

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1980

00.80.13
(06.80.00)
(03.80.00)

CNEA NT - 11/80

Biomatemática
Moléculas marcadas
Radioquímica

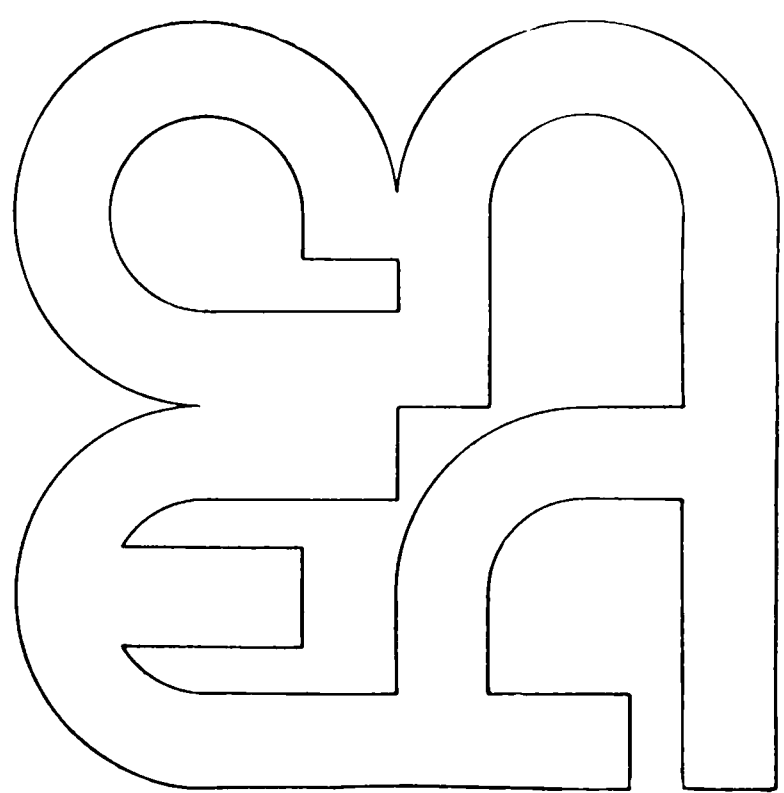
Informe de Actividades
1976 - 1977 - 1978

Comisión Nacional
de Energía Atómica

Dirección de
Investigación y Desarrollo

Gerencia de
Investigaciones

Buenos Aires - Argentina
1980



Biomatemática
Moléculas marcadas
Radioquímica

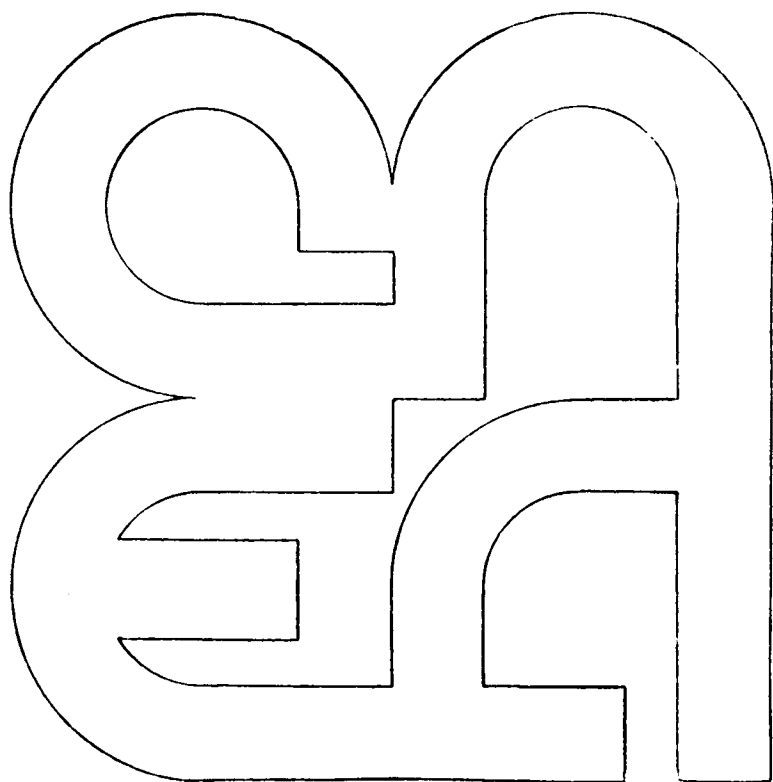
Informe de Actividades
1976 - 1977 - 1978

Comisión Nacional
de Energía Atómica

Dirección de
Investigación y Desarrollo

Gerencia de
Investigaciones

Buenos Aires - Argentina
1980



INTRODUCCION

En este informe de actividades de los grupos de Biomatemática, Moléculas Marcadas y Radioquímica se han volcado las tareas de investigación, desarrollo y algunos servicios de estos laboratorios que dependen directamente de la Gerencia.

Aunque nuestra Gerencia de Investigaciones tiene una estructura de tipo Departamental, estos grupos de trabajo pertenecen a disciplinas que no encuadran en los Departamentos que actualmente están en operación.

En la preparación de este informe se han tomado las mismas directivas utilizadas en la confección del mismo tipo de informe de los Departamentos con la única diferencia que en este caso se ha establecido un período de tres años para su preparación y no de dos como ha sido habitual en las publicaciones a nivel departamental.

Creemos firmemente que este tipo de informes son necesarios para ponderar el desarrollo y perfeccionamiento de los grupos de investigación. Su valor esencial es mantener una continuidad y reflejar en ellos los datos concretos que permitan una evaluación longitudinal de los laboratorios e investigadores. También este tipo de material puede y debe ser utilizado como medio de información dentro de la CNEA en donde es absolutamente necesario mejorar la interrelación entre sus grupos de trabajo.

Por último deseamos agradecer la preocupación y cuidado en la confección del material necesario para la preparación

de este informe, que ha sido llevado a cabo por los mismos investigadores al margen de sus tareas creativas; y también solicitar a todos los lectores, los comentarios y críticas que nos permitan mejorar este tipo de información en el futuro.

Dr. Rómulo Cabrini
Gerente de Investigaciones

AGRADECIMIENTOS DEL EDITOR

Son dirigidos a los Dres. S.Nassiff y A.Mitta por el apoyo brindado para la confección del presente informe; y a la Lic. A.N.Zaretsky por su valioso trabajo editorial.

Ing.Carlos A.Leguizamón

INDICE

D. BIOMATEMATICA	página
Introducción	1
A.1. Transferencia de cero materia-cero energía entre sistemas biológicos y ambientales.....	3
A.2. Concepto de energía en los sistemas biológicos y los efectos de irradia- ciones de bajas energías sobre los sistemas enzima-sustrato.....	5
A.3. Estabilidad ambiental.....	8
A.4. Movimientos de sistemas biológicos en en diferentes ambientes.....	11
A.5. Caudal coronario. Método del bolo de retorno coronario.....	17
A.6. Estudios por simulación analógica elec- trónica de la población de una especie ictícola en un lago.....	20
A.7. Estudios de la variación del número de peces en un lago por computación digi- tal.....	26
A.8. Calificación de un grupo de investiga- ción por medio de la teoría de conjun- tos difusos (fuzzy sets).....	29
Personal de Biomatemática.....	33
Publicaciones.....	34
E. MOLECULAS MARCADAS	
Introducción	35
E.1. Determinación de parahormona por radio- inmunoanálisis.....	36

B.2.	Evaluación de solventes marcados con ^{14}C para su utilización en la técnica de análisis por velocidad de evaporación en el caso del curado de poliésteres no saturados.....	38
B.3.	El $^{113\text{m}}\text{In}$. E.D.T.M.P. un nuevo radiofármaco para centellografía ósea.....	41
B.4.	Desarrollo e instalación en la CNEA de una celda de generadores $^{113}\text{Sn}/^{113\text{m}}\text{In}$	43
B.5.	Producción en la CNEA de juegos de reactivos para marcar $^{113\text{m}}\text{In}$ y $^{99\text{m}}\text{Tc}$.	45
B.6.	Producción de radionucleídos y radiofármacos en la CNEA de la República Argentina 1974/1976.....	48
	Personal de Moléculas Marcadas.....	54
	Publicaciones.....	56
	Trabajos presentados a congresos.....	56
	Tesis.....	58
	Patente.....	58
	Contratos.....	59
	Asesorías en radiofarmacia y radioinmunoanálisis (1977/1978).....	60
C. RADIOQUIMICA		
	Introducción	61
C.1.	<u>Funciones de excitación de producción de isómeros nucleares y relaciones isoméricas.</u>	

	página
C.1.1. Secciones eficaces y relaciones isoméricas para el par $^{106m}\text{Ag}/^{106g}\text{Ag}$ formado en la reacción nuclear $^{107}\text{Ag}(d,t)$	63
C.1.2. Secciones eficaces de producción y relaciones isoméricas para el par isomérico formado en la reacción $^{90}\text{Zr}(d,3n)^{89m/g}\text{Nb}$	70
C.1.3. Secciones eficaces de producción y relaciones isoméricas para el par $^{110m}\text{In}/^{110g}\text{In}$ formado en las reacciones $\text{Cd}(d,x_n)$	78
C.2. <u>Funciones de excitación de producción de radioisótopos</u>	
C.2.1. Funciones de excitación y rendimientos de blancos gruesos para reacciones inducidas por deuterones sobre zirconio	88
C.2.2. Secciones eficaces de producción de ^{109g}In , ^{111g}In , ^{113m}In y ^{115g}Cd , formados por reacciones inducidas con deuterones sobre cadmio.....	102
C.2.3. Sección eficaz de formación de ^{114m}In y ^{116m}In mediante bombardeo de cadmio con deuterones.....	115
C.3. <u>Instrumentación y desarrollo de técnicas</u>	
C.3.1. Contador automático para detectores por trazas de estado sólido.....	124

	página
C.3.2. Comportamiento de los policarbonatos como detectores por trazas de estado sólido.....	133
C.3.3. Producción de radioisótopos mediante aceleradores de partículas.....	144
C.4. <u>Computación</u>	
C.4.1. Programa LARA.....	152
C.4.2. Programa STOPY.....	153
C.4.3. Programa DICKE.....	153
C.4.4. Programa EFICA.....	154
C.4.5. Programa CROSSE.....	154
C.4.6. Programa HUNTERC.....	154
C.4.7. Programa CHELIN.....	155
C.4.8. Programa RADARC.....	155
Personal de radioquímica.....	157
Publicaciones.....	159

Biomatemática

Introducción

El Grupo de Biomatemática, el primero constituido en el país, inició sus actividades en setiembre de 1969 por Convenio celebrado entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. En breve tiempo, comenzó la consolidación del Grupo, tanto mediante el logro de conocimientos a través de investigaciones en áreas específicas o directamente relacionadas con la disciplina, como:

- Biología Relacional
- Teoría de Compartimientos
- Modelos estocásticos
- Bioestadística
- Simulación analógica

como también a través de investigaciones conjuntas con grupos de bio-medicina y de estudios ambientales de la Comisión Nacional de Energía Atómica, y de otros Organismos del país.

Los resultados más importantes de estas investigaciones se han manifestado en los siguientes temas:

- Energía intrínseca y extrínseca en los sistemas biológicos y ambientales.
- Teoría relacional de los sistemas ambientales.
- Teoría relacional de los sistemas bio-ambientales.
- Movimiento de sistemas biológicos en distintos ambientes.
- Un nuevo método de análisis radiocardiográfico (en colaboración con el Departamento de Fuentes Intensas,

CNEA, y con el Instituto de Neurocirugía Costa Buero, U.B.A.)

- Método para el caudal coronario (en colaboración con el Departamento de Medicina Nuclear, C.N.E.A)
- Análisis estadístico de enfermedades infecciosas (en colaboración con el Instituto Nacional de Microbiología Carlos Malbrán, UBA).
- Variación de la población de un pez en un lago a cuyas orillas se encuentra emplazada una Central Nuclear (en colaboración con la Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad).
- Efectos de la irradiación con bajas energías de sustratos de los sistemas enzima-sustrato (en colaboración con la Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad).

El Grupo de Biomatemática volvió a formar parte de la Gerencia de Investigaciones en junio de 1976, y desde esa fecha prosiguió con sus tareas de investigaciones y con la prestación de servicios.

Ing. Carlos A. Leguizamón
Responsable del Grupo de Bio-
matemática

A.1. TRANSFERENCIA DE CERO MATERIA-CERO ENERGIA ENTRE SISTEMAS BIOLOGICOS Y AMBIENTALES.

C.A.Leguizamón y C.C.Soteras^{*}

Es un trabajo en el cual se obtienen dos ejemplos que tienden a confirmar la validez de atípicas transferencias entre los sistemas biológico y ambiental sin que sea verificable la transferencia de materia y/o energía.

Estos desarrollos fueron derivados de aspectos teóricos del trabajo de Leguizamón(1), en el cual, para la materia X_i y para la energía extrínseca E_i^X , se definieron los conjuntos unitarios 1^{X_i} (cero-materia) y $1^{E_i^X}$ (cero energía extrínseca), respectivamente, los cuales dieron lugar a la transferencia de cero materia-cero energía ($T(0-0)$).

Uno de los ejemplos desarrollados es el siguiente. Un sistema biológico M se mueve libremente dentro de un recinto esférico, describiendo trayectorias al azar a una cierta velocidad. M acierta a pasar por un estrechamiento que conecta al recinto anterior con otro, también esférico de mucho menor dimensión. En éste, M sigue desplazándose a la velocidad acostumbrada, pero después de un breve lapso, reconoce su mayor confinamiento, y lo hace evidente con desplazamientos a velocidades mayores que las anteriores. De aquí se deduce que M cambia su estructura relacional debido al medio ambiente E, pero sin que éste le haya transferido materia o energía. Así se reconocen las $T(0-0)$, y como la

^{*} perteneció al Dto.de Matemática,Facultad de Cs.Exactas y Naturales UBA.

teoría de transferencia (1,2) requiere su completitud, se las incluye como una conjetura.

S.1. Las $T(0,0)$ se incluyen en la categoría T de transferencia entre los sistemas biológico y ambiental.

El tipo de desarrollo, por ejemplos, y lo novísimo del hallazgo, sólo hace admisible la afirmación desde el inicial nivel de conjetura.

Estos desarrollos fueron expuestos en Leguizamón et. al. (3).

xxxxxxxxxx

1. Leguizamón, C.A. "Bulletin of Mathematical Biology", 39: 397-406, 1977.
2. Leguizamón, C.A. "Bulletin of Mathematical Biology", 39: 407-413, 1977.
3. Leguizamón, C.A. y Soterías, C.C. IV Jornadas de Matemática Aplicada. Tandil, Buenos Aires, Noviembre 1977.

A.2. CONCEPTO DE ENERGIA EN LOS SISTEMAS BIOLOGICOS Y LOS EFECTOS DE IRRADIACIONES DE BAJAS ENERGIAS SOBRE LOS SISTEMAS ENZIMA-SUSTRATO.

C.A. Leguizamón, y J.C. Giménez *

Es un trabajo realizado en conjunto con la División de Medicina Radiosanitaria, de la Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad, CNEA.

Aplica los desarrollos de Leguizamón (1,2) sobre el concepto de energía en los sistemas biológicos, al análisis del denominado Efecto Comorosán (3).

Se denomina Efecto Comorosán a un conjunto de novísimos fenómenos que ocurren cuando un sustrato S se irradia por cortos y definidos tiempos, del orden de los segundos, con bajas energías (luz visible, U.V. y X blandos).

Mediante ésto, S pasa a S*, y S*, en presencia de la enzima Z específica, produce un incremento en la velocidad de reacción para 6 tiempos específicos t_k ($k=1,2,\dots,6$) de irradiaciones con un lapso τ entre ellos. Así t_1 y τ son reconocidos como dos nuevos parámetros-enzímicos.

Se ha comprobado también que:

- a) Un sustrato irradiado S_1^* transfiere su efecto a otro no irradiado S_2 .
- b) El efecto se pierde muy rápidamente por ultrasonido, o cuando

* División de Medicina Radiosanitaria, Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad, CNEA.

el sustrato se encuentra en disolución.

c) Existen tres reglas experimentalmente comprobadas.

C-1) Si t_x es cualquier tiempo de irradiación y $t_x < t_6$ y t_x es dado antes que t_k , entonces la velocidad de reacción es la standard ($v(s)$).

C-2) Si t_k es dado previo a cualquier t_x , entonces la velocidad de reacción es la no standard ($v(k)$) y mayor que $v(s)$.

C-3) Si $t_x > t_6$ y t_x es dado antes que t_k , entonces la velocidad de reacción es la standard.

d) No existen diferencias discernibles entre S y S* por análisis de espectroscopía infrarroja y resonancia magnética nuclear.

Bajo estas consideraciones, el trabajo establece que:

- 1) Por a), b) y d) el Efecto Comorosan es debido a energía extrínseca ligada al sustrato S; en el sentido definido en (1).
- 2) El hecho a), se expresa mediante el concepto de evolución energética (2).
- 3) Las tres reglas de c) confieren validez a la representación de los conceptos de energías intrínseca y extrínseca, a través del producto cartesiano ordenado (1,2).
- 4) Lo anterior hace que la cardinalidad del conjunto cuyos elementos son los factores que expresan la energía extrínseca, no sea equivalente con la cardinalidad de los números naturales, y eso implica que las secuencias de irradiación son efectivas para sólo una serie finita de irradiaciones. (Este hallazgo

mejora una propiedad desarrollada por Comorosan en relación a su efecto).

- 5) Se analiza la validez de la no conmutatividad y no-asociatividad del producto cartesiano ordenado, a través de la representación adoptada para el Efecto; obteniéndose desde allí mejoradas interpretaciones relacionales biológicas.

Este trabajo marca la importancia y validez de los desarrollos sobre los conceptos de energía. Ampliaciones de lo anterior, pueden leerse en Leguizamón et. al. (4).

xxxxxxxxxx

1. Leguizamón, C.A. Bulletin of Mathematical Biology, 37:565-572, 1975.
2. Leguizamón, C.A. Bulletin of Mathematical Biology, 38: 547-563, 1976.
3. Comorosan, S. Progress in Theoretical Biology, vol. 4 (ed. R.Rosen) New York: Academic Press.
4. Leguizamón, C.A. y Giménez, J.C. Bulletin of Mathematical Biology (en prensa).

A.3. ESTABILIDAD AMBIENTAL

C.A.Leguizamón.

Es un trabajo teórico que aporta un nuevo criterio para la estabilidad de los sistemas, para lo cual utiliza teoría de categorías.

La estabilidad es desarrollada para sistemas ambientales, relacionalmente representados por Leguizamón (1).

Los desarrollos son útiles en el contexto de los conceptos de energía desarrolladas por el autor (1,2,3), ya sean específicas del medio ambiente, o de los sistemas biológicos relacionados.

Por un postulado (1), la sucesión de sistemas biológicos se corresponde a una sucesión ambiental de sistemas E_i del tipo:

$$\dots E_{i-1} \rightarrow E_i \rightarrow E_{i+1} \dots$$

tal que cada sistema es representado por una categoría.

Un funtor isomórfico

$$F_{i,i+1} : E_i^d \rightarrow E_{i+1}^c$$

define las subcategorías E_i^d y E_{i+1}^c en cada categoría de la sucesión, tal que cada par de subcategorías reúne al máximo número de objetos comunes, incluso, prescindiendo de los morfismos.

Se define una subcategoría núcleo E_i^o de las subcategorías E_i^o y E_i^c de cada categoría E_i , de tal forma que el funtor isomórfico:

$$K_{i,i+j}^{(i)} : E_i^{\circ} \rightarrow E_{i+1}^{\circ}$$

define la subcategoría $E_{i+1}^{\circ(i)}$, tal que si es subcategoría de la subcategoría núcleo E_{i+1}° del sistema E_{i+j} , entonces la

estabilidad S_i del sistema E_i es $S_i = 1$. Si n composiciones del tipo

$$E_i^{\circ} \xrightarrow{K_{i,i+1}^{(i)}} E_{i+1}^{\circ(i)} \rightarrow \dots \xrightarrow{K_{i+n-1,i+n}^{(i)}} E_{i+n}^{\circ(i)}$$

son posibles, entonces la estabilidad del sistema E_i es $S_i = n$.

En una subcategoría E_i^i de E_i^d se define L_i cuando un funtor isomórfico

$$H_{i,i+1} : L_i \rightarrow L_{i+1}^{(i)}$$

puede ser definido, tal que $L_{i+1}^{(i)}$ es subcategoría plena de la subcategoría núcleo E_{i+1}° .

De esta forma, se define el segundo criterio de estabilidad como el aporte A_i del sistema ambiental E_i a la estabilidad de la cadena ambiental; siendo n , ($A_i = n$) cuando se puede tener la composición de n funtores isomórficos del tipo

$$L_i \xrightarrow{H_{i,i+1}^{(i)}} L_{i+1} \xrightarrow{H_{i+1,i+2}^{(i)}} \dots \xrightarrow{H_{i+n-1,i+n}^{(i)}} L_{i+n}^{(i)}$$

El tercer criterio, denominado grado de aporte, es el número de $L_i^{(\alpha)}$ subcategorías de la subcategoría núcleo E_i° .

El trabajo se completa con una serie de sencillos teoremas, por los cuales se reconoce la dinámica de los objetos que

aportan o no a la estabilidad en la cadena ambiental.

Aspectos más extensos de estos desarrollos , pueden leerse en Leguizamón (4).

xxxxxxxxxx

1. Leguizamón, C.A. Bulletin of Mathematical Biology, 37: 675-689, 1975.
2. Leguizamón, C.A. Bulletin of Mathematical Biology, 37: 565-572, 1975.
3. Leguizamón, C.A. Bulletin of Mathematical Biology, 38: 547-563, 1976.
4. Leguizamón, C.A. Revue de Bio-Mathématique, (presentado para publicación).

A.4. MOVIMIENTOS DE SISTEMAS BIOLÓGICOS EN DIFERENTES AMBIENTES

C.A. Leguizamón y S.M. Kfuri*

Es un trabajo de simulación mediante computadora digital. Tuvo su origen en los desarrollos inherentes a la teoría ambiental (1) y a estabilidad ambiental. (2)

Un sistema biológico M es definido por un triplete (A_a, A_d, d) , donde A_a es el área de alimentación, A_d es el área de desecho y d es la distancia entre los centros de sendas áreas.

El triplete es inscripto por un plotter, dentro de un área que simula al medio ambiente.

Las sucesivas posiciones tienen en cuenta el Principio del Diseño Adecuado (3) del cual se ha obtenido el siguiente criterio: "La inscripción de todo nuevo estado i de M (A_{a_i}, A_{d_i}, d_i) es aquél por el cual A_{a_i} no se superpone a otras áreas ya inscriptas $A_{a_{i-j}}$ y $A_{d_{i-j}}$ ($j = 1, 2, \dots, m$) ; tal que A_{a_i} es inscripta al lado de $A_{a_{i-1}}$, de forma tal que la distancia entre los centros de $A_{d_{i-1}}$ y A_{d_i} es mínima".

Las figuras 1 y 2 muestran el movimiento de dos sistemas biológicos distintos.

El trabajo ha permitido obtener:

* perteneció al Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, U.B.A.

Δ : ancho del recorrido con el sistema orientado.

α : ángulo de orientación final

S : secuencia de movimientos con el sistema orientado.

La figura 1 ha dado: $\Delta = 7,65$ cm; $\alpha = 58,50$ y $S = 3,5$; 7 y 12,5 mm. La figura 2 ha determinado: $\Delta: 13$ cm ; $\alpha=48,5^\circ$.

Desde el trabajo pudo obtenerse la estrategia de regeneración ambiental para obtener un sistema biológico ambientalmente estático (2), indefinidamente. Para ésto, el sistema M describe una nueva etapa temporal, borrando la etapa correspondiente a N etapas anteriores.

Las figuras 3,4,5, y 6 muestran el movimiento del sistema M ($R_a = 1$ cm, $R_d = 0,5$ cm, $d = 2$ cm) para un $R_E = 7,5$ cm; con un borrado para $N = 13$. En la figura 6, M ha llegado a la etapa 52, pudiendo seguir indefinidamente. La figura 7 ilustra sobre el mismo sistema M con un sistema ambiental N no teniendo un proceso de regeneración.

Este trabajo puede ser aplicado en distintas áreas de investigación aplicadas como ser: problemas de areografía, alimentación de ganado, regeneración de alimentos según el régimen de lluvias y nutrientes del suelo, evolución de plagas, destrucción de tejidos humanos, movimiento de sociedades, problemas de defensa, etc. para citar algunas. Debe observarse la multiplicidad de alternativas variando A_a , A_d , d , el límite ambiental, las reglas para el movimiento, más de un sistema M moviéndose con distribución inicial regular o no, alteración de las condiciones según el área ambiental de ocupación, por la adición de otros parámetros específicos, etc.

Aspectos más desarrollados sobre este trabajo, pueden ser leídos en (4).

xxxxxxxxxx

1. Leguizamón, C.A. Bulletin of Mathematical Biology, 37: 565-572, 1975.
2. Leguizamón, C.A. Revue de Bio-Mathématique (presentado para publicación).
3. Rashevsky, N. Foundations of Mathematical Biology, Vol.III (ed.R.Rosen). New York: Academic. Press, 1972.
4. Leguizamón, C.A. y Kfuri, S.M. Applied Mathematical Modelling 3: 125-129, 1979.

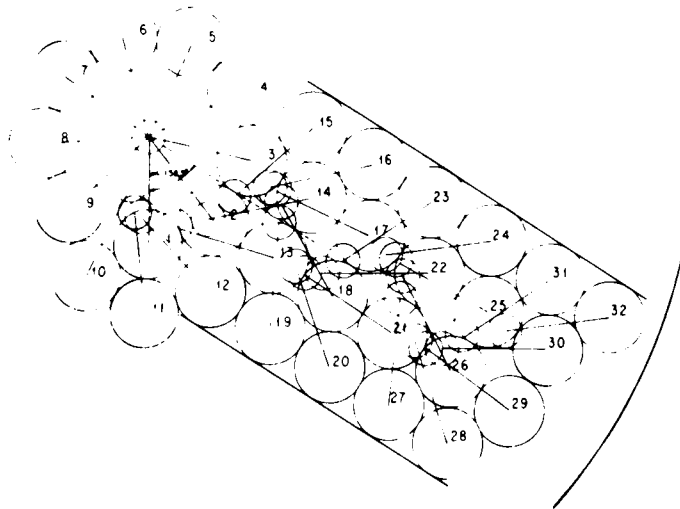


Figura 1

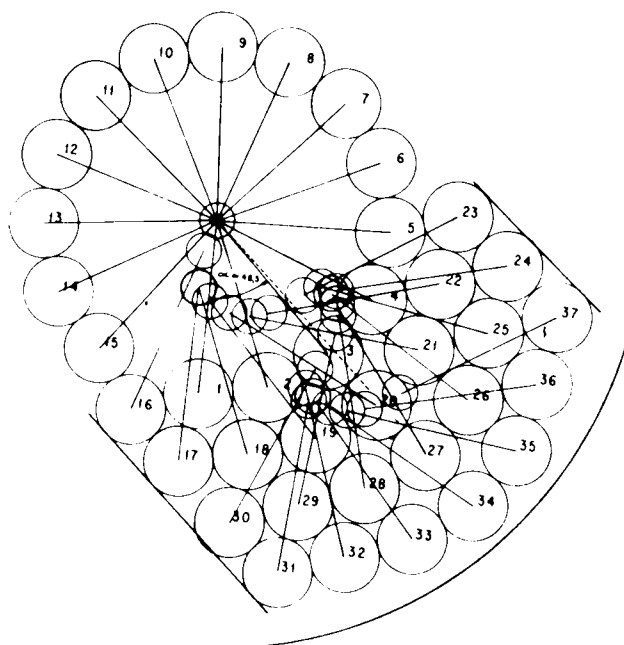


Figura 2

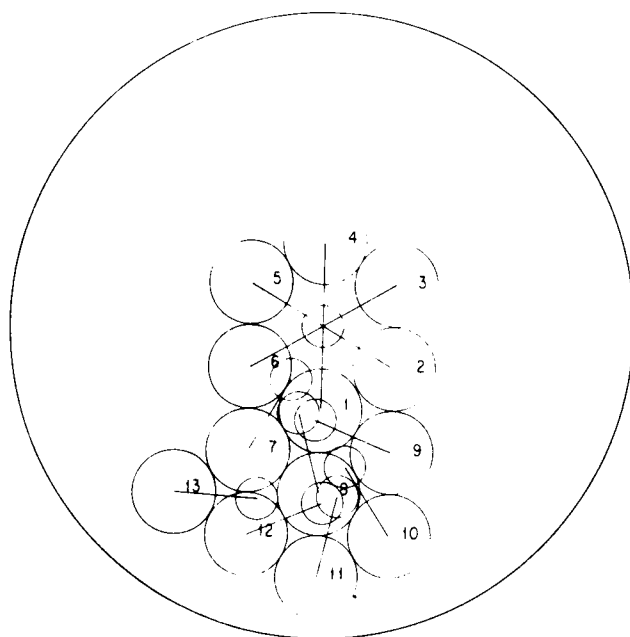


Figura 3

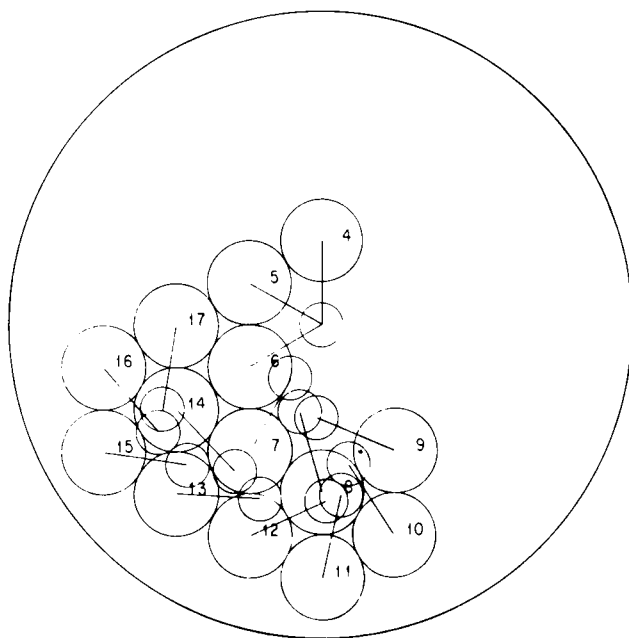


Figura 4

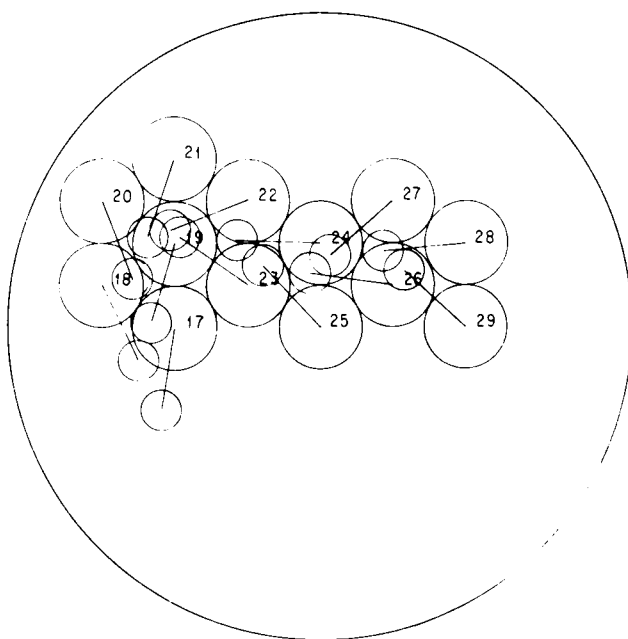


Figura 5

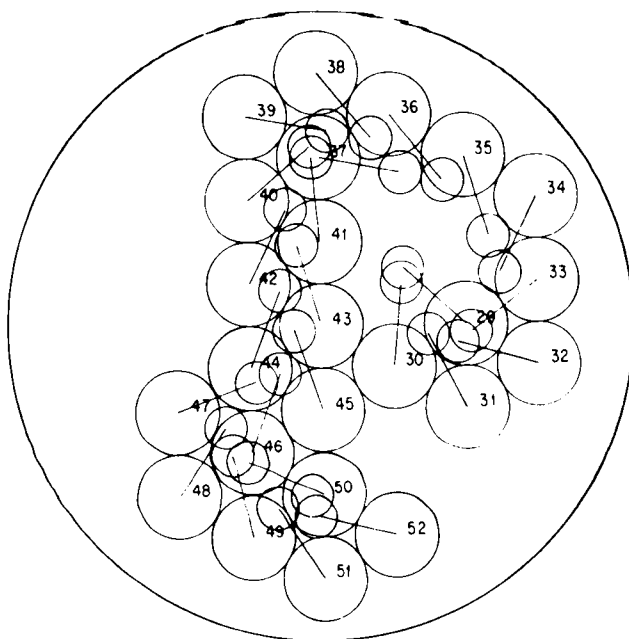


Figura 6

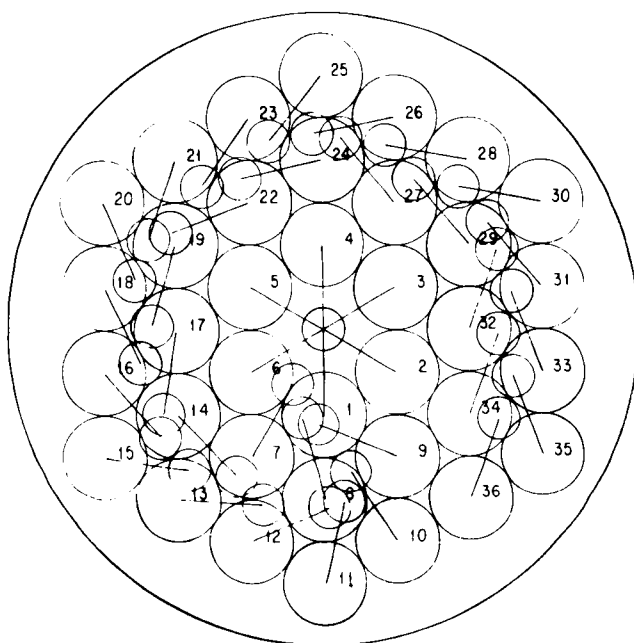


Figura 7

A.5. CAUDAL CORONARIO. METODO DEL BOLO DE RETORNO CORONARIO

C.A.Leguizamón, E.A.A.Tenreiro , y V.Pecorini *

Es un trabajo teórico realizado en conjunto con el Departamento de Biología Nuclear Aplicada, CNEA.

