Congreso internacional y exposición sobre la electrónica y la energía nuclear.
Junio 17 a 21	-Sesión anual y reuniones técnicas de la Comisión I (Física de muy bajas temperaturas) del Instituto Internacional de Refrigeración - DELFT BELGICA
Junio 17 a 21	-Congreso Internacional de metalúrgica - Lieja - BELGICA
Junio 19 a 21	-Reunión anual de la Sociedad de Medicina Nuclear - Los Angeles - U.S.A.
Junio 19 a 21	-Conferencia sobre la transferencia de calor y la mecánica de los fluídos - Berkeley - U.S.A.
Junio 23 a 28	-Reunión sobre las tres temperaturas básicas - Leyde - PAISES BAJOS
Junio 24 a 26	-Coloquio sobre la cancerogénesis (con invitación) - Fundación Ciba - LONDRES

V A R I O S

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

Junio 24 a 26	-Coloquio sobre la organización de los proyectos en ingeniería química, en los cuadros de la exposición de química y petroquímica industriales LONDRES
Junio 24 a 28	-4° Reunión Internacional electrónica y nuclear y exposición de aparejos y equipo de la energía nuclear - ROMA
Junio	-Coloquio sobre las aceleraciones y la física de alta energía - GINEBRA SUIZA
Junio 24 a 28	-Conferencia sobre la energía nuclear - O.E.C.E. - Amsterdam - PAISES BAJOS
Junio 26 a 28	-Jornadas de la Hidraúlica - Turbinas y bombas hidraúlicas - AIX-EN-PROVENCE - FRANCIA
Junio 30 a Julio 5	-2° Conferencia del C.E.R.N. sobre la física nuclear a altas energías - Ginebra - SUIZA
Junio 30 a Julio 8	-Congreso de la Unión Internacional de los productores y distribuidores de electricidad - LAUSANA
Julio 2 a 5	-Coloquio sobre el magnetismo - Unión Internacional de física pura y aplicada - GRENOBLE - FRANCIA
Julio 6 a 12	-7° Congreso internacional sobre el cáncer - International Union Against Cancer - LONDRES
Julio 8 a 9	-Coloquio del C.N.R.S. sobre la resonancia nuclear - PARIS
Julio 10 a 12	-Conferencia anual A.M.P.E.R.E. - PARIS
Julio 15 a 17	-Coloquio sobre los efectos estéricos en los sistemas conjugados - HULL INGLATERRA

C O L A B O R A C I O N E S

ECONOMIA DE LA ENERGIA NUCLEAR

por el Ing. U.M. STAEBLER (x)
Traducción por el Ing. Carlos A. Volpi

Características de la Energía Nuclear

La energía nuclear es única en su origen, pero quizás no en sus aplicaciones La fisión, es el origen de la energía nuclear, a menudo llamada energía atómica . Un reactor nuclear, es un dispositivo, en el cual la fisión nuclear, es producida en una reacción en cadena, liberando energía nuclear o de origen atómico. El proceso de la fisión, es el único proceso, actualmente conocido, como práctico, para liberar la energía del átomo, para aplicaciones civiles. La naturaleza de este proceso es tal que la energía liberada, es removida, principalmente, como energía calórica, en cualquier reactor que a la fecha haya sido seriamente desarrollado. Indudablemente, se tendrán importantes aplicaciones de la energía bajo forma de calor, para los procesos industriales, o calefacción. Hay también, y aumentarán , las aplicaciones para su conversión en energía mecánica, con fines de propulsión. No se puede realmente, predecir la forma de aplicación en la cual la energía nuclear alcanzará su más grande contribución al futuro de la humanidad. Sin embargo, considerando que la electricidad ha resultado tan conveniente como medio para transmitir la energía, y tan flexible, para su conversión en otras formas de energía, para sus usos finales, es muy probable, que la electricidad juegue un rol importante en la inmediata utilización de la energía nuclear. Por esto, muchos estudios sobre el aspecto general y sobre la economía de la energía nuclear, se refieren principalmente al costo bajo forma de electricidad. Este trabajo sigue la misma tendencia.

El combustible es, ciertamente, la llave de las características del sistema de energía nuclear. La característica principal de cualquier combustible nuclear es la enorme cantidad de energía potencial disponible por unidad de masa. Hay tres materiales fisionables importantes como combustible, para la producción de energía nuclear. Estos son, U^{235} , U^{233} , Pu^{239} . La fisión de un solo gramo, de cualquiera de estos, libera aproximadamente 24,000 kilowatt-horas, de energía térmica. Una libra, producirá tanto calor como 1,500 toneladas de carbón. Estas características, de gran potencial de energía por unidad de masa, trae dos impor-

---

(x) Director de la Rama Reactores para Energía Civil, División Desarrollo de Reactores, Comisión de la Energía Atómica de los Estados Unidos, Washington , D.C.
Publicación presentada y publicada por la Quinta Conferencia Mundial de la Energía, celebrada en Viena; 1956.

