

NOTA TÉCNICA

CONSTANTES DE TASA DE KERMA EN AIRE Y DE TASA DE EQUIVALENTE DE DOSIS AMBIENTAL DE ALGUNOS RADIONUCLEIDOS UTILIZADOS EN APLICACIONES MÉDICAS

Néstor Cornejo Díaz. Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes (Ciemat)

Antonio Brosed Serreta . Comité Científico de la SEFM

Pedro Ruiz Manzano. S. Física y Protección Radiológica. HCU "Lozano Blesa". Zaragoza

RESUMEN: Se han calculado las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental para 32 radionucleidos usados en Medicina nuclear y en Braquiterapia. Se han tenido en cuenta los fotones de rayos X característicos y de radiación gamma con energías iguales o superiores a 20 keV y con una probabilidad de emisión superior al 0,01 % por transformación. En los cálculos se han utilizado los datos actualizados de las energías, las probabilidades de emisión y los coeficientes de transferencia de energía máscicos para el aire. Se incluye un análisis de la incertidumbre de las constantes que se pueden calcular con los datos actualmente disponibles y se concluye que esta puede ser aceptable para los fines de la Protección radiológica de los trabajadores y el público.

ABSTRACT: Air kerma rate constants and ambient dose equivalent rate constants have been calculated for 32 radionuclides used in Nuclear Medicine and Brachytherapy. All characteristic X-rays and gamma rays photons, with energies equal or greater than 20 keV and a yield per decay event greater than 0,01% have been considered. In the calculation, the latest gamma ray spectral data for all radionuclides and latest data for the mass energy transfer coefficient for air were used. An uncertainty analysis of the constants values that can be obtained with the available data is included, concluding that they could be acceptable for the Radiological Protection of the public and occupationally exposed workers.

Palabras clave: constantes de tasa de kerma, constantes de tasa de equivalente de dosis ambiental, blindajes, medicina nuclear, braquiterapia.
Keywords: air kerma rate constants, ambient dose equivalent rate constants, radiation shielding, nuclear medicine, brachytherapy.

INTRODUCCIÓN

El uso de la constante de tasa de exposición, comenzó cuando las fuentes utilizadas en braquiterapia empezaron a caracterizarse en unidades de actividad. El uso posterior del kerma en aire en lugar de la exposición, por la dificultad que representaba su unidad SI, hizo que se estableciera en los comienzos de la década de los 70, la constante de tasa de kerma en aire. Esta constante, que denotaremos con el símbolo, $\Gamma_{\delta}^{K_{air}}$, se usó dentro del área de la braquiterapia hasta aproximadamente 1985 cuando ICRU y otras organizaciones nacionales e internacionales recomendaron firmemente la tasa de kerma de referencia en aire (TKRA) como la magnitud a sustituir a la actividad, en el proceso de caracterización de las fuentes usadas en esa área.

Hoy en día, el uso de $\Gamma_{\delta}^{K_{air}}$ se ha restringido al área de la protección radiológica y, esencialmente, a la radioprotección en el área de la medicina nuclear o más concreta-

mente, al cálculo de blindajes. En el campo de la radioprotección, las magnitudes operacionales son medibles y como es sabido estiman de manera razonablemente conservadora las magnitudes limitadoras como la dosis equivalente en un órgano o tejido y la dosis efectiva. Esto conduce a que siendo muy conveniente la medida del campo de radiación en un punto del espacio o tras un blindaje, las magnitudes operacionales de área y particularmente el equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$, se presente con ventajas obvias sobre las limitadoras, esencialmente inmedibles, y con ventajas prácticas también sobre el propio kerma en aire en el seno de aire, pues en niveles de protección no suelen calibrarse equipos en unidades de kerma en aire. Por todo ello, se ha considerado necesario el calcular adicionalmente a $\Gamma_{\delta}^{K_{air}}$, la constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, que denotaremos con el símbolo, $\Gamma_{\delta}^{H^*(10)}$.

El cálculo de ambas constantes se ha realizado para un conjunto de radionucleidos que cubren en gran parte las áreas de la medicina nuclear y braquiterapia y se han empleado los datos más recientes y probablemente con la menor incertidumbre disponible.

MÉTODO

Para obtener el valor de la tasa de kerma en aire, en un punto dado en un haz de fotones, se puede partir de la siguiente ecuación:

$$\dot{K}_{\text{air}} = \int_E \dot{\Psi}_E \cdot \frac{\mu_{\text{tr}}(E)}{\rho_{\text{air}}} dE \tag{1}$$

donde,

$\dot{\Psi}_E$ es la distribución de la tasa de fluencia de energía en energía, correspondiente a los fotones incidentes en el punto de interés,

$\frac{\mu_{\text{tr}}(E)}{\rho_{\text{air}}}$ es el coeficiente de transferencia de energía másico para el aire, correspondiente a la energía, E , de los fotones.

La integral se realiza a través de todos los valores de energía de los fotones incidentes.

La ecuación (1) también se puede escribir a partir de la distribución de la tasa de fluencia en energía, $\dot{\Phi}_E$, como:

$$\dot{K}_{\text{air}} = \int_E \dot{\Phi}_E \cdot E \cdot \frac{\mu_{\text{tr}}(E)}{\rho_{\text{air}}} dE \tag{2}$$

A partir de esta ecuación puede calcularse la tasa de kerma en aire a una determinada distancia de una fuente "puntual" conformada por un radionucleido dado, suponiendo que la atenuación y la dispersión de los fotones en el aire entre la fuente y el punto de interés son despreciables. De esta forma, introduciendo en la ecuación (2) la expresión para calcular la tasa de fluencia de fotones para una fuente puntual, se tiene que:

$$\dot{K}_{\text{air}} = \frac{A}{4\pi \cdot d^2} \sum_{i=1}^n \gamma(E_i) \cdot E_i \cdot \frac{\mu_{\text{tr}}(E_i)}{\rho_{\text{air}}} \tag{3}$$

siendo, A , la actividad de la fuente, d , la distancia entre la fuente y el punto donde se desea conocer el valor de la tasa de kerma en aire y $\gamma(E_i)$, la probabilidad de emisión de un fotón de energía, E_i , en cada transformación espontánea del radionucleido en cuestión ("yield").

En la ecuación (3), la suma se realiza para todas las líneas de emisión del radionucleido en cuestión, donde n representa el total de energías o líneas emitidas. Esta ecuación se

suele simplificar notablemente mediante la definición de la constante de tasa de kerma en aire, específica para cada radionucleido. Se tiene entonces que:

$$\dot{K}_{\text{air}} = \frac{A \cdot \Gamma_{\text{air}}^{K_{\text{air}}}}{d^2} \tag{4}$$

Debido a determinados efectos, como la autoabsorción de los fotones en la fuente y su atenuación en el aire, en el cálculo de la constante de tasa de kerma en aire suelen considerarse sólo aquellos fotones con energías iguales o superiores a 20 keV. La aplicación de un límite inferior de energía en el cálculo de la constante se indica con la letra δ , como subíndice.

En el presente trabajo, además de las constantes de tasa de kerma en aire se han calculado las constantes correspondientes a la magnitud "Equivalente de dosis ambiental". Se ha partido de las siguientes ecuaciones:

$$\Gamma_{\delta}^{K_{\text{air}}} = \frac{1}{4\pi} \cdot \sum_{i=1}^n \gamma(E_i) \cdot E_i \cdot \frac{\mu_{\text{tr}}(E_i)}{\rho_{\text{air}}} \{E_i \geq \delta\} \tag{5}$$

$$\Gamma_{\delta}^{H^*(10)} = \frac{1}{4\pi} \cdot \sum_{i=1}^n \gamma(E_i) \cdot E_i \cdot \frac{\mu_{\text{tr}}(E_i)}{\rho_{\text{air}}} \cdot h_K^*(10, E_i) \{E_i \geq \delta\} \tag{6}$$

donde,

$\Gamma_{\delta}^{K_{\text{air}}}$ es la constante de tasa de kerma en aire para un radionucleido determinado,

$\Gamma_{\delta}^{H^*(10)}$ es la constante de tasa de equivalente de dosis ambiental correspondiente,

$\gamma(E_i)$ es la probabilidad de emisión de un fotón de energía, E_i , en cada transformación espontánea del radionucleido en cuestión,

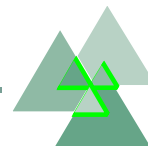
$\frac{\mu_{\text{tr}}(E_i)}{\rho_{\text{air}}}$ es el coeficiente de transferencia de energía másico para el aire, correspondiente a la energía, E_i , de los fotones,

$h_K^*(10, E_i)$ es el coeficiente de conversión de kerma en aire a equivalente de dosis ambiental, para la energía, E_i , de los fotones

La suma se realiza a través de todas las líneas de emisión para las que se cumpla que $E_i \geq \delta$, habiéndose denotado como n el total de estas líneas o energías.

Los valores del coeficiente de transferencia de energía másico para el aire se han obtenido a partir de la referencia [1]. Los valores del coeficiente de conversión de kerma en aire a equivalente de dosis ambiental se han tomado de la publicación [2].

Para realizar los cálculos correspondientes a las energías no incluidas en las tablas de la referencia [1] se ha partido del ajuste matemático de la función "kerma en aire", es



decir, del producto de la energía por el coeficiente de transferencia de energía másico. La Figura 1 recoge los gráficos de la función kerma en aire, correspondientes a los valores discretos obtenidos a partir de la referencia [1] y de la función empírica del ajuste. La Tabla I muestra la bondad del ajuste, con desviaciones inferiores a 0,3% en el rango de energías de interés.

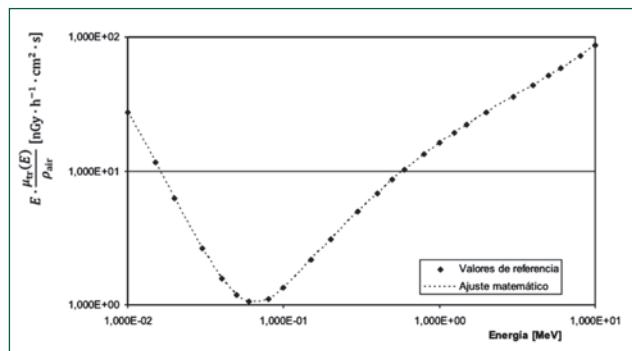


Figura 1. Gráficos de la función de kerma en aire utilizada en los cálculos de las constantes.

E [MeV]	$E \cdot (\mu_{tr}/\rho)$ [nGy h ⁻¹ s cm ²]	$E \cdot (\mu_{tr}/\rho)$ [nGy h ⁻¹ s cm ²] (Ajuste)	Desviación [%]
1,00E-02	2,735E+01	2,735E+01	0,01
1,50E-02	1,154E+01	1,154E+01	0,01
2,00E-02	6,216E+00	6,215E+00	-0,02
3,00E-02	2,659E+00	2,658E+00	-0,06
4,00E-02	1,576E+00	1,579E+00	0,20
5,00E-02	1,182E+00	1,180E+00	-0,12
6,00E-02	1,052E+00	1,053E+00	0,08
8,00E-02	1,111E+00	1,109E+00	-0,12
1,00E-01	1,341E+00	1,342E+00	0,11
1,50E-01	2,159E+00	2,159E+00	-0,03
2,00E-01	3,082E+00	3,082E+00	0,00
3,00E-01	4,969E+00	4,969E+00	0,00
4,00E-01	6,803E+00	6,807E+00	0,06
5,00E-01	8,582E+00	8,592E+00	0,11
6,00E-01	1,025E+01	1,028E+01	0,26
8,00E-01	1,334E+01	1,338E+01	0,27
1,00E+00	1,620E+01	1,617E+01	-0,21
1,25E+00	1,936E+01	1,931E+01	-0,23
1,50E+00	2,221E+01	2,217E+01	-0,16
2,00E+00	2,728E+01	2,728E+01	0,01
3,00E+00	3,594E+01	3,605E+01	0,33

Nota. En este ajuste el valor de 1-P es igual a $4,1 \times 10^{-6}$, donde P es el coeficiente de correlación de Pearson.

