

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1969

07.69.02

EN - 9/16

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION
GERENCIA DE ENERGIA

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA APLICACION DE RADIOISOTOPOS
EN LA INDUSTRIA ARGENTINA

Gregorio B. Baró - Antonio C. Castagnet
Departamento de Radioisótopos - División Aplicación

Buenos Aires - Abril 1969

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION
GERENCIA DE ENERGIA

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA APLICACION DE RADIOISOTOPOS
EN LA INDUSTRIA ARGENTINA

Gregorio B. Baró - Antonio C. Castagnet
Departamento de Radioisótopos - División Aplicación

Buenos Aires - Abril 1969

CONTENIDO

<u>SECCION</u>		<u>PAG.</u>
1.0.0	EL PROGRAMA DE APLICACION INDUSTRIAL DE RADIOISOTOPOS EN LA REPUBLICA ARGENTINA	2
1.1.0	ACTIVIDADES DE LA CNEA	2
1.1.1	Promoción y difusión de las aplicaciones	2
1.1.2	Investigación y aplicación de técnicas especiales	4
1.1.3	Abastecimiento de radioisótopos	5
1.1.4	Fiscalización de las aplicaciones	6
1.2.0	ACTIVIDADES DE LAS EMPRESAS PRIVADAS	7
2.0.0	ANALISIS DE LAS TECNICAS UTILIZADAS	7
2.1.0	MEDICIONES CON RADIOISOTOPOS	8
2.1.1	Medición de espesor	8
2.1.2	Medición de nivel	8
2.1.3	Medición de humedad y densidad	9
2.1.4	Perfilaje de pozos	9
2.2.0	RADIOGRAFIA INDUSTRIAL	9
2.3.0	TRAZADORES RADIATIVOS Y ANALISIS POR ACTIVACION	10
2.4.0	APLICACIONES VARIAS	10
3.0.0	PERSPECTIVAS DE LA APLICACION DE RADIOISOTOPOS EN LA INDUSTRIA ARGENTINA	11

NOTA: Tablas al final del texto.

RESUMEN

La industria y la ingeniería del país están haciendo uso de una amplia variedad de técnicas y equipos que utilizan radioisótopos, ya sea como trazadores o como fuentes selladas de radiación.

Así por ejemplo, los trazadores se usan en ingeniería de procesos para determinar tiempos de permanencia, volumen de materiales en evolución, localización de fugas y obstrucciones en conductos, estudios de contaminación, desgaste y corrosión, eficiencia de lubricantes, etc., y en ingeniería hidráulica para medida de caudales y estudio del movimiento de sedimentos en litorales marítimos y fluviales. Algunas de esas aplicaciones incluyen también, el análisis por activación neutrónica.

Las fuentes selladas se emplean para el control de procesos y calidad de los productos elaborados, para el perfilaje de pozos petrolíferos y para la medición de la compactación y humedad del suelo en la construcción de caminos.

La Comisión Nacional de Energía Atómica creó, promovió y estimuló el desarrollo y aplicación de los radioisótopos en la industria argentina, con la construcción de los primeros equipos de gammagrafía y medición de espesores, la capacitación de su personal en técnicas de trazadores y análisis por activación, dictado de cursos de radioisótopos, conferencias, etc., y la asistencia directa a las empresas e instituciones interesadas.

Existen hoy compañías privadas que producen y utilizan equipos y técnicas nucleares, obteniendo beneficios tangibles en la economía de los procesos, calidad de los productos manufacturados, o en la solución de problemas de ingeniería.

La CNEA por su parte, a través del Programa de Aplicación, continúa investigando posibles usos industriales de las propiedades y efectos de la radiación. Ello incluye el desarrollo de nuevos equipos nucleares de control, técnicas de trazadores, análisis por activación y uso de fuentes intensas de radiación.

El presente informe describe someramente el panorama actual y perspectivas de los radioisótopos en la industria del país, con algunas referencias estadísticas, técnicas y económicas de las aplicaciones más importantes, destacando en particular aquellas desarrolladas en la CNEA.

1.0.0 EL PROGRAMA DE APLICACION INDUSTRIAL DE RADIOISOTOPOS EN LA REPUBLICA ARGENTINA

La promoción y desarrollo de las aplicaciones industriales de los radioisótopos en el país, fueron iniciados en 1968 por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

En la actualidad, comparten esa tarea las empresas privadas, y, en menor grado, otros organismos estatales.