COLABORACIONES (cont.)

tantes implicaciones, para los sistemas de usos civiles: (1) transportabilidad para mejorar la distribución de la energía en el mundo, y (2) posibilidad de bajo costo del combustible. Un segundo aspecto de los combustibles nucleares y del proceso de fisión, es la temperatura de operación, que puede ser obtenida. Mientras que la oxidación de los combustibles fósiles puede producir una temperatura del orden de 2500° F, para todos los fines útiles, no hay límite de la temperatura que puede obtenerse "quemando" combustibles nucleares. Naturalmente, la realización de tales ventajas, como las características que puedan ofrecer en cuanto a la alta eficiencia térmica, dependerán de la solución de los problemas de materiales y métodos, para utilizar tal temperatura. Los problemas materiales ya limitan los proyectos de las plantas para la utilización de los combustibles fósiles, por lo cual las características de los combustibles nucleares, no ofrecerán probablemente, grandes ventajas de inmediato.

Desde que la energía de una planta nuclear debe ser extraída como calor, en un material refrigerador, debe esperarse que para una estación central de producción de energía, este calor será transformado en electricidad, mediante equipos muy semejantes a los usados para transformar el calor en electricidad en las calderas convencionales. El calor será usado para producir vapor, ya sea en el reactor, o permutador de calor especial. El vapor pasará pues, a través de un equipo de separación de vapor, a una turbina, y de esta turbina a un condensador. El agua de la turbina, será devuelta al permutador de calor, para repetir el ciclo. Así, el principal cambio en una planta de energía nuclear, con respecto a una planta de energía con combustibles fósiles, es la sustitución del reactor nuclear, y su accesorio el permutador de calor, en lugar del equipo de manejo de combustibles y calderas de vapor.

Importancia de la Economía de Energía Nuclear

No debe esperarse que la energía nuclear dé origen a nuevas y únicas aplicaciones, para la mayor parte de sus utilizaciones al servicio de la humanidad, La energía nuclear será importante para proveer energía mucho más barata para una aplicación particular, y en una situación particular, que la que podría ser obtenida con otras fuentes. Por tanto, la economía de la energía nuclear es fundamental para su desarrollo.

En su competencia, la energía nuclear es favorecida por dos importantes factores, además de los de su propio desarrollo tecnológico y perfeccionamiento. Estos factores son: (a) el aumento total de la demanda de energía, y (b), la desigual o pobre distribución geográfica de las fuentes de energía. Las necesidades totales de energía de la humanidad aumentan rápidamente, como resultado del aumento de la población y también por el aumento del uso de la energía, por habitante. Un aumento per capita, en el uso de la energía, es un factor principal para el aumento de la producción y un mayor nivel material de vida.

Las fuentes totales de energía, en combustibles fósiles y energía hidráulica, parecen actualmente suficientes. Sin embargo, hay varias áereas del mundo actualmente con serias deficiencias de energía, y en algunas puede preverse el agotamiento de los recursos de energía convencionales. El costo del transporte para la importación de carbón y petróleo, a esas áreas, significa un aumento del costo local de la energía. Debe esperarse que la energía nuclear se justifique económicamente en algunas zonas, y para ciertas aplicaciones, antes que en otras.

Esta ventaja de la energía nuclear, puede ser simplemente el resultado de desfavorables condiciones para los recursos convencionales de energía. Finalmente hay buenas razones para creer que el costo de la energía nuclear llegará a ser competitivo, con el costo, aún en las condiciones más favorables, de las plantas de energía con combustibles fósiles.

La energía nuclear es de intereses como una nueva fuente de energía, que pueda soportar el continuo aumento en la productividad y standart de vida, conteniendo el aumento del costo de la energía, y quizás disminuyéndolo. La realización de estas esperanzas y posibilidades depende del desarrollo de la tecnología, que permita su producción "económica".

Elementos Económicos

La factibilidad técnica para producir energía en los reactores nucleares ha sido bien demostrada, y ya es un hecho consumado. En los Estados Unidos, solamente, hay ya por lo menos seis reactores, que responden a cinco diferentes concepciones de dispositivos, que sea para producir cantidades significativas de energía útil, o funcionan bajo condiciones adaptables para la producción de energía. El objetivo actual es desarrollar y demostrar el que pueda producir la energía nuclear más barata.