Tabla I. Comparación de los valores teóricos de la función kerma en aire con los calculados mediante la función ajustada, para el rango de energías utilizado en los cálculos de las constantes.


Para obtener los valores del coeficiente de conversión de kerma en aire a equivalente de dosis ambiental, correspondientes a las energías de los fotones no incluidas en las tablas proporcionadas en la referencia [2], se ha utilizado el método de interpolación *cubic spline*. Los valores de energía de los fotones y sus probabilidades de emisión se han tomado de la referencia [3]. Fueron considerados todos los fotones de energía igual o superior a $\delta = 20$ keV, con probabilidad de emisión mayor que 0,01 %.

Los métodos de cálculo se han automatizado mediante el código Dosgam, desarrollado en Turbo Pascal para plataformas Windows.

Teniendo en cuenta que la fórmula de la constante es la suma de las contribuciones de cada línea (Véase las ecuaciones (5) y (6)), su incertidumbre típica relativa puede llegar a ser igual a la mayor incertidumbre típica relativa de estas contribuciones, dominadas por la incertidumbre de las energías y probabilidades de emisión. La incertidumbre típica relativa de las probabilidades de emisión pueden ser superiores a 1%, sobre todo en el caso de las emisiones de RX característicos,

como por ejemplo en el ¹³³Xe [3]. En la Figura 1 puede apreciarse la pendiente pronunciada de la curva para energías inferiores a 50 keV, por lo que la incertidumbre de los valores de energía en esta zona tendrá un mayor peso en la incertidumbre de la constante. Los valores de energía de las emisiones de radiación gamma se conocen con incertidumbres típicas relativas, por lo general, muy inferiores a 0,1 %, sin embargo, la mayoría de los valores de energía correspondientes a las líneas de rayos X característicos se han determinado a partir de los esquemas de niveles energéticos atómicos, como valores orientativos para los que se desconoce su incertidumbre [3].

De lo anterior puede concluirse que la incertidumbre del valor de la constante de tasa de kerma en aire o de tasa de equivalente de dosis ambiental dependerá en gran medida del radionucleido en cuestión. Ahora bien, para los fines de la Protección radiológica de los trabajadores y el público, donde son aceptables incertidumbres del orden de 10 %, parecen ser adecuados los valores de las constantes que pueden calcularse con los datos actualmente disponibles.

Conviene señalar que el número de líneas de cada radionucleido y la contribución de cada línea a las constantes de tasa de diferentes magnitudes se encuentra detallado, por su utilidad en el cálculo de blindajes, en las páginas web de la Sociedad Española de Protección Radiológica  y de la Sociedad

Energías [MeV]	Yield [s ⁻¹ Bq ⁻¹]	E(μ _{tr} /ρ) [nGy h ⁻¹ s cm ²]	Γ _δ ^{Kair} [Gy h ⁻¹ GBq ⁻¹ m ²]	Γ _δ ^{H(10)} [Sv h ⁻¹ GBq ⁻¹ m ²]
8,100E-02	3,700E-01	1,119E+00	3,296E-06	5,658E-06
3,097E-02	2,500E-01	2,484E+00	4,943E-06	5,631E-06
3,063E-02	1,354E-01	2,545E+00	2,742E-06	3,086E-06
3,505E-02	7,310E-02	1,914E+00	1,114E-06	1,448E-06
3,590E-02	1,780E-02	1,829E+00	2,591E-07	3,451E-07
7,961E-02	2,800E-03	1,107E+00	2,466E-08	4,244E-08
1,606E-01	6,800E-04	2,350E+00	1,272E-08	1,863E-08
3,029E-01	5,800E-05	5,022E+00	2,318E-09	3,032E-09
Totales			1,239E-05	1,623E-05

Tabla II. Cálculo de las contribuciones de las diferentes líneas de emisión del ¹³³Xe a las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental.

Radionucleido	Γ _δ ^{Kair} [μGy h ⁻¹ GBq ⁻¹ m ²]	Γ _δ ^{H(10)} [μSv h ⁻¹ GBq ⁻¹ m ²]
¹¹ C	139	171
¹³ N	140	171
¹⁵ O	140	171
¹⁸ F	135	166
²⁴ Na	435	496
⁴² K	32,4	37,2
⁵¹ Cr	4,19	5,44
⁵⁷ Co	13,2	20,7
⁵⁸ Co	130	155
⁵⁹ Fe	148	171
⁶⁰ Co	307	355
⁶⁴ Cu	25,3	31,0
⁶⁷ Ga	21,0	29,0
⁷⁵ Se	51,0	69,3
^{99m} Tc	14,6	21,7
^{99m} Mo + ^{99m} Tc	33,9	45,0
¹⁰³ Pd	35,9	23,1 (38,0)
¹¹¹ In	76,7	89,9 (96,1)
¹²³ I	38,5	46,4
¹²⁵ I	34,5	35,3 (40,9)
¹³¹ I	52,0	65,7
¹³³ Xe	12,5	16,3 (16,8)
¹³⁷ Cs + ^{137m} Ba	77,5	93,1
¹⁵³ Sm	10,6	16,7
¹⁶⁹ Yb	43,0	66,8
¹⁷⁰ Tm	0,563	0,957
¹⁷⁷ Lu	4,09	6,00
¹⁸⁶ Re	2,42	3,86
¹⁸⁸ Re	7,08	9,44
¹⁹² Ir	109	139
¹⁹⁸ Au	54,6	68,6
²⁰¹ Tl	10,4	17,4

Notas: δ = 20 keV

Entre paréntesis se indican los valores de la constante de tasa de equivalente de dosis direccional, H'(0,07), en aquellos casos en los que todas las energías de los fotones son inferiores a 300 keV y el valor de H'(0,07) es mayor que el valor de H'(10).

Tabla III. Valores de las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental para algunos de los radionucleidos utilizados en aplicaciones médicas.

Española de Física Médica bajo el título *Contribuciones de las diferentes líneas de energía de algunos radionucleidos utilizados en aplicaciones médicas a las constantes de tasa de diferentes magnitudes*.

RESULTADOS

En la Tabla II, a continuación, se presenta el cálculo detallado de las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental para el ¹³³Xe, aplicando el método descrito en el presente trabajo. En este caso, los valores de la función de kerma en aire, E_i·(μ_{tr}/ρ)_i, se han obtenido mediante una interpolación parabólica doble. La diferencia con los resultados obtenidos por el programa DOSGAM, son inferiores al 1 %.

En la Tabla III se recogen los resultados de los cálculos de las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental realizados con el sistema DOSGAM para 32 radionucleidos utilizados en Medicina nuclear y Braquiterapia.

REFERENCIAS

- [1]. Hubbell, J.H. & Seltzer, S.M.: Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficient and Mass Energy Absorption Coefficient from 1 keV to 20 MeV for Elements Z = 1 to 92 and 48 Additional Substances of Dosimetric Interest, NISTIR 5632, Available at: <http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/cover.html>ICRU (1963). Handbook 86, Natl. Bur. Stand. (US) (2001),
- [2]. International Organization for Standardization: X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence. ISO 4037-3 (1999),
- [3]. International Bureau of Weights and Measures: "Table of Radionuclides". Monographie BIPM-5 with the updates on the LNHb website: http://www.nucleide.org/DDEP_WG/DDEPdata.htm (2014).

CONTRIBUCIONES DE LAS DIFERENTES LÍNEAS DE ENERGÍA DE ALGUNOS RADIONUCLEIDOS UTILIZADOS EN APLICACIONES MÉDICAS A LAS CONSTANTES DE TASA DE DIFERENTES MAGNITUDES

Este informe corresponde esencialmente a los datos y resultados empleados en el trabajo:

CONSTANTES DE TASA DE KERMA EN AIRE Y DE TASA DE EQUIVALENTE DE DOSIS AMBIENTAL DE ALGUNOS RADIONUCLEIDOS UTILIZADOS EN APLICACIONES MÉDICAS, de los autores:

Nestor Cornejo Díaz (Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes, CIEMAT),
Antonio Broset Serreta (Comité Científico de la SEFM) y
Pedro Ruiz Manzano (Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza).

Este trabajo se presentará para ser publicado en la revista RADIOPROTECCIÓN, de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR).

Consta de los apartados siguientes:

1. La constante de tasa de kerma en aire
2. Datos y resultados
3. Definición de las magnitudes usadas

Los datos de este informe y en particular las contribuciones de las diferentes líneas de energía a las diferentes constantes de tasa de [kerma en aire, K_{air} ; exposición, X ; equivalente de dosis fotónica, H_x ; equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$; equivalente de dosis direccional, $H'(0,07)$, si fuera el caso y equivalente de dosis personal, $H_p(10)$] para 32 radionucleidos, pueden ser útiles en cálculos sencillos de blindajes, pues como sabemos cada energía tiene una transmisión y una acumulación (“*build up*”) diferente, por lo que su contribución relativa se puede modificar notablemente tras un determinado espesor de blindaje.

1. La constante de tasa de kerma en aire

La constante de tasa de kerma en aire, $\Gamma_{\delta}^{K_{\text{air}}}$, de un radionucleido que emita fotones, es el cociente de $l^2 \cdot \dot{K}_{\delta}$ por A , donde \dot{K}_{δ} es la tasa de kerma en aire debida a fotones de energía superior a δ , a una distancia l en vacío desde una fuente puntual de este nucleido, cuya actividad es A ,

$$\Gamma_{\delta}^{K_{\text{air}}} = \frac{l^2 \cdot \dot{K}_{\delta}}{A}$$

La unidad SI es $\text{m}^2 \text{J kg}^{-1}$ y si se emplean los nombres especiales es $\text{m}^2 \text{Gy Bq}^{-1} \text{s}^{-1}$. En este informe, se ha expresado esta constante en $\mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{GBq}^{-1}$.

Si sustituimos sucesivamente, la tasa de kerma en aire \dot{K} por, la tasa de exposición, \dot{X} ; la tasa de equivalente de dosis fotónica, \dot{H}_x ; la tasa de equivalente de dosis ambiental, $\dot{H}^*(10)$; la tasa de equivalente de dosis direccional, $\dot{H}'(0,07)$, y la tasa de equivalente de dosis personal, $\dot{H}_p(10)$, obtendremos las respectivas constantes de tasa de exposición, Γ_{δ}^X ; de equivalente de dosis fotónica, $\Gamma_{\delta}^{H_x}$; de equivalente de dosis ambiental, $\Gamma_{\delta}^{H^*(10)}$; de equivalente de dosis direccional, $\Gamma_{\delta}^{H'(0,07)}$ y de equivalente de dosis personal, $\Gamma_{\delta}^{H_p(10)}$.

