

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

1989

C09100082

**REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES**

**original contains
color illustrations**

INFORME DE LABORES IAN 1989

Avenida El Dorado, Carrera 50
Apartado Aéreo 8595
Télex: 42416 IAN BG CO
Telefax: 222 01 73
BOGOTA, D.E. COLOMBIA

COMITE DE PUBLICACIONES:

Jaime J. Ahumada B.
Cecilia Briceño de Monroy
Octavio Guzmán B.
Efraín Lucero B.
Héctor H. Zamora C.
Sergio Zuleta A.

**original contains
color illustrations**

JUNTA DIRECTIVA

DELEGADOS

Nohora Palomo
María Cristina Plazas
Portolalino Díaz
Coronel Jorge Hernández

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
MINISTERIO DE SALUD
MINISTERIO DE EDUCACION
MINISTERIO DE DEFENSA

DIRECTOR GENERAL IAN

Jaime J. Ahumada B.

SECRETARIO GENERAL

Carlos Manuel Mahecha

SUBDIRECTOR TECNICO

Eduardo Herrera

OJETIVOS FUNDAMENTALES DEL INSTITUTO

- 1. Elaborar y desarrollar programas encaminados al estudio de la Energía Atómica y Nuclear.**
- 2. Fomentar y aplicar la energía atómica y nuclear y su aprovechamiento con fines pacíficos, pudiendo recibir en aporte áreas o zonas donde se encuentren minerales radioactivos.**
- 3. Dar cumplimiento a los acuerdos internacionales sobre la materia.**
- 4. Asesorar, como órgano consultivo del gobierno, para el estudio de los proyectos de ley, decretos o reglamentos que versen sobre la producción, uso o aprovechamiento de la energía nuclear.**
- 5. Fomentar la investigación científica y tecnológica en las áreas de energía atómica y nuclear.**

CONTENIDO

1.	EDITORIAL	
2.	INTRODUCCION	
3.	PROYECTOS DE INVESTIGACION	
3.1.	Proyectos en el Sector de Salud	13
3.2	Proyectos en el Sector Agropecuario	17
3.3	Proyectos en el Sector Industrial	18
3.4	Proyectos en el Sector de los Recursos Naturales Energéticos	19
3.5	Investigación en Ciencias Básicas	22
3.6	Programa de Seguridad Radiofísica	23
3.7	Centro de Documentación e Información Nuclear	24
4.	TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA Y DIVULGACION CIENTIFICA	
4.1	Sector Salud	27
4.2	Sector Agropecuario	27
4.3	Sector Industrial	28
4.4	Sector Recursos Energéticos y Naturales	28
4.5	Sector Investigación y Ciencias Básicas	29
4.6	Tesis Desarrolladas en el IAN	30
5.	LOGROS Y CAPACITACION	
5.1	Logros	35
5.2	Capacitación	37
5.3	Publicaciones	40
	ANEXOS	41

1. Editorial

En 1989 el Instituto de Asuntos Nucleares celebró el trigésimo aniversario de su fundación, y en ese marco realizó una serie de actividades científicas, incluyendo conferencias, seminarios, simposios y publicaciones especiales. Treinta años de labores en el campo de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear en Colombia, han dado a la institución la oportunidad de prestar un servicio a la comunidad, a la universidad y a la industria, a la vez que le han permitido capacitar a sus funcionarios en la tecnología nuclear, preparándolos para asumir responsabilidades más profundas en el desarrollo integral del país. En este sentido, su responsabilidad también se ha ampliado al campo de otras energías no convencionales, como resultado de lo cual ha colocado su grano de arena en la solución de problemas energéticos locales a través de la investigación y aprovechamiento de la energía solar.

Sin embargo, la estructura institucional no ha cambiado de manera importante en este lapso, mientras que sí se han introducido modificaciones en las políticas nacionales de ciencia y tecnología y en el análisis de los aspectos económicos y energéticos. El IAN, consciente del aporte que puede ofrecer al país en esa previsión hacia el futuro, y con base en el apoyo dinámico de la ley 51 de 1989, que conforma la Comisión Nacional de Energía, y la de Ciencia y Tecnología, inició durante este año la reforma de sus estatutos y el diseño de una nueva estructura funcional que le permitirá afrontar sus crecientes compromisos de esta década y del muy próximo inicio del siguiente siglo.

Con tal fin se obtuvo la excelente colaboración del Dr. Carlos Vélez Ocón, Director General del Instituto Nacional de Investigaciones de México (ININ), quien visitó el IAN del 20 de octubre al 1º de noviembre, en cumplimiento de una misión sobre la Planeación en Energía Nuclear en Colombia, auspiciada por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Los resultados de esta misión y sus propuestas se comentarán en el informe de 1990. Igualmente benéfica fue la contribución de un Comité Científico Asesor, conformado ad hoc gracias a la buena voluntad y apoyo de los Drs. Eduardo Posada, Efraim Otero, Galileo Violini y Jorge Ahumada, quienes, a través de visitas al Instituto, interacción con sus funcionarios, revisión de documentos y reuniones posteriores, iniciaron una profunda labor de análisis con el objeto de plantear propuestas y sugerencias en el rediseño estructural y funcional del IAN.

De otra parte, al interior mismo del Instituto se constituyeron varios grupos de análisis y estudio con propósitos similares, de modo que, ya finalizada la misión de los tres frentes mencionados, se contará con opiniones, conceptos analíticos y proposiciones, fundamentales para el cambio planteado en la entidad.

El IAN es una institución de ciencia y tecnología, con una significativa trayectoria en investigación, docencia y transferencia tecnológica, que cuenta con profesionales capacitados y valiosos medios para el cumplimiento de su misión en el país. Se prepara activamente, no sólo para ampliar y profundizar su cobertura en el ámbito de las aplicaciones pacíficas de la tecnología nuclear y de las fuentes renovables ya conocidas, sino para ocupar su lugar en el estudio, análisis y elaboración de propuestas, relacionados con las políticas energéticas que deba aplicar Colombia a mediano y largo plazos, con el convencimiento de que en este sentido la energía nuclear ha sido y continuará siendo una alternativa y un complemento de importancia.

JAIME J. AHUMADA, MD
Director General

2. Introducción

Durante el año de 1989 el IAN continuó orientando sus actividades hacia la ampliación, mejoramiento y proyección de la tecnología nuclear y de las energías no convencionales sobre los sectores de desarrollo nacional en programas de salud, agricultura, industria, recursos naturales y energéticos, y seguridad nuclear y protección radiológica.

Dentro de este marco se ha trabajado en la reestructuración del programa científico-técnico de la institución, con base en proyectos multidisciplinarios, que han permitido un desarrollo integral, brindando de manera eficiente un soporte técnico y una capacitación específica en los sectores antes mencionados. La ejecución del programa institucional a través de proyectos, establece los elementos de planificación necesarios y parámetros prioritarios de desarrollo de gran significancia para la institución y su misión futura dentro de los requerimientos que se derivan tanto de la reciente ley de ciencia y tecnología, como de la que creó la Comisión Nacional de Energía.

Uno de los constituyentes más importantes para el desarrollo funcional de las actividades nucleares en nuestro país lo conforma la asistencia técnica internacional. En los últimos años el IAN ha definido políticas a este respecto que enmarcan acciones relacionadas con proyectos nacionales dentro de proyectos regionales como el denominado ARCAL (Arreglos Regionales Cooperativos para la promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina), nacido de la inquietud por el desarrollo regional, de un grupo de países de América Latina con el apoyo del OIEA. Este programa es actualmente coordinado desde Viena por el Dr. Ernesto Villarreal Silva, anterior director de este instituto.

En nuestro país esta asistencia técnica, que proviene generalmente del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y de países con los cuales se poseen convenios de cooperación técnico-científica, ha contribuido al desarrollo específico en lo que se relaciona con la radioprotección, electrónica nuclear, las aplicaciones de los radioisótopos y las radiaciones en la salud, ciencias biológicas, industria, ciencias físicas, nutrición, agricultura, conservación y evaluación de recursos naturales. Esta cooperación se presenta a través de uno o varios de los mecanismos que a continuación se mencionan:

- Selección recíproca de expertos que asesoran los proyectos de investigación tecnológica;
- Definición y desarrollo de proyectos de transferencia tecnológica de alcance regional, a mediano plazo, que incluyen además, la capacitación de los profesionales del IAN y de otras instituciones nacionales;
- Contratos de investigación financiados por el OIEA y ejecutados por expertos nacionales, instalación en el país de laboratorios especializados.

Estos programas, proyectos de investigación y actividades de servicio, docencia y divulgación, encuentran significativo apoyo en la existencia en el IAN de un Centro de Documentación e Información Nuclear, el cual a partir de 1989 se encuentra interconectado al sistema internacional de información nuclear (INIS), que permite al país tener acceso a la mayor parte de la información que sobre energía nuclear se publica en el mundo.

Se ha querido también dar un impulso definido a las labores académicas, consciente el Instituto del importante aporte que puede brindar a la formación de científicos y técnicos en el país, especialmente ante la urgente necesidad puesta de manifiesto por el diagnóstico de la situación colombiana en este campo. La docencia, de otro lado, que se practica en forma de cursos, seminarios, talleres, visitas dirigidas, dirección de tesis, conferencias y publicaciones, va también dirigida a divulgar en los diversos ámbitos de la actividad nacional, el alcance de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, y a conformar un ambiente de aceptación racional de esta tecnología, con base en la presentación adecuada de una información real y evidente.

3. PROYECTOS DE INVESTIGACION

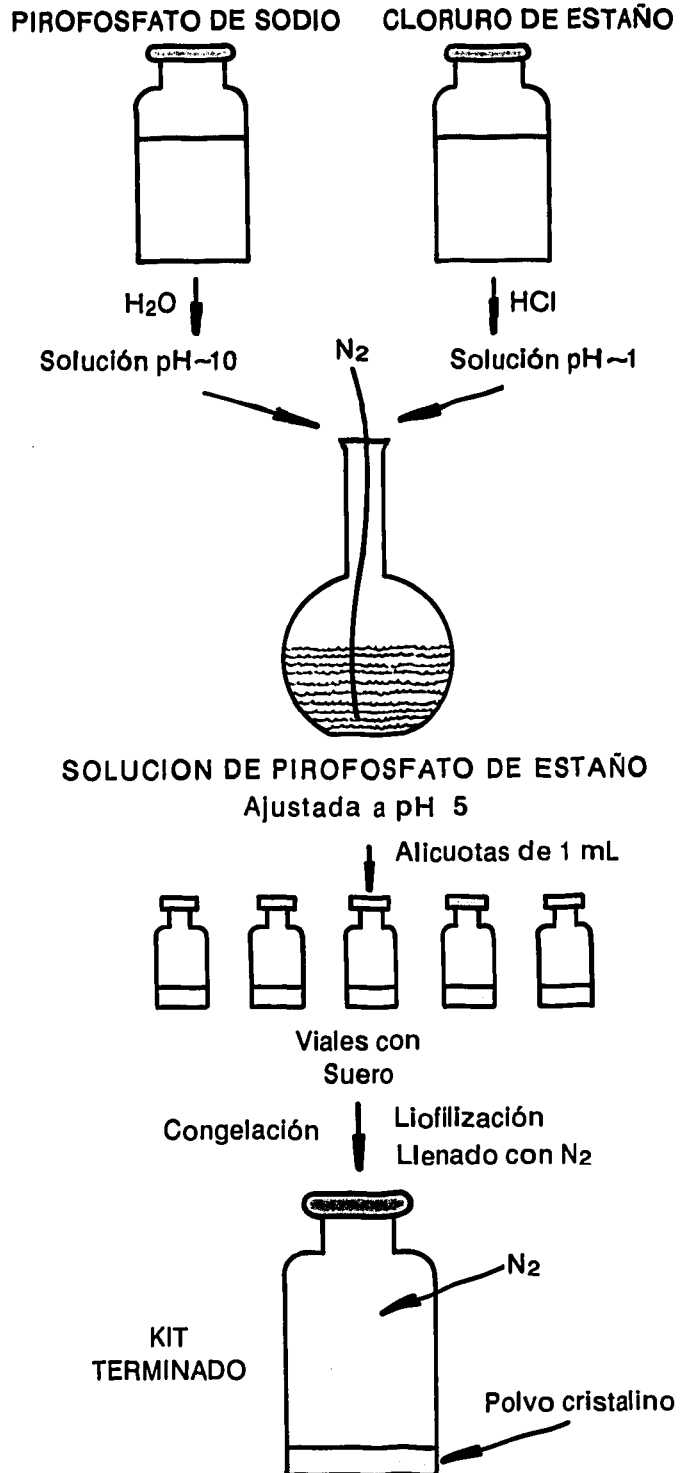
3.1. PROYECTOS EN EL SECTOR SALUD

En el sector de la salud, son varios los proyectos del IAN que apoyan, estudian y analizan las diferentes técnicas en radioinmunoanálisis (RIA) aplicadas a la medicina y a la veterinaria en el ámbito nacional. Este proyecto tiene como objetivo la creación de la infraestructura y capacidad nacional para reemplazar gradualmente los reactivos de importación por productos nacionales, con un adecuado control de calidad de equipos y procedimientos. Un proyecto de esta naturaleza es el que permite optimizar las técnicas RIA en hormonas tiroideas.