Como paso previo al análisis de las técnicas isotópicas utilizadas por la industria argentina, se ha considerado oportuno ofrecer un panorama resumido, de las actividades cumplidas por los diferentes sectores que de un modo u otro participan en su aplicación y/o desarrollo.

1.1.0 ACTIVIDADES DE LA CNEA

La CNEA se ocupa de la promoción y difusión de las aplicaciones, de la investigación y aplicación de técnicas especiales, del abastecimiento de radioisótopos y, finalmente, de la fiscalización del uso de material radiactivo. Estas tareas se cumplen a través de distintas dependencias de la CNEA, de acuerdo a los lineamientos que se exponen seguidamente.

1.1.1 Promoción y difusión de las aplicaciones

Los esfuerzos tendientes al logro de estos objetivos fundamentales, se canalizan principalmente a través del dictado de cursos de adiestramiento, la creación de centros de aplicación, en el asesoramiento y asistencia técnica directa a los usuarios y, por último, en la publicación de informes especializados.

1.1.1.1 Cursos de adiestramiento: la CNEA dicta regularmente cursos básicos de metodología y aplicación de radioisótopos, y cursos especializados en los diferentes campos de utilización. Entre estos últimos corresponde destacar aquí, en particular, a los cursos de aplicación de radioisótopos en ingeniería e industria. Desde 1965 a la fecha se han realizado tres cursos, de los cuales egresaron 50 alumnos, la mayoría de ellos técnicos o profesionales de la industria privada. El curso industrial tiene cuatro semanas de duración, y provee a los participantes los conocimientos teóricos y prácticos tanto para el uso inmediato como para el ulterior desarrollo de técnicas radioisotópicas.

Para dar una idea del esfuerzo dedicado por la CNEA a este medio de promoción y difusión de las aplicaciones, baste mencionar que lleva dictados ya un total de 35 cursos, de los cuales egresaron unos 600 alumnos.

Al momento de redactar este informe, la CNEA, en colaboración con la Universidad Nacional del Sur, está organizando el Quinto Curso Regional de Aplicación de Radioisótopos que se dictará durante los próximos meses de junio y julio en la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, sede de aquella Universidad Nacional. Dicho curso constará de una parte básica común a todos los participantes, seguida de las orientaciones especializadas en los campos médico-biológico, agropecuario e industrial.

1.1.1.2 Creación de centros de aplicación: para coadyuvar a una mayor difusión de las aplicaciones y complementar así los esfuerzos dedicados a la enseñanza, se ha estructurado y puesto en práctica recientemente, un programa para la creación de centros de aplicación de radioisótopos, en las empresas e instituciones que puedan beneficiarse directamente con su empleo, o tengan interés en investigar nuevas técnicas.

Estos centros se instrumentan mediante convenios en los cuales la CNEA compromete su asistencia técnica y económica para la organización y funcionamiento del centro. Uno de los convenios más recientes ha sido el suscrito con la Universidad Nacional del Sur, y en virtud del cual se dictará el curso antes mencionado.

Con el programa de creación de centros se espera no sólo intensificar la aplicación industrial de técnicas ya establecidas, sino también descentralizar, -en beneficio de una mayor eficiencia-, las tareas de investigación y enseñanza que han estado hasta ahora, prácticamente restringidas al ámbito de la CNEA.

1.1.1.3 Asistencia técnica y asesoramiento: este es un servicio que normalmente presta la CNEA a quienes lo solicitan. Incluye la cesión temporaria de equipos y/o la provisión de material radiactivo para experimentos de demostración, el suministro de planos e información técnica de los equipos desarrollados por la CNEA, estudios de factibilidad sobre determinadas aplicaciones, y, en general, todas aquellas medidas tendientes a satisfacer las consultas relacionadas con el uso de radioisótopos en la industria.

1.1.1.4 Publicaciones: en materia de aplicaciones industriales se publican no sólo los informes de los trabajos realizados en la CNEA, sino también reseñas teórico-prácticas de las técnicas conocidas (15), (16), (17), (18), (19), (20).

Todo ese material bibliográfico se utiliza tanto para el dictado de los cursos industriales, como para su distribución entre los sectores interesados.

1.1.2 Investigación y aplicación de técnicas especiales

Paralelamente a la promoción y difusión de las aplicaciones, la CNEA desarrolla por sí o a requerimiento de otras personas, nuevas técnicas y/o equipos nucleares, y realiza también servicios especializados en ingeniería e industria, referidos particularmente a técnicas de trazadores y análisis por activación. Esto último, de ningún modo significa que la CNEA ejerza o desee tener el monopolio de dichas aplicaciones, en competencia con las empresas privadas que pudieran estar interesadas en su explotación comercial. Por el contrario, la CNEA apoya concretamente la participación de la iniciativa privada en esas actividades, y sólo realiza aquellos trabajos que, o bien son de utilidad pública, o por sus características técnicas y económicas no podrían ser encarados por las firmas comerciales existentes.

