

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1967

07.67.03

EN- 2 / 7

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

GERENCIA DE ENERGIA

DETERMINACION DEL TIEMPO DE PERMANENCIA EN SECADORES
ROTATIVOS CON TRAZADORES RADIOACTIVOS

Héctor R. Gómez Rufz, Héctor Rocca, Luis C. Ayala

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

GERENCIA DE ENERGIA

DETERMINACION DEL TIEMPO DE PERMANENCIA EN SECADORES
ROTATIVOS CON TRAZADORES RADIACTIVOS

Héctor R. Gómez Rufz, Héctor Rocca , Luis C. Ayala

C O N T E N I D O

SECCION	PAGINA
1 . O . - INTRODUCCION	
2 . O . - EL PROCESO DE SECADO Y PLANTEO DEL PROBLEMA	2
3 . O . - SELECCION DEL TRAZADOR RADIOACTIVO	4
4 . O . - REALIZACION DE LA EXPERIENCIA EN LA DESTILERIA	6
5 . O . - RESULTADOS E INTERPRETACION	7
6 . O . - SEGURIDAD RADIOLOGICA	9
REFERENCIAS	11
TABLAS Y GRAFICOS AL FINAL DEL TEXTO.	

R E S U M E N

Este informe describe las experiencias realizadas para determinar el tiempo de permanencia promedio y la distribución de tiempos de permanencia en un secador rotativo destinado a deshidratar subproductos orgánicos de destilación ("Burlanda").

En base a las pruebas de fijación realizadas, las condiciones operativas del proceso y el instrumental de detección y medición disponible, se seleccionó el ^{151}Cr como trazador para ejecutar la experiencia en la Destilería. Como detector se empleó una sonda portadora de 6 tubos tipo G. Müller, aptos para trabajar aún con altas temperaturas.

Los resultados obtenidos son referencias de utilidad para evaluar la eficiencia del secador en las condiciones reales de operación.-

DETERMINACION DEL TIEMPO DE PERMANENCIA EN SECADORES ROTATIVOS CON TRAZADORES RADIACTIVOS *

1. 0. INTRODUCCION

Los problemas fundamentales de un proceso unitario, secado de subproductos de destilación en este caso, están vinculados estrechamente con el cómputo o balance de masas y energía.

Este balance de masas y energía es indispensable para diseñar secadores y para establecer las condiciones técnico-económicas óptimas de funcionamiento: número de reciclos, velocidad de rotación, temperatura de entrada y salida del medio secante, carga, etc. (1) (2).

Algunos de los parámetros que intervienen en el citado balance pueden ser determinados empleando trazadores químicos o radiactivos. La elección de estos últimos para medir el tiempo de permanencia promedio y la función de transferencia o respuesta del sistema ante la inyección de trazador en la entrada está avalada por:

- Los trazadores radiactivos pueden ser medidos fácilmente, en forma continua a la salida del secador.
- Con ellos es posible asegurar identidad físico-química entre los subproductos de destilación marcados y sin marcar.

* Servicio realizado por el Departamento de Aplicación, Gerencia de Energía.

2.0. EL PROCESO DE SECADO Y PLANTEO DEL PROBLEMA

En los secadores rotatorios que nos ocupan se deshidratan los subproductos orgánicos de destilación hasta lograr, en el producto final, "burlanda", una humedad remanente de equilibrio comprendida entre el 7% y 9%.

En las figuras 1 y 2 han sido esquematizados los secadores rotatorios y el proceso completo de secado que se cumple en la destilería.

Cuando la eficiencia de un secador es baja, es dable observar que una gran parte del producto a secar sale con una humedad superior a la promedio, mientras que otra fracción considerable es eliminada demasiado seca. Sería ideal en este caso un secador con funcionamiento tipo "pistón" en el cual toda fracción residiera o permaneciera en el mismo igual tiempo.

Se denomina Tiempo de permanencia nominal (T_n) a la siguiente relación:

$$T_n = \frac{V}{q} = \frac{\frac{\beta \cdot l \cdot s}{G \cdot s}}{\frac{Y}{G}} \text{ (minutos)} \quad (I)$$

T_n : Tiempo de permanencia nominal (min.)

V : Volúmen retenido en el secador (m^3)

q : Caudal (m^3/h)

β : Fracción del volúmen del secador que ocupa el sólido (m^3/m^3)

- l : Longitud del secador (m)
 s : Sección transversal del secador (m^2)
 γ : Peso específico del sólido (kg/m^3)
 G : Velocidad másica del sólido ($kg/min. m^2$)

Es preciso admitir que la información suministrada por (I), aún en el caso de poder obtenerse, es incompleta y no siempre responde a la realidad, ya que sólo una reducida cantidad de productos de destilación permanecerá en el secador ese tiempo.

Es por ello que en la práctica se determina experimentalmente la función de transferencia $C(t)$, la cual permite calcular el tiempo de permanencia promedio y distribución de los tiempos de permanencia respecto a los porcentajes de material procesado. Se denomina tiempo de permanencia promedio (3) (4) a la relación:

$$T_p = \frac{\int_0^{\infty} C(t) t e^{-0,7 t' / T_{1/2}} dt}{\int_0^{\infty} C(t) e^{-0,7 t' / T_{1/2}} dt} \quad (\text{min.}) \quad (\text{II})$$

$C(t)$: Concentración del trazador presente en el producto final.

t : Tiempo transcurrido a partir de la inyección del trazador (min.)

$T_{1/2}$: Período de semidesintegración del radioisótopo empleado (min.)

