



NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO

ST/ECLA/Conf.23/L.56

Marzo de 1966

ESPAÑOL

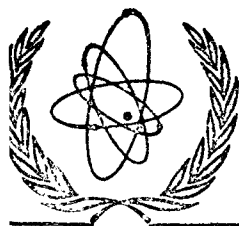
SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE INDUSTRIALIZACION

Organizado conjuntamente por la Comisión
Económica para América Latina y el Centro
de Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas

Santiago de Chile, 14 al 25 de marzo de 1966

APLICACIONES DE LOS RADIOISOTOPOS EN LA INDUSTRIA

Presentado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)



APLICACIONES DE LOS RADIOISOTOPOS EN LA INDUSTRIA:

Asistencia que el Organismo Internacional de Energía Atómica puede prestar a los países en desarrollo

RESUMEN

En este documento se exponen brevemente las aplicaciones de los radioisótopos en la industria y se indica cómo el OIEA puede ayudar a todos sus Estados Miembros, y en particular a los países en desarrollo, a servirse de estas técnicas.

I. INTRODUCCION

Los radioisótopos son uno de los más útiles instrumentos al servicio de la industria moderna y, en consecuencia, su empleo se generaliza cada vez más en las industrias existentes y se preparan planes para utilizarlos en los proyectos de expansión industrial. Su aplicación generalizada se explica por las netas ventajas que ofrecen con respecto a otras técnicas, en muchos tipos de mediciones e investigaciones.

Los beneficios técnicos y económicos resultantes del empleo de los radioisótopos en la industria son bien conocidos. Por ejemplo, una encuesta [1] realizada por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en 1964, reveló que las economías netas mundiales efectuadas gracias a los radioisótopos se cifraban en 300 o 400 millones de dólares de los Estados Unidos al año.

Es interesante señalar que estas economías equivalen aproximadamente al 0,1% de la producción industrial total de los países interesados.

Las Naciones Unidas han insistido repetidamente en la necesidad de aplicar todas las técnicas científicas modernas en la industria, así como en la importancia de la expansión industrial de los países en desarrollo; asimismo, han manifestado su convencimiento de que el medio más apropiado para lograr rápidos progresos en estos países es la aplicación más intensa y extensa de los conocimientos que se poseen.

Son muchas las técnicas radioisotópicas industriales que han alcanzado ya un grado considerable de desarrollo, pero su aplicación no es tan amplia ni tan intensa como merecería ser, incluso en aquellos países adelantados [1] donde los Gobiernos dedican cantidades considerables a la investigación.

Además, las técnicas ideadas en un país como, por ejemplo, ciertos métodos de sondeo, suelen tardar en implantarse en los demás países. Otras técnicas, tales como las de fluorescencia radioisotópica por rayos X, que ofrecen vastas posibilidades de empleo en los países en desarrollo, tardan en alcanzar su fase de aplicación práctica.

El OIEA, que es la única organización internacional encargada de promover el empleo industrial de los radioisótopos, pues este empleo constituye una de las aplicaciones pacíficas de la energía atómica, puede prestar útiles servicios a todos los Estados Miembros. Los países adelantados pueden beneficiarse de la mayor publicidad, de la centralización de informaciones y bibliografías y del estímulo de grupos de expertos especializados y de grandes reuniones científicas. Los países en desarrollo dependen en medida considerable del Organismo en lo que se refiere a formación de personal, asistencia técnica, información, adaptación de las técnicas establecidas a las condiciones prevalentes en dichos países y preparación rápida de nuevas técnicas que respondan a sus peculiares necesidades.

Cabe argüir que el fomento de las aplicaciones industriales de los radioisótopos constituye a veces una ayuda directa a las empresas comerciales, lo cual no debe ser la misión de una organización internacional. No obstante, el aumento de la capacidad industrial influye directamente en el desarrollo armónico general de un país y eleva su nivel de vida y, por tanto, debe fomentarse. Los vastos recursos que los Gobiernos dedican a la promoción industrial en los países adelantados son prueba de la utilidad de tales esfuerzos.

