

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA



INFORME N.º 94

Diagrama para el Cálculo de Dosis Totales debidas
a Fuentes Uniformemente Distribuidas

por

A. E. Placer, R. B. Bravo, H. A. Mugliaroli y O. R. Moll



BUENOS AIRES
1963



DIAGRAMA PARA EL CALCULO DE DOSIS TOTALES DEBIDAS
A FUENTES UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS

A.E. Flacer; R.B. Bravo; H.A. Magliaroli y O.R. Moll

INTRODUCCION

El cálculo de dosis debidas a fuentes uniformemente distribuidas puede llegar a ser una operación rutinaria en muchos servicios médicos que trabajan con materiales radioactivos en aplicaciones en las que éstos, siguiendo la vía metabólica correspondiente, se distribuyen homogéneamente en algún tejido u órgano en especial o en todo el organismo del paciente.

Para facilitar esa tarea se ha confeccionado un diagrama en el que, con simples procedimientos, se pueden obtener las dosis totales producidas por cualquier radioisótopo cualquiera sea su localización.

Por extensión, como se explica más adelante, igual método puede utilizarse para la determinación de las dosis producidas en distribuciones homogéneas de material radioactivo en cualquier medio.

FUNDAMENTO TEORICO

La dosis total producida por una fuente uniformemente distribuida en un órgano dado, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D = 1,44 \cdot T_E \cdot \frac{A}{M} \cdot \sum_1^n p_i \epsilon_i f_i \quad (1)$$

donde:

T_E = período efectivo del material radioactivo en el órgano en estudio = $0.693/(\lambda + k)$, siendo λ la constante de desintegración del radionucleído en cuestión y k la constante de eliminación biológica del elemento en el órgano considerado.

A = actividad presente en el órgano a tiempo cero.

m = masa del órgano.

p_i = fracción de emisión por desintegración de una cierta energía ϵ_i .

f_i = fracción de energía emitida por gramo de órgano que se absorbe por gramo en el punto en estudio.

Por su forma, la expresión es aplicable exactamente para eliminaciones de elementos químicos que sigan una ley exponencial en función del tiempo y con tanto menor error cuanto más se aproxime la variación de la concentración de actividad a la función antedicha. Para la gran mayoría de los casos prácticos el error cometido en aceptarla sin correcciones es despreciable (2).

La dosis total por unidad de energía absorbida es entonces:

$$\frac{D}{\sum_i p_i \epsilon_i f_i} = 1,44 T_E \frac{A}{m}$$

por lo que, para cada $T_E = \text{cte.}$, es función lineal de A/m .

Representando esta función en papel doble logarítmico se obtienen las rectas dibujadas, para cada valor del período efectivo.

Una vez conocidos los parámetros $D/\sum_i p_i \epsilon_i f_i$ se determinan las curvas para cada dosis total ($D = \text{cte.}$) en función de la variable $\sum_i p_i \epsilon_i f_i$, las que en papel log-log son rectas de pendiente negativa.

CONSIDERACIONES GENERALES

Para los radionucleídos emisores alfa y beta puede aceptarse con muy poco error que $f = 1$ (1) (2) en todos los puntos que estén en equilibrio de radiación.

Además, en el caso de los espectros beta la sumatoria $p_i \epsilon_i$ es la energía promedio por desintegración.

Para los nucleídos emisores gamma el factor f es función de la geometría del órgano y de la energía ϵ_γ de la radiación. (En el gráfico 1 se presentan los valores de f para el centro del órgano supuesto esférico y de densidad unitaria, en función del radio).

En general, para emisores de varios tipos de radiación deberá considerarse la energía total absorbida.

El gráfico puede utilizarse para distribuciones homogéneas de material radioactivo en cualquier medio, reemplazando el período efectivo por el período de semidesintegración del radionucleído en estudio y utilizando en cada caso el factor f que corresponda, dado que éste depende también de la naturaleza de dicho medio.

FORMA DE UTILIZACION DEL GRAFICO

Deben determinarse los siguientes parámetros:

- a) Actividad por unidad de masa de órgano (A/m) en mC/g .
- b) Período efectivo (T_E) en días.
- c) Energía absorbida por desintegración (en KeV ó MeV según el rango) $= \bar{\epsilon}_\alpha + \bar{\epsilon}_\beta + \epsilon_\gamma \cdot f$

Se entra en la escala de abscisas correspondiente con el valor a) y se traza la vertical hasta encontrar la recta correspondiente al período b). Se traza la horizontal por el punto de intersección hasta encontrar la vertical trazada por el valor correspondiente a la energía absorbida c), leído en la segunda escala de abscisas.

Trazando una paralela a las rectas de dosis $D = cte.$ por este segundo punto de intersección determinado, se lee en la escala situada en la parte superior e izquierda del gráfico la dosis total (en Rad) resultante.