Si como ocurre en nuestro caso, el período de semidesintegración es grande respecto al lapso de la experiencia, podemos suponer que $e^{-0,7 t' / T_{1/2}} \simeq 1$; además la concentración $C(t)$ es en todo

momento proporcional a la actividad medida (A_t): $C(t) = k A(t)$. Luego la relación (II) queda expresada por:

$$T_p = \frac{\int_0^{\infty} A(t) t \cdot dt}{\int_0^{\infty} A(t) dt} \quad (\text{min.}) \quad (\text{III})$$

En la fig. 6 ha sido sintetizada la resolución gráfica de la expresión anterior. El denominador de la mencionada relación es el área encerrada por la curva de la fig. 6b obtenida midiendo la actividad que sale del secador. El numerador de la misma fórmula (III) corresponde al área encerrada por la curva de la fig. 6c que ha sido obtenida multiplicando los valores de (A_t) por los respectivos tiempos (t). Por lo dicho anteriormente no corresponde aquí la corrección por decaimiento.

3.0. SELECCION DEL TRAZADOR RADIOACTIVO

Las características físico-químicas de los sub-productos orgánicos de destilación y la cinética del proceso de secado son factores decisivos en la selección del radioisótopo y su forma química. Para que los resultados obtenidos tengan validez es necesario observar una serie de precauciones y lograr así identidad entre el producto marcado y ese mismo producto sin marcar, en las condiciones reales de operación.

En este caso hemos tenido en cuenta para realizar las pruebas de fijación de los trazadores seleccionados en primera instancia, aquellas variables críticas que podrían alterar durante el proceso la unión entre el radioisótopo y el soporte o sub-producto de destilación.

Las variables consideradas fueron:

- Temperatura máxima de los sub-productos de destilación en el secador: 80°C
- Porcentaje de humedad de los mismos en la entrada del secador: 30%-60%
- Porcentaje de humedad de equilibrio (final) 5 %-9%

Por otra parte, el período de semidesintegración del radioisótopo a emplear debía ser compatible con:

- Duración prevista de la experiencia: 2 horas
- Lapso probable entre la producción del radioisótopo y la ejecución de la experiencia: 10-20 días

Los radioisótopos seleccionados para ejecutar las pruebas de fijación (Cromo-51, Iodo 131 y Oro 198) son emisores gamma, fáciles de detectar y medir aún en concentraciones muy bajas, a la salida del secador. En la tabla I se mencionan las características principales de los mismos.

Los resultados de las pruebas de fijación están expuestos en la tabla III.

La burlanda se marcó homogéneamente con las tres soluciones mencionadas en dicha tabla. Luego se filtró por vacío y se eva-

poró hasta obtener una humedad relativa similar a la del producto original a la salida del secador (burlanda; 7% de humedad). Una alícuota del residuo líquido fue medida por espectrometría gamma y comparada su actividad con la actividad total empleada, estableciéndose así los porcentajes retenidos por la burlanda. Tabla III

Con el fin de valorar, al menos cualitativamente, el grado de fijación del trazador en la burlanda, se lavó más tarde esta última. La actividad arrastrada por el líquido de lavado fue medida también en idénticas condiciones que antes, estableciéndose así el porcentaje final de trazador radiactivo retenido por la burlanda.

4.0. REALIZACION DE LA EXPERIENCIA EN LA DESTILERIA

En base a los resultados de las pruebas de fijación expuestas en 2.0 se optó por emplear el ^{51}Cr en forma de CrCl_3 para medir el tiempo de permanencia promedio y la función de transferencia en el secador indicado por Hiram Walker S. A.

Se marcaron 200 gr de burlanda con 2,5 mCi de una solución de $^{51}\text{Cr Cl}_3$. En una plancha caliente de los laboratorios de la destilería se secó hasta obtener una humedad del 30%, similar a la humedad promedio de los sub-productos de destilación que ingresaban al secador en el momento de realizar la prueba.

Para disminuir la cantidad de sub-productos marcados que podían quedar retenidos bajo el sin-fin, se agregaron y mezclaron con los sub-productos ya marcados 800 gr de sub-productos sin marcar (30 % de humedad).

La mezcla marcada resultante fue volcada "instantáneamente" en el tornillo sin-fin que alimenta al secador rotatorio Fig. 1 y 2.

A la salida del secador se colocó una sonda provista de seis detectores tipo Geiger Müller asociada a fuente de tensión, integrador transistorizado y registrador gráfico- mecánico. Todo este instrumental es portátil. Fig. 1 y 8.

5.0. RESULTADOS E INTERPRETACION

Ha sido incorporado a este informe técnico el registro gráfico original obtenido midiendo la actividad $A(t)$ en la salida del secador. Para mayor comodidad en la lectura de valores se ha representado también en la fig. 3 esa misma curva.

La actividad medida $A(t)$ es proporcional a la concentración del trazador $C(t)$ presente en la burlanda en un determinado momento del secado.

$$C(t) = k A(t)$$

$A(t)$: Actividad medida en la salida del secador (c/min.)

k : Constante que depende de la geometría de medición, eficiencia del detector, etc.

$C(t)$: Concentración de ^{51}Cr en la burlanda (des/min. g).

En la fig. 3 se puede apreciar que el tiempo muerto de este proceso es de seis minutos ya que la actividad en la salida comienza a aumentar en el sexto minuto, posterior a la inyección "instantánea" y "puntual" del trazador. La actividad es máxima a los 20 minutos.

Luego la actividad disminuye siguiendo una ley aproximadamente exponencial. A los 35 minutos (tomando siempre el mismo origen de tiempos) la actividad o concentración vuelve a aumentar ya que llegan nuevamente partículas marcadas debido al reciclado del proceso continuo de secado. La curva tiende luego a ser constante a medida que aumenta el número de ciclos.