Las condiciones metodológicas desde las cuales surgen las ecuaciones que finalmente permiten obtener el caudal coronario, hacen particular referencia a la evolución de un bolo radiactivo, pero el método puede ser utilizado por otras técnicas experimentales acordes a la determinación de los parámetros de la hemodinamia cardíaca.

La figura 1 muestra el recorrido general de un bolo X_0 inyectado previo a la aurícula derecha R.A., aunque también puede inyectarse dentro del ventrículo derecho. En cualquiera de las dos circunstancias el bolo debe ser lo más impulsivo posible.

El bolo original, después de haber pasado por el ventrículo izquierdo L.V. se divide en el bolo de retorno coronario de dosis X_c y en el bolo de dosis $X_0 - X_c$ que se dirige al circuito de circulación sanguínea del resto del cuerpo RB.

Una muy pequeña fracción de X_c considerada despreciable retorna a las cámaras cardíacas por las venas de Thebesio, y su casi totalidad reingresa a la aurícula derecha, volviendo a seguir la circulación cardíaca principal.

* Departamento de Biología Nuclear Aplicada, Área de Radioisótopos y Radiaciones, CNEA.

La metodología exige que las detecciones de los pasajes sólo deben registrar el ventrículo derecho, o la fracción de éste libre de otras contribuciones provenientes de otras cámaras cardíacas u otras partes del cuerpo.

El pasaje de los tres bolos radiactivos por el ventrículo derecho permiten individualizar los ciclos cardíacos en los cuales estos bolos inician y finalizan sus entradas y salidas en este ventrículo. Así se tiene:

$i = 1$: Primer ciclo en el cual entra el bolo original X_o

$i = n_o$: Ultimo ciclo en el cual el bolo X_o entra al ventrículo derecho.

$i = n_r$: Primer ciclo en el cual entra el bolo de retorno coronario X_c .

$i = n_c$; Ultimo ciclo en el cual el bolo X_c entra al ventrículo derecho.

$i = n_d$: Primer ciclo en el cual entra el bolo $X_o - X_c$ que proviene del circuito de circulación sanguínea RB.

La metodología exige el cumplimiento de:

$$n_o + 1 < n_r \quad (1)$$

$$n_c + 1 < n_d \quad (2)$$

El primer desarrollo de las ecuaciones permitió obtener la expresión del caudal coronario ϕ_c en términos del caudal medio aórtico ϕ_T y de X_c y X_o .

El valor de ϕ_T puede ser obtenido por la técnica teórico-experimental descriptas en (1), conocida como técnica radiocardiográfica de la zona de Mezclado Total; o bien a través de los desarrollos (2).

El valor de X_c es obtenible de ecuaciones desarrolladas en el mismo trabajo, tal que

$$\frac{\sum_{i=n_r}^{n_c} \Delta H_{34_i}^r + H_3^r (n_c + 1)}{\sum_{i=1}^{n_o} \Delta H_{34_i} + H_3 (n_o + 1)}$$

donde:

H^r : velocidad de conteaje en el ventrículo derecho del retorno coronario.

H : velocidad de conteaje en el ventrículo derecho del pasaje del bolo radiactivo original X_o .

Aspectos completos de este trabajo pueden ser leídos (3).

xxxxxxxxxx

1. Leguizamón, C.A., Betti, O.E. y Tenreyro, E.A.A. Anales de la Soc. Científica Argentina, 195 (I-II): 3-24, 1973.
2. Tenreyro, E.A.A. Leguizamón, C.A. y Betti, O.E. Anales de la Soc. Científica Argentina, 198: (IV-VI): 51-61, 1974.
3. Leguizamón, C.A., Tenreyro, E.A.E. y Pecorini, V. Journal of Theoretical Biology 73: 563-574, 1978.

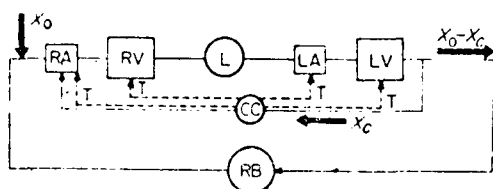


Figura 1

A.6. ESTUDIOS POR SIMULACION ANALOGICA ELECTRONICA DE LA POBLACION DE UNA ESPECIE ICTICOLA EN UN LAGO.

C.C.Soteras, C.A.Leguizamón, V.M. Bricejij^{*}, J.L. Churruarín^{*}, A.C. Repetto^{**} y S. Tokushiro^{**}.

Este trabajo fue originado por el emplazamiento de la Central Nuclear a orillas del Lago Embalse Río III°, siendo el resultado de un trabajo conjunto llevado a cabo con la División de Estudios Ambientales, Area de Protección y Seguridad, C.N.E.A.

Una Central Nuclear utiliza grandes caudales de agua para refrigeración, lo que puede producir efectos de disminución, en el números de peces (1), ya sea por destrucción mecánica por choque del pez contra los implementos mecánicos existentes en el recorrido del agua por la Central, como por la súbita elevación de la temperatura del agua al pasar por los intercambiadores de calor, lo que origina el efecto de "shock térmico" sobre el pez. (2,3,4 y 5).

En el caso del Lago Embalse Río III° , la población de peces más importante, por su calidad, es la conocida por el nombre vulgar "pejerrey".

El sistema ecológico formado por el medio ambiente natural, al que se le suma la acción propia del hombre, en general negativa, es extremadamente complejo. De hecho, no se puede tener

(*)pertenecieron a la División de Estudios Ambientales, Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad ,C.N.E.A.

(**)pertenecieron a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, U.B.A.

bajo control y a veces incluso registrar, cada variable cuya consecuencia final en su interacción en el sistema resulta en una dada variación del número de peces. Colateralmente, este tipo de análisis ocasiona elevados costos de investigación, si ésta se desea completa.

Teniendo en cuenta lo anterior, el trabajo que se comenta ha pretendido lograr resultados desde datos obtenibles de la bibliografía, o de la experiencia; cotejando el número de peces de cada edad determinado por las ecuaciones, con censos periódicos de peces en distintos lugares del lago. Esta es la única inversión económica exigida, que incluso disminuye en el tiempo a través de un menor número de censos al lograr que los resultados de las ecuaciones se encuentren más acotados a la realidad de tan complejo sistema. Respecto de esto, la técnica de la simulación analógica electrónica permite analizar de continuo el número de peces probable de cada población en función del comportamiento del sistema ecológico natural y del funcionamiento de la Central Nuclear.

Se desarrolló la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dx_i}{dt} = x_o^{(i)} + k_e^{(i)} x_i - K^{(i)} x_i \quad (1)$$

(i) : edad de la población, para $i = 2, 3, \dots, n$ años.

x_o : número inicial de peces

k_e : proporción de peces que ingresan al lago por unidad de tiempo, desde ríos y arroyos.

K : proporción de peces que se eliminan por unidad de tiempo

$$K = \sum_{j=1}^9 k_j .$$

k_1 = proporción de peces que emigran del lago por unidad de tiempo.

k_2 = proporción de peces predada por unidad de tiempo.

k_3 = proporción de peces muertos por desnutrición por unidad de tiempo.

k_4 = proporción de peces muertos por pasaje a través del gradiente de temperatura que se forma en el lago a la salida del canal de drenaje, por unidad de tiempo.

k_5 = proporción de peces extraídos por pesca, por unidad de tiempo.

k_6 = proporción de peces muertos mecánicamente por la Central, por unidad de tiempo.

k_7 = proporción de peces muertos naturalmente por unidad de tiempo.

k_8 = proporción de peces muertos por variación, de la temperatura promedio del agua en el lago, por unidad de tiempo.

k_9 = proporción de peces muertos por shock térmico, por unidad de tiempo.

Tanto $k_e^{(i)}$ como $k_1^{(i)}$, que determinan la proporción de peces que ingresan y egresan del lago, son tomados como valores constantes, aunque son variables según la época del año (por ejemplo, el período en el cual las hembras buscan el desove fuera del lago).

El valor de $k_2^{(i)}$, sin ser constante, (aunque así es tomado) no es importante. Los valores de $k_3^{(i)}$ y $k_4^{(i)}$ requieren una compleja experimentación, mientras que $k_3^{(i)}$ si bien es tomado constante, es necesariamente variable en el tiempo, en función de la época de pesca deportiva o por la época de pesca furtiva, o semicomercial, que también podría existir.

Cada valor de $k_6^{(i)}$ determinado por la acción mecánica de la Central es muy dependiente de la edad del pez ya que de edades mayores se supone que no ingresan a través de la malla que debería existir en la boca de toma. También $k_6^{(i)}$ depende del régimen de la Central. El valor de $k_7^{(i)}$ de peces muertos naturalmente, es más importante en poblaciones de mayor edad. Este coeficiente $k_7^{(i)}$ en realidad debe presentarse ligado a $k_8^{(i)}$, el cual considera la variación de la temperatura del agua en el lago. Considerando una variación de tipo senoidal en la temperatura $T_{1/2}$ promedio en el lago (las características de la sinusoide es variable según los años), para $k_8^{(i)}$ se toma

$$k_8^{(i)} = \bar{k}_8^{(i)} (T(t) - T_0) \quad (2)$$

donde $T_0 = 22^\circ\text{C}$, temperatura umbral de supervivencia del pez. Así, para $T(t) = T_0$, el efecto de muerte es dado por $k_7^{(i)}$.

Respecto del shock térmico, debe consignarse que los efectos térmicos de este tipo no son sólo dependientes de la especie, sino fundamentalmente también del valor ΔT del shock y de la temperatura T a la cual se encuentra normalmente el pez. Dado que el presente trabajo ha tenido otros fines distintos a la determinación precisa de cada factor incidente, se toma para $k_9^{(i)}$

$$k_9^{(i)} = \bar{k}_9^{(i)} (T(t) + \Delta T - T_0)^2 \quad (3)$$

donde $t = T_p - T_s$; $T_0 = 22^\circ\text{C}$;

donde:

T_0 : temperatura umbral

ΔT : salto de temperatura

T_f : temperatura del agua en la toma ,

T_s : temperatura a la salida de la Central.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, la eucación es implementada a través del diagrama simbólico mostrado en la figura 1. Con menores modificaciones de criterio práctico, este diagrama fue implementado en un simulador analógico electrónico.

Llamando $T_{m\acute{a}x}$: temperatura anual máxima en el lago y $T_{m\acute{i}n}$: temperatura anual mínima en el lago, se hubo obtenido un amplio conjunto de resultados. Las figuras 2,3 y 4 muestran algunos de esos resultados, en correspondencia con la tabla 1.

El sistema ecológico como el planteado, o sea la variación del número de individuos en poblaciones de distinta edad de un pez en un lago, admite la consideración de mayor número de factores, más complejidad en las interrelaciones que aquellas aquí consideradas, y además, análisis más profundos de muchos coeficientes de la ecuación (3) que no son simplemente constantes. Ellos pueden ser variables en el tiempo (muy en especial $k_e^{(i)}$, $k_1^{(i)}$ y $k_5^{(i)}$), o bien variables en función de otras variables dependientes del mismo sistema ecológico. A estas consideraciones, deberíamos adicionar otras de origen tecnológico, tal que desde ambos criterios, no podría el problema, llevado a la práctica, ignorarlos.

Respecto de la implementación de las soluciones, las figuras evidencian la mayor disminución de peces por: el efecto de la temperatura en época estival, el efecto debido al shock térmico, (también más significativo en el verano), y los efectos

mecánicos del pasaje del pez por la Central. Estas mayores o menores variaciones según el período anual, permiten determinar el momento de la siembra de nuevos peces. La cantidad de esta última será dada por el número mínimo M_i sobre cada población a mantener. De hecho, se cumplirá la igualdad $M_i = X_o^{(i+1)}$, y esto permite el estudio de un pez, en distintas edades bajo los mismos efectos. Esto, correspondería a un análisis preventivo. De aquí surge la segunda alternativa, cual es tratar los distintos valores iniciales $X_o^{(i)}$ ($i = 2, 3, \dots, n$) existentes en un lago en setiembre de un dado año, y valorar esta variación según todos los efectos naturales y tecnológicos que afectan, desigualmente, a todas las poblaciones.

Este trabajo ha sido aceptado por Anales de la Sociedad Científica Argentina.

xxxxxxxxxx

1. Y.P.Clugston "The Effects of Heated Effluents from a Nuclear Reactor on Species Diversity, Abundance, Reproduction and Movement of Fish". Thesis, University of Georgia, Athens, 1973.
2. C.C.Countant. CRC Critical Review in Environmental Control 1(3): 341-381, 1970.
3. C.C.Countant. Nuclear Safety 12 (6): 600-607.
4. C.C.Countant 47(6): 1656-1711.
5. W.E.Ricker. ISP Handbook 3, 1971.

A.7. ESTUDIOS DE LA VARIACION DEL NUMERO DE PECES EN UN LAGO POR COMPUTACION DIGITAL

C.C.Soteras y C.A. Leguizamón.

Los aspectos biológicos y criterios matemáticos más importantes para analizar este problema, son expuestos en "Estudios por Simulación Analógica Electrónica de la Población de una Especie Ictícola en un Lago" (C.C.Soteras, C.A. Leguizamón, V.M. Bricelj, J.L.Churruarín, A.C. Repetto, S. Tokushiro) (Trabajo de investigación aceptado por Anales de la Sociedad Científica Argentina).

Este trabajo adopta algunos lineamientos de un trabajo de R.H. Boling (1), especialmente en lo que concierne a la implementación de los programas de computación.

Los resultados que se obtienen son similares a los del primer trabajo citado, pero hace mayor hincapié en los efectos de la temperatura, con especiales consideraciones de la temperatura del agua en el fondo y superficie del lago, y a la salida de los intercambiadores de calor.

$N(t)$: número de peces en un momento t (tiempo).

τ : intervalo de tiempo.

μ : coeficiente de proporcionalidad el cual involucra predación, muerte natural, desnutrición, pesca, peces que salen del lago por ríos y arroyos, muerte mecánica.

α : coeficiente variable de proporcionalidad originado

por el aumento de temperatura del lago producido por la Central Nuclear.

β : coeficiente variable de proporcionalidad originado por el choque térmico que se produce cuando los peces circulan por la Central.

α y β : son variables porque dependen de la variación de temperatura del lago durante el año. La temperatura a la que hacemos referencia queda definida de la siguiente manera.

T_{sup} : temperatura del lago en superficie.

T_{fon} : temperatura del lago en el fondo.

T_{sal} : temperatura de los intercambiadores.

λ : salto de temperatura.

de aquí se deduce que:

$$T_{sal} = T_{fon} + \lambda$$

T_{ops} y T_{opi} son respectivamente las temperaturas óptima superior e inferior, el intervalo $[T_{ops}, T_{opi}]$ dado por estas temperaturas determinan el rango en el cual viven estos peces el cual llamaremos $Tran$.

En nuestro caso el período anual abarca desde el 1 de setiembre al 31 de agosto del año siguiente. La variación de temperatura anual está entre los 5 y 30° C. Esta variación fué representada por una función que toma entre el 1° de setiembre y el 30 de mayo los valores de una función seno en el período 0 a π , con origen en 15°C y amplitud de 15°C y entre el 1° de junio y el 31 de agosto toma los valores de una función seno en el período π y 2π , con origen en 15°C y amplitud 10°C.

Para el ejemplo, el rango de temperatura en el cual es posible la vida de los peces, se encuentra entre los 7 y 23°C. La función que determina la T_{ops} y T_{opi} está dada en la tabla 1.

Con los datos anteriormente considerados, se implementa la siguiente ecuación:

$$N(t + \tau) = N(t) - \mu N(t) - \alpha N(t) - \beta N(t)$$

donde α es definida como $\alpha = K(T_{ops} - T_{ran})^2$ y β como

$\beta = K'(T_{fon} - T_{ran})^4$ (en nuestro caso $K = K' = 364.2/365$), estas funciones son ajustadas al comparar la ecuación correspondiente a la simulación del proceso con el hecho real.

La Figura 1 ilustra sobre los resultados para determinadas condiciones de la ecuación.

xxxxxxxxxx

1. R.H.Boling. Journal of Theoretical Biology 40: 485-506, 1973.

A.8. CALIFICACION DE UN GRUPO DE INVESTIGACION POR MEDIO DE LA TEORIA DE CONJUNTOS DIFUSOS (FUZZY SETS).

C.A.Leguizamón.

Se trata de una tarea de servicio solicitada en su oportunidad por la División de Medicina Radiosanitaria, Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad; primero; y por la Gerencia de Investigaciones, después.

El problema es calificar a las personas de un Grupo a través de cada una de las tareas realizadas por el Grupo, y por las condiciones personales que cada persona tiene para llevar a cabo cada una de esas tareas. En general, es privativo del jefe del Grupo calificar al personal bajo su dependencia, pero responsabilidad de todo el Grupo, ponderar cada tarea.

Se define como:

X : conjunto normal que identifica a un Grupo de n integrantes
 $\chi(X) = n$.

P : conjunto de tareas desarrolladas por el Grupo. $\chi(P) = m$.

Un L -conjunto fuzzy f sobre X es una función de acuerdo a Görgen (1) del tipo

$$f: X \rightarrow L$$

L puede tener estructura de semigrupo, poset, lattice, anillo booleano, etc. Lo más adecuado ha sido tomar L como un lattice completo de la forma $L = [0,1]$, donde

$$f: X \rightarrow [0,1]$$

permite asignar a cada integrante x_i ($i=1,2,\dots,n$) del Grupo, el valor $f(x_i) \in [0,1]$, tal que el menor valor es para el menos eficiente y el mayor para el más.

Siguiendo a De Luca y Termini (2), el calificador podrá asociar una matriz a cada elemento $x_i \in X$, tal que los elementos de esta matriz son los "grados" con los cuales cada elemento x_i goza de las propiedades p^j ($j = 1,2,\dots,m$).

$$x_i \rightarrow \begin{bmatrix} f^1(x_i) \\ f^2(x_i) \\ \vdots \\ f^m(x_i) \end{bmatrix}$$

Todo el Grupo puede ponderar las tareas desarrolladas, en la forma:

$$g^k: P \rightarrow [0,1] \quad (k=1,2,\dots,n,n+1)$$

$n+1$ hace referencia al jefe del Grupo de n personas.

Lo anterior dará lugar a un nuevo conjunto fuzzy que pondere los $n+1$ criterios, obteniéndose:

$$\bar{g}: P \rightarrow [0,1]$$

$\bar{g}$ puede ser obtenido por una combinación convexa; que se define para los conjuntos fuzzy f, g y Δ cualesquiera, por:

$$(f, g; \Delta) = (f(x) \cap \Delta x) \vee (g(x) \cap \Delta'(x))$$

La revalorización final, puede ser dada por un resultado $f_j(x_i)$ que califica a cada persona x_i ($i=1,2,\dots,n$) para la tarea j ; definiendo el producto algebraico de conjuntos fuzzy como:

$$f_j(x_i) = p_j(x_i) \cdot \bar{g}(p_j) \quad (j = 1, 2, \dots, m)$$

La relación final entre las tareas puede ser dada para todo X o bien para cada x_i individualmente. Este criterio debe tener en cuenta si las tareas son complementarias, excluyentes, concurrentes, sumables, etc.; entre sí. Esto último puede ser definido por el jefe del Grupo, o por éste y las n personas del Grupo.

Así para un $x_i \in X$ se podrá tener

$$f_1(x_i) + f_2(x_i) \cdot f_5(x_i) + |f_4(x_i) - f_3(x_i)| + \dots + f_j(x_i) = f(x_i)$$

En términos de conjuntos difusos lo anterior significa:

- realizar las tareas 2 y 5 confieren un resultado menor a cualquiera de ellos (pero dan un valor sumable).
- realizar la tarea 3 es disminuir la cantidad asignada por la tarea 4, o viceversa (pero siempre se tiene un valor sumable)
- la calificación final es suma de los valores parciales.

Esta metodología permite entonces:

- eliminar la individualidad (jefe del Grupo) en la calificación (aunque no ocurre esto al calificar a cada x_i según la matriz mencionada).
- ponderar las tareas del Grupo, y de hecho asignar el "grado relativo" de importancia de cada tarea.
- ponderar la facilidad para llevar a cabo una tarea, frente a las otras, durante el período en estudio.

Aspectos más desarrollados del tema pueden ser encontrados en los informes respectivos.

xxxxxxxxxx

1. J.A. Goguen . Journal of Mathematical Analysis and Applications
18: 145-174 ,1967.
2. A. De Luca y S. Termini. Information and Control, 24: 55-73,
1974.

PERSONAL DE BIOMATEMATICA

Investigadores

Leguizamón, C.A.	(Jefe de la Actividad) (*)
Tenreiro, E.A.A.	(**)

Investigadores becados

Kfuri, S.M.	(por la C.N.E.A.) (***)
Soteras, C.C.	(por la C.N.E.A.) (***)
Zaretzky, A.N.	(por la C.N.E.A.)

Técnico

Cordero, J.M.	(****)
---------------	--------

-
- (*) miembro de la Carrera del Investigador del Consejo Nacional de Inv. Científicas y Técnicas.
- (**) dejó de pertenecer en julio de 1976.
- (***) dejó de pertenecer en febrero de 1977.
- (****) perteneciente al Inst. de Cálculo , Facultad de Ciencias Exactas y Naturales U.B.A.

PUBLICACIONES

- Other Developments Regarding the Concept of Energy in Biological Systems. Leguizamón, C.A. , Bulletin of Math. Biology 38: 547, 1976.
- Transfers Between Biological and Environmental Systems. Leguizamón, C.A., Bulletin of Math. Biology, 39: 397, 1977.
- The Bio-environmental System and the Realizability of Pre-biological Systems. Leguizamón, C.A., Bulletin of Math. Biology 39: 407, 1977 .
- Coronary Flow Returnal Method. Leguizamón, C.A., Tenreiro, E.A. A. y Pecorini, V. Journal of Theor. Biology, 73: 563, 1978.
- Biomatemática: Qué es y Algunos Aspectos de su Desarrollo y Aplicación. Leguizamón, C.A. y Engel Bratter A. Ciência e Cultura, 30 (2): 195, 1978.

Moléculas Marcadas

INTRODUCCION

El Laboratorio de Moléculas Marcadas funciona desde 1957 realizando sus primeros trabajos con Carbono 14; y luego, a partir de 1960, con radiofármacos de Iodo 131, Cromo 51, y otros radionucleidos. Posteriormente, en 1966, se comenzó a preparar hormonas proteicas marcadas con radioyodo, y finalmente radiofármacos marcados con In 113m y Tc 99m. Actualmente actúa asesorando en Radiofarmacia y RIA, a distintos centros de medicina nuclear del país y del extranjero; recibe becarios que adiestra con dichas técnicas y, conjuntamente con la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, ha iniciado desde 1977 el estudio de preparación por síntesis orgánica de compuestos estables marcados con Carbono 13. Mantiene un Servicio de Medición de tritio y surte regularmente, a pedido, algunos compuestos de Carbono 14.

Dr. Aldo E. A. Mitta

Responsable Grupo de

Moléculas Marcadas

B.1. DETERMINACION DE PARAHORMONA POR RADIOINMUNOANALISIS.

C.Fisher Ferraro, M.Moos de Ephaim, C.Mautalen y
A.E.A. Mitta

Se describe aquí la preparación, purificación y utilización de hormona paratiroidea marcada con radioiodo y los resultados obtenidos en pacientes normales, con hipertiroidismo primario y con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis.

La P.T.H. altamente purificada se obtuvo de los laboratorios Inolex de EE.UU. El método utilizado para marcarla fue el de Hunter y Greenwood y la hormona fue purificada por QUSO G 32 y repurificada utilizando una columna de Sephadex G 50 (6 Biogel 10).

El cálculo del rendimiento de reacción se hizo por cromatoelectroforesis.

El método utilizado para RIA de parathormona es el de Arnaud y col., basado en la capacidad de la hormona paratiroidea humana de competir con la hormona paratiroidea bovina marcada con ^{131}I por unirse a un antisuero contra hormona paratiroidea bovina.

Este método se halló satisfactorio para diagnosticar con certeza la hipersecreción de hormona paratiroidea.

xxxxxxxxxx

1. Arnaud, C.D., Hang Tsao, S. y Littledike, J. Clin. Invest. TP 1, 1971.

2. Yallow, P.S. y Berson, S.A. Nature 184: 1648, 1959.
3. Hunter, W.M. y Greenwood, F.C., Nature: 194: 495, 1962.
4. Oldham, S., Fisher, F., Capen, C. , Sizenmore, G. y Arhaud, C.D. J. Med.: 650: 50, 1971.
5. Biggers, J.D., Gowatkin, R.B.L., Heyner, S. Exp. Cell. Res. 25: 41, 1961.

XXXXXXXXXXXX

RADIOINMUNOENSAYO DE PARATHORMONA

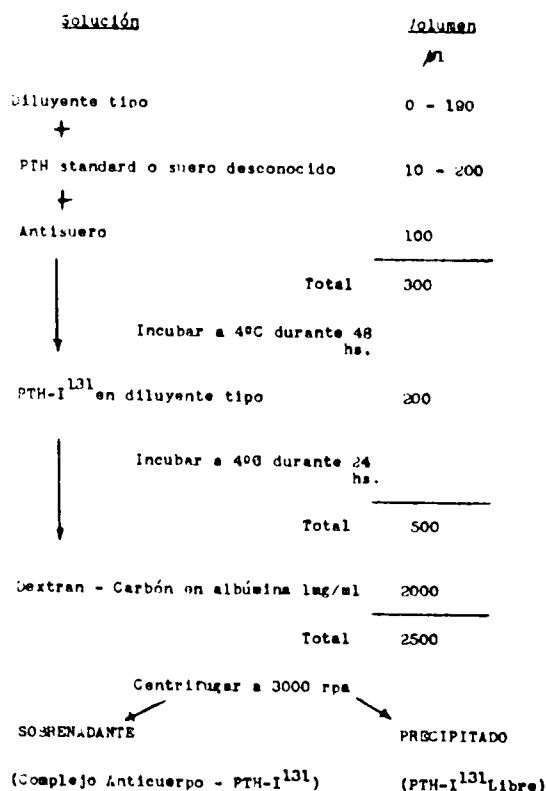


Figura 1
Radioinmunoanálisis de P.T.H.

B.2.EVALUACION DE SOLVENTES MARCADOS CON ^{14}C PARA SU UTILIZACION EN LA TECNICA DE ANALISIS POR VELOCIDAD DE EVAPORACION EN EL CASO DEL CURADO DE POLIESTERES NO SATURADOS.

M.L.Pisarello de Troparevsky, A. Troparevsky y
A.E.A. Mitta

Se evaluó la técnica de análisis por velocidad de evaporación (ERA), para el estudio del curado de poliesteres no saturados en función del tiempo. El método se basó en medir por monitoreo la velocidad de evaporación o "desorption" de un solvente de alto punto de ebullición marcado con ^{14}C que se deposita sobre la superficie del polímero en cuestión. La comparación de las curvas de exploración según E.R.A. permite, en muchos casos, distinguir los polímeros convenientemente reticulados de los que no alcanzaron ese estado.

Para las mediciones de radiactividad se utilizó un equipo Varian Aerograph 2II Thin Layer Scanner, modelo 6.000. La muestra se colocaba a 1 cm aproximadamente del detector con flujo de gas constante y a temperatura entre 20° y 22°C.

Una curva típica se muestra en la fig. 1.

Para poder comparar el gran número de curvas obtenidas, definimos un valor numérico $T_{1/2}$. Durante los primeros 20 a 60 seg. la actividad leída aumenta por la evaporación rápida del solvente portador no activo, alcanzando la actividad máxima al tiempo $T_{\text{máx}}$. El tiempo se mide hasta que la actividad en la superficie llegue a la mitad de ese valor $T_{\text{máx}}$. y obtenemos $T_{1/2}$ (min.).

El poliéster ensayado fué el producto comercial ALPOLIT UP 4004/178 de INDUR, un poliéster no saturado al 66% en estireno. Se evaluaron los siguientes solventes marcados los que fueron sintetizados en nuestro laboratorio.

- Acetato de monoetiléter de etilenglicol.
- Succinato dietílico.
- Acetato del monoetiléter del dietilenglicol.

Como solvente pesado marcado, el monoetiléter del etilenglicol apareció como el más apropiado.

Esta técnica no presenta las limitaciones de las usuales (absorción de agua, de NaOH al 10% ó determinación de la insaturación) los que por su largo tiempo de ejecución, no dan valores de curado directamente asignables a la muestra en ensayo, ya que el mismo puede avanzar significativamente durante la determinación.

xxxxxxxxxx

1. Enciclopedia of Polymer Science and Technology Interscience Publishers 1969, N. York. Vol. 11p.134.
2. Ibid, 137-138.
3. Anderson, J.L. National Cost Coaters Assoc. Techn. Session Chicago 111, nov. 1967.
4. Anderson, J.L.; Root, D.E.Jr.; Greene, G.J. of Point Technology 40 (523): 320, 1968.
5. Rossi, A.G.; Paolini, A. Jr.- J. of Point Technology 40 (523) : 328, 1968.

6. Cerceo, E. Am.Chem.41, (1): 191, 1969.
7. Paolini, J.A.; Stahl, R.E. y Sullivan, J.W.; Am. Paint J. (Con. Daily) Oct. 31: 16; 1970.
8. Bühler, M.; Mitta E.E.A. y Lezerovich, J. CNEA. Inf. 142, 1965.
9. Arciprete, J.; Correia, R. y Mitta, A.E.A.; CNEA. Inf.n°334, 1973.

xxxxxxxxxx

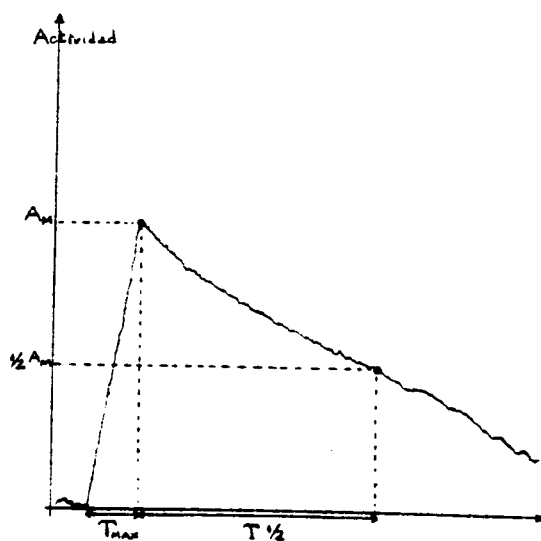


Figura 1

B.3. EL ^{113m}In - E.D.T.M.P. UN NUEVO RADIOFARMACO PARA CENTELLOGRAFIA OSEA.

G. Nowotny, A.F. de Suárez y A.E.A. Mitta.

Se trata de un radiofármaco preparado a partir del ácido etilendiaminotetrametilfosfórico (E.D.T.M.P.) marcado con ^{113m}In para estudios de centellografía a nivel óseo.

Dado el buen resultado obtenido con el uso de E.D.T.M.P. ^{113m}In en animales, se decidió aplicarlo en humanos, lo cual resultó un éxito.

La dosis para humanos se fijó en 25- 30 mg de droga por persona, con una actividad de 10- 20 mCi.

El producto se presenta liofilizado en frascos tipo "unikits" y el control se hace en ITLC (S.G.) Gelman, utilizando NH_4OH 0,1 N ó CINa 0,9 %.

Los ensayos de estabilidad del compuesto aseguran la bondad del producto por un lapso de 3 meses a partir de la fecha de elaboración, sin perjuicio de que este lapso pueda aumentarse en el futuro, a medida que se tengan nuevas evidencias experimentales.

Se ha evaluado que la dosis absorbida en el organismo es de 0,20 rad por milicurie de ^{113m}In E.D.T.M.P. suministrado por vía endovenosa. A las 2 horas de haber sido administrado, se comprobó que aproximadamente un 30% de la dosis se hallaba localizada en esqueleto. Adicionalmente, se encuentran en discusión

los controles químicos de marcación y los biológicos de distribución y toxicidad.