EJEMPLO

Cálculo de la dosis total producida por 10 mC de I 131 captados por una glándula tiroidea de masa $m = 25$ g, para un período efectivo $T_E = 6$ días.

$$a) \frac{A}{m} = \frac{10 \text{ mC}}{25 \text{ g}} = 0.4 \frac{\text{mC}}{\text{g}}$$

$$b) T_E = 6 \text{ días}$$

$$c) \bar{\epsilon}_\beta = 0.19 \text{ MeV} \quad (3)$$

$$\epsilon_\gamma \cdot f = 0.02 \text{ MeV} \quad (1) (2)$$

$$\bar{\epsilon}_\beta + \epsilon_\gamma \cdot f = 0.21 \text{ MeV}$$

Realizando las operaciones como se indica en el gráfico auxiliar 2), se obtiene como dosis total 38000 Rad.

BIBLIOGRAFIA

1. BENINSON D.J.; MUGLIAROLI H.A. y PLACER A.E.: "Radiodosimetría" Publicación RI-22 k. Comisión Nacional de Energía Atómica. Buenos Aires, (1959).
2. LOEVINGER R.; HOLT J.G. and HINE G.J.: "Internally administered radioisotopes". In: HINE G.J. and BROWNELL, G.L.: "Radiation Dosimetry", Academic Press Inc. (New York). Chapter 17, (1956).
3. SLACK L. and WAY K.: "Radiations from radioactive atoms in frequent use". U.S.A.E.C. Washington, (feb. 1959).

