

Disposición adicional sexta. *Modificación del Real Decreto 1836/1999.*

Se modifica la «Tabla B: lista de nucleidos en equilibrio secular a los que hace referencia el apartado 2.b) del anexo I del Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas», sustituyendo los nucleidos hijos del Ra-223+ y del Ra-224+ por los que a continuación se indican:

| Nucleido padre | Nucleidos hijos |
|--------------------|---|
| Ra-223+ Ra-224+ | Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207. Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208, Po-212. |

Disposición transitoria primera. *Vigencia de autorización.*

Se mantendrá la validez de las autorizaciones que, exigidas al amparo del presente Reglamento, se encuentren vigentes a la entrada en vigor del mismo.

Disposición transitoria segunda. *Plazo de adaptación.*

Las disposiciones contenidas en el capítulo II del Título II del presente Reglamento entrarán en vigor el día 1 de enero de 2002, aplicándose hasta esa fecha la regulación contenida en el Real Decreto 53/1992, de 24 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes. No obstante, se establece un período de seis meses a partir de la fecha de publicación de este Reglamento, para la adaptación plena de lo establecido en el título III del presente Reglamento.

Para la aplicación de los preceptos relativos a clasificación, delimitación y señalización de zonas y clasificación de trabajadores expuestos, contenidos en el capítulo I del Título IV, así como los requisitos asociados, se establece un período de adaptación de seis meses, a partir de la fecha de publicación de este Reglamento.

Igualmente, se establece un período de seis meses, a partir de la fecha de publicación de este Reglamento, para la adaptación de los documentos oficiales, correspondientes a prácticas, actividades y servicios, cuyo contenido venga afectado por lo establecido en el presente Reglamento.

Disposición transitoria tercera. *Régimen de las autorizaciones de los Servicios Médicos Especializados.*

Los Servicios Médicos Especializados autorizados conforme a lo establecido en el artículo 40 del Real Decreto 53/1992, de 24 de enero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, podrán continuar realizando la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.

Los expedientes de autorización de Servicios Médicos Especializados, que se hayan iniciado con anterioridad a la entrada en vigor del presente Reglamento, se regirán por lo establecido en el artículo 40 del Real Decreto 53/1992, de 24 de enero. A estos efectos, se considerarán iniciados una vez se haya presentado por el interesado la correspondiente solicitud en el Registro de la Administración competente para la resolución de dichas autorizaciones.

ANEXO I

Definiciones

Actividad (A): la actividad A de una cantidad de un radionucleido en un determinado estado energético en un momento dado es el cociente entre dN y dt, donde dN es el valor esperado del número de transformaciones nucleares espontáneas que se producen desde dicho estado energético en el intervalo de tiempo dt

$$A = \frac{dN}{dt}$$

La unidad de actividad es el bequerelio (Bq). Un bequerelio es igual a una transformación por segundo

$$1\text{Bq} = 1\text{ s}^{-1}$$

Año oficial: período de doce meses, a contar desde el día 1 de enero hasta el 31 de diciembre, ambos inclusive.

Autoridad competente: organismo oficial al que corresponde, en el ejercicio de las funciones que tenga atribuidas, conceder autorizaciones, dictar disposiciones o resoluciones y obligar a su cumplimiento.

Autorización: permiso concedido por la autoridad competente de forma documental, previa solicitud, o establecido por la legislación española, para ejercer una práctica o cualquier otra actuación dentro del ámbito de aplicación de este Reglamento.

Calibración: conjunto de operaciones efectuadas por laboratorios debidamente cualificados, mediante las que se pueden establecer, en condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento o un sistema de medida, o los valores representados por una medida material, y los correspondientes valores conocidos de un mensurando.

Contaminación radiactiva: presencia indeseable de sustancias radiactivas en una materia, una superficie, un medio cualquiera o una persona. En el caso particular del organismo humano, esta contaminación puede ser externa o cutánea, cuando se ha depositado en la superficie exterior, o interna cuando los radionucleidos han penetrado en el organismo por cualquier vía (inhalación, ingestión, percutánea, etc.)