El tiempo de permanencia promedio ha sido calculado gráficamente de acuerdo a lo expresado en 2.0.

$$T_p = \frac{\int_0^{\infty} A(t) t dt}{\int_0^{\infty} A(t) dt} = \frac{\text{Area B}}{\text{Area A}} \quad (V)$$

$$\underline{T_p = 24 \text{ minutos}}$$

El denominador de la expresión anterior es el área comprendida bajo la curva de la fig. 4 (trazo lleno). El numerador, por otra parte, es el área representada bajo la curva $t A(t)$ de la misma figura (línea de trazos).

Teniendo presente que la actividad total inyectada es proporcional al área representada bajo la curva $A = f(t)$ de la fig. 4, (trazo lleno), se ha representado en la misma figura la curva correspondiente a los porcentajes de burlanda marcada que salen del secador en función del tiempo. Los valores principales de la misma están expuestos en la tabla II.

Resta por último aclarar que las curvas de la figura 4 han sido construídas a partir del registro gráfico original, descontando el fondo natural o efecto cero.

6.0. SEGURIDAD RADIOLOGICA

La producción, tratamiento, manipulación, utilización y transporte de radioisótopos, exige la adopción de medidas de seguridad y protección reglamentadas a través de las "Normas básicas de seguridad radiológica y nuclear (5)".

Estas normas son aplicables a las operaciones que se realizan en áreas de la CNEA, o bien en trabajos ejecutados por cuenta de ella como ocurre en este caso.

La determinación de tiempo de permanencia de sub-productos orgánicos de destilación o burlanda, se realizó en un todo, manteniendo las condiciones de seguridad y protección para el personal de la CNEA y otras personas de la destilería o público en general que pudieran, concebiblemente, resultar afectadas por las tareas realizadas.

En la fig. 7 se han representado las curvas de exposición en dos secciones del secador. Estos valores fueron medidos 20 minutos después de haber iniciado la experiencia, es decir, en el instante de máxima actividad en la salida del secador.

Se deduce de ellas que, de acuerdo a las normas en vigencia, esos valores estarían por debajo de los límites permisibles aún en el caso de realizar experiencias simultáneas en los cuatro secadores de la destilería.

La concentración remanente de ^{51}Cr en la bur-
landa procesada durante la experiencia, es también inferior a la máxi-
ma permisible.

7. 0. CONCLUSIONES

La función de transferencia determinada experi-
mentalmente en este trabajo es representativa del proceso en las condi-
ciones reales de operación del secador rotatorio experimentado.

El tiempo de permanencia promedio ($T_p = 24$ mi-
nutos) y la dispersión de tiempos de permanencia en torno a ese valor
medio (tabla 2 fig. 4) son referencias de utilidad para evaluar la eficien-
cia del secador y determinar las condiciones técnico-económicas óptimas
de funcionamiento del mismo.

R E F E R E N C I A S

- 1) RICH, Linvil G. Operaciones unitarias de Ingeniería Sanitaria. México, (1963), 339.
- 2) PERRY, J. H. Chemical Engineers Handbook, N. Y. (1950), 831.
- 3) PHILIPS - DUPHAR. Isotope Lab. - Technical Inf., Sheet N° 1.
- 4) BULLOCK, R., JOHNSON, P. and WHISTON, J. Rad. tracers in Ind and Geophysics. AEA, Vienna (1967), 393.
- 5) C. N. E. A., Normas básicas de seg. rad. y nuclear, ST N° 11, Comisión Nacional de Energía Atómica, R. Arg. (1966).

TABLA I

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE CROMO 51, IODO 131, Y ORO 198

	^{51}Cr	^{131}I	^{198}Au
EMISOR	γ	β, γ	β, γ
ENERGIA γ - Mev -	0,323 (100 %)	0,360 (80 %) 0,640 (9 %)	0,410 (99 %)
PERIODO DE SEMI- DESINTEGRACION (DIAS)	27	7,6	2,7
FORMA QUIMICA ACONSEJABLE Y/O DISPONIBLE	CrCl_3	INa	AuCl_3

TABLA II

TIEMPO DE PERMANENCIA DE DISTINTAS
FRACCIONES DE BURLANDA

PORCENTAJE DE BURLANDA MARCADA QUE HA SALIDO DEL SECADOR. (%)	TIEMPO DE PERMANENCIA (MINUTOS)
0	6 (Tiempo muerto)
25	19
50	24
75	31
100	50

TABLA III
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE FIJACION

	$^{51}\text{CrCl}_3$	^{131}INa	$^{198}\text{AuCl}_3$
Porcentaje de la actividad total empleada que se fijó en la burlanda (%)	99	99	99
Porcentaje de la actividad total empleada que quedó fijada en la burlanda despues de un exhaustivo lavado. (%)	79	74	74