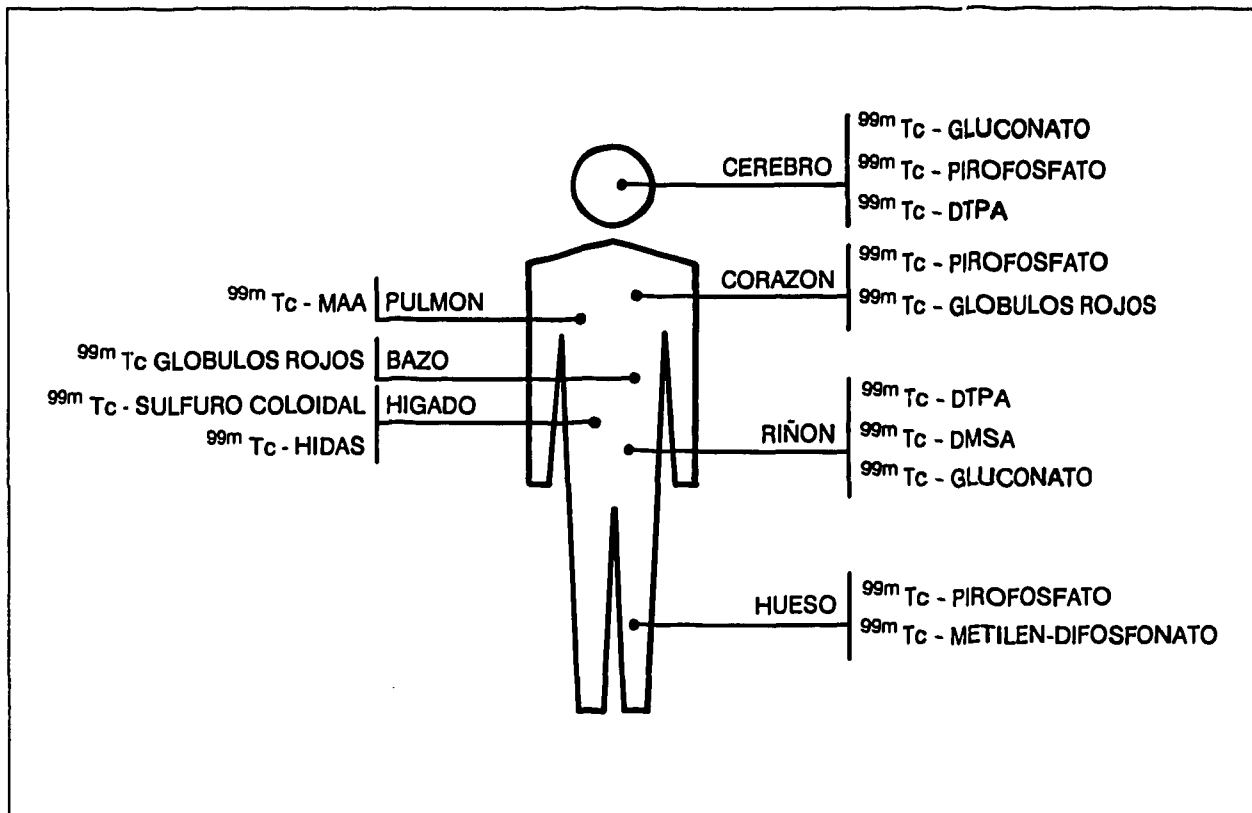
En la primera fase de este proyecto se determinaron las hormonas tiroideas T3 y T4 mediante RIA y la TSH mediante Inmuno radiometría (IRMA). Los reactivos dosificados se evaluaron en el laboratorio de referencia del IAN (Biorad) previo envío a los institutos y hospitales que participan en esta investigación en el país. Para la segunda fase de este proyecto, cuyo objetivo es la producción nacional, se han realizado estudios sobre la marcación de T3 y T4 con I-125, determinando el rendimiento máximo de marcación y las actividades específicas que deban tenerse en cuenta para el método de producción. De igual manera se han iniciado los estudios para la liofilización de los productos.

Dado el uso creciente del RIA para el diagnóstico médico en el país, se trabaja activamente en el establecimiento de un programa de control de calidad externa en los doce laboratorios que a nivel nacional participan en este programa, parte del cual es el establecimiento de una fase de control externo por métodos computarizados.

La esterilización del material de uso médico-quirúrgico por medio de las radiaciones ionizantes es hoy en día una metodología ampliamente difundida en todo el mundo, por su eficacia, su seguridad y su bajo costo, y en Colombia la necesidad de este servicio se ha empezado a sentir, siendo cubierta parcialmente mediante la utilización de la fuente de Co-60 de la planta de irradiación gamma. El control de tipo microbiológico así como la garantía de dosis suministradas, parámetros esenciales en el control de calidad del proceso, se realizaron eficientemente en los laboratorios del IAN y de las empresas beneficiadas con el servicio.



1- Producción de un kit de pirofosfato -Sn



2- Radiofármacos utilizados en medicina nuclear producidos por Bioquímica y Radiofarmacia

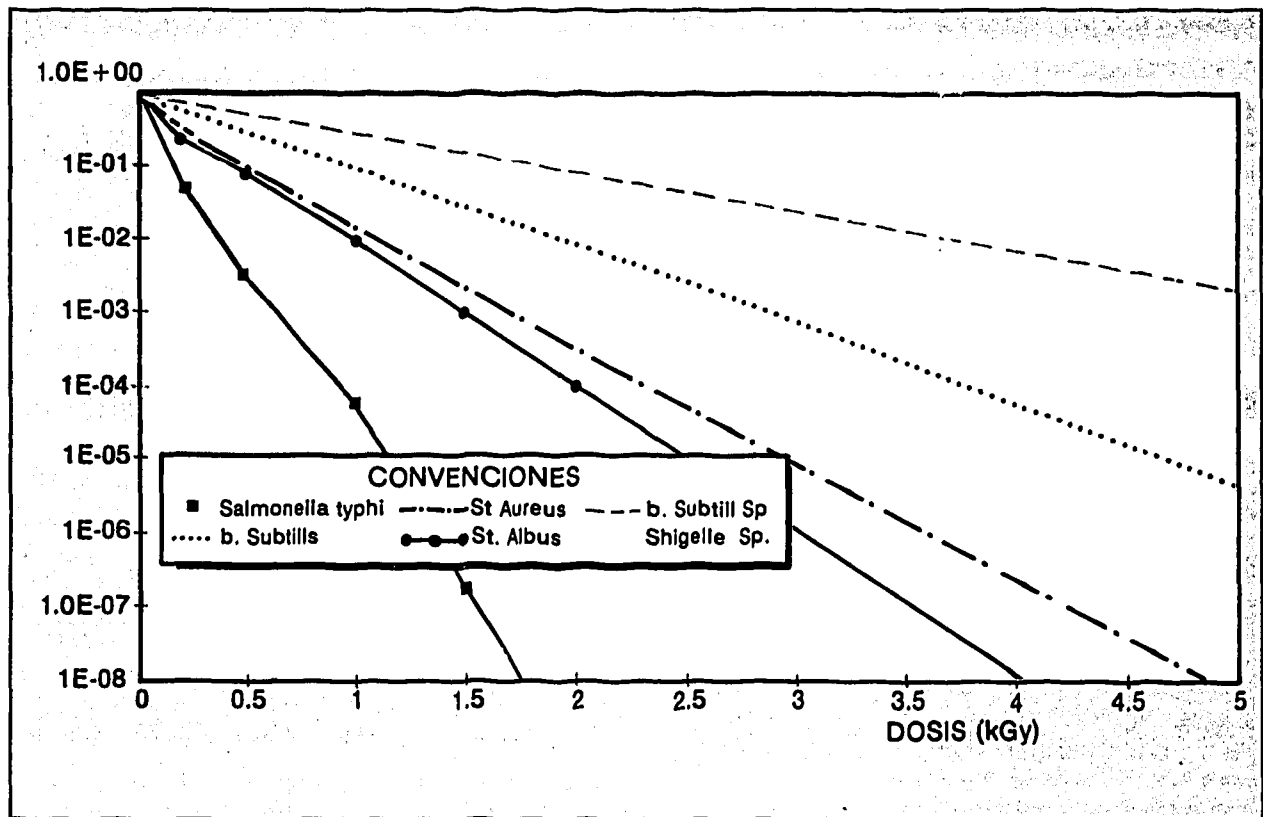
Por la importancia que se ha adjudicado al cinc en el metabolismo de los organismos vivos y el hombre, especialmente en la población infantil, y como parte de investigaciones interinstitucionales (inicialmente con el Hospital Infantil Lorencita Villegas de Santos), este oligoelemento se cuantificó en sangre y cabellos mediante análisis por activación neutrónica, utilizando las facilidades de irradiación del reactor IAN-R1 y los laboratorios analíticos de alta resolución, especialmente por la técnica de absorción atómica. Hasta el momento se han determinado los valores normales del oligoelemento en la población general y, después de cubrir una población de más de 300 pacientes, se han podido correlacionar con los niveles en pacientes con síndrome diarreico, que podrían eventualmente considerarse en el enfoque y tratamiento de la enfermedad diarreica y en los estados carenciales. Los estudios han dado luces en la patología infantil y se espera que contribuyan al tratamiento de la diarrea crónica como suplemento en el manejo de la misma.

De igual forma, se desarrolló una metodología para análisis de mercurio en cabello, determinándose de

manera sensible sus niveles en personal profesionalmente expuesto (odontólogos y técnicos de la profesión). Se adelanta, en cooperación con la Universidad Nacional, un estudio que abarcará un grupo representativo de la población expuesta. En la actualidad se ha puesto a punto la técnica y se ha hecho además el cubrimiento de un número importante de casos (100 profesionales de odontología). La investigación se continuará en este grupo debido a la todavía amplia aplicación del mercurio en la profesión.

Se viene realizando un estudio sobre **Dosimetría Citogenética** y seguimiento clínico del paciente ocupacionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes, en colaboración con investigadores del departamento de genética del Instituto Nacional de Salud y del departamento de Endocrinología del Instituto de los Seguros Sociales.

Es notable el incremento en el uso de técnicas y de equipos nucleares en Colombia, especialmente en el campo de la medicina, dedicados particularmente a la investigación, diagnóstico y a la terapia del cáncer.



3. Curvas de supervivencia de microorganismos en el proceso de esterilización con Cobalto-60

Las inversiones en equipos para estos efectos son cuantiosas, algo más de 40 millones de dólares para las trece regionales del Programa Nacional de Control de Cáncer. Debido a algunos problemas técnicos que se presentaron en la instalación de este equipamiento y con miras a realizar acciones de mantenimiento, como una alternativa de solución y colaboración para este sector, el IAN estableció en 1984 un laboratorio central de instrumentación nuclear, apoyado por el OIEA a través de un programa en el que colaboran ocho países de América Latina y nueve del Asia y cuyos componentes principales son:

- 1- Acondicionamiento de laboratorios en cuanto a humedad relativa, temperatura y calidad de suministro del voltaje.
- 2- Prácticas eficientes de mantenimiento preventivo y control de calidad.
- 3- Capacitación de usuarios de equipos y del personal que realizan el mantenimiento preventivo y correctivo.
- 4- Establecimiento de un laboratorio piloto para la

introducción de procedimientos y seguimiento de los resultados.

El laboratorio central hace parte de un plan de desarrollo de electrónica nuclear del IAN que se ejecuta desde 1983 y se ha fortalecido con otros proyectos de asistencia técnica interregional en el campo de electrónica nuclear, que se están realizando en América Latina; tal es el caso del programa ARCAL, que a través del proyecto de instrumentación nuclear, en los últimos cinco años ha realizado varias acciones muy valiosas para la región, el país y particularmente para el IAN. Entre otras se puede enumerar:

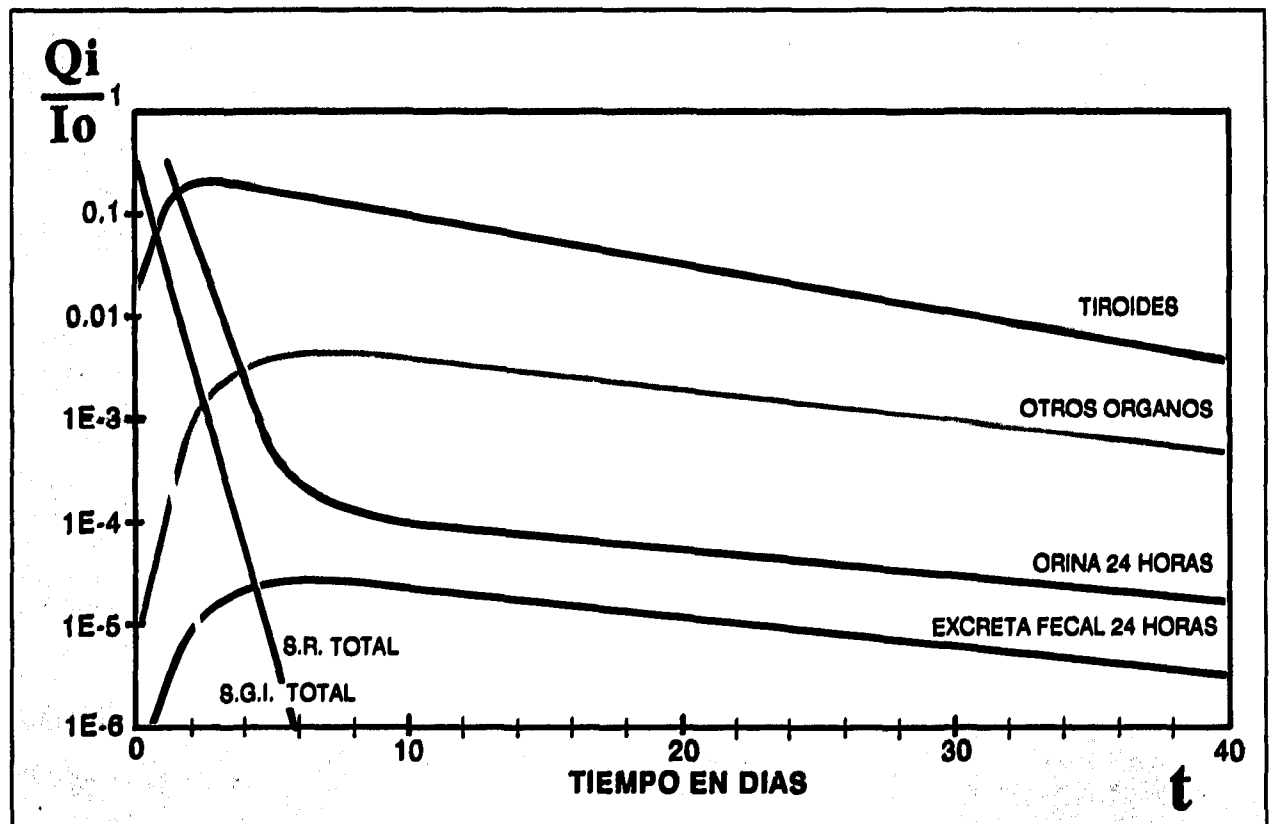
- 1- Capacitación específica en diferentes campos niveles de electrónica nuclear. Más de 15 cursos regionales.
- 2- Seminarios en niveles avanzados de electrónica para científicos e ingenieros de amplia experiencia.
- 3- Talleres combinados con trabajos prácticos para resolver problemas particulares.