Las técnicas especiales desarrolladas y/o aplicadas por la CNEA se refieren a:

- equipos de medición y control;
- trazadores radiactivos, incluyendo análisis por activación; y
- procesos de irradiación con fuentes intensas.

Enumeraremos sólo los desarrollos más recientes o en vías de ejecución, dejando para más adelante (Sección 2.0.0) el análisis de las aplicaciones especiales.

1.1.2.1 Equipos de medición y control: mediante contrato de investigación con el OIEA⁽¹⁾, se proyectó y construyó en la CNEA un equipo para medir y registrar automáticamente por radiografía, el peso por unidad de superficie de los depósitos de nieve. Los ensayos preliminares en campaña demostraron la factibilidad del método propuesto, y señalaron las pautas para futuras modificaciones de este primer prototipo.

Actualmente se halla en construcción un equipo para la telemedición digital, por atenuación gamma, del nivel y la densidad de líquidos almacenados en tanques⁽²⁾. El equipo responde a un diseño original de la CNEA, y está especialmente indicado para aquellos casos en que la medición de nivel debe ir acompañada de correcciones por temperatura, como ocurre con los grandes tanques de almacenaje de hidrocarburos.

1.1.2.2 Trazadores radiactivos: normalmente, la investigación de nuevas técnicas en esta materia, se ejecuta con relación a servicios específicos como los descriptos en otra Sección de este informe (2.3.0), y consiste, fundamentalmente,

en la calibración y puesta a punto de los métodos y equipos propuestos para realizar dichos servicios.

Ejemplos típicos son los experimentos efectuados por la CNEA para evaluar la posibilidad de detectar ciertos materiales a la salida de una planta industrial, marcándolos con trazadores radiactivos⁽³⁾, y los que se refieren al uso de resinas de intercambio iónico para fijar el trazador y localizar así una pérdida en un desagüe subterráneo⁽⁴⁾.

En análisis por activación se trabaja actualmente en el desarrollo de técnicas instrumentales aplicables a muestras de origen biológico y geológico. Para ello se dispone de dos multicanales, uno de 512 y otro de 4.096 canales. Este último opera con un detector de estado sólido (cristal de Germanio con Litio difundido). Ambos equipos y sus accesorios representan una inversión de más de U\$S 50.000. En el corriente año se invertirán además otros U\$S 40.000 en equipos e instrumentos destinados a análisis por activación.

Entre los desarrollos recientes merecen citarse una técnica para determinar antimonio y arsénico en aleaciones de estaño y plomo⁽⁵⁾, y el análisis de oligoelementos en pasturas y otros materiales de origen biológico⁽⁶⁾.

1.1.2.3 Procesos de irradiación: La CNEA trabaja en estos momentos, en la construcción de una planta de irradiación semi-industrial, diseñada para alojar hasta 1.000.000 de curies de Cobalto-60, aunque al principio operará con 250.000 curies. El objeto de la planta es facilitar la realización de ensayos de irradiación a nivel semi-industrial, orientados a obtener información técnica y económica para el diseño de irradiadores específicos. Integran la planta un Gammacell 220 con 10.000 curies de Cobalto-60 y un irradiador beta con 100 curies de Estroncio-90.

Las investigaciones fundamentales en el campo industrial, se centran en la producción de maderas mejoradas por el injerto de plásticos, y en la esterilización de ciertos materiales desechables, que requieren ese tratamiento previo.

1.1.3 Abastecimiento de radioisótopos

La CNEA tiene a su cargo la producción y comercialización de radioisótopos en el país, incluyendo el fraccionamiento de los radioelementos importados, el control y calibración de los envíos, y un servicio de irradiaciones.

Hasta ahora, la producción nacional ha estado limitada a elementos de corto período, la mayoría de ellos destinados a fines medicinales o de investigación. Por

lo tanto, exceptuando algunas aplicaciones de trazadores y pequeñas fuentes para calibración de equipos, los radioisótopos utilizados por la industria argentina, proceden en gran parte del extranjero.