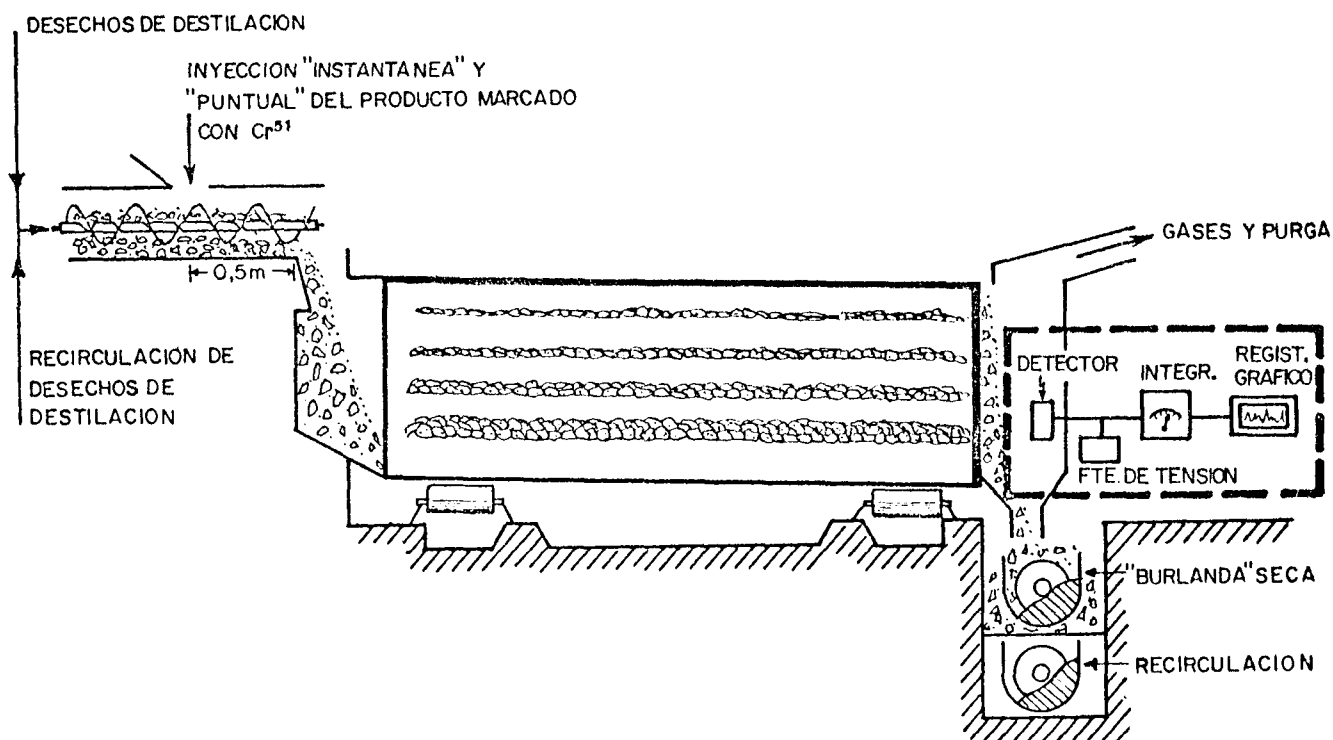


Fig. 1 - ESQUEMA DE UN SECADOR GIRATORIO DE TUBOS Y POSICION DE INYECCION Y MEDICION DE ACTIVIDAD._

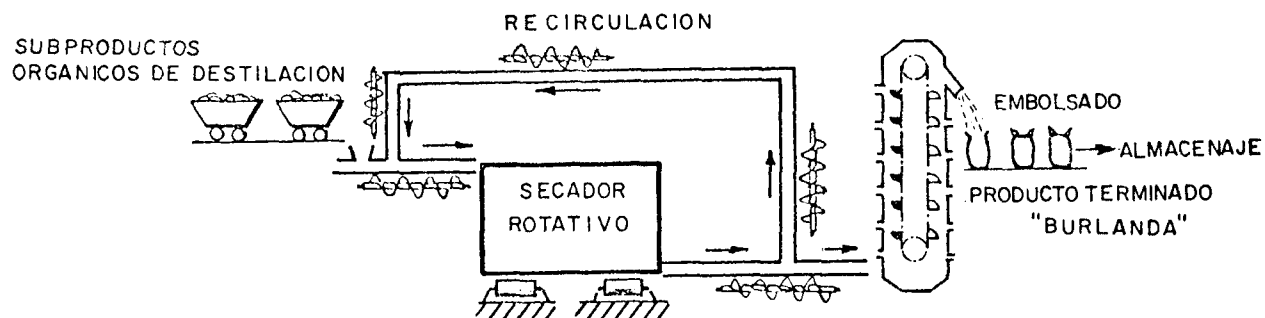


Fig. 2 - ESQUEMA COMPLETO DEL PROCESO DE SECADO DE SUBPRODUCTOS DE DESTILACION "BURLANDA" PARA ALIMENTOS BALANCEADOS._