Corteza terrestre no alterada: cualquier parte de la corteza terrestre en la que no se exploten canteras ni minas subterráneas o a cielo abierto (la superficie de un yacimiento de uranio que nunca ha sido explotado se considerará corteza terrestre no alterada). No se considerará que las operaciones de labranza, excavación o nivelación de terreno derivadas de actividades agrícolas o de construcción «alteren» la corteza terrestre salvo cuando tales operaciones formen parte de obras de restauración de tierras contaminadas.

Declaración: obligación de presentar un documento a la autoridad competente para notificar la intención de llevar a cabo una práctica o cualquier otra actuación dentro del ámbito de aplicación de este Reglamento.

Detrimento de la salud: estimación del riesgo de reducción de la duración o de la calidad de vida en un segmento de la población tras haberse visto expuesta a radiaciones ionizantes. Se incluyen las pérdidas debidas a efectos somáticos, cáncer y alteraciones genéticas graves.

Dosis absorbida (D): la energía absorbida por unidad de masa

$$D = \frac{d\varepsilon}{dm}$$

donde, $d\epsilon$ es la energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen v y dm es la masa de la materia contenida en dicho elemento de volumen.

En el presente Reglamento la dosis absorbida indica la dosis promediada sobre un tejido u órgano.

La unidad de dosis absorbida es el Gray (Gy).

Dosis efectiva (E): suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo que se especifican en el anexo II a causa de irradiaciones internas y externas. Se estima mediante la fórmula

$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$$

donde, $D_{T,R}$ es la dosis absorbida promediada sobre el tejido u órgano T procedente de la radiación R; w_R es el factor de ponderación de la radiación, y w_T es el factor de ponderación tisular del tejido u órgano T.

Los valores adecuados para w_T y w_R se especifican en el anexo II.

La unidad para la dosis efectiva es el Sievert (Sv).

Dosis equivalente (H_T): dosis absorbida, en el tejido u órgano T, ponderada en función del tipo y la calidad de la radiación R. Viene dada por la fórmula

$$H_{T,R} = w_R D_{T,R}$$

siendo, $D_{T,R}$ la dosis absorbida promediada sobre el tejido u órgano T, procedente de la radiación R, y w_R el factor de ponderación de la radiación.

Cuando el campo de radiación se compone de tipos y energías con valores diferentes de w_R la dosis equivalente total, H_T viene dada por la fórmula

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$$

Los valores apropiados para w_R se especifican en el anexo II.

La unidad para la dosis equivalente es el Sievert.

Dosis efectiva comprometida [$E(\tau)$]: suma de las dosis equivalentes comprometidas en un tejido u órgano $H_T(\tau)$ como resultado de una incorporación, multiplicada cada una de ellas por el factor de ponderación tisular correspondiente w_T . Se define por la fórmula

$$E(\tau) = \sum_T w_T H_T(\tau)$$

Al especificar $E(\tau)$, τ viene dado en años. Cuando no se especifica el valor de τ , se sobreentiende un período de cincuenta años para los adultos o de un máximo de setenta años para los niños.

La unidad para la dosis efectiva comprometida es el Sievert.

Dosis equivalente comprometida [$H_T(\tau)$]: Integral respecto al tiempo τ de la tasa de dosis equivalente en un tejido u órgano T que recibirá un individuo como consecuencia de una incorporación. Se define por la fórmula

$$H_T(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \dot{H}_T(t) dt$$

para una incorporación en un tiempo t_0 , siendo, $\dot{H}_T(t)$ la tasa de dosis equivalente correspondiente en el órgano o tejido T en el tiempo t y τ el período durante el cual la integración se lleva a cabo.

Al especificar $H_T(\tau)$, τ viene dado en años. Cuando no se especifica el valor de τ , se sobreentiende un período de cincuenta años para los adultos o de un máximo de setenta años para los niños.

La unidad para la dosis equivalente comprometida es el Sievert.

Efluentes radiactivos: productos radiactivos residuales en forma líquida o gaseosa.

Eliminación: ubicación de los residuos en un emplazamiento determinado cuando no exista intención de recuperación de los mismos. La eliminación comprende también la evacuación directa de residuos en el medio ambiente, previa autorización, y su consiguiente dispersión.

