

APLICACIONES NO ENERGETICAS DE LAS CIENCIAS NUCLEARES



De izquierda a derecha: José Luis HERNANDEZ VARELA, Gonzalo MADRID GONZALEZ, V. I. FERRONSKY y Juan Antonio RUBIO.

Dentro de los actos conmemorativos del X Aniversario de la SNE, se organizó una Jornada cuyo objetivo era ofrecer una panorámica de las «Aplicaciones no energéticas de las ciencias nucleares», en campos de vital importancia para la humanidad en su conjunto. Como se preveía, constituyó un auténtico informe sobre la situación científica y técnica de nuestro país en cada una de las parcelas analizadas.

La SNE agradece a la JEN, cuyo protagonismo en la asimilación y desarrollo tecnológico es sobradamente conocido, su colaboración en este acto.

En este número ofrecemos una panorámica de las distintas intervenciones y anunciamos que la correspondiente al Dr. Ortiz Berrocal, relativa a las aplicaciones médicas, será el tema de la entrevista de nuestra próxima edición.

Finalmente, queremos dar las gracias a José Francisco ALBERT, Manuel BIGERIEGO, Lorenzo CARRETERO, Juan Francisco LLAMAS, José ORTIZ BERROCAL, Angel RODRIGUEZ PARADINAS y Juan Antonio RUBIO por sus intervenciones.

INTERVENCION DE GONZALO MADRID GONZALEZ

Buenos días. Sean ustedes bienvenidos, en nombre de la JEN y en el mío propio, a esta Jornada sobre Aplicaciones no energéticas de las Ciencias Nucleares, que organiza, con gran acierto, la Sociedad Nuclear Española.

Conocen ustedes bien la amplitud del temario, que va desde la utilización de haces de partículas de diversas procedencias con fines investigadores, estructura de la materia, biología, física del estado sólido, etc., hasta aplicaciones con un interés más directo, como son la utilización de radioisótopos en agricultura, medicina, industria, etc., etc. Todo este temario lo abordarán nuestros distinguidos conferenciantes, autoridades todos ellos en los distintos campos que se van a exponer.

En cuanto a la JEN, quiero señalarles nuestro interés por el tema. Vamos a seguir con la mayor atención todas las exposiciones, aunque, naturalmente, no podemos tener desarrollos en todos y cada uno de los numerosos campos que incluirían las aplicaciones no energéticas de las ciencias nucleares. Sí creo que disponemos en la Junta del «stock» más importante, que es el de los conocimientos personales, un «stock» ciertamente interesante en algunos aspectos de capital e instalaciones que, dentro del panorama español de estas aplicaciones, considero son del máximo interés.

Quiero recordarles que tenemos el mayor empeño en promover el aprovechamiento de todos los recursos del Organismo, tanto humanos como materiales, y estamos ansiosos de colaborar con cuantas Organizaciones o Entidades lo deseen, pretendiendo abrir nuestras puertas, como se ha hecho en el pasado y seguirá ocurriendo en el futuro, para que nuestras instalaciones, tales como el reactor experimental, isótopos, metrología de las radiaciones ionizantes, sean utilizadas en proyectos conjuntos de investigación y desarrollo.

Pretendemos seguir con la vieja tradición de que nuestros investigadores colaboren con Entidades externas, haciendo con ello que el trabajo sea de la mayor eficacia posible para el país.

Por último, deseo felicitar a la Sociedad Nuclear Española por la oportunidad de esta Jornada, que considero una magnífica iniciativa, porque todo lo que se haga en este campo por reunir a personas que trabajen en el mismo área siempre es poco, y quiero también saludar muy cordialmente a todos los conferenciantes, con cariño especial al señor Ferronsky, por el esfuerzo que supone siempre desplazarse a otro país. Deseo a todos el máximo provecho de la Jornada, que en este momento queda inaugurada.

Ilustrísimo señor Director General: Quiero expresar nuestro agradecimiento a la Junta de Energía Nuclear por recibirnos en su sede. Muchos de los socios hemos pasado por la JEN y por el Instituto de Estudios Nucleares, y es para nosotros una satisfacción tener ocasión de reunirnos de nuevo.

La Sociedad Nuclear Española se complace en promover todas las aplicaciones no energéticas de la energía nuclear. En primer lugar, porque los temas energéticos, por controvertidos, nos han absorbido más atención de lo que por vocación les corresponde. En segundo lugar, porque, efectivamente, la SNE considera de la máxima importancia el intercambio de información sobre los temas no energéticos de la energía nuclear.

Yo creo que si hacemos abstracción de las denostadas aplicaciones energéticas de las ciencias nucleares queda un mundo tecnológico y científico de unas dimensiones enormes.

No sólo el espectro de las aplicaciones de las ciencias nucleares es amplio, como muy bien lo pone de manifiesto el programa de esta reunión en el que está representada la industria, las obras públicas, la medicina, etc., sino que en retrospectiva los logros obtenidos en estas mismas disciplinas por la aplicación de los conocimientos nucleares son dignos de admiración.

Estoy seguro de que los distinguidos conferenciantes que nos van a dirigir la palabra esta mañana pondrán bien de manifiesto esos progresos.

Yo como observador lego en estas materias lo único que puedo hacer es tratar de recibir el beneficio de los resultados obtenidos, que a todos nos alcanzan, y dejar a los conferenciantes la oportunidad de exponer sus temas.

Si quisiera resaltar que frecuentemente nos pasa inadvertida la relación de muchos avances con las ciencias nucleares. A riesgo de mostrar mis escasos conocimientos de geología, debo decir que me ha sorprendido la precisión con que en unos años se ha establecido el tiempo geológico, en contraste con mi época de estudiante en la que sólo se llegaban a establecer los períodos con el «antes que» o «después que», pero ahora existe una descripción temporal de la evolución de la corteza terrestre mucho más concreta, cuyo desarrollo atribuyo a las ciencias nucleares.

Lo mismo que el panorama de las aplicaciones nucleares es amplio y profundo en el pasado, yo creo que tiene un importante porvenir. Es evidente para mí que ese porvenir tiene que ser desarrollado en todos esos diversos ámbitos a los que el programa de hoy hace referencia, y probablemente en otros inéditos todavía, porque el núcleo atómico guarda aún muchos secretos, y la experiencia indica que el conocimiento de sus reacciones es extraordinariamente fecundo.

Pero todas las aplicaciones dependerán de la eficacia de un centro, como la Junta de Energía Nuclear, que mantenga los conocimientos básicos y el soporte que el trabajo en el campo nuclear requieren desde todos los puntos de vis-

ta: en materias primas, instrumentación, métodos, intercambios internacionales, etcétera.