2. Datos y resultados

¹¹C

Número de Líneas = 1

Número	Energía [MeV]	Yield
1	5.11E-0001	1.995E+0000

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.394E-0004 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

4.101E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.589E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.711E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.746E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹³N

Número de Líneas = 1

Número	Energía [MeV]	Yield
1	5.11E-0001	1.996E+0000

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.395E-0004 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

4.104E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.591E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, H*(10):

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.712E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, Hp(10):

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.747E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁵O

Número de Líneas = 1

Número	Energía [MeV]	Yield
1	5.11E-0001	1.998E+0000

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.396E-0004 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

4.107E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.592E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.714E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.748E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁸F

Número de Líneas = 1

Número	Energía [MeV]	Yield
1	5.11E-0001	1.937E+0000

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.354E-0004 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

3.982E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.543E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.662E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	100.00

1.695E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

²⁴Na

Número de Líneas = 5

Número	Energía [MeV]	Yield
1	1.37E+0000	9.999E-0001
2	2.75E+0000	9.986E-0001
3	5.11E-0001	1.440E-0003
4	3.87E+0000	6.600E-0004
5	9.97E-0001	1.450E-0005

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.37E+0000	37.83
2.75E+0000	62.09
5.11E-0001	0.02
3.87E+0000	0.05
9.97E-0001	0.00

4.354E-0004 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.37E+0000	37.83
2.75E+0000	62.09
5.11E-0001	0.02
3.87E+0000	0.05
9.97E-0001	0.00

1.280E-0005 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.37E+0000	37.83
2.75E+0000	62.09
5.11E-0001	0.02
3.87E+0000	0.05
9.97E-0001	0.00

4.963E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, H*(10):

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.37E+0000	38.26
2.75E+0000	61.67
5.11E-0001	0.02
3.87E+0000	0.05
9.97E-0001	0.00

4.962E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.37E+0000	38.36
2.75E+0000	61.56
5.11E-0001	0.03
3.87E+0000	0.05
9.97E-0001	0.00

4.911E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

⁴²K

Número de Líneas = 7

Número	Energía [MeV]	Yield
1	1.52E+0000	1.790E-0001
2	3.13E-0001	3.200E-0003
3	8.99E-0001	5.200E-0004
4	1.92E+0000	4.100E-0004
5	1.02E+0000	2.500E-0004
6	2.42E+0000	2.100E-0004
7	1.84E+0000	9.700E-0005

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.52E+0000	98.81
3.13E-0001	0.41
8.99E-0001	0.19
1.92E+0000	0.27
1.02E+0000	0.10
2.42E+0000	0.16
1.84E+0000	0.06

3.235E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.52E+0000	98.81
3.13E-0001	0.41
8.99E-0001	0.19
1.92E+0000	0.27
1.02E+0000	0.10
2.42E+0000	0.16
1.84E+0000	0.06

9.515E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.52E+0000	98.81
3.13E-0001	0.41
8.99E-0001	0.19
1.92E+0000	0.27
1.02E+0000	0.10
2.42E+0000	0.16
1.84E+0000	0.06

3.688E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.52E+0000	98.76
3.13E-0001	0.46
8.99E-0001	0.19
1.92E+0000	0.27
1.02E+0000	0.10
2.42E+0000	0.16
1.84E+0000	0.06

3.721E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.52E+0000	98.73
3.13E-0001	0.49
8.99E-0001	0.20
1.92E+0000	0.26
1.02E+0000	0.10
2.42E+0000	0.16
1.84E+0000	0.06

3.685E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

⁵¹Cr

Número de Líneas = 1

Número	Energía [MeV]	Yield
1	3.20E-0001	9.890E-0002

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
3.20E-0001	100.00

4.192E-0006 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
3.20E-0001	100.00

1.233E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
3.20E-0001	100.00

4.779E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
3.20E-0001	100.00

5.441E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
3.20E-0001	100.00

5.669E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

⁵⁷Co

Número de Líneas = 4

Número	Energía [MeV]	Yield
1	1.22E-0001	8.550E-0001
2	1.36E-0001	1.070E-0001
3	6.92E-0001	1.590E-0003
4	5.70E-0001	1.500E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.22E-0001	86.45
1.36E-0001	12.33
6.92E-0001	1.13
5.70E-0001	0.09

1.321E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.22E-0001	86.45
1.36E-0001	12.33
6.92E-0001	1.13
5.70E-0001	0.09

3.885E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.22E-0001	86.45
1.36E-0001	12.33
6.92E-0001	1.13
5.70E-0001	0.09

1.505E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, H*(10):

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.22E-0001	87.00
1.36E-0001	12.06
6.92E-0001	0.86
5.70E-0001	0.07

2.065E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.22E-0001	87.11
1.36E-0001	12.03
6.92E-0001	0.80
5.70E-0001	0.06

2.240E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

⁵⁸Co

Número de Líneas = 4

Número	Energía [MeV]	Yield
1	5.11E-0001	2.990E-0001
2	8.11E-0001	9.940E-0001
3	8.64E-0001	7.000E-0003
4	1.67E+0000	5.280E-0003

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	16.10
8.11E-0001	82.51
8.64E-0001	0.61
1.67E+0000	0.78

1.298E-0004 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	16.10
8.11E-0001	82.51
8.64E-0001	0.61
1.67E+0000	0.78

3.818E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	16.10
8.11E-0001	82.51
8.64E-0001	0.61
1.67E+0000	0.78

1.480E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	16.54
8.11E-0001	82.11
8.64E-0001	0.61
1.67E+0000	0.75

1.551E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	16.82
8.11E-0001	81.84
8.64E-0001	0.61
1.67E+0000	0.73

1.555E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

⁵⁹Fe

Número de Líneas = 8

Número	Energía [MeV]	Yield
1	1.10E+0000	5.651E-0001
2	1.29E+0000	4.323E-0001
3	1.92E-0001	2.910E-0002
4	1.43E-0001	9.780E-0003
5	3.35E-0001	2.600E-0003
6	1.48E+0000	5.900E-0004
7	3.82E-0001	2.150E-0004
8	5.11E-0001	1.150E-0005

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.10E+0000	53.14
1.29E+0000	46.13
1.92E-0001	0.46
1.43E-0001	0.11
3.35E-0001	0.08
1.48E+0000	0.07
3.82E-0001	0.01
5.11E-0001	0.00

1.477E-0004 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.10E+0000	53.14
1.29E+0000	46.13
1.92E-0001	0.46
1.43E-0001	0.11
3.35E-0001	0.08
1.48E+0000	0.07
3.82E-0001	0.01
5.11E-0001	0.00

4.344E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.10E+0000	53.14
1.29E+0000	46.13
1.92E-0001	0.46
1.43E-0001	0.11
3.35E-0001	0.08
1.48E+0000	0.07
3.82E-0001	0.01
5.11E-0001	0.00

1.684E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.10E+0000	53.25
1.29E+0000	45.89
1.92E-0001	0.56
1.43E-0001	0.14
3.35E-0001	0.09
1.48E+0000	0.07
3.82E-0001	0.01
5.11E-0001	0.00

1.714E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.10E+0000	53.29
1.29E+0000	45.79
1.92E-0001	0.60
1.43E-0001	0.15
3.35E-0001	0.09
1.48E+0000	0.07
3.82E-0001	0.01
5.11E-0001	0.00

1.707E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

⁶⁰Co

Número de Líneas = 4

Número	Energía [MeV]	Yield
1	1.33E+0000	1.000E+0000
2	1.17E+0000	9.990E-0001
3	8.26E-0001	7.600E-0005
4	3.47E-0001	7.500E-0005

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.33E+0000	52.50
1.17E+0000	47.49
8.26E-0001	0.00
3.47E-0001	0.00

3.070E-0004 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.33E+0000	52.50
1.17E+0000	47.49
8.26E-0001	0.00
3.47E-0001	0.00

9.029E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.33E+0000	52.50
1.17E+0000	47.49
8.26E-0001	0.00
3.47E-0001	0.00

3.500E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, H*(10):

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.33E+0000	52.39
1.17E+0000	47.61
8.26E-0001	0.00
3.47E-0001	0.00

3.548E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.33E+0000	52.32
1.17E+0000	47.68
8.26E-0001	0.00
3.47E-0001	0.00

3.528E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

⁶⁴Cu

Número de Líneas = 2

Número	Energía [MeV]	Yield
1	5.11E-0001	3.504E-0001
2	1.35E+0000	4.748E-0003

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	96.94
1.35E+0000	3.06

2.526E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	96.94
1.35E+0000	3.06

7.430E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	96.94
1.35E+0000	3.06

2.880E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	97.12
1.35E+0000	2.88

3.095E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.11E-0001	97.20
1.35E+0000	2.80

3.155E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

⁶⁷Ga

Número de Líneas = 11

Número	Energía [MeV]	Yield
1	9.33E-0002	3.810E-0001
2	1.85E-0001	2.096E-0001
3	3.00E-0001	1.660E-0001
4	3.94E-0001	4.590E-0002
5	9.13E-0002	3.090E-0002
6	2.09E-0001	2.370E-0002
7	1.03E+0000	1.750E-0002
8	8.88E-0001	1.492E-0003
9	4.94E-0001	6.660E-0004
10	7.94E-0001	5.280E-0004
11	7.03E-0001	1.130E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
9.33E-0002	18.13
1.85E-0001	22.21
3.00E-0001	31.23
3.94E-0001	11.65
9.13E-0002	1.44
2.09E-0001	2.93
1.03E+0000	11.05
8.88E-0001	0.83
4.94E-0001	0.21
7.94E-0001	0.27
7.03E-0001	0.05

2.096E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
9.33E-0002	18.13
1.85E-0001	22.21
3.00E-0001	31.23
3.94E-0001	11.65
9.13E-0002	1.44
2.09E-0001	2.93
1.03E+0000	11.05
8.88E-0001	0.83
4.94E-0001	0.21
7.94E-0001	0.27
7.03E-0001	0.05

6.165E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
9.33E-0002	18.13
1.85E-0001	22.21
3.00E-0001	31.23
3.94E-0001	11.65
9.13E-0002	1.44
2.09E-0001	2.93
1.03E+0000	11.05
8.88E-0001	0.83
4.94E-0001	0.21
7.94E-0001	0.27
7.03E-0001	0.05

2.390E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
9.33E-0002	21.91
1.85E-0001	22.79
3.00E-0001	29.52
3.94E-0001	10.62
9.13E-0002	1.75
2.09E-0001	2.93
1.03E+0000	9.30
8.88E-0001	0.71
4.94E-0001	0.19
7.94E-0001	0.23
7.03E-0001	0.04

2.904E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
9.33E-0002	22.81
1.85E-0001	23.04
3.00E-0001	29.15
3.94E-0001	10.36
9.13E-0002	1.82
2.09E-0001	2.95
1.03E+0000	8.77
8.88E-0001	0.67
4.94E-0001	0.18
7.94E-0001	0.22
7.03E-0001	0.04

3.074E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

⁷⁵Se

Número de Líneas = 13

Número	Energía [MeV]	Yield
1	2.65E-0001	5.875E-0001
2	1.36E-0001	5.770E-0001
3	2.80E-0001	2.489E-0001
4	1.21E-0001	1.686E-0001
5	4.01E-0001	1.139E-0001
6	9.67E-0002	3.350E-0002
7	1.33E+0000	1.930E-0002
8	1.99E-0001	1.460E-0002
9	3.04E-0001	1.308E-0002
10	6.60E-0002	1.085E-0002
11	5.72E-0001	3.622E-0004
12	2.44E-0002	2.700E-0004
13	4.19E-0001	1.210E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.65E-0001	39.62
1.36E-0001	17.25
2.80E-0001	17.87
1.21E-0001	4.38
4.01E-0001	12.13
9.67E-0002	0.68
1.33E+0000	6.09
1.99E-0001	0.70
3.04E-0001	1.03
6.60E-0002	0.18
5.72E-0001	0.06
2.44E-0002	0.02
4.19E-0001	0.01