Emergencia radiológica: situación que requiere medidas urgentes con el fin de proteger a los trabajadores, a los miembros del público o a la población, en parte o en su conjunto.

Empresa externa: cualquier persona física o jurídica, distinta del titular de la instalación, que haya de efectuar actividades de cualquier tipo en una zona controlada de una instalación nuclear o radiactiva.

Exposición: acción y efecto de someter a las personas a las radiaciones ionizantes.

Exposición accidental: exposición de personas como resultado de un accidente, aunque no dé lugar a superación de alguno de los límites de dosis establecidos. No incluye la exposición de emergencia.

Exposición de emergencia: exposición voluntaria de personas que realizan una acción urgente necesaria para prestar ayuda a personas en peligro, prevenir la exposición de un gran número de personas o para salvar una instalación o bienes valiosos, que podría implicar la superación de alguno de los límites de dosis individuales establecidos para los trabajadores expuestos.

Exposición externa: exposición del organismo a fuentes exteriores a él.

Exposición interna: exposición del organismo a fuentes interiores a él.

Exposición ocupacional: exposición de los trabajadores durante el desarrollo de su trabajo, con la excepción de las exposiciones excluidas del alcance de este Reglamento y las procedentes de fuentes y prácticas exentas de declaración y autorización según la legislación aplicable.

Exposición parcial: exposición localizada esencialmente sobre una parte del organismo o sobre uno o más órganos o tejidos, o la exposición del cuerpo entero considerada como no homogénea.

Exposición perdurable: exposición resultante de los efectos residuales de una emergencia radiológica o del ejercicio de una práctica o actividad laboral del pasado.

Exposición potencial: exposición que no se prevé que se produzca con seguridad, sino con una probabilidad de ocurrencia que puede estimarse con antelación.

Fondo radiactivo natural: conjunto de radiaciones ionizantes que provienen de fuentes naturales terrestres o cósmicas (en la medida en que la exposición que de ellas resulte no se vea aumentada de manera significativa por la acción humana).

Fuente: aparato, sustancia radiactiva o instalación capaz de emitir radiaciones ionizantes o sustancias radiactivas.

Fuentes artificiales: fuentes de radiación distintas de las fuentes naturales de radiación.

Fuentes naturales de radiación: fuentes de radiación ionizante de origen natural, terrestre o cósmico.

Gray (Gy): nombre especial de la unidad de dosis absorbida. Un gray es igual a un julio por kilogramo:

$$1\text{Gy} = 1\text{ J kg}^{-1}$$

Grupo de referencia de la población: grupo que incluye a personas cuya exposición a una fuente es razonablemente homogénea y representativa de la de las personas de la población más expuestas a dicha fuente.

Incorporación: actividad de radionucleidos que se introducen en el organismo procedentes del medio externo.

Intervención: actividad humana que evita o reduce la exposición de las personas a la radiación procedente de fuentes que no son parte de una práctica o que están fuera de control, actuando sobre las fuentes, las vías de transferencia y las propias personas.

Jefe de Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica: persona responsable o al frente de un Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica que será acreditada al efecto mediante diploma expedido por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Límites de dosis: valores máximos fijados en el Título II para las dosis resultantes de la exposición de los trabajadores, personas en formación, estudiantes y miembros del público, a las radiaciones ionizantes consideradas por el presente Reglamento.

Miembros del público: personas de la población, con excepción de los trabajadores expuestos, las personas en formación y los estudiantes durante sus horas de trabajo, así como personas durante la exposición a que se refieren los párrafos a), b) y c) del apartado 4 del artículo 4.

Nivel de intervención: valor de la dosis equivalente evitable, la dosis efectiva evitable o valor derivado, a partir del cual debe considerarse la adopción de medidas de intervención. El valor de dosis evitable o derivado es únicamente el relacionado con la vía de exposición al que deberá aplicarse la medida de intervención.

Persona en formación o estudiante: a los efectos de este Reglamento, toda persona que, no siendo trabajador, recibe formación o instrucción en el seno o fuera de una empresa para ejercer un oficio o profesión, relacionado directa o indirectamente con actividades que pudieran implicar exposición a radiaciones ionizantes.