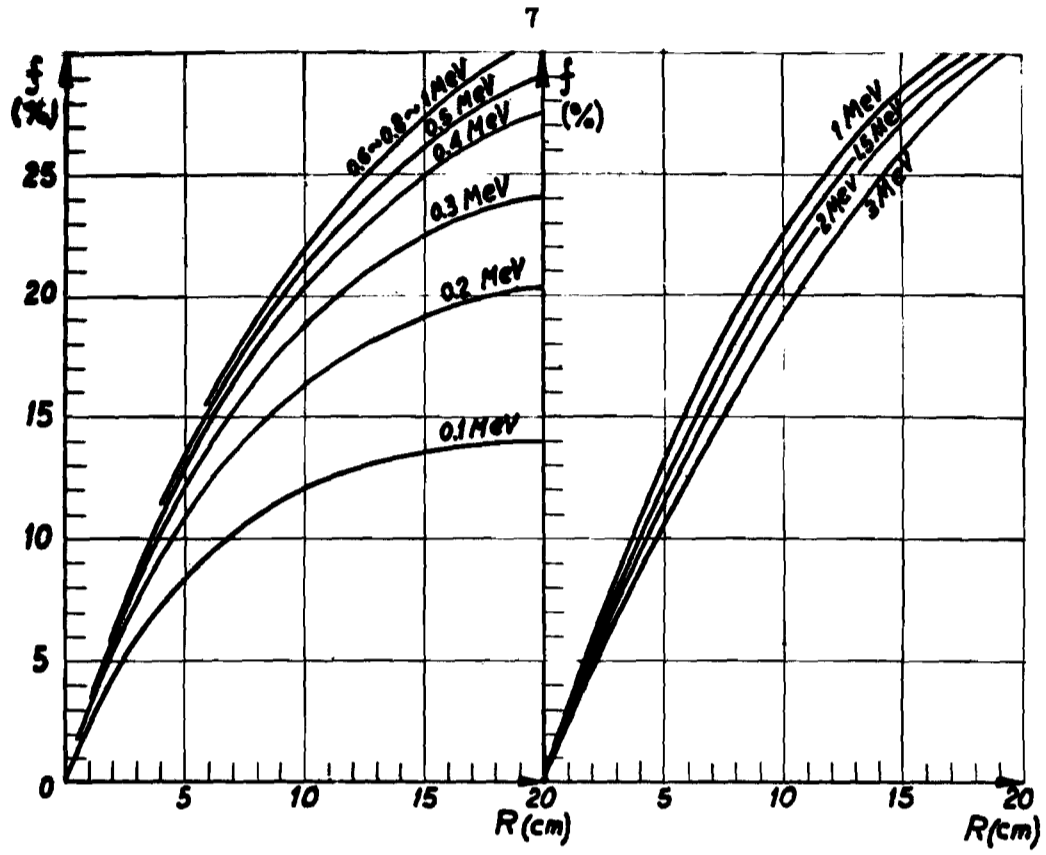


Gráfico 1

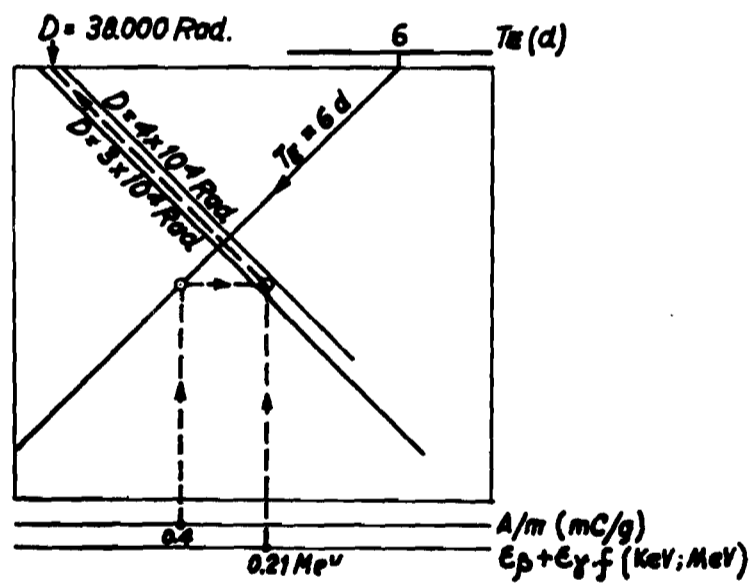


Gráfico 2

DIAGRAMA PARA EL CALCULO DEBIDAS A FUENTES UNIFIC

Dosis (Rad)