El rendimiento obtenido en la marcación resultó mayor del 95%. Asimismo, se han obtenido valores de distribución porcentual de ^{113m}In , E.D.T.M.P. en órganos y orina en función del tiempo.

xxxxxxxxxx

1. Jones, A.G. y Davis, M.A. J. Nucl. Med 16: 540, 1975.
2. Dewanjee, M.K. y Kahn, P.C. Radiology 117: 723, 1975.
3. Jones, A.G., Davis, M.A. y Dewanjee, M.K. Radiology 117: 727, 1975.
4. Holman, B.L., Jones, A.G., Davis, M.A., Askenazi, J. y Maroko, P.R., J. Nucl. Med. 17: 508, 1976.
5. Subramanian, G., Mc Afee, J.G., Rosenstreich, M. y Coco, M. J. Nucl. Med. 16 1060, 1975.
6. Watanabe, T. y col. Revista de Alasbimn 12: 103, 1976.
7. Medical atlas of radionucleides used in medicine biology, industry and agriculture. Simon S EUR, 4606, 1972.
8. Report of committee II on permissible dose for internal radiation Pergamon Press, 1959.

B.4. DESARROLLO E INSTALACION EN LA CNEA DE UNA CELDA DE GENERADORES $^{113}\text{Sn}/^{113\text{m}}\text{In}$.

G.N.B. de Salas, J.A. Arciprete y A.E.A.Mitta.

El uso habitual de los generadores de $^{113}\text{Sn}/^{113\text{m}}\text{In}$ en nuestro país, que alcanzó en el año 1974 la cifra de 40 generadores (2,0 Curies) comprados en el exterior nos indujo a intentar su fabricación local para evitar la inversión en divisas. Para ello se hacía necesario disponer de ^{113}Sn de alta actividad específica, el cual no pudo obtenerse en el reactor de Ezeiza debido a su bajo flujo de neutrones, aun partiendo de estaño enriquecido. Evaluadas estas condiciones, se optó por adquirir el nucleído padre en el exterior. Esto permitió fabricar los generadores en el país a un precio de venta al usuario muy inferior al de los importados. La producción en 1976 fue de 80 generadores, con un total 4,0 Curies.

Las etapas fueron: 1) Características del ^{113}Sn , 2) Selección del adsorbente y Preparación del generador, 3) Condiciones de Separación Padre-Hijo, 4) Pureza Química y Radioquímica del Eluato, 5) Celda de Producción de los generadores de $^{113}\text{Sn}/^{113\text{m}}\text{In}$, 6) Preparación de los Juegos y Accesorios para los Usuarios, 7) Concentración de $^{113\text{m}}\text{In}$ de generadores casi agotados.

xxxxxxxxxx

1. Subramanian, G. y Mc Afee, J.C. Int. J. Appl. Radiat. Isotopes 18: 215, 1967.
2. Hirofumi, Ariño y Kramer, H.H. Int. J. Appl. Radiat. Isotopes 25: 493, 1974.
3. Bardy, A. Commissariat a L'Energie Atomique Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay ,1968.
4. Colombetti, L.C., Goodwin, D.A. y Hinkley, R.L. Am. J. Roentgent 106: 745, 1969.
5. de Salas, G.N.B. , Arciprete, J., Kuicbart, H. y Mitta, A.E.A. Presentado al IV Congreso Argentino de Biología y Medicina Nuclear, Mar del Plata, noviembre 1975.
6. Johnson, J.S. y Kraus, K.A., J. Phys. Chem. 63: 440, 1959.
7. Colombetti, L.G., Barral, R.C. y Finston, R.A. Int. J. Appl. Radiat, Isotopes 20: 717, 1969.
8. Rousselin, R.J., y Gauthier, C. Int. Appl. Radiat. Isotopes 21: 599, 1970.
9. Galateanu, I., Zamjir, I. y Sunget, V. Energía Nucleara. Institut de Física Atómica, Bucarest , Rumania, 1974.
10. López, L. y Cubillo, E. The Use of Indium Generators in Clinical Medicine, octubre 1970.
11. Benes, y de Schrijer, M. XV Colleeue de Medicine Nucleaire de Langue Francaise, 1973.
12. Castiglia, S.G., de Suárez, A.F. y Mitta, A.E.A. Revista de Alasbimn 7 1, 1975.
13. Mora Ureña, M., Saucedo, T., de Suárez, A.F. y Mitta, A.E.A. Informe C.N.E.A. 412 , 1976.
14. de Salas, G.N.B. , Arciprete, J. y Mitta, A.E.A. Presentado al IV Congreso Argentino de Medicina y Biología Nuclear, Mar del Plata , Buenos Aires, noviembre 1975.
15. Calisto, W. y Robles, A.M. Revista de Alasbimn 6 75, 1974.

B.5. PRODUCCION EN LA C.N.E.A. DE JUEGOS DE REACTIVOS PARA
MARCAR CON ^{113m}In y ^{99m}Tc .

M.C.Palcos, H. Kurcbart, G. Nowotny, E. Ramos, J.G. Riesgo,
y A.E.A. Mitta.

Se detallan los juegos de reactivos que permiten a los usuarios realizar marcaciones sencillas y reproducibles con ^{113m}In y ^{99m}Tc .

En las tablas I y II se detallan los compuestos que se producen en forma rutinaria como juegos de reactivos para ser marcados con dichos radioisótopos, y su empleo.

En la tabla III se dá el detalle de los juegos en producción y desarrollo con relación al tipo de estudio diagnóstico para el que fueron concebidos.

Los juegos actualmente en desarrollo serían: In J6 (EDTMP), Tc J8 (para marcación de eritrocitos humanos), Tc J10 (dimercapto succínico) y Tc J11 (bleomicina).

Tabla 1

Compuestos para tecnecio-99m de producción
rutinaria

CODIGO	COMPUESTO	CENTELLOGRAFIA Y OTROS ESTUDIOS
Tc J1	Macroagregados de albumina (1)	Estáticos pulmonares
Tc J2	Gluconato de calcio (2)	Estáticos y dinámicos renales
Tc J3.1	Coloide de sulfuro de antimonio (3)	Estáticos hepáticos y esplénicos
Tc J3.2	Fitato de Sodio (4)	Estáticos hepáticos
Tc J4	DTPA-Trisódico-Cálcico (2)	Estáticos y dinámicos cerebrales y dinámicos renales
Tc J5	Seroalbumina humana (5)	Estáticos y dinámicos circulatorios y estáticos placentarios.
Tc J6	Pirofosfato de sodio (6)	Estático óseo
Tc J7	Citrato de sodio (7)	Localización tumoral especialmente a nivel óseo y cerebral.

Tabla 2

Compuestos para Indio- 113 m en producción
rutinaria

CODIGO	COMPUESTO	CENTELLOGRAFIA Y OTROS ESTUDIOS
In J1	Macroagregados de albúmina (8)	Estáticos pulmonares
In J3	PVP-bicarbonato (9)	Estáticos hepáticos y esplénicos
In J4	DTPA (10)	Estáticos y dinámicos cerebrales y dinámicos renales.
In J5	Seroalbumina humana (11)	Estáticos y dinámicos circulatorios y estáticos placentarios

Tabla 3

Juegos en producción y en desarrollo para la realización de estudios diagnósticos.

LUGAR DE ESTUDIO	^{113m}In	^{99m}Tc
Pulmón	In J1	Tc J1
Riñón		Tc J2, Tc J4; Tc J7
Hígado	In J3	Tc J3.1; Tc J3.2
Bazo	In J3	Tc J3.1; Tc J8*
Cerebro	In J4	Tc J4; Tc J7
Circulatorio-placenta	In J5	Tc J5; Tc J8*
Hueso	In J6*	Tc J6
Localización tumoral		Tc J7

en desarrollo

B.6. PRODUCCION DE RADIONUCLEIDOS Y RADIOFARMACOS EN LA C.N.E.A.
DE LA REPUBLICA ARGENTINA 1974/1976.

A.E.A.Mitta, O.Bonetto, H. Kurcbart, A.Mancini, R.O.Márquez,
M.C.Palcos, L.E.Quihillalt, G.N.B.de Salas, A.A.Suñer y
M.L.P.de Troparevsky

Se discute aquí la producción de radionúclidos y radiofármacos en la CNEA así como la preparación de juegos de reactivos utilizados para obtener radiofármacos marcados con ^{113m}In y ^{99m}Tc .

A mediados de 1974, el nivel de actividad procesada hizo que se instalara en Ezeiza una Planta de Producción, mecanizándose el proceso.

La planta comenzó asimismo a entregar regularmente iodo nacional sin portador ni reductor para la preparación de radiofármacos.

El advenimiento de radionúclidos de vida corta hizo que se desarrollaran técnicas de marcación con ^{99m}Tc e ^{113m}In y se iniciara la preparación de juegos de reactivos.

Se dan a continuación valores de producción de algunos radionúclidos, hormonas, bicloruro de mercurio y neohydin.

Se aclara que aún no se disponen de los datos de los años 1976 (completo), 1977 y 1978.

Tabla 1
Radiofármacos de Yodo-131

AÑO	CURIES
1961	0,11
1971	2,86
1972	2,81
1973	2,20
1974	3,2
1975	3,28
1976 (6 meses)	1,2

Tabla 2
Producción de Yodo 131

AÑO	CURIES	CURIES s/r
1973	106	—
1974	115	3,7
1975	120,5	4,09
1976 (6 meses)	59	1,2

Tabla 3
Juegos de reactivos Tecnecio 99m

AÑO	DOSIS TOTALES
1973	180
1974	1,020
1975	3,170
1976 (6 meses)	1,800

Tabla 4
Juegos de Reactivos

Indio 113 m

AÑO	DOSES TOTALES
1973	4035
1974	7800
1975	8740
1976 (6 meses)	5310

Tabla 5
Producción de Tecnecio 99m
método de extracción con MEC

AÑO	CURIES
1972	18,5
1973	25,7
1974	38,38
1975	72
1976 (6 meses)	36,4

Tabla 6
Producción de Tecnecio 99m
generadores $^{99}\text{Ma}/^{99\text{m}}\text{Tc}$

NACIONALES			IMPORTADOS		
AÑO	Nº GEN.	CI	AÑO	Nº GEN.	CI
1973	--	--	1973	23	3
1974	15	0,9	1974	93*	15,6
1975	206	10	1975	62**	12,6
1976***	90	7,7	1976---	13	1,6

- * 72 privados - 21 CNEA
 ** 26 CNEA - 36 privados
 *** 6 meses

Tabla 7
Producción de Indio 113 m
Generadores $^{113}\text{Sn}/^{113\text{m}}\text{In.}$

NACIONALES			IMPORTADOS		
AÑO	Nº GEN.	CI	AÑO	Nº GEN.	CI
1973	--	--	1973	33	1,58
1974	--	--	1974	40	2
1975	25	0,95	1975	31	1,6
1976*	46	2,52	1976	3	0,15

* 6 meses

Tabla 8
 ^{125}I Ioduro de Sodio Importado

AÑO	mCi
1974	61
1975	86
1976 (6 meses)	225

Tabla 9
 ^{198}Au Coloide-Semilla

AÑO	CURIES
1973	70
1974	25
1975	22,4
1976 (6 meses)	7,5

Tabla 10

^{85}Sr (Importado) Cloruro de Estroncio

AÑO	CURIES
1974	0,57
1975	0,53
1976 (6 meses)	0,23

Tabla 11

Otros Radionúclidos

^{51}Cr - $^{137\text{m}}\text{Cs}$ - ^{42}K - ^{22}Na - ^{86}Rb - ^{46}Sc -etc.

AÑO	CURIES
1974	1,13
1975	8,3
1976 (6 meses)	0,83

Tabla 12

^{32}P (Imp.)Acido Fosfórico

Fosfato de Cromo coloidal

AÑO	CURIES
1974	9,59
1975	4,48
1976 (6 meses)	2,32

Tabla 13
Producción de Hormonas

AÑO	m.c.i
1974	6
1975	2,05
1976 (6 meses)	0,5

Tabla 14
Hg-203 (Imp.) Biocloruro de
mercurio Neohydrin

AÑO	CURIES
1973	1,43
1974	9,28
1975	1,6

Tabla 15
Hg- 197(Nac.) Neohydrin

AÑO	CURIES
1975	1,2
1976 (6 meses)	0,10

PERSONAL DE MOLECULAS MARCADAS

A. Investigadores

Albani, H.

Lalli, M.E.

Mitta, A.E.A. (Jefe de la actividad)

Troparevsky, M.L.P. de

B. Becarios (1977-78)

Trigo, O. (del Centro de Medicina Nuclear La Paz (Bolivia)).

Mocchiutti, A. (de la Facultad de Bioquímica de Santa Fé (Argentina)).

de Oliveira, Alves (de Porto Alegre (Brasil)).

Tristán, A. (del Centro de Medicina Nuclear La Paz (Bolivia)).

Pliego, O.H. (de la Facultad de Ciencias Bioquímicas- Universidad Nacional de Rosario, (Santa Fé)).

Orts, H. (del Centro de Medicina Nuclear- Hospital Provincial de Rosario (Santa Fé)).

Pantoja, M.R.V. (del Centro de Medicina Nuclear La Paz (Bolivia)).

Oliveira Neto, J.A. (de la Facultad de Farmacia- Universidad Federal de Minas Gerais-Belo Horizonte (Brasil)).

Hess, J. (del Hospital San Juan de Dios (Costa Rica)).

Fernández, A. (del Servicio Medicina Nuclear- Hospital Naval de Buenos Aires).

Llevuy, A. (del Centro Medicina Nuclear Policlínico M. Castex (Pcia.Bs.Aires)).

Trottman de León, Z. (de Panamá).

C. Técnicos

Arciprete, C.

D. Auxiliar de Laboratorio

Sanguinetti, N.G. de

E. Servicio Administrativo

Garonis, E.L.N. de

PUBLICACIONES

- Preparación de P.T.H. ^{131}I
C.Fisher-Ferrero, M.M. de Ephaim, C.Mantalen y A.E.A.Mitta
Revista de Biología y Medicina Nuclear 9: 1978.
- Producción de Radionúclidos y Radiofármacos en la C.N.E.A. de la R.Argentina 1974/76
A.E.A.Mitta, y col.
Informe C.N.E.A. n°440.
- Producción en la C.N.E.A. de juegos de Reactivos para marcar con $^{113\text{m}}\text{In}$ y $\text{Tc}^{99\text{m}}$.
A.E.A.Mitta , y col.
- El $^{113\text{m}}\text{In}$ - E.D.T.M.P. un nuevo Radiofármaco para Centellografía Ósea.
G. Nowotny, A.H.F. de Suárez y A.E.A.Mitta
Informe C.N.E.A. n°442.
- Evaluación de Solventes Marcados con ^{14}C para su utilización en la Técnica de Análisis por Velocidad de Evaporación en el Caso del Curado de Políesteres no Saturados.
M.L.P. de Troparevsky, A. Troparevsky y A.E.A.Mitta.
Informe C.N.E.A. n°443.
- Desarrollo e Instalación en Celda de Generadores de $^{113}\text{Sn}/^{113\text{m}}\text{In}$ en la C.N.E.A. de la R.Argentina
G.N.G.de Salas, J.A. Aciprete y A.E.A.Mitta
Informe C.N.E.A. n° 444.

TRABAJOS PRESENTADOS A CONGRESOS

- Preparación de Intralipid 10% ^{131}I
A.E.A. Mitta y A.A.Suñer
V Congreso de la Sociedad Argentina de Biol.y Med.Nuclear, noviembre 1977.

- Preparación de Citrato de Clomifeno ^{131}I
A.A.Suñer y A.E.A.Mitta
V Congreso de la Sociedad Argentina de Biol. y Medicina Nuclear
Noviembre 1977.
- Preparación de P.C.B. ^{131}I .
A.A.Suñer, y A.E.A.Mitta
V Congreso de la Sociedad Argentina de Biol.y Medicina Nuclear
Noviembre 1977.
- Equipo de Extracción de $^{99\text{m}}\text{TcO}_4\text{Na}$ desarrollado en el C.M.N. del
Hospital de Clínicas J. de San Martín.
O.H. Pliego, A.H.F. de Suárez, M. de Gongalvez, R.Marquez, M.
Rivero, A.Guerrero y A.E.A.Mitta
V Congreso de la Sociedad Argentina de Biol.y Medicina Nuclear
Noviembre 1977.
- Normas para la Preparación y Control de Radiofármacos de $\text{Tc}^{99\text{m}}$
en el C.M.N. del Hospital de Clínicas J. de San Martín.
A.H.F.de Suarez, O.H. Pliego, V.Parera, M.de Gongalvez y A.E.A.
Mitta.
V Congreso de la Sociedad Argentina de Biol. y Medicina Nuclear
Noviembre 1977.
- Preparación de Piridoxilidenglutamato $^{99\text{m}}\text{Tc}$.
A.H.F. de Suárez, V. Parera y A.E.A.Mitta
V Congreso de la Sociedad Argentina de Biol. y Medicina Nuclear
Noviembre 1977.
- Preparación de Parathormona ^{131}I
C.Fisher-Ferraro, M.M. de Ephraim, C. Mautalem y A.E.A. Mitta
V Congreso de la Sociedad Argentina de Biol. y Medicina Nuclear
Noviembre 1977.

- Aumento de Pureza Radioquímica de Soluciones Acuosas de Compuestos Marcados con ^{131}I por el Uso de Columnas de Cloruro de Plata.
O.H. Pliego y A.E.A. Mitta
V Congreso de la Sociedad Argentina de Biología y Medicina Nuclear, Noviembre 1977.
- Aplicación del Test de Aire Espirado en Pacientes con Contaminación Bacteriana Intestinal
A.H.F. de Suárez, V. Parera, M. Gándara, J. Bai y A.E.A. Mitta
V Congreso de la Sociedad Argentina de Biología y Medicina Nuclear, Noviembre 1977.
- Factibilidad de la Producción de Carbono 11 y Posterior Aplicación en Radiofármacos
A. Ceballos, A. Filevich, V. Fazini, J.C. Rodríguez, H. Albani, C. Arciprete, V. Pecorini y A.E.A. Mitta.
VI Congreso de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear
Noviembre 1977.

TESIS

- "Obtención de Soluciones de $^{99\text{m}}\text{TcO}_4\text{Na}$ por Extracción Líquido-Líquido sobre $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ obtenido por irradiación (n,gama) de $^{98}\text{MoO}_3$.
O.H. Pliego
Padrino de Tesis: A.E.A. Mitta
Facultad de Ciencias Bioquímicas- Universidad Nacional de Rosario (Santa Fé).

PATENTE

Aparato Continuo para Extracción Líquido - Líquido Patente Invención 211.451 30/XII/77. Solicitada por C.N.E.A. , Cesionaria de Aldo E.A.Mitta y Oscar H.Pliego. Diciembre 1977.

CONTRATOS

Contrato O.I.E.A. 2095/RB sobre Isótopos Estables

Investigador Principal: Aldo E.A.Mitta - 1977-1978.

Contrato O.I.E.A. 1945/RB sobre Estudio de Factibilidad para la producción de Carbono 11 con el haz interno de denteriores de un Ciclotrón.

Investigador Principal: Alberto Ceballos -1977-1978.

ASESORIAS EN RADIOFARMACIA Y RADIOINMUNOANALISIS

(1977 / 1978)

- Servicio Medicina Nuclear del Hospital Churruca-Visca.
- Servicio Medicina Nuclear y Laboratorio Análisis Clínicos del Hospital Naval de Buenos Aires.
- Centro de Medicina Nuclear del Hospital Policlínico Lanús.
- Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis.
- Centro de Medicina Nuclear de Belo Horizonte-Belo Horizonte (Brasil).
- Centro de Medicina Nuclear del Hospital Provincial de Rosario.
- Centro de Medicina Nuclear, del Hospital de Clínicas J. de San Martín.
- Centro de Medicina Nuclear del Hospital Policlínico M. Castex (Pcia, Bs.As.).
- Centro de Medicina Nuclear del Nuevo Hospital de Pediatría Buenos Aires.

Radioquímica

INTRODUCCION

Sería obvio destacar aquí el papel protagónico que desempeña la Radioquímica, tanto en la investigación científica, cuanto en las aplicaciones de la energía nuclear. En este sentido las actividades que se cumplen en la C.N.E.A. y sus respectivas organización y estructura, no constituyen una excepción.

Desde que fue creada la Institución, en 1950, contó con un sector específicamente dedicado a esta disciplina. En esa etapa inicial, cupo al Prof. Dr. W. Seelmann Eggebert, antiguo colaborador del Dr. Otto Hahn y actualmente, director del Institut für Radiochemie del Kernforschungszentrum de Karlsruhe, Alemania Federal, una activa intervención.

Aquellos primeros años, dedicados a la formación de personal, fueron complementándose con trabajos científicos que permitieron que la Argentina iniciara una etapa de proyección internacional de la actividad nuclear. Posteriormente, se alcanzó la etapa de las realizaciones concretas, participando del desarrollo tecnológico nacional en numerosos campos de actividades productivas. El primitivo sector, a través del personal experimentado que formara, dio origen a nuevos organismos destinados a: Producción de Radioisótopos y su Aplicación a las Ciencias de la Salud, Producción Agropecuaria, Tecnología Industrial, Estudios Hídricos, de Suelos, etc.; Construcción, Operación y Mantenimiento de Reactores y Centrales Nucleares y Provisión de Componentes y Suministros Nucleares; Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, etc.

Uno de ellos, el Depto. de Datos Nucleares, continuó

con la obtención y compilación de parámetros de reacciones nucleaares requeridos por otros sectores de la C.N.E.A. En la actualidad retomando la antigua denominación de Radioquímica siguen las tareas, donde se equilibran ponderadamente los aspectos de investigación, propiamente dichos, con los de formación y entrenamiento de personal especializado, manteniendo así, ininterrumpidamente, la labor iniciada en nuestro país hace casi tres décadas.

Dra.Sonia S.J.Nassiff
Responsable Grupo de
Radioquímica

C.1.1. SECCIONES EFICACES Y RELACIONES ISOMERICAS PARA EL PAR
 $^{106m}\text{Ag}/^{106g}\text{Ag}$ FORMADO EN LA REACCION NUCLEAR $^{107}\text{Ag}(d,t)$.

M.E.Lalli, C.Wasilevsky de Lamirato, O.R.Herreros y
S.J.Nassiff

El conocimiento de las formas de las funciones de excitación, así como también el de los valores absolutos de las secciones eficaces contribuyen al esclarecimiento de los mecanismo de reacción (1,3).

La relación de los rendimientos de pares isoméricos en reacciones nucleares conduce a algunas predicciones teóricas acerca de los mecanismos que los producen. En este trabajo se determinan las funciones de excitación absolutas y las relaciones de secciones eficaces para la reacción $^{107}\text{Ag}(d,t) ^{106m}\text{Ag}$.

El rendimiento del blanco grueso en función de la energía de los deuterones fue calculado para la producción de ^{106m}Ag .

Las irradiaciones se llevaron a cabo en el haz externo del sincrociclotrón de la C.N.E.A. utilizando la técnica de las hojuelas metálicas superpuestas (stacked-foils). El error máximo en la energía del haz fue estimado en un valor inferior a 1%.

Las hojuelas de Ag de 99,999% de pureza fueron cortadas, lavadas cuidadosamente y apiladas entre hojuelas de aluminio de espesor conocido.

Como la función de excitación de la reacción $^{27}\text{Al}(d,\infty p)^{24}\text{Na}$ ha sido previamente determinada (4), el rendi-

miento de ^{24}Na en las hojas de aluminio relativo al de los isótopos radiactivos en las de plata, provee un medio de obtener secciones eficaces absolutas para las reacciones inducidas por deuterones sobre plata.

La energía de los deuterones en el medio del espesor de las hojuelas fue calculada sobre la base de tablas alcance-energía (5).

El error en la energía de las partículas en cada hojuela del "stack" proviene de la dispersión del haz incidente y de la que se produce en el blanco.

Esta última fue estimada en alrededor de 0.5 MeV para la hojuela a la cual los deuterones llegan con 16 MeV (6).

No se aplicaron correcciones por variaciones en la dispersión debido a falta de uniformidad en los espesores de las hojuelas.

Las pérdidas de productos de reacción por retroceso se consideraron despreciables.

Las secciones eficaces fueron determinadas por una medición absoluta de los productos de reacción.

Los espectros gamma en cada hojuela fueron medidos mediante un detector de Ge(Li) acoplado a un analizador de pulsos de 1024 canales. El espectrómetro fue calibrado con fuentes patrones de actividades conocidas.

Los espectros fueron medidos a distintos tiempos para identificar los nucleídos $^{106\text{m}}\text{Ag}$, $T_{1/2}=8,5$ d. y $^{106\text{g}}\text{Ag}$, $T_{1/2}=24$ min, por sus períodos de semidesintegración.

Integrando las cuentas por unidad de tiempo en el fotopico de 511 KeV y mediante datos del esquema de desintegración (7,8), fueron calculadas las actividades absolutas de ambos isómeros en cada hoja del blanco.

La cantidad de producto metaestable y fundamental presentes al final de la irradiación fueron calculadas a partir de las actividades medidas, y de allí las secciones eficaces de producción para los niveles isoméricos.

Puesto que el ^{106}Rh se produce en las reacciones $^{107}\text{Ag}(d,3p)$ y $^{109}\text{Ag}(d,\alpha p)$, este nucleído introduce algún error en la determinación de las áreas de los fotopicos (estimado en $\pm 15\%$).

El rendimiento para la reacción (d,t) en la irradiación de blancos gruesos de Ag fue calculado por integración numérica a distintos tiempos de irradiación.

Los cálculos fueron hechos usando las secciones eficaces medidas. (2-29).

Las secciones eficaces y la relación de las secciones eficaces fueron obtenidas como un promedio de tres determinaciones. La Tabla 1 muestra estos valores para diferentes energías de deuterones.

Los errores en los valores de las secciones eficaces surgen de las mediciones de las magnitudes individuales involucradas en la determinación de las secciones eficaces, tales como la actividad absoluta de los rayos gamma, el flujo de deuterones, etc.

En la determinación de la relación de isómeros, los

Únicos errores que influyen son los de contaje.

En la Fig. 1 están graficados los valores de $\sigma_m(6+)$ y $\sigma_g(1+)$ en función de las energías de partículas incidentes.

La función de excitación para $^{107}\text{Ag}(d,t)$ no ha sido previamente medida.

Se compararon las secciones eficaces obtenidas con la sistemática para la función de excitación(3); a pesar de haber pocos datos cuantitativos de esta clase en reacciones (d,t) se considera que la concordancia es buena.

La Fig.2 muestra las relaciones isoméricas como función de la energía.

El gráfico referente a las relaciones de rendimiento de los estados isoméricos con la energía no muestra la tendencia general observada en otras reacciones (13-14).

Con respecto a los blancos gruesos, los valores usados para la integración de los diferentes rangos de energía están en la Tabla 2.

Los resultados han sido usados para graficar la Fig.3

xxxxxxxxxxxxx

1. Anders, O.U. y Meinke, W.W.; Document n°4999 American Documentation Institute, Library of Congress, Washington D.C., 1956.
2. Lange, J. y Münzel, H.; Report KFK 767 Kernforschungszentrum Karlsruhe; 1968.
3. Keller, K.A. ,Lange, J., Munzel, H. y Pfenning, G.: Landolt-Bornstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, 5 (b), 1973.

4. Martens, U. y Schweimer, G.W. : Report KFK 1083, Kernforschungszen-
trum Karlsruhe, 1969.
5. Williamson, C.F., Boujot, J.P. y Picard, J.: Rapport CEA-R 3042.
6. Seltzer, S. M. y Berger, M.J.: Report NAS-NRC, Publ. 1133, Nucl.
Sci. Series Report 39: 1964.
7. Lederer, C.M., Hollander, J.M. y Perlman, J.: Table of Isotopes,
Wiley and Sons, New York, 1967.
8. Nuclear Data Sheets: National Academy of Sciences. Vol. 13, 3:
Noviembre 1974.
9. Svoboda, K.: U.J.V. Report 2258 Ch, Checoeslovaquia, 1969.
10. Caracoche, M.C., Mocoroa, A., Nassiff, S.J. y Vignau, H.:
I. Inorg. Nucl. Chem. 27: 1723, 1965.
11. Mocoroa, A., Vignau, H. , Caracoche, M.C. y Nassiff, S.J. :
J. Inorg. Nucl. Chem. 27: 1719 , 1965.

xxxxxxxxxx

Tabla 1

E_D (MeV)	σ_m (mb)	σ_g (mb)	σ_m/σ_g
26,9	111 ± 15	191 ± 50	0,58
26,4	84 ± 5	98 ± 30	0,85
25,8	80 ± 1	108 ± 10	0,74
25,3	90 ± 5	95 ± 5	0,94
24,8	72 ± 1	78 ± 3	0,91
23,3	50 ± 2	49 ± 1	0,99
21,0	37 ± 2	41 ± 10	0,88
20,0	25 ± 7	24 ± 4	1,07
19,1	30 ± 2	25 ± 2	1,20
17,4	27 ± 5	20 ± 1	1,33
16,8	19 ± 1	19 ± 1	1,01
16,0	12 ± 2	18 ± 1	0,68
11,4	12 ± 5	14 ± 3	0,86

Tabla 2

INTERVALO de ENERGIA	ESPESOR del BLANCO	SECCION EFICAZ	ACTIVIDAD a SATURACION	Σ ACTIVIDAD a SATURACION	$\Sigma A_i/10$	ΣA_{th}
(MeV)	(mg/cm ²)	(m.b.)	($\mu Ci/\mu A$)	($\mu Ci/\mu A$)	($\mu Ci/\mu A$)	($\mu Ci/\mu A$)
27-26	53,5	99	$31,25 \times 10^5$	$31,25 \times 10^6$	$2,16 \times 10^6$	$1,08 \times 10^4$
26-25	52,1	79	$48,48 \times 10^5$	$79,73 \times 10^6$	$5,52 \times 10^6$	$2,52 \times 10^4$
25-24	50,6	64	$19,15 \times 10^5$	$98,88 \times 10^6$	$6,85 \times 10^6$	$3,42 \times 10^4$
24-23	49,1	52	$15,12 \times 10^5$	$114,00 \times 10^6$	$7,90 \times 10^6$	$3,90 \times 10^4$
23-21	93,6	37	$20,30 \times 10^5$	$134,30 \times 10^6$	$9,28 \times 10^6$	$4,64 \times 10^4$
21-19	87,6	26	$13,43 \times 10^5$	$147,73 \times 10^6$	$10,18 \times 10^6$	$5,90 \times 10^4$
19-17	81,2	18	$86,11 \times 10^5$	$156,34 \times 10^6$	$10,81 \times 10^6$	$5,40 \times 10^4$
17,15	74,9	12	$53,14 \times 10^5$	$209,48 \times 10^6$	$14,50 \times 10^6$	$7,20 \times 10^4$
15,13	68,3	8	$33,70 \times 10^5$	$243,18 \times 10^6$	$16,80 \times 10^6$	$8,40 \times 10^4$
13-11	61,7	7	$25,50 \times 10^5$	$268,68 \times 10^6$	$18,57 \times 10^6$	$9,28 \times 10^4$

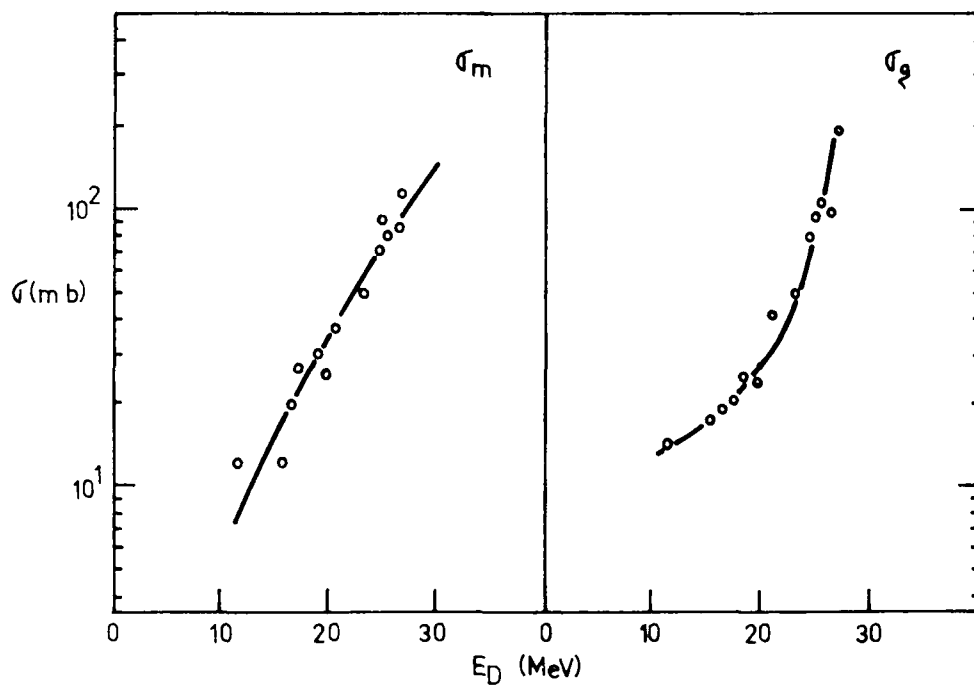


Figura 1

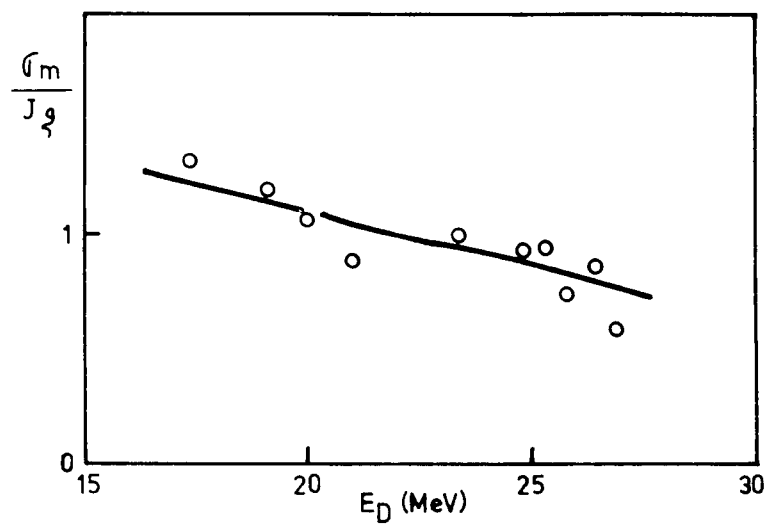


Figura 2

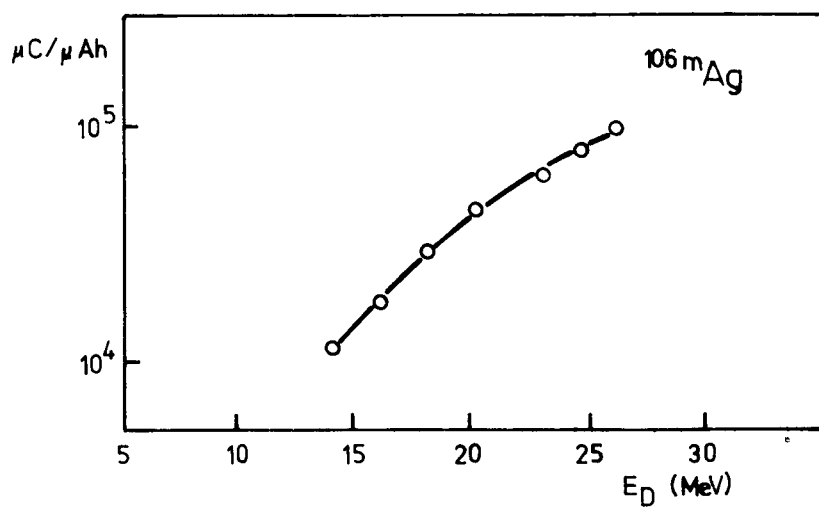


Figura 3

C.1.2. SECCIONES EFICACES DE PRODUCCION Y RELACIONES
ISOMERICAS PARA EL PAR ISOMERICO FORMADO EN LA
REACCION $^{90}\text{Zr}(d,3n)^{89\text{m/g}}\text{Nb}$

O.Herreros Usher, C.M. Arizmendi, C.Wasilevsky y
S.J. Nassiff.

