

PROTOCOLOS DE VIGILANCIA SANITARIA ESPECÍFICA

COMISIÓN DE SALUD PÚBLICA
CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD

RADIACIONES IONIZANTES



JUNTA DE EXTREMADURA
Consejería de Sanidad y Consumo



La Comisión Delegada del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud informa favorablemente el “Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los /as trabajadores expuestos a Radiaciones Ionizantes” en la reunión celebrada el día 11 de noviembre de 2003

COMISIÓN DE SALUD PÚBLICA

GRUPO DE TRABAJO DE SALUD LABORAL DE LA COMISIÓN DE SALUD PÚBLICA DEL CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD

COORDINACIÓN DEL PROTOCOLO

MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO

AUTORES

Fernando García Escandón. Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA).
María Amparo Fernández González. Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA).
Rafael Castells Salvá. Comunidad Autónoma de las Islas Baleares.
Agustín Valls. Policlínica Miramar. Palma de Mallorca.

GRUPO DE TRABAJO DE SALUD LABORAL

Francisco Marqués Marqués. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid.
Montserrat García Gómez. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid.
Liliana Artieda Pellejero. Instituto Navarro de Salud Laboral. Navarra
Esther Busquets Bou. Consejería de Sanidad y Seguridad Social. Cataluña.
Rafael Castells Salvá. Comunidad Autónoma Islas Baleares.
Rosa María Campos Acedo. Consejería de Sanidad y Consumo. Extremadura.
Juan Carlos Coto Fernández. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral. País Vasco.
Mercedes Elvira Espinosa. Consejería de Sanidad y Bienestar Social. Castilla y León.
Eduardo Estaún Blasco. Consejería de Sanidad y Consumo. Canarias.
Valentín Esteban Buedo. Consejería de Sanidad. Valencia.
Fernando Galvañ Olivares. Consejería de Sanidad y Consumo. Murcia.
Mariano Gallo Fernández. Instituto Navarro de Salud Laboral. Navarra.
Isabel González García. Consejería de Sanidad y Servicios Sociales. Galicia.
Asunción Guzmán Fernández. Consejería de Salud y Servicios Sanitarios. Asturias.
Nieves Martínez Arguisuelas. Consejería de Salud, Consumo y Servicios Sociales. Aragón.
Lourdes Miralles Martínez-Portillo. Consejería de Salud, y Servicios Sociales. La Rioja.
Alberto Montilla Sanchez de Navas. Consejería de Sanidad. Castilla-La Mancha.
Alfredo Rubio Sanz. Consejería de Salud. Comunidad Autónoma de Andalucía.
J. Jaime Torres Rey. Consejería de Sanidad. Comunidad Autónoma de Galicia.
Marta Zimmermann Verdejo. Consejería de Sanidad. Comunidad de Madrid.

PRESENTACIÓN

Este cuadernillo pertenece a la serie "Protocolos de Vigilancia Sanitaria", resultado del trabajo desarrollado por las Administraciones Sanitarias a través del Grupo de Trabajo de Salud Laboral de la Comisión de Salud Pública del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud.

Para la elaboración de los mismos, se han ido creando distintos grupos de trabajo, coordinados por los representantes de las Comunidades Autónomas, y han contado con el apoyo de todos los miembros del Grupo de Trabajo de Salud Laboral.

Una vez concluido el procedimiento interno de elaboración de los Protocolos, han sido sometidos a consulta e informados por Agentes Sociales (CEOE, CEPYME, UGT, CCOO y AMAT) y Sociedades Científicas (SEMST, SEEMT, AEETSL, SESPAS y SEE), manteniéndose reuniones con sus representantes en el Ministerio de Sanidad y Consumo, lo que ha permitido incorporar a la redacción final habiéndose incorporado a la redacción final los comentarios recibidos que se consideraron mejoraban el texto presentado.

La obligación de proteger la salud integral del trabajador y actuar en los aspectos sanitarios de la prevención de riesgos son preceptos ya recogidos en la Ley General de Sanidad (ley 14/1986) que se concretan en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995), en la que se recoge específicamente las actuaciones de las Administraciones Públicas competentes en materia sanitaria. E este derecho del trabajador, en determinados casos, puede prolongarse más allá de la finalización de la relación laboral, con las repercusiones que puede conllevar sobre el Sistema Público de Salud.