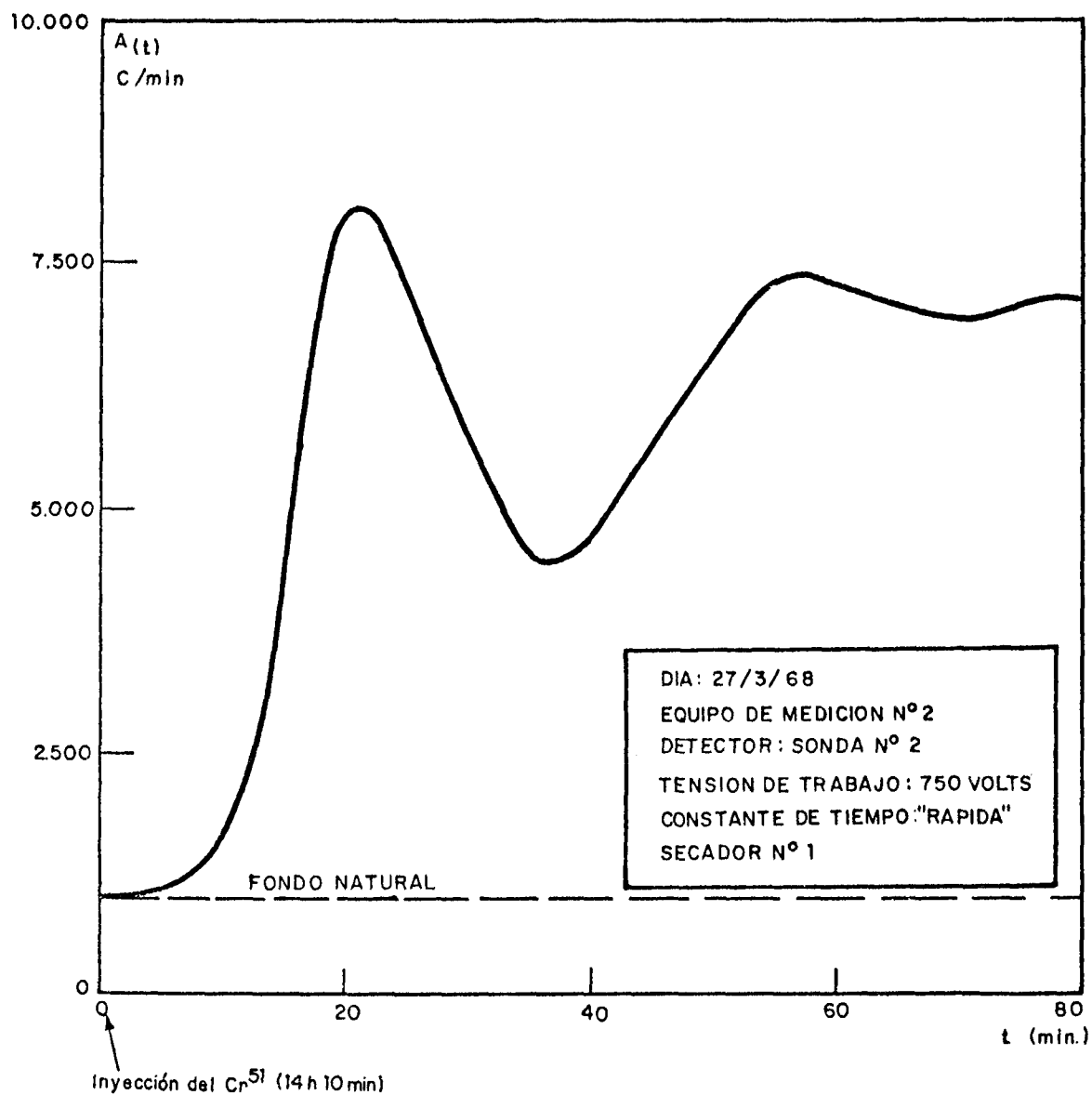


Fig.3- REGISTRO GRAFICO COMPLETO OBTENIDO MIDIENDO LA ACTIVIDAD A LA SALIDA DEL SECADOR.-

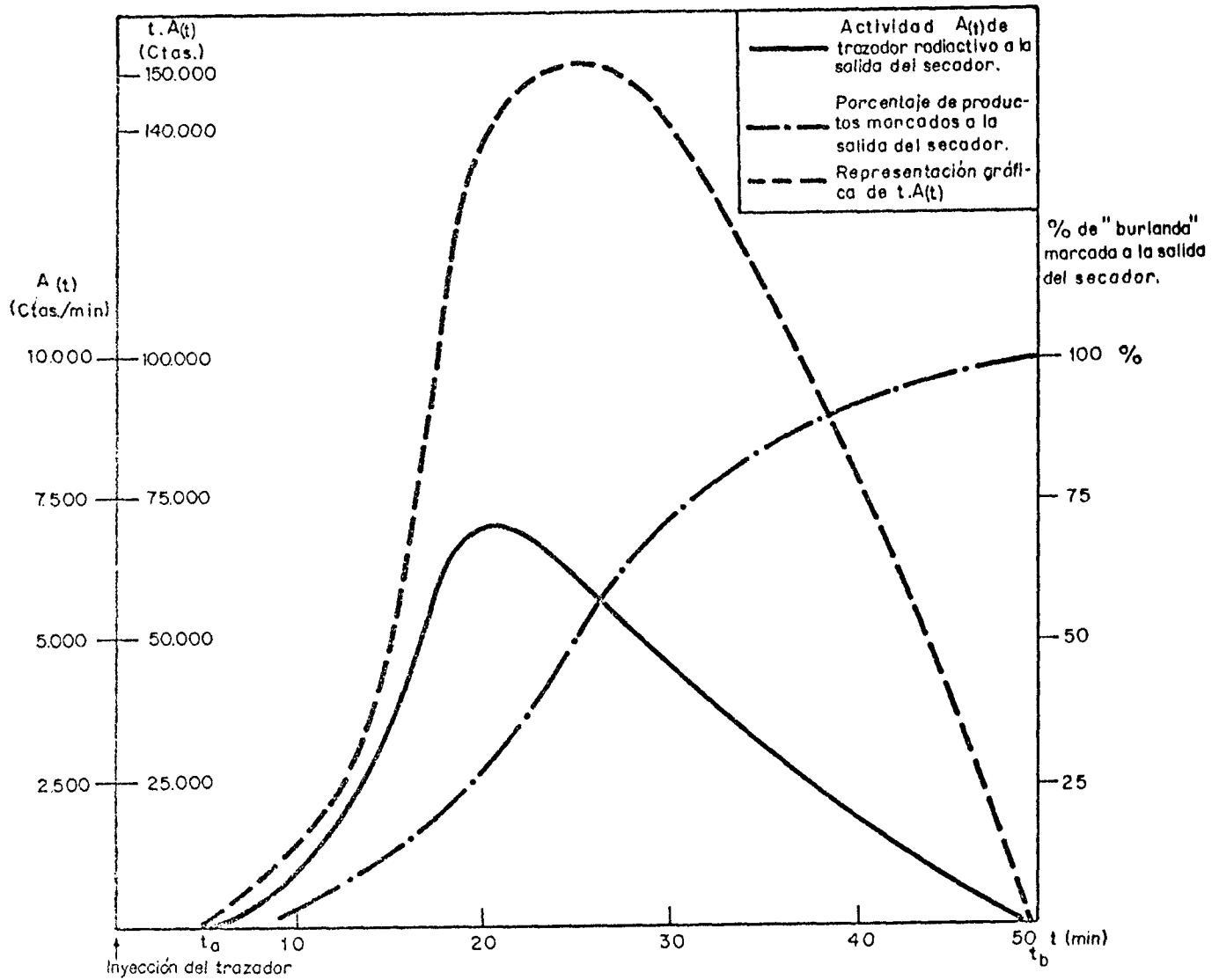


Fig. 4. - Actividad medida en la salida del secador