El objeto del presente trabajo es medir las secciones eficaces de formación y sus relaciones para los estados isoméricos del ^{89}Nb obtenido por reacción (d,xn) sobre zirconio natural.

A pesar de que la literatura registra una cierta cantidad de determinaciones de secciones eficaces con partículas cargadas (1-5), no tenemos conocimiento de ninguna reacción $(d,3n)$ sobre zirconio.

Hasta el presente se han publicado muy pocas relaciones isoméricas para reacciones $(d,3n)$. Vandebosch y Haskin (6) investigaron la reacción $^{88}\text{Sr}(d,3n)^{87\text{m/g}}\text{Y}$ y con deuterones de 17,8 y 20,2 MeV y Demeyer (7) estudió la misma reacción con deuterones de 20,5 a 26,5 MeV.

Los bombardeos se efectuaron con el haz externo de deuterones de 27,5 MeV del Sincrociclotrón de la Comisión Nacional de Energía Atómica. La dispersión de la energía incidente fue estimada por debajo del 1%.

Los blancos para la experiencia fueron preparados usando la técnica de hojuelas superpuestas. Láminas de zirconio natural de 99,99999 % de pureza y 13 mg/cm^2 de espesor se intercalaron con hojuelas de aluminio de alta pureza con el propósito

de usar la reacción $^{27}\text{Al}(d,\lambda p)^{24}\text{Na}$ como monitora, debido a las múltiples y conocidas ventajas de esta reacción para ese objeto (8,9).

Como la función de excitación para la reacción $(d,\alpha p)$ sobre aluminio es bien conocida, el rendimiento de los isótopos radiactivos producidos en las hojuelas de zirconio, con respecto al del ^{24}Na en las de aluminio, provee un método para la obtención de secciones eficaces absolutas.

La energía de los deuterones en cada hoja del blanco se determinó a partir de las tablas de Williamson, Boujot y Picard (10).

Las secciones eficaces fueron determinadas por medición absoluta de las actividades de los productos de reacción.

Las radiaciones características para ambos niveles isoméricos: 588 KeV para $^{89\text{m}}\text{Nb}$ ($T_{1/2}=1,1\text{h}$) y 1627 KeV para $^{89\text{g}}\text{Nb}$ ($T_{1/2}=2,03\text{h}$), fueron medidas en cada hoja del blanco y sus períodos de semidesintegración perfectamente determinados a fin de asegurar la identificación de los nucleídos formados.

Para las secciones eficaces se usaron los rayos gamma de 0,588 MeV de la transición isomérica y de 1,259 MeV del $^{89\text{g}}\text{Nb}$.

Las intensidades de los rayos gamma fueron medidos con un detector de Ge(Li) de alta resolución acoplado a un analizador de pulsos de sw 1024 canales.

Las áreas de los fotopicos observados se calcularon por el método de Wasson (11,12). Las eficiencias correspondientes se

determinaron experimentalmente y los errores fueron estimados inferiores al 5%. Los esquemas de desintegración, períodos de semidesintegración y coeficientes de conversión interna se tomaron de Nuclear Data Sheets (13) y de la literatura más reciente (14). Estos datos fueron usados para convertir las intensidades de los picos en actividad absoluta de cada radioisótopo y en esta forma calcular la sección eficaz de producción para ambos niveles isoméricos en cada hoja del blanco.

Como el ^{89m}Nb de 1,1h desintegra en un 100% a través del rayo gamma de 0,588 MeV y el ^{89g}Nb de 2,03h desintegra en un 1,82 % a través del mismo rayo gamma, esta contribución aumenta el error en las secciones eficaces de ese nucleído.

Las secciones eficaces individuales para el estado fundamental y el isomérico (σ_m, σ_g) y las relaciones isoméricas (σ_m/σ_g) están tabuladas en la Tabla 1 y graficadas en las Fig. 1 y 2.

Los errores de las secciones eficaces surgen de la determinación de la actividad de los nucleídos producidos y del flujo de deuterones. La intensidad del rayo gamma involucra el área del fotopico, la eficiencia del detector, la probabilidad de transición gamma, el coeficiente de conversión interna y la autoabsorción en la muestra. Como el flujo de deuterones incluye las mismas magnitudes, el error en la medición del flujo se estimó igual a la resultante de los errores de aquellas magnitudes. Los errores en la medición de los tiempos, en la pesada de las muestras y en la substracción del fondo también fueron considerados.

En la determinación de las relaciones isoméricas, los errores en el flujo, espesor y uniformidad del blanco desaparecen. Los únicos errores a considerar en las relaciones isoméricas son los de conteo. Como para cada isómero fueron usados diferentes rayos gamma, los errores involucrados en la determinación de la eficiencia del conteo no se anulan sino que se suman.

Los valores máximos de las secciones eficaces de nuestras curvas experimentales, fueron comparados con aquellos obtenidos de la sistemática de funciones de excitación (1-5), encontrándose buen acuerdo.

La relación isomérica σ_H/σ_L decrece con la energía del deuterón. En general estas relaciones aumentan cuando la energía de bombardeo crece. Esto es de esperar, debido a que la transferencia del momento angular aumenta con la energía de bombardeo y las interacciones con una gran transferencia del momento angular favorecerían la producción del isómero de más alto spin.

El decrecimiento en la relación isomérica para nuestra reacción (d,3n) a mayores energías se debe, tal vez, al incremento de la contribución de un mecanismo de reacción directo (stripping), en el cual la transferencia del momento angular al núcleo residual es mucho menor que en las reacciones a través de formación de núcleo compuesto.

xxxxxxxxxxxx

1. Lange, J. y Munzel, H.: Report KFK 767, Kernforschungszentrum, Karlsruhe, 1968.

2. Rohm, H.F. : Report KFK 1447, Kernforschungszentrum, Karlsruhe 1971.
3. Rohm, H.F., Munzel, H. : Radiochimica Acta 17, 4: 195, 1972.
4. Rohm, H.F., Munzel, H. y Lange, J.: Nucl. Instr. y Methods 113: 101-107, 1973.
5. Keller, K.A., Lange, J., Munzel, H. y Pfenning, G.: Landolt-Borstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, 5, (b), 1973.
6. Vandenbosch, R. y Haskin, L. TID 16648.
7. Demeyer, A. LYCEN - 7218, 1972.
8. Martens, U., Schweimer, G. : Report KFK -1083, Kernforschungszentrum, Karlsruhe, 1968. ,
9. Christaller, G.: European Colloquium on A.V. F. Cyclotrons, Eindhoven, 1965.
10. Williamson, C.F., Boujot, J.P. y Picard, J.:Rapport CEA, R-3042, 1966.
11. Baedeker, P.A.: Anal. Chem. 43, n°3, 405, 1971.
12. Taczanowski, S.: I.T. J. N°37/1, 1973.
13. Nuclear Data Sheets: National Academy of Sciences A, Vol. 9, N°6, August. 1971.
14. Votsilka, I., Zilbert, Kh-U., Kratsik, B. , Liptak, Ya., Novgorodov, A.F., Ortlepp, Kh-G., Toshev, M., Khabenikht, V.: Izv. Akad. Nauk S.S.S.R., Ser.Fiz. 38, N°4, 672-680, 1974.

Tabla 1

$E_d(\text{MeV})$	$\sigma_a(\text{mb})$	$\sigma_g(\text{mb})$	σ_H / σ_L
27,38	$53,76 \pm 4,9 \%$	$162,41 \pm 32 \%$	$3,02 \pm 32 \%$
26,43	$50,72 \pm 3,9 \%$	$120,44 \pm 30 \%$	$2,37 \pm 30 \%$
25,52	$37,93 \pm 4,8 \%$	$138,22 \pm 27 \%$	$3,64 \pm 27 \%$
24,50	$24,88 \pm 7,5 \%$	$173,03 \pm 20 \%$	$6,95 \pm 22 \%$
23,54	$16,35 \pm 10,3 \%$	$81,23 \pm 19 \%$	$4,97 \pm 21 \%$
22,46	$3,932 \pm 30,8 \%$	$61,90 \pm 18 \%$	$15,74 \pm 36 \%$
21,40	$0,935 \pm 45 \%$		
20,25	$0.710 \pm 50 \%$		

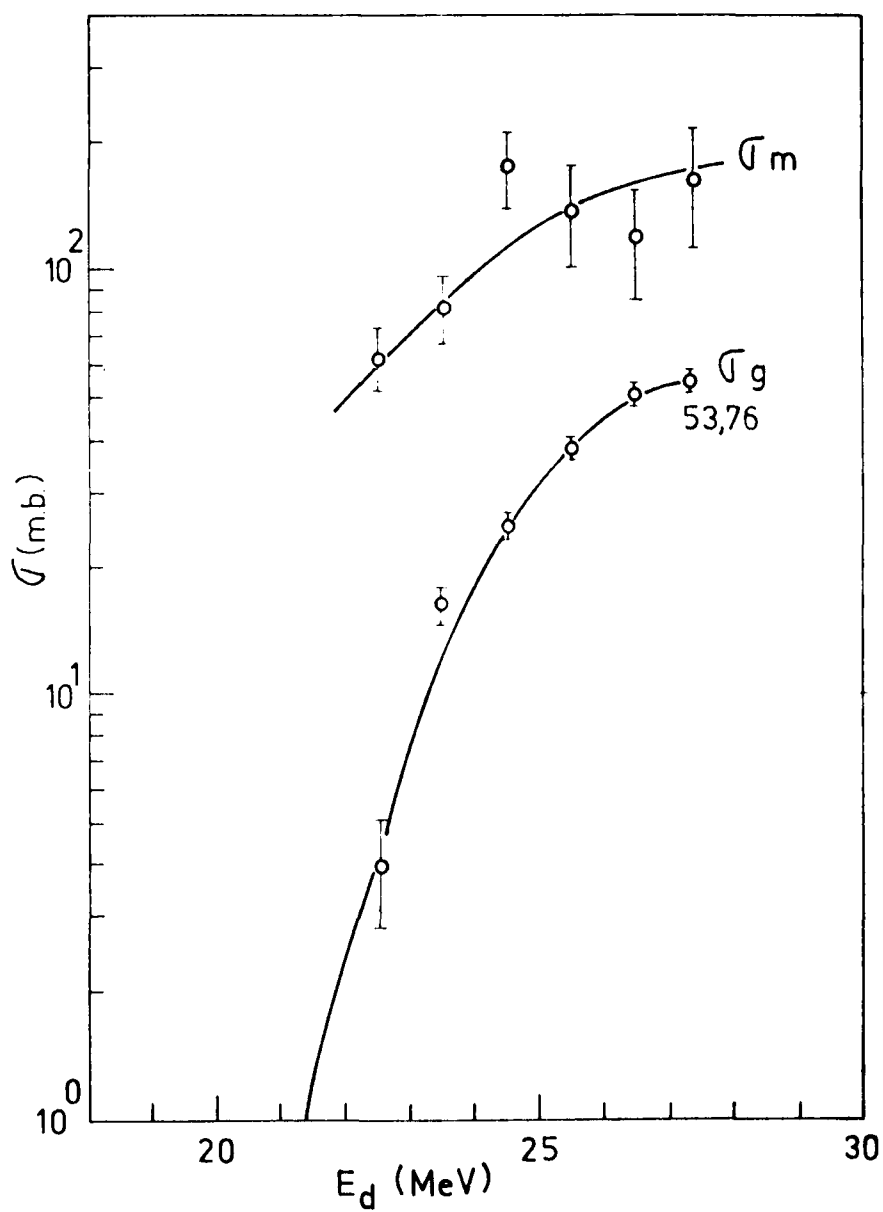


Figura 1

Funciones de excitación para los estados isoméricos del ^{89}Nb en la reacción ^{90}Zr .

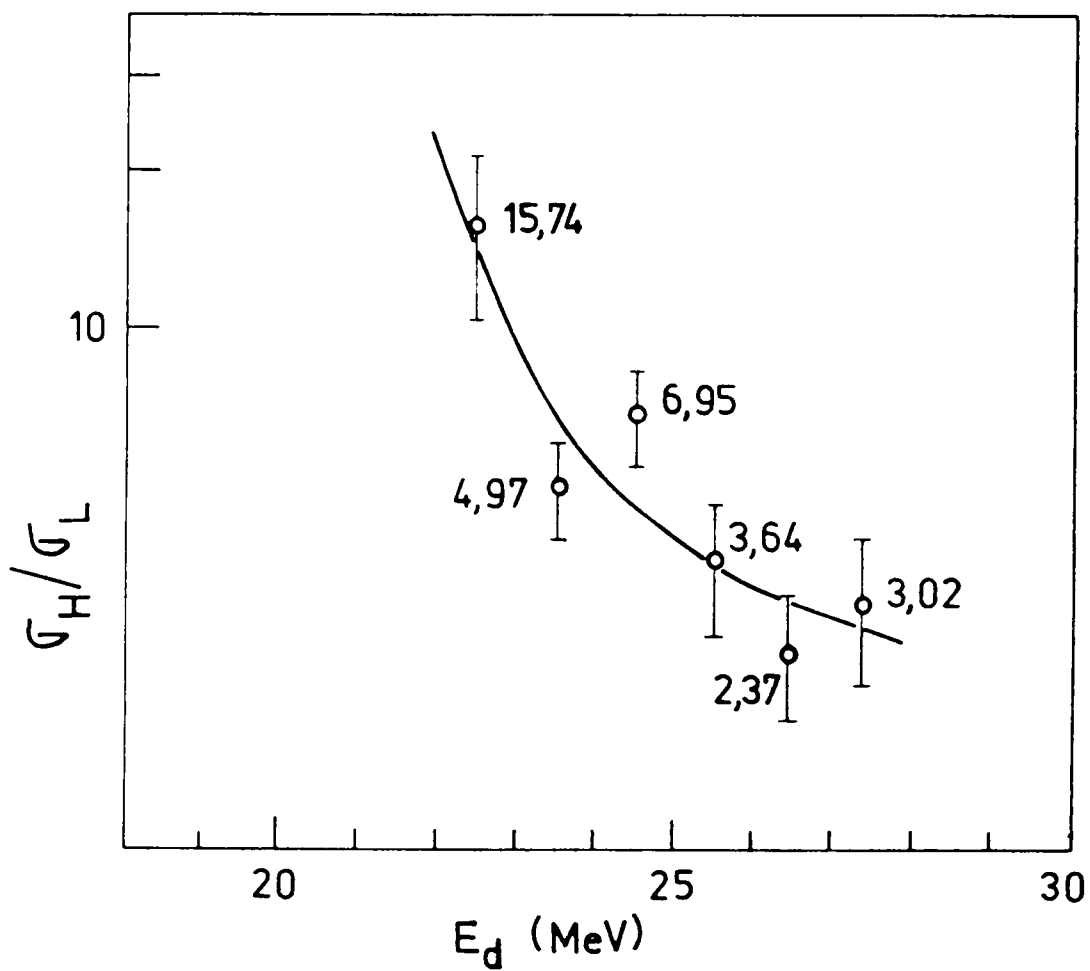
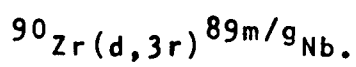


Figura 2

Relaciones isoméricas en la reacción



C.1.3. SECCIONES EFICACES DE PRODUCCION Y RELACIONES ISOMERICAS
PARA EL PAR $^{110m}\text{In}/^{110g}\text{In}$ FORMADO EN LAS REACCIONES
 $\text{Cd}(d,xn)$

O.Herreros Usher, E.Maceiras, M.C.Saravi, y S.J.Nassiff.

Aunque el estudio de funciones de excitación y de relaciones isoméricas de secciones eficaces no permiten un análisis detallado de las propiedades de los núcleos excitados o de los mecanismos de reacción, sí es una herramienta útil para comprobar la validez de modelos teóricos. Las relaciones isoméricas, por ejemplo, proveen información acerca de algunos parámetros de la teoría estadística, especialmente de aquellos vinculados a la distribución del momento angular.

Los estados metaestable y fundamental de un par isomérico difieren en sus valores de spin (y algunas veces también en su paridad), manteniéndose las energías de excitación en valores cercanos. Las relaciones de secciones eficaces de formación de los dos estados representan el resultado de la influencia de los momentos angulares en los mecanismos de reacción.

Actualmente se dispone de escaso material experimental acerca de reacciones (d,xn) que produzcan pares isoméricos. Algunos datos sobre el tema se encuentran en las referencias (1-6).

El objeto del presente trabajo es la determinación de secciones eficaces y sus relaciones isoméricas para reacciones (d,xn) sobre cadmio cuyo producto de reacción es el $^{110m/g}\text{In}$.

Las secciones eficaces fueron determinadas experimental-

mente por el método de activación, irradiando cadmio natural en el haz externo del sincrociclotrón de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Se utilizó el método de las hojuelas metálicas superpuestas (stacked foil) y los productos de reacción se midieron por espectrometría gama.

Se formaron pilas de hojuelas de cadmio de $25,6\text{mg/cm}^2$ de espesor entre las que se intercalaron otras de aluminio ($16,56\text{mg/cm}^2$) que se utilizaron como monitores de flujo midiendo el ^{24}Na , producto de la reacción $(d,\alpha p)$ sobre $^{27}\text{Al}(7)$. Las actividades de los nucleídos formados en las hojuelas de cadmio relativas a la del ^{24}Na en las de aluminio, permiten calcular las secciones eficaces de producción absolutas.

La energía del haz incidente de deuterones fue de 27,5 MeV con un error máximo inferior al 1%. La energía de los deuterones en el medio de cada hojuela del blanco fue calculada en base a tablas de energía-alcance (8). El error en la energía de las partículas en cada hojuela proviene de la dispersión del haz incidente y de la que se produce en el mismo blanco; esta última fue estimada en alrededor de 0,5 MeV para la hojuela a la cual los deuterones llegan con 16 MeV (9).

El espectrómetro fue calibrado con fuentes patrones. La eficiencia de detección fue determinada varias veces durante la medición, coincidiendo los valores obtenidos dentro del 1%. Se utilizó la ecuación $(E_Y) = \text{cte} \cdot E_Y^{-n}$ para interpolar los valores de eficiencia para las energías gama de los rayos estudiados.

Las superficies de los fotopicos fueron calculadas

según el método de Wasson (10,11). Las actividades absolutas se obtuvieron utilizando esas superficies, los valores de eficiencia del detector y los datos de los esquemas de desintegración (12,13).

Las secciones eficaces y sus relaciones para el par isomérico se calcularon en base a la actividad del rayo de 657,7 KeV, para lo cual se realizaron las mediciones en tiempos sucesivos. Ya que los niveles isoméricos no presentan relación genética (12), se analizaron las curvas de desintegración extrapolando a fin de irradiación las actividades con 4,9h y 69,1 min de períodos de semidesintegración. También se calcularon las secciones eficaces para el ^{110m}In ($T_{1/2}=4,9\text{h}$) en base a la actividad del rayo de 997,2 KeV, obteniéndose muy buena coincidencia con los resultados anteriores.

En el intervalo de energía considerado, el par $^{110m/g}\text{In}$ se forma a partir de las siguientes reacciones $^{110}\text{Cd}(d,2n)$, $^{111}\text{Cd}(d,3n)$ y $^{112}\text{Cd}(d,4n)$ cuyos umbrales son respectivamente 7,1 MeV, 14,1 MeV y 23,8 MeV.

En la Tabla 1 y Figuras 1 y 2 se presentan valores proporcionales a las secciones eficaces de producción del ^{110m}In y del ^{110g}In producidos en cada laminilla en función de la energía del deuterón incidente; las secciones eficaces de producción se obtienen multiplicando esos valores por el peso atómico promedio ($\bar{A}$) y dividiéndolos por $\sum a_i$.

$$\bar{A} = \frac{\sum_i A_i a_i}{\sum_i a_i}$$

donde A_i y a_i son el peso atómico y la abundancia isotópica, respectivamente, de los nucleídos que dan origen al ^{110}In .

Las líneas de trazos representan una estimación de la contribución de cada una de las reacciones a la producción de dichos isómeros. Esta estimación se ha hecho en base a trabajos sobre sistemática de funciones de excitación con partículas cargadas (14,16).

Las líneas continuas de las mismas figuras representan las secciones eficaces absolutas, o sea una vez realizadas las correcciones por peso atómico y abundancia isotópica sobre las estimaciones precedentes. Las Tablas 2 y 3 dan información de estos resultados, como así también de la relación de secciones eficaces entre el nivel isomérico de mayor spin ($T_{1/2} = 4,9h$) y el de menor spin ($T_{1/2} = 69,1 \text{ min}$).

Las relaciones isoméricas indican un comportamiento diferente para la reacción $(d,2n)$ se observa que la relación σ_H/σ_L crece al aumentar la energía de los deuterones, de acuerdo al modelo del núcleo compuesto según el cual la transferencia de momento angular al núcleo residual es favorecida a mayores energías.

La relación isomérica para la reacción $(d,3n)$, en cambio, disminuye al aumentar la energía. Este mismo efecto ha sido observado en la reacción $^{90}\text{Zr}(d,3n)^{89m/g}\text{Nb}(2)$.

Este hecho podría explicarse si se tiene en cuenta que, además del mecanismo de núcleo compuesto, pueden coexistir otros como interacciones directas (stripping) en las que la transferencia de momento angular al núcleo residual es inferior a la que corresponde a un mecanismo de núcleo compuesto.

xxxxxxxxxx

1. Wing, J.; ANL - 6598, 1962.
2. Herreros Usher, O., Arizmendi, C.M., Wasilevsky, C. y Nassiff, S.J. (en prensa).
3. Demeyer, A. LYCEN - 7218, 1972.
4. Vandenbosch, R. y Haskin, L. TID - 16648, 1962
5. Vandenbosch, R., Haskin, L. y Norman, J.C.; Phys. Rev. 137(b) 1134, 1965.
6. Demeyer, A., Chevarier, N., Chevarier, A., Pertosa, P. y TRAN MINH DUC; J. Phys. 32: 841, 1971.
7. Martens, U. y Schweimer, W. ; KFK - 1083, 1969.
8. Williamson, C.F., Boujot, J.P. y Picard, J.; CEA - R-3042, 1966.
9. Seltzer, S.M. y Berger, M.J.; NAS-NRC Publ. 1133, Nucl. Sci. Series Report 39, 1964.
10. Baedeker, P.A.; Anal. Chem. 43: 405, 1971.
11. Taczanowski, S.; Report ITJ n°37/1, 1973.
12. Nuclear Data Sheets; B5, 5, 1971.
13. Erdtmann, G. y Soyka, W.; JUL-1003-AC, 1973.
14. Lange, J. y Munzel, H.; KFK-767, 1968.
15. Keller, K.A., Lange, J., Munzel, H. y Pfenning, G.; Landolt-Borstein Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, 5(b), 1973, 5(c) , 1974.
16. Rohm, H.F. y Munzel, H., Radiochim, Acta 17, 195 , 1972 .

Tabla 1

E_d (MeV)	σ_p (mb) $\sum_i a_i / \bar{A}$	
	^{110m}In	^{110g}In
27,28	0.991 $\pm$ 0.036	0.327 $\pm$ 0.034
26,37	0.973 $\pm$ 0.036	0.267 $\pm$ 0.020
25,40	0.966 $\pm$ 0.034	0.302 $\pm$ 0.022
24,405	0.930 $\pm$ 0.034	0.245 $\pm$ 0.018
23,55	0.893 $\pm$ 0.032	0.266 $\pm$ 0.020
22,49	0.890 $\pm$ 0.032	0.231 $\pm$ 0.018
21,41	0.796 $\pm$ 0.028	0.247 $\pm$ 0.018
20,29	0.780 $\pm$ 0.028	0.165 $\pm$ 0.012
19,20	0.664 $\pm$ 0.024	0.285 $\pm$ 0.022
17,94	0.539 $\pm$ 0.020	0.369 $\pm$ 0.032
16,665	0.430 $\pm$ 0.016	0.312 $\pm$ 0.024
15,37	0.332 $\pm$ 0.040	0.322 $\pm$ 0.024
13,93	0.244 $\pm$ 0.000	0.307 $\pm$ 0.028
12,40	0.161 $\pm$ 0.009	0.270 $\pm$ 0.026
10,77	0.066 $\pm$ 0.000	0.213 $\pm$ 0.030

σ (mb) $\sum_i a_i / \bar{A}$ para la producción de ambos niveles isoméricos del ^{110}In

Tabla 2

E_d (MeV)	σ (mb)		σ_{11}/σ_1
	^{110m}In	^{110g}In	
24,496	177,4	97,6	1,82
23,55	201,4	110,6	1,83
22,49	227,1	124,2	1,83
21,41	259,9	143,7	1,81
20,29	292,7	164,1	1,78
19,20	332,6	186,3	1,78
17,94	375,2	221,8	1,69
16,665	390,3	257,2	1,52
15,37	345,9	292,7	1,18
13,93	257,2	283,8	0,91
12,40	120,6	212,9	0,57
10,77	39,9	110,0	0,36

Secciones eficaces absolutas y relaciones isoméricas para la reacción $^{110}\text{Cd}(d,3n)^{110m/g}\text{In}$.

Tabla 3

E_d (MeV)	σ (mb)		σ_n/σ_L
	$^{110m}_{In}$	$^{110g}_{In}$	
27,28	735,0	209,9	3,66
26,37	736,3	182,7	3,98
25,48	687,2	164,4	4,38
24,495	635,0	135,7	4,68
23,55	574,1	112,2	5,12
22,49	500,2	89,6	5,58
21,11	108,8	29,6	13,8
20,29	321,8		
19,20	217,5		
17,94	82,6		

Secciones eficaces absolutas y relaciones isoméricas para $^{111}Ca(d,3n)^{110m/g}_{In}$.

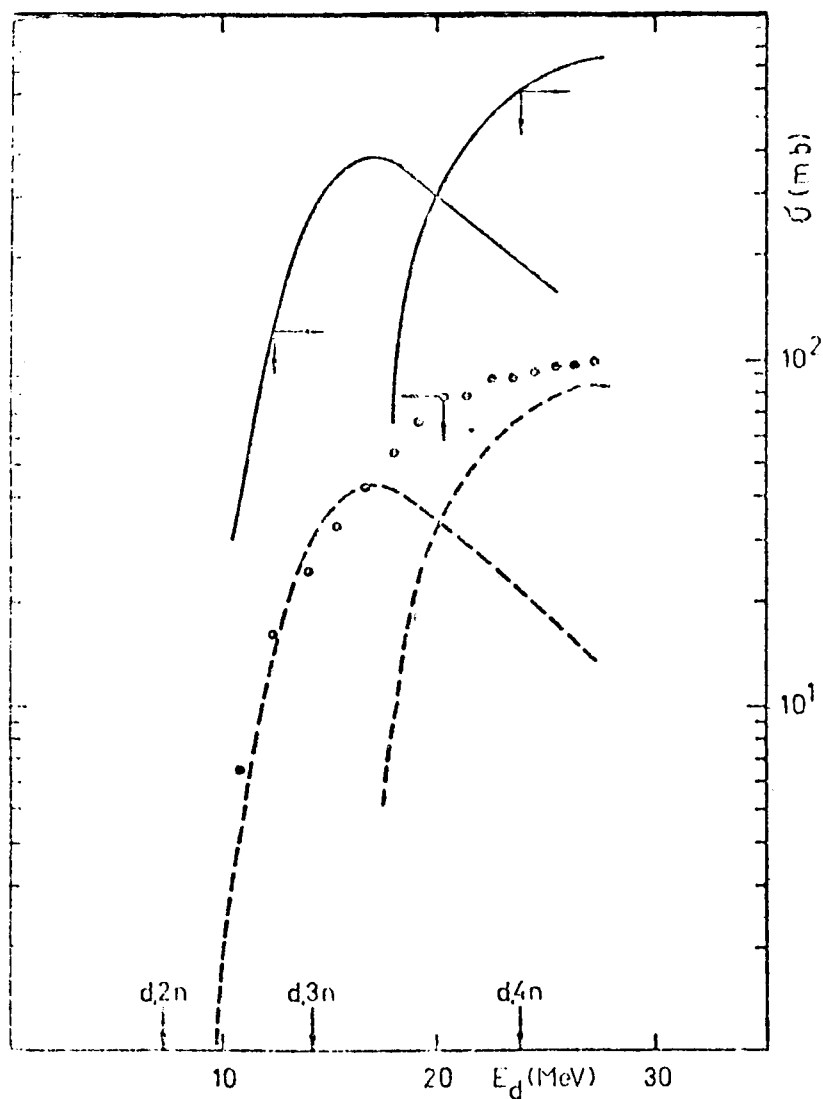


Figura 1

00000 $\sigma(\text{mb}) \sum a_i / \bar{A}$ para $^{110\text{m}}\text{In}$

----- Contribución de las reacciones posibles según referencias 14-16

— Funciones de excitación.

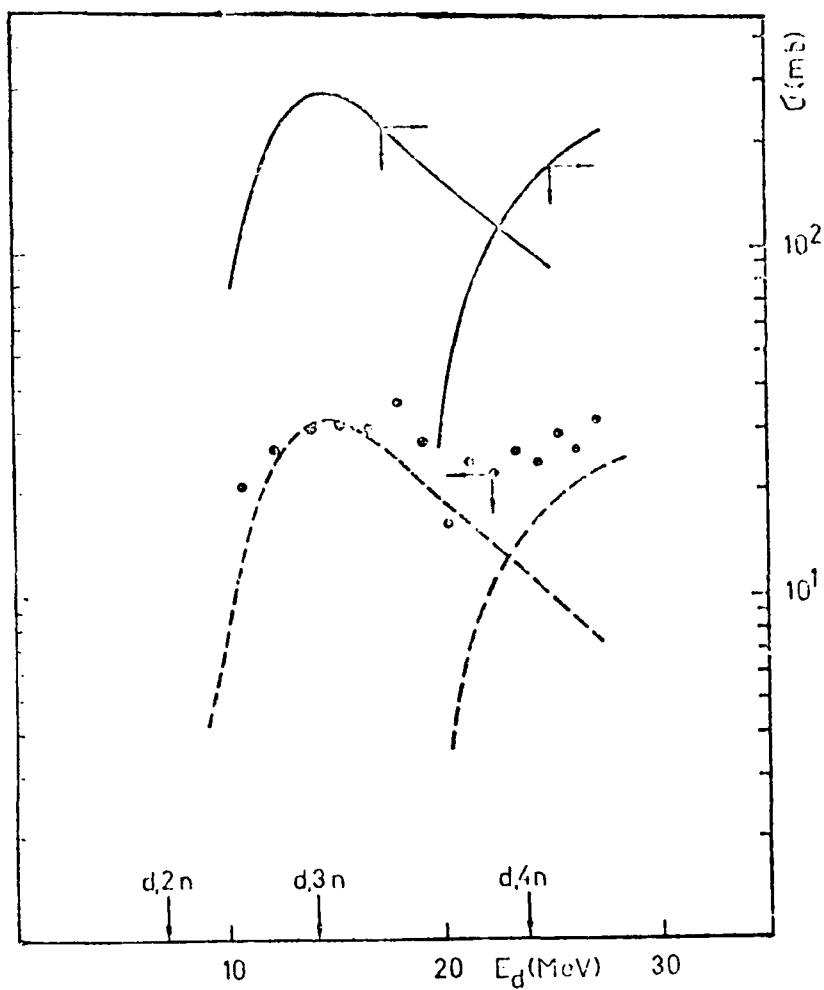


Figura 2

0000 $\sigma(\text{mb}) \quad \Sigma a_i / \bar{A}$ para ^{110}gIn .