2. TECNICAS RADIOISOTOPICAS Y SUS APLICACIONES EN LA INDUSTRIA

Las características en que radica la importancia tecnológica de los radioisótopos son:

a) emiten radiaciones que pueden detectarse fácilmente con instrumentos electrónicos apropiados; b) el grado de interacción de las radiaciones con un material determinado es característico de ciertas propiedades de este material, tales como su espesor, densidad o composición; c) las radiaciones emitidas por los radioisótopos pueden modificar las propiedades de los materiales y producir útiles transformaciones químicas y biológicas; d) su comportamiento químico es idéntico al de los isótopos estables del mismo elemento.

Las aplicaciones de los radioisótopos pueden dividirse como sigue: instrumentos radioisotópicos, radiografía gamma, fuentes de radiación e indicadores radioisotópicos.

Instrumentos radioisotópicos

Un instrumento radioisotópico consiste fundamentalmente en una fuente radioisotópica encerrada, un detector y un aparato electrónico que transforme en indicación visible la señal de salida del detector; muchos de estos instrumentos se pueden adquirir fácilmente. El grado de absorción o de dispersión de las radiaciones por el material sirve para medir propiedades tales

como el espesor, la densidad, la composición y el nivel. Las propiedades físicas que pueden determinarse con estos instrumentos son:

- a) La composición elemental de minerales o aleaciones;
- b) El espesor o la masa por unidad de superficie de materiales en forma laminar, tales como planchas metálicas, papel o material plástico;
- c) La densidad de un material de espesor constante, por ejemplo, de líquidos o lodos en una tubería o del tabaco en cigarrillos;
- d) La densidad aparente de materiales tales como el hormigón, los suelos o los estratos rocosos;
- e) El espesor del revestimiento de goma o plástico, por ejemplo, en papel o tejido;
- f) El espesor del chapado de estaño o de cinc, por ejemplo, en acero;
- g) El nivel de sólidos o fluidos en recipientes;
- h) La humedad de suelos o productos industriales.

Además, los instrumentos radioisotópicos pueden utilizarse también en aparatos destinados a muy distintos fines: manómetros, aforadores, torsímetros e indicadores de posición.

Desde el punto de vista técnico, las ventajas que ofrecen los instrumentos radioisotópicos son que evitan el contacto directo con el material que se mide y permiten su medición exacta no destructiva. Para los fabricantes la medición continua en estas condiciones supone:

- a) Producto de calidad constante;
- b) Economía de materias primas;
- c) Reducción de la cantidad de desechos;
- d) Aumento de la producción.

Hay tendencia a considerar los instrumentos radioisotópicos como artefactos un tanto insólitos que sólo interesan a los científicos. Pero la elevada calidad y el bajo costo relativo de muchos artículos de uso cotidiano se consiguen únicamente gracias al empleo de esos artefactos en la producción. En las industrias manufactureras casi todos los materiales producidos continuamente en forma laminar -por ejemplo: papel, material plástico, linóleo, planchas de madera y metálicas, hojalata y hierro galvanizado- se controlan con instrumentos radioisotópicos. Estos también se utilizan para controlar la densidad en la producción de artículos tan variados como los helados, los cigarrillos, los ácidos y los materiales plásticos. Los medidores de nivel se emplean en silos, tolvas, depósitos, recipientes de tratamiento y de reacción. Controlan, por ejemplo, la alimentación de materia prima en hornos de coquización retardada, cubilotes y hornos altos, el nivel de las virutas en las plantas de desfibración, el nivel del vidrio en los hornos, y se usan para determinar la posición de bateas sumergidas en unidades de destilación. Se emplean

detectores de dimensiones reducidas para controlar el contenido (sopa, carne, cerveza, detergentes, etc.) de latas de conserva, frascos y paquetes. Con todo, el campo analítico es donde el empleo de los instrumentos radioisotópicos se está generalizando con más rapidez, gracias a técnicas tales como la de fluorescencia por rayos X y la de absorción preferente. Se ha calculado que un medidor radioisotópico de absorción preferente y un dispositivo para controlar el contenido de azufre de un hidrocarburo, cuyo costo fue de unos 3 000 dólares, han permitido producir economías anuales de 30 000 dólares de los Estados Unidos.