Por esta razón nos ha parecido que este lugar era el más apropiado para celebrar esta reunión.

ACTIVIDADES DEL OEIA EN EL CAMPO DE LAS APLICACIONES NO ENERGETICAS DE LAS CIENCIAS NUCLEARES

INTERVENCION DE V. I. FERRONSKY

Las actividades del OIEA en el campo de las aplicaciones no energéticas son componente principal de sus programas técnicos con respecto a los fondos asignados como a la mano de obra.

Se han definido tres grandes áreas para la promoción, donde pueden usarse con efectividad los radioisótopos y la radiación, y que tiene un interés actual o potencial para virtualmente todos los países-miembro, incluyendo aquellos que no tienen programa nuclear. Estas son la agricultura, medicina e industria, con sus diferentes ramas y temas. Adicionalmente, también se apoya la aplicación de isótopos y radiación para la investigación en física, química hidrología, geología y otras Ciencias de la Tierra.

El departamento de Investigación e Isótopos con sus tres divisiones, a saber, Alimentación y Agricultura, Ciencias de la Vida, e Investigación y Laboratorios es responsable de este programa.

Los objetivos principales de las actividades del Organismo en este campo son asistir a instituciones de investigación, laboratorios universitarios, centros de producción de isótopos y reactores en los países-miembro:

- a introducir, desarrollar la capacidad y fomentar el uso de técnicas y métodos nucleares;
- a mejorar el nivel de la investigación nuclear aplicada y a utilizar más eficientemente sus instalaciones de investigación;
- a desarrollar protocolos de garantía de calidad y a proveer servicios de control de calidad aplicables en los campos relacionados.

El propósito fundamental, a largo plazo, de fomentar las aplicaciones nucleares, es reforzar la capacidad de los países-miembro para resolver los problemas independientemente.

Las formas comunes de operación para conseguir el objetivo son las que siguen:

- Intercambio de información técnica y científica a través de los canales del Sistema Internacional de Infor-

mación Nuclear, conferencias, simposios y otras reuniones organizadas por el Organismo.

- Programas coordinados de investigación con contratos y acuerdos de investigación para institutos individuales.
- Asistencia técnica y programas de cooperación con los proyectos interregionales, regionales e individuales del país.
- Servicios de control de calidad, mediante la distribución de materiales de referencia, certificados y muestras para comparaciones.

El rasgo principal de la parte científica de las actividades del Organismo es el programa de investigación coordinada. En la actualidad, el Departamento de Investigación e Isótopos lleva a cabo 76 programas de investigación coordinados diferentes, constan de más de 700 contratos y acuerdos de investigación, sobre los diversos campos, en más de 80 países. Los contratos de investigación que incluyen una módica ayuda financiera se otorgan al instituto participante de países en vías de desarrollo. Los institutos participantes de países desarrollados son invitados a firmar acuerdos de investigación sin apoyo financiero.

Las Divisiones y Secciones del Departamento han supervisado los programas de investigación, coordinados alrededor de veinticinco años, y la mayoría de estos se han llevado a cabo de manera altamente satisfactoria.

Parte considerable de estos programas obtiene apoyo de los laboratorios del Organismo de Seibesdorf, cerca de Viena, y de Mónaco, donde está situado el Laboratorio Internacional de Radioactividad Marina.

Los laboratorios suministran investigación de apoyo y, a veces, elaboran la metodología a utilizar y los métodos de prueba y, frecuentemente, proporcionan servicios esenciales a los participantes, tales como análisis de isótopos, tratamientos de radiación, calibrado de equipos, etc.



CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ



La asistencia técnica y el programa de cooperación de la Agencia es un canal principal para la transferencia de tecnología nuclear a países en vías de desarrollo. Para este fin se usa un fondo especial de asistencia técnica, procedente de contribuciones voluntarias, que el año pasado se elevó a 30 millones de dólares. Un 80 % de este fondo se asigna a aplicaciones nucleares para la compra de materiales, misiones de expertos, cursos de entrenamiento y viajes de estudio. El Departamento de Investigación e Isótopos supervisa más de 450 proyectos técnicos de cooperación, incluyendo cierto número de acuerdos de cooperación regionales (en Asia y Pacífico, países latinoamericanos etc.), proporcionando, a través del conjunto de expertos que existe dentro de sus divisiones, todas las técnicas necesarias para llevar a cabo estos proyectos.

Discutamos algunos de los programas de interés del Organismo con más detalle.

PROGRAMA DE ALIMENTACION Y AGRICULTURA

El programa cubre la aplicación de isótopos estables y radiactivos, y de radiación en los campos de ciencias del suelo, nutrición vegetal, reproducción vegetal y genética, ciencias animales, entomología, productos agroquímicos y residuos y conservación de alimentos.

El programa es realizado y supervisado por la División Conjunta de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el OIEA y por el Laboratorio de Biotecnología de Seibersdorf. El programa está principalmente orientado hacia los proyectos, y también tiene un elemento importante de entrenamiento. A este respecto, la forma dominante de actuación son los programas coordinados de investigación, de los que actualmente se están llevando a cabo 32. Contienen más de 400 contratos y acuerdos de investigación en más de 80 países.

Consideremos algunos detalles de los diversos subprogramas de Alimentación y Agricultura:

Fertilidad del suelo, irrigación y producción de cultivos

En este campo hay tres programas coordinados de investigación en marcha. Estos incluyen estudios de múltiples sistemas de cultivo, dirigidos al mejor entendimiento del destino del fertilizante aplicado, y también la eficiencia del uso del agua y fertilizantes cuando cosechas diferentes se cultivan consecutivamente o juntas. Durante los últimos años se ha prestado la máxima atención a la fijación del nitrógeno. La metodología de los isótopos ha hecho posible distinguir el nitrógeno atmosférico fijado en las legumbres dentro de asociaciones hierba/legumbre, del nitrógeno del terreno y fertilizante. Los métodos usados en

estos programas se basan en el uso del isótopo pesado ^{15}N para medir, cuantitativamente, la cantidad de nitrógeno fijado en el objeto estudiado.

Se prevén también estudios de fotosíntesis, usando ^{14}C , y del metabolismo de fosfatos, usando ^{32}P .

Siguiendo las recomendaciones de una reunión del grupo asesor, celebrada el año pasado, estamos iniciando estudios sobre la producción de cultivos en suelos salinos. Los estudios incluirán el análisis de diferentes sistemas salinizados, y se descubrirá más sobre la salinidad originaria, para poder así establecer prácticas para minimizar la salinización y perfeccionar la producción de cultivos bajo estas circunstancias adversas.