---- Contribución de las reacciones posibles según referencias 14-16.

— Funciones de excitación.

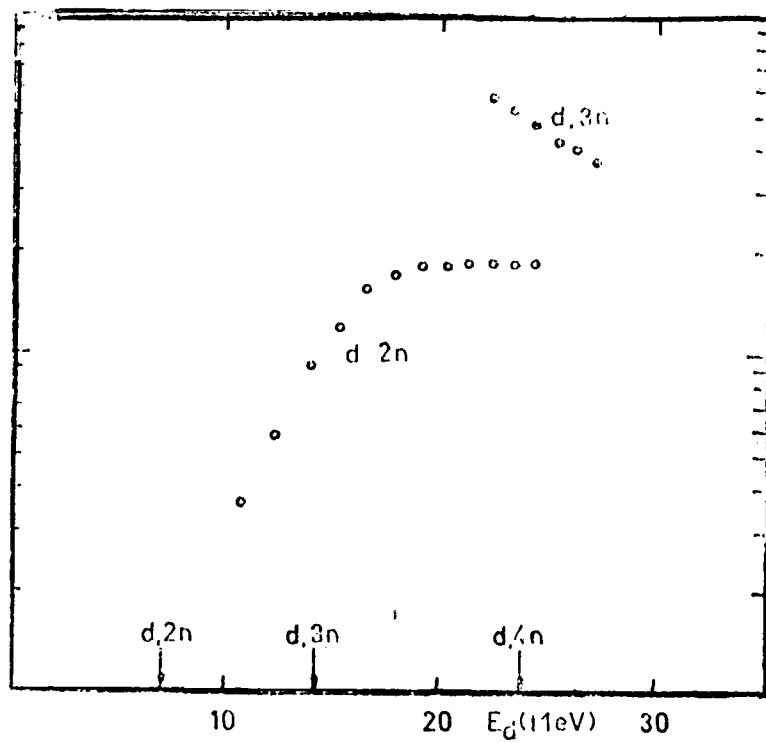


Figura 3

Relaciones isoméricas para las reacciones
(d,2n) y (d,3n).

C.2.1. FUNCIONES DE EXCITACION Y RENDIMIENTOS DE BLANCOS GRUESOS PARA REACCIONES INDUCIDAS POR DEUTERONES SOBRE ZIRCONIO

C.Wasilevsky, F. Dos Santos, O.Herreros Usher y
S.J. Nassiff

Este trabajo presenta los valores experimentales de las secciones eficaces de producción de ^{89}gZr , ^{97}Zr , $^{90\text{m}}\text{Y}$, $^{90\text{g}}\text{Nb}$ e ^{92}Y formados por irradiación de zirconio natural con deuterones. Los resultados fueron comparados con datos publicados por diferentes ^{*} autores (5-9) y con la sistematización de los datos existentes (10-11).

Las secciones eficaces fueron medidas por el método de activación.

Hojuelas metálicas superpuestas (stacked-foils) de zirconio se irradiaron en el haz externo del sincrociclotrón de Buenos Aires. La dispersión máxima en la energía del haz incidente fue estimado por debajo del 1%.

Los blancos fueron preparados con láminas de zirconio natural de alta pureza, provistas por Koch Light Ltd. cuyo espesor era de 13 mg/cm^2 y entre las que se colocaron otras de aluminio de espesor conocido que se usaron como monitores.

La energía de los deuterones en la mitad de cada hojuela del blanco fue calculada utilizando las tablas de Williamson, Boujot y Picard (12). La dispersión de energía en el blanco fue estimada alrededor de 0.5 MeV para la laminilla en la cual la energía de deuterones se encuentra por debajo de 16 MeV (13).

Como la función de excitación de la reacción $^{27}\text{Al}(d, \alpha p)^{24}\text{Na}$ (14) es bien conocida, los rendimientos relativos de los nucleí- dos producidos en el zirconio con respecto a los del ^{24}Na en el aluminio, proporcionan un medio para obtener secciones eficaces absolutas para las reacciones con deuterones sobre zirconio.

Los espectros gamma de cada hojuela se midieron, sin separación química previa, utilizando un detector de Ge(Li) de alta resolución acoplado a un analizador de pulsos multicanal, inmediatamente después del bombardeo con deuterones. La eficiencia de detección fue determinada con fuentes calibradas. Varias determinaciones de eficiencia coincidieron en el error estadístico del 1% . La fórmula $\Sigma(E_{\gamma}) = \text{const. } E_{\gamma}^{-n}$ se usó para interpolar la eficiencia a otras energías.

Los nucleídos producidos por las reacciones inducidas por deuterones fueron identificadas por las curvas de desintegración y la energía de cada fotopico.

Las áreas de los fotopicos fueron calculadas usando el método de Wasson (15-16). Las actividades relativas al fin de irradiación fueron calculadas por extrapolación de las curvas de desintegración. La eficiencia del detector y los datos del esquema de desintegración (17-18) se usaron para convertir el área de los fotopicos en actividad absoluta de cada radionucleído. Estos datos y los del flujo fueron empleados para calcular las secciones eficaces de producción para los nucleídos observados en cada hojuela.

No se realizaron correcciones por dispersión debido

a la falta de uniformidad en el espesor de las laminillas ni por variación de energía en las precedentes. Las pérdidas de productos de reacción por retroceso se consideraron despreciables.

En la Tabla 1 y en las Figs. 1 a 5 pueden verse las secciones eficaces y las funciones de excitación para la producción de los nucleídos medidos en el presente trabajo.

Los errores en los valores de las secciones eficaces surgen de las mediciones de los parámetros involucrados en la determinación de las mismas, tales como la actividad absoluta, el flujo de deuterones, etc. El máximo error en la determinación de las secciones eficaces fue estimado por debajo del 15%.

Como las técnicas radioquímicas detectan los núcleos residuales y no las partículas emitidas, no se puede mediante estas técnicas distinguir ni los mecanismos de reacción ni las diferentes reacciones energéticamente posibles que producen un mismo nucleído a menos que las diferencias entre los "umbrales" sean apreciables. Por ejemplo: (d,t) significa (d,t), (d,p2n) o (d,dn).

Cuando diferentes reacciones nucleares producían un mismo nucleído, las secciones eficaces de producción medidas no se corrigieron por la abundancia isotópica de cada uno de los isótopos de zirconio que daban origen a dicho nucleído producto, ni tampoco por sus pesos atómicos.

Para evaluar las contribuciones de las diferentes reacciones se consideraron las formas de las funciones de excitación dadas por Lange y Munzel en su trabajo de sistemática (10), teniendo en cuenta la energía umbral de cada reacción.

Las funciones de excitación incluyen en algunos casos contribuciones de la desintegración de precursores de períodos de semidesintegración cortos.

El ^{89g}Zr producido directamente por $^{90}\text{Zr}(d,t)^{89g}\text{Zr}$ (Fig.1) puede ser parcialmente generado por ^{89m}Zr y por $^{89m/g}\text{Nb}$ y por lo tanto éstos contribuyen al rendimiento de ^{89g}Zr . El período de semidesintegración del ^{89m}Zr es de 4,18m y los de ^{89m}Nb y ^{89g}Nb son respectivamente de 2,03 hs. y de 1,1 hs. Esto es, el ^{89m}Zr y $^{89m/g}\text{Nb}$ producidos durante el bombardeo pueden ser detectados como ^{89g}Zr en los espectros medidos varias horas o días después de la irradiación. No se conoce ninguna publicación previa referente a las funciones de excitación para reacciones (d,t) sobre ^{90}Zr .

En la Fig.2 está representada la función de excitación para la reacción $^{96}\text{Zr}(d,p)^{97}\text{Zr}$ obtenida en el presente trabajo y confrontada con los resultados observados por Otozai (8) y Bock (9).

La Fig.3 muestra los valores de σ_p obtenidos en el presente trabajo para la producción de ^{90m}Y . Debe tenerse en cuenta que el peso atómico ($\bar{A}$) fue considerado como:

$$\bar{A} = \frac{\sum_i A_i a_i}{\sum_i a_i}$$

y la abundancia isotópica como $\sum_i a_i$ donde A_i y a_i son respectivamente el peso atómico y la abundancia isotópica de los nucleidos blancos involucrados en la producción del núcleo residual. Las contribuciones de las reacciones $^{90}\text{Zr}(d,2p)$, $^{91}\text{Zr}(d,2pn)$ y

$^{92}\text{Zr}(d,2p2n)$ y $^{92}\text{Zr}(d,\alpha)$ no fueron estimadas. Los datos del presente trabajo y los valores obtenidos por Anders y Meinke (7) son comparables.

La Fig. 4 muestra los valores de $\sigma_p(\text{mb}) \sum_i a_i / \bar{A}$ para la producción de ^{90g}Nb . En el intervalo de energía considerado el ^{90g}Nb se produce por desintegración de ^{90m}Nb (18,8 seg) y por las reacciones $^{90}\text{Zr}(d,2n)$, $^{91}\text{Zr}(d,3n)$ $^{92}\text{Zr}(d,4n)$ cuyas energías umbrales son 9,50 MeV, 16,66 MeV y 25,81 MeV respectivamente. Las funciones de excitación graficadas como curvas punteadas representan las contribuciones estimadas de las reacciones posibles. Las cruces son los resultados publicados por otros autores (5). Si se aplica la corrección debida a las abundancias relativas de ^{90}Zr y ^{91}Zr los resultados concuerdan.

La función $\sigma_p(\text{mb}) \sum_i a_i / \bar{A}$ para la formación de ^{92}Y se ve en la Fig. 5. Las curvas de trazos representan una estimación de la contribución de las reacciones $^{94}\text{Zr}(d,\alpha)$, $^{92}\text{Zr}(d,2p)$ y $^{96}\text{Zr}(d,\alpha 2n)$ con energías umbrales de 0,0 MeV, 5,2 MeV y 6,1 MeV respectivamente. La función de excitación de la reacción $^{94}\text{Zr}(d,\alpha)^{92}\text{Y}$, publicada por Anders y Meinke (6) se representa como una línea punteada.

Las secciones eficaces máximas obtenidas de nuestros datos fueron comparadas con los de la sistemática para funciones de excitación (10-11) obteniéndose buena concordancia.

No se intentó aclarar los mecanismos de reacción para las funciones de excitación en el marco del presente trabajo.

Los rendimientos de blancos gruesos para la formación de ^{89g}Zr han sido calculados por integración numérica usando

los valores experimentales de las secciones eficaces obtenidas en este trabajo con el método propuesto por Munzel y Svoda (10-3). Los valores usados para la integración de los diferentes rangos de energía se muestran en la Tabla 2. Los resultados usados para graficar la Fig. 6 son los obtenidos previamente antes de la correspondiente integración. Debe ser tenido en cuenta que para la evaluación de los blancos gruesos se tomó la abundancia isotópica igual a 0,5146.

xxxxxxxxxx

1. Svoboda, K. y Silvester, D.J.: Int. Journ. of Appl. Rad. and Isotop. 23.203. 1973.
2. Schweikert, E.A. , Ginley, J.R. Mc y Stock, J.J.: Transactions of the American Nuclear Society, International Nuclear and Atomic Activation Analysis Conferencia and Nineteenth, Annual Meeting on Analytical Chemistry in Nuclear Technology; October 14-16, 1975. Gatlinburg, Tennessee.
3. Svoboda, K.: U.J.V. Report 2258 Ch, Czechoslovakia, 1969.
4. Rohm, H.F., Keller, K.A. y Munzel, H.: K.F.K. 1730. Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1973.
5. Mercader, R.C., Caracoche , M.C. y Mocoroa, A.B.: Z. Physik 255. 103-1972.
6. Anders, O.U.: AECU- 3513 , 1957.
7. Anders, O.U. y Meinke, W.: Phys. Rev. 120: 214, 1960 .
8. Otozai, K., Kuze, S., Okamura, H , y Mito, A. : Nucl. Phys. A.107 : 427, 1968.
9. Bock, P.: Z. Physik 164: 548, 1961.
10. Lange, J. y Munzel, H. : Report KFK 767, Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1968.

11. Keller, K.A., Lange, J., Munzel, H, y Pfenning, G.: Landolt-Borstein. Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology ,5(b), 1973 y (c), 1974.
12. Williamson, C.F., Boujot , J.P., Picard, J.: Rapport CEA-R 3042.
13. Seltzer, S. M., Berger. M.J.: Report NAS-NRC, Publ. 1133; Nucl. Sec. Series Report 39: 1964.
14. Martens, U., Schweimer, G.M.: Report KFK 1083, Kernforschungszentrum, Karlsruhe, 1969.
15. Baedeker, P.A.: Anal.Chem. 43 : 405, 1971.
16. Taczanowski, S.: ITJ 37/1, 1973.
17. Lederer, C.M., Hollander, J.M. y Perlman, L. : Table of Isotopes, Wiley and Sons, New York, 1967.
18. Nuclear Data Sheets: National Academy of Sciences.

Tabla 1

E_d (MeV)	σ (mb)		σ_p (mb)	σ_p (mb) $\Sigma a_i / \bar{A}$	
	$^{89}\text{g Zr}$	^{97}Zr	^{90m}Y	^{90g}Nb	^{92}Y
25.3		207.0		4.318	0.058
25.0	151.0	180.0		4.088	0.044
21.6	183.0	168.0		4.934	0.054
23.5	145.0	173.0		5.519	0.051
22.8		192.0		5.780	0.050
22.0	132.0	214.0		5.780	0.050
21.2	67.8	192.0	18.8	6.275	0.053
20.5		217.0	18.9	5.879	0.053
10.7		235.0	17.5	5.945	0.057
18.8	18.8	220.0	17.6	5.791	0.054
17.9	17.7	242.0			0.058
16.9	17.0		17.0	5.648	0.052
16.9	7.1	227.0	17.4	5.560	0.053
14.9		234.0		4.714	0.059
13.8		241.0	16.4	3.417	0.059
12.6		264.0		2.121	0.049
11.3		194.0	15.3	0.235	0.035
9.5		121.0			0.019
8.3		88.0	9.7		0.014
7.3		58.0			0.007
6.1		5.6	3.0		

Secciones eficaces para los nucleidos producidos por reacciones inducidas por deuterones sobre zirconio.

Tabla 2

Intervalo de Energía	Espesor del blanco	Sección Eficaz	Actividad a Saturación	Actividad a Saturación	$\Sigma A_t/10$	ΣA_{1h}
(MeV)	(mg/cm ²)	(m.b.)	($\mu Ci/\mu A$)	($\mu Ci/\mu A$)	($\mu Ci/\mu A$)	($\mu Ci/\mu Ah$)
25-24	48.3	164	4.6014×10^3	1.7623×10^4	1.1802×10^3	1.7893×10^2
24-23	46.9	152	4.141×10^3	1.3022×10^4	8.7204×10^2	1.3221×10^2
23-22	5.4	130	3.432×10^3	8.3810×10^3	5.9473×10^2	9.0109×10^1
22-21	43.2	85	2.170×10^3	5.4490×10^3	3.6490×10^2	5.5324×10^1
21-20	42.5	54	1.335×10^3	3.2790×10^3	2.1958×10^2	3.3282×10^1
20-19	40.9	35	8.327×10^2	1.9440×10^3	1.3018×10^2	1.9730×10^1
19-18	39.5	22	5.055×10^2	1.1113×10^3	7.442×10^1	1.1283×10^1
13-17	37.2	16	3.527×10^2	6.058×10^2	4.057×10^1	6.1507
17-18	36.3	12	2.531×10^2	2.531×10^2	1.695×10^1	2.5697

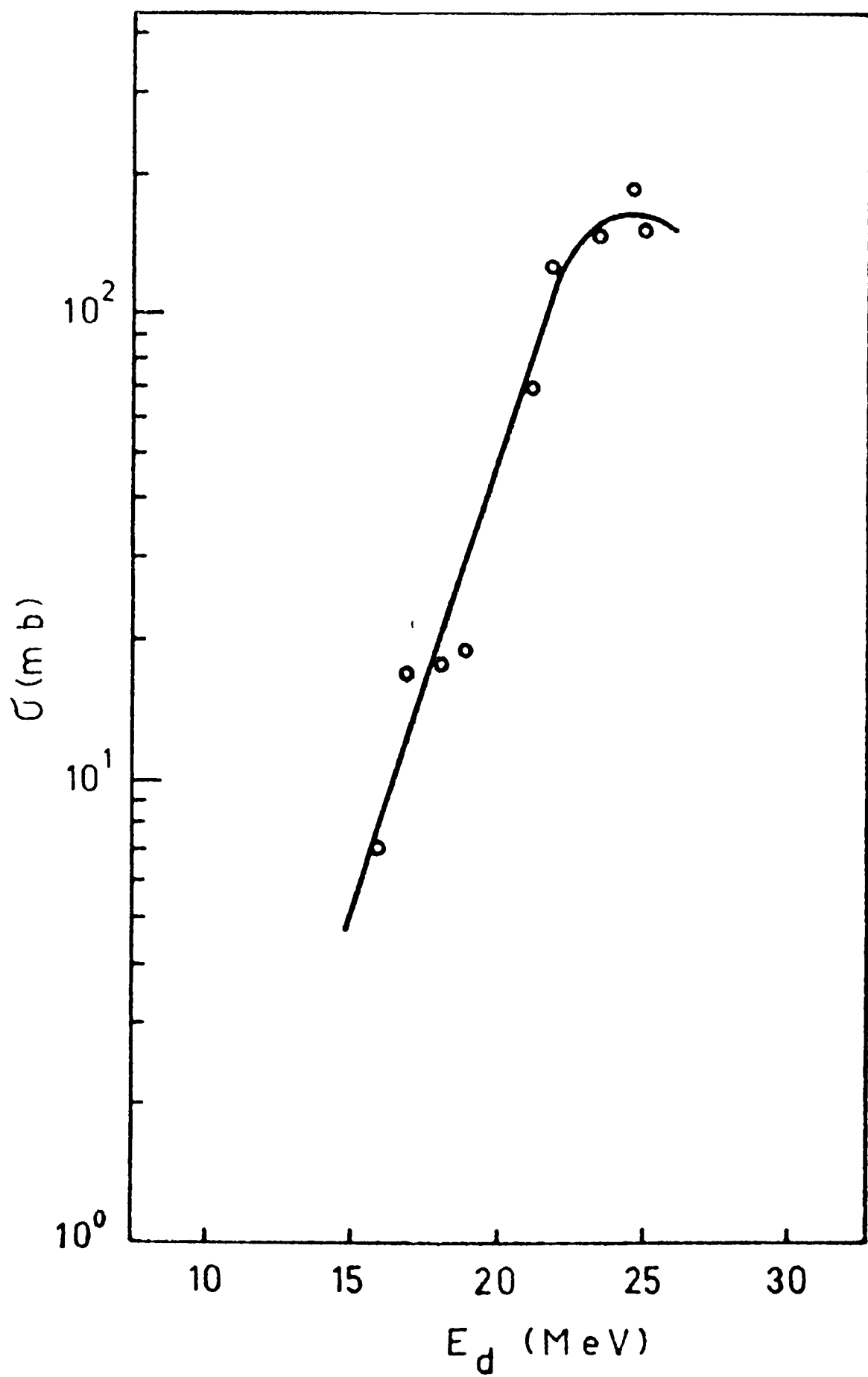


Figura 1

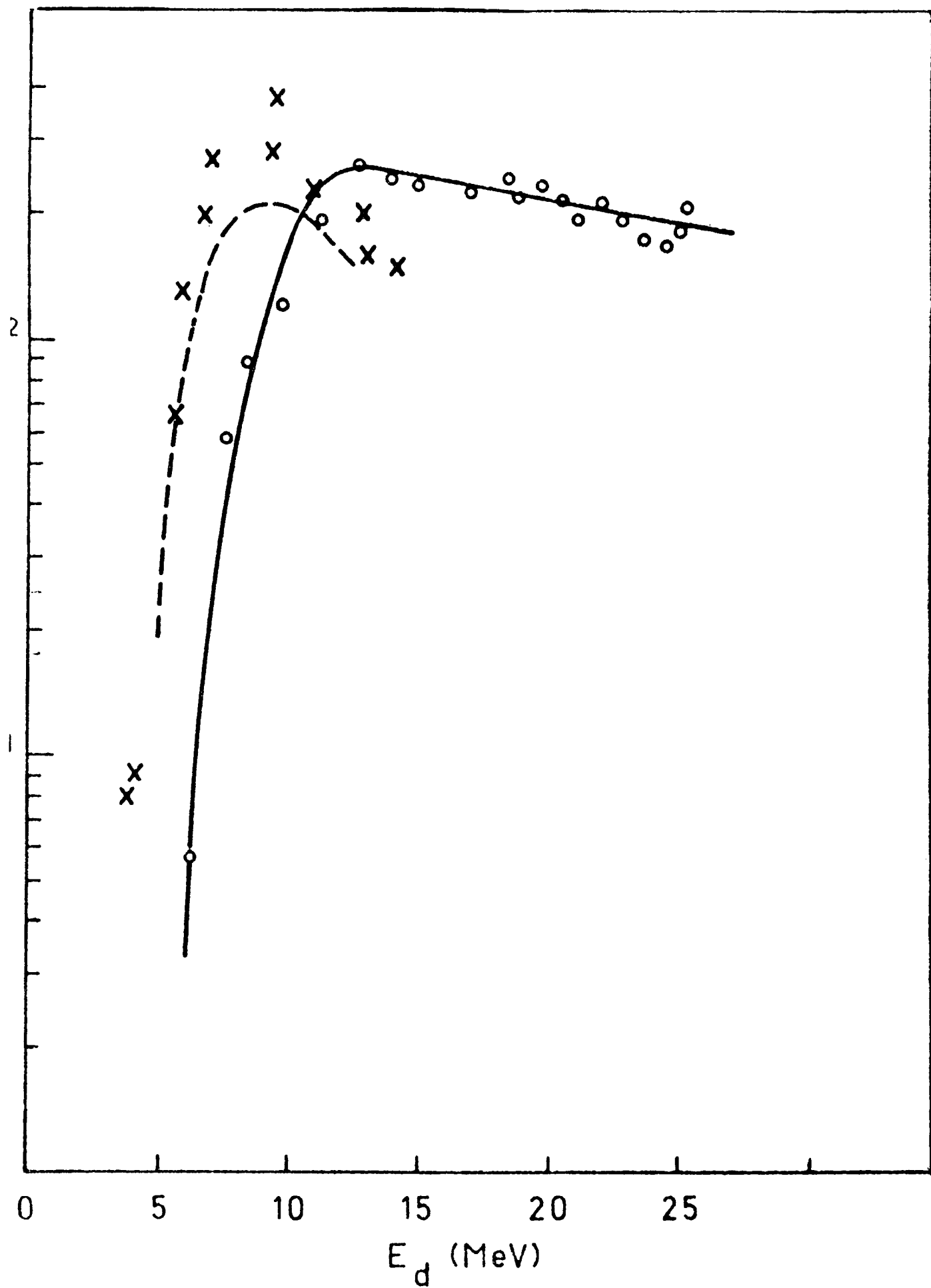


Figura 2

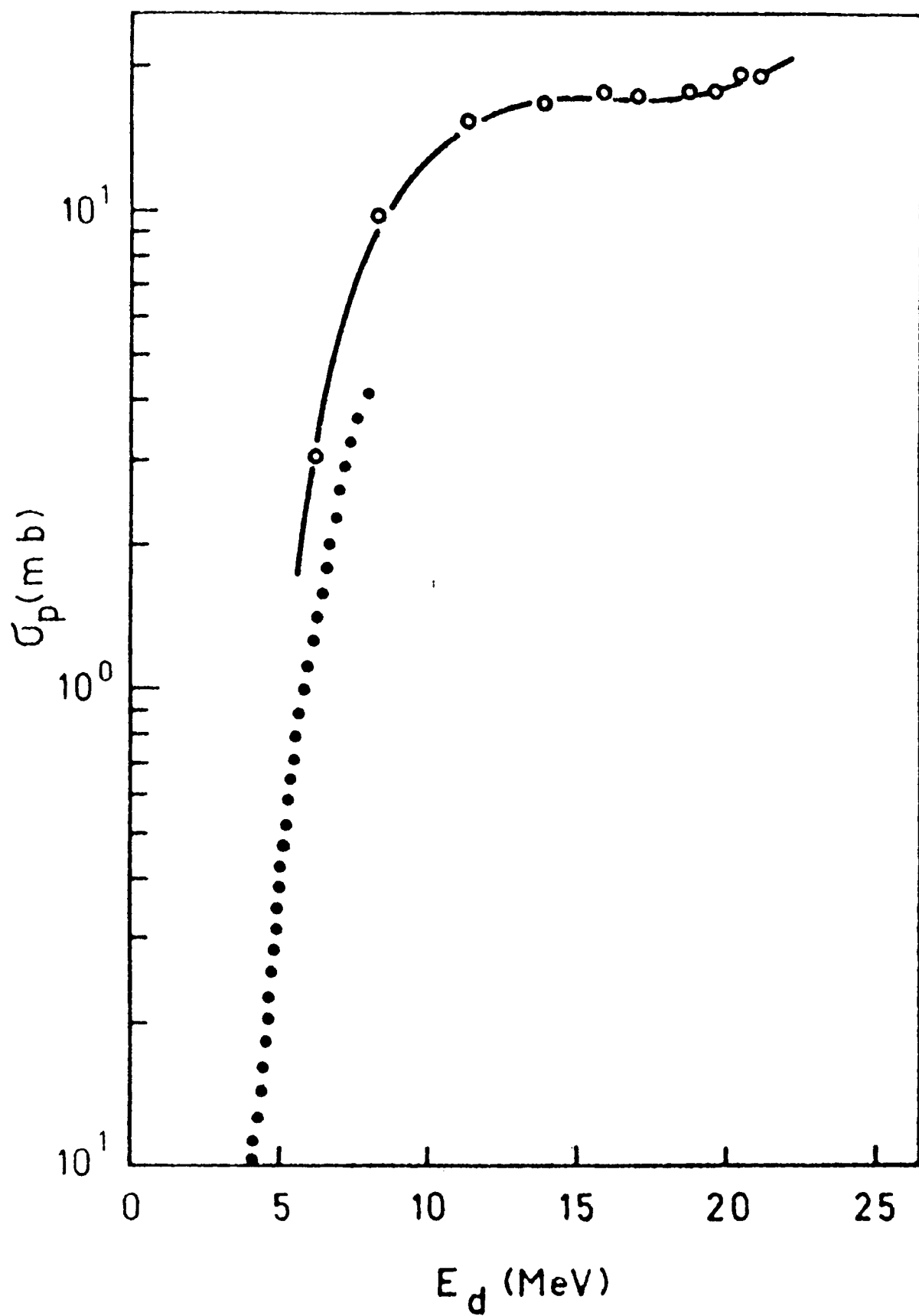


Figura 3

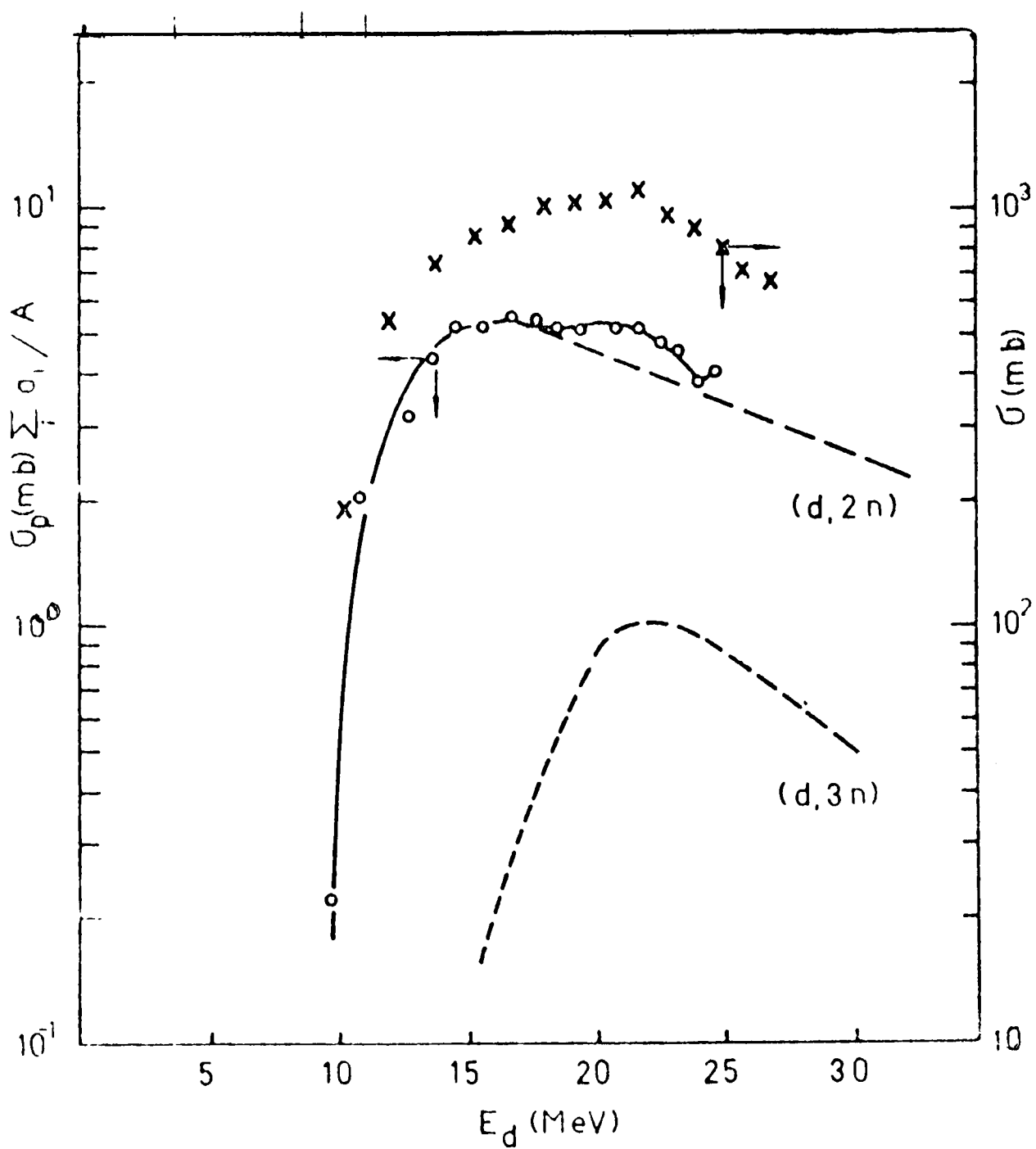


Figura 4

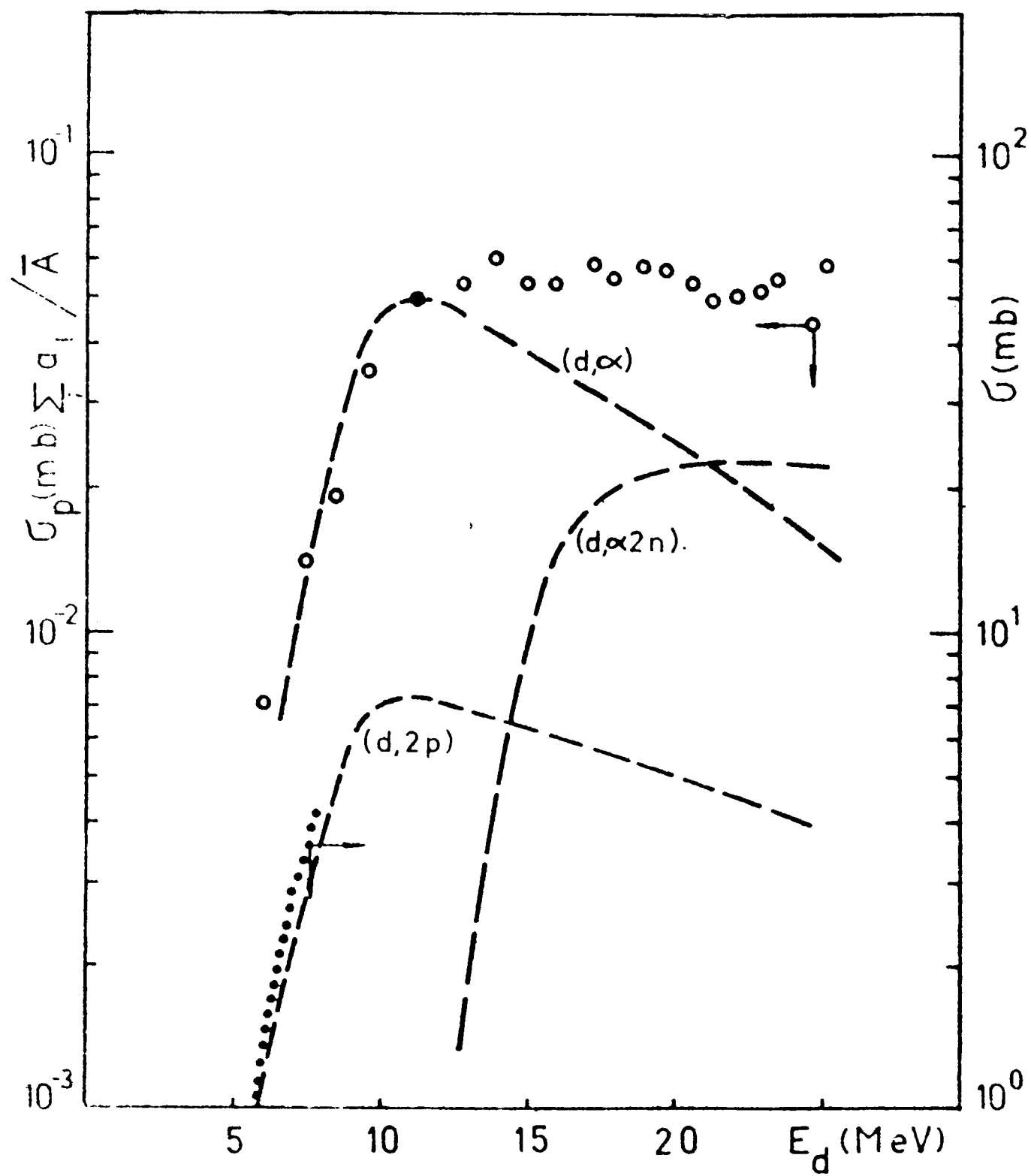


Figura 5

C.2.2. SECCIONES EFICACES DE PRODUCCION DE $^{109}\text{g}_{\text{In}}$, $^{111}\text{g}_{\text{In}}$, $^{113}\text{m}_{\text{In}}$ y $^{115}\text{g}_{\text{Cd}}$, FORMADOS POR REACCIONES INDUCIDAS CON DEUTERONES SOBRE CADMIO

O.Herreros Usher, C.Wasilevsky, M. De la Vega Vedoya y S.J. Nassiff.