Los medidores radioisotópicos se utilizan en todas las fases de aprovechamiento de los recursos minerales: prospección, sondeo, minas y plantas de laboreo de minerales. Sirven para controlar las máquinas perforadoras del carbón y el contenido de cenizas de éste. En la construcción de carreteras, aeródromos, presas y edificios los calibradores radioisotópicos se utilizan ampliamente para controlar la densidad y la humedad.

La Encuesta económica sobre los radioisótopos [1] realizadas por el OIEA puso de manifiesto que los medidores de espesor y densidad economizaban materia prima, reducían los desechos y aumentaban la producción entre 0,1 y 5 por ciento. La razón de costo a beneficio era, por ejemplo, de 1 : 6 en la industria papelería, y en otras industrias (tejidos, materiales plásticos y caucho) variaba entre 1 : 2 y 1 : 50.

En los países en desarrollo convendría que el personal científico se familiarizase con el diseño y el empleo de los instrumentos radioisotópicos. Algunos de los países adelantados más importantes fabrican su propio instrumental, pero la mayoría de los países suelen adquirirlo en el extranjero. En este último caso es indispensable formar personal propio de conservación, lo que puede lograrse enviando a este personal a trabajar durante cierto tiempo en una empresa de un país adelantado, que fabrique dichos instrumentos.

Radiografía gamma

Las fuentes de rayos gamma se emplean a menudo como sustitutivo de los generadores de rayos X en radiografía de piezas de fundición y soldaduras. Las fuentes radioisotópicas presentan las ventajas de ser de dimensiones reducidas, portátiles, baratas e independientes de la energía eléctrica. Por ello son particularmente útiles en las zonas aisladas. Como los técnicos pueden capacitarse en pocos meses y el equipo mínimo necesario se adquiere por unos miles de dólares, ésta es una de las primeras técnicas radioisotópicas adoptadas por los países en desarrollo.

La Encuesta económica sobre los radioisótopos reveló que gracias a la radiografía gamma se lograban considerables economías. Si bien los beneficios más importantes, tales como el aumento de la seguridad, no se pueden medir y rebasan el alcance de la encuesta, hubo muchos casos de economía en mano de obra y tiempo de pruebas. Los beneficios se calcularon en comparación con otros métodos de ensayo destructivo o no destructivo y las razones de costo a beneficio comunicadas por la industria oscilaban entre 1 : 3 y 2 : 13.

Indicadores radioisotópicos

Los indicadores radioisotópicos se emplean para las investigaciones en laboratorio y en fábrica. Tienen la ventaja de ser detectables en muy bajas concentraciones e incluso a través de paredes de tuberías y de recipientes de tratamiento. El equipo necesario es simple y relativamente barato.

Las investigaciones con ayuda de radioisótopos en laboratorio incluyen estudios sobre mecanismos de reacción química, propiedades de la superficie de los materiales y distribución de los elementos en materiales. También comprenden estudios de procesos industriales. Las investigaciones en fábrica comprenden estudios sobre la circulación de materiales (por ejemplo, velocidad, volumen por unidad de tiempo, disposición longitudinal, régimen de alimentación y de recirculación, tiempo medio de permanencia y volumen inmovilizado), determinación de volúmenes y tiempos óptimos de mezcla, detección de escapes y dispersión de efluentes.

Incluso un experimento sencillo como, por ejemplo, medir el tiempo necesario para lograr el grado apetecido de mezcla, puede producir economías considerables si, como suele ser el caso, permite acortar ese tiempo. La detección rápida con indicadores radioisotópicos de defectos en instalaciones industriales, tales como obstrucciones o cortocircuitos de material, ha permitido, al evitar o acortar la interrupción del proceso, economías de decenas de millares de dólares. Las grandes empresas químicas suelen emplear equipos de especialistas en el empleo de radioisótopos que pueden llegar a ser de veinte personas.