Reproducción de plantas y genética

Las actividades en este área se refieren, principalmente, a la utilización de mutaciones inducidas para mejorar las cosechas. Las mutaciones inducidas se han utilizado con éxito en varias especies de cultivo para desarrollar cultivos mejorados, pero la mayoría del trabajo se ha dedicado a cereales y otras especies de cultivo anual de reproducción por semillas. Aún existen lagunas considerables respecto al tratamiento mutagénico más apropiado de semillas, polen y diversos órganos vegetales en lo referente a especies sexuadas y cultivos de reproducción vegetativa. Ahora estamos dirigiendo nuestros esfuerzos a tales cultivos. También, estamos dirigiendo nuestra atención al uso de la inducción de mutaciones combinada con técnicas de cultivo de tejidos.

Acabamos de completar un nuevo laboratorio de cultivo de tejidos en Seibersdorf, y se usará en un curso de adiestramiento sobre cultivo de tejidos y mutaciones inducidas, que comenzó la semana pasada.

También estamos desarrollando técnicas de transferencia de genes usando dosis altas de radiación en granos de polen, un método que se ha llamado Ingeniería Genética del Polen.

Intentamos fomentar la cooperación internacional en la aplicación de reproducción por mutación en plantas de cultivo que parece haber realizado pocos



V. J. Ferrowsky

progresos mediante la reproducción de plantas clásicas durante las últimas décadas. Se hará un esfuerzo para apoyar el uso de mutaciones, inducidas para la mejora genética de los cultivos de raíz y tubérculos tropicales propagados vegetativamente, que son difíciles de mejorar de otra manera.

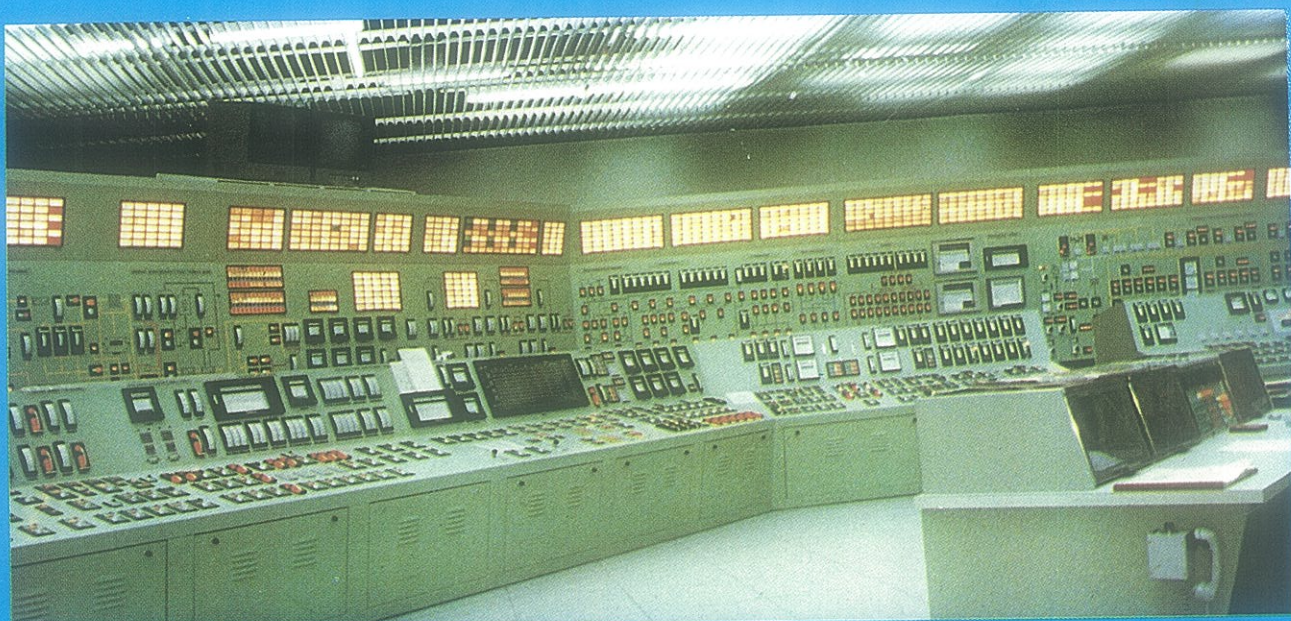
Aunque es fácil general variaciones genéticas abundantes, induciendo la mutación, como lo es mediante cruces, no es la variación general lo que cuenta, sino la variación específica y deseada. Por tanto, nos preocuparemos de la evaluación de mutantes con respecto a su valor reproductor, facilitando así al reproductor de plantas un plasma germinal más útil. Tenemos en marcha dos programas de esta naturaleza, uno relativo a la evaluación de semi-enanos en el arroz, y otro a los semi-enanos en el trigo.

Producción y salud animal

El programa se halla esencialmente orientado al problema de como mejorar el rendimiento y salud de los animales de pastoreo en los países tropicales y subtropicales del mundo, y dentro de este amplio marco, se pone el énfasis en la mejora de su alimentación, su eficiencia reproductora y su estado de enfermedad. Incluyen métodos isotópicos para examinar el valor nutritivo de los productos alimenticios locales disponibles, y para determinar los métodos más apropiados de mejorar su calidad y suplementarlos con materiales nitrogenados proteicos y no-proteicos económicos.

En el campo de las enfermedades animales existen tres áreas específicas de interés en la División: en primer lugar, en el control de enfermedades por medio de vacunas atenuadas por irradiación (por ejemplo, contra los parásitos de los pulmones e infecciones de bacteria), en segundo lugar, en el uso de isótopos para examinar la naturaleza de la respuesta inmune y la patogenesia de las infecciones protozoicas y helmínticas; y, en tercer lugar, en el uso de métodos de inmunoanálisis para la diagnosis.

Dentro de un programa de utilización de nitrógeno no proteico y subproductos agro-industriales por los rumiantes, los



TECNATOM

INGENIERIA DE SERVICIOS PARA CENTRALES NUCLEARES Y CONVENCIONALES

- ADIESTRAMIENTO DE TECNICOS DE EXPLOTACION DE CENTRALES NUCLEARES Y CONVENCIONALES • ADIESTRAMIENTO • INSPECCION PREOPERACIONAL Y EN SERVICIO • GESTION DE MANTENIMIENTO
- GARANTIA DE CALIDAD • CALIFICACION DE EQUIPOS • REPARACION Y PRUEBA DE AMORTIGUADORES

CENTRALES NUCLEARES

- Almaraz • Angra II y III (Brasil) • Ascó • Atucha (Argentina) • Caorso • Cofrentes • Garigliano (Italia) • Imatran Voima (Finlandia) • José Cabrera • Laguna Verde (México) • Leibstad (Suiza) • Lemóniz • Sta. María de Garoña • Trillo • Trino (Italia) • Valdecaballeros • Vandellós.