Mediante el método de activación de hojuelas, fueron medidas secciones eficaces de producción de $\text{Cd}(\text{d},\text{xn})$ $^{109}\text{g}_{\text{In}}$, $\text{Cd}(\text{d},\text{xn})$ $^{111}\text{g}_{\text{In}}$, $\text{Cd}(\text{d},\text{xn})$ $^{113}\text{m}_{\text{In}}$ y $\text{Cd}(\text{d},\text{pxn})$ $^{115}\text{g}_{\text{Cd}}$, para deuterones de hasta 27,5 MeV.

Las irradiaciones se efectuaron en el sincrociclotrón de la Comisión Nacional de Energía Atómica de la Argentina.

Se expusieron hojuelas apiladas de cadmio natural, intercaladas con otras de aluminio, al haz de deuterones del sincrociclotrón. En cada caso el blanco de hojuelas tuvo el espesor suficiente para frenar los deuterones de 27,5 MeV del haz externo. La dispersión en energía del haz incidente fue estimada como menor del 1%.

La energía de los deuterones en el punto medio de cada hojuela del blanco se determinó a partir de las tablas de alcance-energía (16).

La función de excitación para la reacción $^{27}\text{Al}(\text{d},\text{xp})$ ^{24}Na es bien conocida (18), lo cual nos permite obtener secciones absolutas.

Después de irradiadas, se midió el espectro gamma de cada hojuela con un detector de Ge(Li) de alta resolución,

acoplado a un analizador de altura de pulsos multicanal.

La calibración del espectrómetro permitió mediciones de energía gama así como de intensidades de pico. La eficiencia absoluta de detección se determinó con fuentes calibradas de actividad conocida. Las diferentes determinaciones de eficiencia concuerdan dentro del 1% de error estadístico. Para interpolar la eficiencia $\epsilon(E_Y)$ a otras energías se usó la fórmula $\epsilon(E_Y) = C \cdot E_Y^{-n}$.

Se usó el método de Wasson para determinar el número de cuentas por unidad de tiempo en los fotopicos observados en cada espectro (9,10).

Las actividades al fin de las irradiaciones respectivas fueron calculadas por extrapolación de las curvas de desintegración. La eficiencia absoluta del detector y los datos de los esquemas de desintegración (11,12) se usaron para convertir los datos de conteo para los picos observados en velocidades de desintegración de los nucleídos.

El espesor de las hojuelas y las mediciones del flujo de deuterones se usaron para calcular las secciones eficaces de producción de todos los isótopos observados en cada lámina.

En la Tabla 1 y Figuras 1 a 4 se muestran valores proporcionales a las secciones eficaces de producción; éstas últimas se obtienen multiplicando dichos valores por el peso atómico promedio $\bar{A}$, y dividiéndolos por $\sum a_i$

$$\bar{A} = \frac{\sum_i A_i a_i}{\sum_i a_i}$$

donde A_i y a_i son respectivamente los pesos atómicos y las abundancias isotópicas de los nucleídos que dan origen al

producto en cuestión.

En los respectivos gráficos se indican las energías umbral, de las Tablas de Keller, Lange y Munzel (13), para algunas reacciones que pueden dar origen a los nucleídos. De estos umbrales es posible sacar conclusiones, acerca de cuales sean las reacciones que principalmente contribuyen en la zona de bajas energías de la curva.

Los errores en las secciones eficaces se estimaron en un 15% y fueron obtenidos por propagación cuadrática de las contribuciones de los análisis de picos, de las curvas de desintegración, eficiencias absolutas del detector, esquemas de desintegración, espesor del blanco y flujo de deuterones.

Cuando varias reacciones sobre diferentes nucleídos contribuyen a la formación de un dado nucleído producto, no fueron corregidas las secciones eficaces de producción, por la abundancia isotópica de cada nucleído blanco. Para evaluar estas contribuciones fueron consideradas las formas de las funciones de excitación dadas por Lange y Munzel (8).

Las secciones eficaces absolutas para una dada reacción pueden obtenerse de las curvas evaluadas de esta manera corrigiendo por la relación del peso atómico a la abundancia isotópica del nucleído blanco involucrado.

Las funciones de excitación pueden en algunos casos incluir contribuciones por la desintegración de precursores de corta vida media.

La Fig. 1 muestra las secciones de producción del $^{109}\text{g}_{\text{In}}$

multiplicadas por las Σa_i y divididas por el peso atómico promedio. En el intervalo de energía considerado, el ^{109}gIn es producido por reacciones (d,n) y (d,3n); las curvas de trazos representan valores estimados para las diferentes reacciones posibles. Las secciones eficaces medidas incluyen las contribuciones debidas a la desintegración de dos precursores de vida corta, los estados isoméricos de 0,215 seg. y 1,34 min. de períodos de semidesintegración.

El ^{111}gIn (Fig. 2) puede generarse parcialmente por desintegración de su isómero más corto, el $^{111\text{m}}\text{In}$ ($T_{1/2} = 7,6$ min). Las contribuciones de las reacciones (d,n), (d,2n) y (d,3n) se estimaron tomando en cuenta el trabajo de sistemática de Munzel y otros, (4,5) y se representaron en la Fig. 2 como líneas de trazos.

Los círculos en la Fig. 3 muestran los valores de la función de excitación multiplicados por las Σa_i y divididos por el peso atómico promedio para la producción de $^{113\text{m}}\text{In}$, obtenidos en el presente trabajo. Fueron estimadas las contribuciones de ^{112}Cd (d,n), ^{113}Cd (d,2n) y ^{114}Cd (d,3n).

La Fig. 4 muestra las secciones eficaces de producción de ^{115}Cd multiplicadas por las Σa_i divididas por el peso atómico promedio, para las reacciones ^{114}Cd (d,p), y ^{116}Cd (d,t). Las líneas de trazos representan sus contribuciones estimadas. En la Fig. 5 los resultados de este trabajo para la reacción (d,p) se comparan con aquellos de Natowitz y Wolke (6).

El rendimiento de blancos gruesos para la formación

de ^{111}gIn ($T_{1/2}=2.83\text{d}$) ha sido calculado por integración numérica a partir de los valores experimentales de secciones eficaces obtenidos en el presente trabajo (Fig.2) con el método propuesto por Svoboda (1,4); se desarrolló un programa de computadora. Los valores para los diferentes rangos de energía de integración se muestran en la Tabla 2. Debe tenerse en cuenta que en nuestros resultados para blancos gruesos, la abundancia isotópica fue considerada como $\sum a_i = 0.615$.

Los resultados han sido usados para obtener la Fig.6.

Los valores experimentales no están corregidos por peso atómico y abundancia isotópica relativa. Las líneas de trazos representan las estimaciones de las diferentes reacciones posibles.

xxxxxxxxx

1. Svoboda, K.S.: U.J. Report 2258 Ch., Czechoslovakia, 1969.
2. Toth, K.S., Fulmer, C.B., y Barbier, M. : Nucl. Instr. Method. 42: 128, 1966.
3. Fulmer, C.B., Toth, K.S. y Barbier, M. : Nucl. Instr. Method. 31: 45, 1964.
4. Lange, J. y Munzel, H.: Report K.F.K. 767 Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1968.
5. Keller, K.A., Lange, J., Munzel, H. y Pfennig, G.: Landolt Borstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, 5 (b), 1973.
6. Natowitz, J.B. y Wolke, R.L.: Phys. Rev. 155: 1352, 1967.
7. Williamson, C.F., Boujot, J.P. y Picard, J.: Repport CEA-R, 3042.

8. Martens, U., Schweimer, G.M.: Report K.F.K. 1083, Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1969.
9. Baedeker, P.A.: Anal. Chem. 43 : 405-, 1971.
10. Taczanowski, S. : ITJ 37 (1), 1973.
11. Nuclear Data Sheets: National Academy of Sciences.
12. Erdtmann, G. y Soyka, W.: Jul-1003-AC, Sep. 1973.
13. Keller, K.A., Lange, L., Munzel, H.: Landolt- Borstein; Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology. 5 (a), 1973.

XXXXXXXXXXXXX

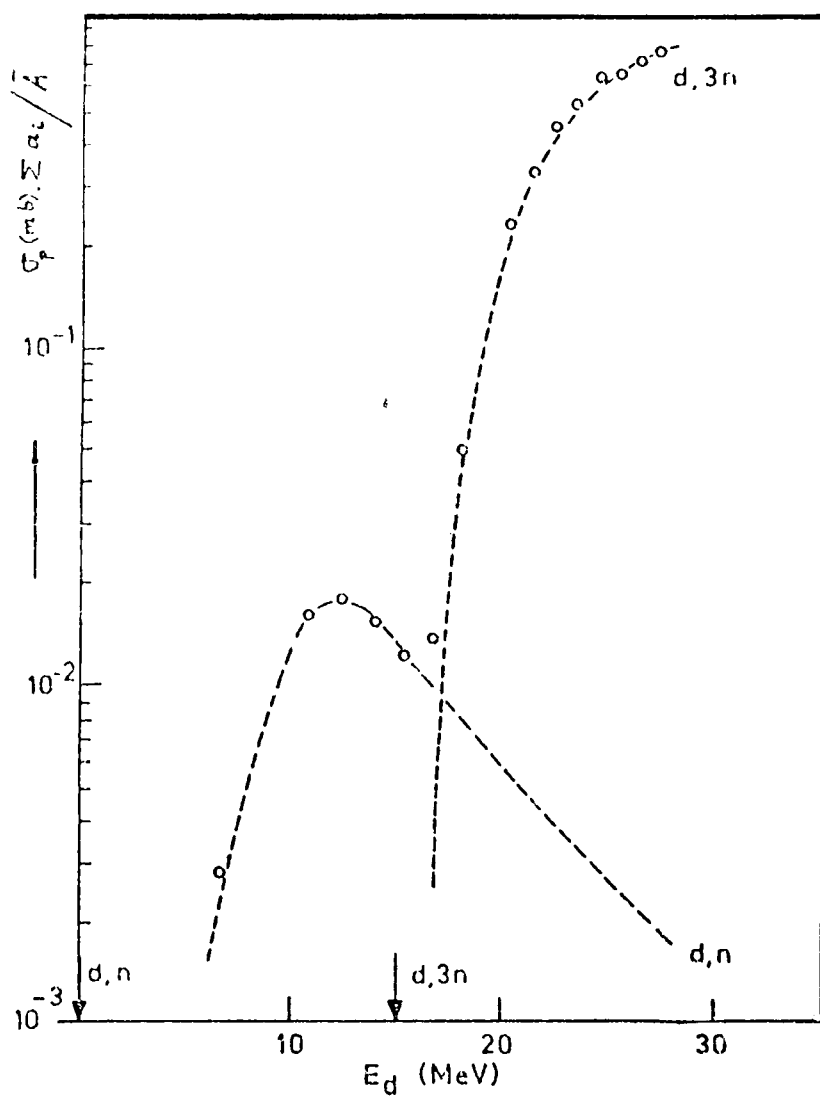
Tabla 1

E _d (MeV)	$\sigma_p(mob) \Sigma a_i / \bar{A}$			
	¹⁰⁹ g In	¹¹¹ g In	^{113m} In	¹¹⁵ g Cd
27.28	0.7825	3.2478	0.5142	0.3865
26.37	0.7267	3.0157	0.5429	0.3521
25.48	0.6727	2.9074	0.5691	0.3800
24.495	0.6517	2.7866	0.5177	0.3987
23.55	0.5375	2.6886	0.5601	0.4051
22.49	0.4678	2.4778	0.6262	0.4018
21.41	0.3381	1.9003	0.5355	0.4152
20.29	0.2391	2.1096	0.5673	0.4685
19.20	0.1305	2.0527	0.5222	0.4601
17.94	0.0510	1.5984	0.5003	0.4482
16.665	0.0140	1.4038	0.5146	0.4618
15.37	0.0124	1.1605	0.4219	0.4553
13.93	0.0156	0.9844	0.3462	0.4769
12.40	0.0182	0.8239	0.2933	0.4938
10.77	0.0163	0.7169	0.2938	0.6290
8.91	---	0.2176	---	0.4069
6.70	0.0028	0.0495	0.0583	0.1029
3.80	--	0.0487	---	---

Secciones eficaces para la producción de ¹⁰⁹gIn, ¹¹¹gIn, ^{113m}In y ¹¹⁵gCd por reacciones inducidas con deuterones sobre cadmio natural, divididas por el peso atómico promedio y multiplicadas por las $\sum_i a_i$.

Tabla 2

Intervalo de Energía	Espesor del Blanco	$\sigma_p \sum a_i$	Actividad A	Actividad A	$\sum A_{t/10}$	$\sum A_{1h}$
		A	SATURACION	SATURACION		
(MeV)	(mg/cm ²)	(m.b.)	($\mu\text{Ci}/\mu\text{A}$)	($\mu\text{Ci}/\mu\text{A}$)	($\mu\text{Ci}/\mu\text{A}$)	($\mu\text{Ci}/\mu\text{Ah}$)
27.5-26	84,04	3,08	$2,5915 \times 10^4$	$1,52649 \times 10^5$	$1,0222 \times 10^4$	$1,5499 \times 10^3$
26-25	53,40	2,90	$1,5775 \times 10^4$	$1,26314 \times 10^5$	$8,4588 \times 10^3$	$1,2825 \times 10^3$
25-24	51,90	2,80	$1,4784 \times 10^4$	$1,10659 \times 10^5$	$7,4037 \times 10^3$	$1,1225 \times 10^3$
24-23	50,40	2,65	$1,3588 \times 10^4$	$9,5774 \times 10^4$	$6,4137 \times 10^3$	$9,724 \times 10^2$
23-22	48,80	2,48	$1,2313 \times 10^4$	$8,2186 \times 10^4$	$5,5037 \times 10^3$	$8,344 \times 10^2$
22-21	47,30	2,30	$1,1068 \times 10^4$	$6,9873 \times 10^4$	$4,6792 \times 10^3$	$7,094 \times 10^2$
21-20	45,70	2,12	$9,8570 \times 10^3$	$5,8946 \times 10^4$	$3,9380 \times 10^3$	$5,970 \times 10^2$
20-19	44,10	1,92	$8,6145 \times 10^3$	$4,8948 \times 10^4$	$3,2779 \times 10^3$	$4,970 \times 10^2$
19-18	42,50	1,74	$7,5236 \times 10^3$	$4,0333 \times 10^4$	$2,7009 \times 10^3$	$4,035 \times 10^2$
18-17	40,90	1,57	$6,5330 \times 10^3$	$3,2809 \times 10^4$	$2,1972 \times 10^3$	$3,331 \times 10^2$
17-16	39,20	1,41	$5,6234 \times 10^3$	$2,6277 \times 10^4$	$1,7597 \times 10^3$	$2,668 \times 10^2$
16-15	37,60	1,25	$4,7818 \times 10^3$	$2,0653 \times 10^4$	$1,3831 \times 10^3$	$2,097 \times 10^2$
15-14	35,90	1,08	$3,9443 \times 10^3$	$1,5871 \times 10^4$	$1,0629 \times 10^3$	$1,611 \times 10^2$
14-13	34,20	0,93	$3,2359 \times 10^3$	$1,2072 \times 10^4$	$8,084 \times 10^2$	$1,226 \times 10^2$
13-12	32,50	0,78	$2,5791 \times 10^3$	$8,8364 \times 10^3$	$5,917 \times 10^2$	$8,97 \times 10$
12-11	30,70	0,65	$2,0302 \times 10^3$	$6,2573 \times 10^3$	$4,190 \times 10^2$	$6,35 \times 10$
11-10	29,00	0,51	$1,5047 \times 10^3$	$4,2271 \times 10^3$	$2,831 \times 10^2$	$4,29 \times 10$
10-9	27,10	0,37	$1,0202 \times 10^3$	$2,7224 \times 10^3$	$1,823 \times 10^2$	$2,76 \times 10$
9-8	25,30	0,26	$6,692 \times 10^2$	$1,7022 \times 10^3$	$1,140 \times 10^2$	$1,73 \times 10$
9-7	23,30	0,18	$4,267 \times 10^2$	$1,0330 \times 10^3$	$6,920 \times 10$	$1,05 \times 10$
7-6	21,49	0,13	$2,842 \times 10^2$	$6,063 \times 10^2$	$4,060 \times 10$	$6,20$
6-5	19,46	0,10	$1,980 \times 10^2$	$3,221 \times 10^2$	$2,160 \times 10$	$3,30$
5-4	17,43	0,07	$1,241 \times 10^2$	$1,241 \times 10^2$	$8,30$	$1,30$



. Figura 1

$\sigma_p(\text{mb}) \cdot \Sigma a_i / \bar{A}$ para el ^{109}gIn

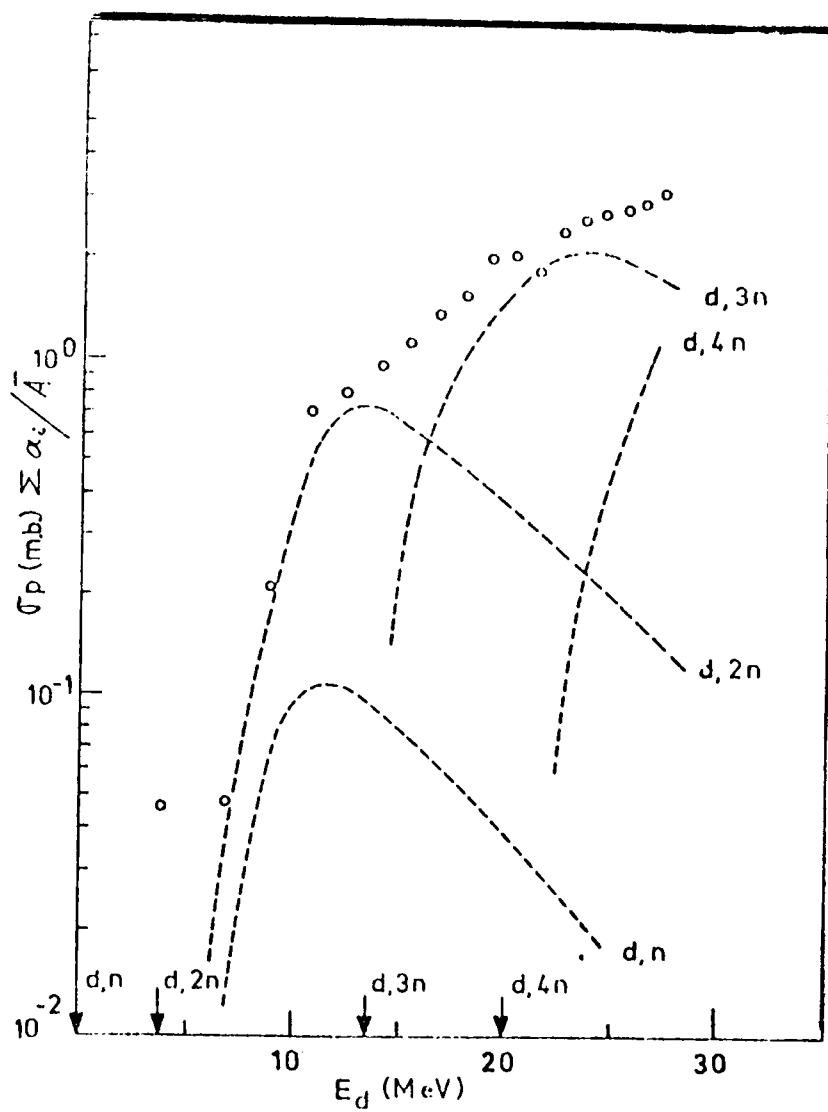


Figura 2
 $\sigma_p(\text{mb}) \sum a_i / \bar{A}$ para ^{111}gIn

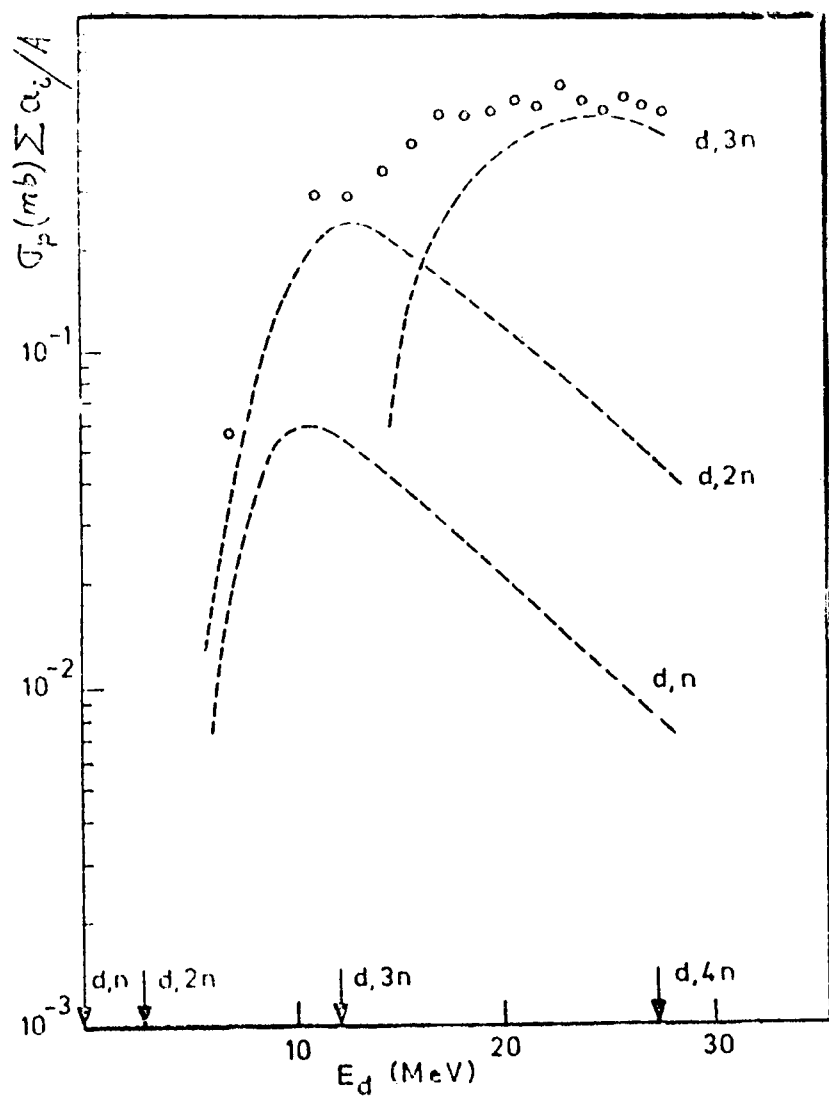


Figura 3
 $\sigma_p(\text{mb}) \sum a_i / \bar{A}$ para $^{113\text{m}}\text{In}$.

Los valores experimentales no están corregidos por peso atómico y abundancia isotópica relativa. Las líneas de trazos representan las estimaciones de las diferentes reacciones posibles.

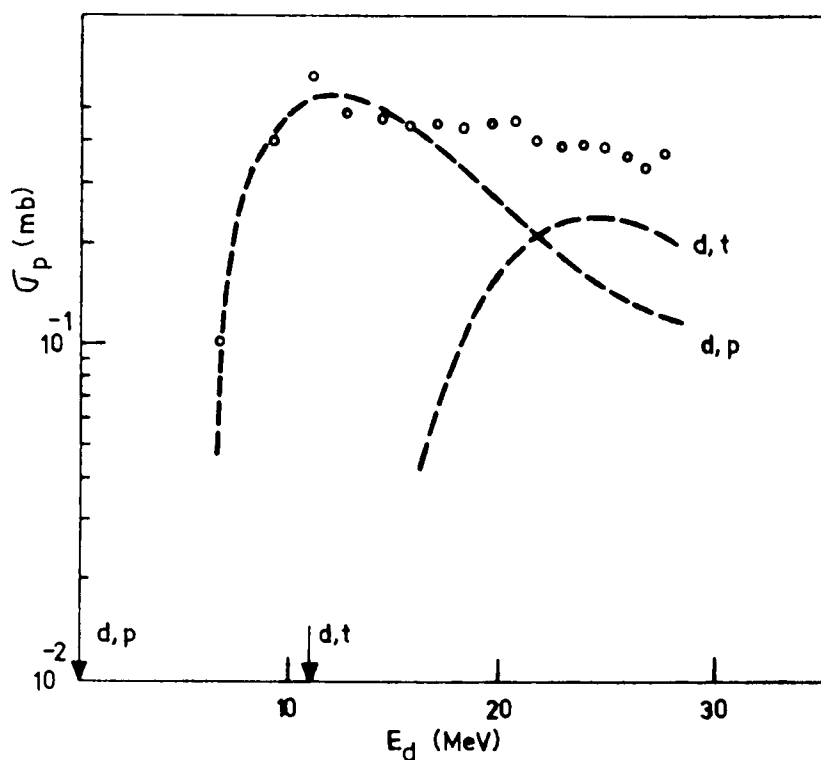


Figura 4

$$\sigma_p(\text{mb}) \sum a_i / \bar{A} \text{ para } {}^{115}\text{gCd}$$

Los valores experimentales no están corregidos por peso atómico y abundancia isotópica relativa. Las líneas de trazos representan las estimaciones de las diferentes reacciones posibles.

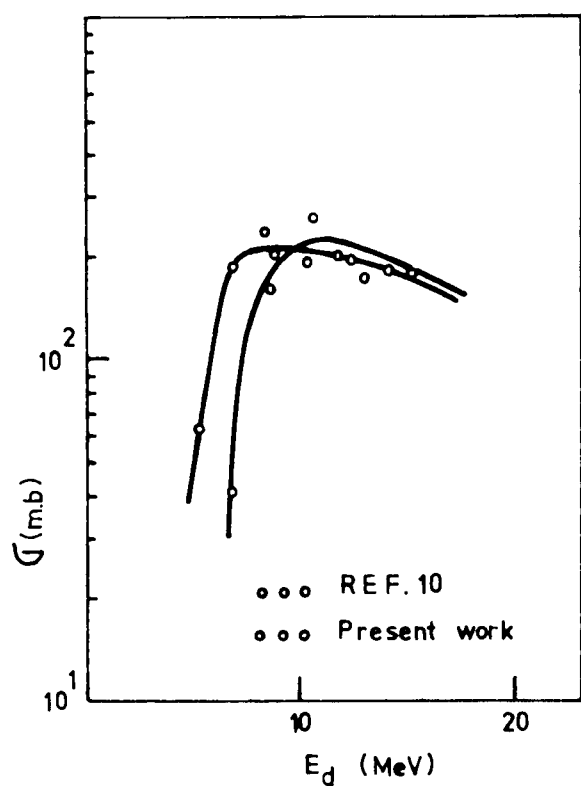


Figura 5

Secciones eficaces absolutas para la
reacción $^{114}\text{Cd}(d,p)^{115g}\text{Cd}$.

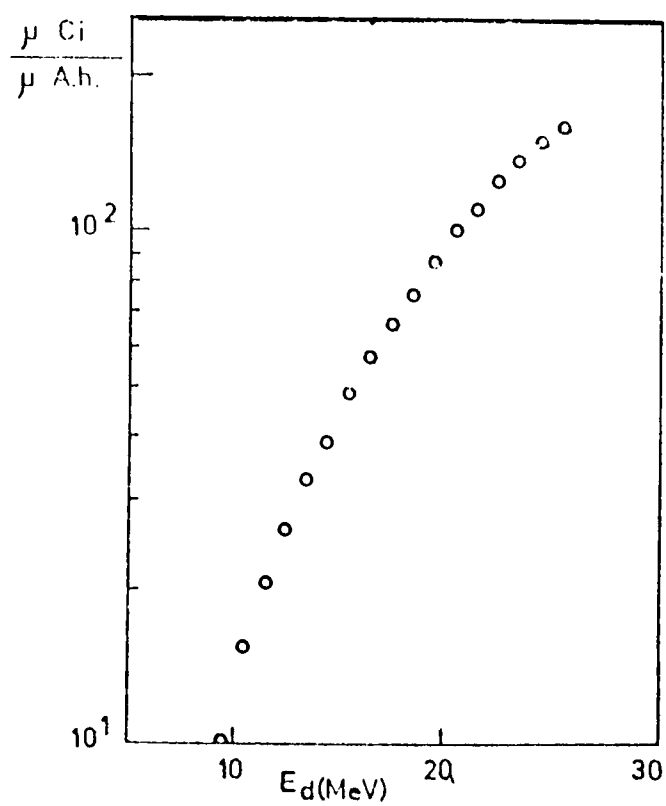


Figura 6

Rendimientos con blancos gruesos
para la producción de ^{111}gIn .

C.2.3. SECCION EFICAZ DE FORMACION DE ^{114m}In y ^{116m}In MEDIANTE BOMBARDEO DE CADMIO CON DEUTERONES

O.Herreros Ushes, C.Wasilevsky y S.J. Nassiff.

Las secciones eficaces del ^{114m}In e ^{116m}In fueron medidas con el método de "STACKED FOILS" a partir de las reacciones (d, xn) sobre cadmio natural. Los resultados fueron comparados con las secciones eficaces máximas de otros estudios ya publicados (1-3).

El rendimiento de blancos gruesos en reacciones de $\text{Cd}(d, xn) \rightarrow ^{114m}\text{In}$ fue determinado para diferentes tiempos de irradiación en función de la energía de los deuterones.

Laminillas superpuestas de cadmio natural fueron expuestas al haz de deuterones en el sincrociclotrón. En cada caso el blanco era suficientemente grueso como para frenar los 27.5 MeV del haz externo.

Entre las laminillas de aluminio de espesor conocido fueron intercalados blancos delgados. Teniendo en cuenta que la función de excitación del $^{27}\text{Al}(d, ap) \rightarrow ^{24}\text{Na}$ es bien conocida, el rendimiento del ^{24}Na en las laminillas de aluminio nos permite obtener los valores absolutos de secciones eficaces de reacciones producidas a partir de la irradiación de cadmio natural con deuterones.

Para determinar la energía incidente de los deuterones sobre cada blanco de cadmio fueron usadas las relaciones de intervalos de energía de Williamson, Boujot y Picard para cadmio

y aluminio.

A causa de la dispersión de energía del haz incidente y de la energía del straggling, los valores de la energía de las partículas son inciertos para cada punto. La energía del straggling es aproximadamente de 0.5 MeV en la laminilla en la que los deuterones son frenados hasta 16 MeV. La máxima incerteza del haz incidente fue estimada en menos del 1%.

Las secciones eficaces producto fueron medidas por el método de activación. Luego de la irradiación, los espectros gamma de cada laminilla fueron medidos con un detector de Ge(Li) de alta evolución acoplado a un analizador multicanal.

Una calibración espectrométrica permitió medir la energía gamma como así también la intensidad de los picos. Se determinó la eficiencia absoluta usando fuentes patrones de actividad conocida.

Los valores de los rayos gamma usados en la detección y medición del ^{114m}In ($T_{1/2} = 54$ min) fueron 189.90 y 1097.10 KeV respectivamente. En la identificación de los nucleídos los datos fueron tomados a intervalos de tiempo convenientes para la determinación de vida media.

El número de cuentas por unidad de tiempo para cada pico fue obtenida mediante el método de Wasson. Las actividades relativas correspondientes a los tiempos de fin de irradiación fueron calculadas mediante la extrapolación de la curva de decaimiento.

Los valores de eficiencia absoluta, como así también

los del esquema de decaimiento, fueron utilizados para transformar la lectura de cuentas de los picos en actividades de los nucleídos.

Para calcular las secciones eficaces del ^{114m}In e ^{116m}In , fueron utilizados los espesores de las laminillas, el flujo de deuterones y las actividades medidas.

La incerteza en los valores de las secciones eficaces fue obtenida propagando en cuadratura las contribuciones del análisis de picos (incluyendo la estadística de conteo) y del análisis de la curva de decaimiento, la eficiencia absoluta del detector, el esquema de desintegración, el espesor de los blancos y el flujo de deuterones.