5.095E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.65E-0001	39.62
1.36E-0001	17.25
2.80E-0001	17.87
1.21E-0001	4.38
4.01E-0001	12.13
9.67E-0002	0.68
1.33E+0000	6.09
1.99E-0001	0.70
3.04E-0001	1.03
6.60E-0002	0.18
5.72E-0001	0.06
2.44E-0002	0.02
4.19E-0001	0.01

1.498E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.65E-0001	39.62
1.36E-0001	17.25
2.80E-0001	17.87
1.21E-0001	4.38
4.01E-0001	12.13
9.67E-0002	0.68
1.33E+0000	6.09
1.99E-0001	0.70
3.04E-0001	1.03
6.60E-0002	0.18
5.72E-0001	0.06
2.44E-0002	0.02
4.19E-0001	0.01

5.808E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.65E-0001	38.89
1.36E-0001	19.39
2.80E-0001	17.40
1.21E-0001	5.08
4.01E-0001	11.24
9.67E-0002	0.83
1.33E+0000	5.17
1.99E-0001	0.72
3.04E-0001	0.99
6.60E-0002	0.23
5.72E-0001	0.05
2.44E-0002	0.01
4.19E-0001	0.01

6.926E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.65E-0001	38.79
1.36E-0001	19.91
2.80E-0001	17.31
1.21E-0001	5.24
4.01E-0001	11.01
9.67E-0002	0.87
1.33E+0000	4.87
1.99E-0001	0.73
3.04E-0001	0.98
6.60E-0002	0.24
5.72E-0001	0.05
2.44E-0002	0.01
4.19E-0001	0.01

7.299E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

^{99m}Tc

Número de Líneas = 4

Número	Energía [MeV]	Yield
1	2.07E-0002	1.120E-0002
2	2.10E-0002	1.770E-0003
3	1.41E-0001	8.850E-0001
4	1.43E-0001	2.300E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.07E-0002	3.53
2.10E-0002	0.54
1.41E-0001	95.91
1.43E-0001	0.03

1.462E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.07E-0002	3.53
2.10E-0002	0.54
1.41E-0001	95.91
1.43E-0001	0.03

4.301E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.07E-0002	3.53
2.10E-0002	0.54
1.41E-0001	95.91
1.43E-0001	0.03

1.667E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, H*(10):

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.07E-0002	1.56
2.10E-0002	0.24
1.41E-0001	98.17
1.43E-0001	0.03

2.165E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.07E-0002	1.46
2.10E-0002	0.23
1.41E-0001	98.28
1.43E-0001	0.03

2.337E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

⁹⁹Mo + ^{99m}Tc (Equilibrio)

Número de Líneas = 16

Número	Energía [MeV]	Yield
1	1.41E-0001	8.960E-0001
2	7.40E-0001	1.212E-0001
3	1.81E-0001	6.010E-0002
4	7.78E-0001	4.280E-0002
5	2.07E-0002	1.610E-0002
6	3.66E-0001	1.194E-0002
7	4.06E-0002	1.022E-0002
8	2.10E-0002	2.540E-0003
9	8.23E-0001	1.321E-0003
10	9.61E-0001	9.500E-0004
11	5.29E-0001	5.410E-0004
12	6.22E-0001	2.620E-0004
13	1.43E-0001	2.110E-0004
14	4.11E-0001	1.610E-0004
15	1.59E-0001	1.450E-0004
16	1.62E-0001	1.140E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.41E-0001	41.90
7.40E-0001	35.51
1.81E-0001	3.85
7.78E-0001	13.12
2.07E-0002	2.19
3.66E-0001	1.73
4.06E-0002	0.37
2.10E-0002	0.33
8.23E-0001	0.43
9.61E-0001	0.35
5.29E-0001	0.12
6.22E-0001	0.07
1.43E-0001	0.01
4.11E-0001	0.03
1.59E-0001	0.01
1.62E-0001	0.01

3.389E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.41E-0001	41.90
7.40E-0001	35.51
1.81E-0001	3.85
7.78E-0001	13.12
2.07E-0002	2.19
3.66E-0001	1.73
4.06E-0002	0.37
2.10E-0002	0.33
8.23E-0001	0.43
9.61E-0001	0.35
5.29E-0001	0.12
6.22E-0001	0.07
1.43E-0001	0.01
4.11E-0001	0.03
1.59E-0001	0.01
1.62E-0001	0.01

9.969E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.41E-0001	41.90
7.40E-0001	35.51
1.81E-0001	3.85
7.78E-0001	13.12
2.07E-0002	2.19
3.66E-0001	1.73
4.06E-0002	0.37
2.10E-0002	0.33
8.23E-0001	0.43
9.61E-0001	0.35
5.29E-0001	0.12
6.22E-0001	0.07
1.43E-0001	0.01
4.11E-0001	0.03
1.59E-0001	0.01
1.62E-0001	0.01

3.864E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.41E-0001	47.86
7.40E-0001	31.98
1.81E-0001	4.14
7.78E-0001	11.78
2.07E-0002	1.08
3.66E-0001	1.67
4.06E-0002	0.42
2.10E-0002	0.17
8.23E-0001	0.38
9.61E-0001	0.31
5.29E-0001	0.11
6.22E-0001	0.06
1.43E-0001	0.01
4.11E-0001	0.03
1.59E-0001	0.01
1.62E-0001	0.01

4.497E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV] Contribución [%]

1.41E-0001	49.56
7.40E-0001	30.74
1.81E-0001	4.25
7.78E-0001	11.30
2.07E-0002	1.05
3.66E-0001	1.65
4.06E-0002	0.40
2.10E-0002	0.16
8.23E-0001	0.36
9.61E-0001	0.30
5.29E-0001	0.10
6.22E-0001	0.06
1.43E-0001	0.01
4.11E-0001	0.02
1.59E-0001	0.01
1.62E-0001	0.01

4.692E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁰³Pd

Número de Líneas = 6

Número	Energía [MeV]	Yield
1	2.02E-0002	4.170E-0001
2	2.01E-0002	2.205E-0001
3	2.28E-0002	1.134E-0001
4	2.32E-0002	1.880E-0002
5	3.98E-0002	6.980E-0004
6	3.57E-0001	2.460E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.02E-0002	56.13
2.01E-0002	30.14
2.28E-0002	11.79
2.32E-0002	1.89
3.98E-0002	0.02
3.57E-0001	0.03

3.590E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.02E-0002	56.13
2.01E-0002	30.14
2.28E-0002	11.79
2.32E-0002	1.89
3.98E-0002	0.02
3.57E-0001	0.03

1.055E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.02E-0002	56.13
2.01E-0002	30.14
2.28E-0002	11.79
2.32E-0002	1.89
3.98E-0002	0.02
3.57E-0001	0.03

4.092E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.02E-0002	54.49
2.01E-0002	28.83
2.28E-0002	14.23
2.32E-0002	2.34
3.98E-0002	0.06
3.57E-0001	0.07

2.307E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis direccional, $H'(0,07)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.02E-0002	55.86
2.01E-0002	29.93
2.28E-0002	12.18
2.32E-0002	1.96
3.98E-0002	0.03
3.57E-0001	0.04

3.800E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.02E-0002	54.49
2.01E-0002	28.74
2.28E-0002	14.31
2.32E-0002	2.34
3.98E-0002	0.06
3.57E-0001	0.07

2.322E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(0,07)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.02E-0002	55.83
2.01E-0002	29.90
2.28E-0002	12.23
2.32E-0002	1.97
3.98E-0002	0.03
3.57E-0001	0.04

3.785E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹¹¹In

Número de Líneas = 6

Número	Energía [MeV]	Yield
1	2.45E-0001	9.412E-0001
2	1.71E-0001	9.061E-0001
3	2.32E-0002	4.447E-0001
4	2.30E-0002	2.365E-0001
5	2.62E-0002	1.240E-0001
6	2.67E-0002	2.260E-0002

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.45E-0001	38.55
1.71E-0001	23.91
2.32E-0002	20.91
2.30E-0002	11.32
2.62E-0002	4.52
2.67E-0002	0.79

7.674E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.45E-0001	38.55
1.71E-0001	23.91
2.32E-0002	20.91
2.30E-0002	11.32
2.62E-0002	4.52
2.67E-0002	0.79

2.257E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.45E-0001	38.55
1.71E-0001	23.91
2.32E-0002	20.91
2.30E-0002	11.32
2.62E-0002	4.52
2.67E-0002	0.79

8.748E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.45E-0001	44.47
1.71E-0001	29.48
2.32E-0002	14.20
2.30E-0002	7.59
2.62E-0002	3.62
2.67E-0002	0.65

8.986E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis direccional, $H'(0,07)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.45E-0001	40.49
1.71E-0001	26.34
2.32E-0002	18.37
2.30E-0002	9.92
2.62E-0002	4.15
2.67E-0002	0.73

9.611E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.45E-0001	44.76
1.71E-0001	30.19
2.32E-0002	13.67
2.30E-0002	7.32
2.62E-0002	3.44
2.67E-0002	0.62

9.418E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(0,07)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.45E-0001	40.93
1.71E-0001	27.11
2.32E-0002	17.69
2.30E-0002	9.55
2.62E-0002	4.01
2.67E-0002	0.71

9.980E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Número de Líneas = 19

Número	Energía [MeV]	Yield
1	2.72E-0002	2.469E-0001
2	2.75E-0002	4.598E-0001
3	3.11E-0002	1.316E-0001
4	3.18E-0002	2.860E-0002
5	1.59E-0001	8.325E-0001
6	3.46E-0001	1.257E-0003
7	4.40E-0001	4.229E-0003
8	5.05E-0001	2.660E-0003
9	5.29E-0001	1.280E-0002
10	5.39E-0001	3.788E-0003
11	6.25E-0001	7.980E-0004
12	7.36E-0001	6.160E-0004
13	7.84E-0001	5.910E-0004
14	2.81E-0001	7.890E-0004
15	2.48E-0001	6.980E-0004
16	6.88E-0001	2.690E-0004
17	1.92E-0001	1.990E-0004
18	1.83E-0001	1.800E-0004
19	3.31E-0001	1.164E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.72E-0002	16.55
2.75E-0002	30.20
3.11E-0002	6.74
3.18E-0002	1.41
1.59E-0001	39.95
3.46E-0001	0.15
4.40E-0001	0.66
5.05E-0001	0.48
5.29E-0001	2.41
5.39E-0001	0.73
6.25E-0001	0.18
7.36E-0001	0.16
7.84E-0001	0.16
2.81E-0001	0.08
2.48E-0001	0.06
6.88E-0001	0.07
1.92E-0001	0.01
1.83E-0001	0.01
3.31E-0001	0.01

3.846E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.72E-0002	16.55
2.75E-0002	30.20
3.11E-0002	6.74
3.18E-0002	1.41
1.59E-0001	39.95
3.46E-0001	0.15
4.40E-0001	0.66
5.05E-0001	0.48
5.29E-0001	2.41
5.39E-0001	0.73
6.25E-0001	0.18
7.36E-0001	0.16
7.84E-0001	0.16
2.81E-0001	0.08
2.48E-0001	0.06
6.88E-0001	0.07
1.92E-0001	0.01
1.83E-0001	0.01
3.31E-0001	0.01