Población en su conjunto: toda la población comprendiendo los trabajadores expuestos, los estudiantes y las personas en formación, y los miembros del público.

Práctica: actividad humana que puede aumentar la exposición de las personas a la radiación procedente de una fuente artificial, o de una fuente natural de radiación cuando los radionucleidos naturales son procesados por sus propiedades radiactivas, fisionables o fértiles, excepto en el caso de exposición de emergencia.

Promotor: persona física o jurídica que por vez primera en el país pretende realizar una nueva práctica.

Radiación ionizante: transferencia de energía en forma de partículas u ondas electromagnéticas de una longitud de onda igual o inferior a 100 nanómetros o una frecuencia igual o superior a 3×10^{15} hertzios, capaces de producir iones directa o indirectamente.

Residuo radiactivo: cualquier material o producto de desecho, para el que no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado con radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por el Ministerio de Economía previo informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear.

Restricción de dosis: restricción de los valores de dosis individuales esperables que puedan derivarse de una fuente determinada, para su uso en la fase de planificación de la protección radiológica, en cualquier circunstancia en que deba considerarse la optimización.

Servicio de Dosimetría Personal: entidad responsable de la lectura o interpretación de aparatos de vigilancia individual, o de la medición de radiactividad en el cuerpo humano o en muestras biológicas, o de la evaluación de las dosis, cuya capacidad para actuar al respecto sea reconocida por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Servicio y Unidad Técnica de Protección Radiológica: entidad expresamente autorizada por el Consejo de

Seguridad Nuclear para desempeñar las funciones establecidas en el presente Reglamento. El Servicio de Protección Radiológica es una entidad propia de un titular o mancomunada por varios titulares, mientras que la Unidad Técnica de Protección Radiológica es una entidad ajena contratada por el titular.

Sievert (Sv): nombre especial de la unidad de dosis efectiva y equivalente. Un Sievert es igual a un julio por kilogramo:

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$$

Supervisor: persona provista de licencia específica concedida por el Consejo de Seguridad Nuclear, que capacita para dirigir el funcionamiento de una instalación nuclear o radiactiva y las actividades de manipulación de los dispositivos de control y protección de la instalación. Todo ello según lo dispuesto en el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

Sustancia radiactiva: sustancia que contiene uno o más radionucleidos, y cuya actividad o concentración no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica.

Técnico experto en Protección Radiológica: persona debidamente cualificada, que forma parte de un Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica y que bajo la dirección del Jefe de Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica realiza las actividades propias de dicho Servicio o Unidad.

Titular: persona física o jurídica que tiene, con arreglo a la legislación nacional, la responsabilidad y la autoridad sobre el ejercicio de alguna de las prácticas o actividades laborales previstas en el artículo 2 del presente Reglamento.

Trabajadores expuestos: personas sometidas a una exposición a causa de su trabajo derivada de las prácticas a las que se refiere el presente Reglamento que pudieran entrañar dosis superiores a alguno de los límites de dosis para miembros del público.

Trabajadores externos: cualquier trabajador clasificado como trabajador expuesto, que efectúe actividades de cualquier tipo, en la zona controlada de una instalación nuclear o radiactiva y que esté empleado de forma temporal o permanente por una empresa externa, incluidos los trabajadores en prácticas profesionales, personas en formación o estudiantes, o que preste sus servicios en calidad de trabajador por cuenta propia.

Zona controlada: zona sometida a regulación especial a efectos de protección contra las radiaciones ionizantes.

Zona vigilada: zona sometida a una adecuada vigilancia a efectos de protección contra las radiaciones ionizantes.

ANEXO II

Estimación de dosis por exposición externa

A) Definición de los términos utilizados en el presente anexo

Dosis equivalente ambiental H^* (d): dosis equivalente en un punto determinado de un campo de radiación que sería producida por el correspondiente campo expandido y alineado en la esfera ICRU, a una profundidad «d», sobre el radio opuesto a la dirección del campo alineado. El nombre especial de la unidad de la dosis equivalente ambiental es el Sievert (Sv).