En el futuro próximo, probablemente, la CNEA estará en condiciones de proveer radioisótopos de vida corta con alta actividad específica y algunas fuentes selladas para uso industrial, ya sea importando el material radiactivo o produciéndolo en el reactor argentino RA-3 instalado en el Centro Atómico Ezeiza.

Los radioisótopos destinados a las aplicaciones industriales, representan aproximadamente el 70% de la actividad total consumida en el país ⁽⁷⁾. Las características y precios de los radioelementos provistos por la CNEA, pueden consultarse en el catálogo ⁽⁸⁾ que a tal efecto edita dicho organismo.

1.1.4 Fiscalización de las aplicaciones

El uso de radioisótopos y radiaciones ionizantes en la República Argentina, está reglamentado por un Decreto del Gobierno Nacional ⁽⁹⁾. De acuerdo a lo establecido en ese reglamento, para poder utilizar radioisótopos en condiciones legales, se requiere la obtención de un permiso previo, de carácter general o específico, otorgado por la CNEA.

Las normas de seguridad vigentes en el país para el uso industrial de radioisótopos se ajustan a las recomendaciones del OIEA sobre protección radiológica.

Las obligaciones de los usuarios de material radiactivo en relación con la obtención de los permisos correspondientes, varían según se trate de fuentes selladas o de fuentes dispersas (trazadores).

Así por ejemplo, los fabricantes de equipos que emplean fuentes selladas, deben gestionar un permiso general para cada modelo cuya construcción se haya efectuado conforme a lo establecido en un permiso específico previo. Se requiere la presencia de un responsable, autorizado con un permiso específico individual, para el manipuleo de las fuentes.

En cambio, los usuarios de equipos con fuentes selladas, deben tramitar un permiso específico para cada equipo, y designar un responsable de los mismos. Salvo el caso de equipos de gammagrafía, no se exige al responsable adiestramiento previo en el uso de radioisótopos.

La norma para autorizar la instalación de un equipo o dispositivo con fuente sellada, es que la dosis en el lugar más accesible de la instalación, no supere los niveles máximos recomendados por el OIEA. En la evaluación de la dosis se considera el factor de ocupación del área expuesta. Las condiciones de seguridad son finalmente verificadas "in situ" por personal de la CNEA, previo al otorgamiento del permiso habilitante.

La utilización de fuentes dispersas o de fuentes selladas donde el material radiactivo puede eventualmente difundirse en un producto o en un proceso, está sujeta en todos los casos a la obtención de permisos específicos, y requiere la concurrencia de personal idóneo e instrumental adecuado. Los problemas de contaminación y evacuación de residuos radiactivos, deben ser resueltos a satisfacción de la CNEA.

1.2.0 ACTIVIDADES DE LAS EMPRESAS PRIVADAS

Hay en el país alrededor de unas treinta firmas, dedicadas parcialmente a la explotación comercial de las aplicaciones de radioisótopos en la ingeniería e industria. Unas seis de ellas son fabricantes de equipos e instrumentos nucleares, once prestan servicios de radiografía industrial (gammagrafía), y cinco se dedican al perfilaje de pozos petrolíferos.

Las funciones que cumplen las empresas privadas en relación con el uso industrial de radioisótopos, se pueden sintetizar en:

- provisión y mantenimiento de equipos normalizados;
- prestación de servicios rutinarios; y
- difusión de información técnica y económica de las aplicaciones.

La CNEA apoya y promueve la fabricación local de equipos e instrumentos nucleares, como un complemento lógico de sus esfuerzos para expandir el uso de radioisótopos en la industria argentina, ya que la creación de una mayor demanda de estas técnicas debe corresponder a un paralelo incremento en la capacidad nacional de satisfacerla, sea con los recursos de las instituciones estatales o, muy especialmente, con los de la industria privada.

Por otra parte, los beneficios derivados de los radioisótopos aumentan y se diversifican cuando un país, además de aplicarlos en su industria, produce los equipos, instrumentos y servicios requeridos para concretar tales aplicaciones.

2.0.0 ANALISIS DE LAS TECNICAS UTILIZADAS

A los efectos de brindar datos comparables con los suministrados en ocasión de la Encuesta Internacional sobre el uso de radioisótopos en la industria ⁽¹⁰⁾, se mantendrá durante este informe la misma clasificación de las técnicas adoptada en aquella oportunidad, refiriéndolas también en lo posible, a los mismos grupos de productos, según el ordenamiento de las Naciones Unidas.