1.131E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2
-----**Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:**

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.72E-0002	16.55
2.75E-0002	30.20
3.11E-0002	6.74
3.18E-0002	1.41
1.59E-0001	39.95
3.46E-0001	0.15
4.40E-0001	0.66
5.05E-0001	0.48
5.29E-0001	2.41
5.39E-0001	0.73
6.25E-0001	0.18
7.36E-0001	0.16
7.84E-0001	0.16
2.81E-0001	0.08
2.48E-0001	0.06
6.88E-0001	0.07
1.92E-0001	0.01
1.83E-0001	0.01
3.31E-0001	0.01

4.385E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.72E-0002	13.49
2.75E-0002	24.90
3.11E-0002	6.39
3.18E-0002	1.36
1.59E-0001	48.61
3.46E-0001	0.16
4.40E-0001	0.68
5.05E-0001	0.49
5.29E-0001	2.44
5.39E-0001	0.73
6.25E-0001	0.18
7.36E-0001	0.16
7.84E-0001	0.16
2.81E-0001	0.08
2.48E-0001	0.06
6.88E-0001	0.06
1.92E-0001	0.01
1.83E-0001	0.01
3.31E-0001	0.01

4.643E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.72E-0002	12.97
2.75E-0002	23.97
3.11E-0002	6.23
3.18E-0002	1.33
1.59E-0001	50.34
3.46E-0001	0.16
4.40E-0001	0.67
5.05E-0001	0.48
5.29E-0001	2.39
5.39E-0001	0.72
6.25E-0001	0.17
7.36E-0001	0.15
7.84E-0001	0.15
2.81E-0001	0.08
2.48E-0001	0.07
6.88E-0001	0.06
1.92E-0001	0.01
1.83E-0001	0.01
3.31E-0001	0.01

4.826E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Número de Líneas = 5

Número	Energía [MeV]	Yield
1	2.75E-0002	7.320E-0001
2	2.72E-0002	3.930E-0001
3	3.11E-0002	2.030E-0001
4	3.55E-0002	6.630E-0002
5	3.18E-0002	4.540E-0002

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.75E-0002	53.55
2.72E-0002	29.41
3.11E-0002	11.60
3.55E-0002	2.96
3.18E-0002	2.48

3.447E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.75E-0002	53.55
2.72E-0002	29.41
3.11E-0002	11.60
3.55E-0002	2.96
3.18E-0002	2.48

1.013E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.75E-0002	53.55
2.72E-0002	29.41
3.11E-0002	11.60
3.55E-0002	2.96
3.18E-0002	2.48

3.929E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.75E-0002	52.12
2.72E-0002	28.25
3.11E-0002	12.97
3.55E-0002	3.81
3.18E-0002	2.85

3.529E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis direccional, $H'(0,07)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.75E-0002	52.97
2.72E-0002	28.96
3.11E-0002	12.14
3.55E-0002	3.31
3.18E-0002	2.63

4.090E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.75E-0002	52.01
2.72E-0002	28.16
3.11E-0002	13.11
3.55E-0002	3.84
3.18E-0002	2.88

3.539E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(0,07)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.75E-0002	52.94
2.72E-0002	28.93
3.11E-0002	12.17
3.55E-0002	3.33
3.18E-0002	2.64

4.116E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Número de Líneas = 18

Número	Energía [MeV]	Yield
1	2.95E-0002	1.540E-0002
2	2.98E-0002	2.810E-0002
3	3.37E-0002	8.160E-0003
4	3.45E-0002	1.950E-0003
5	8.02E-0002	2.610E-0002
6	1.77E-0001	2.770E-0003
7	2.84E-0001	6.140E-0002
8	3.26E-0001	2.740E-0003
9	3.64E-0001	8.120E-0001
10	5.03E-0001	3.590E-0003
11	6.37E-0001	7.120E-0002
12	6.43E-0001	2.190E-0003
13	7.23E-0001	1.790E-0002
14	3.18E-0001	8.070E-0004
15	2.72E-0001	5.810E-0004
16	4.05E-0001	5.520E-0004
17	3.25E-0001	2.440E-0004
18	1.64E-0001	2.110E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.95E-0002	0.65
2.98E-0002	1.16
3.37E-0002	0.27
3.45E-0002	0.06
8.02E-0002	0.44
1.77E-0001	0.11
2.84E-0001	4.40
3.26E-0001	0.23
3.64E-0001	76.43
5.03E-0001	0.48
6.37E-0001	11.87
6.43E-0001	0.37
7.23E-0001	3.35
3.18E-0001	0.07
2.72E-0001	0.04
4.05E-0001	0.06
3.25E-0001	0.02
1.64E-0001	0.01

5.195E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.95E-0002	0.65
2.98E-0002	1.16
3.37E-0002	0.27
3.45E-0002	0.06
8.02E-0002	0.44
1.77E-0001	0.11
2.84E-0001	4.40
3.26E-0001	0.23
3.64E-0001	76.43
5.03E-0001	0.48
6.37E-0001	11.87
6.43E-0001	0.37
7.23E-0001	3.35
3.18E-0001	0.07
2.72E-0001	0.04
4.05E-0001	0.06
3.25E-0001	0.02
1.64E-0001	0.01

1.527E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.95E-0002	0.65
2.98E-0002	1.16
3.37E-0002	0.27
3.45E-0002	0.06
8.02E-0002	0.44
1.77E-0001	0.11
2.84E-0001	4.40
3.26E-0001	0.23
3.64E-0001	76.43
5.03E-0001	0.48
6.37E-0001	11.87
6.43E-0001	0.37
7.23E-0001	3.35
3.18E-0001	0.07
2.72E-0001	0.04
4.05E-0001	0.06
3.25E-0001	0.02
1.64E-0001	0.01

5.922E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.95E-0002	0.55
2.98E-0002	1.00
3.37E-0002	0.26
3.45E-0002	0.06
8.02E-0002	0.60
1.77E-0001	0.13
2.84E-0001	4.60
3.26E-0001	0.23
3.64E-0001	77.07
5.03E-0001	0.46
6.37E-0001	11.31
6.43E-0001	0.35
7.23E-0001	3.17
3.18E-0001	0.07
2.72E-0001	0.04
4.05E-0001	0.06
3.25E-0001	0.02
1.64E-0001	0.01

6.569E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.95E-0002	0.54
2.98E-0002	0.98
3.37E-0002	0.26
3.45E-0002	0.06
8.02E-0002	0.65
1.77E-0001	0.13
2.84E-0001	4.66
3.26E-0001	0.24
3.64E-0001	77.34
5.03E-0001	0.46
6.37E-0001	11.07
6.43E-0001	0.34
7.23E-0001	3.08
3.18E-0001	0.07
2.72E-0001	0.04
4.05E-0001	0.06
3.25E-0001	0.02
1.64E-0001	0.01

6.782E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹³³Xe

Número de Líneas = 8

Número	Energía [MeV]	Yield
1	8.10E-0002	3.700E-0001
2	3.10E-0002	2.500E-0001
3	3.06E-0002	1.354E-0001
4	3.51E-0002	7.310E-0002
5	3.59E-0002	1.780E-0002
6	7.96E-0002	2.800E-0003
7	1.61E-0001	6.800E-0004
8	3.03E-0001	5.800E-0005

Constante de tasa de kerma en aire

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.10E-0002	26.41
3.10E-0002	39.84
3.06E-0002	22.06
3.51E-0002	9.22
3.59E-0002	2.15
7.96E-0002	0.20
1.61E-0001	0.10
3.03E-0001	0.02

1.246E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.10E-0002	26.41
3.10E-0002	39.84
3.06E-0002	22.06
3.51E-0002	9.22
3.59E-0002	2.15
7.96E-0002	0.20
1.61E-0001	0.10
3.03E-0001	0.02

3.665E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.10E-0002	26.41
3.10E-0002	39.84
3.06E-0002	22.06
3.51E-0002	9.22
3.59E-0002	2.15
7.96E-0002	0.20
1.61E-0001	0.10
3.03E-0001	0.02

1.420E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.10E-0002	34.63
3.10E-0002	34.67
3.06E-0002	18.96
3.51E-0002	9.16
3.59E-0002	2.19
7.96E-0002	0.26
1.61E-0001	0.11
3.03E-0001	0.02

1.632E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis direccional, $H'(0,07)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.10E-0002	31.58
3.10E-0002	36.68
3.06E-0002	20.20
3.51E-0002	9.04
3.59E-0002	2.14
7.96E-0002	0.24
1.61E-0001	0.11
3.03E-0001	0.02

1.677E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.10E-0002	36.64
3.10E-0002	33.59
3.06E-0002	18.36
3.51E-0002	8.88
3.59E-0002	2.12
7.96E-0002	0.27
1.61E-0001	0.12
3.03E-0001	0.02

1.706E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(0,07)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.10E-0002	32.95
3.10E-0002	35.91
3.06E-0002	19.77
3.51E-0002	8.89
3.59E-0002	2.10
7.96E-0002	0.25
1.61E-0001	0.11
3.03E-0001	0.02

1.728E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

$^{137}\text{Cs} + ^{137\text{m}}\text{Ba}$

Número de Líneas = 5

Número	Energía [MeV]	Yield
1	6.62E-0001	8.499E-0001
2	3.22E-0002	3.590E-0002
3	3.18E-0002	1.950E-0002
4	3.65E-0002	1.055E-0002
5	3.73E-0002	2.660E-0003

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
6.62E-0001	98.42
3.22E-0002	0.85
3.18E-0002	0.47
3.65E-0002	0.20
3.73E-0002	0.05

7.746E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
6.62E-0001	98.42
3.22E-0002	0.85
3.18E-0002	0.47
3.65E-0002	0.20
3.73E-0002	0.05

2.278E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
6.62E-0001	98.42
3.22E-0002	0.85
3.18E-0002	0.47
3.65E-0002	0.20
3.73E-0002	0.05

8.831E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
6.62E-0001	98.41
3.22E-0002	0.84
3.18E-0002	0.46
3.65E-0002	0.22
3.73E-0002	0.06

9.313E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
6.62E-0001	98.40
3.22E-0002	0.85
3.18E-0002	0.47
3.65E-0002	0.23
3.73E-0002	0.06

9.393E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁵³Sm

Número de Líneas = 18

Número	Energía [MeV]	Yield
1	4.15E-0002	3.000E-0001
2	1.03E-0001	2.919E-0001
3	4.09E-0002	1.660E-0001
4	4.71E-0002	9.450E-0002
5	6.97E-0002	4.691E-0002
6	4.84E-0002	2.440E-0002
7	9.74E-0002	7.670E-0003
8	8.34E-0002	1.930E-0003
9	7.54E-0002	1.690E-0003
10	8.95E-0002	1.580E-0003
11	1.73E-0001	7.360E-0004
12	5.31E-0001	5.440E-0004
13	5.33E-0001	2.940E-0004
14	5.39E-0001	2.070E-0004
15	6.10E-0001	1.290E-0004
16	6.10E-0001	1.290E-0004
17	4.64E-0001	1.270E-0004
18	1.52E-0001	1.030E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
4.15E-0002	33.50
1.03E-0001	30.34
4.09E-0002	18.98
4.71E-0002	8.92
6.97E-0002	3.67
4.84E-0002	2.23
9.74E-0002	0.75
8.34E-0002	0.16
7.54E-0002	0.14
8.95E-0002	0.14
1.73E-0001	0.14
5.31E-0001	0.37
5.33E-0001	0.20
5.39E-0001	0.14
6.10E-0001	0.10
6.10E-0001	0.10
4.64E-0001	0.08
1.52E-0001	0.02