Dosis equivalente direccional H' (d, Ω): dosis equivalente en un punto determinado de un campo de radiación que sería producida por el correspondiente campo expandido en la esfera ICRU, a una profundidad «d»,

sobre un radio en una dirección especificada, Ω . El nombre especial de la unidad de la dosis equivalente direccional es el Sievert (Sv).

Campo expandido y alineado: campo de radiación en el que la fluencia y sus distribuciones direccional y energética son las mismas que en el campo expandido, pero la fluencia es unidireccional.

Campo expandido: campo de radiación que se deriva del campo actual en el que la fluencia y sus distribuciones direccional y energética tienen el mismo valor a través de todo el volumen de interés que el campo de radiación real en el punto de referencia.

Fluencia ϕ : es el cociente entre dN y da , donde dN es el número de partículas que entran en una esfera de una sección normal da :

$$\phi = \frac{dN}{da}$$

Factor de calidad medio (\bar{Q}): valor medio del factor de calidad en un punto en un tejido en el que la dosis absorbida es transmitida por partículas con valores diferentes de L . Se calcula de acuerdo con la expresión:

$$\bar{Q} = 1 / \bar{D} \int_0^{\infty} Q(L) D(L) dL$$

donde $D(L)dL$ es la dosis absorbida a 10 mm entre las transferencias lineales de energía L y $L + dL$; y $Q(L)$ es el correspondiente factor de calidad en el punto de interés. Las relaciones $Q-L$ se indican en el apartado C).

Dosis equivalente personal $H_p(d)$: dosis equivalente en tejidos blandos a una profundidad adecuada « d », por debajo de un punto determinado del cuerpo. El nombre especial de la unidad de dosis equivalente personal es el Sievert (Sv).

Factor de calidad (Q): una función de la transferencia lineal de energía (L) que se utiliza para ponderar la dosis absorbida en un punto, de forma tal que pueda tenerse en cuenta la calidad de la radiación.

Factor de ponderación de la radiación (w_R): factor adimensional que se utiliza para ponderar la dosis absorbida en un tejido u órgano. Los valores apropiados de w_R se especifican en el apartado B).

Dosis absorbida en un órgano o tejido (D_T): es el cociente entre la energía total comunicada a un órgano o tejido (T) y la masa de dicho órgano o tejido.

Factor de ponderación de los tejidos (w_T): factor adimensional que se utiliza para ponderar la dosis equivalente en un tejido u órgano (T). Los valores apropiados de w_T se especifican en el apartado D).

Transferencia lineal de energía no restringida (L_{∞}): es una magnitud definida como:

$$L_{\infty} = \frac{dE}{dL}$$

donde dE es la energía media perdida por una partícula cargada de energía E al atravesar una distancia dL en el agua. En el Reglamento se denominará L a L_{∞} .

Esfera ICRU: cuerpo introducido por el Comité Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas (ICRU) para aproximar el cuerpo humano en lo relativo a la absorción de energía de las radiaciones ionizantes. Consiste en una esfera de 30 cm de diámetro de material equivalente a tejido con una densidad de 1 g cm^{-3} y una masa compuesta por 76,2 por 100 de oxígeno, 11,1 por 100 de carbono, 10,1 por 100 de hidrógeno y 2,6 por 100 de nitrógeno.

B) Valores del factor de ponderación de la radiación, w_R

Los valores del factor de ponderación de la radiación, w_R , dependen del tipo y de la calidad del campo de radiación externo o del tipo y de la calidad de la radiación emitida por un radionucleido depositado internamente.