Para los profesionales implicados en la prevención de riesgos laborales, y muy especialmente a los sanitarios de los servicios de prevención, contar con un documento que unifique los criterios que sobre vigilancia de la salud existen, basados tanto en la evidencia científica como en la experiencia profesional de los participantes en los grupos de trabajo constituidos para su elaboración, les permitirá crear herramientas de evaluación y control de la salud "a medida" de las características de la exposición laboral de los trabajadores, con el objetivo primordial de prevenir daños a la salud derivados de las condiciones de trabajo.

Quiero expresar mi agradecimiento a los autores de estos Protocolos y a cuantas personas han hecho posible con su experiencia y trabajo que sean una herramienta útil en la compleja y multidisciplinar tarea relacionada con la Prevención de Riesgos Laborales.

Pedro García Ramos

Director General de Consumo y Salud Comunitaria

Consejería de Sanidad y Consumo
Junta de Extremadura

SUMARIO

INTRODUCCIÓN	7
1. CRITERIOS DE APLICACION	9
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	12
2.1. DEFINICIONES Y CONCEPTOS.	12
2.2. EPIDEMIOLOGÍA.	15
2.2.1. MAGNITUD DEL PROBLEMA.....	16
2.2.2. FACTORES DE RIESGO	16
2.3. ETIOPATOGENIA Y EFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES.	17
3. EVALUACIÓN DEL RIESGO	19
4. - PROTOCOLO DE VIGILANCIA SANITARIA ESPECÍFICA	22
4.1. HISTORIA LABORAL	24
4.1.1. <i>Exposiciones anteriores, (anamnesis laboral)</i>	24
4.1.2. <i>Exposición actual al riesgo</i>	24
4.2. HISTORIA CLÍNICA.....	25
4.2.1. <i>Anamnesis</i>	25
4.2.2. <i>Exploración clínica</i>	27
4.3. CONTROL BIOLÓGICO Y ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS ESPECÍFICOS.....	28
4.3.1. <i>Análisis de sangre</i>	28
4.3.2. <i>Análisis de orina</i>	29
4.3.3. <i>Otras exploraciones</i>	30
4.4. CRITERIOS DE VALORACIÓN EN CASO DE SUPERACIÓN DE LOS LÍMITES DE DOSIS. 30	
5. NORMAS PARA LA CUMPLIMENTACIÓN DEL PROTOCOLO DE VIGILANCIA SANITARIA ESPECÍFICA	32
6. CONDUCTA A SEGUIR SEGÚN LOS RESULTADOS DE LA VIGILANCIA SANITARIA.	33
6.1. EN RELACIÓN A LA EXPLORACIÓN OFTALMOLÓGICA.....	34
6.2. EN RELACIÓN AL EXAMEN DERMATOLÓGICO.....	34
6.3. EN RELACIÓN AL ESTUDIO OTORRINOLARINGOLÓGICO.....	34
6.4. EN RELACIÓN AL EXAMEN DEL APARATO RESPIRATORIO	34
6.5. EN RELACIÓN AL EXAMEN DEL APARATO DIGESTIVO	35
6.6. EN RELACIÓN AL CONJUNTO DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS.....	35
6.7. EN RELACIÓN AL EXAMEN CARDIOVASCULAR	35
6.8. EN RELACIÓN CON EL EXAMEN DE LA FUNCIÓN RENAL Y URINARIA	35
6.9. EN RELACIÓN CON EL EXAMEN NEUROLÓGICO Y EVALUACIÓN MÉDICO-PSICOLÓGICA	36
6.10. EN RELACIÓN CON EL EXAMEN ENDOCRINOLÓGICO	36
6.11. EN RELACIÓN CON LA PROTECCIÓN ESPECIAL DURANTE EL EMBARAZO Y LA LACTANCIA	36
6.12. EN RELACIÓN CON LA EDAD	37
7. - LEGISLACIÓN APLICABLE	37
8. BIBLIOGRAFIA	42