En el análisis que sigue, no se han considerado los equipos de la CNEA destinados a enseñanza, ni los que pudieran tener para demostración y venta las firmas comerciales. En cambio se han incluido los equipos de las empresas que prestan servicios de perfilaje de pozos, gammagrafía y trazadores.

2.1.0 MEDICIONES CON RADIOISOTOPOS

2.1.1 Medición de espesor

La Tabla 1 refleja la situación actual de esta técnica en el país. Con relación al año 1962 se observa un incremento de 7 usuarios y 17 equipos. De los 28 equipos computados para 1968, 18 fueron fabricados en el país por la industria privada, representando bienes de capital por U\$S 107.000 aproximadamente.

Entre las instalaciones más importantes, merecen citarse:

- un medidor de espesor de chapas de acero, laminadas en frío a alta velocidad (1.000 metros por minuto), que opera por el sistema de comparación nuclear y emplea dos fuentes de Americio-241 de dos curies cada una;
- cinco equipos distribuidos en dos máquinas de un mismo proceso (tres en una y dos en la otra), destinados a medir por diferencias sucesivas, el peso por unidad de superficie de los distintos componentes que intervienen en la fabricación de papeles abrasivos.

Ambas instalaciones fueron diseñadas y construídas en el país.

2.1.2 Medición de nivel

En la Tabla 2 se presentan los datos referentes a esta técnica, estableciéndose una comparación entre los años 1962 y 1968. Se observa un incremento significativo en el número de usuarios y, especialmente, en la cantidad de equipos.

Estas cifras, sin embargo, distan mucho de representar las posibilidades reales de aplicación de medidores de nivel en la industria argentina, en condiciones técnicas y económicas favorables para los usuarios.

La mayoría de las instalaciones concretadas al presente, corresponden a la industria plástica, y se utilizan para la medición y/o control de nivel en reactores de polimerización.

2.1.3 Medición de humedad y densidad

A pesar de sus posibilidades potenciales, la aplicación de medidores de densidad y humedad no se ha desarrollado, como muestra la Tabla 3, en la medida que podía preverse.

Los medidores de densidad y humedad de suelos, se están usando en obras viales, y, actualmente, en la construcción del túnel sub-fluvial, a través del Río Paraná.

Los medidores de densidad de líquidos se aplican a la detección de interfases en poliductos, para separar en las plantas receptoras, los diferentes hidrocarburos enviados por la misma tubería. Estos equipos, que han sido construidos en el país, permiten registrar con precisión la interfase nafta-super nafta, cuyas respectivas densidades difieren en la tercera cifra decimal.

La empresa del estado Agua y Energía Eléctrica, ha desarrollado y utiliza dos sondas para la medición del perfil vertical de densidad de nieve, en los depósitos acumulados en las zonas cordilleranas.

2.1.4 Perfilaje de pozos

Como puede apreciarse en la Tabla 4, la situación ha variado poco desde 1962 a la fecha. La explotación de las técnicas de perfilaje de pozos, está prácticamente en manos de cinco compañías que prestan servicio a diferentes empresas petroleras. Los equipos emplean fuentes de $^{226}\text{Ra}/\text{Be}$, $^{210}\text{Po}/\text{Be}$, ^{137}Cs y, recientemente, $^{241}\text{Am}/\text{Be}$. No se usan todavía las fuentes pulsantes de neutrones.

2.2.0 RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

La gammagrafía es, sin duda, la técnica radioisotópica de mayor demanda, y por lo tanto, también la más difundida. La Tabla 5 muestra el progreso alcanzado por la gammagrafía en el país, desde 1962 hasta ahora.

Más de la mitad de los equipos computados en este informe, son propiedad de empresas que prestan servicios a otras compañías. La cantidad de usuarios indicada en la Tabla 5, representa solamente las empresas propietarias de equipos, incluyendo las que prestan servicios. En cuanto al número de compañías que rutinaria u ocasionalmente contratan servicios de gammagrafía, cabe señalar que ya en 1962 era del orden de noventa. Si suponemos que la cantidad de usuarios indirectos es proporcional al número de equipos de las empresas que prestan servicios, resultaría para 1968, la cifra estimada de 130 usuarios indirectos.

2.3.0 TRAZADORES RADIATIVOS Y ANALISIS POR ACTIVACION

Por las causas mencionadas anteriormente (Sección 1.1.2), la gran mayoría de las aplicaciones de trazadores y la totalidad de las de análisis por activación realizadas hasta el momento en el país, han estado a cargo de la CNEA.