Cuando el campo de radiación se compone de tipos y energías con diferentes valores de w_R , la dosis absorbida se subdividirá en bloques, cada uno de ellos con su propio valor de w_R que se sumarán para obtener la dosis equivalente total. Alternativamente, la dosis equivalente se podrá expresar como una distribución continua en energía en la que cada elemento de dosis absorbida del elemento de energía entre E y $E + dE$ se multiplica por el valor de w_R correspondiente de la tabla que se expone a continuación.

| Tipo y rango de energía | Factor de ponderación de la radiación, w_R |
|--|--|
| Fotones, todas las energías | 1 |
| Electrones y muones, todas las energías | 1 |
| Neutrones, energía < 10 keV | 5 |
| > 10 keV a 100 keV | 10 |
| > 100 keV a 2 MeV | 20 |
| > 2 MeV a 20 MeV | 10 |
| > 20 MeV | 5 |
| Protones, salvo los de retroceso, de energía > 2 MeV | 5 |
| Partículas alfa, fragmentos de fisión, núcleos pesados | 20 |

En los cálculos relativos a neutrones, pueden surgir dificultades al aplicar valores de la función en escalón. En estos casos, puede resultar preferible utilizar la función continua que se describe en la siguiente relación matemática:

$$W_R = 5 + 17e^{(\ln(2E))^{2/6}}$$

donde E es la energía del neutrón en MeV.

La figura 1 representa una comparación de los dos enfoques.

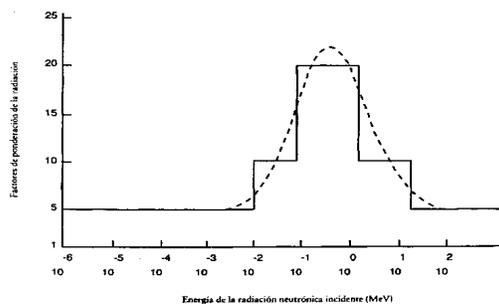


Figura 1

Factor de ponderación de la radiación para neutrones. La curva en línea discontinua debe tratarse como una aproximación.

Para tipos y energías de radiación que no se incluyen en la tabla, puede obtenerse una aproximación de w_R calculando el factor de calidad medio \bar{Q} a una profundidad de 10 mm en la esfera ICRU.

C) *Relación entre el factor de calidad, Q(L), y la transferencia lineal de energía no restringida, L*

| Transferencia lineal de energía no restringida, L, en agua (keV μm^{-1}) | Q(L) |
|--|------------------|
| < 10 | 1 |
| 10-100 | 0,32L-2,2 |
| > 100 | 300 / \sqrt{L} |

D) *Valores del factor de ponderación de los tejidos, w_T (*)*

Los valores del factor de ponderación de los tejidos, w_T , se enumeran a continuación:

| Tejido u órgano | Factores de ponderación de los tejidos, w_T |
|--------------------------|---|
| Gónadas | 0,20 |
| Médula ósea (roja) | 0,12 |
| Colon | 0,12 |
| Pulmón | 0,12 |
| Estómago | 0,12 |
| Vejiga | 0,05 |
| Mama | 0,05 |
| Hígado | 0,05 |
| Esófago | 0,05 |
| Tiroides | 0,05 |
| Piel | 0,01 |
| Superficie de los huesos | 0,01 |
| Resto del organismo | 0,05 (**)(***) |

(*) Los valores se han calculado a partir de una población con igual número de personas de ambos sexos y una amplia gama de edades. En la definición de la dosis efectiva, estos valores se aplican a trabajadores, a toda la población y a ambos sexos.

(**) A efectos de cálculo, el resto del organismo se compone de los tejidos y órganos adicionales siguientes: glándulas suprarrenales, cerebro, intestino grueso superior, intestino delgado, riñón, músculos, páncreas, bazo, timo y útero. En la lista se incluyen órganos que pueden ser irradiados de manera selectiva. Se sabe que algunos órganos de la lista son susceptibles a la inducción de cáncer. Si posteriormente se identificaran otros tejidos y órganos con un riesgo significativo a la inducción de cáncer, se incluirán en la tabla con un w_T específico o en esta lista adicional que constituye el resto del organismo. Este último también puede incluir otros tejidos u órganos irradiados selectivamente.

(***) En aquellos casos excepcionales en los que uno cualquiera de los tejidos u órganos del resto del organismo reciba una dosis equivalente superior a la dosis más elevada de cualquiera de los doce órganos listados para los que se ha especificado un factor de ponderación, se aplicará un factor de ponderación de 0,025 a dicho órgano o tejido y un factor de ponderación de 0,025 a la dosis media en los restantes órganos y tejidos del resto del organismo, tal y como se ha definido anteriormente.