y distribución de tiempos de permanencia o porcentajes de productos marcados a la salida del secador.

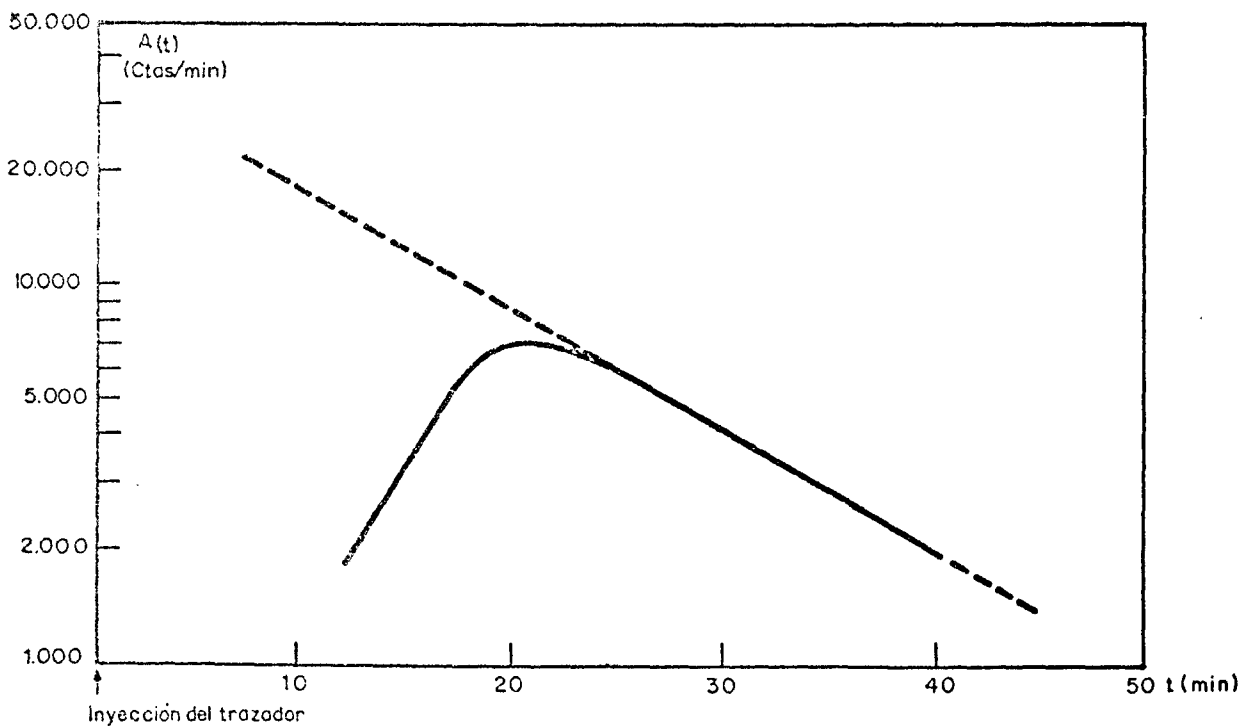


Fig. 5. - Actividad del trazador radiactivo en la salida del secador en función del tiempo. (Escala semilogarítmica.)