CENTRALES CONVENCIONALES

- Alcudia • Besós • Candelaria • Carboneras • Compostilla • Guanarteme • Jinamar • Lada • La Robla • Meirama • Narcea I y II • Puente Nuevo • Puentes • Sabón • San Adrián • Teruel.

isótopos se utilizan para medir la composición y flujo digestivos. Los estudios sobre nutrición son un componente integral de los programas coordinados de productividad animal en el Mediterráneo y regiones del norte de África; en la productividad de ovejas y cabras en el Oriente Medio; en la producción de búfalo en Asia; y de camélidos en Latinoamérica. En todos estos programas estamos interesados esencialmente en las interacciones entre el animal y su entorno, y, por tanto, subrayamos la importancia de un enfoque multidisciplinario para estudiar el problema particular que se trate.

Control de insectos y pestes

El programa actual incluye, principalmente, la investigación y desarrollo para mejorar el control biológico de insectos utilizando la llamada técnica de insectos estériles (SIT) para usar contra varias especies de mosca tsetse y la mosca de la fruta mediterránea. Adicionalmente, tenemos un programa sobre el uso de isótopos como ayuda a la investigación en programas integrados de control de plagas, con énfasis en las pestes de insectos del arroz.

En el uso de la técnica de insectos estériles en el control o erradicación de la mosca mediterránea, se da importancia a la mejora de la producción en masa, desarrollando un método de sexación genética en la mosca mediterránea para que sólo puedan ser soltados machos, y a la asistencia a amplios programas en Egipto, Perú y otros lugares. Los programas de desarrollo se están llevando a cabo en nuestro laboratorio de Seibersdorf, donde abrimos en febrero una nueva instalación para la cría de mosca mediterránea. En el uso del SIT contra las moscas tsetse, el énfasis se sitúa en la mejora de la tecnología de producción en masa, especialmente la cría in vitro, incluyendo dietas artificiales para la alimentación de la mosca tsetse. Un programa a gran escala en Nigeria se halla en una etapa en la que se han iniciado puestas en libertad de moscas estériles en un área de 1.500 km². Se prevén otros proyectos sobre las moscas tsetse en Zanzibar, Kenia y posiblemente Zambia. El uso del SIT tuvo éxito en la erradicación de la mosca mediterránea en Méjico, y se está utilizando allí ahora como medida de control y cuarentena en la frontera entre Méjico y Guatemala.

Los estudios integrados de control de pestes han demostrado que el uso de isótopos puede ser útil en estudios ecológicos destinados a mejorar los programas integrados de control de pestes.

Ahora pensamos iniciar trabajos con mosquitos, y esperamos poder llevar a cabo un proyecto de investigación y desarrollo en la isla Mauricio. También estamos dando los pasos necesarios para iniciar, en nuestro laboratorio de Seibersdorf y también en programas de campo, trabajos basados en la utilización de la esterilidad inducida F-1 en las

especies de Lepidópteros, plagas perjudiciales para los cereales más importantes y otros muchos cultivos.

Productos agroquímicos y residuos

Los programas de investigación actuales incluyen la investigación de residuos químicos agrícolas en la carne, leche y productos animales derivados; un estudio de los porcentajes de degradación y destino ambiental de los productos químicos pesticidas organoclorados en condiciones tropicales, para proporcionar datos muy necesarios sobre sus grados de disipación; un programa, recientemente iniciado, para estudiar la magnitud y destino de los residuos de fumigantes y otros productos químicos aplicados tras la recolección, para proteger los productos agrícolas del ataque por las pestes; y una investigación de los residuos pesticidas combinados o fijados a plantas, suelos y otros sustratos de los que no pueden ser extraídos por medios convencionales. El programa de residuos combinados se centra en las necesidades de agencias reguladoras y de investigación, que están preocupadas por la disponibilidad biológica potencial de tales residuos y su toxicidad potencial para mamíferos, plantas y otros organismos.

Se ha establecido un programa de investigación sobre la liberación controlada de composiciones de pesticidas. Con el apoyo de nuestro laboratorio de Seibersdorf se han preparado, por los titulares de contratos y acuerdos de investigación, para ser evaluadas, nuevas formulaciones contra las plagas del arroz y otros cultivos. Hemos comenzado un programa referente a experimentos de campo y ecosistemas modelo, que podrían ser útiles para promocionar directrices a seguir para mejorar las prácticas de control de pestes en la cría de peces del arroz.

Está estudiándose en un programa de investigación coordinada la biotecnología microbiana para utilizar los residuos agrícolas para la producción de combustible. Los sustratos marcados isotópicamente son ideales para estudiar los mecanismos enzimáticos y microbianos de estas reacciones. Puede que sea mejorado el porcentaje de degradación de residuos mediante cepas mutantes de organismos inducidas por radiaciones gamma; está investigándose esta posibilidad.

Es posible que puedan obtenerse de fuentes no convencionales, tales como las termitas africanas, microorganismos capaces de degradar la ligno-celulosa. Un programa de investigación, en cooperación con el Centro Internacional de Fisiología y Ecología del Insecto, de Nairobi (Kenia), se inició recientemente para estudiar e identificar el potencial enzimático de la microflora del intestino de varias especies de termitas africanas.

Conservación de alimentos

Las autoridades nacionales de salud pública y la Organización Mundial de la

Salud muestran gran interés en la irradiación de alimentos, especialmente para desinfectar frutas, verduras y especias. La reciente prohibición de los fumigantes más importantes ha desplazado el interés hacia la irradiación como método sustitutivo. La Comisión del Codex Alimentarius ha establecido que dosis de hasta un millón de rads son seguras. Actualmente se están contemplando seriamente otros usos prácticos, tales como la desinfección de granos contra la germinación de la patata, esterilización de la carne, etc. La tecnología del proceso es ahora bien conocida, y gran parte de los avances en este campo se han producido a través de la iniciativa del programa de la División y las extensas actividades de adiestramiento en su instalación de Wageningen, en los Países Bajos.