Esta circunstancia, sumada al hecho de que los trabajos ocasionales de trazadores a cargo de empresas privadas han sido fiscalizados específicamente por la CNEA, permitió determinar en el análisis de la Tabla 6, la cantidad de usuarios que utilizaron servicios de trazadores y análisis por activación. Se observa que en 1968, este número triplica al de 1962.

El servicio de trazadores de mayor envergadura fue ejecutado por la CNEA y consistió en el estudio del transporte de sedimentos en el Río de la Plata ⁽¹¹⁾. La finalidad última del estudio fue coleccionar información para la construcción de un canal de acceso al puerto de Buenos Aires y, simultáneamente, verificar el comportamiento de un modelo hidráulico proyectado y construido por the Hydraulic Research Station de Wallinford, Gran Bretaña, a cuyo cargo estuvo la interpretación hidrológica de los datos radiométricos.

Este trabajo representó, para la firma que contrató los servicios de la CNEA, una inversión de casi U\$S 29.000.

Otras aplicaciones interesantes de trazadores y análisis por activación, se describen también en diferentes informes de la CNEA ^{(12), (13), (14)}.

2.4.0 APLICACIONES VARIAS

Dentro de esta clasificación se han incluido la fabricación de compuestos luminiscentes y aplicaciones de la ionización. La Tabla 7 muestra el análisis de esas técnicas, referido a los años 1962 y 1968.

El número de usuarios es, todavía, muy reducido.

3.0.0 PERSPECTIVAS DE LA APLICACION DE RADIOISOTOPOS EN LA INDUSTRIA ARGENTINA

El grado de progreso de la industria, las crecientes exigencias de productos a menor costo y mayor calidad para competir en el mercado interno y externo, junto con ciertos problemas de ingeniería que deben ser resueltos para llevar adelante los programas de desarrollo de un país, son los factores que determinan la necesidad de incorporar nuevas y mejores técnicas a los procesos, entre ellas, las que se basan en el uso de radioisótopos.

En el caso particular de la Argentina, donde las industrias químicas, extractivas y manufactureras han alcanzado un elevado nivel técnico y productivo, y donde la ingeniería asociada a problemas de la agricultura, energía y construcciones adquiere cada vez mayor importancia, es indudable que los radioisótopos tienen un amplio y variado campo de aplicación.

La enumeración específica de todas las técnicas requeridas y su prioridad de demanda, sólo podrían resultar de una encuesta entre los sectores presumiblemente interesados en tales aplicaciones.

El resumen de la Tabla 8 compara el estado de las diferentes técnicas analizadas, en los años 1962 y 1968. Como es dable apreciar, durante los seis años transcurridos la cantidad de usuarios e inversiones en equipos, se han incrementado en aproximadamente el 150 por ciento.

Este resultado confirma los pronósticos elaborados sobre los datos obtenidos en oportunidad de la Encuesta Internacional, y permite predecir un mayor aumento en la aplicación industrial de los radioisótopos, para los próximos cinco años, máxime teniendo en cuenta la posibilidad de contar con el abastecimiento local de fuentes selladas de diseños especiales, y altas actividades específicas de radioisótopos de corta vida. Sin lugar a dudas, esta última circunstancia abrirá nuevas perspectivas para la utilización industrial de equipos y técnicas nucleares, particularmente en el caso de trazadores, donde consideraciones económicas de costo y flete del material radiactivo, limitan, muchas veces, las oportunidades de aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Castagnet, A.C., "Registro automático del espesor de nieve por radiografía", Contrato de Investigación del OIEA No. 306/RI/RB, Informe final, CNEA, EN - 4/10 (Noviembre 1968).
- 2.- Castagnet, A.C., Lorenzetti, J., Gillen R., "Telemedición digital, por atenuación gamma, del nivel y densidad de líquidos almacenados en tanques", CNEA, EN - 7/14, (Marzo 1969).
- 3.- Castagnet A.C., Gómez Ruíz, H.R., Lammirato, A.H., "Detección de materiales a la salida de una planta industrial mediante el uso de trazadores radiactivos - Estudio de viabilidad -, CNEA, EN - 1/6 (Septiembre 1968).
- 4.- Gómez Ruíz, H.R., Eroles, M., "Localización de pérdidas en un desagüe antiácido subterráneo mediante trazadores radiactivos", CNEA, EN - 3/8, (1968).
- 5.- Rudelli, M.D., Rocca, H.C., Baró, G.B., "Non destructive Activation Analysis for Arsenic and Antimony in Soft Soldering Alloys, paper No. 140, Modern trends in Activation Analysis, Octubre 7-11, 1968, National Bureau of Standards, Gaithersburg, Maryland, USA.
- 6.- Rudelli, M.D., Rocca, H., "Análisis por activación neutrónica, para determinar oligoelementos en pasturas", CNEA, (1969) en prensa.
- 7.- Flegenhimer, J.G., Baró, G.B., "Panorama de las aplicaciones de radioisótopos en América Latina", Reunión sobre Radiación y Tecnología Isotópica, American Nuclear Society, Mayo 4-6, 1969, San Juan, Puerto Rico.
- 8.- Radioisótopos, Catálogo y lista de precios, CNEA, República Argentina.
- 9.- Decreto Nacional No. 842/58, "Reglamento para el uso de radioisótopos y radiaciones ionizantes", CNEA, RI-1.
- 10.- OIEA, "Industrial Radioisotope Economics," Technical Reports Series No. 40, (1965).
- 11.- Baró, G.B., et al, "Radioactive Tracer Study in Río de la Plata", CNEA, (1966).
- 12.- Gómez Ruíz, H.R., Rocca, H., Ayala, L.C., "Determinación del tiempo de permanencia en secadores rotativos, con trazadores radiactivos", CNEA, EN - 2/7, (1968).