- 4- Intercambio de Información.
- 5- Servicios de expertos y equipos para la región.
- 6- Construcción y ensamblaje de analizadores monocanales y multicanales, dedicados a la enseñanza de las ciencias médicas.
- 7- Espectrómetros de fluorescencia de rayos basados en sistema nodular EUROCARD, Colombia es sede para el ensamblaje y seguimiento de 35 instrumentos que se han construido para utilización en América Latina.
- 8- Desarrollo de software para aplicaciones nucleares.
- 9- Diseño y construcción de sistemas protectores de equipos.

Finalmente, la protección de la población de los peligros derivados de la utilización de la energía nuclear y de los efectos nocivos de las radiaciones

ionizantes, se llevó a cabo a nivel local y nacional como una de las tareas rutinarias asignadas al IAN por ley, con eficiencia y esmero. Dentro de este gran programa que cubre desde la dosimetría a una gran parte de los laboratorios de rayos X y centros de Medicina Nuclear del país (600 establecimientos en total), hasta la asistencia con monitores y asesoría a estos centros y a la industria, se llevaron a cabo también estudios relacionados, entre los cuales se mencionan:

- El montaje del método para el cálculo de la actividad en órganos y excretas del cuerpo humano para los diferentes radioisótopos del yodo cuando existe incorporación accidental por inhalación o ingestión, y para el cálculo de coeficientes lineales en diferentes medios incluyendo el hueso, tejidos blandos, pulmón, aire, etc.
- La calibración por energía y resolución del sistema de espectrometría gamma utilizando detectores de germanio hiperpuro y yoduro de sodio, para la determinación de contaminantes gamma



4. Actividad en órganos y excretas por actividad inhalada accidentalmente de I-131, en función del tiempo

en orinas y muestras ambientales, estableciéndose un control de calidad en esta espectrometría y las condiciones de trabajo del sistema para espectrometría alfa.

- Dentro del proyecto ARCAL I se trabaja en los proyectos regionales coordinados correspondientes a: niveles de interacción derivados en alimentos y asistencia mutua en caso de emergencia radiológica o accidente nuclear.

3.2. PROYECTOS EN EL SECTOR AGROPECUARIO

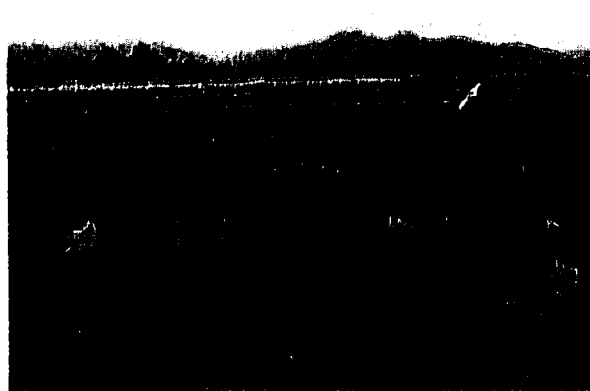
El uso de los isótopos en la agricultura brinda una alternativa confiable y eficiente en el estudio y la solución de una gran variedad de problemas en este campo, que en muchos casos constituyen la única metodología factible de aplicación eficaz.

En el último año el IAN ha fortalecido dos proyectos en este campo: el de fertilidad de suelos y el de mutaciones inducidas por radiaciones nucleares.

Los fertilizantes comerciales en los suelos tropicales se han venido empleando de manera empírica por la mayoría de los agricultores. Para contribuir al conocimiento de un uso racional y eficiente de ellos se emplean técnicas nucleares, las cuales aportan resultados que permiten establecer con exactitud las cantidades de fertilizantes requeridas por cada cultivo en cada tipo de suelo. Esto es de gran importancia para la economía nacional, debido a que en general se desconoce el tipo de suelo en el que se siembra y las técnicas de uso y manejo de fertilizantes y del suelo mismo; esto ocasiona problemas de salinidad, erosión, bajos rendimientos, empobrecimiento de la tierra y deterioro en la economía del agricultor.

Se han empleado fertilizantes nitrogenados marcados con N-15, fosfatados marcados con P-32 y potásicos marcados con Rb-85 en algunos cultivos de interés nacional, como el trigo, el arroz y la papa. Sin embargo, el camino por recorrer es largo, puesto que un mismo cultivo se comporta de diferente manera entre un suelo y otro y hay variabilidad dentro de un mismo suelo cuando se

usan fertilizantes de fuente comercial diferente. A esta conclusión se ha llegado mediante las técnicas convencionales de análisis, pero, además de haber sido confirmada con el uso de técnicas isotópicas, los resultados obtenidos han permitido cuantificarla con mayor claridad y precisión.



5- Cultivo de arroz: estudios para determinar Nitrógeno y Potasio por absorción.

En cuanto al proyecto de mutaciones inducidas por radiación, se organizó un grupo interdisciplinario e interinstitucional basado en convenios realizados con la Universidad Nacional de Colombia (Facultad de Agronomía) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), grupo que pretende la "Obtención de Genotipos de Cereales" (trigo, sorgo, cebada y arroz), tolerantes o resistentes a condiciones de estrés (sequía, acidez, altas temperaturas, aluminio). Este grupo viene trabajando en tres granjas experimentales: La Libertad y Nataima pertenecientes al ICA, y Naranja perteneciente a la Universidad Nacional, en donde se vienen realizando experimentos tendientes a evaluar los materiales nativos, así como las introducciones provenientes del CIMMYT, realizando curvas de radiosensibilidad para obtener las diferentes generaciones de mutantes.

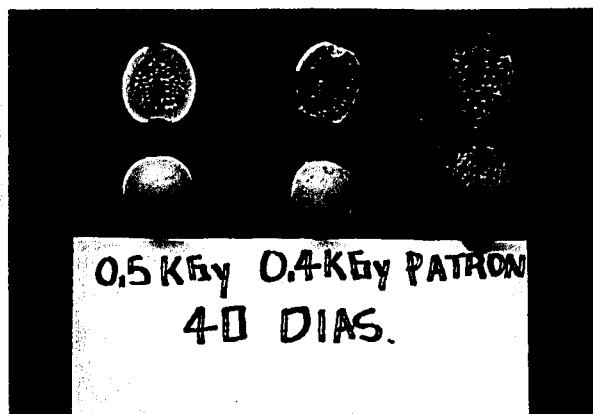
Como fruto de estos trabajos en el cultivo de arroz, se han seleccionado un total de ocho mutaciones en dos variedades: Oryzica 1 y Cica 8, cuyo comportamiento general se estudia ya en su quinta generación después de mutación y las cuales se espera serán las primeras variedades obtenidas por inducción de mutaciones en nuestro país.

En el sector pecuario se desarrolla el proyecto de radioinmunoanálisis en reproducción animal. Su objetivo es la determinación de aquellas hormonas

relacionadas con la reproducción y por ende con el mejoramiento de la producción pecuaria del país. En la primera etapa de este proyecto se han determinado niveles de progesterona en especies animales, conforme a la metodología experimental requerida por las entidades que a nivel nacional participan en el proyecto (ICA y Universidad Nacional).

Una de las aplicaciones de las fuentes intensas de radiación es la **conservación de alimentos**, y dentro de ésta se concluyó un estudio iniciado en 1986 dentro de un programa coordinado de ARCAL denominado Irradiación de Alimentos. En éste se estudiaron diferentes frutas, como: mango, piña, tomate de árbol, aguacate y guayaba, productos enmarcados dentro de un gran programa de diversificación que busca incrementar las exportaciones y para los cuales el establecimiento de los procesos cuarentenarios es de suma importancia.

El estudio permitió establecer las dosis de radiación y los procesos combinados óptimos que produjeran los mejores resultados en cuanto a retardo en la maduración, ataque de microorganismos e insectos y disminución de la incidencia del daño provocado por la mosca de la fruta, particularmente de las especies *Anastrephas*, causantes de un gran porcentaje de las pérdidas postcosecha.



6- Conservación de guayaba (*psidium guajava* l) por irradiación.

Concluyó también un primer estudio que busca determinar la factibilidad económica del proceso para Colombia. Los resultados de estos estudios se han plasmado en informes técnicos, discutidos en foros internacionales y a nivel nacional en un seminario con participación de los gremios involu-

crados en estas actividades. El estudio, que abarcará otras frutas de interés nacional para exportación, como: guayaba, fresa, mora, pitahaya, etc., se piensa continuar a nivel internacional, dada la importancia que representa el método desde los puntos de vista de la salud y económico, con fondos provenientes de los Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), si el proyecto presentado durante la presente vigencia recibe la aprobación final.

3.3. PROYECTOS EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Dentro del proyecto de establecimiento de un centro de ensayos metalúrgicos con técnicas nucleares y complementarias, se adquirió e instaló un **microscopio electrónico** para el análisis de muestras sólidas. El proyecto sobre **ensayos no destructivos** que el IAN estableció por vez primera en el país y cuyas aplicaciones son ya tradicionales en la industria nacional, tales como: radiografía Industrial, análisis mecánico de vibraciones, ultrasonido, inspección por fibras ópticas, etc., se verán en un futuro implementados por nuevas técnicas de ensayos no destructivos tales como radiografía en tiempo real, termografía y tecnología de rayos láser.

Las acciones concretas que se requieren para su desarrollo y puesta a punto, han sido analizadas dentro del marco del Proyecto Regional de Ensayos No Destructivos (END) para América Latina y el Caribe, programa que en Colombia coordina el IAN y al cual pertenecen siete universidades del país, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), COLCIENCIAS y la Asociación Colombiana de Control de Calidad (ACCC).

La dotación y estructuración de estos laboratorios iniciados ocho años atrás, han sido fortalecidos por medio de convenios bilaterales o dentro del marco del proyecto antes mencionado. La XII Conferencia Mundial de END, celebrada en Holanda en 1989, aprobó la participación de Colombia como miembro principal en el Comité Mundial de Ensayos No Destructivos. En 1989, Colombia presentó a través del IAN al gobierno italiano, planes concretos para el desarrollo de un laboratorio de END, propuesta que será analizada e implementada en el curso de 1990.

Una de las aplicaciones industriales de las fuentes intensas de radiación es la posibilidad de **mejorar las propiedades de los plásticos y polímeros**, y en este campo se han venido realizando estudios con algunas mezclas de monómeros y maderas, lo que ha permitido obtener paralelamente, una amplia recopilación bibliográfica sobre estos materiales y sobre aquellos más ampliamente utilizados en la fabricación de productos de uso médico-quirúrgico, con el objeto de establecer así la viabilidad técnica para la aplicación del proceso de irradiación a estos materiales.

Dada la capacidad analítica desarrollada en el campo de la química así como la infraestructura en electrónica, el IAN utilizará en un futuro trazadores radiactivos y pasivos para la determinación de parámetros en **procesos químicos industriales**. Este proyecto desarrollará en la institución algunos de los equipos de detección y registro, así como las interfases requeridas. Su objetivo es dotar a las plantas industriales de un equipo portátil que les permita regular de manera óptima parámetros específicos en el proceso de producción.

3.4. PROYECTOS EN EL SECTOR DE LOS RECURSOS NATURALES Y ENERGETICOS

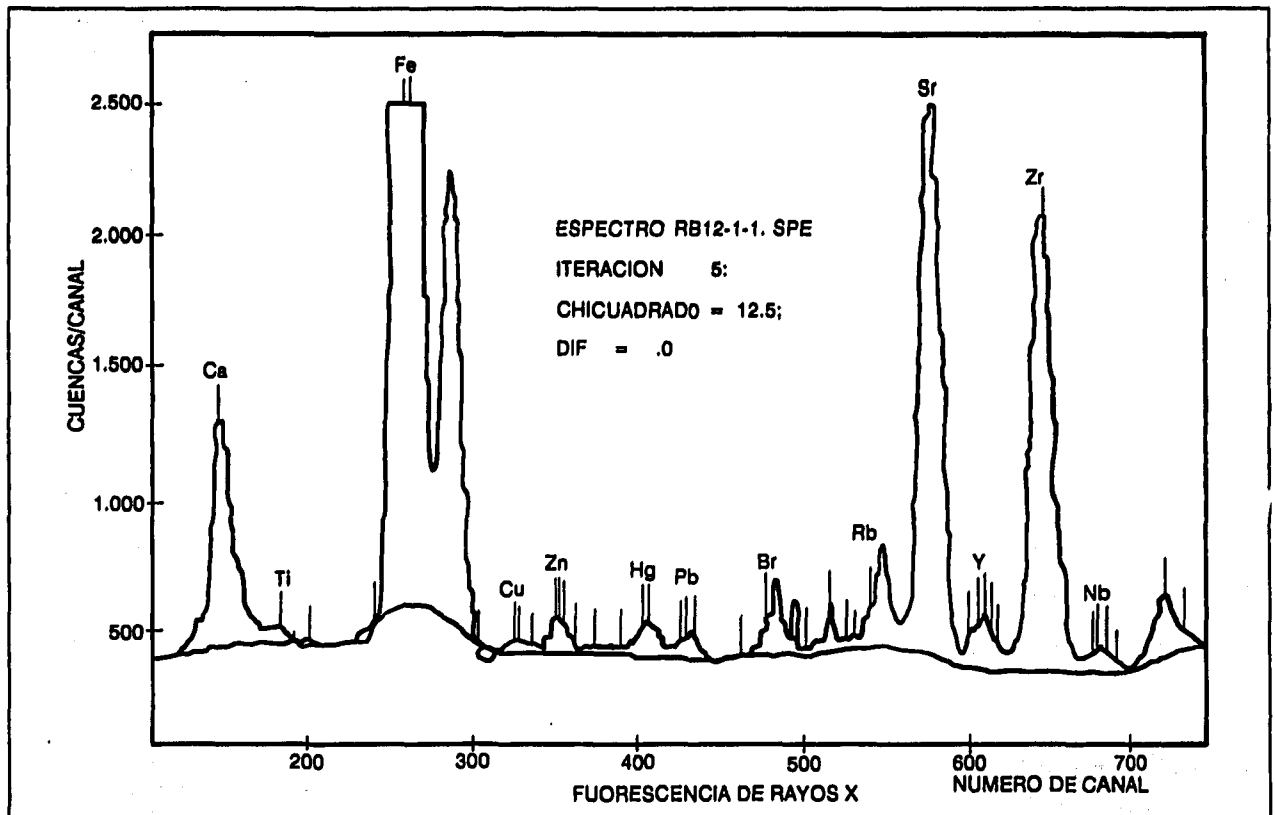
El manejo racional de los recursos naturales y energéticos hace parte implícitamente de cualquier proyecto de desarrollo. La **hidrología isotópica** y sus tecnologías asociadas, como la técnica de análisis de isótopos estables para determinar origen y recarga de acuíferos, la de isótopos radiactivos para datación de aguas subterráneas, las sondas radiactivas de Cs-137 para la obtención de perfiles de sedimentación, así como la medición de humedad y densidad de suelos basados en la moderación de neutrones, constituyen una metodología independiente y/o complementaria en la determinación, evaluación y explotación de los recursos hídricos en las diferentes regiones del país, actividades con un gran valor social y económico. Estas aplicaciones hacen uso de la mayoría de la infraestructura del IAN principalmente de los laboratorios especializados en espectrometría de masa, datación por C-14, reactor nuclear, espectrometría gamma e instrumentación nuclear.