PROGRAMA DE SALUD HUMANA

El primer uso de técnicas de radiación y radionucleidos en los países en vías de desarrollo ha sido, frecuentemente, en medicina. Médicos especialistas tomaron parte en las primeras misiones a estos países para ayudarles en los campos de medicina nuclear, radioterapia, y dosimetría médica. Casi desde el principio, el Organismo también apoyó la investigación fundamental en radiobiología, que se reconoció como necesaria para un mayor entendimiento de los efectos de la radiación en la materia viva. Debido a su diversidad, la utilización médica y biológica de la radiación y los radionucleidos se lleva a cabo en más países y laboratorios que cualquier otra aplicación de la energía atómica.

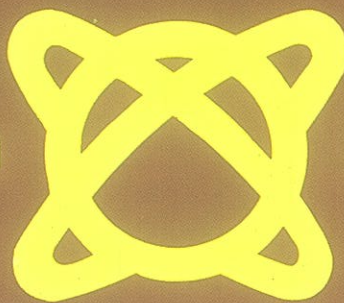
El programa está orientado tanto hacia la investigación como a la cooperación técnica. El número de programas coordinados de investigación es de 24. Constan de más de 160 contratos y acuerdos de investigación. El número de proyectos de cooperación técnica se acerca a los 100.

El programa es supervisado y realizado por la División de Ciencias de la Vida con sus cuatro Secciones (Medicina Nuclear, Radioterapia, Radiobiología y Dosimetría de Radiación). Los detalles de los subprogramas individuales son los siguientes.

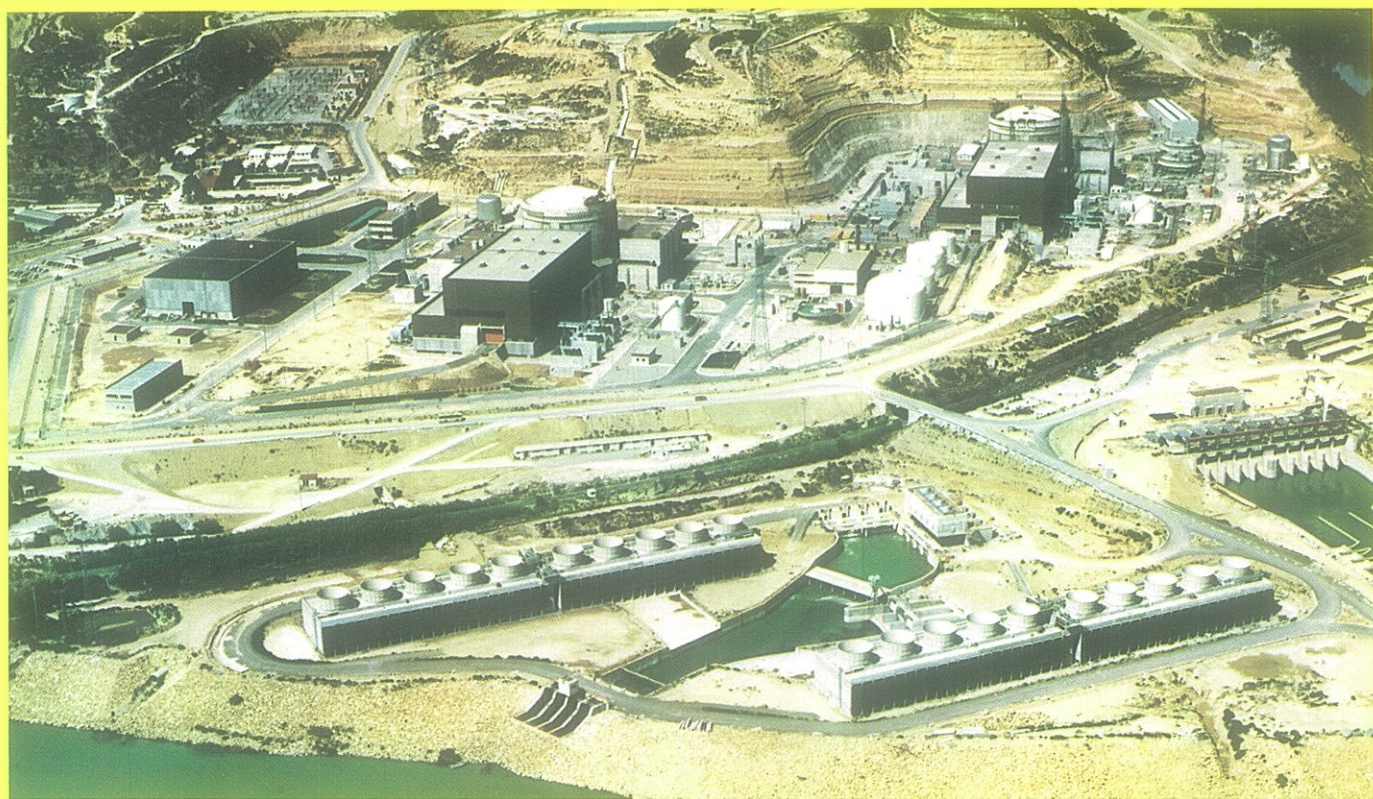
Medicina nuclear

El fin del subprograma es el de ayudar a hospitales e instituciones de investigación médica de países en vías de desarrollo a introducir y desarrollar el uso efectivo de indicadores radiactivos en el diagnóstico médico de pacientes y en investigaciones sobre el control de enfermedades.

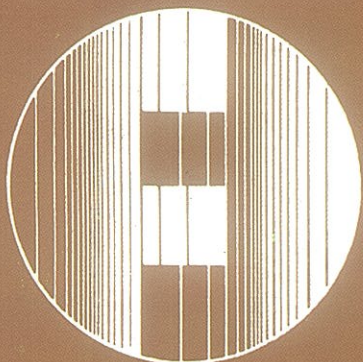
Esto se consigue mediante la gestión técnica de proyectos de investigación de estrategias para una selección eficaz de pruebas de radioinmunoensayo, para diagnosticar tiroideopatías y de radioisótopos para explorar la función hepática. El subprograma incluye también la evaluación y apoyo de los proyectos de



CENTRAL NUCLEAR DE ASCÓ



ASCO I. 930 MW.



FECSA

ASCO II. 930 MW.



FUERZAS ELECTRICAS DE CATALUÑA, S.A.



EN HIDROELECTRICA DEL RIBAGORZANA, S.A.



HIDROELECTRICA DE CATALUÑA, S.A.



FUERZAS HIDROELECTRICAS DEL SEGRE, S.A.

campo de cooperación técnica, organización de cursos de entrenamiento en medicina nuclear, control de calidad de radioinmunoensayo y proceso de datos, según los procedimientos empleados. Muchas de estas actividades se realizan en colaboración con WHO. Está programado para el próximo año un simposio internacional sobre Técnicas de Medicina Nuclear en Países en Vías de Desarrollo.