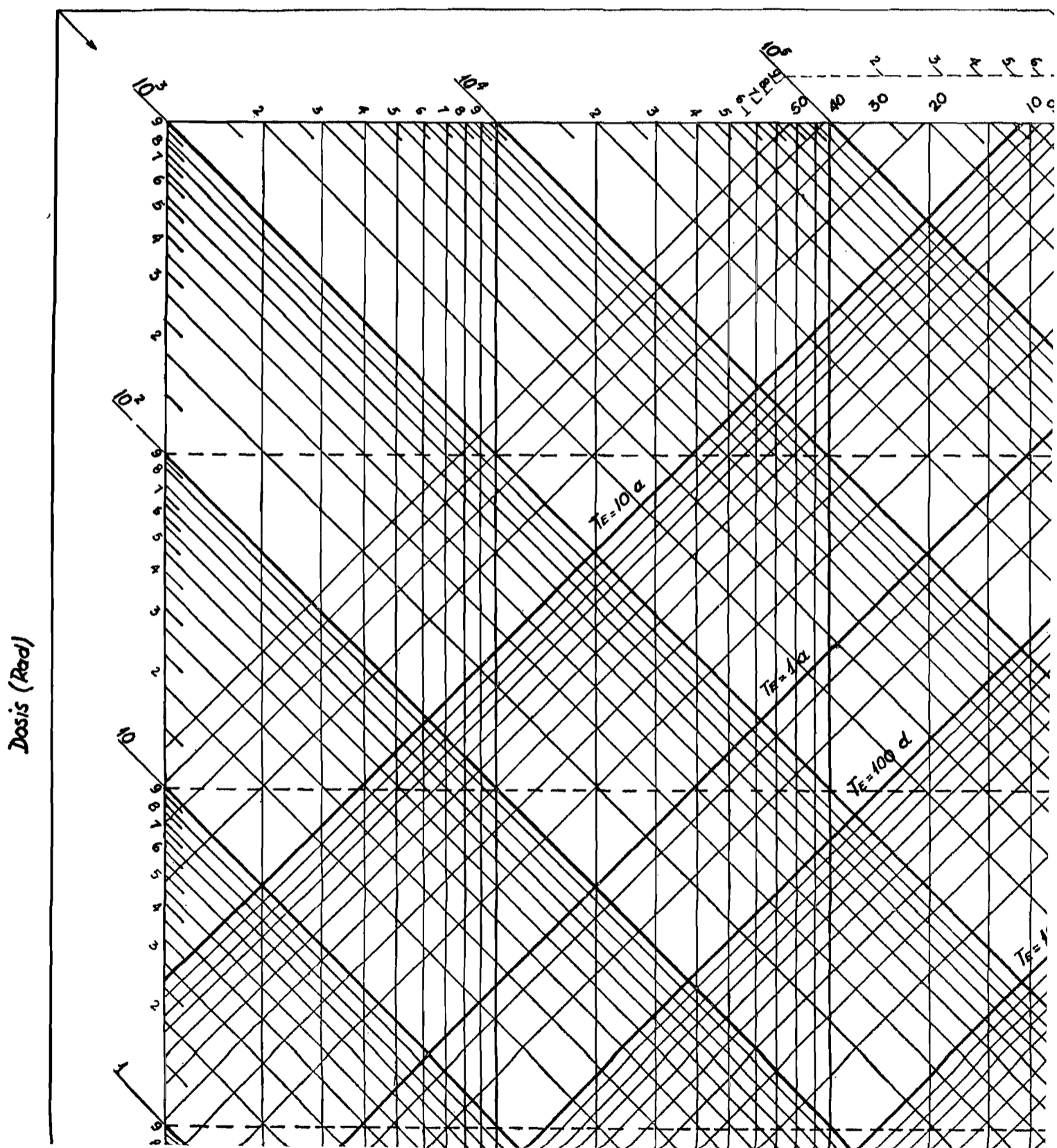
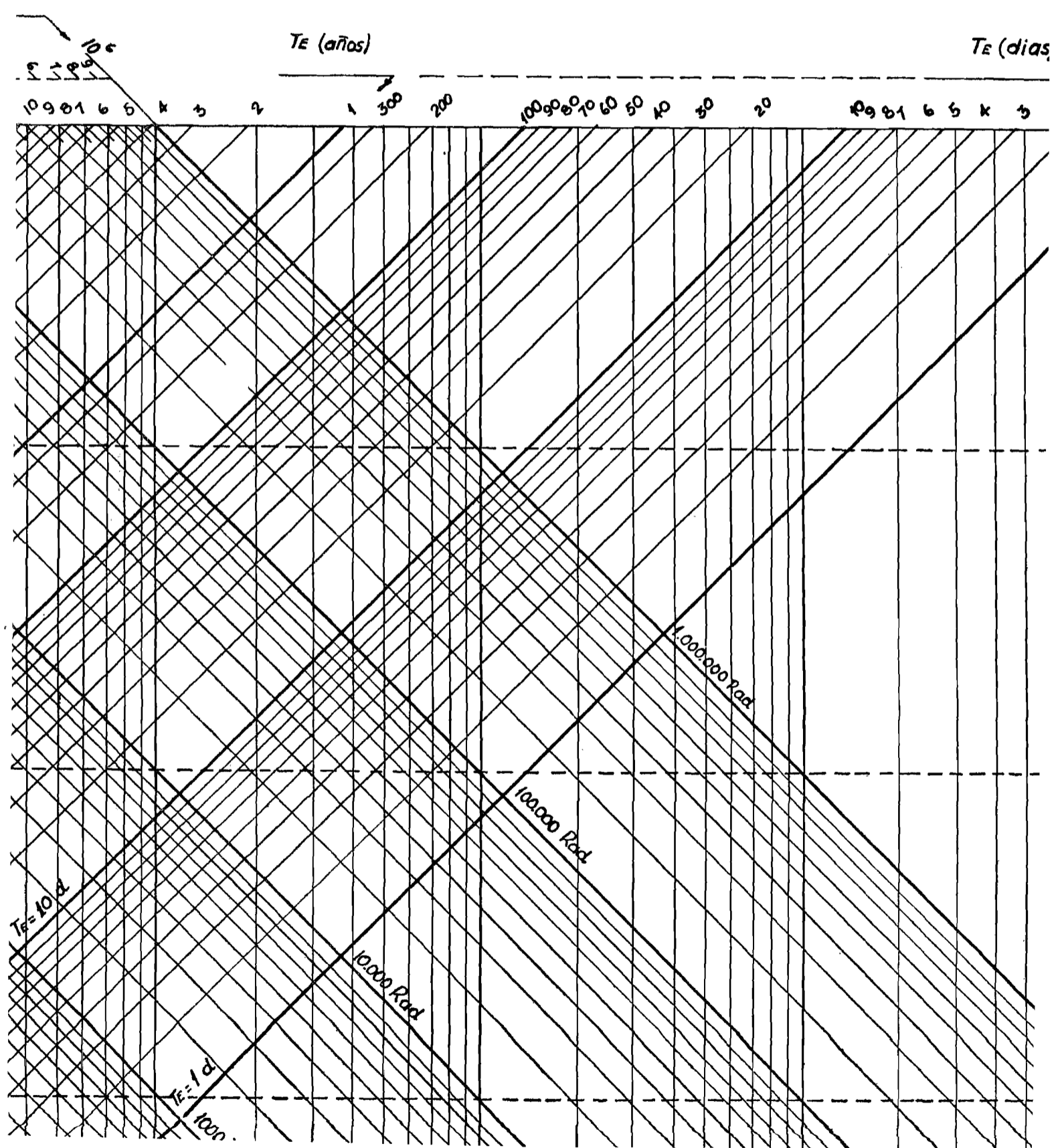


GRÁFICO DE DOSIS TOTALES FORMEMENTE DISTRIBUIDAS



DE DOSIS TOTALES EQUIVALENTEMENTE DISTRIBUIDAS

