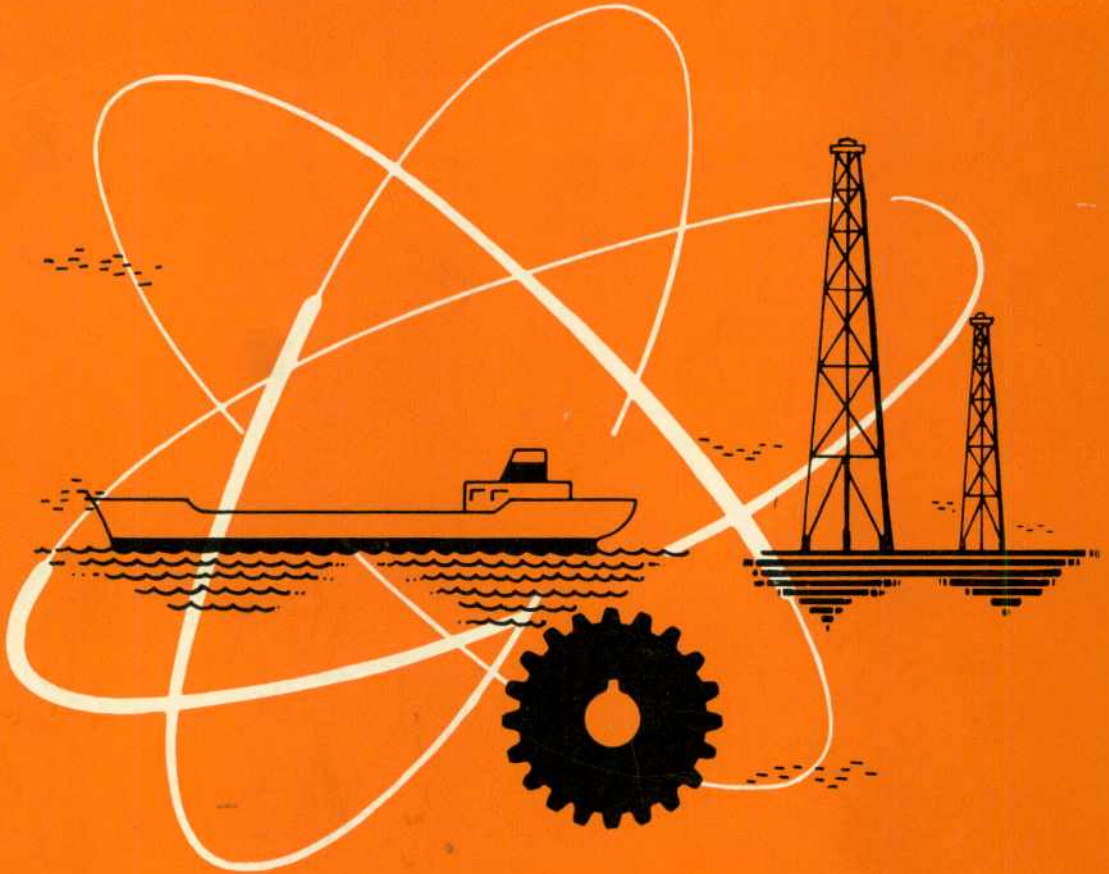


07.63.02

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1963



APLICACION DE RADIOISOTOPOS
en la industria argentina

INFORME DE LA C.N.E.A.

P R O L O G O

La aplicación industrial de los radioisótopos ha marcado una nueva etapa en el progreso tecnológico del país, contribuyendo, en forma directa o indirecta, al beneficio público y al de la industria.

Los isótopos radiactivos se han transformado en poderosos aliados de la industria, ya sea para satisfacer la ecuación económica de mejores productos a menor costo, o para resolver problemas inmediatos en la ingeniería de procesos.

La Comisión, en un esfuerzo efectivo para extender los beneficios del uso pacífico de la energía atómica a importantes sectores de la comunidad y la economía nacional, promovió y estimuló desde un principio estas aplicaciones.

Nos cabe hoy la satisfacción de difundir los positivos resultados alcanzados, a pocos años de iniciados los primeros trabajos para crear la producción y utilización de equipos y técnicas nucleares en el país.

Noviembre de 1963.



OSCAR ARMANDO QUIHILLALT
PRESIDENTE

Indice

Capítulo	Página
Prólogo	1
INTRODUCCIÓN	5
Fundamentos de la encuesta	5
Desarrollo de la encuesta	6
LOS RADIOISÓTOPOS EN LA INGENIERÍA Y EN LA INDUSTRIA ARGENTINA ...	6
Antecedentes	6
Análisis de las técnicas empleadas en el país	7
Mediciones realizadas con radioisótopos	7
a) Medición de espesores	7
b) Medición de niveles	9
c) Densidad y humedad de suelos	10
d) Perfilaje de pozos	10
Radiografía industrial	12
Aplicaciones de la ionización	13
Trazadores radiactivos	13
a) Localización de interconexiones en cañerías de gas	13
b) Estudio de movimiento de arenas en litorales marítimos ..	13
c) Medición de caudales	14
d) Localización de raspadores ("scrapers") en oleoductos ...	14
Compuestos luminiscentes	14
RESULTADOS DE LA ENCUESTA	14
Evaluación de las respuestas	14
Resumen de resultados	15
Conclusiones	15
APÉNDICE	
Tabla 1. Medición de espesores	16
Tabla 2. Medición de niveles	17
Tabla 3. Perfilaje de pozos	17
Tabla 4. Radiografía industrial	18
Tabla 5. Trazadores radiactivos	19
Tabla 6. Resumen de las aplicaciones de radioisótopos en la indus- tria argentina	20

Encuesta Internacional sobre el Empleo de Radioisótopos en la Industria

Informe del Gobierno Argentino
al Organismo Internacional de Energía Atómica

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

INTRODUCCION

FUNDAMENTOS DE LA ENCUESTA

La actualidad e importancia del tema radica en el tremendo impacto de los radioisótopos en las ciencias físicas y en la industria, a partir del momento en que la operación de reactores nucleares permitió disponer de material radiactivo en grandes cantidades y a precios económicamente accesibles.

Se ha dicho que solamente los beneficios derivados de su aplicación a la medicina, agricultura, industria e investigación, justifican de por sí las cuantiosas inversiones demandadas por la producción de energía atómica.

Esta encuesta se refiere principalmente a su empleo en la fabricación de los productos de ciertas industrias y a la ingeniería de procesos, que aquí se denominan globalmente “grupo de productos”.

La encuesta tiene dos finalidades: dar una idea aproximada de las presentes aplicaciones industriales de los radioisótopos y calcular los beneficios económicos (sobre todo en forma de ahorros) que estos auxiliares radiactivos reportan a la industria.

Encuestas sobre tales beneficios han sido ya realizadas en un pequeño número de naciones altamente industrializadas, pero los métodos difieren de país a país.

Con el objeto de obtener datos comparables entre países, el Organismo Internacional de Energía Atómica invitó a los Estados Miembros a participar en la ejecución de una encuesta internacional, sobre la base de un procedimiento uniforme de evaluación. Por otra parte, el Organismo interpretó que una respuesta clara a la consulta podría no sólo inspirar a los países menos desarrollados a hacer uso de los radioisótopos, sino que contribuiría, además, a la creación de nuevas aplicaciones de los mismos en todas las naciones industrializadas.

El Gobierno Argentino declaró su voluntad de cooperar con el Organismo Internacional en esta materia, designando a la Comisión Nacional de Energía Atómica para llevar adelante la encuesta en nuestro país.

DESARROLLO DE LA ENCUESTA

La ejecución práctica de las consultas y compilación de datos en el país estuvo a cargo del Grupo de Control, dependiente del Programa de Aplicaciones de la CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina).