ANEXOS

ANEXO A: MODELO DE CERTIFICACIÓN MÉDICA DE APTITUD

ANEXO B: OTRAS DEFINICIONES Y CONCEPTOS

ANEXO C: ESQUEMA DE ACTUACIÓN

INTRODUCCIÓN

La ley de Prevención de Riesgos Laborales¹ en su artículo 22 se refiere a la vigilancia de la salud de los trabajadores, obligando al empresario a garantizar a los trabajadores la vigilancia de la salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo. Estos reconocimientos se realizarán para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo o para verificar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para el mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa, o cuando lo recomiende la normativa por ser actividades de especial riesgo como es el caso de las Radiaciones Ionizantes^{2,3}.

En concordancia con la legislación anterior, en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones ionizantes (R.D. 783/2001)² se establece que la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos se basará en los principios generales de Medicina del Trabajo y en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre sobre Prevención de Riesgos Laborales y Reglamentos que la desarrollan^{3,4,5,6,7,8,9,10,11}.

El Real Decreto 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención³, en su artículo 37 establece las condiciones en las que se debe realizar la vigilancia de la salud de los trabajadores: Los Exámenes de Salud serán realizados por personal sanitario acreditado de un Servicio de Prevención (propio o ajeno). Además la Vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a los factores de riesgo a los que esté expuesto el trabajador. Los contenidos de los protocolos y la periodicidad de los mismos serán establecidos por el Ministerio de Sanidad y Consumo y las Comunidades Autónomas.

En base a las conclusiones de la articulación de la legislación, se ha desarrollado el presente Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica, cuyo objetivo es orientar las actuaciones del personal sanitario responsable de la vigilancia sanitaria de todos los trabajadores (categoría A y B) expuestos a riesgo de radiaciones ionizantes.

La actual normativa en prevención de riesgos laborales pretende crear una cultura prevencionista y de colaboración en todos los ámbitos sociales, por ello, cuando se trate de trabajadores externos, el personal sanitario del Servicio de Prevención de la Instalación Nuclear y/o Radiactiva, podrá comprobar, en el momento del acceso a la Instalación, que se mantiene la aptitud del trabajador para el trabajo a desempeñar (Real Decreto 39/1997, Real Decreto 783/2001, y Real Decreto 413/1997, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgos de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada).

1. CRITERIOS DE APLICACIÓN

El objeto de este protocolo es prevenir la posible patología producida por las radiaciones ionizantes.

La detección precoz de determinados síntomas y signos, la identificación de factores de riesgo concomitantes y el despistaje y diagnóstico precoz de determinadas alteraciones, facilita una adecuada y temprana intervención de forma que se prevenga la aparición de ciertas patologías. También evita que se pueda agravar patología previamente existente.

Sin excluir alguna otra ocupación o tarea laboral con exposición a radiaciones ionizantes, este protocolo se aplicará a todas las prácticas que impliquen un riesgo derivado de las radiaciones ionizantes, que procedan de una fuente artificial, o bien, de una fuente natural de radiación cuando los radionucleidos naturales son o han sido procesados por sus propiedades radiactivas, fisionables o fértiles, a saber²:

- La explotación de minerales radiactivos, la producción, tratamiento, manipulación, utilización, posesión, almacenamiento, transporte, importación, exportación, movimiento intracomunitario y eliminación de sustancias radiactivas.
- La operación de todo equipo eléctrico que emita radiaciones ionizantes y que contenga componentes que funcionen a una diferencia de potencial superior a 5 kV.
- La comercialización de fuentes radiactivas y la asistencia técnica de equipos que incorporen fuentes radiactivas o sean productores de radiaciones ionizantes.
- Cualquier otra práctica que la Autoridad competente, por razón de la materia, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear, considere oportuno definir.

También se aplicará a los trabajadores de empresas externas a las que se refiere el R.D. 413/1997¹².