- 13.- Gómez Ruíz, H.R., Rocca, H.C., García Agudo, E., "Balance de mercurio en celdas electrolíticas, con trazadores radiactivos", CNEA, EN - 8/15, (Marzo 1969).
- 14.- Baró, G.B., et al, "Análisis por activación de arsénico en cabellos y uñas de origen humano", CNEA, Informe No. 107, (1964).
- 15.- Castagnet, A.C., "Transformación y aprovechamiento de la energía isotópica" -revisión de las técnicas empleadas-, CNEA, EN - 5/11, (Diciembre 1968).
- 16.- Gómez Ruíz, H.R., Ayala, L.C., Lazor, C., "Radiografía industrial con radioisótopos, reseña teórico-práctica", CNEA, EN - 6/13, (Febrero 1969).
- 17.- Baró, G.B., Castagnet, A.C., Gómez, H.R., "Aplicación de radioisótopos en la industria del petróleo", CNEA, (Julio 1968).
- 18.- Castagnet, A.C., Gómez Ruíz, H.R., "Técnicas y equipos nucleares para medición y control en la industria del petróleo, del gas y de la petroquímica", Simposio Equipos y Materiales de Producción Nacional para la Industria del Petróleo, del Gas y de la Petroquímica, Instituto Argentino del Petróleo, Buenos Aires, 21-25 Noviembre 1966.
- 19.- Baró G.B., García Agudo, E., "Trazadores radiactivos en hidrología", III Congreso Nacional del Agua, Marzo 1967, San Juan, República Argentina.
- 20.- Castagnet, A.C., et al, "Medición de densidad por retrodispersión gamma: bases para el diseño de equipos aplicables a suelos y otros materiales", CNEA, Informe No. 137, (1965).

TABLA 1. MEDICION DE ESPESOR

Grupo de productos		Aplicación	Datos acumulativos			
No.	Denominación		usuarios		equipos	
			1962	1968	1962	1968
3	Textiles	Telas vinílicas	2	4	2	8
4	Madera y papel	Papel Papel abrasivo	2 -	3 1	3 -	5 5
7	Químicos y plásticos	Película celofán Procesos	1 -	2 1	1 -	3 1
10	Metales fun- damentales	Laminación	3	4	4	5
12	Servicios	Cañerías	1	1	1	1
TOTALES			9	16	11	28 ^a

^αDe estos equipos, 18 fueron construidos en el país por la industria privada, representando bienes de capital por aproximadamente U\$S 107.000.

TABLA 2. MEDICION DE NIVEL

Grupo de productos		Aplicación	Datos acumulativos			
			usuarios		equipos	
No.	Denominación		1962	1968	1962	1968
7	Químicos y plásticos	Reactores de polimerización	-	2	-	9
		Procesos unitarios	-	1	-	1
8	Cemento, etc.	Control automático de la altura de clinker	1	1	1	1
9	Petróleo y carón	Procesos unitarios	-	1	-	1
10	Metales fundamentales	Nivel de carga	-	1	-	1
TOTALES			1	6	1	13

TABLA 3. MEDICION DE HUMEDAD Y DENSIDAD

Grupo de productos		Aplicación	Datos acumulativos			
			usuarios		equipos	
No.	Denominación		1962	1968	1962	1968
9	Petróleo y carbón	Densidad e interfases en poliductos	-	2	-	2
12	Servicios	Humedad y densidad de suelos	-	2	-	4
		Densidad de nieve	-	1	-	2
TOTALES			-	5	-	8 ^a

^αIncluye 4 equipos contruidos en el país por U\$S 8.500.