El mecanismo seguido se ajustó en líneas generales a las instrucciones suministradas por el Organismo Internacional, consistentes en el envío de formularios oficiales a los usuarios y posterior clasificación y evaluación de la información recogida.

La lista de empresas e instituciones que emplean material radiactivo en la industria, se obtuvo de los archivos existentes en el Programa Evaluación de Riesgos de la CNEA.

El período de evaluación de la encuesta, originariamente establecido por el Organismo Internacional como el año 1961, fue modificado previa consulta con aquella Institución, para que los datos reflejaran un panorama más real de los usos y beneficios de los radioisótopos en la industria argentina, ya que muchas de las aplicaciones, que en cantidad e importancia constituyen un significativo porcentaje del total, se concretaron en 1962. Se eligió entonces el período comprendido entre julio de 1961 y julio de 1962.

LOS RADIOISOTOPOS EN LA INGENIERIA Y EN LA INDUSTRIA ARGENTINA

ANTECEDENTES

El uso industrial de los radioisótopos en la República Argentina fue iniciado por la CNEA en el año 1958, a través del entonces Departamento de Radioisótopos, con la construcción de los primeros equipos de gammagrafía y la capacitación de su personal en técnicas de trazadores y en el cálculo y diseño de equipos de control. Casi simultáneamente dicho Departamento emprendió una tarea de promoción y divulgación consistente en el dictado de cursos de radioisótopos, conferencias y coloquios, realización de exposiciones, etc.

Creada la demanda de equipos y servicios que utilizan material radiactivo, la CNEA fue prestando su asistencia técnica directa a las empresas interesadas. Con el mercado para las aplicaciones industriales de los radioisótopos comenzaron a surgir también las primeras empresas privadas dedicadas a la construcción de equipos nucleares de control y a la prestación de servicios de gammagrafía y trazadores.

La CNEA apoyó desde un principio la iniciativa privada en este aspecto mediante dos actitudes bien definidas: libre ofrecimiento de planos y especificaciones de los equipos construidos en sus talleres y laboratorios a toda persona interesada en ellos, y la no competencia con la naciente industria privada en la venta de equipos o servicios que, por sus características técnicas, económicas y de seguridad pública, pudiesen ser normalmente realizados por aquélla.

Los frutos de toda esta política, cuyas líneas generales se mantienen en la actualidad, están a la vista: la industria argentina de hoy produce y utiliza equipos y técnicas con radioisótopos, obteniendo positivos beneficios en la economía de fabricación, calidad de productos manufacturados y en la solución de problemas relativos a la ingeniería de procesos. Además, Universidades y otros institutos han comenzado a dictar cursos sobre aplicación industrial de los radioisótopos, satisfaciendo el interés creciente despertado por esta materia en los estudiantes, profesionales y técnicos de nuestro país.

La CNEA, por su parte, continúa con la investigación y desarrollo de nuevos equipos y técnicas nucleares a través del Programa de Aplicaciones, el cual tiene también a su cargo el dictado de cursos básicos y especializados de radioisótopos.

La fiscalización del empleo de material radiactivo en la industria la ejerce el Programa Evaluación de Riesgos de la CNEA mediante la inspección de equipos desde el punto de vista de la seguridad radiológica y la concesión de permisos individuales e institucionales para la tenencia de radioisótopos, de acuerdo a las leyes vigentes.

ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS EMPLEADAS EN EL PAÍS

El panorama actual del uso de radioisótopos en diversas ramas de la ingeniería y la industria argentinas, puede clasificarse en las siguientes técnicas:

- 1) Mediciones realizadas con radioisótopos;
- 2) Radiografía industrial;
- 3) Aplicaciones de la ionización;
- 4) Trazadores radiactivos;
- 5) Compuestos luminiscentes.

MEDICIONES REALIZADAS CON RADIOISÓTOPOS

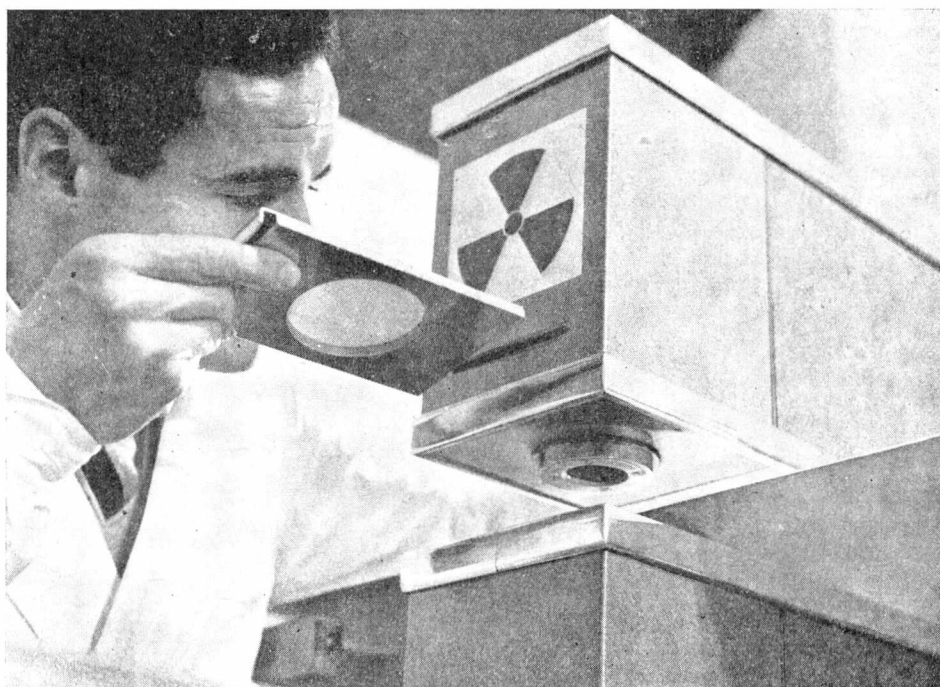
La medición por medio de radioisótopos en el país se aplica a la determinación de:

- a) espesores,
- b) niveles,
- c) densidad y humedad de suelos,
- d) perfilaje de pozos.

a) *Medición de espesores:* Los primeros equipos fueron construidos entre los años 1960 y 1961 por el Departamento de Radioisótopos de la CNEA. El objetivo fue desarrollar prototipos experimentales aplicables a la medición precisa, continua y sin contacto de gramajes y espesores en las industrias del papel, plásticos, goma y metales. Se construyeron así tres prototipos, utilizando fuentes de C-14, Ce-144 y Sr-90. Esta última estaba combinada con un blanco de aluminio para obtener una fuente que emitiera simultáneamente partículas beta y radiación de frenamiento (bremsstrahlung), a fin de extender el rango de medición a toda la gama de espesores comúnmente procesados en las laminadoras de metales ferrosos y no ferrosos.

Los equipos se ensayaron con éxito durante un año en distintas fábricas de papel, película de celofán y laminación de metales, a la vez que se publicaron los informes relativos al diseño y especificaciones técnicas.