No se hicieron correcciones en la dispersión de energía de cada laminilla, a causa de las variaciones del espesor, ni en la pérdida de energía de deuterones de las laminillas precedentes. Las pérdidas de los productos de reacción en retroceso fueron despreciadas.

Supongamos que unos cuantos isótopos de un mismo elemento que producen el mismo radionucleído sean irradiados con partículas cargadas.

La expresión lineal de σ ,

$$\sum_i^n \frac{a_i \sigma_i}{A_i} = \sigma_p \frac{\sum a_i}{\bar{A}} = \frac{\text{Act.}}{P \cdot \phi \cdot N_{AV.}} \quad (1)$$

nos permite, usando la sistemática de Lange y Munzel, evaluar las contribuciones respectivas de las secciones eficaces de diferentes reacciones nucleares.

$\bar{A}$ es el peso atómico promedio:

$$\bar{A} = \frac{\sum A_i a_i}{\sum a_i}$$

donde A es el peso atómico y a_i la abundancia isótopica de los nucleídos que se hallan involucrados en la producción de los núcleos residuales. σ es la sección eficaz producto, P es el peso del blanco ϕ es el flujo de partículas, N_{AV} es el número de Avogadro y $Act.$ es la actividad del radionucleído.

En la Tabla 1 se encuentran los valores proporcionales a las secciones eficaces del ^{114m}In obtenidos en este trabajo y además están graficados en la Fig. 1 en función de la energía de los deuterones E_d .

En la Fig.1 las líneas punteadas corresponden a las funciones de excitación halladas por Lange-Munzel que sirven para evaluar las contribuciones de las posibles reacciones de $^{113}\text{Cd}(d,n)$, $^{114}\text{Cd}(d,2n)$ y $^{116}\text{Cd}(d,4n)$.

Las energías umbral suministradas por Keller, Lange y Munzel están indicadas en el mismo gráfico.

Las secciones eficaces absolutas para reacciones (d,n) y $(d,2n)$ se pueden obtener de las curvas evaluadas de esta manera corrigiendo la razón entre el peso atómico y la abundancia isótopica del nucleído en cuestión (a_i/A_i).

La Fig.2 y la Tabla 1 muestran la función de excitación del $^{116}\text{Cd}(d,2n)^{116m}\text{In}$.

Incluye la contribución del estado isomérico de 2.16 s debido al decaimiento de vida media muy corta de su precursor. La

curva de trazo continuo muestra la función de excitación hallada mediante la sistemática la Lange-Munzel.

Las secciones eficaces absolutas de ^{114m}In e ^{116m}In calculadas en nuestras lecturas y corregidas en abundancia isotópica y peso atómico fueron comparadas con las secciones eficaces máximas estimadas mediante la sistemática de Munzel et Al., y se ha encontrado una buena concordancia.

No se ha intentado interpretar los mecanismos de reacción de las funciones de excitación presentados en este trabajo.

El rendimiento de blancos gruesos en la producción de ^{114m}In ($T_{1/2}=50$ d) fue calculado por integración numérica de los valores de las secciones eficaces experimentales obtenidos en este trabajo; usando los métodos de Lange, Munzel y de Svoboda. Los valores de energía para los intervalos de integración más dados en la Tabla 2. La actividad de saturación es la actividad producida en blancos gruesos cuando el tiempo de irradiación es $t > 3T_{1/2}$. Se debe tener en cuenta que para la obtención de los resultados con blancos gruesos la abundancia isotópica se tomo como $a_i = 0.487$. Los resultados se muestran en el gráfico de rendimiento Vs. energía de deuterones en la Fig. 3. La comparación con el trabajo de Dmitriev et al. muestra que el rendimiento de ^{114m}In presentado en esta publicación es mayor a mayores energías de deuterones. Esto se debe probablemente a las diferencias de los métodos utilizados en cada caso.

No se han encontrado datos de rendimiento de reacciones nucleares con deuterones de alta energía que formen ^{116}In .

1. Lange, J, y Munzel, H., Kernforschungszentrum Karlsruhe (Alemania, KFK, 767, 1968.
2. Rohm, H.F.: Kernforschungszentrum Karlsruhe ,Alemania, KFK-1447.
3. Keller, K.A., Lange, J. Munzel, H. y Pfennig , G.: Landolt-Bornstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, 5 (b), 1973 , y (c) , 1974 .
4. Lalli, M.E. , Wasilevsky, C. ,Herreros, O.R. y Nassiff, S.J.: Radiochim. Acta 23: 107, 1976.
5. Martens, U. y Schewimer, G.M.: Kernforschungszentrum Karlsruhe (Alemania) KFK- 1083, 1969.
6. Williamson, C.F., Boujot, J.P., y Picard, J. : Commissariat a l'Energie Atomique (Francia) CEA- R-3042, 1966.
7. Seltzer, S.M. y Berger. M.J. : National Academy of Sciences National Resarch Council (USA) Pub-1133, 187-203, 1964.
8. Traversi, A.: Análisis por Activación Neutrónica. Servicio de Publicaciones de la J.E.N. (España), 1975.
9. Baedeker, P.A. : Anal. Chem. 43: 409, 1971.
10. Taczanowsky, S.: Institute of Nuclear Techniques (Polonia), ITJ 37 (1), 1973.
11. Nuclear Data Sheets, vol. 16, 1 , 1975 y 14 , (3) 1975.
12. Erdtmann , G. y Soyka, W.: Berichte der Kernforschunganlage Julich (Alemania)- JUL - 1003- AC, 1973.
13. Keller, K.A., Lange, J. , H.Munzel, H.: Landolt-Bornstein; Numerical Data an Functional Relationships in Science and Technology, 5 (a), 1973.
14. Svoboda, K.: Ustav Jaderneho Výzkumu (Czechoslovakia)- U.J.V. 2258 , 1969,
15. Dmitriev, P.P., Dmitrieva, Z.P., Krasnov, N.N., Molin, G.A. y Panarin, M.V.: U.D.C. 621.039.8.002; translated from Atomnaya Energya 37 (6), 496, 1974.

Tabla 1

In 114m		In 116m	
E_d (MeV)	σ_p (mb) $\Sigma a_i/A$	E_d (MeV)	σ (mb)
27.3	1.187 ± 0.08	22.9	189.6 ± 10
26.4	1.006 ± 0.09	22.0	333.4 ± 30
25.5	0.954 ± 0.09	21.0	329.9 ± 31
24.5	1.006 ± 0.09	19.9	374.6 ± 38
23.5	1.126 ± 0.08	18.8	462.2 ± 45
22.5	1.126 ± 0.07	17.7	525.2 ± 51
21.4	1.242 ± 0.08	16.5	632.1 ± 60
20.3	1.320 ± 0.09	15.2	651.7 ± 56
19.2	1.517 ± 0.10	13.9	633.6 ± 61
17.9	1.388 ± 0.10	12.5	547.7 ± 51
16.7	1.564 ± 0.10	11.0	498.6 ± 49
15.4	1.647 ± 0.10	9.2	226.6 ± 24
13.9	1.522 ± 0.10		
12.4	1.189 ± 0.08		
10.8	0.776 ± 0.07		
8.9	0.271 ± 0.04		

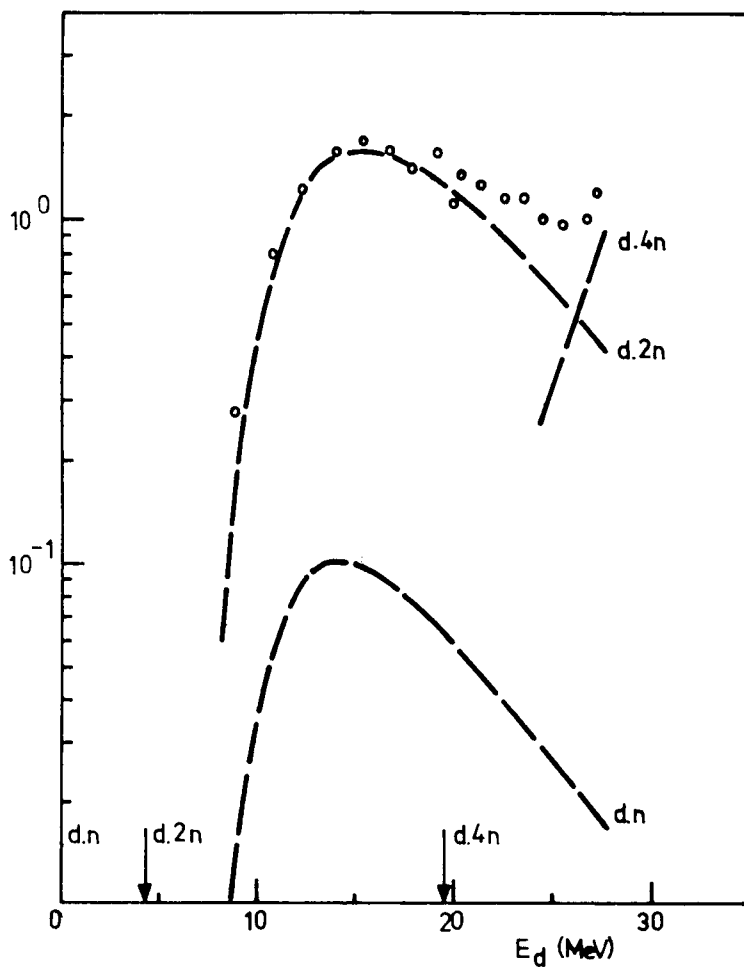


Figura 1

..... $\sigma(\text{mb}) \sum a_i / \bar{A}$ para ^{114m}In

----- formas de las funciones de excitación por Lange y Münzel.

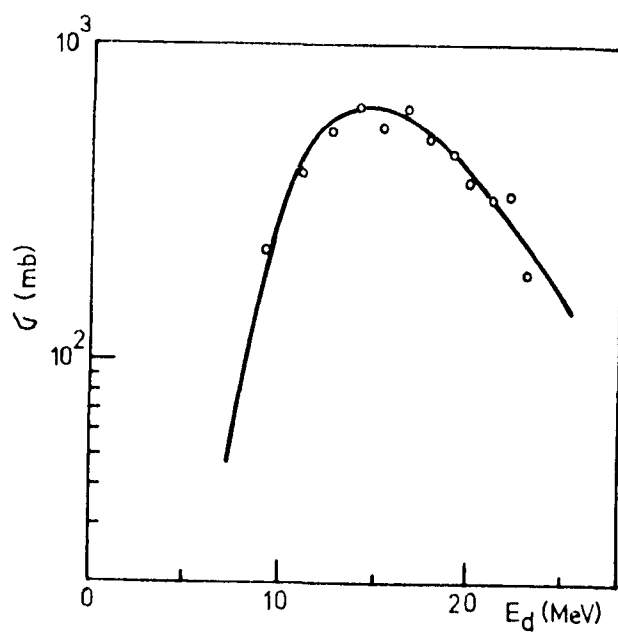


Figura 2

0000 función de excitación de ^{116m}In

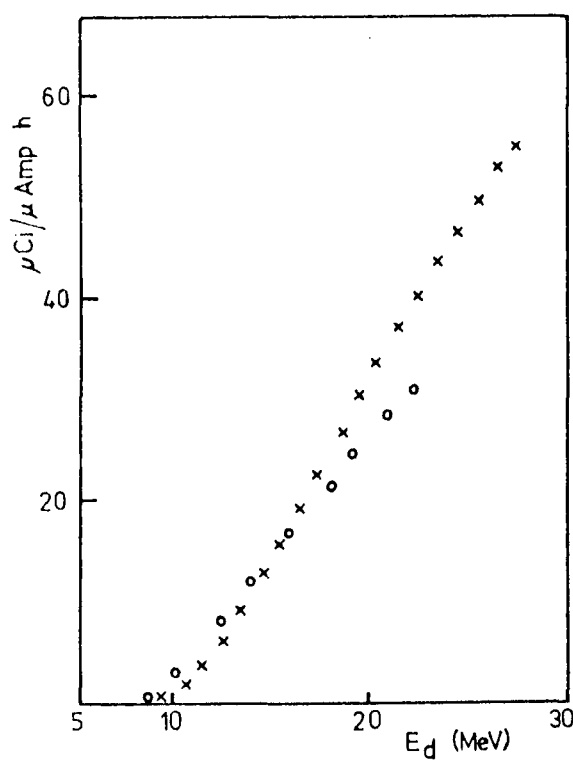


Figura 3

xxxx producción de ^{114m}In por blancos gruesos

0000 Datos de Dimtrico et.al.

C.3.1. CONTADOR AUTOMATICO PARA DETECTORES POR TRAZAS DE ESTADO SOLIDO

E.Maceiras, S.J. Nassiff y M.de la Vega Vedoya

El uso cada vez más frecuente de los Detectores por trazas de Estado Sólido (D.T.E.S.) en gran cantidad de campos de la ciencia y la tecnología, ha acentuado la necesidad de contar con sistemas automáticos para el conteo de trazas.

El equipo que a continuación se describe intenta proporcionar una solución simple, económica y confiable a este problema.

El principio de funcionamiento consiste en la medición de las descargas producidas en un condensador cuyo dieléctrico es el detector a medir. Las discontinuidades en el material del detector (trazas) permite el salto de las chispas de la descarga.

Debido a la gran versatilidad que les permite satisfacer en las mejores condiciones los requerimientos de investigación y aplicación en Física y Química Nucleares, Partículas Elementales, Geoquímica y Geofísica, Biología y Medicina, Dosimetría de Neutrones, Industrias Extractivas de Materiales Fisibles, Electrónica, de la Neutrones, Industrias Extractivas de Materiales Fisibles, Electrónica, de la Alimentación, etc., hemos adaptado el contador automático para el uso de policarbonatos como detectores, no obstante, con pequeñas modificaciones constructivas, su uso puede extenderse a cualquier otro material.

El contador consta de:

- a) Una parte electrónica y sus dispositivos accesorios para crear un campo eléctrico de determinadas características, en el cual se ubica el D.T.E.S.
- b) Una parte electrónica para cuantificar las descargas producidas.
- c) Una parte mecánica manual, automática fija o programable, para el recorrido de la superficie del detector.

Para ello se han utilizado:

- Una fuente variable de alta tensión.
- Un discriminador.
- Un escalímetro.
- Condensadores y resistencias de cargas.
- Dos electrodos, uno plano (Mylar aluminizado) y otro puntual (aguja de acero).
- Mecanismos de desplazamiento del electrodo puntual sobre el plano.

La descripción pormenorizada de las características de cada uno de estos componentes, así como los valores de los parámetros electrónicos fijados, se consignan en el trabajo.

Las principales causas de error que presenta este método son:

- 1) Que no se registren descargas a través de una traza (defecto de contaje).
- 2) Que se produzca más de una descarga a través de la misma traza (exceso de contaje).

La primera puede deberse a la presencia de "hebras" que quedan en la traza, no eliminadas por el procedimiento químico

Tabla 2

Intervalo de energía	Espeor blanco	Produc. de sección eficaz	Actividad de saturación	Σ Actividad de saturación	$\Sigma A_t/10$	ΣA_{1h}
(MeV)	(mg/cm ²)	(m.b)	($\mu\text{Ci}/\mu\text{A}$)	($\mu\text{Ci}/\mu\text{A}$)	($\mu\text{Ci}/\mu\text{A}$)	($\mu\text{Ci}/\mu\text{Ah}$)
27.5-27	27.8	276.4	3.333×10^3	9.5634×10^3	6.404×10	5.52×10^1
27-26	54.9	236.6	5.64×10^3	9.2296×10^4	6.181×10^3	5.33×10^1
26-25	53.4	222.5	5.161×10^3	8.6655×10^4	5.803×10^3	5.00×10^1
25-24	51.9	236.6	5.333×10^3	8.1496×10^4	5.457×10^3	4.71×10^1
24-23	50.4	250.6	5.486×10^3	7.6162×10^4	5.100×10^3	4.10×10^1
23-22	48.8	267.0	5.659×10^3	7.0676×10^4	4.733×10^3	4.08×10^1
22-21	47.3	283.4	5.822×10^3	6.5016×10^4	4.354×10^3	3.75×10^1
21-20	45.7	309.2	6.137×10^3	5.9194×10^4	3.964×10^3	3.42×10^1
20-19	44.1	339.6	6.565×10^3	5.3057×10^4	3.553×10^3	3.00×10^1
19-18	42.5	339.6	6.269×10^3	4.6552×10^4	3.117×10^3	2.69×10^1
18-17	40.9	337.3	5.991×10^3	4.0283×10^4	2.628×10^3	2.33×10^1
17-16	39.2	372.4	6.341×10^3	3.4291×10^4	2.296×10^3	1.93×10^1
16-15	37.6	384.1	6.273×10^3	2.7950×10^4	1.872×10^3	1.61×10^1
15-14	36.9	372.4	5.807×10^3	2.1677×10^4	1.452×10^3	1.25×10^1
14-13	34.2	334.9	4.975×10^3	1.5870×10^4	1.063×10^3	9.16×10^0
13-12	32.5	285.7	4.034×10^3	1.0895×10^4	7.296×10^2	6.29×10^0
12-11	30.7	227.2	3.029×10^3	6.8613×10^3	4.595×10^2	3.96×10^0
11-10	29.0	171.0	2.154×10^3	3.8318×10^3	2.566×10^2	2.21×10^0
10-9	27.1	105.4	1.241×10^3	1.6782×10^3	1.124×10^2	9.69×10^{-1}
9-8	25.3	39.8	4.375×10^2	4.3755×10^2	2.930×10^1	2.53×10^{-1}

(etching) al que son sometidos todos los detectores. Para solucionarlo se "limpia el detector" con un campo eléctrico muy alto (pre-contaje).

La segunda se obvia mediante el uso de un electrodo plano de Mylar aluminizado. Al saltar la chispa el aluminio se evapora quedando el Mylar, que al actuar como aislante, evita que se produzca un nuevo salto.

El estudio de las tensiones y tiempos de pre-contaje y contaje se indican, como así también los factores a ser tenidos en cuenta en el ajuste de método total: detector-etching-contador.

Descripción del contador automático: El contaje por chispas consta de tres partes fundamentales: la electrónica y los dispositivos para fijar el detector y la aguja al revólver del microscopio.

El circuito consiste en una fuente variable de alta tensión, un discriminador, un escalímetro, los condensadores y resistencias de carga y dos electrodos, uno plano y otro en punta, todo conectado como los muestra la figura 1.

Los valores de C y R podrán ser ajustados a fin de optimizar el método.

El discriminador es un analizador versátil, de corte abrupto y alta estabilidad, con buena resolución a pares de pulsos y alto contaje. Resuelve pares de pulsos de 700 seg, con constancia de ancho de ventana del 0.05 % y rango dinámico de 200/1.

Los controles de niveles inferior y superior son

idénticos y constan de un potenciómetro de 10 vueltas que permite elegir un nivel de tensión entre 50 mV y 10 V en forma continua.

El conteo máximo para pulsos cuadrados es de 100.000 c/seg. con un error menor que el 0.1%. Para pulsos gaussianos es de 10.000 c/seg. con un error menor que el 1 %.

La entrada son pulsos de 0-10 V positivos con ancho mínimo de 200 nseg. , amplitud 0,1 V, a 10 V con impedancia de entrada de 1.000 Ω . La salida son pulsos positivos de 3 V, ancho 600 nseg., compatibles con la lógica TTL.

La fuente de alta tensión es regulable de 0 a 2,5 KV por medio de un ajuste grueso en pasos de 500 V., ajuste medio de pasos de 100 V y ajuste fino de 0 a 100 V, con precisión mejor que el 1% de la tensión de salida.

La corriente de salida es hasta 2mA. La estabilidad frente a la temperatura es mejor que el 0.005% de plena escala por grado centígrado de variaciones de temperatura ambiente entre 0° y 50°C.

El escalímetro es usado como escalímetro de cuentas o tiempo prefijados por el operador. Este límite está dado por una llave digital doble N. 10^M donde $0 \leq N \leq 9$ y $0 \leq M \leq 5$. Cuando se lo usa con tiempo prefijado multiplica la lectura N. 10^M por 0.01 seg. ó 0.001 ms por medio de otra llave externa.

El tiempo se prefijará de acuerdo a la superficie a leer y la velocidad de barrido del microscopio que pueden ser programadas.

Posteriormente se agregará un trimer para controlar el tiempo de preconteo.

Sobre la chapa de lucite de $5 \times 6 \times 0.3 \text{ cm}^3$ se coloca una lámina de aproximadamente $3 \times 2 \text{ cms}$ de Mylar aluminizado cambiabile que actuará como electrodo plano y luego el detector. Ambas serán tensionadas por un marco de lucite aislante de modo que no se produzcan descargas en el borde del policarbonato. El área máxima que recorrerá la aguja es de $1 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$. El marco se fijará al lucite inferior por medio de cuatro tornillos que no deben tocar ni el Mylar ni el policarbonato. El conjunto se muestra en la Fig. 2.

La aguja de acero va montada dentro de un tubo de teflón roscado a fin de colocarlo en uno de los orificios del revólver. Se la sostendrá por medio de un tornillo al cual se conectará uno de los terminales de la fuente de alta tensión, como lo indica la Fig.3.

La altura de la aguja puede ser regulada tanto por medio del tornillo, como por el mecanismo del microscopio. La platina de éste tiene dos movimientos programables. Ambos movimientos se ajustan de 0 a 999μ , realizándose mediante saltos regulables desde 0.5μ a 6.0μ , fijándose el tiempo de permanencia de la aguja en cada punto.

La amplitud de los movimientos se regulan teniendo en cuenta el tamaño del policarbonato, y los saltos de acuerdo al tamaño y densidad de las trazas.

Las principales fuentes de errores en el conteo son que la chispa pueda atravesar la traza y que pase múltiples veces por la misma.

La primera puede deberse a "hebras" que queden en el

fondo de la traza, no eliminadas por el proceso de etching y se limpian haciendo una o varias descargas iniciales a un voltaje muy alto para limpiar los agujeros.

Cross y Tomannino (1972) y Harrison (1977) lo establecieron entre 900 y 1500 V cuando ambos electrodos son planos.

A estas tensiones se producen varias descargas por agujeros y se evaporan grandes zonas de aluminio, debiéndose cambiar el Mylar después de cada descarga de pre-conteo para que el aislador y la placa de lucite no se corroan.

El segundo error se elimina en parte por el uso del Mylar como electrodo plano. A las tensiones de conteo (entre 400 y 600 V) solo se evapora el aluminio dejado al descubierto por la traza, quedando en su lugar el plástico aislador.

Luego se hace un conteo variando el voltaje entre 200 a 900 V, con saltos de 50 V.

Se repite la operación con otra lámina aumentando el número de descargas iniciales, a la misma tensión anterior, hasta llegar a seis descargas iniciales.

Se esperan obtener gráficos del número de cuentas en función del voltaje de conteo de la forma (ver Figura 4).

Se repite todo el procedimiento variando la tensión inicial de preconteo y la polaridad de la fuente. En todos los casos se investiga si la altura de la aguja y los valores de R y C son los apropiados.

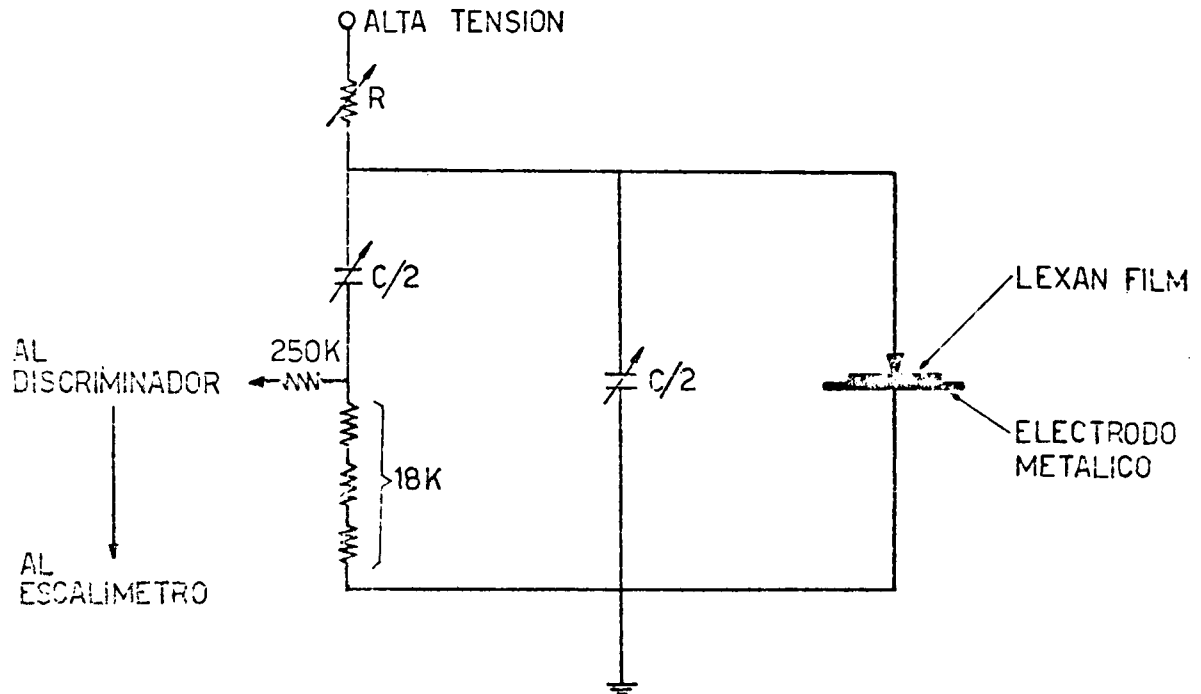
Los policarbonatos a utilizar son Lexan y Makrofol. Se irradiarán diferentes tiempos utilizando uranio natural como material fisiónable. El método de etching y el contador deben ser

ajustados conjuntamente.

xxxxxxxxxx

1. Johnson, D.R. and Becker, K., ORNL-TM-2826 ,1970 .
2. Cross, W.G. and Tommasino, L. Proc.1st. Symp. on Neutron dosimetry in biology and medicina, Neuberger, 1972 EUR 4896 d-f-e, p 283.
3. Becker, K. and Razek, Abd-el, Nucl. Instr. and Meth. 124, 1975,395.
4. Sohrabi, M. and Morgan, K., Proc. Eur. IRPA Congress, Amsterdam, 1975.

xxxxxxxxxx



CIRCUITO DEL CONTADOR POR CHISPAS

Figura 1

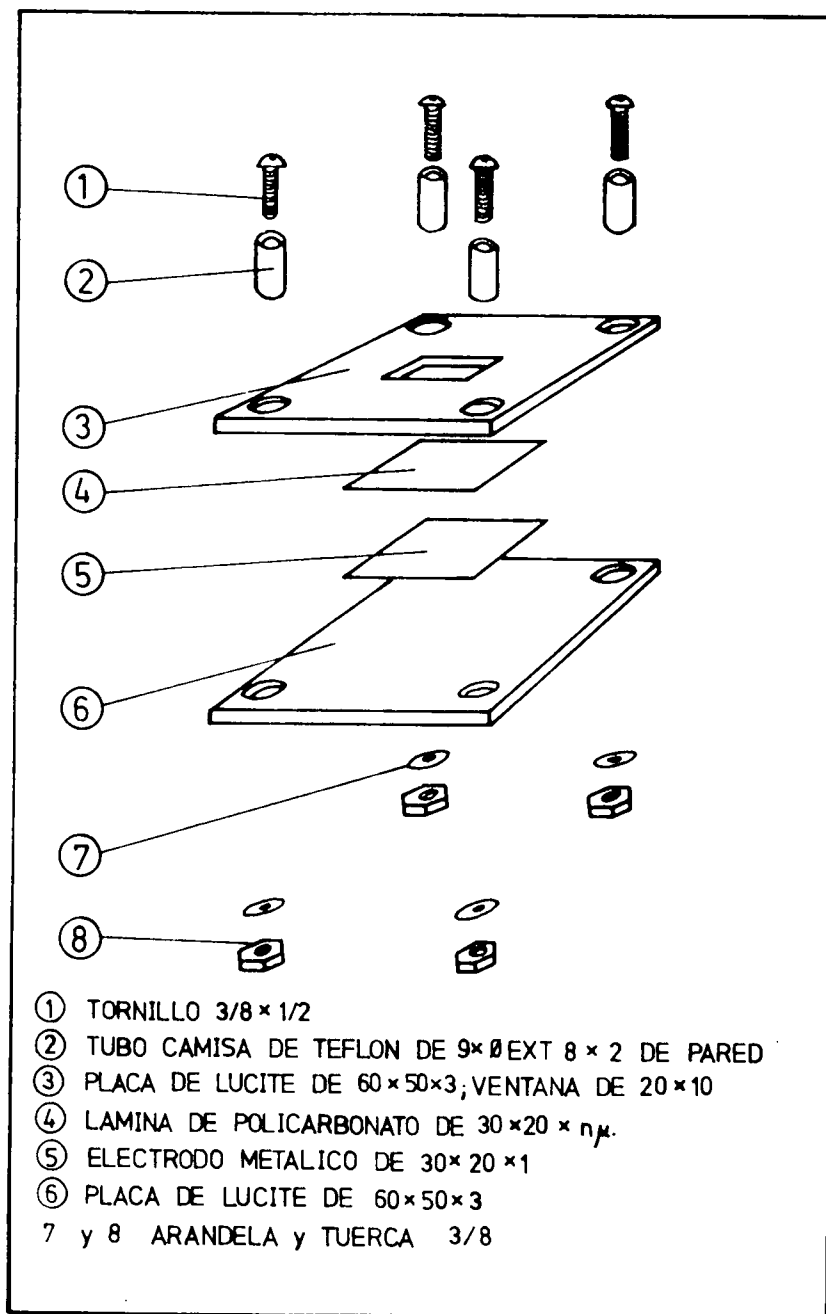


Figura 2

C.3.2. COMPORTAMIENTO DE LOS POLICARBONATOS COMO DETECTORES POR TRAZAS DE ESTADO SOLIDO

M.de la Vega Vedoya y J. Sánchez

Silk y Barnes (1) en 1959 observaron, mediante el uso del microscopio electrónico, que muestras de mica bombardeadas con fragmentos de fisión presentaban trazas o regiones dañadas producidas por el pasaje de éstos a través del material.

A partir de 1961, otros investigadores (2 al 10) comienzan a trabajar en ese fenómeno.

Fleischer, Price, y Walker descubren que la inmersión de las muestras de mica irradiadas, en ácido hidroflluorhídrico disuelve el material en las zonas dañadas formando trazas permanentes, tanto mayores cuanto más prolongada es la inmersión. Mediante esta técnica (etching) pueden hacerse visibles las trazas por microscopio óptico.

Posteriormente se ha estudiado una larga lista de materiales, entre los que se encontraron numerosos vidrios, plásticos y minerales que poseen la propiedad de registrar trazas. A todos ellos los llamaremos genéricamente Detectores por Trazas de Estado Sólido (D.T.E.S). Citaremos ahora algunas propiedades generales que permitan vislumbrar la posibilidad de aplicación a diferentes ramas de la investigación:

- Posibilidad de registrar enormes dosis de radiación corpuscular sin problemas de fading o fogging.
- Insensibilidad a la radiación electromagnética ioni-

zante.

- Resistencia a las más severas condiciones ambientales y de almacenamiento sin pérdida de sus cualidades.
- Posibilidad de utilización como espectrómetro dE/dx .
- Alta resolución espacial y temporal.
- Fácil procesado.
- Volumen de detección de acuerdo a las necesidades de cada experiencia, etc.

En la actualidad los D.T.E.S. se han convertido en elementos de gran utilidad en el estudio de la fisión nuclear, reacciones de baja sección eficaz, vidas medias de partículas inestables pesadas, para la detección de radiación cósmica, microanálisis, dosimetría de neutrones, fuentes emisoras de partículas de origen terrestre, geocronología, irradiación cósmica en minerales terrestres, materiales meteóricos, etc. Asimismo un D.T.E.S. procesado constituye un tamiz de cribas uniforme y tan pequeñas como se necesite. Esto tiene algunas aplicaciones en biología, medicina, etc.

Estudiando el proceso de formación de trazas en un D.T.E.S se advierte:

- i- La traza es angosta (generalmente inferior a $50 \text{ \AA}$) y continúa a nivel atómico.
- ii- No se forman trazas en metales y buenos semiconductores.
- iii- Diferentes materiales tienen diferentes valores críticos de dE/dx para las partículas incidentes en el medio, por debajo de los cuales no se producen trazas.
- iv- Las trazas son altamente estables y su fading se

debe a migraciones atómicas y no electrónicas.

Tres teorías tratan de explicar el fenómeno de formación de trazas. Según ellas las mismas se forman por:

- Desplazamientos de átomos por colisiones con las partículas bombardeantes.
- Concentración térmica.
- Explosión por concentración iónica.

La primera no explica las observaciones experimentales i , ii , y iii) porque los desplazamientos son intermitentes para partículas de alta energía, los metales tendrían que poder registrar trazas y los desplazamientos tendrían que ser más probables al final de la traza y allí se observan los menores daños.

La teoría de la concentración térmica no concuerda con la falta de correlación observada entre la sensibilidad de los diferentes D.T.E.S. y las temperaturas de fusión, reacción, etc. de los materiales que los constituyen.

La teoría de la explosión por concentración iónica postula que la repulsión electrostática de los iones positivos formados por la remoción de electrones eyectados durante el pasaje de la partícula puede producir desplazamientos en los átomos siempre y cuando el tiempo entre la creación de los iones y el desplazamiento sea menor al necesario para que el exceso de carga sea disipado ya sea por llegada de electrones o "agujeros". Si las fuerzas son suficientes para producir un desplazamiento por plano atómico las trazas se formarán.