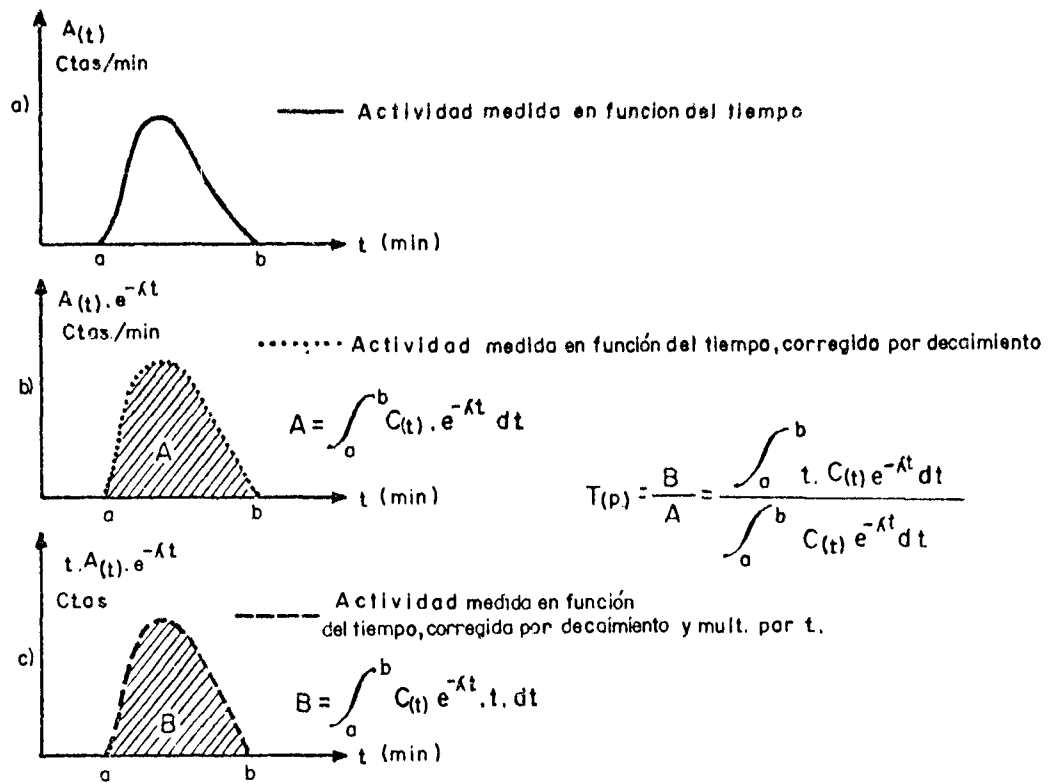


Fig. 6 - DETERMINACION DEL TIEMPO DE PERMANENCIA.. PROMEDIO (T_p)

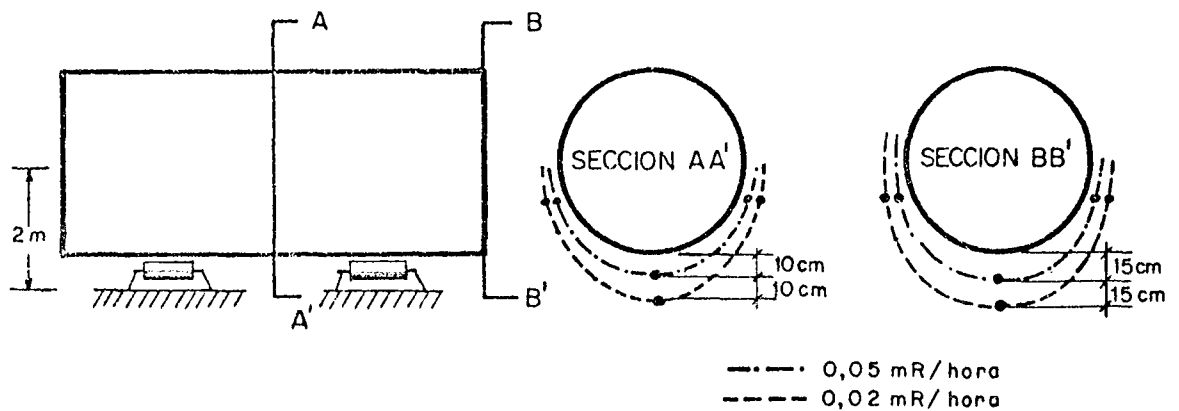


Fig.7 -EXPOSICION MEDIDA EN DOS SECCIONES DEL SECADOR, 20 MINUTOS DESPUES DE HABER INYECTADO EL TRAZADOR RADIOACTIVO..