Paralelamente al interés despertado en la industria por este tipo de instrumental, la iniciativa privada encaró la construcción de medidores nucleares de espesor, sobre la base de diseños aptos para soportar las severas condiciones de trabajo imperantes en los procesos industriales (golpes,

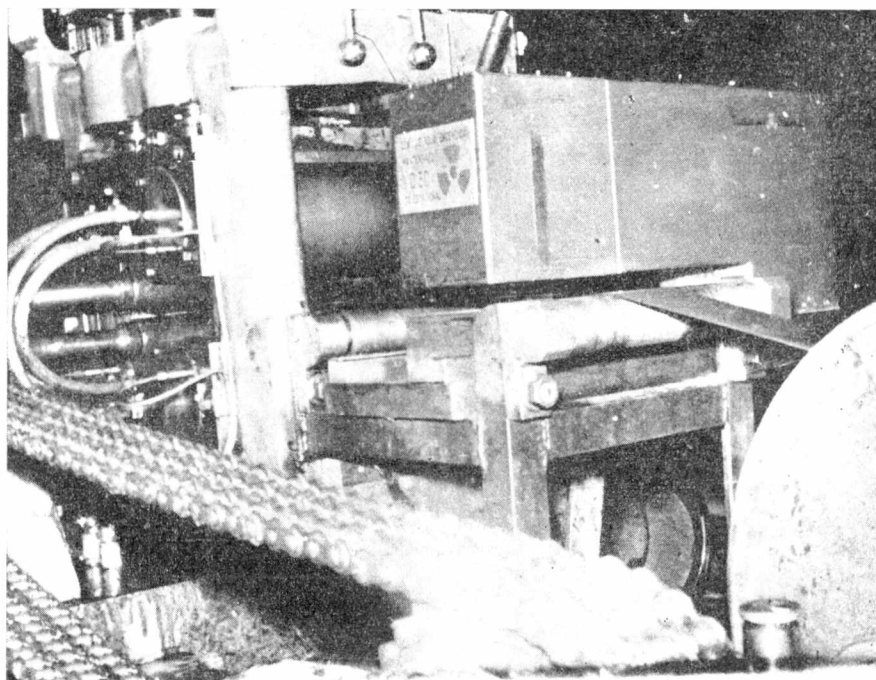


Este calibrador nuclear de gramajes, construido por la CNEA con fines experimentales, sirvió para la realización de estudios en fábricas de papel y celofán, que demostraron las ventajas técnicas y económicas de la medición con radioisótopos.

vibraciones, atmósferas húmedas y corrosivas, temperatura) y a las exigencias propias de cada planta en cuanto a espacio disponible y características operativas del sistema de medición.

La tabla 1 refleja los resultados de la encuesta en lo que hace a la técnica de medición de espesores con radioisótopos en nuestro país. Por las causas que se mencionan en el párrafo "Evaluación de las respuestas" no fue posible obtener datos cuantitativos de los beneficios económicos derivados de su empleo en todas las aplicaciones. Sólo dos empresas suministraron información de los ahorros obtenidos. Una de ellas, dedicada a la fabricación de telas vinílicas, estimó economías de U\$S 12.000 anuales por disminución de rechazos del 4 % (anterior a la incorporación del medidor nuclear de gramajes) al 1 %. El costo del equipo fue de U\$S 4.000.

La otra, fabricante de flejes de cobre y bronce, reconoció haber logrado un aumento de producción del 10 % por la medición continua de espesores, equivalente a un beneficio de U\$S 13.000 anuales. En este caso la inversión en el calibrador nuclear fue de unos U\$S 3.000.



La medición precisa, continua y sin contactos provista por este calibrador con radioisótopos, permite reducir a un mínimo las variaciones de espesor de los flejes metálicos durante la fabricación. Se obtienen así productos de mejor calidad, junto a una sustancial economía por aumento de producción y disminución de rechazos.

En general, se puede afirmar que el costo de los equipos se amortiza en menos de un año.

Las crecientes exigencias de la industria en cuanto a tolerancias de espesor y gramaje, y la situación competitiva del mercado, han movido a las empresas fabricantes de artículos laminados a buscar la solución de elaborar mejores productos a menor costo en los calibradores de espesor con radioisótopos.

Es así que un importante complejo fabril del norte del país ha adquirido un sistema nuclear para el control automático del gramaje del papel, que espera poner en funcionamiento a mediados de 1964, y cuyo costo total ha sido de unos U\$S 65.000.

Otra firma, dedicada a la manufactura de telas vinílicas, ha instalado recientemente, por la suma de U\$S 5.000, un medidor nuclear de gramajes, cuyos satisfactorios resultados preliminares le han llevado a considerar la compra de otro equipo similar a breve plazo.

También una empresa productora de papeles de lija (sand paper) ha concretado la compra de un sistema nuclear para controlar el peso de la cola y polvo abrasivo utilizados en la fabricación. La instalación, compuesta de tres equipos, por valor de U\$S 12.300, construida íntegramente en el país, entrará en funcionamiento a principios de 1964.

Por último, en el mes de noviembre próximo, una compañía de la industria plástica instalará un calibrador nuclear para medir el espesor de la película de celofán. El equipo representa una inversión de aproximadamente U\$S 5.700.

En consecuencia, las instalaciones posteriores al período de la encuesta ya concretadas o previstas para el próximo año son cuatro, por un total de U\$S 88.000 (vale decir, más de un 40 % mayor que las inversiones realizadas en tres años), y comprenden seis equipos, de los cuales cinco son de fabricación argentina.

Cabe señalar, como dato ilustrativo, que varias empresas de las industrias plástica, goma y metales, consideran en estos momentos la posibilidad de incorporar la medición de espesores con radioisótopos a sus respectivos procesos.

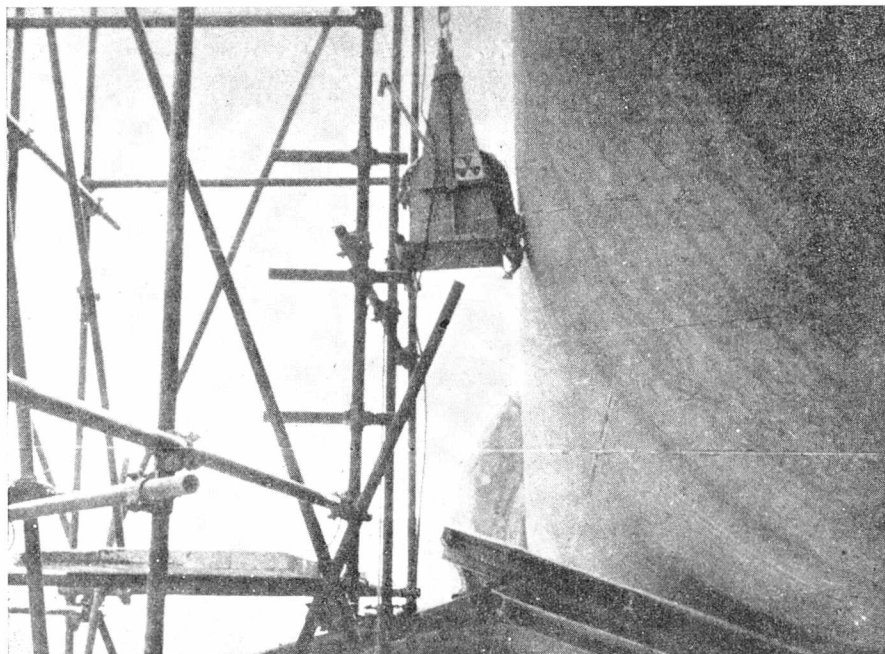
Una aplicación de esta técnica fuera de lo común fue desarrollada en el Grupo de Control de la CNEA. Consistió en la medición de espesores de elementos combustibles laminados para reactores, en forma no destructiva, utilizando la radiación beta del uranio natural contenida en el núcleo. Las características del método se hallan descriptas en el Informe N° 79 de la CNEA.

La CNEA ha construido también un equipo para medir y registrar, a intervalos periódicos prefijados, los espesores de nieve en áreas alejadas y de difícil acceso en el período invernal. El propósito de este equipo fue facilitar la colección de datos para el estudio del régimen de los ríos alimentados por los deshielos.

b) *Medición de niveles:* No obstante las potenciales posibilidades de su aplicación en diversos procesos unitarios de la industria argentina, la medición de niveles con radioisótopos se encuentra prácticamente en sus verdaderos comienzos.