Dentro de este marco, en el último año y con auspicio del OIEA, se inició el estudio con técnicas nucleares de sedimentos tanto de fondo como en suspensión en las corrientes de agua, con énfasis en los canales navegables (Barranquilla y Buenaventura), con el objeto de aportar elementos de juicio a las obras de dragado. Importante dentro de este proyecto es el análisis de multielementos que se realiza en los laboratorios de química: análisis por activación neutrónica y fluorescencia de rayos X. Mediante estas técnicas, se determina el tipo de sedimentos que causan problemas en los puertos colombianos, identificando sus elementos, trazas y sus orígenes. Este trabajo es complementario a estudios de contaminación, ya que los sedimentos son utilizados como indicadores. En un programa multidisciplinario con participación del INDERENA, se ha iniciado en la Bahía de Tumaco la recolección de muestras de sedimentos, lo mismo que muestras biológicas para realizar ajustes en las técnicas analíticas nucleares, con miras a emprender estudios de contaminación (Fig. 7).

Debido a los requerimientos de agua potable en la Isla de San Andrés, el IAN inició conjuntamente con la empresa EMPOISLAS, en 1989, un programa que tiene como objetivo evaluar el acuífero Kárstico de la isla. Los parámetros requeridos para esta evaluación, tales como: determinación de sitios de recarga, tiempos de residencia, intrusión marina y otros, se determinaron mediante las técnicas nucleares anteriormente señaladas.

Dada la necesidad de conocer la velocidad real, de estimar el tiempo probable del avance durante las crecientes del río Magdalena y el coeficiente de dispersión, basados en los estudios realizados en 1987-1988, se inició en 1989 una actividad importante para la determinación de estos parámetros y evaluar así la dinámica de los contaminantes en el río. (Fig. 8)

Un objetivo final de estos trabajos es la predicción, a largo plazo, del **comportamiento del recurso hídrico** conforme a los sensores ecológicos. Para tal fin un grupo de físicos ha trabajado durante el último año en la construcción de modelos físico-matemáticos que permitan una evaluación predictiva; sólo así, de manera integrada, se cumplen los objetivos sociales del programa en cuanto a mejoramiento de la calidad de vida de la población, impacto ambiental en los proyectos hidroeléctricos y abastecimiento de agua potable.



7- Espectro de una muestra de sedimento del río Bogotá por fluorescencia de rayos X.

Evaluar las posibilidades de aprovechamiento de las tecnologías existentes en el caso de las energías no convencionales e impulsar su utilización en las zonas socio-económicas adecuadas, son tareas que el IAN desarrolla como uno de los objetivos importantes en la planificación energética del país para un manejo eficiente.

En colaboración con las universidades de la Guajira y el Cesar se llevaron a cabo dos proyectos sobre energía solar:

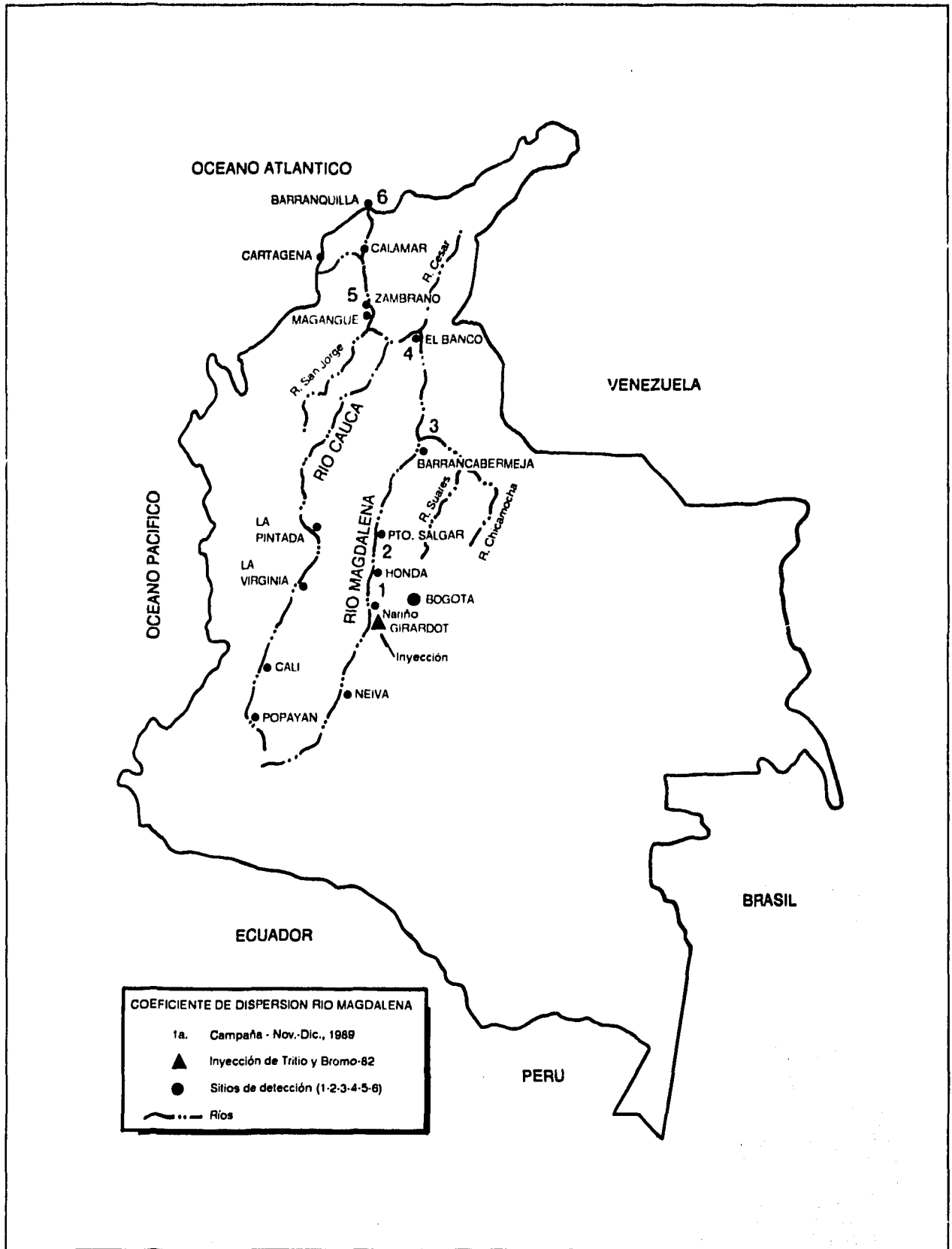
- Instalación en el Cabo de la Vela de una planta de desalinización de agua de mar por energía solar. Dicha planta consta de 200 módulos, cada uno de ellos con capacidad para producir 3 litros diarios de agua potable con una radiación de 6.500 W-h/m^2 -día (Foto 8).
- Diseño, construcción evaluación de secadores solares para ser instalados en el Cesar, con el objetivo de presentar a los pequeños agricultores de la región, una solución para la conservación de alimentos. El comportamiento del secador será evaluado para tabaco, sorgo y arroz.



8- Planta de desalinización de agua de mar por Energía Solar. Cabo de la Vela, Guajira.

Para las predicciones climáticas, los efectos de la radiación solar sobre la atmósfera son de gran importancia. Es por esta razón que el IAN, la Universidad Nacional y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi adelantan actualmente la medición y el cálculo del **balance de radiación de onda corta** en la Sabana de Bogotá.

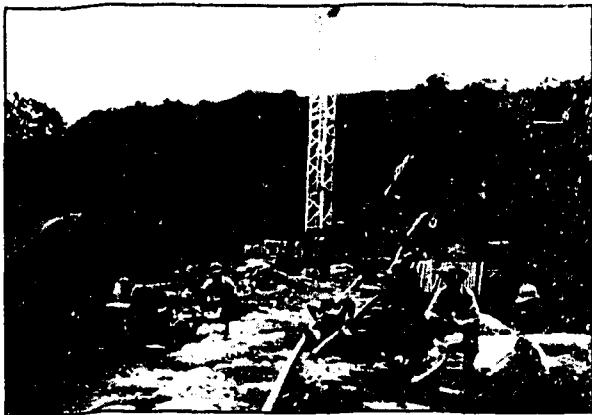
Con la asesoría del OIEA en un programa multidisciplinario y dentro del proyecto Aplicación de



9- Coeficiente de dispersión del río Magdalena.

Técnicas Isotópicas y Geoquímicas en la **exploración geotérmica**, terminará en 1990 la evaluación del muestreo realizado en las fuentes termales de Paipa.

En el campo de la exploración de minerales radiactivos, se estudió la anomalía de la quebrada Los Nogales, en el municipio de Zapatoca, para tal fin se elaboró la emanometría (medidas de radón en el suelo) con una malla rectangular de 10 m x 5 m, cubriendo un total de 200 de los 265 m. Se complementó un programa de cálculo para organizar, procesar e interpretar el banco de datos y los estudios de emanometría.



10- Zona de perforación para evaluación de minerales radiactivos en Zapatoca, Santander.

Por otra parte se revisaron aproximadamente 335 000 pies de actividad gamma en registros petroleros para el piedemonte llanero, Arauca y la Guajira, con lo cual se confirma la existencia de "crono" con alto contaje de fondo en el terciario colombiano, que sólo ha sido ubicado superficialmente en Palermo-Iquirá (Huila), pero que es evidente en todas las cuencas petroleras del país.

Se finalizó el informe radiométrico vial del sudeste de Cesar y el nordeste de Norte de Santander y se elaboraron veinte perfiles sobre 430 Km al nordeste de Antioquia, en donde no se ubicaron anomalías.

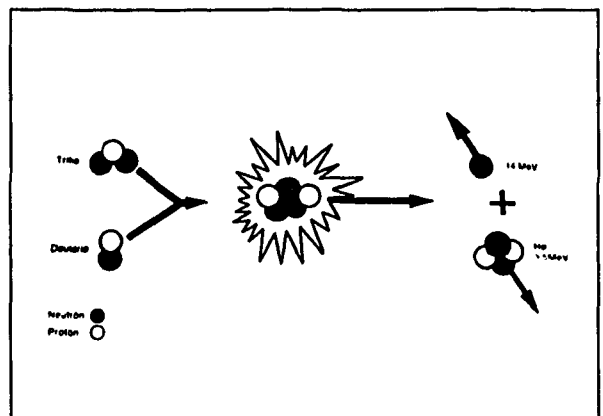
3.5 INVESTIGACION EN CIENCIAS BASICAS

Como soporte a otros proyectos y con el fin de establecer la infraestructura científica que le permita al IAN emprender eficientemente investigaciones

en todos los campos de la actividad nacional, con un objetivo social o económico, se han venido desarrollando estudios entre los que cabe mencionar los siguientes:

El desarrollo de un modelo dinámico de transferencia de masa para el estudio cuantitativo y predicción del comportamiento de los manglares de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Paralelamente se inició un estudio teórico, y su viabilidad experimental con neutrones y radiación gamma, para la determinación de los parámetros físicos en sistemas ecológicos.

- La adaptación de una estructura física sofisticada, consistente especialmente de un acelerador lineal de 200 KeV (ALI-200), de equipos de espectrometría alfa, beta, gamma y neutrónica; programas de cálculo, particularmente: códigos de transporte, métodos de Monte Carlo, modelos dinámicos estadísticos, etc., encaminados a estudios en estructuras del estado sólido, (que se haría como un programa nacional experimental de física, con el concurso de la asistencia técnica del OIEA); y al desarrollo de los cálculos neutrónicos para la conversión del núcleo del reactor IAN-R1, estudio que hace parte de un contrato de investigación con el OIEA.



11- Reacción de fusión nuclear realizada en uno de los haces del ALI-200

- Investigación de materiales amorfos, que involucra la parte experimental para el estudio de la naturaleza de las interacciones en estos materiales, mediante la dispersión de neutrones térmicos. En el trabajo participan la Universidad Nacional y COLCIENCIAS.