El proyecto del Organismo sobre Control de Infecciones Parasitarias en el Hombre y Vectores de Enfermedad mediante Técnicas Nucleares está diseñado para estimular la investigación dirigida al desarrollo de nuevas técnicas, la evaluación de técnicas existentes y la mejora de la competencia en tales técnicas en institutos de países-miembro en vías de desarrollo. Este proyecto se desarrolla consultando con el WHO, y consiste básicamente en un número de programas de investigación coordinados y, asociados a estos, otras actividades, tales como cursos de entrenamiento, reuniones de grupos asesores, reuniones de coordinación de investigaciones, etc.

Radioterapia

De las variadas aplicaciones de la radiación en el campo médico, la radioterapia del cáncer es, con mucho, la más frecuente. En 1976, el Organismo publicó un informe sobre las instituciones de radioterapia de todo el mundo que utilizan fuentes radiactivas (cobalto-60, cesio-137) o aparatos de rayos X de alta energía. Citaba más de 2.000 instituciones que utilizan más de 3.000 aparatos, que representaban varias decenas de millones de tratamientos individuales anuales a víctimas de cáncer. El problema de proporcionar un tratamiento apropiado a estos pacientes se hace especialmente difícil en zonas en vías de desarrollo, donde el equipo y el personal entrenado son frecuentemente inadecuados.

Recientemente, el Organismo ha estado preocupado por el problema de establecer y promover un uso más amplio de los servicios de radioterapia y de mejorar las técnicas en los países en desarrollo a través de los programas de cooperación técnica. Como ejemplo de tal tipo de actividad, el Organismo —en cooperación con WHO— ha emprendido un programa en Egipto para la promoción del uso de la radioterapia intracavitaria en el cáncer de cervix. El proyecto ha empezado en 1983, gracias a una generosa contribución financiera del gobierno italiano.

El subprograma de dosimetría del Organismo incluye tres partes principales: primero, una red internacional de laboratorios de dosimetría de patrones secundarios, que están autorizados para calibrar y verificar los instrumentos de medida de exposición a la radiación y de radiactividad. Con este propósito, el Laboratorio de Dosimetría del OIEA está actuando como laboratorio central

de los laboratorios de 46 países; segundo, utilizando dosímetros termoluminescentes, el laboratorio del Organismo realiza, regularmente, comparaciones postales del calibrado de dosis para equipos de Co-60 en instituciones de radioterapia; tercero, se ha puesto en marcha la estandarización e intercomparación de altas dosis para plantas de irradiación industriales, desde que esta aplicación de la radiación se ha generalizado. Se han recomendado, también, unos requisitos básicos para la dosimetría de precisión en la conservación de alimentos por irradiación por motivos de aceptación pública.

Medio ambiente y nutrición

Las técnicas analíticas nucleares tienen muchas aplicaciones en estudios de oligoelementos estables y trazadores radiactivos. A este respecto, el Programa de Salud Humana del Organismo, actualmente, apoya un número de programas que tienen que ver con la investigación ambiental en su relación con la salud, y con estudios del valor nutritivo de los oligoelementos.

Desde el punto de vista analítico, las técnicas nucleares han demostrado ser competitivas con otros métodos de análisis para, al menos, 16 de los elementos menores y oligoelementos considerados actualmente de interés nutritivo o bioambiental; para varios de estos elementos, son los únicos métodos aplicables. La técnica más importante es el análisis por activación neutrónica, que usualmente se aplica con la ayuda de un reactor nuclear de investigación.

Hoy en día se consideran como esenciales para la salud 15 oligoelementos, de éstos, ocho han sido identificados como tales durante los últimos veinticinco años. Muchas enfermedades comunes en los hombres y animales están asociadas a deficiencias alimenticias de oligoelementos (particularmente de hierro, yodo, flúor, selenio y zinc) y a predisposiciones genéticas (cobre y zinc). Algunos de los elementos tóxicos (particularmente el plomo, cadmio y arsénico) tienen también efectos importantes en la salud.

Los programas coordinados de investigación actuales están relacionados con el uso del pelo como medio para supervisar la carga interna de contaminantes minerales ambientales con estudios de sanidad ocupacional y con ingestiones en la dieta de oligoelementos minoritarios de importancia nutricional. Un programa completado recientemente, referente a los elementos componentes de la leche humana, proporcionó datos sobre 24 elementos presentes en muestras de leche humana de seis países-miembro distintos. Los resultados están conduciendo a una reevaluación de las necesidades nutritivas de los bebés.

Varios de estos programas están respaldados por el trabajo del laboratorio del Organismo, en el que se han desarrollado cierto número de nuevos mate-

riales analíticos de referencia, y donde se llevan a cabo análisis por activación neutrónica, utilizando el reactor de investigación Austrian Astra.

Radiobiología aplicada

La calidad y nivel de la salud pública en general, depende de los servicios nacionales de sanidad, incluyendo el control de enfermedades e infecciones cruzadas.

Las directrices principales del subprograma son las siguientes:

La esterilización por radiación, se ha comprobado, es una técnica efectiva para la esterilización de material médico, incluso en condiciones de preempaqueado hermético. El Organismo promueve la investigación en este campo al mismo tiempo que ayuda a introducir y poner en marcha la producción, a gran escala, de instalaciones de irradiación en los países-miembro. Otro área relacionada en la que el Organismo se ha embarcado es el establecimiento de procesos técnicos y criterios factibles de esterilización por radiación de injertos de tejidos no-viables (hueso, tendón, nervio, apósitos, cutáneos, etc.) en cirugía reconstructiva de pacientes incapacitados.

El tratamiento por radiación de lodos de aguas residuales podría ser útil para proteger de contaminaciones infecciosas las reservas de agua superficiales y subterráneas, campos agrícolas, cadenas biológicas y alimentarias. Se han formulado tecnologías y protocolos en cierto número de países miembros avanzados (USA, URSS, RFA, Francia, etc.), y se han llevado a cabo prácticas de radiación para tratar las aguas residuales municipales.

Desarrollo de dosímetros biológicos en radioterapia. La disciplina de la radiobiología ha dilucidado prontamente la relación cuantitativa entre la energía de radiación absorbida y la lesión biológica resultante, que puede medirse en forma de aberraciones cromosómicas inducidas; transformaciones cancerígenas; mutaciones genéticas e inactivación celular y muerte de células. El subprograma del Organismo ha investigado los parámetros citogénicos de radiación para formular un protocolo fiable a ser usado en la dosimetría de accidente en personal profesional.