El costo de la energía, puede ser convenientemente dividido, en tres mayores componentes. Estos componentes son: costo del combustible, operación y mantenimiento y cargas fijas.

El combustible, por si mismo, es el único componente de una planta nuclear, de modo que es natural considerar al costo del combustible, como el factor por el cual la energía nuclear puede ofrecer significativas economías. El "costo del combustible", debe incluir varios factores, además del costo básico del material combustible. Incluye, por ejemplo: (a) la fabricación o preparación en forma conveniente, para su uso en el reactor; (b) el actual desgaste o degradación, en valor del material remanente; (c) las cargas de inventario; (d) la separación y eliminación de los productos de fisión; y (e) cualquier otro costo, asociado con la recuperación de los subproductos materiales, o del material combustible no quemado. Si los materiales subproductos recuperados, tienen valor, este saldo, sería aplicado, para compensar el costo de otros componentes del combustible. Una discusión

C O L A B O R A C I O N E S (cont.)

sobre el ciclo de combustión, y los factores que influencian el costo del combustible nuclear, serán desarrollados en la última parte de este estudio.

El segundo elemento de la economía, es el costo de operación y mantenimiento de la planta de energía. Este incluye principalmente, los salarios del personal de la planta, y el costo de los materiales (excluído el combustible). La experiencia disponible, en la operación de plantas nucleares, está grandemente limitada por la pequeña dimensión de las plantas y la naturaleza experimental de la operación. Por lo tanto, tiene poca o ninguna significación, en un análisis de la economía de la energía nuclear. Hay razones, y debe esperarse que las haya, a lo menos por un tiempo, para que este costo sea algo más alto para una planta nuclear que para las plantas de tipo. Estas razones, se relacionan con los riesgos de las radiaciones y la técnica más dificultosa en el mantenimiento, que debe ser usada para el uso de los materiales radioactivos. Por otro lado, siendo menor la masa y volumen del material combustible, que debe ser manejado en una planta nuclear, el empleo de controles automáticos e instrumentos, pueden conducir a plantas que requieran un costo equivalente o ligeramente menor de operación y mantenimiento. La experiencia en la operación con plantas nucleares en gran escala, actualmente en construcción, en varios países, contribuirá grandemente a la determinación de estos componentes del costo.

El tercer elemento de la economía lo constituyen las cargas fijas. Estas incluyen varios factores, y para la misma planta pueden variar en una amplia extensión, dependiendo de lo siguiente: (a) método de financiación; (b) impuestos; y (c) vida probable de la planta. La financiación normal, para una empresa privada de servicios públicos, en los Estados Unidos, requiere una carga fija anual de alrededor de 14 por ciento, sobre el capital invertido. Las cargas fijas, para una planta completamente financiada por el gobierno, alcanzan a solamente 5 1/4 por ciento anual. El significado de tal diferencia, en la comparación del "costo" de la energía, se evidencia con un simple ejemplo. Consideremos, una planta que cueste 200 u$s por kilowatt de capacidad, produciendo 7000 kilowatt horas al año, por kilowatt de capacidad. Bajo el sistema de financiación de una empresa privada, las cargas fijas sobre el capital, serían de 4,0 milésimos por kilowatt hora, mientras que con una financiación gubernamental completa, sería de 1,5 milésimo por kilowatt hora. El significado de este comentario es que la comparación del costo de la energía, para diferentes plantas, debe ser hecha con la misma base, para tener algún valor. Esto es particularmente importante para las apreciaciones sobre el costo de la energía, en plantas en diferentes zonas.

Estado del conocimiento de la economía de la energía nuclear

Hay dos plantas experimentales de reactores de energía, en operación, que definen el estado actual del conocimiento en la economía de la energía nuclear. Estas son: la planta en operación en la unión de las Repúblicas Socialistas Soviéticas, con reactor moderado por grafito, de 5000 KW; y la planta en operación en los

C O L A B O R A C I O N E S (Cont.)