- La puesta a punto de diferentes metodologías sobre: análisis de multielementos en sedimentos, algunas matrices minerales, el desarrollo de diferentes etapas del tratamiento hidrometalúrgico de minerales y la iniciación de estudios para investigaciones del medio ambiente, todo como resultado de la implementación y adecuación de un laboratorio para fluorescencia de rayos X dispersiva en energía.
- La realización de separaciones radioquímicas y de procesos de preconcentración con el fin de eludir interferencias y mejorar los límites de detección en los análisis por activación neutrónica, técnica especialmente utilizada en los estudios de contaminación de aguas.
- El desarrollo de alternativas de extracción integral de las sustancias anómalas presentes (Uranio, Vanadio, Fósforo y Cromo), para un mineral colombiano mediante simulaciones o ensayos que puedan predecir variados diagramas de flujo con sus condiciones y servir de base a estudios de factibilidad química, operacional y económica. Dentro de estas tareas se estudiaron minerales procedentes de Berlín (Caldas), mediante simulaciones y/o ensayos de equilibrio líquido-sólido en la obtención de ácido fosfórico; de Zapatoca (Santander) con ensayos preliminares de percolación y optimización de la precipitación de las soluciones concentradas, obtenidas por lixiviación convencional y extracción con solventes; y de Marmato (Caldas) por medio de cianuración por percolación y adsorción del oro sobre carbón activado. El conjunto de estas investigaciones está dirigido a la búsqueda de soluciones para mejorar la eficiencia de **recuperación de oro, plata y otros elementos** que en las condiciones actuales de explotación en todo el país utilizan tecnologías obsoletas, con altos costos de producción, eficiencias por debajo del 40% en la mayoría de los casos y altas tasas de contaminación con mercurio, cianuros y otros contaminantes en las aguas superficiales y subterráneas de las zonas donde se realizan explotaciones mineras.
- Dentro de un extenso programa que busca modificar el **reactor nuclear IAN-R1** dirigido al cambio del núcleo y al incremento de su potencia de operación, se han venido adelantando investigaciones concernientes al comportamien-

to termohidráulico de los núcleos de los reactores nucleares de investigación, mediante el empleo de códigos de cálculo por computador. Estas actividades cuentan con la asistencia económica y técnica del OIEA dentro del contexto de los programas de ARCAL. Igualmente apoyado por el Organismo y por el gobierno de los Estados Unidos, se ha venido desarrollando un programa para la modernización y actualización de criterios de la **instrumentación de control y seguridad** de operación del reactor IAN-R1, el cual permitirá el control automático por programa de computación, del nivel de la potencia de operación y la renovación de los equipos de medición de las radiaciones, adoptándose así los criterios internacionalmente establecidos para este tipo de instalaciones, en lo referente a protección radiológica y seguridad nuclear.

3.6 PROGRAMA DE SEGURIDAD RADIOFISICA.

La Radiofísica Sanitaria vela por la protección contra las radiaciones ionizantes tanto para el personal ocupacionalmente expuesto como para el público en general. Para tal fin cuenta con un servicio de dosimetría personal por película, inspección y monitoreo de instalaciones radiactivas, vigilancia del cumplimiento de las diferentes normas de seguridad radiológica, desarrollo de modelos y métodos para evaluación de dosis en los casos de contaminación interna e irradiación externa.

Como parte fundamental del proyecto que hace referencia a la protección del hombre de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes, en mayo de 1989 se terminó la instalación del **laboratorio de calibración dosimétrica secundaria**. Estas instalaciones dotan al país de un laboratorio excelente de referencia no sólo a nivel nacional sino también a nivel del área andina. La actividad de dosimetría ha sido complementada mediante el desarrollo de modelos físico-matemáticos de compartimentos para la medición de dosis interna y externa de gran importancia en la evaluación y uso de isótopos para diagnóstico.

Durante 1989 se calibraron 50 equipos para medición de radiaciones, pertenecientes entre otros, al IAN, Instituto Nacional de Cancerología, METANSA,

INGECONTROL, Siderúrgica del Muña, AVIANCA, Construcciones TISSOT, Cerromatoso y ECOINSA. La Unidad de Cobaltoterapia del Hospital Universitario de Caldas se calibró en dosis para tratamiento en radioterapia. De igual manera se determinaron niveles de contaminación en 44 muestras de productos tales como café para exportación, leche importada y extracto de levadura de Levapan para exportación. Para las compañías SCHLUMBERG SURENCO S.A., GO International, Compañía Colombiana de Tabaco, que utilizan fuentes radiactivas, se realizaron 506 muestras de fugas radiactivas.



12- Laboratorio secundario de calibración dosimétrica (LSCD)

3.7 CENTRO DE DOCUMENTACION E INFORMACION NUCLEAR.

Una de las funciones del IAN es la de promover y divulgar el uso pacífico de la energía nuclear en las diversas aplicaciones y campos de la vida cotidiana en Colombia. Esto significa disponer de medios para transferir los conocimientos, la experiencia y los adelantos tecnológicos generados en forma creciente en el mundo. Es esta la razón esencial para la conformación y establecimiento de un centro de documentación e información nuclear como medio eficaz de soporte al desarrollo nuclear del país, con recursos y servicios que permitan la cooperación nacional, regional e internacional en este sector.

Sus principales actividades se han realizado tratando de cumplir con los siguientes objetivos:

- Localizar y adquirir selectivamente la informa-

ción nuclear con el fin de almacenarla, recuperarla y procesarla de acuerdo con normas pre-establecidas; para luego difundirla a través de servicios programados de información.

- Participar en redes de información nacionales, regionales e internacionales a fin de lograr mayor eficiencia en el proceso de búsqueda y transferencia de información.
- Editar la información generada en la entidad utilizando para ello las normas y estrategias de los medios de información, gráficos y audiovisuales.
- Coordinar además las actividades culturales y técnico-científicas como: visitas, reuniones, seminarios, etc.

Con la participación en proyectos de asistencia técnica especialmente con el OIEA, ha podido contar con equipos para la prestación de nuevos y mejores servicios y capacitación del personal. Además está en desarrollo el proyecto de construcción de las instalaciones requeridas conforme a los estudios de un centro moderno.

4 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA Y DIVULGACION CIENTIFICA

Parte fundamental del programa científico-técnico de la Institución desde sus mismos comienzos, la constituyen tanto la transferencia de tecnología y divulgación científica, como la capacitación. Esa transferencia se efectuó principalmente mediante **cursos, seminarios y talleres**, que el IAN realiza para capacitar profesionales y técnicos en áreas tan diferentes como la medicina, la agricultura y la industria; dirigidos igualmente a promover y divulgar las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear y las energías no convencionales. Una relación de estas actividades por sectores, se presenta a continuación:

4.1 SECTOR SALUD.

El objetivo general de estos cursos y conferencias es el de impartir capacitación en las técnicas de laboratorio para marcación con radiofármacos y control de calidad en radiofarmacia, así como en las áreas de la protección radiológica, seguridad e instrumentación nuclear. La realización de estos eventos fue posible gracias a la participación de entidades como OIEA, CNEA, Universidades y empresas estatales o privadas.

Se realizaron en este campo los siguientes eventos:

CURSOS:

- Actualización en cromatografía líquida de alta resolución, patrocinado por el IAN y la empresa Purificación y Análisis de Fluidos LTDA.
- Metodología de radioisótopos y estudios básicos de radioinmunoanálisis (RIA) agosto 23, septiembre 7. Realizado en el IAN y dirigido a médicos, tecnólogos de medicina y estudiantes.
- Farmacología. Para profesionales, auxiliares y estudiantes relacionados con las áreas de la salud.
- Manejo de emergencias radiológicas en instalaciones médicas e industriales (IAN-OIEA-CNEA) 20 noviembre - 1 diciembre. El curso se realizó en las instalaciones del IAN, con la participación de profesionales de todas las áreas del IAN y de entidades médicas e industriales que de una

forma o de otra, hacen aplicación de las técnicas nucleares.

- Mantenimiento de equipos para protección radiológica, julio 10- 28, llevado a cabo en el IAN y dirigido a profesionales en todos los campos que tienen que ver con esta instrumentación.

4.2 SECTOR AGROPECUARIO

De suma importancia desde los puntos de vista social y económico especialmente para los sectores productivos, es la transferencia de las metodologías que hacen uso de los radioisótopos como una herramienta útil que busca optimizar la eficiencia en la utilización de los fertilizantes y mejorar la producción mediante las mutaciones inducidas.

CURSOS:

- Uso de isótopos en agricultura, enmarcado dentro del posgrado de suelos de la Universidad Nacional.
- Acidez en suelos bien drenados del trópico como contraste en la producción de alimentos. Universidad Nacional.
- Contrastes en los requerimientos y conservación de diferentes suelos para cultivos, mejorando regímenes de lluvia en el trópico semiárido. Universidad Nacional.
- Conservación de suelos en Colombia. Seminario realizado dentro del posgrado de tecnología de la producción, Universidad Nacional.
- Uso de mutaciones en el mejoramiento del arroz y otros cereales a través de inducción de mutaciones. Villavicencio.

Una de las actividades de importancia en este campo durante el presente año la constituyó la realización de la **Mesa redonda subregional y latinoamericana sobre ciencia y tecnología aplicadas a la comercialización de alimentos** julio 26-28, con la participación de representantes de la Asociación de Centrales de Abastos de todo el país, la industria privada nacional y de otros países del área, con el

patrocinio adicional del Organismo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

También se llevaron a cabo **días de campo** en diferentes zonas de la Sabana de Bogotá, dirigidos a divulgar las metodologías entre los campesinos de la región; y se tuvo especial participación en eventos como el **Foro nacional sobre mercadeo internacional de frutas colombianas**, para representantes de los sectores productivos y de mercadeo, auspiciado por Federacafé.

4.3 SECTOR INDUSTRIAL

Teniendo en cuenta la gran utilidad que las técnicas nucleares tienen en diferentes procesos, inspecciones, estudios y análisis, el IAN ha establecido una infraestructura para poder atender este sector y transferir estas técnicas. Un resumen de estas actividades se presenta a continuación:

CURSOS:

- Curso Nacional de radiografía industrial I. Abril 3-14, Universidad Libre de Colombia.
- Curso nacional de ultrasonido nivel I. Mayo 22-26. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Curso nacional de radiografía industrial X y Gamma, nivel II. Junio 12-16. UPTC-Tunja.
- Curso nacional de radiografía industrial, nivel I. Septiembre 4-15. Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta.
- Curso nacional de END asistido por computador. Septiembre 25-29. ICP-UIS, Bucaramanga.
- Curso nacional de radiografía industrial nivel II. Noviembre 20-24. Universidad de Antioquia.
- Curso Internacional sobre técnicas analíticas nucleares. Bogotá, marzo 6-10 de 1989, IAN.
- Curso de protección radiológica en aplicaciones industriales. Agosto 4-18 1989, IAN.
- Curso internacional sobre manejo de emergencias radiológicas en instalaciones médicas e industriales. Noviembre 20 a diciembre 1 de 1989, IAN.

EVENTOS Y CONFERENCIAS

- Participación del IAN en los comités técnicos del ICONTEC en soldadura y ensayos no destructivos
- Reunión sobre ensayos no destructivos, ECO-PETROL, IAN, Naciones Unidas.
- Investigación y análisis de aguas potables e industriales. IAN.
- Aportes del IAN al desarrollo agroindustrial julio 26-28. FAO, ACOABASTOS.

4.4 SECTOR RECURSOS ENERGÉTICOS Y NATURALES

Las aplicaciones de las técnicas nucleares en el campo de los recursos energéticos y del medio ambiente buscan solucionar problemas de gran impacto social mediante alternativas valiosas como la energía solar en el caso de la Guajira, de las técnicas isotópicas en hidrología o de las técnicas analíticas nucleares, para cuantificar recursos, determinar contaminantes o establecer los parámetros de sedimentación. En este caso particular la transferencia de tecnologías que el IAN ha hecho, ha sido importante y las metodologías aceptadas, por los sectores comprometidos.

CURSOS Y SEMINARIOS

- Moderna metodología analítica para el cálculo de transporte en canales y ríos de lecho aluvial agosto 31 a septiembre 1 realizado en el HIMAT.
- Hidrología Isotópica, octubre 21, para profesores y estudiantes de la facultad de Recursos Hídricos de la Universidad Central.
- Seminario sobre mediciones en ingeniería de costas, dirigido a profesores y estudiantes de posgrado en recursos hidráulicos, de la Universidad Nacional de Colombia y realizado con la participación de expertos del OIEA.
- Aplicación de técnicas isotópicas en mecánica de suelos y pavimentos, para estudiantes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja.

- Curso nacional sobre técnicas analíticas básicas y metodológicas de evaluación del impacto ambiental en el Pacífico Sudeste, septiembre 11-15 realizado en Bogotá y dirigido a profesionales relacionados con estas técnicas.
- Simposio Internacional sobre contaminación ambiental. Cali.
- Simposio Internacional sobre contaminación marina, septiembre 6- 8 Cali, organizado por el comité colombiano para la preservación del Pacífico Sur.
- Aplicaciones de la energía solar, dirigido a profesionales y estudiantes de la Universidad Francisco de Paula Santander, en Ocaña, Norte de Santander.
- Diseño, construcción y evaluación de un secador solar, Universidad Popular del Cesar, Valledupar.
- Planta de desalinización solar del Cabo de la Vela, Universidad de la Guajira.

De estas actividades se beneficiaron además de las empresas estatales la industria privada y algunas universidades entre las cuales se puede mencionar: Nacional, Central y Libre de Bogotá, de Antioquia y de Medellín, Pedagógica y Tecnológica de Tunja, Industrial de Santander de Bucaramanga, Francisco de Paula Santander de Cúcuta y Tecnológica de Pereira.

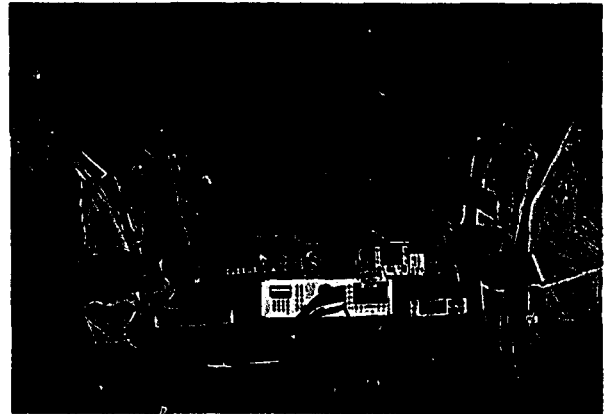
4.5 SECTOR INVESTIGACION Y CIENCIAS BASICAS

Igualmente importante es la actividad del IAN en campos como la física, la química, la electrónica y la informática; y su divulgación ha comprometido a numeroso personal, realizándose ésta mediante cursos y conferencias que se relacionan a continuación:

CURSOS:

- Taller sobre Cristalografía por difracción de rayos X mayo de 1989, realizado en la Universidad Industrial de Santander, para estudiantes y profesores.