El primer intento de aplicación lo efectuó la CNEA en 1959, por intermedio del Departamento de Radioisótopos, y el trabajo estuvo orientado a controlar el nivel de clinker en hornos rotatorios para la producción de cemento, con miras a evitar la formación de “anillos” que conducían a la paralización del proceso.

El ensayo se realizó en una fábrica de cemento ubicada en la provincia de Buenos Aires. Las dimensiones gigantescas del horno donde ocurría la formación de “anillos” (unos 4 m de diámetro y más de 100 m de largo) dieron a este trabajo características desusadas. Se utilizó una fuente de Co-60 de 500 mC y una batería de 6 tubos Geiger orgánicos, del tipo usado para la medición de radiación cósmica, construidos en la CNEA. La superficie útil de detección fue de unos 500 cm².



Instalación de la unidad de irradiación (500 mC de Co-60) de un sistema nuclear para la medición del nivel de clinker en un horno rotatorio para la producción de cemento. Mediante este sistema es posible estudiar el flujo de clinker en el horno para evitar la formación de “anillos”.

Los resultados del ensayo fueron satisfactorios y permitieron reproducir gráficamente, con suficiente fidelidad, el perfil de la sección de clinker en la zona sometida a estudio, demostrando simultáneamente las posibilidades prácticas de aplicación de este método para el control continuo del flujo de clinker en el horno.

Otra aplicación de medición de niveles, de carácter experimental, fue ejecutada durante el período de la encuesta, por una empresa privada. El objeto fue determinar el grado de precisión obtenible mediante un sistema nuclear para el control de niveles en la zona de carga de un horno electrotérmico para la producción de zinc.

En ensayo, de un costo total de U\$S 500 aproximadamente, demostró en las condiciones reales de funcionamiento del horno, la indudable superioridad de la medición con radioisótopos sobre los métodos convencionales que se habían usado hasta el momento. La instalación del sistema definitivo fue estimada en unos U\$S 3.500.

El tercer caso, incluido también en el período de la encuesta, se refiere a un equipo próximo a entrar en operación para informar continuamente el nivel del clinker caliente en el enfriador de un horno para la fabricación de cemento. El equipo, de un costo total de U\$S 4.500, da los medios, a través de un potenciómetro controlador, para mantener constante el nivel en el enfriador aunque varíen las condiciones de trabajo en el horno rotativo, estabilizando el proceso.

c) *Densidad y humedad de suelos*: En lo que hace al empleo de estas técnicas en el país, corresponde mencionar los trabajos de desarrollo del Grupo de Control, que culminaron con el diseño de dos prototipos, actualmente en construcción, para la medición de humedad y densidad de suelos desde superficie.

El medidor de densidad emplea una fuente de 5 mC de Cs-137 y tubos Geiger halogenados. La característica sobresaliente de este equipo, respecto a otros similares, es la posibilidad de variar dentro de ciertos límites la distancia fuente-detector, lo cual permite efectuar rápidamente, y con una sola muestra, la calibración del aparato para distintos tipos de terrenos o materiales.

El medidor de humedad utiliza una fuente de neutrones rápidos de Ra/Be de 5 mC de actividad y una batería de 10 tubos de trifluoruro de boro como detectores.

Se espera usar estos equipos para promover su aplicación en obras viales, precisamente en circunstancias en que el Gobierno encara la construcción de caminos en gran escala.

La Dirección Nacional de Vialidad, por otra parte, adquirió recientemente en el exterior cuatro equipos nucleares para la medición de humedad y densidad de suelos desde superficie y en profundidad, que pronto entrarán en servicios como auxiliares en la construcción de caminos. La compra representó una inversión de U\$S 8.750.

Las técnicas de medición de densidad y humedad comienzan recién a utilizarse en el país, por lo cual no han sido incluidas en la encuesta.

d) *Perfilaje de pozos*: El uso de los "perfilajes radiactivos" en la industria petrolera argentina ha significado una notable mejora con respecto a las técnicas utilizadas con anterioridad al año 1959.

La economía evidente está dada por la mayor información que es posible obtener del pozo, y que una de las empresas consultadas sintetiza en:

- 1) Gran exactitud en las zonas a punzar, permitiendo ubicar la capa petrolífera prácticamente con una precisión de algunos centímetros en pozos cuya profundidad es de varios miles de metros. Uno solo de estos errores puede significar el abandono de un posible pozo productivo;

- 2) Definición exacta entre petróleo y gas, en pozos ya entubados, antes de punzar, lo que evita problemas de cementación a presión y sellado de capas gasíferas, que de esta forma pueden quedar para reserva en futuras reparaciones del pozo (aplicaciones del perfilaje multiespaciado);

- 3) Determinaciones de porosidad de las formaciones, utilizando perfilajes neutrónicos y de densidad.

- 4) Localizaciones de tope de cemento y cantidad aproximada de cemento detrás de la cañería;

- 5) Determinación de densidad en las formaciones (perfil densilog). Este perfil, en combinación con neutrónicos convencionales, permite hacer análisis cualitativos y cuantitativos de formaciones respecto a determinaciones de porosidad;

- 6) Evaluación de flúidos de las formaciones basada en la influencia de los átomos de cloro sobre los neutrones lentos;

- 7) Correlaciones estructurales para la determinación de la litología de las formaciones.

Cabe destacar que los perfiles radiactivos permiten obtener información de los pozos ya entubados con cañería de acero. Los perfilajes eléctrico, de inducción, sónico, etc., ejecutados en el pozo sin entubar, dan una valiosísima información para conocer las zonas a punzar, pero la exacta ubicación de cada una de las capas, cuando el pozo está entubado, solamente se consigue con la correlación obtenida con el perfilaje radiactivo.

Las fuentes utilizadas son, en general, de 300 mC de Ra/Be.

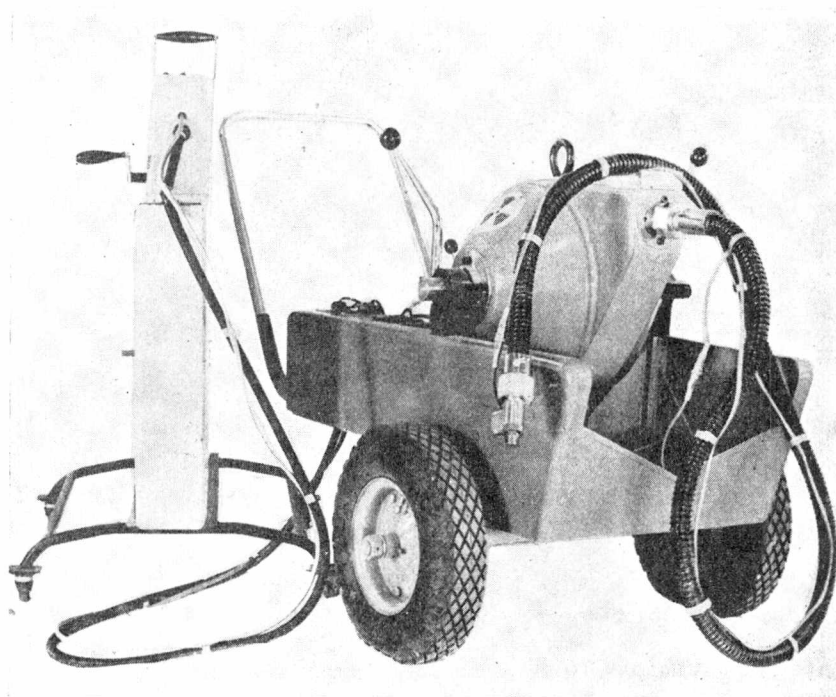
Los resultados de la encuesta (tabla 3) indican que existen en el país cuatro empresas dedicadas al perfilaje de pozos con radioisótopos, las cuales sirven, a su vez, a una quince compañías petrolíferas.