En el control de los procesos y de los productos industriales son frecuentes razones de costo a beneficio que oscilan entre 1 : 10 y 1 : 50. La encuesta puso de manifiesto que los beneficios más importantes son el ahorro de tiempo en análisis y pruebas de desgaste, y el perfeccionamiento de los procesos químicos.

Los fundamentos de las técnicas de empleo de indicadores radioisotópicos pueden aprenderse relativamente en poco tiempo y el equipo cuesta unos miles de dólares. Conviene efectuar primero experimentos sencillos, por ejemplo, estudios sobre mezclas, y proceder, a medida que se adquiriera experiencia, a análisis industriales en fábrica.

Fuentes de radiación

Las radiaciones emitidas por las fuentes radioisotópicas encerradas se utilizan:

- a) para producir reacciones químicas y polimerizar plásticos;
- b) para esterilizar productos farmacéuticos y alimentos;
- c) para ionizar el aire, a fin de eliminar la electricidad estática;
- d) para producir luz por irradiación de sustancias fosforescentes;
- e) para producir electricidad.

Las fuentes radioisotópicas tienen la ventaja de que su vida útil es larga y su producción de radiaciones continua.

La irradiación en gran escala se efectúa por medio de fuentes gamma de gran actividad, contenidas en cámaras especiales de paredes gruesas. Existen ya instalaciones comerciales para inducir reacciones químicas, polimerizar plásticos y esterilizar pelo de cabra (para alfombras) y productos farmacéuticos. Convendría implantar también esas técnicas en los países en desarrollo, en el momento oportuno. Por ejemplo, en los países que carecen de madera dura, la madera se podría endurecer impregnándola de plástico y polimerizándola luego por irradiación.

Los eliminadores radioisotópicos de la electricidad estática se utilizan ampliamente, sobre todo en la industria textil. Las luces radioisotópicas de baja intensidad se emplean cada vez más para señales en minas y cines, en teléfonos e interruptores y en instrumentos científicos.

Los generadores radioisotópicos se utilizan principalmente para los vuelos espaciales, pero su empleo como balizas de navegación y para transmitir datos meteorológicos desde estaciones de difícil acceso suscita ya interés en los países en desarrollo.

3. IMPLANTACION DE LAS TECNICAS RADIOISOTOPICAS EN LOS PAISES EN DESARROLLO

Es evidente que los radioisótopos son uno de los instrumentos más útiles al servicio de la industria moderna, y que de su aplicación deben beneficiarse todos los países en desarrollo, incluso los que poseen una industria rudimentaria, pero en expansión.

Los principales objetivos del programa del OIEA relacionado con el fomento de las aplicaciones industriales de los radioisótopos son: a) difundir y promover el empleo de los radioisótopos en la industria; b) estimular la creación de un servicio central de radioisótopos en todos los Estados Miembros en que ello proceda; c) ayudar a estos servicios y a otros ya existentes en todo lo posible; d) promover y estimular las investigaciones sobre la preparación de nuevas técnicas particularmente interesantes para los países en desarrollo o para buen número de Estados Miembros.

Para fomentar el empleo de los radioisótopos en la industria lo más indicado es crear, en todos los países que posean el potencial industrial requerido, uno o más servicios encargados de asesorar y ayudar activamente a la industria en expansión en todas las aplicaciones de los radioisótopos. Dicho servicio podría establecerse en un instituto de investigación industrial, en el seno de las comisiones de energía atómica existentes, o en una gran empresa industrial, según sea lo más indicado; también podría crearse como organización independiente.