1.062E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
4.15E-0002	33.50
1.03E-0001	30.34
4.09E-0002	18.98
4.71E-0002	8.92
6.97E-0002	3.67
4.84E-0002	2.23
9.74E-0002	0.75
8.34E-0002	0.16
7.54E-0002	0.14
8.95E-0002	0.14
1.73E-0001	0.14
5.31E-0001	0.37
5.33E-0001	0.20
5.39E-0001	0.14
6.10E-0001	0.10
6.10E-0001	0.10
4.64E-0001	0.08
1.52E-0001	0.02

3.124E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2
-----**Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:**

Energía [MeV]	Contribución [%]
4.15E-0002	33.50
1.03E-0001	30.34
4.09E-0002	18.98
4.71E-0002	8.92
6.97E-0002	3.67
4.84E-0002	2.23
9.74E-0002	0.75
8.34E-0002	0.16
7.54E-0002	0.14
8.95E-0002	0.14
1.73E-0001	0.14
5.31E-0001	0.37
5.33E-0001	0.20
5.39E-0001	0.14
6.10E-0001	0.10
6.10E-0001	0.10
4.64E-0001	0.08
1.52E-0001	0.02

1.210E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
4.15E-0002	32.31
1.03E-0001	31.69
4.09E-0002	18.10
4.71E-0002	9.26
6.97E-0002	4.09
4.84E-0002	2.35
9.74E-0002	0.79
8.34E-0002	0.18
7.54E-0002	0.15
8.95E-0002	0.15
1.73E-0001	0.13
5.31E-0001	0.29
5.33E-0001	0.16
5.39E-0001	0.11
6.10E-0001	0.08
6.10E-0001	0.08
4.64E-0001	0.06
1.52E-0001	0.02

1.666E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
4.15E-0002	31.33
1.03E-0001	33.08
4.09E-0002	17.51
4.71E-0002	9.21
6.97E-0002	4.29
4.84E-0002	2.35
9.74E-0002	0.83
8.34E-0002	0.19
7.54E-0002	0.16
8.95E-0002	0.16
1.73E-0001	0.13
5.31E-0001	0.28
5.33E-0001	0.15
5.39E-0001	0.11
6.10E-0001	0.07
6.10E-0001	0.07
4.64E-0001	0.06
1.52E-0001	0.02

1.749E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁶⁹Yb

Número de Líneas = 16

Número	Energía [MeV]	Yield
1	5.07E-0002	9.350E-0001
2	4.98E-0002	5.290E-0001
3	6.31E-0002	4.405E-0001
4	1.98E-0001	3.593E-0001
5	5.76E-0002	3.060E-0001
6	1.77E-0001	2.232E-0001
7	1.09E-0001	1.736E-0001
8	1.31E-0001	1.138E-0001
9	3.08E-0001	1.004E-0001
10	5.92E-0002	7.950E-0002
11	9.36E-0002	2.571E-0002
12	1.18E-0001	1.870E-0002
13	2.61E-0001	1.687E-0002
14	2.07E-0002	1.925E-0003
15	2.40E-0001	1.150E-0003
16	1.17E-0001	3.980E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.07E-0002	20.19
4.98E-0002	11.61
6.31E-0002	8.49
1.98E-0001	20.25
5.76E-0002	6.06
1.77E-0001	10.97
1.09E-0001	4.77
1.31E-0001	3.84
3.08E-0001	9.48
5.92E-0002	1.56
9.36E-0002	0.60
1.18E-0001	0.56
2.61E-0001	1.33
2.07E-0002	0.20
2.40E-0001	0.08
1.13E-0001	0.01

4.298E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.07E-0002	20.19
4.98E-0002	11.61
6.31E-0002	8.49
1.98E-0001	20.25
5.76E-0002	6.06
1.77E-0001	10.97
1.09E-0001	4.77
1.31E-0001	3.84
3.08E-0001	9.48
5.92E-0002	1.56
9.36E-0002	0.60
1.18E-0001	0.56
2.61E-0001	1.33
2.07E-0002	0.20
2.40E-0001	0.08
1.13E-0001	0.01

1.264E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.07E-0002	20.19
4.98E-0002	11.61
6.31E-0002	8.49
1.98E-0001	20.25
5.76E-0002	6.06
1.77E-0001	10.97
1.09E-0001	4.77
1.31E-0001	3.84
3.08E-0001	9.48
5.92E-0002	1.56
9.36E-0002	0.60
1.18E-0001	0.56
2.61E-0001	1.33
2.07E-0002	0.20
2.40E-0001	0.08
1.13E-0001	0.01

4.900E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.07E-0002	21.81
4.98E-0002	12.46
6.31E-0002	9.55
1.98E-0001	18.28
5.76E-0002	6.76
1.77E-0001	10.12
1.09E-0001	4.96
1.31E-0001	3.82
3.08E-0001	7.96
5.92E-0002	1.74
9.36E-0002	0.64
1.18E-0001	0.57
2.61E-0001	1.14
2.07E-0002	0.09
2.40E-0001	0.07
1.13E-0001	0.01

6.676E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
5.07E-0002	21.65
4.98E-0002	12.32
6.31E-0002	9.77
1.98E-0001	18.24
5.76E-0002	6.84
1.77E-0001	10.15
1.09E-0001	5.07
1.31E-0001	3.87
3.08E-0001	7.78
5.92E-0002	1.77
9.36E-0002	0.66
1.18E-0001	0.58
2.61E-0001	1.12
2.07E-0002	0.08
2.40E-0001	0.07
1.13E-0001	0.01

7.134E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁷⁰Tm

Número de Líneas = 9

Número	Energía [MeV]	Yield
1	8.43E-0002	2.480E-0002
2	5.24E-0002	1.670E-0002
3	5.14E-0002	9.500E-0003
4	5.94E-0002	5.500E-0003
5	4.82E-0002	3.320E-0003
6	6.11E-0002	1.440E-0003
7	4.91E-0002	5.900E-0004
8	5.58E-0002	1.910E-0004
9	5.73E-0002	5.000E-0005

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.43E-0002	40.27
5.24E-0002	26.79
5.14E-0002	15.49
5.94E-0002	8.21
4.82E-0002	5.75
6.11E-0002	2.13
4.91E-0002	1.00
5.58E-0002	0.29
5.73E-0002	0.08

5.633E-0007 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.43E-0002	40.27
5.24E-0002	26.79
5.14E-0002	15.49
5.94E-0002	8.21
4.82E-0002	5.75
6.11E-0002	2.13
4.91E-0002	1.00
5.58E-0002	0.29
5.73E-0002	0.08

1.657E-0008 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.43E-0002	40.27
5.24E-0002	26.79
5.14E-0002	15.49
5.94E-0002	8.21
4.82E-0002	5.75
6.11E-0002	2.13
4.91E-0002	1.00
5.58E-0002	0.29
5.73E-0002	0.08

6.422E-0007 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.43E-0002	40.42
5.24E-0002	26.72
5.14E-0002	15.36
5.94E-0002	8.39
4.82E-0002	5.57
6.11E-0002	2.19
4.91E-0002	0.98
5.58E-0002	0.30
5.73E-0002	0.08

9.574E-0007 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
8.43E-0002	41.27
5.24E-0002	26.32
5.14E-0002	15.07
5.94E-0002	8.42
4.82E-0002	5.40
6.11E-0002	2.20
4.91E-0002	0.95
5.58E-0002	0.30
5.73E-0002	0.08

1.037E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁷⁷Lu

Número de Líneas = 10

Número	Energía [MeV]	Yield
1	2.08E-0001	1.038E-0001
2	1.12E-0001	6.200E-0002
3	5.58E-0002	2.780E-0002
4	5.46E-0002	1.590E-0002
5	6.33E-0002	9.170E-0003
6	6.51E-0002	2.450E-0003
7	3.21E-0001	2.160E-0003
8	2.50E-0001	2.012E-0003
9	7.16E-0002	1.726E-0003
10	1.37E-0001	4.700E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.08E-0001	65.48
1.12E-0001	18.51
5.58E-0002	5.89
5.46E-0002	3.41
6.33E-0002	1.86
6.51E-0002	0.50
3.21E-0001	2.25
2.50E-0001	1.58
7.16E-0002	0.35
1.37E-0001	0.18

4.089E-0006 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.08E-0001	65.48
1.12E-0001	18.51
5.58E-0002	5.89
5.46E-0002	3.41
6.33E-0002	1.86
6.51E-0002	0.50
3.21E-0001	2.25
2.50E-0001	1.58
7.16E-0002	0.35
1.37E-0001	0.18

1.203E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.08E-0001	65.48
1.12E-0001	18.51
5.58E-0002	5.89
5.46E-0002	3.41
6.33E-0002	1.86
6.51E-0002	0.50
3.21E-0001	2.25
2.50E-0001	1.58
7.16E-0002	0.35
1.37E-0001	0.18

4.661E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.08E-0001	62.02
1.12E-0001	20.24
5.58E-0002	6.91
5.46E-0002	3.98
6.33E-0002	2.21
6.51E-0002	0.59
3.21E-0001	1.99
2.50E-0001	1.45
7.16E-0002	0.42
1.37E-0001	0.18

5.998E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
2.08E-0001	61.60
1.12E-0001	20.60
5.58E-0002	6.95
5.46E-0002	4.00
6.33E-0002	2.26
6.51E-0002	0.60
3.21E-0001	1.93
2.50E-0001	1.43
7.16E-0002	0.43
1.37E-0001	0.19

6.423E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁸⁶Re

Número de Líneas = 12

Número	Energía [MeV]	Yield
1	1.37E-0001	9.420E-0002
2	5.93E-0002	3.020E-0002
3	6.30E-0002	1.940E-0002
4	5.80E-0002	1.736E-0002
5	6.15E-0002	1.130E-0002
6	6.73E-0002	1.000E-0002
7	7.14E-0002	6.500E-0003
8	1.22E-0001	6.030E-0003
9	6.93E-0002	2.740E-0003
10	7.36E-0002	1.820E-0003
11	7.67E-0001	3.270E-0004
12	6.30E-0001	2.930E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.37E-0001	59.88
5.93E-0002	10.50
6.30E-0002	6.64
5.80E-0002	6.09
6.15E-0002	3.89
6.73E-0002	3.42
7.14E-0002	2.25
1.22E-0001	3.34
6.93E-0002	0.94
7.36E-0002	0.64
7.67E-0001	1.39
6.30E-0001	1.04

2.421E-0006 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.37E-0001	59.88
5.93E-0002	10.50
6.30E-0002	6.64
5.80E-0002	6.09
6.15E-0002	3.89
6.73E-0002	3.42
7.14E-0002	2.25
1.22E-0001	3.34
6.93E-0002	0.94
7.36E-0002	0.64
7.67E-0001	1.39
6.30E-0001	1.04

7.119E-0008 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.37E-0001	59.88
5.93E-0002	10.50
6.30E-0002	6.64
5.80E-0002	6.09
6.15E-0002	3.89
6.73E-0002	3.42
7.14E-0002	2.25
1.22E-0001	3.34
6.93E-0002	0.94
7.36E-0002	0.64
7.67E-0001	1.39
6.30E-0001	1.04