La cantidad de equipos e inversiones correspondientes no han podido ser precisadas para el total de las empresas. Sólo una de las firmas consultadas informó que el costo de los radioisótopos, equipos y medios auxiliares en servicio sumaban U\$S 217.000, habiéndose invertido durante el período de la encuesta U\$S 50.000. Los gastos anuales de conservación en el mismo lapso fueron estimados en U\$S 25.000.

En cuanto a los beneficios económicos derivados de los perfilajes radiactivos, una empresa los ha evaluado en base a la reducción de los punzados. Como dato ilustrativo cita que en la zona flanco sur de Comodoro Rivadavia (Yacimiento Santa Cruz), donde han sido perforados y terminados 3.200 pozos desde 1959 a 1963, la cantidad de punzados por pozo, que antes oscilaba entre 5 y 6, ha sido reducida a un promedio de no más de 2. Cada punzado tiene un costo de cerca de U\$S 650, de modo que, en este solo rubro la economía realizada es evidente. Las cifras son sólo aproximadas, ya que, naturalmente, se han sumado también otros factores que han permitido mejorar los métodos.

Por otra parte, el alto porcentaje de pozos considerados productivos es una evidencia de las ventajas de la utilización de métodos modernos y toda clase de técnicas avanzadas, una de las cuales es precisamente la aplicación de radioisótopos en las mediciones.

La información deficiente determinó, posiblemente, que muchos pozos fueran abandonados por estériles en épocas anteriores. El costo de cada pozo fluctúa entre U\$S 20.000 y 100.000.



La radiografía industrial con radioisótopos es particularmente útil para el examen de zonas inaccesibles para las máquinas de rayos X. En este equipo, construido en la CNEA, la fuente radiactiva se lleva a la posición de irradiación por comando a distancia, a través de un conducto-guía flexible.

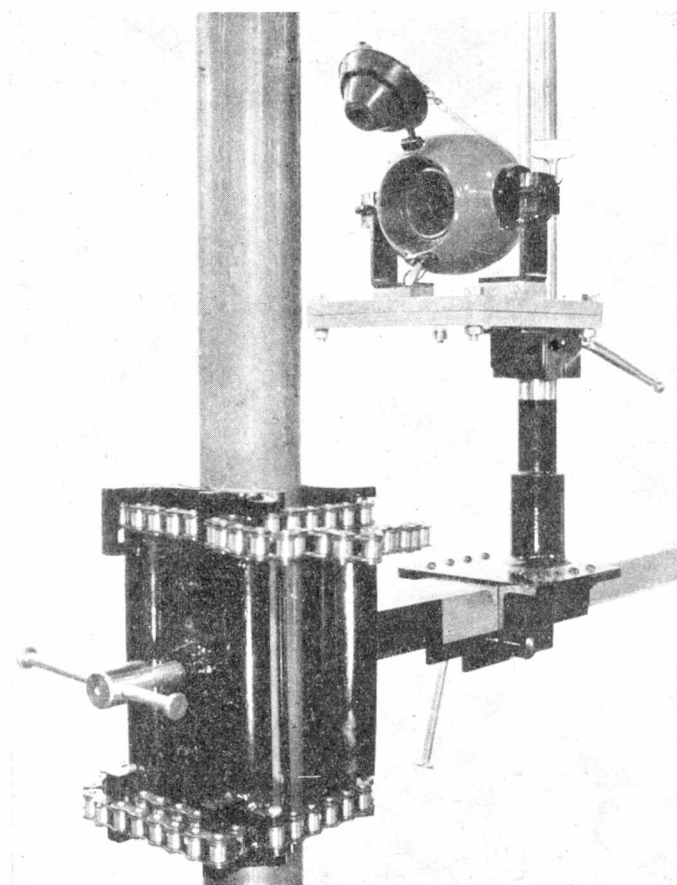
A menos de cuatro años de los trabajos iniciados por primera vez en el país en la CNEA, la gammagrafía ha alcanzado una gran difusión en la industria argentina, que la sitúa, en cuanto a número de usuarios, a la cabeza del resto de las aplicaciones industriales de los radioisótopos.

Ya en el período de la encuesta (tabla 4) existían en el país unas 100 empresas que empleaban rutinaria u ocasionalmente la inspección radiográfica con rayos gamma para el control de materiales, soldaduras e instalaciones. De ellas, ocho poseían un total de 12 equipos propios, por valor de U\$S 17.500, y las restantes utilizaban los servicios de 7 compañías especializadas, con unos quince equipos en operación, valuados en U\$S 25.000, abonando en retribución por tales servicios la suma aproximada de U\$S 12.200 durante los 12 meses considerados. Una de las compañías consultadas, propietaria de 4 equipos, por valor de U\$S 8.000, estimó sus gastos de conservación en U\$S 1.000.

La divulgación de información técnica de los equipos construidos por la CNEA estimuló la creación de empresas privadas para la fabricación de equipos industriales de gammagrafía. Existen actualmente 4 de estas compañías, cuya actividad incluye también la prestación de servicios.

Cabe destacar que de los 27 equipos computados en el período de la encuesta, 23 fueron construidos íntegramente en el país por empresas privadas y por la CNEA.

El tipo, cantidad e intensidad de las fuentes utilizadas varía según los casos, no habiendo resultado posible completar el censo de las mismas. En general, se emplean fuentes de Cs-137, Co-60 y fundamentalmente Ir-192, de actividades variables entre 50 y 5 C.



Los equipos portátiles de radiografía industrial se usan para examinar materiales de gran espesor. Los radioisótopos permiten inspeccionar las soldaduras en el lugar, eliminando los inconvenientes de maniobrabilidad y requerimientos de energía eléctrica de los aparatos de rayos X. Aquí vemos un equipo de gammagrafía especialmente adaptado para el examen de tuberías, fabricado por la CNEA.

Entre los trabajos dignos de mención por sus características técnicas merecen citarse:

1) Inspección completa de una estructura de hormigón armado, cuya ampliación se proyectaba sin haberse podido ubicar los planos correspondientes a la antigua edificación. Se determinaron así el diámetro, cantidad y ubicación de hierros de la armadura. El trabajo fue realizado por la CNEA con una fuente de Co-60 de 5 C.

2) Gammaografía de un codaste de aproximadamente 30 cm de espesor, donde se presumía la existencia de un rechupe, utilizando una fuente de Co-60 de sólo 10 C. La placa, obtenida con una sensibilidad mejor que el 10 %, permitió verificar la existencia de la falla, procediéndose a su reparación. Este servicio fue ejecutado para Astilleros Navales por una empresa privada.

3) Radiografía del propulsante sólido para cohetes utilizando radiación de frenamiento (bremsstrahlung), obtenida con una fuente de Sr-90 de 500 mC y un blanco de uranio natural. El trabajo se realizó en la CNEA para el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas.

4) Radiografía de elementos combustibles laminados para reactores, de 1.3 mm de espesor total, mediante partículas beta provenientes de una fuente de Sr-90 de 500 mC. Este método, aplicado por la CNEA para el control de los elementos combustibles de su propia fabricación, permite obtener gran sensibilidad (mejor que el 2 %) y definición con unos 5 minutos de exposición.

Dentro de las técnicas de inspección no destructiva cabe citar también algunos ensayos radiométricos efectuados por la CNEA utilizando fuentes de Co-60 de unos pocos milicurios de actividad y contadores de centelleo para controlar piezas de gran espesor.

En lo que respecta al futuro de la radiografía industrial en nuestro país, se prevé un incremento paralelo a la expansión de la industria siderúrgica, petroquímica y manufacturera actualmente en marcha.

APLICACIONES DE LA IONIZACIÓN

Se han hecho ensayos experimentales para la eliminación de cargas estáticas en hilados plásticos, montaje de lentes bifocales (para evitar la atracción de polvo ambiente) y en la molienda de materiales plásticos.