La labor del OIEA consiste en prestar la máxima asistencia posible a sus Estados Miembros, ayudando a los servicios existentes y creando y organizando otros nuevos. La primera cuestión que se plantea a los Estados Miembros con una industria en expansión, es la conveniencia de establecer un servicio de

radioisótopos; el Organismo puede ayudar a decidirla bien por intercambio de correspondencia o bien enviando misiones especiales de corta duración para estudiar sobre el terreno un proyecto o un problema determinado.

Si se decide que conviene crear un servicio de radioisótopos o ejecutar un proyecto determinado de aplicación de radioisótopos en la industria, puede prestarse ulterior ayuda a estos servicios y a otros ya existentes en forma de asistencia técnica y de servicios de asesoramiento, de laboratorio, de estudios sobre el terreno y de información.

Asistencia técnica

Se presta asistencia técnica a los Estados Miembros que la solicitan; esta asistencia reviste varias formas.

Expertos, que se envían para que asesoren o ayuden en problemas generales, como el empleo de instrumentos e indicadores radioisotópicos, o en una cuestión específica, como la radiografía gamma; en asociación con el experto pueden también suministrarse equipo y materiales. Asimismo, se envían profesores o conferenciantes para cursos académicos completos o para períodos más cortos.

El Organismo puede empezar sus servicios de asesoramiento en las etapas iniciales de preparación de un cierto proyecto o de definición de un determinado problema, de forma que permita presentar una petición de asistencia, técnicamente bien concebida, al propio Organismo o a las Naciones Unidas.

Becas, que brindan la oportunidad de capacitar al personal necesario en todos los aspectos de las aplicaciones industriales de los radioisótopos. Pueden organizarse visitas científicas de corta duración para que los especialistas de los países en desarrollo tengan oportunidad de visitar laboratorios que se dediquen a las aplicaciones de los radioisótopos en los campos de su especialidad.

Proyectos regionales, que comprenden asistencia en proyectos de interés regional, seminarios o cursos locales de capacitación, o los servicios de asesores que, radicados en la región, facilitan orientaciones y asistencia a las industrias y a los centros locales de investigación industrial durante un período de un año, aproximadamente.

Como ejemplo de proyecto piloto y de demostración regional cabe citar la selección de una industria, de particular importancia en la región, para aplicación en gran escala y demostración de las técnicas radioisotópicas ante participantes de países vecinos. Por ejemplo, si se seleccionase para este fin la industria papelera, se equiparía una gran fábrica de la región con instrumental radioisotópico completo (es decir, medidores de espesor del papel, indicadores de nivel de las lejiadoras y de los depósitos, medidores de humedad para determinar el contenido de agua de la pasta, etc.) y se ejecutarían experimentos con indicadores para investigar el rendimiento de las diferentes partes de la fábrica y garantizar su funcionamiento óptimo (por ejemplo, tiempo de tránsito en lejiadoras y regímenes de circulación en los recipientes de

mezcla). Esto serviría para a) demostrar palpablemente la utilidad de las técnicas radioisotópicas bien establecidas; b) juzgar y preparar técnicas nuevas; c) capacitar al personal clave de la industria de cada región.

Otra forma de asistencia es un viaje de estudios en que se enseñan a un pequeño grupo de técnicos de países en desarrollo la aplicación con carácter regular de los radioisótopos en fábrica, la preparación de nuevas técnicas, la fabricación de instrumentos, etc.

Servicios de asesoramiento y estudio sobre el terreno

Una medida previa a la implantación de nuevas técnicas es poner en conocimiento de los presuntos usuarios todas las aplicaciones posibles y asesorarles sobre la posibilidad de emplear esas técnicas para resolver sus problemas particulares. De esta labor podrían encargarse los servicios de radioisótopos de cada país. La función del OIEA consiste en prestar a estos servicios toda la asistencia posible mediante el acopio y la difusión de informaciones.

En los países más adelantados, las personas que se propongan utilizar técnicas radioisotópicas pueden recabar el asesoramiento de las autoridades, o de organizaciones privadas del país, sobre la posibilidad y el medio más eficaz de utilizar esas técnicas para resolver sus problemas particulares. Hasta que se monten servicios competentes en cada país y transcurran los primeros años para que adquieran experiencia, el OIEA prestará el asesoramiento necesario.