Los estudios epidemiológicos del impacto nuclear producido por radiación de bajo nivel son también un campo de interés en el subprograma. Se considera que el control de calidad analítico de métodos de análisis de regresión multivariante proporcionará una mejor evaluación de los resultados obtenidos.

Programa de Ciencias Físicas y Tecnología

El programa se centra en la promoción de los usos prácticos de la radiación y la tecnología nuclear y cubre acti-

vidades en los campos de la física, la química, la hidrología y las aplicaciones industriales.

El programa está orientado hacia la investigación y la transferencia de tecnología nuclear. A este respecto, las actividades dominantes son de nuevo los programas de investigación coordinados (CRPs) y los proyectos de cooperación técnica. En la actualidad, el número de CRPs es de 20, y constan de alrededor de 150 contratos y acuerdos de investigación. El número de proyectos de cooperación técnica sobrepasa los 200.

El programa es supervisado y puesto en práctica por la División de Investigación y Laboratorios con sus cuatro secciones (Física, Información Nuclear, Química y Aplicaciones Industriales e Hidrología) y dos laboratorios, en Seibersdorf y Múnich. A continuación, algunos detalles de los subprogramas individuales:

Física

La física nuclear forma la base de las actividades nucleares de un país y es un pre-requisito para la introducción y aplicación de técnicas nucleares. En los países en desarrollo hace falta ayuda para establecer la infraestructura apropiada de física nuclear y para aplicar las técnicas nucleares. A este respecto, una parte del subprograma de Física trata de física nuclear, electrónica nuclear y la utilización de reactores de investigación y aceleradores de baja energía en países en vías de desarrollo.

Se envían misiones asesoras a los países-miembro, bajo petición, para promocionar la introducción de técnicas nucleares adecuadas aplicables en los países en desarrollo, tales como la fluorescencia de rayos X (XRF), análisis de actividades neutrónicas, técnicas de aniquilación de positrones, etc.

La investigación se coordina a través del CRP con vistas a:

- promover la aplicación de detectores de trazas de estado sólido;
- desarrollar programas que puedan programarse en microcomputadores, con el fin de solventar el gran problema que supone la carencia de software para aplicaciones nucleares; mejorar la producción de radioisótopos con reactores de investigación de baja y media energía;
- desarrollar software para computadores pequeños para la operación de reactores de investigación.

La segunda parte del subprograma se refiere a física del plasma y la fusión nuclear controlada. Las actividades en este campo se dirigen a resolver los problemas más importantes referentes a la demostración práctica de la fusión nuclear controlada.

El Organismo funciona sobre una base regular de reuniones técnicas, al hacerlo así crea un vínculo de comunicación y mantiene el espíritu de coope-

ración internacional entre los países que tienen programa de fusión. El paso más significativo de las actividades del Organismo en el campo de la fusión se realizó en 1978 al establecer el Seminario Internacional de Reactores de Tokamak (INTOR). Los participantes en el proyecto INTOR son EURATOM, Japón, URSS y EEUU, que continúan realizando una fructífera cooperación bajo la supervisión del Organismo.

Información nuclear

Parte de las actividades de física relacionadas con la compilación, intercambio y difusión de datos nucleares fundamentales se reunieron en un subprograma independiente.

Las actividades se basan en la revisión y recomendaciones del Comité Internacional de Datos Nucleares (INDC), con el fin de proporcionar servicios de información nuclear a establecimientos de investigación de países desarrollados y en desarrollo, y coordinar el trabajo en este campo a nivel mundial, en cooperación con los centros de datos nacionales y regionales.

El Organismo coordina redes internacionales de centros de datos en los siguientes campos: datos de reacciones nucleares (siete centros); datos de estructura y desintegración nuclear (16 centros); y datos atómicos y moleculares de fusión (nueve centros). Como resultado de estas actividades están a disposición de los científicos de todos los países bases de datos actualizados de computadores, manuales y otras publicaciones de datos bibliográficos y datos numéricos nucleares y atómicos. Anualmente se recogen más de 1.000.000 de datos nucleares experimentales evaluados; y el número total de archivos individuales computerizados de información nuclear asequibles es, actualmente, 86.

Como parte de sus servicios de datos y como respuesta a más de 2.600 peticiones individuales de 60 países, el Organismo ha distribuido más de 3.600 informes, 215.000 conjuntos de datos y 326 códigos de procesamiento de datos.

Dentro del subprograma se tiene la intención de evaluar el estado de la información nuclear requerida para ciertos aspectos importantes de la tecnología nuclear, a saber: para la aplicación en terapia y diagnósticos médicos, datos atómicos y moleculares de fusión, datos nucleares de geofísica y sobre espectros de emisión de neutrones de 14 MeV, para los análisis de rayos X y rayos X inducidos, por protones.

Se coordinará la investigación de datos nucleares sobre materiales estructurales para sistemas de reactores de fusión, sobre la validación de archivos de datos nucleares evaluados sobre los actínidos, sobre la medida y evaluación de datos de colisiones atómicas para diagnósticos de plasmas de fusión magnética, sobre la medida y análisis de datos de neutrones rápidos, necesarios en tecnología de reactores de fisión y fusión,

sobre la medida y análisis de las secciones eficaces de las reacciones (p, n) y (α, n) y sobre los espectros de emisión de neutrones.

Está realizándose actualmente un proyecto internacional de cooperación técnica sobre técnicas de datos nucleares e instrumentación que implica a más de 40 laboratorios en países desarrollados y en vías de desarrollo y se organizará anualmente un curso de entrenamiento sobre producción, procesamiento y aplicación de datos nucleares.

Química

Los laboratorios analíticos necesitan establecer competencias analíticas fiables y exactas, incluyendo técnicas de separación radioquímica y química para aplicarlas al estudio de materias primas, geología, agricultura, bio-ciencias, salud, medio ambiente y materiales nucleares. Reactores de producción de isótopos de 40 países y más de 50 aceleradores de 20 países se benefician del trabajo realizado sobre la fijación de procedimientos y protocolos para un estricto control de calidad de isótopos para su utilización en medicina nuclear.

Se continuará el programa de comparación de materiales, tales como materiales de origen nuclear, ambientales y biológicos, que está diseñado para comprobar la validez de los procedimientos analíticos y sus resultados. Se organizarán aproximadamente cuatro comparaciones cada año, con la participación de unos 40 laboratorios y los resultados se publicarán en documentos técnicos. Se prepararán y distribuirán de seis a ocho materiales de referencia no obtenibles comercialmente.