- Reactores Nucleares de Investigación agosto 2-4, para físicos y profesionales relacionados con el tema, dictado en el IAN, con el auspicio del OIEA y la participación de expertos internacionales.
- Taller sobre técnicas analíticas nucleares, dentro del programa ARCAL IV, para participantes de Latinoamérica, llevado a cabo en el IAN con el auspicio del OIEA.



13. Equipos de seguridad nuclear construidos en el IAN por el sistema Eurocard.

- Introducción a los computadores; para personal de la entidad, dictado por profesionales expertos del IAN.
- Electrónica digital, dictado igualmente en el IAN y dirigido a profesionales y estudiantes interesados en el tema.
- Programas en computación para el diseño y producción de paneles impresos septiembre 11-29, CEADEN, La Habana con el patrocinio del OIEA.
- Seminario sobre electrónica digital septiembre 21-28, auspiciado y patrocinado por la Universidad Distrital.

Las siguientes son conferencias dictadas por profesionales del IAN en el XIII Congreso Nacional de Física, Agosto de 1989, Bogotá.

- Cálculos neutrónicos para la conversión del núcleo del reactor IAN-R1.
- Procesos competitivos en la interacción de haces electrónicos con haces iónicos.

- Sobre algunos problemas de divergencia en la colisión frontal Ha para energías del orden de KeV.
- Acerca de la aplicación del principio de mínima acción a procesos inelásticos elementales.
- Sobre algunos problemas teóricos en colisiones atómicas y su posible realización experimental en el país.
- Mediciones y optimización de parámetros en el acelerador de iones modificado ALI-200.
- Acerca del defecto de ligadura en procesos de ionización para colisiones ion-átomo.
- Estudio del efecto de antiligadura en procesos de ionización mediante análisis de sistema: $(p, H - p', H)$
- Decaimiento colisional-radiativo en procesos atómicos.
- Dispersión elástica e-átomo a altas energías en dirección frontal.
- Acerca del funcional densidad y su extensión a sistemas no estacionarios.
- Un acercamiento a los vidrios de Spín.
- Diseño de un sistema de secado artificial para tabaco tipo Virginia. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Diseño de un desalinizador y destilador por energía solar para la Guajira. Universidad de la Guajira.
- Cálculo de dosis en radiodiagnóstico odontológico. Pontificia Universidad Javeriana.
- Control de calidad radiográfico en odontología. Fundación Universitaria San Martín.
- Perspectivas de la conservación de la pitaya por irradiación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Conservación por irradiación del tomate de árbol, tratamiento cuarentenario. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Evaluación de hidrología superficial y subterránea de la Sabana de Bogotá (I parte) Zona II. Universidad Nacional.
- Evaluación de hidrología superficial y subterránea de la Sabana de Bogotá (I parte) Zona I. Universidad Nacional.
- Análisis comparativo para la determinación de la densidad y contenido de asfaltos, por los métodos tradicional y nuclear. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Determinación de sedimentos en el puerto de Buenaventura y otras zonas de interés sedimentológico utilizando equipos con fuentes nucleares. Convenio Universidad Nacional -IAN.
- Estudio descriptivo del perfil motivacional y de la actitud frente al trabajo científico, en el campo de la energía nuclear. Universidad Santo Tomás.
- Utilización de los isótopos radiactivos en el diagnóstico médico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Obtención de un compuesto de Au-198 soluble en agua como radiotrazador industrial. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Diseño de un laboratorio modelo para manteni-

4.6 TESIS DESARROLLADAS EN EL IAN

La caracterización del IAN como un instituto científico y tecnológico, le ha permitido tener como una de sus funciones, la de capacitar y promover al mismo tiempo investigaciones en todos los campos, en donde es posible hacer uso de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear y de las energías no convencionales, y las tesis de grado desarrolladas en la entidad, así como aquellas en donde profesionales del IAN actuaron como asesores, son una buena muestra de ello. A continuación se hace una relación de los títulos y de las universidades comprometidas:

- Captador de datos meteorológicos basado en microprocesador. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

miento electrónico de los equipos, en cuatro hospitales de Bogotá. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- Simulación del proceso continuo para la obtención de ácido fosfórico a partir de roca fosfórica. Universidad de América.
- Curva de equilibrio de P, V, U contra concentración de sulfatos. Universidad de América.
- Impacto sociológico de la tecnología nuclear en Colombia. Universidad Santo Tomás.
- Curva de estandarización para determinación de hormona tiroidea por radioinmunoanálisis. Universidad Nacional.
- Licencia de funcionamiento, registro sanitario y estudios de estabilidad de 7 radiofármacos usados para diagnóstico clínico Universidad Nacional.

5 LOGROS Y CAPACITACION

5.1 LOGROS

Dentro de los logros merece destacarse el aporte de los funcionarios del IAN al desarrollo científico y tecnológico de proyectos nacionales y regionales, en diferentes esferas de las ciencias nucleares, a través de actividades específicas y prácticas para la solución de problemas de gran interés social y económico.

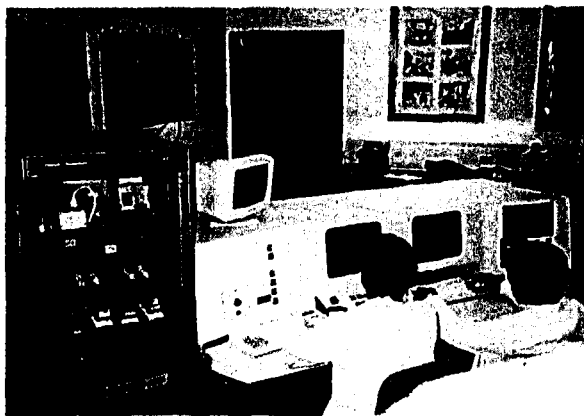
El desempeño a nivel de consultores, expertos, asesores, organizadores y realizadores de eventos científicos nacionales e internacionales, así como profesores invitados y contrapartes nacionales para convenios de investigación, son los hechos más relevantes de los recursos humanos del IAN, que se complementan con la capacitación individual o colectiva y la adquisición de una infraestructura adecuada, tanto en equipos como en facilidades que a continuación se relacionan:

FISICA Y TECNOLOGIA NUCLEAR

1. Instalación de un programa de computador para cálculo de reactores de investigación con miras a la conversión del núcleo del reactor IAN-R1.
2. Optimización de los parámetros físicos del acelerador ALI-200 del IAN y de los equipos de espectrometría alfa, beta, gamma y neutrónica, con lo cual se garantizan los resultados en los estudios de estructura del estado sólido y en aquellos que se lleven a cabo dentro del programa de conversión del núcleo del reactor.
3. Conclusión del proyecto "Electrónica Nuclear" COL 4/007 del OIEA, con los siguientes resultados:
 - Establecimiento de dos laboratorios piloto, adecuadamente equipados e instalados en el IAN, para investigación, desarrollo y mantenimiento de equipo nuclear.
 - Conformación, capacitación y consolidación de un equipo multidisciplinario de 10 funcionarios en instrumentación nuclear.
 - Elaboración y disponibilidad de un programa de

computador para la administración del mantenimiento preventivo de equipo nuclear, con la colaboración de 17 países y el OIEA.

- Disponibilidad de un plan de desarrollo multianual sobre electrónica que sirva como marco para proyectos nacionales o internacionales.
4. Entrega a 15 países de Latinoamérica de 18 equipos para seguridad nuclear, construidos y calibrados por personal del IAN, durante 1988 y 1989, con apoyo financiero del OIEA y como un aporte de Colombia al programa ARCAL "Ciencia y Tecnología Nuclear".
 5. Conclusión de la primera fase del proyecto regional "Instrumentación nuclear" del ARCAL(1985-1989) y el establecimiento de la segunda fase (1990-1993), con la participación de 15 países de la región. Para atender estos compromisos, se inició la construcción para albergar los laboratorios de electrónica.
 6. Culminación de las obras de adecuación de la planta de irradiación gamma dentro de un gran programa de asistencia técnica con el OIEA, que permitirá llevar la actividad de operación hasta 3.7×10^7 Becquerelios de Cobalto-60. El desarrollo y finalización de algunos estudios dosimétricos y de distribución de dosis para garantizar la calidad de las irradiaciones en la Facilidad Gamma.



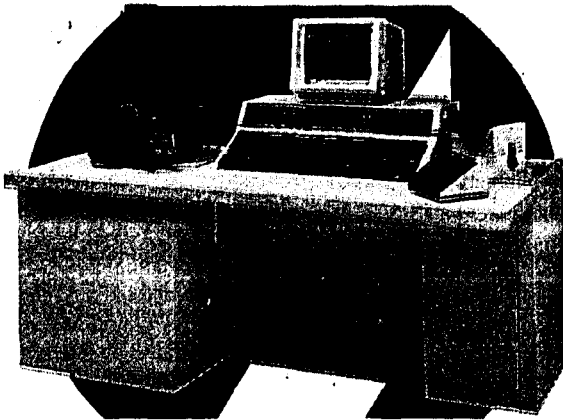
14-Nueva consola del reactor IAN-R1

7. Inicio de la modernización de la instrumentación de control y seguridad de operación del reactor IAN-R1, con la instalación de unidades que hacen

parte de un sistema basado en un microcomputador, que permite el control automático, y que incluye tanto los adelantos de la tecnología electrónica como las normas y requerimientos vigentes para el manejo sin riesgo de los reactores de investigación. Este proyecto está auspiciado técnica y económicamente por el OIEA y el gobierno de los Estados Unidos.

APLICACIONES EN INGENIERIA E INDUSTRIA.

1. Adquisición e instalación de un microscopio de barrido electrónico para análisis de muestras sólidas.
2. Aceptación por parte del comité mundial de Ensayos no Destructivos "END", para que Colombia sea miembro principal.
3. Consecución de un sistema de correo electrónico a través del proyecto regional de "END".
4. Diseño y dimensionamiento de una maqueta para una planta de beneficio de minerales uraníferos.
5. Preparación de los aspectos teóricos y prácticos de trabajos realizados en hidrología isotópica en Colombia durante los últimos 10 años.



15- Microscopio electrónico de barrido

QUIMICA Y RADIOFARMACIA.

1. Capacidad analítica lograda por recursos instrumentales y personal especializado que permite apoyar investigaciones médicas como son: análisis de Cinc y de Mercurio en cabello.

2. Análisis por activación neutrónica en programas de prospección de recursos minerales.
3. Aprobación de asistencia técnica para la automatización de análisis por activación y la utilización de radioisótopos en la industria.
4. Adecuación de un laboratorio para la producción de nucleo equipos para marcación con Tc-99m.
5. Obtención a nivel local de la mayoría de los constituyentes de los reactivos para radioinmunoanálisis de T3 y T4, que están siendo evaluados por otros países como Bolivia, Chile y Perú.
6. Inicio de estudios para la obtención de licencia de funcionamiento y producción de nucleo-equipos por parte del ministerio de salud pública.

APLICACIONES AGROPECUARIAS.

1. Inicio de un laboratorio de biotecnología para estudiar cultivos de tejidos de cereales, como el sorgo y el arroz.
2. Conclusión del proyecto "Inducción de mutaciones en arroz" que deja 145 mutantes para tolerancia a pivicularia ovizar, periodicidad hasta



16. Obtención de genotipos precoces de la variedad oryzica 1, mediante inducción de mutaciones con rayos gamma.

en 10 días y mejoramiento de calidad de grano, además de un mejor manejo de los fertilizantes por parte de los agricultores y la creación de un grupo interinstitucional para el mejoramiento de plantas, conformado por la Universidad Nacional, ICA, FENALCE, Universidad del Tolima y el IAN.

3. Aprobación de un proyecto de Asistencia Técnica para los estudios de relación suelo, agua, planta, que permitirá un manejo eficiente de aguas y nutrientes.

EN MATERIAS PRIMAS Y ENERGIAS NO CONVENCIONALES.

1. Elaboración de la carta radimétrica correspondiente a Putumayo, Nariño, Huila, Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Caldas, Risaralda y Quindío.
2. Instalación de una planta de desalinización, en el Cabo de la Vela utilizando energía solar y la transferencia de esa tecnología a la Universidad de la Guajira.
3. Diseño y construcción de un secador solar para tabaco, realizado conjuntamente con la Universidad Popular del Cesar.

RADIOFISICA SANITARIA.

1. Montaje de los programas para el cálculo de actividad en órganos del cuerpo humano para diferentes radioisótopos del yodo, cuando hay incorporación accidental por inhalación o ingestión.
2. Contribución al proyecto ARCAL I con 10 dosímetros clínicos, distribuidos a igual número de países de Latinoamérica.
3. Conclusión del proyecto: laboratorio de calibración dosimétrica secundaria COL 1/005 del OIEA, quedando en condiciones óptimas de operación para formar parte de la red latinoamericana de laboratorios en esta especialidad.
4. Montaje del archivo de secciones eficaces microscópicas para fotones de energía entre 1 Kev y 62 Mev.

SISTEMAS

La sistematización de la mayoría de las actividades del IAN y el equipamiento con microcomputadores, de un gran porcentaje de las dependencias de la institución.

INFORMACION NUCLEAR.

1. Establecimiento e inicio del Centro de Documentación e Información Nuclear, su aceptación por parte del OIEA y los estamentos nacionales, mejoramiento de la infraestructura en equipos y capacitación de personal.
2. Inicio de las construcciones requeridas, conforme a los estudios previstos en el plan de implementación, del Centro de Documentación e Información Nuclear (CDIN).

5.2 CAPACITACION

Importante para la Institución e igualmente para el país, ha sido el entrenamiento y desarrollo científico y tecnológico de sus funcionarios, que fue fructífero durante la vigencia que se analiza. La presente es una relación de algunas de esas capacitaciones especiales, recibidas por diferentes profesionales o técnicos, en el marco de proyectos que se llevan a cabo con diferentes organizaciones, especialmente con el OIEA, en los diversos campos de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear y de las energías no convencionales.