Un desarrollo semicuantitativo de esta teoría proporciona las siguientes predicciones:

- Las trazas no pueden formarse en materiales de alta concentración de electrones de conducción ($> 10^{20}/\text{cm}^3$). Esto excluye los metales.
- Materiales de alta movilidad de "agujeros" ($> 10^{-1} \text{cm}^2/\text{volt. seg.}$) no puede almacenar trazas. Esto excluye los semiconductores.
- La sensibilidad relativa entre D.T.E.S. es inversamente proporcional a sus valores de:

$$\epsilon E \bar{v}^{-4/3}$$
donde ϵ = cte. dieléctrica, E = módulo de Young y $\bar{v}$ = volumen atómico promedio.
- El valor crítico de energía cedida por unidad de recorrido $(dE/dx)_c$ corresponde aproximadamente a la necesaria para producir una ionización por plano atómico.

En interacciones de partículas α con plásticos, se advierte que $(dE/dx)_c$ es menor que la necesaria para la ionización de un átomo por plano atómico. Se puede suponer que, en estos casos, lo que produce las trazas es la ruptura de las uniones químicas de las cadenas poliméricas.

Ensayo del lexan como detector por trazas. Con el fin de utilizarlos para estudiar los isómeros que fisioan espontáneamente, se consideraron diferentes materiales con capacidad para registrar trazas.

Por diferentes razones, que incluyen: características y facilidades de provisión, procesamiento y utilización para el tipo de experimentación programada, la elección recayó sobre los policarbonatos.

Se ensayaron los productos comercialmente conocidos como Lexan de General Electric y Makrofol de Bayer. Finalmente se optó por el primero.

A continuación se consignan los resultados y conclusiones extraídos de este estudio.

El material a ensayar fue bombardeado con fragmentos de fisión provenientes de blancos de uranio natural irradiados con neutrones y partículas alfa. Para ello se utilizaron el reactor RA-3, una fuente de Am-Be y el Sincrociclotrón de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Las muestras irradiadas, antes del procesamiento, se lavaron en agua con detergente común por inmersión en baño ultrasónico.

El etching se realizó en un erlenmeyer sumergido en una mezcla termostatzada de agua y glicerina. El equipo que realizó la termostatzación y homogeinización de la temperatura en el baño provee una exactitud de $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Las concentraciones de las soluciones para el etching se determinaron por titulación con HCl de normalidad controlada con CO_3Na_2 deshidratado en estufa a peso constante, utilizando fenolftaleína y rojo de metilo como indicadores, obteniéndose una exactitud centésimo normal.

Las soluciones se utilizaron sólo una vez para evitar la concentración significativa de policarbonatos de disolución.

Como tensioactivo se utilizó Dowfax de Dow Chemical y la agitación se realizó con una pequeña hélice de vidrio accionada por una turbina de aire comprimido de caudal variable

El detenido del proceso se hizo con agua levemente acidulada y el lavado final con agua corriente.

Para el estudio de fading se utilizaron estufas de temperaturas entre 20 y 1200 °C con un error máximo de 10% en los valores.

La reversión del fading se ensayó con luz ultravioleta, proveniente de una lámpara de 100 W a 50 cm de distancia.

Para los ensayos de los daños por radiación electromagnética X o γ se utilizaron equipos de telegammaterapia y radioterapia de uso médico calibrados en dosis con un error inferior al 10%.

Las determinaciones microscópicas se efectuaron con microscopios Meopta y Karl Zeiss de hasta 1.000 aumentos, recorriendo campos de 25 mm² de superficie mediante el método de observación directa.

Se compararon tres lotes de muestras irradiadas de idéntica manera. La primera no fue sometida a fading. La segunda sí, y la tercera fue sometida a fading y a radiación ultravioleta. Los resultados muestran que las trazas borradas durante el fading reaparecen por exposición a la luz ultravioleta de una lámpara de 100 W a 50 cm. durante 45 minutos o más. Adicionalmente, no se advirtieron daños producidos en el detector para dosis de radiación electromagnética menores que 1 megarad.

Manteniendo constantes las restantes condiciones se advierte que al aumentar la velocidad de agitación disminuye la velocidad de comido V_G . El mayor valor de ésta se observa para ausencia de agitación.

Por encima de un cierto valor de agitación los valores

de V_G se mantienen constantes.

La explicación de esto puede encontrarse en las observaciones de Peterson (12) y Paretzke (13) que concluyen que la velocidad V_G para el Lexan depende también de la concentración del mismo en el baño que efectúa el comido. Es por ello que la agitación, al remover las capas de solución en contacto con el detector, que tienen mayor concentración de Lexan, disminuye V_G .

Se estudió la variación de V_G , con la concentración de Dowfax. La ley se encuentra graficada más abajo. La parte anterior al máximo de la curva puede corresponder al mejoramiento que ocasiona el tensioactivo al contacto entre solución y superficie del detector. La parte decreciente puede deberse a la aparición de burbujas que revierten el proceso anterior.

La temperatura de calentamiento a la cual se observó un borrado total de trazas en una hora fue de $160 \pm 16(^{\circ}\text{C})$. A $100 \pm 10(^{\circ}\text{C})$, dos horas. A $80 \pm 8(^{\circ}\text{C})$, dieciseis horas.

La ley de variación dentro de este rango sería del tipo:

$$F = A \exp (-B/kT)$$

Donde F = velocidad de fading, k = constante de Boltzmann, T = temperatura absoluta, A y B = constantes.

Fuera de este rango el comportamiento se aleja de esta ley.

Resultados y Conclusiones:

Angulo crítico:

Observando microscópicamente las trazas desarrolladas, para una distribución de partículas incidentes formando ángulos entre 0 y 90° respecto de la superficie del detector, no se encontró ninguna que formara un ángulo menor que 5° . Este valor

puede ser tomado, en consecuencia, como el del ángulo crítico.

Velocidad de disolución:

Los resultados que siguen se refieren sólo a la velocidad V_G , que se determinó midiendo los diámetros de las trazas desarrolladas y, en algunos casos, intercomparándolas con los obtenidos por determinaciones gravimétricas del comido en las superficies del detector.

La velocidad V_T exige, para su estudio, la posibilidad de contar con partículas bombardeantes de diferentes masas y dentro de un rango de energías bastante amplio. Este tema será encarado más adelante. No obstante, de acuerdo a la definición de ángulo crítico, se puede hacer una aproximación al valor de V_T conociendo V_G y θ_c .

Los valores que se muestran en Tabla 3 y en Gráfico 2, se pueden aproximar mediante la ecuación experimental propuesta por W. Enge y Colbs:

$$V_G (\text{m/h}) = \exp (A - B/C + N \cdot 10^3/D \cdot T)$$

donde : N = normalidad, T = temperatura en °K y A, B, C y D = constantes.

En nuestras experiencias los valores de las constantes resultaron:

$$A = 29 \qquad B = 70 \qquad C = 6 \qquad \text{y} \qquad D = 0,13$$

De acuerdo a las leyes de la cinética química, el proceso de comido deberá estar de acuerdo a la ecuación:

$$V_G (\mu\text{m/h}) = \text{Cte.} \exp (-Q/kT)$$

con:

Q = energía de activación

k = cte. de Boltzmann = $0,86014 \cdot 10^{-4}$ (eV/°K)

T = temperatura absoluta = $273,15 +$ temperatura en °C (°K).

Comparando los valores obtenidos y la ecuación experimental antes mencionada se obtienen valores para Q que en este caso da:

$$Q = 0,68 \pm 0,08 \text{ (eV)}$$

Este valor muestra concordancia con otros obtenidos por Frank y Benton $Q = 0,73$ eV, Blandford y cols. $Q = (0,65 \pm 0,08)$ eV y W. Enge y cols. $Q = (0,75 \pm 0,04)$ eV.

Es de remarcar que no se obtuvieron datos experimentales para concentraciones mayores que $10N$ ya que los detectores presentaban daños que dificultan las determinaciones.

Para los tiempos ensayados no se observó una zona de plateau como la descrita por Besant e Ipson (11).

xxxxxxxxxx

1. Silk, E. y Barnes, R., Phil. Mag.: 4, 970 ,1959 .
2. Price, P. y Walker, R., J. Appl. Phys. 33, 3407, 1962.
3. Price, P. y Walker, R., Phys. Letters, 3, 113, 1962.
4. Johnston, W., Prog. Ceramic. Sci., 2, 1 , 1961.
5. Baker, E., Katcoff, S. and Baker, C. ,Phys. Rev. 117, 1352, 1960.
6. Childs, C. y Slifkin, L., IRE Trans. Nucl. Sci, 9, 413, 1962.
7. Amelinckx, S., Solid State, Phys. Suppl. 6 (1964)
8. Debeauvais, M., Maurette, M., Mory, J. y Walker, R., Intem. J. Appl. Radiat. Isotopes, 15, 289 ,1964.

9. Bonfiglioli, G., Ferro, A. y Mongi, J., J. Appl. Phys. 32, 2499, 1961.
10. Maurette, M. y Stephan, C. , Proc. IAEA Symp. Phys. Chem. Fission, Salzburg ,1965.
11. Besant, C. y Ipson, S. AEEW-M881, Dorchester Dorset ,1969.
12. Peterson, D. Proc. 7 th. Intern. Conf. on Nucl. Phot. and Solid State Track Detectors (Barcelona) 1975, vol.1, pág.181.
13. Paretzke, H., Gruhn, T. y Benton, E., Nucl. Instr. and Meth. 107, 597, 1973 .

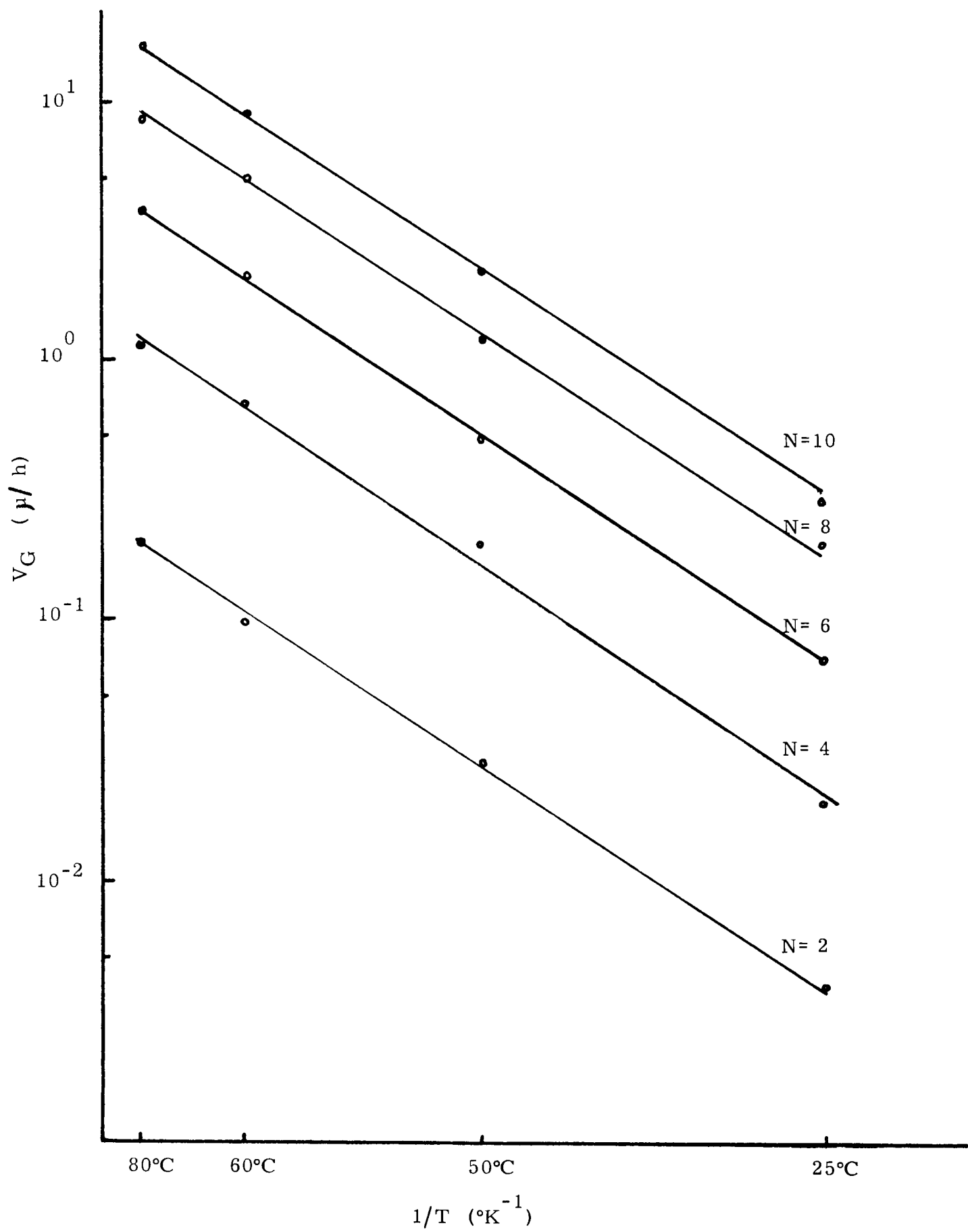


Figura 1

C.3.3. PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS MEDIANTE ACELERADORES DE PARTICULAS

S.Nassiff, M. de la Vega Vedoya y C. Wasilevsky

La fuente convencional para la producción de radioisótopos son los reactores nucleares:

No obstante, ciertos isótopos radioactivos producidos únicamente mediante reacciones con partículas cargadas brindan una mejor adaptación a muchas aplicaciones. Numerosas publicaciones reportan las ventajas de sus usos (1-10). Ello ha creado un mercado consumidor en los países desarrollados, cuyo límite de crecimiento no es previsible.

Los aceleradores que poseerá el país a corto plazo permitirán encarar este tipo de producción. Para ello, las técnicas deberán ser muy depuradas, ya que la producción mediante máquinas aceleradoras sería de más alto costo que mediante reactores.

Numerosos autores insisten en la necesidad de contar con datos de secciones eficaces para diferentes reacciones con el objeto de poder ajustar las condiciones para obtener los más altos rendimientos y pureza final.

El Grupo Radioquímica de la C.N.E.A. realiza desde hace muchos años, a través de publicaciones especializadas, un aporte sistemático de secciones eficaces y otros parámetros de interés provenientes de sus estudios de reacciones con partículas cargadas.

En el presente trabajo se consignan, de manera resumida, los resultados de los estudios de las reacciones para producir

^{86}Y , $^{90\text{m}}\text{Y}$, ^{92}Y , ^{90}Nb , ^{90}Mo , $^{93\text{m}}\text{Mo}$, ^{95}Zr , ^{108}In , ^{109}In , ^{110}In , ^{111}In , ^{104}Ag y ^{105}Ag .

Se utilizó la técnica de las hojas metálicas superpuestas y las secciones eficaces se calcularon en forma indirecta por el método de la activación.

Las mediciones se efectuaron en el Sincrociclotrón de la CNEA cuyas energías máximas son 28 MeV para deuterones y 55 MeV para partículas alfa. La incertidumbre en la indeterminación de las energías no superó el 1%.

Se efectuaron con un detector de Ge intrínseco anexo a un analizador de pulsos multicanal. Su calibración se realizó con fuentes patrones de actividades y energías conocidas.

Las determinaciones de eficiencia acusaron un error estadístico no superior al 1%. La fórmula $\epsilon(E_Y) = \text{const. } E_Y^{-\eta}$ se utilizó para la extrapolación de eficiencia a otras energías.

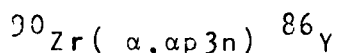
Las áreas de los fotopicos se calcularon mediante el método de Wasson.

La actividad absoluta de cada radioisótopo se calculó teniendo en cuenta la eficiencia del detector y los valores determinados de los esquemas de desintegración.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

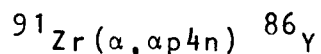
^{86}Y :

Se estudió la reacción:



obteniéndose un $\sigma_{\text{max}} = 117$ milibarns para 45 MeV de energía de las partículas α .

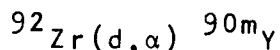
Yu-Wen-Yu (11) utilizando la reacción:



obtuvo $\sigma_{\text{max}} = 50$ milibarns a 80 MeV α .

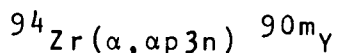
^{90}mY :

Se estudió la reacción:



obteniéndose $\sigma_{\text{max}} = 19$ milibarns para una energía de los deuterones de 12 MeV.

Estudiamos también la reacción:

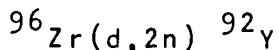
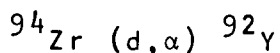
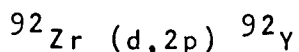


obteniéndose $\sigma_{\text{max}} = 1.942$ milibarns a 42,4 MeV.

No existen otros estudios sobre esta reacción.

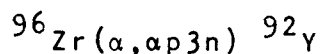
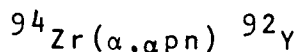
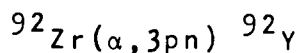
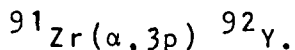
^{92}Y :

Se estudiaron las reacciones:



obteniéndose el valor para la producción sobre Zr estable, sin separar las reacciones de $\sigma_{\text{max}} = 14.5$ milibarns a 18 MeV.

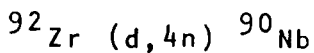
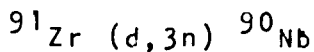
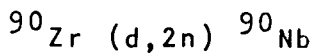
Se estudiaron, además, las reacciones:



obteniéndose $\sigma_{\max} = 2,9$ milibarns a 13 MeV, sin separar las reacciones.

^{90}Nb :

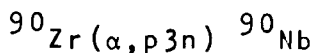
Se estudiaron las reacciones:



obteniéndose el valor $\sigma_{\max} = 10^3$ milibarns a 23 MeV .

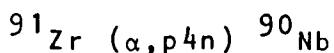
También se estudió la producción de ^{90}Nb irradiando Zr natural con partículas alfa de hasta 55 MeV.

El valor de σ hallado para la reacción:



fué $\sigma = 100$ milibarns a 55 MeV , No se llegó al- máximo por imposibilidad de superar esta energía.

Y para:

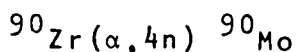


fué : $\sigma_{\max} = 630$ milibarns a 50 MeV.

Yu-Wen-Yu (11) estudió la reacción $^{90}\text{Zr} (\alpha, 3pn) ^{90}\text{Nb}$ hasta 80 MeV obteniendo $\sigma_{\max} = 390$ milibarns a 68 MeV.

^{90}Mo :

Se estudió la reacción:

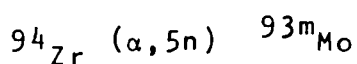
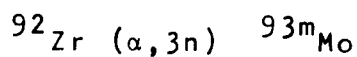
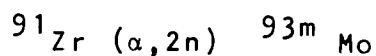


hasta 55 MeV y se halló una estricta concordancia con los valores obtenidos por Yu-Wen-Yu (11) que llegó a 80 MeV.

$\sigma_{\max} = 88$ milibarns a 65 MeV.

^{93m}Mo :

Se estudiaron las reacciones:



obteniéndose: $\sigma_{\text{max}} = 910$ milibarns a 29,5 MeV

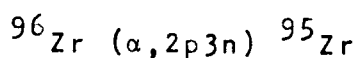
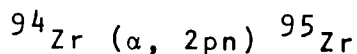
$\sigma_{\text{max}} = 644$ milibarns a 38.5 MeV

$\sigma_{\text{max}} = 376$ milibarns a 51.5 MeV

no existen otros estudios de estas reacciones.

^{95}Zr :

Se estudiaron las reacciones



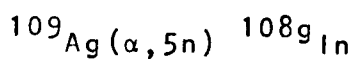
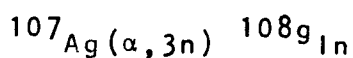
obteniéndose:

$\sigma_{\text{max}} = 31.96$ milibarns a 35 MeV

$\sigma_{\text{max}} = 33.60$ milibarns a 48 MeV

^{108g}In :

Se estudiaron las reacciones:



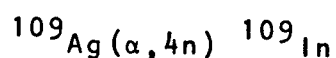
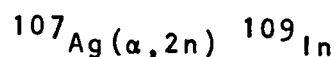
obteniéndose:

$\sigma_{\text{max}} = 5.4 \times 10^2$ milibarns a 40.5 MeV

no existen otros estudios sobre la reacción

^{109}In :

Se estudiaron las reacciones:



obteniéndose:

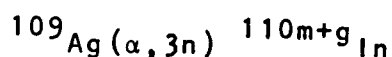
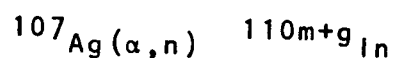
$$\sigma_{\text{max}} = 6,2 \times 10^2 \text{ a } 29,5 \text{ MeV}$$

$$\sigma_{\text{max}} = 4,6 \times 10^2 \text{ a } 54 \text{ MeV}$$

Fukushima (13) estudió la $^{107}\text{Ag}(\alpha, 2n) ^{109}\text{In}$ hasta 40 MeV
obteniéndose $9,9 \times 10^2$ a 27 MeV.

$^{110\text{m}+g}\text{In}$:

Se estudiaron las reacciones:



Se obtuvieron:

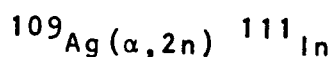
$$\sigma_{\text{max}} = 1,25 \times 10^2 \text{ milibarns a } 19 \text{ MeV}$$

$$\sigma_{\text{max}} = 5,9 \times 10^2 \text{ milibarns a } 38,5 \text{ MeV}$$

Misaelides (12) que estudió hasta 60 MeV y Fukushima (13)
que hizo por separado $^{110\text{m}}$ y $^{110\text{g}}$ obtuvieron resultados
concordantes con los nuestros.

^{111}In :

Se estudió la reacción:



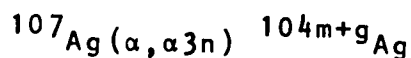
obteniéndose:

$$\sigma_{\max} = 5 \times 10^2 \text{ milibarns a 29 MeV}$$

no existen otros estudios sobre la reacción.

$^{104m+g}\text{Ag}$:

Se estudió la reacción:



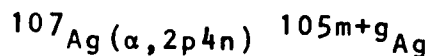
obteniéndose:

$$\sigma_{\max} = 75 \text{ milibarns a 55 MeV}$$

Misaelides (12) lo hizo hasta 70 MeV con buena concordancia.

$^{105m+g}\text{Ag}$:

Se estudió la reacción:



obteniéndose:

$$\sigma_{\max} = 17 \text{ milibarns a 46 MeV.}$$

XXXXXXXXXX

1. Panel discussion, Proceedings of a Symposium, Copenhagen IAEA, 1973, 11,3 .
2. Steinber, M., Rasmussen, J.W., Ennow, K., Roy, N., Voetmann, V. Poulse, B. y Andersen, M., IAEA -SM- 171/27.
3. Yano, Y., Van Dyke, D., Verdon, T. Jr., y Anger, H. , J. Nucl. Med. 12, 558, 1971.
4. Chandra, R., Hernberg, J. , Braunstein, P., Rosenfeld, W., Radiology 100 687, 1971.

5. Neirincky, R., Myburgh, J., Smit, J., IAEA-SM-171/73.
6. Taakur, M., Merrick, M., Gunasekera, S., IAEA-SM- 171/7.
7. Panel discussion on future directions in Radiopharmaceuticals
Proceedings of a Symposium, Copenhagen, IAEA, 11, 313, 1973.
8. Gelbard, A., Hara, T., Tilburi, R., Laughlin, J., IAEA-SM-
171/93.
9. Murakami, Y., Akiha, F., Ezawa, O., IAEA-SM- 171/90.
10. Silvester, D., IAEA-SM- 171/6.
11. Yu-Wen-Yum , VR, 3591-4.
12. Misaelides, P., KFK 2311.
13. Fukushima, S., Kume, S., Okamura, H., Otozai, K., Sakamoto, K.
y Yoshizawa, Y., Nucl. Phys. 69: 273-290, 1965.

C.4. COMPUTACION

En el área del procesamiento de datos se efectuó un considerable esfuerzo en la adaptación de algunos programas de proceso (RADARC HUNTERC), así como el desarrollo completo de otros que se adecuaban específicamente a nuestras tareas. A continuación haremos una descripción resumida de ellas.

C.4.1. LARA.

M.de la Vega Vedoya, y C. Wasilevsky

Este programa permite calcular un valor que denominamos λ que es función de la distribución radial de trazas producidas por fragmentos de fisión isomérica en un Detector por Trazas de Estado sólido de forma circular con salida de isómeros en su centro y dirección de vuelo perpendicular al plano del detector.

Aquel valor, que para esta geometría, responde a la ecuación:

$$N_R = N \left[\frac{\lambda}{2\pi} \int_{D_{\min}}^{D_c} D e^{-\lambda D} (D^2 + R^2)^{-3/2} dD + \frac{1}{2\pi} D_c e^{-\lambda D_c} (D_c^2 + R^2)^{-3/2} \right]$$

con:

N_R = n° de fragmentos por unidad de área del detector, para un valor de radio R.

N = n° total de fragmentos

D = distancia de vuelo q la que se produce la fisión

D_c = distancia del catcher

$D_{\text{mín}}$ = distancia mínima a la que un fragmento incide en el detector con un ángulo igual o mayor al ángulo crítico.

es, por definición : $\lambda = \frac{\ln 2}{D_{1/2}} = \frac{\ln 2}{D_{1/2}}$

lo que nos permite obtener:

1°) $T_{1/2}$ = vida media del isómero (conocida V = velocidad de los fragmentos).

2°) Eficiencia E_λ del detector, por integración de:

$$E_\lambda = 2\pi \left[\int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda}{2\pi} \int_{D_{\text{mín}}}^{D_c} D e^{-\lambda D} (D^2 + R^2)^{-3/2} dD + \frac{1}{2\pi} D_c e^{-\lambda D_c} \cdot (D_c^2 + R^2)^{-3/2} \right] R dR$$

C.4.2. STOPY

C.Wasilevsky.

Mediante este programa se pueden calcular las energías medias de un haz de partículas monoenergético que incide en láminas apiladas para cada una de ellas. Todo esto lo calcula para pilas de diversos materiales y para una pila compuesta por una sucesión de varios de ellos.

C.4.3. DICKE

C.Wasilevsky, G.Coroli.

Este es un programa FORTRAN que sirve para calcular rendimientos en blancos gruesos. Con el Dicke se obtienen actividades integradas y diferenciales por unidad de flujo y de intensidad de corriente, del haz de partículas incidente. Estas actividades se calculan para tiempos de irradiación iguales a $T_{1/2}$, una hora para saturación.

Todos estos resultados se obtienen para blancos consti-

tuídos únicamente por el elemento que produce la reacción de interés (abundancia isotópica =1) y también teniendo en cuenta la concentración de dicho elemento en el material que se irradia.

C.4.4. EFICA

C.Wasilevsky, O. Herreros Usher.

Es este un programa FORTRAN, en doble precisión, para el cálculo de la eficiencia absoluta de detección en espectrometría. Como salida se obtienen los valores de la eficiencia (ϵ), de su inversa ($1/\epsilon$), sus errores absolutos y su error relativo.

C.4.5. CROSSE

C.Wasilevsky, O. Herreros Usher.

Este programa permite calcular en doble precisión, actividades iniciales, flujo de partículas y secciones eficaces en láminas de elementos irradiados. También calcular los errores absolutos y relativos de la actividad inicial, del flujo y de las secciones eficaces.

C.4.6. HUNTERC

C.Wasilevsky.

El programa "HUNTER" de H. Münzel y E. Pfennig, fué cedido gentilmente por el Institut für Radiochemie de Karlsruhe, Alemania Federal; este programa de búsqueda automática de picos en cálculo de áreas en un espectro producido por un detector semiconductor fue adaptado a las condiciones de trabajo de Radioquímica para ser utilizado en una computadora IBM 370.

C.4.7. CHELIN

C.Wasilevsky.

Este programa calcula parámetros de ajuste de curvas mediante polinomios de Chebichew.

C.4.8. RADARC

M.C.Saravi, H.Fernández Gianotti, C.Wasilevsky,
S.J. Nassiff, M. de la Vega Vedoya.

Este programa "RADAR" de H.Münzel y E.Pfennig , cedido gentilmente por el INSTITUT FÜR RADIOCHEMIE de KARLSRUHE, Alemania Federal, fue adaptado a las condiciones de trabajo de la C.N.E.A. de la Argentina, para ser utilizado en una computadora IBM 370.

Las actividades y períodos de las componentes de una mezcla de radionucleídos se pueden obtener a través de un análisis de la curva de desintegración radiactiva . Para llevar a cabo tales análisis se emplean normalmente métodos gráficos. Los resultados así obtenidos tienen, aún en casos simples, algunos porcentos de error. Además, por aplicación de ese método, no existe la posibilidad de obtener información sobre la desviación standard de los resultados. Ambas desventajas se superan mediante un análisis numérico de la curva de desintegración ya que se obtienen resultados más exactos como así también su desviación standard. La realización de tal análisis numérico insume

mucho tiempo y no es posible realizarla prácticamente con una calculadrea de mesa. Por eso se ha escrito un programa en lenguaje FORTRAN IV y en vistas a operar en una IBM 370.

El "DECK" de tarjetas en lenguaje FORTRAN IV del programa RADAR-CNEA se encuentra archivado en la biblioteca de programas de RADIOQUIMICA-CNEA.

XXXXXXXXXXXX

1. Munzel, H. y Pfennig, G. Kernforschungszentrum Karlsruhe, Externer Bericht 10/67-5.
2. Higbie, J. Nuclear Instruments and Methods 105, 1972.
3. Lietzke, M. ORNL 3132.
4. Lietzke, M. NAS-NS, 3107, 1962.

PERSONAL DE RADIOQUIMICA

A. Investigadores

Nassiff, Sonia F.J. (Jefe de la actividad)

Wasilevsky de Lammirato, Catalina

De la Vega Vedoya, Mario Raúl

Lalli, María Eugenia (1)

Herreros Usher, Oscar (2)

Fernández Gianotti, Horacio (3)

Arizmendi, Constancio Miguel

Maceiras de Jefimowicz, Elena (4)

Ozafran de Fernández Dos Santos, Mabel

Ventajas, Lilia (5)

Angelili, Telma

B. Profesionales Becados

Coroli de Zappia, Graciela (8)

Saravi de Fernández Gianotti, Margarita (10)

C. Técnicos

Sánchez, Jorge (6)

Fontanille, Remigio (7)

Helguero, Hugo Carlos

Zappalorto, Jorge

Debray, Mario Ernesto

Naumann, Pablo Angel (11)

D. Estudiantes Eecados

Vázquez, Mónica Ema

(9)

Referencias:

- (1) - Desde 1-2-77 en Secretaría General.
- (2) - Renunció a partir 1-7-78.
- (3) - Declarado prescindible a partir de 9-77.
- (4) - Renunció a partir 1-12-78.
- (5) - Renunció a partir 1-7-78.
- (6) - Renunció a partir 30-3-78.
- (7) - Renunció a partir 30-9-77.
- (8) - Renunció a partir 30-11-77.
- (9) - Ad-honorem
- (10) - Prestó servicios entre 11-76 y 4-77
- (11) - Adscripto a la CNEA entre 17-11-78 y 16-6-79.

PUBLICACIONES

- "Excitation Functions and Isomeric Ratios for the Isomeric Pair ^{106m}Ag and ^{106g}Ag in the $^{107}\text{Ag}(d,t)$ Reaction".
M.E. Lalli, C. Wasilevsky, O.R. Herreros Usher y S.J. Nassiff.
Radiochimica Acta 23: 107-109, 1976.

- "Excitation Functions and Thick Target Yields for Deuteron Induced Reactions on Zirconium".
C. Wasilevsky, M. de La Vega Vedoya, O. Herreros Usher y S.J. Nassiff.
Radiochem. Radioanal. Letters 32: (3-4) 127-140, 1978.

- "Production Cross Sections and Isomeric Ratios for the Isomeric Pair ^{89m}Nb and ^{89g}Nb in the $^{90}\text{Zr}(d,3n)^{89m/g}\text{Nb}$ Reaction".
O. Herreros Usher, M. de la Vega Vedoya, C. Wasilevsky y S. J. Nassiff.
Radiochimica Acta 23: 159-160, 1978.

- "Production Cross Sections and Isomeric Ratios for the Isomeric Pair $^{110m}\text{In}/^{110g}\text{In}$ Formed in $\text{Cd}(d,xn)$ Reactions".
O. Herreros Usher, E. Maceiras, M. de la Vega Vedoya y S.J. Nassiff.
Radiochimica Acta, 24: 55-57, 1978.

- "Production Cross Sections of ^{109g}In , ^{111g}In , ^{113m}In and ^{115g}Cd Formed by Deuterons on Cadmium".
O. Herreros Usher, C. Wasilevsky, S.J. Nassiff y M. de la Vega Vedoya.
Radiochimica Acta, 24: 59-63, 1978.

- "Cross Sections for ^{114m}In and ^{116m}In Produced by Deuterons on Cadmium".
O. Herreros Usher, M. de la Vega Vedoya, C. Wasilevsky y S.J. Nassiff.
Radiation Physics and Chemistry (en prensa).

- "Programa de Computadora: RADAR-CNEA para la Determinación de Constantes de Desintegración y Actividades Iniciales de una Mezcla de Radionucleidos".

M.C. Saraví, H. Fernández Gianotti, C. Wasilevsky y S.J.Nassiff.
Informe CNEA.