Se redactarán informes técnicos sobre técnicas nucleares empleadas en el análisis de muestras ambientales, normas químicas para el análisis de combustibles nucleares y medidas de protección y una comparación de métodos analíticos nucleares con métodos competitivos. Se prepararán los 2-3 volúmenes restantes de los 14 volúmenes de la compilación de datos sobre Termodinámica Química de Elementos Compuestos y Actínidos.

Con respecto a la química de compuestos marcados y radiación para aplicaciones biológicas y medidas se coordinará la investigación sobre la producción de nucleidos de corta vida, utilizando ciclotrones y blancos estables enriquecidos, para el desarrollo de nuevos radiofármacos; sobre el desarrollo de generadores de Tc^{99} utilizando reactores de investigación de baja energía, sobre la química y bioquímica de radiofármacos.

Hidrología Isotópica

Es bien sabido que el agua dulce de la tierra es limitada, y su búsqueda, descubrimiento y preservación es uno de los problemas globales a los que se enfrenta el género humano hoy en día.

Las actividades dentro de este subprograma se enfocan hacia el desarrollo de técnicas isotópicas en estudios hidrológicos, a reducir datos básicos e información relativa a la hidrología isotópica y a adquirir la competencia técnica necesaria por los países-miembro.

Se lleva a cabo desde 1961 un programa a largo plazo sobre el estudio mundial de la concentración de isótopos en precipitación.

Como resultado se han publicado siete informes técnicos que contienen datos de isótopos sobre la precipitación, recogidos en unas 200 estaciones hidrometeorológicas.

También se preparan otras publicaciones útiles, incluyendo dos ediciones de una Guía de Técnicas Nucleares en Hidrología, monografía sobre la Hidrología de Isótopos Estables.

Se tiene intención de coordinar la aplicación de técnicas isotópicas ambientales a problemas del agua subterránea y la aplicación de técnicas isotópicas en exploraciones hidrológicas y geotérmicas en la región latinoamericana.

El laboratorio del Organismo lleva a cabo comparaciones periódicas de análisis isotópicos ambientales y está distribuyendo muestras de referencia a países-miembro. El laboratorio también proporciona servicios de apoyo de proyectos de cooperación técnica en hidrología.

Aplicaciones industriales

El propósito general de este subprograma es el de apoyar a las instituciones de investigación y normalización industrial, a organizaciones de seguridad e industrias manufactureras, particularmente en países en vías de desarrollo, para introducir y promover la aplicación de métodos y técnicas nucleares en procesos industriales.

Se proporciona apoyo a un proyecto a gran escala del UNDP sobre la aplicación industrial de radioisótopos y tecnología de radiación en Asia y en la región del Pacífico que se lleva a cabo dentro del acuerdo cooperativo-regional. A este respecto se han construido plantas de radiación para la vulcanización del caucho natural y el tratamiento por radiación de recubrimientos de superficies de madera, se han organizado cursos de demostración y adiestramiento sobre sistemas de control nucleónico en las industrias del papel y el acero y se ha creado un sistema de certificación y

entrenamiento para la realización de pruebas no destructivas.

Se coordinarán las investigaciones sobre la inspección radiográfica de soldaduras y piezas de fundición; uso de sondas de radiación gamma y neutrónicas para el análisis de perforaciones en la exploración de recursos naturales, uso de la tecnología de radiación en la inmovilización de materiales bioactivos; modificación por radiación de polímeros para uso industrial y médico; daños de la radiación en los sistemas orgánicos para mejorar la calidad de tales materiales.

Centro Internacional de Física Teórica (ICTP)

El Organismo es también responsable del funcionamiento del Centro Internacional de Física Teórica de Trieste, cuyo objetivo principal es promover la física fundamental avanzada y la física aplicada, y ayudar a los físicos de países en vías de desarrollo a superar el aislamiento cultural, proporcionando vínculos con la comunidad científica internacional.

Las actividades del centro están concentradas en seis áreas diferentes: física y alta tecnología, física y energía, física fundamental, matemáticas, física del estado vivo, física ambiental.

En este campo el tipo de actividades realizadas son cursos prolongados, talleres, reuniones habituales, seminarios y conferencias. Alrededor de 2.000 científicos participan cada año en las reuniones y toman parte en la investigación sobre física fundamental de altas energías, relatividad general y supergravedad.

Se tiene intención de mantener el grado de entrenamiento e investigación en física industrial, física atómica y molecular, física del suelo, geofísica y demás campos aplicados.

Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina

Las actividades fundamentales del Laboratorio se concentran en el estudio de la existencia y comportamiento de sustancias radiactivas y otros tipos de contaminación del entorno marino; en la coordinación del trabajo para asegurar la calidad y comparatividad de este estudio, llevado a cabo por laboratorios nacionales a través de comparaciones entre laboratorios, calibrado y estandarización de la metodología, y en el entrenamiento de personal, coordinación de

la investigación y provisión de asesoramiento y asistencia.

El tema de los estudios son los radionucleidos transuránicos y otros de larga vida, su comportamiento, procesos químicos y acumulación retención de los elementos por el fitoplácton, zooplácton, sedimentos y transporte de radionucleidos a grandes profundidades en los océanos. Las regiones en estudio son los mares Báltico y Mediterráneo, el Atlántico Nordeste y algunos otros.

Intercambio de información

El sistema internacional de información nuclear (INIS) del Organismo es el único servicio bibliográfico exhaustivo en el campo nuclear mundial. Actualmente participan en sus actividades 70 países-miembro y 14 organismos internacionales. En 1984, la entrada al sistema se estaba acercando a 80.000 registros anuales. La base de datos alcanzará 880.000 registros en 1984.

El otro canal efectivo para el intercambio de información son las reuniones internacionales que realiza el Organismo.

El Organismo realiza unas 20 conferencias internacionales, simposios y seminarios al año, la mitad de ellos dedicados a las aplicaciones nucleares. Se tratan ciertos problemas regularmente, por ejemplo física del plasma e investigación de fusión controlada (cada dos años), hidrología isotópica (cada cuatro años).

* * *

Concluiré diciendo que la limitación de tiempo me impide hablar del tema de las aplicaciones no energéticas de la energía nuclear, como vehículo para promover la mejor aceptación pública de la energía nuclear, posibilidad que considero, personalmente, merece la pena explorar, al menos en aquellos países donde los programas de energía nuclear se enfrentan a una oposición creciente.

La radiación y los isótopos están proporcionando beneficios crecientes a la humanidad y han demostrado ser armas eficientes contra el hambre, enfermedades y subdesarrollo; al proporcionar su programa el Organismo cumple su tarea estatutaria principal: **«acelerar y extender la contribución de la energía nuclear en la paz, seguridad y prosperidad en todo el mundo.»**

Gracias.