En este último caso las cargas estáticas, probablemente generadas durante el proceso de molienda, ocasionaban la aglomeración y adhesión del plástico pulverizado sobre la malla de la zaranda, obstruyéndola, y disminuyendo así el rendimiento total de la operación. La ionización del aire en la zona de pasaje del polvo desde la tolva a la zaranda mediante una fuente emisora de radiación beta, pareció mejorar sensiblemente las condiciones de trabajo. No obstante, la presencia de humedad, que también contribuía a la aglomeración de las partículas de material plástico, dificultó la interpretación de resultados y posterior evaluación del método.

Estas aplicaciones de la ionización no superaron la etapa experimental, por lo que se omite incluirlas en el resumen de la tabla 6.

TRAZADORES RADIACTIVOS

Si bien las técnicas de trazadores radiactivos no han alcanzado el grado de difusión acorde a sus posibilidades en la industria e ingeniería argentinas, cabe puntualizar, a los fines de encuesta, las características técnicas e importancia de algunas de las aplicaciones concretadas:

a) *Localización de interconexiones en cañerías de gas:* Este trabajo, realizado por la División de Radioquímica de la CNEA en 1955 y presentado ante el 3^{er} Simposium Interamericano sobre los Usos Pacíficos de Energía Atómica, consistió en la determinación del recorrido de gas en una red de cañerías de distribución de la ciudad de Buenos Aires. Se utilizó bromuro de metilo marcado con Br-82, con una actividad de 250 mC, aproximadamente.

Para detectar la presencia del trazador en la corriente gaseosa, se estudiaron diversas reacciones, optándose por la que tiene lugar entre el bromuro de metilo y una solución hidroclorídrica saturada de nitrato de plata, que produce bromuro de plata.

La ejecución práctica del ensayo consistió en usar tiras de papel embebidas con volúmenes iguales de reactivo. Los satisfactorios resultados obtenidos permiten prever la aplicación del método en la resolución de problemas similares.

b) *Estudio del movimiento de arenas en litorales marítimos:* Realizado también por la CNEA en 1961, fue la primera aplicación de trazadores radiactivos en gran escala, y tuvo por objeto estudiar el movimiento de arenas en las cercanías de la escollera norte del Puerto de Mar del Plata.

El problema que actualmente existe en este puerto es la formación de un banco de arena cerca de la entrada, que hace necesario un dragado frecuente del mismo, pese a lo cual sigue siendo peligrosa la entrada de barcos de gran calado.

Una solución propuesta por las autoridades del puerto consiste en el transporte hidráulico de la arena a un punto alejado de la escollera norte, mediante un conducto que pasa por debajo del puerto y un sistema de bombeo. Previamente al estudio y evaluación de un proyecto de esta naturaleza se consideró de fundamental importancia conocer algunos datos sobre el movimiento de la arena en la zona de descarga, para asegurarse de que las corrientes marítimas no la devolverían al punto de origen.

Este ensayo, que requirió la marcación de una tonelada de arena con Ag-110 y representó una inversión de US\$ 3.500 aproximadamente, demostró la aplicabilidad del método para estudios de movimiento de arenas en superficies de fondos marítimos comprendidas entre 8 y 10 hectáreas. La descripción detallada de las técnicas utilizadas para la marcación de arena, deposición de la misma en el fondo del mar, toma y medición de muestras, se encuentra expuesta en el trabajo presentado por la CNEA ante la Primera Conferencia Interamericana de Radioquímica, bajo el título "Estudio del movimiento de arenas en las cercanías del Puerto de Mar del Plata, usando arena marcada con Ag-110".

c) *Medición de caudales*: La CNEA efectuó tres ensayos de medición de caudales por el método de las cuentas totales, usando soluciones de Au-198 con actividades variables entre 90 y 150 mC. Dos de los ensayos estuvieron orientados a verificar la confiabilidad del método para la medición de caudales en ríos.

Los resultados indicaron que el error es inferior al 3 %, para caudales comprendidos entre 10 y 100 metros cúbicos por segundo. El tercer trabajo consistió en un intento para medir el flujo de agua a través de las turbinas de una represa hidroeléctrica, para comprobar cálculos previos al respecto.

Se invirtieron en estas experiencias alrededor de US\$ 2.500.

d) *Localización de raspadores (scrapers) en oleoductos*: Entre 1961 y 1962 la CNEA realizó dos servicios de localización de scrapers en oleoductos, mediante la utilización de uno de estos elementos cargado con una fuente radiactiva sellada.

La suma total abonada por estos trabajos fue de unos US\$ 4.000 aproximadamente, debiéndose estimar los beneficios por el costo que representaba la paralización del servicio de las instalaciones.

Otras aplicaciones en menor escala de las técnicas de trazadores radiactivos en el país se refieren a la determinación de pérdidas en cañerías subterráneas de calefacción e instalaciones contra incendio y fugas de aire en cables telefónicos de larga distancia. En este último caso se usa gas radón como trazador.

El resumen de las técnicas de trazadores figura en la tabla 5.

COMPUESTOS LUMINISCENTES

La fabricación de pinturas luminosas autoactivadas mediante la incorporación de radioisótopos a los pigmentos luminiscentes, ha sido encarada en el país por una empresa privada que en el período de la encuesta invirtió US\$ 2.500 aproximadamente, en material radiactivo (Pm-147 y Ra-228).

Las pinturas se utilizan en cuadrantes de instrumentos.

Actualmente la CNEA a través del Programa de Aplicaciones, está investigando la posibilidad de desarrollar nuevos tipos de compuestos luminiscentes activados con radioisótopos, para la fabricación de pinturas y señales luminosas.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

EVALUACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Sobre un total de 28 empresas privadas y oficiales consultadas, se obtuvieron 23 respuestas, de las cuales 22 contenían información cualitativa sobre los beneficios económicos y técnicos obtenidos del uso de radioisótopos en sus respectivos procesos, y 2 compañías tradujeron los primeros en pesos moneda nacional.

En realidad, por la índole de las aplicaciones, la determinación del monto anual de los beneficios económicos sólo hubiera sido practicable en 9 de las firmas participantes de la encuesta.

Por comparación con empresas que empleaban técnicas semejantes se evaluaron los beneficios cualitativos en 6 casos.

En cuanto a las inversiones de radioisótopos, equipos y medios auxiliares actualmente en operación, se reunió información de 18 compañías, procediéndose a estimarlas en otras 5.

La cantidad de usuarios de servicios de gammagrafía, trazadores y prospección petrolífera, el costo aproximado de tales servicios durante el período de la encuesta y los beneficios técnicos asociados se determinaron por razones prácticas, en base a los datos suministrados por las firmas proveedoras de los servicios.

Los datos referentes al monto de inversiones y beneficios han sido estimados en dólares (US\$), para facilitar su interpretación.

La dificultad en obtener información más completa, sobre todo de los montos de inversiones y beneficios económicos, encuentra su explicación en los siguientes hechos:

No obstante la buena voluntad demostrada por las empresas consultadas hacia los propósitos de la encuesta, el tiempo disponible de sus administraciones para colaborar en este tipo de trabajos fue muy reducido, debido a las circunstancias especiales por las que atraviesa la industria del país en general, preocupada por la solución de múltiples y urgentes problemas.

En los casos donde hubiera sido factible realizar una evaluación concreta de los ahorros económicos, el tiempo y medios requeridos para estudios de esta naturaleza excluía sus posibilidades prácticas de ejecución dentro del esquema de la encuesta. En general, los equipos y técnicas con radioisótopos se emplearon frente a exigencias de calidad nacidas de la creciente demanda de mejores productos, o para resolver problemas inmediatos de ingeniería.