- Petrografía Sedimentaria, para optar al título de Master of Science por parte de uno de los profesionales del IAN, en la Universidad de Utah.
- Termohidráulica de reactores nucleares de investigación, estudio realizado por un investigador, durante un año en la Universidad Estatal de Ohio, USA.
- Utilización de radioisótopos en la industria, entrenamiento patrocinado por el OIEA y realizado durante 6 meses, por un profesional en Checoslovaquia.
- Curso Superior de Protección Radiológica, durante seis meses, en el CIEMAT, Madrid, España.
- Entrenamiento sobre los aspectos prácticos de las técnicas de soplado de vidrio, y fabricación de elementos de vidrio para uso científico, llevado a cabo por un técnico en la Argentina, durante seis meses.

- Producción y procesamiento de radionúcleos, realizado dentro del marco del programa ARCAL con patrocinio del OIEA, en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, de México.

- Posgrado en técnicas con trazadores en aguas subterráneas, en la Universidad de Tecnología, Graz, Hungría y en el Instituto de Hidrología, Munich, Alemania.

Igualmente importante para el país ha sido la participación internacional de funcionarios del IAN, en cursos cortos, talleres, seminarios, visitas científicas y otras actividades, que generalmente hacen parte de los programas regulares de la institución, o de aquellos programas internacionales, que como el de ARCAL, son sustentados por el OIEA y apoyados económicamente por este organismo o por países donantes. Dentro de estas actividades se podrían mencionar las siguientes:

- Reunión para la programación de ARCAL V, Utilización de reactores de investigación, IPEN, Lima, abril 18-20, auspiciado y financiado por el IAN.

- Curso de entrenamiento "Utilización de pequeños computadores, en la operación de reactores de investigación" del 27 de noviembre al 8 de diciembre, patrocinado por el OIEA en el ININ, México.

- Simposio internacional sobre seguridad de reactores de investigación, operaciones y modificaciones, Chalk River, Ontario, Canadá, patrocinado por el OIEA y la firma AECL (Atomic Energy of Canada Limited)

- Visita Científica al Reactor Nuclear de Investigación, Rhode Island, octubre 30 a noviembre 3, patrocinada por la Comisión de Energía Atómica de Rhode Island, en Estados Unidos y el OIEA.

- Reunión dentro del proyecto con el OIEA, Col.4/009, Actualización de la instrumentación del reactor IAN-R1, 18-21 diciembre, San Diego, auspiciado por General Atomics, USA.

- Curso sobre usos de la radiación para reducir las

pérdidas poscosecha, Rehovot, Israel, del 28 de febrero al 11 de marzo, con el patrocinio del Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiación de Alimentos (GCIIA).

- Curso internacional de entrenamiento avanzado en Electrónica Nuclear, efectuado en Argonne National Laboratory, enero 9 a marzo 31, Argonne, Illinois, USA.

- Curso sobre operación y control de calidad, para equipos de radioterapia, febrero 6-13, realizado en el Instituto Nacional de Cancerología, Bogotá.

- Curso regional sobre aspectos avanzados de espectroscopía nuclear, julio 5-23, realizado en la Comisión Nacional de Energía Atómica, Asunción, Paraguay y patrocinado por el OIEA.

- Curso sobre instalación, puesta en marcha y operación de un microscopio electrónico de barrido marca Cambridge Instruments. Agosto 5-15 patrocinado y auspiciado por el IAN.

- Coloquio nacional sobre usos y aplicaciones de los aceleradores de baja energía, agosto 14-17, realizado en el IAN.

- Visita científica a la Academia de Ciencias de Hungría y a los laboratorios del Organismo en Seibersdorf, Austria. Septiembre 18 a octubre 18, con patrocinio del OIEA.

- Reunión en Rio de Janeiro, dentro del marco del programa ARCAL I, para discutir aspectos relacionados con dosimetría clínica e intercomparación de patrones secundarios.

- Taller sobre mejoramiento de arroz y otros cereales mediante la inducción de mutaciones, noviembre 20-24 auspiciado por el OIEA y realizado en Valdivia, Chile.

- Curso regional sobre el uso de técnicas isotópicas en fertilidad de suelos, mayo 8-26, realizado en Santiago de Chile, con el patrocinio del OIEA.

- Técnicas de cultivos "in vitro", para funcionarios de la facultad de Biología, de la Universidad Nacional, ARCAL VII, San José de Costa Rica.

- Utilización de mutantes en cruzamientos varietales, para una profesional de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional, en Costa Rica.
- VI Encuentro Nacional de Informática Universitaria, julio 12-26 realizado en Cali, con el auspicio de la Universidad Javeriana.
- II Curso Internacional sobre teledetección aplicada a estudios de neotectónica, del 16 de octubre al 24 de noviembre, realizado en Bogotá, con el auspicio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- XVI Congreso Colombiano de Ingeniería Química, Agosto 16-19 Cali.
- Curso internacional sobre Análisis por Activación Neutrónica en minerales, agosto 1-31, realizado en Santiago de Chile.
- Curso internacional sobre producción y procesamiento de radioisótopos, julio 3-21, realizado en el ININ, México.
- XII Conferencia Mundial de Ensayos No Destructivos, Taller Internacional sobre END y entrenamiento en técnicas avanzadas de END, eventos realizados en Holanda, Alemania e Italia, abril 23 mayo 27, dentro del marco del Proyecto Regional de Ensayos No Destructivos para América Latina.
- IX Reunión de coordinadores nacionales del proyecto END, noviembre 20-24, efectuada en Guatemala.
- Curso sobre termografía, agosto 7-11, en Uruguay, para un especialista de la Universidad de Antioquia.
- Curso ET en materiales ferromagnéticos, agosto 21-25, en Chile para un funcionario de Ecopetrol.
- Curso de emisión acústica, junio 19-30, para un profesional de la UPTC, en la Argentina.
- Radiografía en tiempo real, agosto 21 a septiembre 1, para un especialista de la Universidad de Antioquia, realizado en Brasil.
- Monitoreo por vibración, agosto 28 a septiembre 8, para un funcionario de Ecopetrol en México.
- ET en mantenimiento de aeroplanos, septiembre 25 a octubre 6 en Uruguay, para un funcionario de Avianca.
- NDT en control de calidad, octubre 2-13, para un profesional de Instituto Colombiano del Petróleo. Brasil, ICP
- Curso Internacional de Hidrología isotópica para un profesional del área de hidrología, marzo 13 a junio 16, Viena, Austria, con el auspicio del OIEA.
- Curso de posgrado en técnica de trazadores en aguas subterráneas, agosto 21 a septiembre 30 Universidad Tecnológica de Gras, Austria y entrenamiento práctico, durante 40 días en Munich, con el patrocinio del OIEA para un profesional del instituto.
- Taller Regional sobre Control de Calidad Externo en RIA, efectuado en San Lorenzo, Asunción, Paraguay, como parte del programa ARCAL VIII.
- Curso Regional de capacitación sobre producción y control de radiofármacos, efectuado con el patrocinio del OIEA, en la Comisión Chilena de Energía Nuclear, en Santiago de Chile.
- Actualización en Cromatografía Líquida, IAN.
- Curso regional de capacitación sobre producción y empleo regional de reactivos a granel para radioinmunoanálisis de hormonas tiroideas, Sao Paulo, llevado a cabo con el patrocinio del OIEA y el Instituto de Pesquisas Energéticas y Nucleares de Brasil.
- Tercer curso para bibliotecólogos, Guatemala.
- Corrosión, septiembre 11-21 organizado por el Centro Internacional de Física CIF y llevado a cabo en las instalaciones del IAN Bogotá.
- Radiación atmosférica y física de las nubes, noviembre 27 a diciembre 15, Trieste Italia con el patrocinio del CIF.

- XVI reunión consultiva de oficiales de enlace con el INIS, 16 a 19 de mayo en la sede del OIEA en Viena con la participación del oficial de enlace por Colombia.
- Seminario de capacitación para principiantes en análisis de material para las entradas de datos al sistema internacional de información nuclear, INIS, 9-13 octubre, Viena, Austria.

Se realizó un audiovisual que sintetiza las actividades del IAN y otro sobre el Centro de Documentación e Información Nuclear.

Como divulgación general y dentro de las actividades de conmemoración del TRIGESIMO ANIVERSARIO, se hizo un amplio uso de los medios de comunicación, especialmente de los periódicos capitalinos para realizar las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear.

5.3 PUBLICACIONES

En el campo de las publicaciones, la labor desarrolladas por el IAN fue intensa durante el año de 1989, lapso en el cual con motivo del trigésimo aniversario de creación de la entidad, se publicaron: textos, revistas, afiches, artículos de prensa y audiovisuales, entre ellos:

IAN 30 AÑOS: CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL PROGRESO. En el cual se hace una revisión histórica del IAN, sus logros y desarrollo a lo largo de los 30 años de existencia y dedicación a la aplicación de la ciencia y tecnología nucleares con fines pacíficos.

NUCLEONICA BASICA. En una segunda edición, se muestran los fundamentos básicos de la ciencia nuclear, producto de la actividad del Dr. Manuel Guzmán, científico de la Institución ya retirado. Dirigido a médicos, ingenieros y técnicos que hacen uso de las radiaciones y de los isótopos radiactivos en su trabajo rutinario o de investigación.

MANEJO MEDICO DEL PACIENTE SOBREEX- PUESTO A LAS RADIACIONES IONIZANTES. Traducción de un documento técnico del OIEA, de gran utilidad para los médicos no especialistas en el ramo.

- **REVISTA NUCLEARES.** Volumen 3 Números 5 y 6, correspondiente a 1988, que incluye los principales trabajos de investigación desarrollados en la institución.

También se publicaron folletos informativos de las áreas que componen el IAN, folletos ilustrativos, periódicos internos del instituto e Informe de labores correspondiente al año de 1988.

ANEXOS

ANEXO 1

ASISTENCIA TECNICA

El IAN como generador de ciencia y tecnología involucra en su programa científico-tecnológico la asistencia técnica internacional de manera biunívoca. Producto de esta correlación es la existencia de un núcleo científico en el IAN con capacidad de proponer, asimilar y transferir los nuevos desarrollos tecnológicos y avances científicos en el campo nuclear a la comunidad nacional. De esta manera la asistencia técnica internacional es un mecanismo de óptimos resultados en la solución específica de nuestros problemas. La siguiente tabla muestra la injerencia de la asistencia técnica internacional en el programa de la institución.

PROGRAMA ORDINARIO DE ASISTENCIA TECNICA

(Organismo Internacional de Energía Atómica, OIEA)

PROYECTO

- COL/1/005 Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica
- COL/1/006 Análisis por Activación Neutrónica
- COL/2/009 Laboratorio de Fluorescencia de Rayos X
- COL/2/010 Producción de Radiofármacos y Control de Calidad
- COL/2/011 Espectrometría de Emisión
- COL/4/006 Conversión del Reactor de Investigación IAN-R1
- COL/4/007 Instrumentación Nuclear
- COL/4/008 Mejoramiento de la Instrumentación del Reactor de Investigación IAN-R1
- COL/5/008 Mejoramiento de Cereales por Mutaciones

- COL/5/010 Estudios de Suelos con Técnicas Nucleares
- COL/5/012 Técnicas de RIA en Reproducción Animal
- COL/6/004 Programa Nacional de Capacitación en RIA
- COL/8/011 Establecimiento de una Facilidad Gamma
- COL/8/012 Estudios de Sedimentología con la Ayuda de Isótopos
- COL/8/014 Coeficientes de Dispersión en el Río Magdalena
- COL/8/015 Evaluación del Acuífero de San Andrés
- COL/9/002 Protección Radiológica
- COL/9/003 Monitoreo para Radioprotección en el Reactor IAN-R1

Estos proyectos más cuatro becas para especialización de funcionarios totalizan una asistencia técnica por un valor de: US\$536.121,22

CONTRATOS DE INVESTIGACION IAN-OIEA

El OIEA ha patrocinado contratos de investigación a especialistas colombianos en campos bien específicos. Dentro de estos se indican los que finalizaron o iniciaron su desarrollo en 1989:

- Cálculo neutrónico del núcleo del reactor IAN-R1 modificado.
- Aplicaciones de técnicas geoquímicas e isotópicas en exploración geotérmica.
- Uso de isótopos en la evaluación de recursos hídricos.
- Planeamiento del mantenimiento de instrumentación nuclear.

- Mejoramiento de arroz por inducción de mutaciones 4727/RB
 - Mutaciones inducidas en sorgo 4671/R1/RB
 - Mantenimiento preventivo y control de calidad de equipos utilizados en medicina nuclear 5927/RB y 4729/RB
 - Factibilidad técnica y económica para la irradiación de frutas de exportación 4457/R2/RB
 - Influencia del establecimiento de un esquema de control de calidad externo en RIA
- Estos contratos de investigación suman un valor de US \$ 30.000.00
- El total de la Asistencia Técnica con el OIEA es de US \$ 593.121,22

PROGRAMA ARCAL 1989

Durante 1989 el programa ARCAL ejecutó los siguientes proyectos:

Protección Radioiológica	ARCAL I	RLA/9/009
Instrumentación Nuclear	ARCAL II	RLA/4/006
Radioinmunoanálisis en Reproducción Animal	ARCAL III	RLA/5/019
Técnicas Analíticas Nucleares	ARCAL IV	RLA/2/003
Utilización de Reactores de Investigación	ARCAL V	RLA/4/007
Irradiación de Alimentos	ARCAL VI	RLA/5/020
Mejoramiento de los Cereales mediante Fitotecnia por Mutaciones	ARCAL VII	RLA/5/021
Radioinmunoanálisis de Hormonas Tiroideas	ARCAL VIII	RLA/6/011
Información Nuclear	ARCAL X	RLA/0/009
Utilización de Isótopos en la Exploración de Recursos Geotérmicos	ARCAL XII	
Aplicaciones de Técnicas Isotópicas en Hidrología	ARCAL XIII	RLA/8/014
Aplicación de Técnicas del Insecto Estéril para Control de Moscas de las Frutas	ARCAL XIV	RLA/5/025

Países participantes en ARCAL: Argentina, Brasil, Bolivia, Colombia, Chile, Cuba, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Perú, Panamá, Uruguay, Venezuela.

Las actividades orientadas principalmente a capacitación durante la vigencia que se analiza son:

- 35 cursos nacionales,
- 11 cursos regionales,
- 5 talleres,
- 6 reuniones de coordinación,
- 2 seminarios.