E) *Magnitudes operacionales para la radiación externa*

Las magnitudes operacionales para la radiación externa se utilizan en protección radiológica para la vigilancia individual.

1. Vigilancia individual:

dosis equivalente personal $H_p(d)$,
d: profundidad en el cuerpo en mm.

2. Vigilancia de área:

dosis equivalente ambiental $H^*(d)$,
dosis equivalente direccional $H'(d, \Omega)$,
d: profundidad en mm bajo la superficie de la esfera ICRU,
 Ω : ángulo de incidencia.

3. Para radiación fuertemente penetrante se recomienda una profundidad de 10 mm, mientras que para las radiaciones débilmente penetrantes se recomienda una profundidad de 0,07 mm para la piel y de 3 mm para el cristalino de los ojos.

F) *Dosis efectiva relativa a la exposición de adultos (trabajadores o miembros del público) a gases inertes*

| Nucleido | $T_{1/2}$ | Dosis efectiva por unidad de concentración integrada de aire (Sv $d^{-1}/B_0 m^3$) |
|----------------|---------------|---|
| Argón | | |
| Ar-37 | 35,0 d | 4,1 10^{-15} |
| Ar-49 | 269 a | 1,1 10^{-11} |
| Ar-41 | 1,83 h | 5,3 10^{-9} |
| Criptón | | |
| Cr-74 | 11,5 m | 4,5 10^{-9} |
| Cr-76 | 14,8 h | 1,6 10^{-9} |
| Cr-77 | 74,7 m | 3,9 10^{-9} |
| Cr-79 | 1,46 d | 9,7 10^{-10} |
| Cr-81 | 2,10 10^5 a | 2,1 10^{-11} |
| Cr-83m | 1,83 h | 2,1 10^{-13} |
| Cr-85 | 10,7 a | 2,2 10^{-11} |
| Cr-85m | 4,48 h | 5,9 10^{-10} |
| Cr-87 | 1,27 h | 3,4 10^{-9} |
| Cr-88 | 2,84 h | 8,4 10^{-9} |
| Xenón | | |
| Xe-120 | 40,0 m | 1,5 10^{-9} |
| Xe-121 | 40,1 m | 7,5 10^{-9} |
| Xe-122 | 20,1 h | 1,9 10^{-10} |
| Xe-123 | 2,08 h | 2,4 10^{-9} |
| Xe-125 | 17,0 h | 9,3 10^{-10} |
| Xe-127 | 36,4 d | 9,7 10^{-10} |
| Xe-129m | 8,0 d | 8,1 10^{-11} |
| Xe-131m | 11,9 d | 3,2 10^{-11} |
| Xe-133m | 2,19 d | 1,1 10^{-10} |
| Xe-133 | 5,24 d | 1,2 10^{-10} |
| Xe-135m | 15,3 m | 1,6 10^{-9} |
| Xe-135 | 9,10 h | 9,6 10^{-10} |
| Xe-138 | 14,2 m | 4,7 10^{-9} |

ANEXO III

Estimación de dosis por exposición interna

A) Salvo disposición en contrario, en todo el Reglamento los límites de dosis se aplicarán a la suma de las correspondientes dosis derivadas de la exposición externa en un período especificado, y las correspondientes dosis comprometidas de cincuenta años (hasta los setenta años de edad para los niños) derivadas de incorporaciones producidas en el mismo período. El período especificado se indica en los artículos 9 y 13 referentes a los límites de las dosis.

En general, la dosis eficaz E a que se hubiera expuesto un individuo perteneciente al grupo de edad g se determinará con arreglo a la siguiente fórmula:

$$E = E_{\text{external}} + \sum_j h(g)_{j\text{ing}} J_{j\text{ing}} + \sum_j h(g)_{j\text{inh}} J_{j\text{inh}}$$

donde E_{external} es la correspondiente dosis eficaz derivada de exposición externa; $h(g)_{j\text{ing}}$ y $h(g)_{j\text{inh}}$ representan la dosis eficaz comprometida por unidad de incor-