Estados Unidos, reactor de agua hirviendo, de 2000 KW. Cada uno de estos dos reactores, ha sido descripto en la Conferencia Internacional, para Usos Pacíficos de la Energía Atómica. En el trabajo presentado por D.I. Blokbintov y N.A. Nikolayev (1), se declara que el costo de un kilowatt hora, de energía eléctrica producida en una central de energía atómica, excede considerablemente el costo medio, de un kilowatt-hora, de las centrales poderosas de energía en la URSS pero es comparable en costo con el de las pequeñas centrales térmicas (1-5 mills por kilowatt-hora). Análogamente, W.H. Zinn, informa (2), que el costo de la energía de un pequeño reactor de agua hirviente sería algo mayor que el de las plantas convencionales. Sus análisis, concluyen, que esas plantas, producirían energía a un costo de 30 a 35 milésimos por kilowatt-hora, si el costo del combustible nuclear, fuera de u$s 15 a 30 u$s, por gramo de enriquecido U^{235} (x). Las predicciones hechas, sobre el descenso del costo de los componentes, se dan en las referencias del trabajo.

En la fecha en que se escribe este trabajo, no hay en funcionamiento centrales de producción de energía nuclear, en gran escala. Los estudios basados en información de laboratorios y experiencia de operación, con reactores experimentales o militares, suministran las mejores previsiones disponibles sobre la economía de la energía nuclear. Hay varias opiniones, muy justificadas, de que la discusión de la economía de la energía nuclear, en la actualidad, no tiene significado, y así continuará, hasta que dispongamos de más experiencia sobre las plantas de energía eléctrica . A pesar de tales opiniones, varios estudios han sido preparados. Una finalidad, que con ellos se ha obtenido, y de algún valor, es que han individualizado las premisas bajo las cuales varía el costo de la energía nuclear. Dentro del carácter técnico de estas prvisiones, ellas generalmente representan extrapolaciones de la tecnología conocida, y los resultados han influenciado el planeamiento de los programas de investigación y desarrollo. Estas previsiones son sólo parcialmente técnicas, desde que el costo estimado, es quizás mucho más sensitivo a la elección de ciertos factores, como la tasa de la carga fija, carga de inventario y factor de carga. No debería pretenderse, que si se difunde ampliamente el uso de la energía nuclear, las circunstancias que lo determinan coincidan con las otras previsiones, corrientemente usadas, para demostrar cómo puede ser hecha económicamente competitiva.

Un ejemplo muy bueno de estudio de las condiciones bajo las cuales la energía nuclear podría ser producida a precios ventajosos, es el preparado por J.A. Lane del ORNL, para la Conferencia Internacional del Uso de la Energía Atómica con fines Pacíficos (3). Se muestra en este estudio, que el costo de la energía nuclear entre 4 y 5 milésimos por kilowatt-hora, puede ser obtenido si se obtienen las siguientes previsiones principales:

(x) Esta variación de precio del uranio enriquecido, supone una concentración de 90 por ciento U^{235}.

C O L A B O R A C I O N E S (cont.)

(a) Costo del reactor de agua pesada a presión, 200 u$s por kilowatt de capacidad, más 28 u$s por libra de agua pesada.

(b) Costo del uranio natural de u$s 40 por kilogramo; y de material fisionable, supuesto producido a 15 u$s a 30 u$s por gramo.

(c) Operación de la planta, con un factor de carga de 90 por ciento.

(d) 15 por ciento para las cargas fijas anuales sobre la planta, y 4 por ciento sobre el inventario de combustible.

(e) Exposición de los elementos combusti les, de 5000 a 6000 megawatt días por tonelada.

(f) Conversión química del uranio, de una a otra forma, a 4 u$s por kilogramo.

(g) u$s 9 para el tratamiento de un kilogramo de uranio.

(h) u$s 7 por kilogramo de uranio, para revestirlo, con un material como el zirconium.

(i) u$s 13 por kilogramo de uranio, para recuperación y descontaminación Mr. Lane, consideró los efectos de variación en algunos de estos supuestos, y demostró que la posibilidad de obtener un costo de 7 milésimos por kilowatthora, o menos, en cada uno de los sistemas, es muy prometedora, para las plantas de energía nuclear en gran escala. Similares conclusiones han sido alcanzadas por otros, mediante, similares estudios. Las suposiciones básicas para estas conclusiones, todavía deben ser determinadas, por la experiencia actual. Gran optimismo, de que estas suposiciones y otras prometedoras, se verificarán, es evidenciado por la importancia del dinero e investigaciones cinetíficas que se aplican al desarrollo de la energía nuclear, en varios países del mundo.

(continuará)

(1) P.615. The First Atomic Power Station of the URSS and the Prospets of Atomic Power Development, by D.I. Blokhintsev and N.A. Nikolayev.

(2) P.815. Design and Operation Experience of a Prototype Boiling Water Power Reactor, by J.R. Dietrickm H.V. Lichtenberger, and W.H. Zinn.

(3) P.476. Economics of Nuclear Power, by J.L. Lane.