Además, será de aplicación a toda actividad laboral, no citada anteriormente pero que suponga la presencia de fuentes naturales de radiación, dando lugar a un aumento significativo de la exposición de los trabajadores, de forma que, una vez realizados los estudios pertinentes, pueda ser considerada, por la Autoridad Competente, un riesgo desde el punto de vista de protección radiológica. Entre las actividades que deben ser sometidas a dicha revisión se incluyen las siguientes²:

- a) Actividades laborales en que los trabajadores estén expuestos a la inhalación de descendientes de torón o de radón o a la radiación gamma o a cualquier otra exposición en lugares de trabajo tales como establecimientos termales, cuevas, minas, lugares de trabajo subterráneos o no subterráneos en áreas identificadas.
- b) Actividades laborales que impliquen el almacenamiento o la manipulación de materiales que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo de la exposición de los trabajadores.
- c) Actividades laborales que generen residuos que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo en la exposición de los trabajadores.
- d) Actividades laborales que impliquen exposición a la radiación cósmica durante la operación de aeronaves.

Por otro lado, previa consideración de los conceptos y definiciones recogidos en el punto 2º de este documento el presente protocolo de vigilancia sanitaria se aplicará, a los trabajadores y en los casos que a continuación se especifica:

- ◆ Toda persona que vaya a ser clasificada como trabajador expuesto de "Categoría A" deberá ser sometida a un **Examen de Salud Inicial**^{2,3} que permita evaluar el estado de salud del trabajador, decidir su aptitud para el

trabajo y comprobar que no presenta alteraciones que puedan ser agravadas por el trabajo y que no existen incompatibilidades. Este examen de salud, tendrá por objeto la obtención de una historia clínica que incluya el conocimiento del tipo de trabajo realizado anteriormente y de los riesgos a que ha estado expuesto como consecuencia del mismo y, en su caso del historial dosimétrico que debe ser aportado por el trabajador.

- ◆ Los trabajadores de “**Categoría A**” estarán sometidos, además, a **Exámenes de Salud Periódicos**^{2,3} que permitan comprobar que las condiciones de trabajo no están generando efectos nocivos sobre la salud del trabajador y que siguen siendo aptos para ejercer sus funciones. Estos exámenes se realizarán **cada 12 meses o más frecuentemente**, si lo hiciera necesario, **a criterio médico**, el estado de salud del trabajador, sus condiciones de trabajo o los incidentes que puedan ocurrir. Los reconocimientos médicos periódicos de los trabajadores expuestos de categoría A estarán adaptados a las características de la exposición a las radiaciones ionizantes o de la posible contaminación interna o externa y comprenderán un examen clínico general y aquellos otros exámenes necesarios para determinar el estado de los órganos expuestos y sus funciones. El Servicio de Prevención que desarrolle la función de vigilancia y control de la salud de los trabajadores podrá determinar la conveniencia de que se prolongue, durante el tiempo que estime necesario, la vigilancia sanitaria de los trabajadores de categoría A que hayan sido posteriormente declarados “No aptos” o hayan cesado en esta actividad profesional.
- ◆ Se deberá realizar una **Vigilancia Sanitaria Especial**^{2,3} en caso de superación o sospecha fundada de **superación de alguno de los límites de dosis** establecidos. (Artículo 45 del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes). Asimismo, en concordancia con el artículo 37 del R.D. 39/97 también se realizará un Reconocimiento médico tras la **asignación de tareas especiales con nuevos riesgos para la salud** o tras una **ausencia prolongada al trabajo**.
- ◆ Además, se realizarán **otros exámenes de salud** que pueda considerar

oportuno el **Servicio de Prevención** que desarrolle la vigilancia y control de la salud de los trabajadores (Artículo 46 R.D.783/2001).

- ◆ En la vigilancia sanitaria de los trabajadores de “**Categoría B**” se seguirán los principios y las directrices generales de la Medicina del Trabajo^{1,2,3}.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

2.1. Definiciones y conceptos.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber, del empresario y/o de las Administraciones públicas, de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales¹.

En cumplimiento del deber de protección, se deberá, de conformidad con la normativa actual: Evaluar los puestos de trabajo. Formar e Informar a los trabajadores en los Riesgos Inherentes a su puesto de trabajo. Establecer la actuación en casos de emergencia y de riesgo grave. Vigilar la salud de los trabajadores en función de los riesgos del puesto de trabajo.