2.759E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2
-----**Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:**

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.37E-0001	57.33
5.93E-0002	11.45
6.30E-0002	7.28
5.80E-0002	6.62
6.15E-0002	4.25
6.73E-0002	3.75
7.14E-0002	2.46
1.22E-0001	3.29
6.93E-0002	1.03
7.36E-0002	0.69
7.67E-0001	1.04
6.30E-0001	0.79

3.856E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2
-----**Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:**

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.37E-0001	57.22
5.93E-0002	11.48
6.30E-0002	7.34
5.80E-0002	6.62
6.15E-0002	4.28
6.73E-0002	3.80
7.14E-0002	2.50
1.22E-0001	3.30
6.93E-0002	1.05
7.36E-0002	0.71
7.67E-0001	0.96
6.30E-0001	0.73

4.178E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁸⁸Re

Número de Líneas = 29

Número	Energía [MeV]	Yield
1	1.55E-0001	1.520E-0001
2	6.30E-0002	2.350E-0002
3	6.15E-0002	1.360E-0002
4	6.33E-0001	1.280E-0002
5	4.78E-0001	1.020E-0002
6	7.14E-0002	7.900E-0003
7	9.31E-0001	5.500E-0003
8	8.29E-0001	4.100E-0003
9	7.36E-0002	2.200E-0003
10	6.35E-0001	1.480E-0003
11	6.73E-0001	1.120E-0003
12	1.61E+0000	9.800E-0004
13	1.13E+0000	8.300E-0004
14	4.86E-0001	7.900E-0004
15	4.53E-0001	7.300E-0004
16	1.31E+0000	6.500E-0004
17	3.12E-0001	4.300E-0004
18	1.80E+0000	3.600E-0004
19	1.79E+0000	1.950E-0004
20	1.46E+0000	1.860E-0004
21	1.17E+0000	1.800E-0004
22	8.25E-0001	1.760E-0004
23	3.23E-0001	1.620E-0004
24	1.15E+0000	1.500E-0004
25	1.96E+0000	1.500E-0004
26	1.15E+0000	1.500E-0004
27	1.02E+0000	1.470E-0004
28	1.19E+0000	1.340E-0004
29	1.32E+0000	1.100E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.55E-0001	38.44
6.30E-0002	2.75
6.15E-0002	1.60
6.33E-0001	15.57
4.78E-0001	9.42
7.14E-0002	0.94
9.31E-0001	9.43
8.29E-0001	6.37
7.36E-0002	0.26
6.35E-0001	1.81
6.73E-0001	1.44
1.61E+0000	2.57
1.13E+0000	1.67
4.86E-0001	0.74
4.53E-0001	0.64
1.31E+0000	1.46
3.12E-0001	0.25
1.80E+0000	1.03
1.79E+0000	0.55
1.46E+0000	0.45
1.17E+0000	0.37
8.25E-0001	0.27
3.23E-0001	0.10
1.15E+0000	0.31
1.96E+0000	0.45
1.15E+0000	0.31
1.02E+0000	0.27
1.19E+0000	0.28
1.32E+0000	0.25

7.075E-0006 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.55E-0001	38.44
6.30E-0002	2.75
6.15E-0002	1.60
6.33E-0001	15.57
4.78E-0001	9.42
7.14E-0002	0.94
9.31E-0001	9.43
8.29E-0001	6.37
7.36E-0002	0.26
6.35E-0001	1.81
6.73E-0001	1.44
1.61E+0000	2.57
1.13E+0000	1.67
4.86E-0001	0.74
4.53E-0001	0.64
1.31E+0000	1.46
3.12E-0001	0.25
1.80E+0000	1.03
1.79E+0000	0.55
1.46E+0000	0.45
1.17E+0000	0.37
8.25E-0001	0.27
3.23E-0001	0.10
1.15E+0000	0.31
1.96E+0000	0.45
1.15E+0000	0.31
1.02E+0000	0.27
1.19E+0000	0.28
1.32E+0000	0.25

2.081E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2**Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:**

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.55E-0001	38.44
6.30E-0002	2.75
6.15E-0002	1.60
6.33E-0001	15.57
4.78E-0001	9.42
7.14E-0002	0.94
9.31E-0001	9.43
8.29E-0001	6.37
7.36E-0002	0.26
6.35E-0001	1.81
6.73E-0001	1.44
1.61E+0000	2.57
1.13E+0000	1.67
4.86E-0001	0.74
4.53E-0001	0.64
1.31E+0000	1.46
3.12E-0001	0.25
1.80E+0000	1.03
1.79E+0000	0.55
1.46E+0000	0.45
1.17E+0000	0.37
8.25E-0001	0.27
3.23E-0001	0.10
1.15E+0000	0.31
1.96E+0000	0.45
1.15E+0000	0.31
1.02E+0000	0.27
1.19E+0000	0.28
1.32E+0000	0.25

8.065E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.55E-0001	42.58
6.30E-0002	3.60
6.15E-0002	2.09
6.33E-0001	14.07
4.78E-0001	8.72
7.14E-0002	1.22
9.31E-0001	8.31
8.29E-0001	5.67
7.36E-0002	0.34
6.35E-0001	1.63
6.73E-0001	1.30
1.61E+0000	2.21
1.13E+0000	1.45
4.86E-0001	0.69
4.53E-0001	0.59
1.31E+0000	1.26
3.12E-0001	0.24
1.80E+0000	0.88
1.79E+0000	0.47
1.46E+0000	0.39
1.17E+0000	0.32
8.25E-0001	0.24
3.23E-0001	0.10
1.15E+0000	0.27
1.96E+0000	0.39
1.15E+0000	0.27
1.02E+0000	0.24
1.19E+0000	0.24
1.32E+0000	0.22

9.441E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
1.55E-0001	43.97
6.30E-0002	3.77
6.15E-0002	2.19
6.33E-0001	13.63
4.78E-0001	8.55
7.14E-0002	1.29
9.31E-0001	7.95
8.29E-0001	5.43
7.36E-0002	0.36
6.35E-0001	1.58
6.73E-0001	1.25
1.61E+0000	2.10
1.13E+0000	1.39
4.86E-0001	0.67
4.53E-0001	0.58
1.31E+0000	1.20
3.12E-0001	0.24
1.80E+0000	0.83
1.79E+0000	0.45
1.46E+0000	0.37
1.17E+0000	0.31
8.25E-0001	0.23
3.23E-0001	0.10
1.15E+0000	0.25
1.96E+0000	0.37
1.15E+0000	0.25
1.02E+0000	0.23
1.19E+0000	0.23
1.32E+0000	0.21

9.848E-0006 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁹²Ir

Número de Líneas = 28

Número	Energía [MeV]	Yield
1	3.17E-0001	8.275E-0001
2	4.68E-0001	4.781E-0001
3	3.08E-0001	2.968E-0001
4	2.96E-0001	2.872E-0001
5	6.04E-0001	8.200E-0002
6	6.12E-0001	5.340E-0002
7	6.68E-0002	4.550E-0002
8	5.89E-0001	4.517E-0002
9	2.06E-0001	3.340E-0002
10	4.85E-0001	3.189E-0002
11	6.51E-0002	2.660E-0002
12	6.30E-0002	2.090E-0002
13	7.58E-0002	1.580E-0002
14	6.15E-0002	1.210E-0002
15	3.75E-0001	7.260E-0003
16	7.14E-0002	7.100E-0003
17	4.16E-0001	6.690E-0003
18	2.01E-0001	4.730E-0003
19	4.89E-0001	4.380E-0003
20	7.81E-0002	4.110E-0003
21	8.84E-0001	2.910E-0003
22	2.83E-0001	2.660E-0003
23	1.36E-0001	1.990E-0003
24	7.36E-0002	1.800E-0003
25	4.20E-0001	6.900E-0004
26	1.06E+0000	5.300E-0004
27	5.93E-0001	4.210E-0004
28	3.29E-0001	1.740E-0004

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
3.17E-0001	31.74
4.68E-0001	28.00
3.08E-0001	11.06
2.96E-0001	10.26
6.04E-0001	6.19
6.12E-0001	4.08
6.68E-0002	0.34
5.89E-0001	3.33
2.06E-0001	0.78
4.85E-0001	1.94
6.51E-0002	0.20
6.30E-0002	0.16
7.58E-0002	0.12
6.15E-0002	0.09
3.75E-0001	0.34
7.14E-0002	0.05
4.16E-0001	0.35
2.01E-0001	0.11
4.89E-0001	0.27
7.81E-0002	0.03
8.84E-0001	0.31
2.83E-0001	0.09
1.36E-0001	0.03
7.36E-0002	0.01
4.20E-0001	0.04
1.06E+0000	0.07
5.93E-0001	0.03
3.29E-0001	0.01

1.091E-0004 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
3.17E-0001	31.74
4.68E-0001	28.00
3.08E-0001	11.06
2.96E-0001	10.26
6.04E-0001	6.19
6.12E-0001	4.08
6.68E-0002	0.34
5.89E-0001	3.33
2.06E-0001	0.78
4.85E-0001	1.94
6.51E-0002	0.20
6.30E-0002	0.16
7.58E-0002	0.12
6.15E-0002	0.09
3.75E-0001	0.34
7.14E-0002	0.05
4.16E-0001	0.35
2.01E-0001	0.11
4.89E-0001	0.27
7.81E-0002	0.03
8.84E-0001	0.31
2.83E-0001	0.09
1.36E-0001	0.03
7.36E-0002	0.01
4.20E-0001	0.04
1.06E+0000	0.07
5.93E-0001	0.03
3.29E-0001	0.01

3.210E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2
-----**Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:**

Energía [MeV]	Contribución [%]
3.17E-0001	31.74
4.68E-0001	28.00
3.08E-0001	11.06
2.96E-0001	10.26
6.04E-0001	6.19
6.12E-0001	4.08
6.68E-0002	0.34
5.89E-0001	3.33
2.06E-0001	0.78
4.85E-0001	1.94
6.51E-0002	0.20
6.30E-0002	0.16
7.58E-0002	0.12
6.15E-0002	0.09
3.75E-0001	0.34
7.14E-0002	0.05
4.16E-0001	0.35
2.01E-0001	0.11
4.89E-0001	0.27
7.81E-0002	0.03
8.84E-0001	0.31
2.83E-0001	0.09
1.36E-0001	0.03
7.36E-0002	0.01
4.20E-0001	0.04
1.06E+0000	0.07
5.93E-0001	0.03
3.29E-0001	0.01

1.244E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
3.17E-0001	32.35
4.68E-0001	27.18
3.08E-0001	11.31
2.96E-0001	10.55
6.04E-0001	5.87
6.12E-0001	3.86
6.68E-0002	0.47
5.89E-0001	3.16
2.06E-0001	0.85
4.85E-0001	1.87
6.51E-0002	0.28
6.30E-0002	0.22
7.58E-0002	0.17
6.15E-0002	0.13
3.75E-0001	0.33
7.14E-0002	0.07
4.16E-0001	0.34
2.01E-0001	0.12
4.89E-0001	0.26
7.81E-0002	0.04
8.84E-0001	0.29
2.83E-0001	0.09
1.36E-0001	0.03
7.36E-0002	0.02
4.20E-0001	0.04
1.06E+0000	0.06
5.93E-0001	0.03
3.29E-0001	0.01