Otros puntos sobre los que se puede facilitar orientación son los nombres de los proveedores de equipo adecuado, listas de referencia de publicaciones en la materia y nombres de científicos que se dediquen a problemas conexos.

Servicios de laboratorio y contratos de investigación

Se facilita ayuda, en forma de contratos de investigación, para las investigaciones sobre problemas de importancia nacional que interesan a gran número de Estados Miembros, tales como el aprovechamiento de los recursos minerales y los estudios sobre contaminación. Se espera disponer en breve de laboratorios que complementen esta labor con investigaciones y trabajos de corta duración, encaminados principalmente a adaptar las técnicas establecidas a las condiciones existentes en los países en desarrollo, y a normalizar esas técnicas. Estos laboratorios podrán también ser utilizados por los becarios de los países en desarrollo para aprender las diferentes técnicas, o por los científicos para investigar problemas de interés para sus respectivos países.

Servicios de información

El Organismo estimula también el progreso de la ciencia y la tecnología en sus Estados Miembros mediante un vasto programa de servicios de información. Acopia libros y películas que pone a disposición de los hombres de ciencia, redacta, publica y distribuye trabajos científicos, y promueve, por medio de reuniones científicas, las relaciones personales entre los hombres de ciencia.

Los títulos de las actas de las conferencias y simposios pertinentes se indican en las referencias [1 - 7]. Periódicamente se reúnen grupos de expertos y de estudio más reducidos, encargados de examinar o asesorar en cuestiones especializadas [8.9]; se confía en que estos grupos estudiarán industrias tales como la de la construcción (carreteras, presas, etc.), pasta de papel y papel, y metales básicos, que son de particular importancia para los países en desarrollo. Los informes de estos grupos de expertos constituirán una recopilación detallada de todas las técnicas en la rama de la industria de que se trate y contribuirán a lograr una rápida difusión de los conocimientos y una aplicación más generalizada de las técnicas.

Se están preparando bibliografías sobre los temas tratados en las actas de los simposios [10]. Uno de los servicios más útiles que el Organismo puede prestar a los Estados Miembros es una bibliografía bimensual al día, que reducirá al mínimo la búsqueda de publicaciones a que se ven obligados millares de científicos. Se confía en preparar esta bibliografía con ayuda de una calculadora electrónica y con la cooperación de los Estados Miembros.

Conclusiones

Las aplicaciones de las técnicas radioisotópicas se han generalizado en todos los países adelantados y sus ventajas técnicas y económicas se han probado de manera fehaciente. El equipo necesario es relativamente barato y los beneficios económicos son considerables e inmediatos. Por consiguiente, estas técnicas, a la par que otros modernos métodos científicos, deben incluirse en los programas de expansión industrial.

Viena, diciembre de 1965

R E F E R E N C I A S

- [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Industrial Radioisotope Economics, Colección de Informes Técnicos, Nº 40, OIEA, Viena (1965).
- [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA - ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACION, LA CIENCIA Y LA CULTURA, Radioisotopes in the Physical Sciences and Industry, OIEA, Viena (1962).
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Large Radiation Sources in Industry, OIEA, Viena (1960).
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Industrial Uses of Large Radiation Sources, OIEA, Viena (1963).
- [5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Production and Use of Short-Lived Radiosotopes from Reactors, OIEA, Viena (1963).
- [6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Radiochemical Methods of Analysis, OIEA, Viena (1965).
- [7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics, OIEA, Viena (1966).
- [8] Report of the Panel on the Industrial Application of Radioisotopes, OIEA, Viena (1965).
- [9] Report of the Panel on the Uses of Radioisotopes in the Development of Mineral Resources, OIEA, Viena (1966).
- [10] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Radioisotope Applications in Industry, STI/PUB/70, OIEA, Viena (1963).