TABLA 4. PERFILAJE DE POZOS

Grupo de productos		Aplicación	Datos acumulativos			
			usuarios		equipos	
No.	Denominación		1962	1968	1962	1968
9	Petróleo y carbón	Medición de porosidad y densidad del terreno	4	6	15 ^α	20
TOTALES			4	6 ^β	15	20

Nota: sólo se han computado como usuarios las compañías propietarias de equipos de perfilaje.

^αEstimación corregida con respecto a la encuesta realizada en 1963.

^βSe incluyen 5 compañías dedicadas a la prestación de servicios.

TABLA 5. RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Grupo de productos		Aplicación	Datos acumulativos			
No.	Denominación		usuarios		equipos	
			1962	1968	1962	1968
7	Químicos y plásticos	Control de fundiciones y soldaduras	15	29	27	36
9	Petróleo y carbón					
10	Metales fundamentales					
11	Maquinaria					
12	Servicios					
TOTALES			15 ^α	29 ^β	27	36

^α Incluye 7 empresas de servicios con 15 equipos valuados en U\$S 25.000.

^β Incluye 11 empresas de servicios con 21 equipos valuados en aproximadamente U\$S 54.000.

TABLA 6. TRAZADORES RADIATIVOS Y ANALISIS POR ACTIVACION

Grupo de productos		Aplicación	Datos acumulativos			
No.	Denominación		usuarios		equipos ^o	
			1962	1968	1962	1968
1	Alimentos	Análisis por dilución y tiempo de permanencia	-	1	-	1
7	Químicos y plásticos	Análisis por dilución	-	1	-	-
		Estudios de desgaste por activación	-	1	-	-
9	Petróleo y carbón	Localiz. de "scrapers"	2	2	-	-
		Medición de caudales	-	1	-	-
		Perfilaje de pozos	-	1	-	1
10	Metales fundamentales	Localiz. de pérdidas	-	1	-	1
		Desgaste de hornos	-	1	-	-
11	Maquinaria	Estudios de desgaste	-	2	-	1
		Tiempo de permanencia	-	1	-	-
12	Servicios	Pruebas de hermeticidad	1	1	-	-
		Pérdidas en cañerías	1	3	-	-
		Medición de caudales	1	1	1	1
		Estudio del transporte de sedimentos en aguas	1	2	1	1
TOTALES			6	19	2	6

^aSólo se incluyen equipos destinados específicamente a una determinada aplicación en campaña o en un proceso. No se incluyen por lo tanto ni monitores portátiles de radiación ni instrumentos de laboratorio de la CNEA que entre otras finalidades, se usan para trazadores y análisis por activación industrial.

TABLA 7. APLICACIONES VARIAS DE RADIOISOTOPOS

Grupo de productos		Aplicación	Datos acumulativos			
No.	Denominación		usuarios		equipos	
			1962	1968	1962	1968
7	Químicos y plásticos	Pararrayos iónicos Compuestos luminiscen <u>tes</u>	= 1	1 2	- -	1 -
II	Maquinarias	Ionización de válvulas electrónicas	=	2	-	-
TOTALES			1	5	-	1

TABLA 8. RESUMEN COMPARATIVO DE LAS APLICACIONES DE
RADIOISOTOPOS EN LA INDUSTRIA ARGENTINA

Aplicación	Datos acumulativos					
	Usuarios		Equipos		Inversiones en equipos (US\$) ^α	
	1962	1968	1962	1968	1962	1968
Medición de espesor	9	16	11	28	61.500	170.500
Medición de nivel	1	6	1	13	4.500	20.000
Medición de humedad y densidad	-	5	-	8	-	26.000
Perfilaje de pozos	4	6	15	20	β	β
Radiografía industrial	15	29	27	36	42.500	54.000
Trazadores y análisis por activación	6	19	2	6	2.000	7.000 ^γ
Ionización y compuestos luminiscentes	1	5	-	1	β	β
TOTALES	36	86	56	112	110.500	277.500
AUMENTO RESPECTO 1962 (%)	140		100		150	

^αInversiones estimadas.

^βNo se dispuso de datos para las estimaciones.

^γSólo se incluyen equipos para usos específicos en campaña o en procesos.