Cabe mencionar, sin embargo, que anteriormente, durante la campaña de promoción y divulgación del uso de radioisótopos en la industria, la CNEA utilizó con éxito los equipos de control nuclear construidos en sus talleres para demostrar en algunas fábricas las ventajas técnicas y económicas de su empleo.

Los ahorros se aceptan y reconocen como un hecho, pero en la mayoría de los casos la falta de un sistema estadístico riguroso de análisis de producción y costos, impidió a las firmas usuarias brindar la información cuantitativa de los mismos.

Otro inconveniente para la apreciación de economías se presenta cuando los equipos nucleares de control han ingresado al país formando parte integrante de maquinarias adquiridas en el exterior. En estos casos no existió un estudio previo de los beneficios, sino la aceptación implícita de que el calibrador nuclear era el instrumento de medida técnicamente más adecuado a las características del proceso.

En lo que se refiere a las inversiones, algunas compañías consideran de carácter confidencial el presupuesto destinado a control de calidad, y se han mostrado cautelosas en proveer información que pudiese orientar a la competencia en este aspecto. Debe tenerse en cuenta que las técnicas con radioisótopos en el país están prácticamente en sus comienzos de aplicación, de modo que no se excluye la posibilidad de individualizar a un determinado usuario, aun cuando no se mencione expresamente su nombre en una información de carácter global.

RESUMEN DE RESULTADOS

Los resultados finales de la encuesta se presentan en la tabla 6 para cada grupo de productos, clasificados por tipo de aplicación, cantidad de usuarios, cantidad de equipos, inversión estimada y beneficios obtenidos. Esta tabla resume los datos parciales referentes a las técnicas de medición de espesores, medición de niveles, perfilaje de pozos, trazadores radiactivos y fabricación de compuestos luminiscentes.

CONCLUSIONES

La encuesta ha demostrado que a tres años de los primeros intentos de la CNEA para promover la aplicación de radioisótopos en la industria argentina, un número significativo de empresas estaba haciendo uso de una amplia variedad de técnicas y equipos nucleares, obteniendo beneficios tangibles en calidad, ahorro de costos y solución de problemas de ingeniería.

En la actualidad otras compañías han incorporado los radioisótopos a sus procesos, pero la capacidad potencial de la industria, determinada por la necesidad real de estos auxiliares radiactivos, está lejos de haber sido alcanzada.

Las técnicas con radioisótopos tienen, pues, un futuro promisorio en la industria argentina. Estimular su desarrollo y aplicación contribuirá al mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales involucrados en los procesos tecnológicos, y extenderá los beneficios del uso pacífico de la energía atómica a importantes sectores de la economía nacional.

Confiamos que la publicación de este informe signifique un aporte útil para el logro de tales objetivos.

Noviembre de 1963.

TABLA 1. MEDICION DE ESPESORES

Julio 1961 - Julio 1962

<i>Grupo de Productos</i>		<i>Aplicación</i>	<i>Cantidad de usuarios</i>	<i>Cantidad de equipos</i>	<i>Inversión (US\$)</i>	<i>Beneficios</i>
<i>Número</i>	<i>Denominación</i>					
3	Tejidos y calzado	Telas vinílicas	2	2	9.000	Mejor calidad Disminución de rechazos ^b Ahorro de materia prima Corrección de máquinas
4	Madera y papel	Gramaje del papel	2	3	20.000	Mejor calidad Aumento de producción Disminución de rechazos
7	Productos químicos y materiales plásticos	Película de celofán	1	1	5.000	Mejor calidad Aumento de producción Disminución de rechazos
10	Metales fundamentales	Laminación	3	4	25.000	Mejor calidad Aumento de producción ^c Disminución de rechazos
12	Construcciones e instalaciones	Paredes de cañerías	1	1	2.500	Ahorro de mano de obra
TOTALES			9	11 ^a	61.500	

^a De estos equipos, 4 fueron construidos en el país por la industria privada.

^b Una empresa estimó en US\$ 12.000 los ahorros anuales en el período de la encuesta. El costo del equipo fue US\$ 4.000.

^c Otra empresa informó economías de US\$ 13.000 por año. La inversión en el calibrador fue de US\$ 3.000.

Tabla 2. MEDICION DE NIVELES

Julio 1961 - Julio 1962

<i>Grupo de Productos</i>		<i>Aplicación</i>	<i>Cantidad de usuarios</i>	<i>Cantidad de equipos</i>	<i>Inversión (US\$)</i>	<i>Beneficios</i>
<i>Número</i>	<i>Denominación</i>					
8	Cemento, vidrio, loza y porcelana	Altura de clinker	1	1	4.500	Control continuo del proceso
10	Metales fundamentales	Altura de carga en un horno electrotérmico	1	^a	500	Mejor control del proceso
TOTALES			2	1	5.000	

^a Se trató de un ensayo experimental.

Tabla 3. PERFILAJE DE POZOS

Julio 1961 - Julio 1962

<i>Grupo de Productos</i>		<i>Aplicación</i>	<i>Cantidad de usuarios</i>	<i>Cantidad de equipos</i>	<i>Inversión (US\$)</i>	<i>Beneficios</i>
<i>Número</i>	<i>Denominación</i>					
9	Petróleo y carbón	Estudio de capas del subsuelo	15	20 ^a	^b	Economía por mayor información del pozo
TOTALES			15	20		

^a Equipos estimados. Existen en el país 4 compañías que prestan servicios de perfilajes radiactivos en la industria petrolera.

^b Una empresa propietaria de 10 equipos móviles valuó sus inversiones en US\$ 217.000, habiendo invertido durante el período de la encuesta US\$ 55.000. Los gastos anuales de conservación fueron US\$ 25.000.

TABLA 4. RADIOGRAFIA INDUSTRIAL
Julio 1961 - Julio 1962

Grupo de Productos		Aplicación	Cantidad de usuarios	Cantidad de equipos	Inversión (U\$S)	Beneficios
Número	Denominación					
7	Productos químicos y materiales plásticos	Materiales, tubos y equipo industrial	6	1	2.600	Seguridad de instalaciones
9	Petróleo y carbón	Tubos y equipo industrial	2	5	10.000	Seguridad de instalaciones
10	Metales fundamentales	Piezas coladas	20	2	4.700	Control de calidad
11	Maquinaria	Soldadura de tubos	1		200	Prevención de fallas
		Construcción naval	9	1	3.000	Seguridad
		Artículos manufacturados	37		5.400	Control de calidad y ahorro
12	Construcciones e instalaciones	Edificios	2		250	Mejor información técnica
		Calderas y tubos	12	3	2.200	Prevención de accidentes
		Soldaduras	11		1.350	Prevención de fallas
TOTALES			100 ^a	12 ^b	29.700 ^c	

^a Sólo 8 compañías tienen equipos propios. El resto recibe servicios de 7 empresas especializadas.

^b No han sido incluidos los 15 equipos pertenecientes a las compañías que prestan servicios, cuyo costo es U\$S 25.000.

^c U\$S 17.500 corresponden a equipos y U\$S 12.200 a servicios pagados por los usuarios.

TABLA 5. TRAZADORES RADIATIVOS
 Julio 1961 - Julio 1962

Grupo de Productos		Aplicación	Cantidad de usuarios	Cantidad de equipos	Inversión (US\$)	Beneficios
Número	Denominación					
9	Petróleo y carbón	Localización de obstrucciones en oleoductos	2		4.000	Menor tiempo muerto del servicio
12	Construcciones e instalaciones	Fugas de aire en cables telefónicos de larga distancia.	1			Prevención de fallas
		Pérdidas en cañerías	1		200	Técnicos y económicos
		Medición de caudales	1	1	2.500	Mejor control
		Movimiento de arenas en el mar	1	1	3.500	Información técnica
TOTALES			6	2	10.200 ^a	

^a Se incluye el costo de equipos y servicios.