Se beneficiaron de ellas 928 científicos y técnicos de la región.

Conferencistas regionales: 201

Programas coordinados de investigación: siete 64 contratos de investigación que involucran a 320 científicos de América Latina y 5 de fuera de la región.

Misiones de expertos para 9 países: 32.

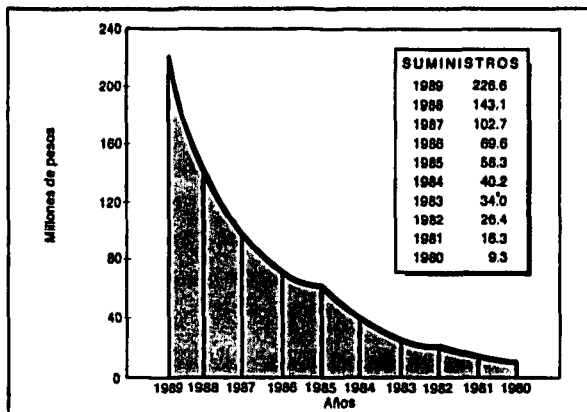
230 Ordenes de compra de equipo para atender necesidades de los países miembros o para cursos y talleres realizados durante 1989.

Estos proyectos contaron con un presupuesto de US \$ 3.163.399.00, provenientes especialmente del presupuesto ordinario del OIEA y de varios países donantes.

FONDO ESPECIAL DE RADIOISOTOPOS (FER)

Tiene como funciones el manejo de la importación de radioelementos, radiofármacos y juegos de reactivos, y la distribución a nivel nacional de éstos y de aquellos de producción local.

A los usuarios del FER en todo el país, que son especialmente los centros de medicina nuclear y los hospitales universitarios y privados, se les suministró durante 1989, radioisótopos por un valor cercano a \$ 226.6 millones. La evolución de estos suministros durante la década, se muestra en la figura 17.

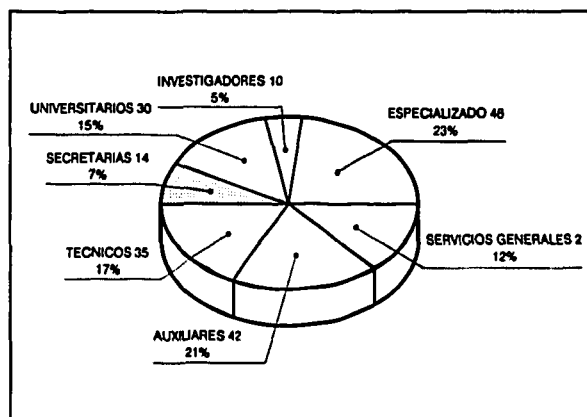


17. Evolución de los Radioisótopos suministrados por el Fondo Especial de Radioisótopos a los usuarios nacionales

ANEXO 2

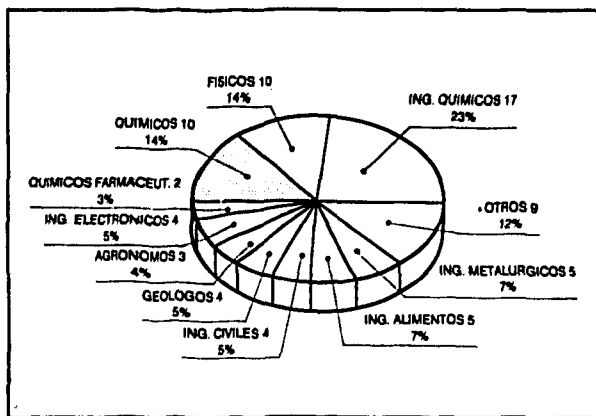
PERSONAL

Las actividades de la institución en sus dependencias administrativas y técnicas, fueron atendidas por 203 funcionarios entre profesionales, técnicos, secretarías y auxiliares, y su distribución por cargos se muestra en la figura 18



18. Personal IAN

En el personal profesional comprendido en las clasificaciones: investigadores científicos, profesionales especializados y profesionales universitarios, totaliza 73 funcionarios y su distribución por profesiones aparece en la figura 19.



19. Personal Profesional IAN

ANEXO 3

PRESUPUESTO 1989

El presupuesto inicial para 1989, según ley 57/88 fue de \$ 612.001.000.00 con recursos del presupuesto de la nación y \$231.600.000.00 con recursos propios, adicionalmente se recibieron del Gobierno Nacional \$187.438.000.00; 60% con destino a funcionamiento y 40% para inversión.

La cuota conpes aprobada para este Instituto en inversión, para la vigencia de 1989 fue de \$ 3.413.600.000.00, distribuidos así:

Inversión	\$ 225.100.000.00
Adquisición nuevo reactor de investigación y planta de producción de radioisótopos	\$ 3.188.500.000.00

La aprobación total solo fue del 69%, de lo asignado a los proyectos de inversión quedando también pendiente \$ 3.188.500.000.00, para el nuevo reactor, debido a que la negociación para la adquisición de este no se realizó en la vigencia de 1989.

Se tramitaron traslados presupuestales con recursos propios por \$38.000.000.00, con el fin de atender compromisos por servicios de alimentación para el personal e importación de material radiactivo.

Los ingresos por recursos propios representan el 22% del total del presupuesto de la entidad así:

TOTAL	\$	227.998.431
Radioisótopos		185.811.617

SERVICIOS TECNICOS

Protección de la población contra radiaciones	\$	14.125.343
Análisis de materiales con técnicas nucleares		504.930
Aplicación nuclear a la hidrología e industria		1.106.296
Medicina y biología nuclear		981.500
Investigación y desarrollo en tecnología nuclear		226.920
Aplicación de técnicas isotópicas en hidrología		4.547.780
Reactor nuclear		3.143.900
Electrónica		144.500
Prospección y exploración de minerales radiactivos		4.311.640
Aprovechamientos		2.707.509
Fuente de irradiación gamma		386.495

La ejecución presupuestal fue:

			%
A	Ingresos	\$ 1.026.498.091	99,5
	Egresos	1.010.676.426	98,0
<hr/>			
B	Presup. Nal.	783.254.444	77,0
	Recursos propios	227.421.982	23,0
<hr/>			
C	Funcionamiento	808.156.782	80,0
	Inversión	202.519.644	20,0
<hr/>			

Se iniciaron las construcciones de los laboratorios de química, energía solar, electrónica, medicina y biología y el centro de documentación, por un valor aproximado de \$ 102 millones y se cancelaron contrapartidas de asistencia técnica internacional.

En el cuadro comparativo del presupuesto del IAN a partir de 1980 vemos un incremento aproximado del 27% año por año.

El incremento que se refleja en el presupuesto de funcionamiento y la disminución en los últimos

años, se presenta porque la ejecución de inversión incluía los servicios personales y las transferencias del personal que labora en los diferentes proyectos de investigación, lo mismo que algunos gastos generales.

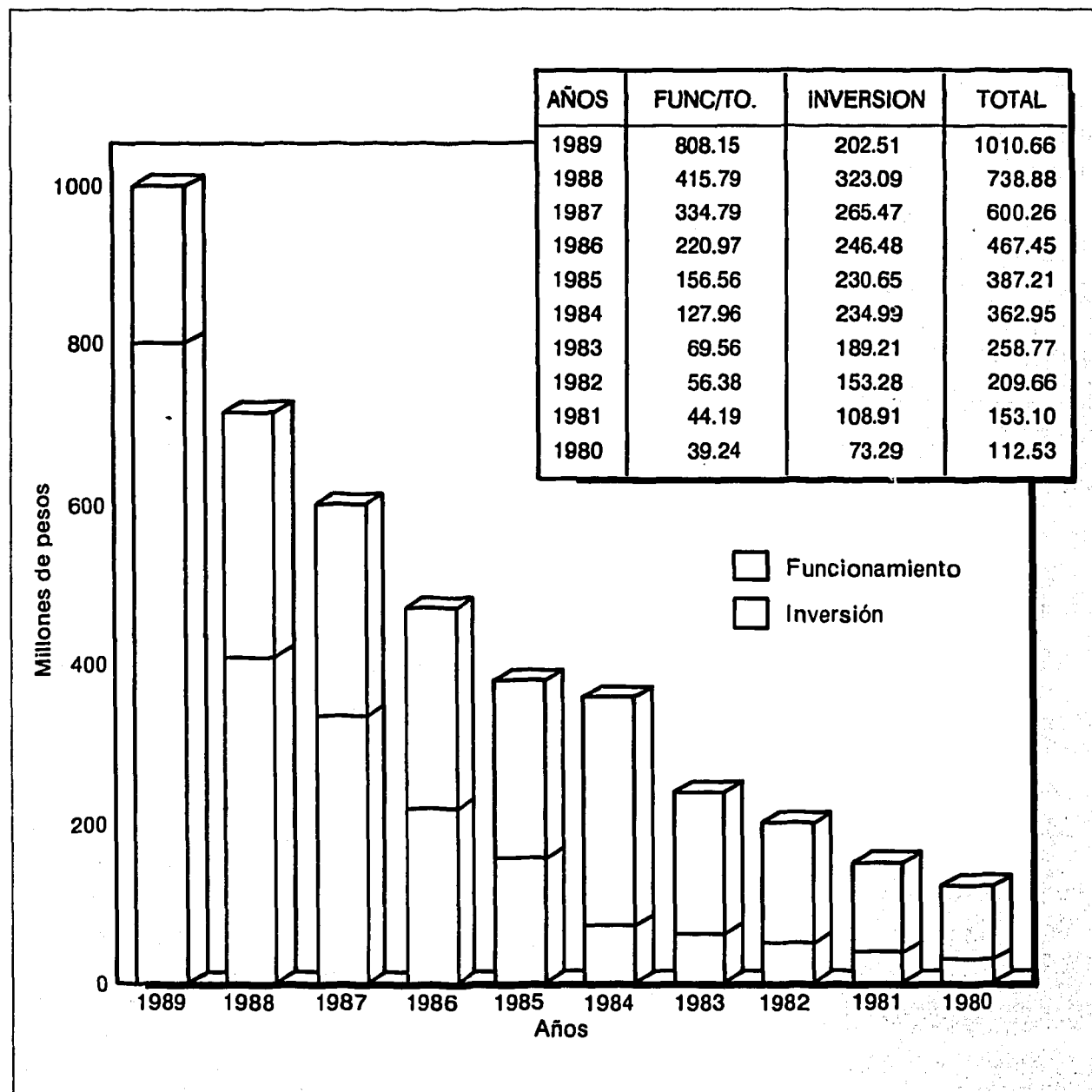


FIG. 20. Cuadro comparativo de ejecución presupuestal 1989-1980 (Millones de pesos)

FINANCIACION DEL PRESUPUESTO 1989

	EJECUCION	APORTES GO- BIERNO NAL.	RECURSOS PROPIOS
F U N C I O N A M I E N T O	808.156.782	632.413.497	175.743.285
Servicios personales	334.439.598	334.439.598	-0-
Gastos generales	166.587.439	163.626.199	2.961.240
Transferencias	307.129.745	134.347.700	172.782.045
 I N V E S T I G A C I O N Y EXPERIMENTACION NUCLEAR	 202.519.644	 150.840.947	 51.678.697
Protección de la población contra radiaciones	20.816.763	8.979.480	11.837.283
Análisis de materiales con técnicas nucleares	50.047.614	47.047.639	2.999.975
Aplicación nuclear a la hidrología e industria	27.852.043	9.999.779	17.852.264
Aplicación de radioisótopos a la agricultura	1.937.681	1.937.681	-0-
Investigación y desarrollo en tecnología nuclear	1.621.783	- 0 -	1.621.783
Medicina y biología nucleares	11.961.523	7.000.000	4.961.523
Reactor nuclear	8.337.420	6.351.926	1.985.494
Energía solar	16.833.203	16.294.233	538.970
Electrónica	20.207.366	19.000.000	1.207.366
Planificación nucleoelectrónica	618.655	618.655	- 0 -
Centro de documentación e información nuclear	25.211.030	25.211.030	- 0 -
Prospección y exploración de minerales radioactivos	7.290.246	2.400.524	4.889.722
Aplicación de técnicas isotópicas en hidrología	1.292.725	- 0 -	1.292.725
Fuente de irradiación gamma	8.491.592	6.000.000	2.491.592
 T O T A L E S \$	 1.010.676.426	 783.254.444	 227.421.982

BALANCE GENERAL A 31 DE DICIEMBRE DE 1989

<u>A C T I V O</u>			<u>P A S I V O</u>	
Corriente		\$ 372.383.893	Corriente	\$ 251.516.454
Caja	15.986.463			
Bancos	49.356.386			
Aportes por cobrar	103.098.660			
Cuentas por cobrar	104.021.081		Cuentas por pagar	240.806.600
Documentos por cobrar	384.121			
Deudores varios	23.980.729		Acreedores varios	7.905.842
Estimación deudas				
Dudosa recup.	(57.142.340)	71.223.591	Depósitos especiales	<u>2.804.012</u>
Avances		15.027.452		
Depósitos entregados		692.141		
Invers. temporales		<u>116.999.000</u>		
A largo plazo		70.983.016		
Inversiones permanentes		92.807.000		
Estimación para protección de inversiones permanentes		<u>(21.843.984)</u>		
Propiedades Planta y Equipo		573.536.057	Patrimonio no aplicable	846.092.948
Terrenos	13.116.517			
Construcciones e instalaciones en curso	87.792.107		Capital	627.953.003
Edificios	55.225.689			
Maquinaria y equipo técnico	540.372.912		Superavit o déficit	138.450.588
Equipo de Tpte.	27.717.472			
Muebles y equipo de oficina	44.869.628		Resultado del ejercicio	<u>79.689.357</u>
Equipos nucleares	2.269.270			
Deprec. Acumulada de propiedad planta y equipo		<u>(197.828.538)</u>		
Otros Activos		80.727.636		
Almacenes	32.347.091			
Pedidos en tránsito	48.380.545			
Responsabilidades	882.968			
Provisión para responsabilidades		<u>(682.968)</u>		
Total Activo		\$ 1.097.609.402	Total pasivo y patrimonio	\$ 1.097.609.402