1.392E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
3.17E-0001	32.60
4.68E-0001	26.91
3.08E-0001	11.41
2.96E-0001	10.67
6.04E-0001	5.74
6.12E-0001	3.78
6.68E-0002	0.50
5.89E-0001	3.10
2.06E-0001	0.87
4.85E-0001	1.85
6.51E-0002	0.29
6.30E-0002	0.23
7.58E-0002	0.18
6.15E-0002	0.13
3.75E-0001	0.33
7.14E-0002	0.08
4.16E-0001	0.34
2.01E-0001	0.12
4.89E-0001	0.26
7.81E-0002	0.05
8.84E-0001	0.28
2.83E-0001	0.09
1.36E-0001	0.03
7.36E-0002	0.02
4.20E-0001	0.04
1.06E+0000	0.06
5.93E-0001	0.03
3.29E-0001	0.01

1.440E-0004 Sv.h-1.GBq-1.m2

¹⁹⁸Au

Número de Líneas = 7

Número	Energía [MeV]	Yield
1	4.12E-0001	9.563E-0001
2	7.08E-0002	1.369E-0002
3	6.89E-0002	8.070E-0003
4	6.76E-0001	8.040E-0003
5	8.03E-0002	4.650E-0003
6	1.09E+0000	1.591E-0003
7	8.28E-0002	1.360E-0003

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
4.12E-0001	97.82
7.08E-0002	0.21
6.89E-0002	0.12
6.76E-0001	1.35
8.03E-0002	0.08
1.09E+0000	0.40
8.28E-0002	0.02

5.463E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
4.12E-0001	97.82
7.08E-0002	0.21
6.89E-0002	0.12
6.76E-0001	1.35
8.03E-0002	0.08
1.09E+0000	0.40
8.28E-0002	0.02

1.607E-0006 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
4.12E-0001	97.82
7.08E-0002	0.21
6.89E-0002	0.12
6.76E-0001	1.35
8.03E-0002	0.08
1.09E+0000	0.40
8.28E-0002	0.02

6.227E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
4.12E-0001	97.75
7.08E-0002	0.29
6.89E-0002	0.17
6.76E-0001	1.29
8.03E-0002	0.10
1.09E+0000	0.37
8.28E-0002	0.03

6.864E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
4.12E-0001	97.75
7.08E-0002	0.31
6.89E-0002	0.18
6.76E-0001	1.26
8.03E-0002	0.11
1.09E+0000	0.36
8.28E-0002	0.03

7.073E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Número de Líneas = 9

Número	Energía [MeV]	Yield	Transmisión
1	7.08E-0002	4.640E-0001	1.00E+0000
2	6.89E-0002	2.730E-0001	1.00E+0000
3	8.03E-0002	1.570E-0001	1.00E+0000
4	1.67E-0001	1.000E-0001	1.00E+0000
5	8.28E-0002	4.610E-0002	1.00E+0000
6	1.35E-0001	2.604E-0002	1.00E+0000
7	3.06E-0002	2.580E-0003	1.00E+0000
8	1.66E-0001	1.470E-0003	1.00E+0000
9	3.21E-0002	2.630E-0003	1.00E+0000

Constante de tasa de kerma en aire:

Energía [MeV]	Contribución [%]
7.08E-0002	37.13
6.89E-0002	21.71
8.03E-0002	13.30
1.67E-0001	18.86
8.28E-0002	3.99
1.35E-0001	3.77
3.06E-0002	0.50
1.66E-0001	0.27
3.21E-0002	0.47

1.044E-0005 Gy.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de exposición:

Energía [MeV]	Contribución [%]
7.08E-0002	37.13
6.89E-0002	21.71
8.03E-0002	13.30
1.67E-0001	18.86
8.28E-0002	3.99
1.35E-0001	3.77
3.06E-0002	0.50
1.66E-0001	0.27
3.21E-0002	0.47

3.071E-0007 C.kg-1.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis fotónica:

Energía [MeV]	Contribución [%]
7.08E-0002	37.13
6.89E-0002	21.71
8.03E-0002	13.30
1.67E-0001	18.86
8.28E-0002	3.99
1.35E-0001	3.77
3.06E-0002	0.50
1.66E-0001	0.27
3.21E-0002	0.47

1.190E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
7.08E-0002	38.77
6.89E-0002	22.71
8.03E-0002	13.69
1.67E-0001	16.38
8.28E-0002	4.08
1.35E-0001	3.46
3.06E-0002	0.34
1.66E-0001	0.24
3.21E-0002	0.33

1.744E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis direccional, $H'(0,07)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
7.08E-0002	38.43
6.89E-0002	22.45
8.03E-0002	13.73
1.67E-0001	16.76
8.28E-0002	4.10
1.35E-0001	3.51
3.06E-0002	0.40
1.66E-0001	0.24
3.21E-0002	0.38

1.628E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

Constante de tasa de equivalente de dosis personal, $H_p(10)$:

Energía [MeV]	Contribución [%]
7.08E-0002	38.97
6.89E-0002	22.79
8.03E-0002	13.81
1.67E-0001	16.05
8.28E-0002	4.12
1.35E-0001	3.41
3.06E-0002	0.31
1.66E-0001	0.23
3.21E-0002	0.31

1.912E-0005 Sv.h-1.GBq-1.m2

3. Definición de las magnitudes usadas

Por todos son conocidas las definiciones de las magnitudes exposición, kerma, dosis absorbida, dosis equivalente en un tejido u órgano y dosis efectiva.

Las magnitudes limitadoras (dosis equivalente en un tejido u órgano y dosis efectiva) no pueden medirse puesto que para ello habría que situar detectores en el interior de los órganos del cuerpo humano. Por esta razón, ICRU definió en 1985 un grupo de magnitudes capaces de proporcionar en la práctica una aproximación razonable (o una sobreestimación) de las magnitudes limitadoras. Estas magnitudes medibles (magnitudes operacionales) se basan en el equivalente de dosis en un punto de un maniquí o del cuerpo y se relacionan con el tipo y energía de la radiación existente en ese punto y, por lo tanto, se pueden calcular basándose en la fluencia existente en ese punto. Su relación con las magnitudes limitadoras puede calcularse para condiciones de irradiación determinadas.

Las magnitudes operacionales se han definido para realizar medidas prácticas en la vigilancia individual y de área en exposiciones ocupacionales y del público. Para la vigilancia de área se han introducido dos magnitudes que enlazan la irradiación externa con la dosis efectiva y con la dosis equivalente en la piel y el cristalino. Son el **equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$** y el **equivalente de dosis direccional, $H'(d, \Omega)$** . Para la vigilancia individual se recomienda el uso del **equivalente de dosis personal, $H_p(d)$** .

Equivalente de dosis

ICRU e ICRP establecieron conjuntamente en 1962 la magnitud “Equivalente de dosis” para medir el riesgo radiológico asociado a una determinada radiación ionizante. El equivalente de dosis, H , es el producto del factor de calidad ponderado (Q) en un punto de un tejido especificado y la dosis absorbida (D) en ese punto. El factor Q es adimensional y es mayor cuanto mayor es la densidad de ionización producida por las partículas cargadas generadas en el campo de radiación. Q es función de la transferencia lineal de energía sin restringir (L_∞) de las partículas cargadas en agua.

$$H = Q \cdot D$$

La unidad en el SI es el $J \text{ kg}^{-1}$ y su nombre especial es sievert (Sv).

H es una magnitud básica y de partida para obtener otras magnitudes relacionadas con la Protección radiológica. Es el caso de las magnitudes operacionales que al estar basadas en el equivalente de dosis en un punto se puede decir que son de la misma familia. Es una magnitud función de punto basada en el factor de calidad Q , cuya relación con L_∞ fija ICRP y depende del campo de radiación existente en el punto de interés. En un punto de un tejido irradiado existen partículas cargadas con diferentes valores de L . Esto obliga a calcular un valor promedio de Q ponderado usando su dependencia con L_∞ .

Equivalente de dosis fotónica

De símbolo, H_x , se define como el producto de la exposición, X , expresada en röntgens (R) y el factor de paso 0.01 Sv/R. Debido a que se obtiene de la magnitud exposición, se le añade el adjetivo “fotónica”. Muchos instrumentos que estaban calibrados en la magnitud “exposición” fueron adaptados fácilmente para que sus escalas indicaran la unidad Sv en lugar de R. Sin embargo, la dependencia energética de esta magnitud es igual a la de la exposición y kerma de colisión en aire.

Conviene señalar que el R es una unidad antigua y obsoleta, lo que arrastra al equivalente de dosis fotónica a un uso muy escaso en las escalas de los equipos, por otro lado bastante antiguos.

Equivalente de dosis ambiental

El equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$, en un punto de un campo de radiación, es el equivalente de dosis que se produciría por el correspondiente campo expandido y alineado en la esfera ICRU a una profundidad de 10 mm y sobre el radio opuesto a la dirección del campo alineado.

La unidad en el SI es el $J\ kg^{-1}$ y su nombre especial es sievert (Sv).

La medida de $H^*(10)$ requiere generalmente que el campo de radiación sea uniforme sobre las dimensiones del instrumento y que tenga una respuesta isótropa.

Equivalente de dosis direccional

El equivalente de dosis direccional, $H'(d, \Omega)$, en un punto de un campo radiación, es el equivalente de dosis que se produciría por el correspondiente campo expandido en la esfera ICRU a una profundidad d , sobre un radio dirigido en una dirección especificada, Ω .

La unidad en el SI es el $J\ kg^{-1}$ y su nombre especial es sievert (Sv).

Para una radiación débilmente penetrante, se emplea una profundidad de 0.07 mm para la piel y de 3 mm para el cristalino. El equivalente de dosis direccional se expresa entonces mediante $H'(0,07, \Omega)$ y $H'(3, \Omega)$. La medida de $H'(d, \Omega)$ requiere que el campo de radiación sea uniforme sobre las dimensiones del instrumento y que el instrumento tenga la respuesta direccional requerida (respuesta isodireccional).

Equivalente de dosis personal

El equivalente de dosis personal, $H_p(d)$, es el equivalente de dosis en tejido (blando) ICRU, por debajo de un punto especificado del cuerpo humano y a una profundidad apropiada, d . El punto especificado lo determina usualmente la posición en la que se porta el dosímetro personal. Para la evaluación de la dosis efectiva se recomienda una profundidad $d = 10$ mm, y para evaluar la dosis equivalente en la piel, manos y pies $d = 0,07$ mm. En los casos especiales en los que se precise vigilancia del cristalino se ha propuesto como apropiada una profundidad $d = 3$ mm.

La unidad en el SI es el $J\ kg^{-1}$ y su nombre especial es sievert (Sv).

$H_p(d)$ se puede medir con un detector que se lleva en la superficie del cuerpo cubierto con un espesor apropiado de material equivalente a tejido. Hay que tener en cuenta que esta magnitud se define sobre el cuerpo humano y no sobre la esfera ICRU, como en los equivalentes de dosis ambiental y direccional.

Habitualmente la evaluación de la dosis en una exposición individual a la radiación de fuentes externas se lleva a cabo mediante la vigilancia radiológica usando dosímetros colocados sobre el cuerpo o midiendo y/o estimando $H^*(10)$ y aplicando los coeficientes de conversión apropiados. Las magnitudes operacionales para la vigilancia radiológica individual son $H_p(10)$, $H_p(0,07)$ y $H_p(3)$.