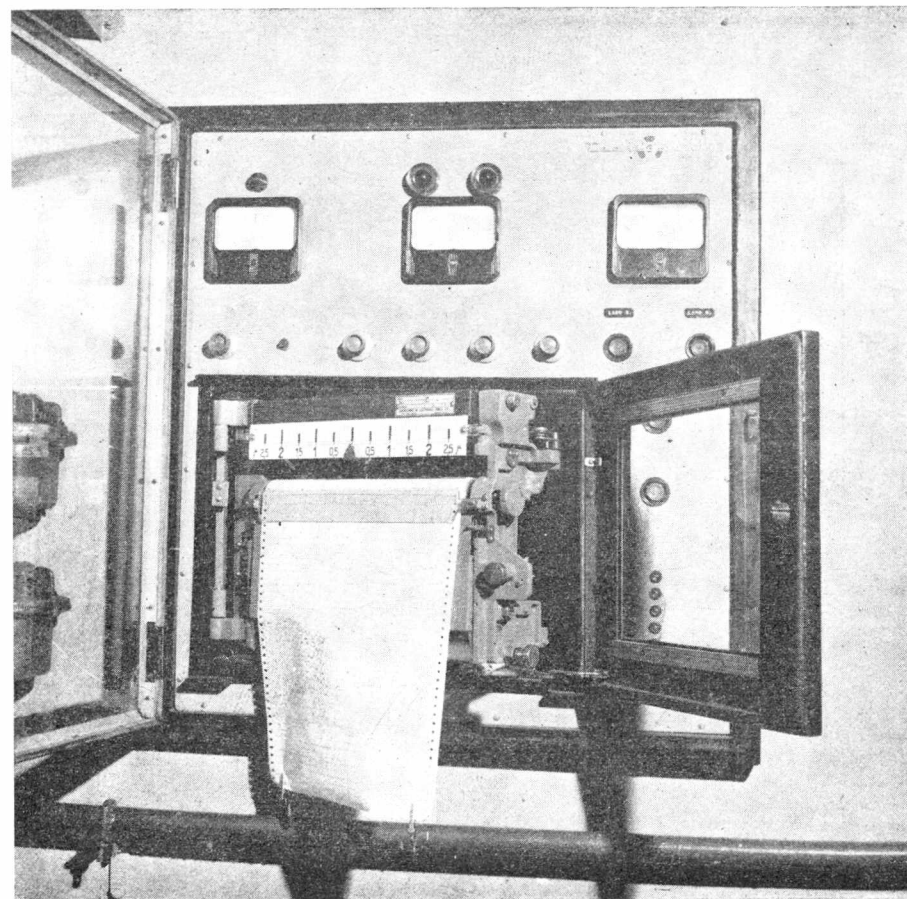
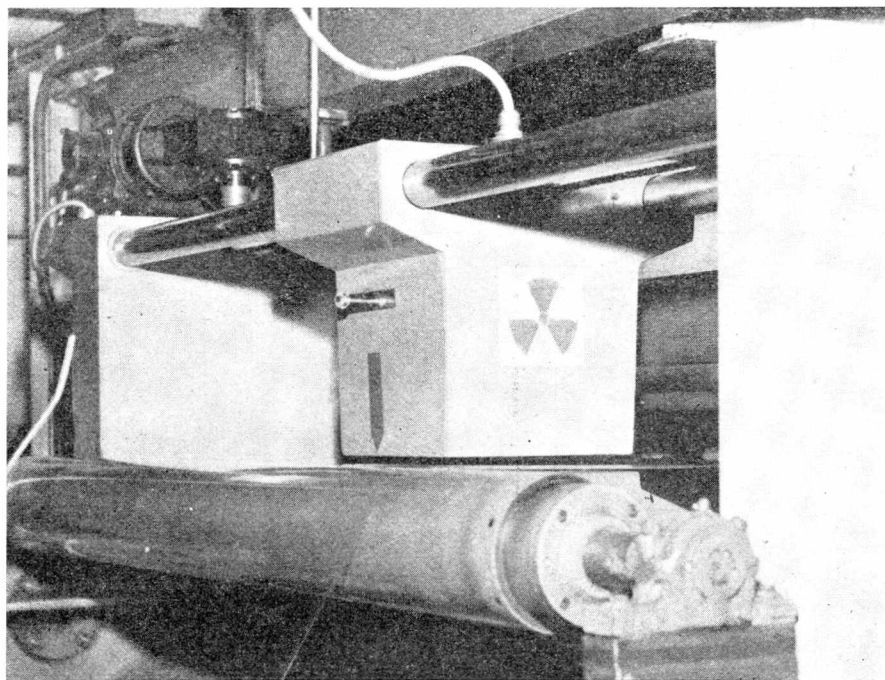
Tabla 6. RESUMEN DE LAS APLICACIONES DE RADIOISOTOPOS
EN LA INDUSTRIA ARGENTINA

Julio 1961 - Julio 1962

Grupo de Productos		Aplicación	Cantidad de usuarios	Cantidad de equipos	Inversión (US\$)	Beneficios
Número	Denominación					
3	Tejidos y calzado	Medición de espesores	2	2	9.000	Calidad y economía
4	Madera y papel	Medición de gramajes	2	3	20.000	Calidad y economía
7	Productos químicos y materiales plásticos	Medición de espesores	1	1	5.000	Calidad y economía
		Compuestos luminiscentes	1	-	2.500	Pinturas luminosas
		Radiografía industrial	6	1	2.600	Calidad y seguridad
8	Cemento, vidrio, loza y porcelana	Medición de niveles	1	1	4.500	Control del proceso
9	Petróleo y carbón	Perfilaje de pozos	15			Información técnica
		Radiografía industrial	2	5	10.000	Prevención de fallas
		Trazadores (localización de "scrapers")	2		1.000	Mantenimiento del servicio de oleoductos
10	Metales fundamentales	Medición de espesores	3	4	25.000	Calidad y economía
		Medición de niveles	1	-	500	Control del proceso
		Radiografía industrial	20	2	4.700	Control de calidad
11	Maquinaria	Radiografía industrial	47	1	8.600	Calidad y economía
12	Construcciones e instalaciones	Medición de espesores	1	1	2.500	Ahorro de mano de obra
		Radiografía industrial	25	3	3.800	Prevención de fallas
		Trazadores	1	2	6.200	Estudios de ingeniería
TOTALES "			133	26	108.900	

^a No se incluyen la cantidad y costo de los equipos de gammagrafía industrial y perfilajes radiactivos pertenecientes a las compañías que prestan estos servicios a los usuarios.

En procesos donde se requiere conocer continuamente las variaciones de espesor o gramaje en todos los puntos a lo ancho de la lámina (papel, plásticos, goma, etc.), se utilizan calibradores nucleares con el cabezal de medición desplazable. Este equipo, construido en el país e instalado en una fábrica de película de celofán, permite medir variaciones de espesor tan pequeñas como 25 cienmilésimas de milímetro y computar, además, el valor promedio del perfil de espesores correspondiente a cada sección examinada.



Los instrumentos indicadores y el registrador ubicados en esta consola de comando, brindan al operador de la máquina toda la información necesaria para la corrección y control del proceso, a saber: registro gráfico de las variaciones de espesor a lo ancho de la película, valor promedio de dicho perfil y lecturas de espesor para posiciones localizadas del cabezal.

Este documento fué preparado por
el Grupo de Control dependiente
del Programa de Aplicación de la
CNEA, y ha sido concebido con la
colaboración de la O. I. E. A.

Fotografías de la documentación de
la CNEA y de empresas participan-
tes de la encuesta.

Realización de la edición
Sección Imprenta de la CNEA.

Se terminó de imprimir en
Diciembre de 1963.