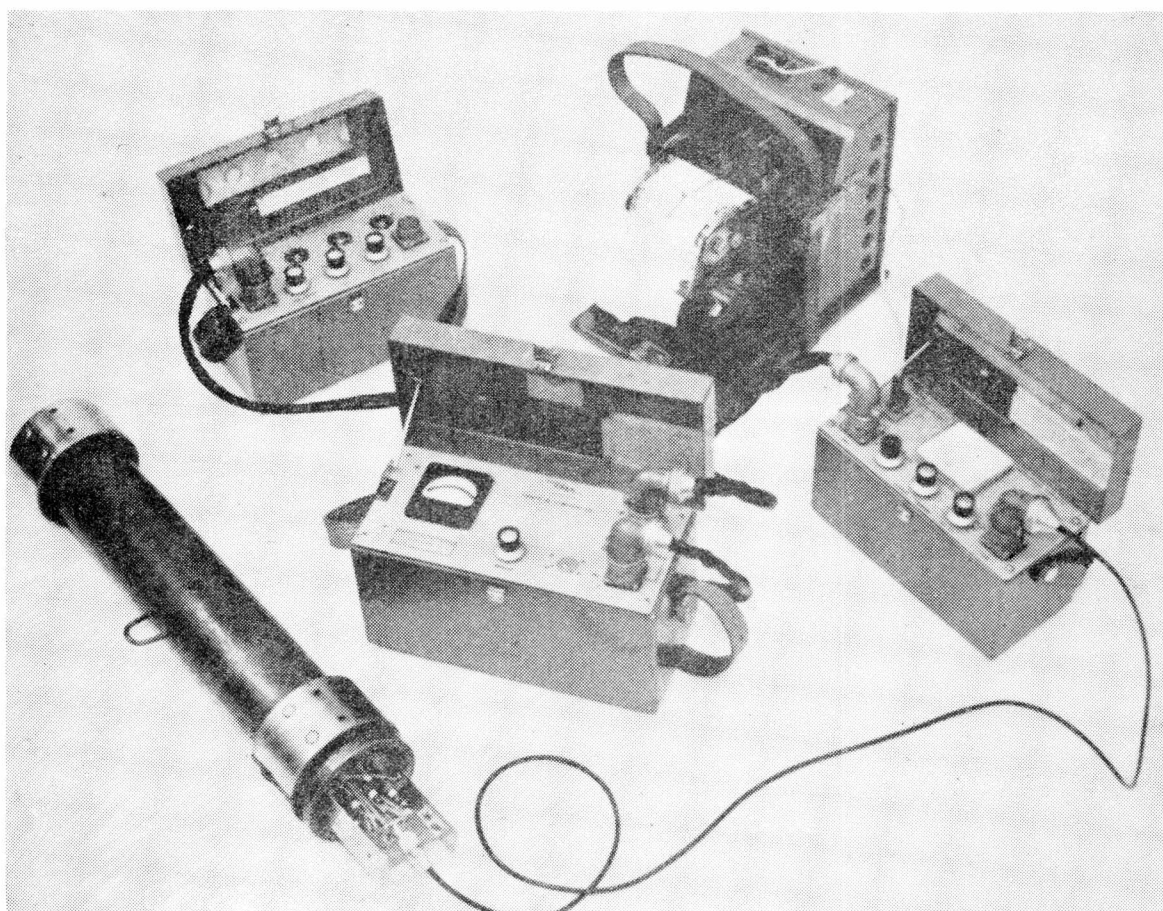


Fig. 8.- Sonda de detección e instrumental asociado contruídos en la C.N.E.A.

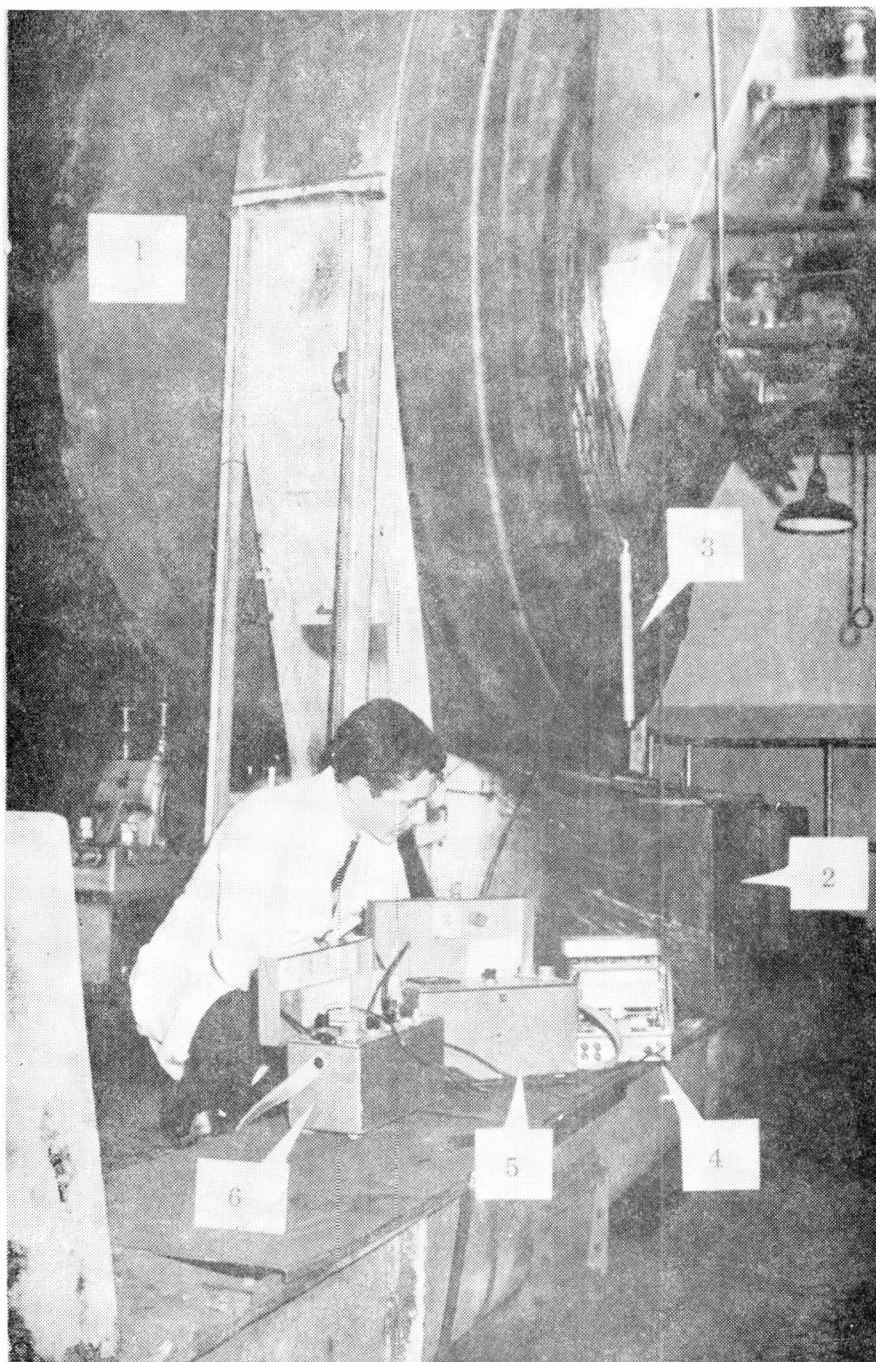


Fig. 9 Medición de actividad en la salida del secador rotativo.
1) Secador rotativo - 2) Salida del material seco por tornillo sin-fin - 3) Sonda detectora - 4) Registrador gráfico - 5) Fuente de tensión - 6) Integrador.