Consecuentemente, facilitar a los trabajadores, la Vigilancia sanitaria específica^{1,2,3} para exposición a riesgo de Radiaciones Ionizantes, es responsabilidad del empresario y función del personal sanitario del Servicio de Prevención (Médico del Trabajo y ATS de Empresa) y forma parte de los procedimientos propios de la protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

Serán considerados **trabajadores de Categoría A²** *aquellas personas que, por las condiciones en las que realiza su trabajo, pueden recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades (el “Límite de dosis equivalente” y el “Límite de dosis efectiva” según lo establecido en el Apartado*

2 del Artículo 9 del R.D. 783/2001, se especifican, en este mismo apartado, posteriormente)

Serán considerados **trabajadores de Categoría B²** aquellas personas que por las condiciones en las que se realiza su trabajo es muy improbable que reciban dosis superiores a 6 mSv por año oficial o a 3/10 de los límites de dosis equivalente para cristalino, la piel y las extremidades.

Se considera **Zona Vigilada²** aquella que no siendo Zona Controlada exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 1/10 de los límites de dosis equivalentes para el cristalino, la piel, y las extremidades.

Se considera **Zona Controlada²** aquella en la que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades o bien, aquella zona en que sea necesario seguir procedimientos de trabajo con objeto de restringir la exposición a la radiación ionizante, evitar la dispersión de contaminación radiactiva o prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias. Además, las Zonas Controladas se subdividen en:

- **Zona de Permanencia Limitada:** Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites de dosis legalmente fijados.
- **Zona de Permanencia Reglamentada:** Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir, en cortos periodos de tiempo, una dosis superior a los límites de dosis legalmente fijados y que requieren prescripciones especiales desde el punto de vista de la optimización.
- **Zona de Acceso Prohibido:** Son aquellas en las que existe riesgo de recibir, en una exposición única, dosis superiores a los límites legalmente fijados.

Según el Artículo 9 del R.D. 783/2001² el **límite de dosis para los trabajadores expuestos** es:

1. El **límite de dosis efectiva**² para trabajadores expuestos será de 100 mSv durante todo el periodo de 5 años oficiales consecutivos, sujetos a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.
2. Sin perjuicio de lo dispuesto en el Apartado 1 los **límite de dosis equivalente**² serán:
 - a) El límite de dosis equivalente para el **crystalino** será de 150 mSv por año oficial.
 - b) El límite de dosis equivalente para la **piel** será de 500 mSv por año oficial. Dicho límite se aplicará a la dosis promedia sobre cualquier superficie de 1 cm² con independencia de la zona expuesta.
 - c) El **límite de dosis equivalente** para las **manos, antebrazos, pies y tobillos** será de 500 mSv por año oficial.

A cada trabajador expuesto de “Categoría A” le será abierto un **historial médico**², que se mantendrá actualizado durante todo el tiempo que el interesado pertenezca a dicha categoría, y que habrá de contener, al menos, las informaciones referentes a la naturaleza del empleo, los resultados de los exámenes médicos y el historial dosimétrico de toda su vida profesional. Los Servicios de Prevención que desarrollen la función de vigilancia de la salud de los trabajadores serán los responsables de archivar los historiales médicos hasta que el trabajador alcance los 75 años de edad y, en ningún caso por un periodo inferior a 30 años después del cese de la actividad. Estos Historiales médicos estarán a disposición de la autoridad competente y del propio trabajador.

En el Anexo B, de este documento, se recogen otras definiciones de interés.

2.2. Epidemiología.

La inducción de cáncer es el principal efecto tardío provocado por la exposición a la radiación ionizante. En la actualidad se ha adoptado la hipótesis conservadora de que cualquier dosis de radiación ionizante es capaz de inducir cáncer en las personas a ella expuestas, (Hipótesis de relación dosis-efecto lineal sin umbral), de forma que, la probabilidad de su aparición, crece con la dosis de radiación recibida.

En lo que respecta a la epidemiología, la principal fuente de información sobre los riesgos del cáncer inducido por radiación ionizante proviene del seguimiento a largo plazo que se ha hecho a los supervivientes de las bombas atómicas lanzadas en Hiroshima y Nagasaki. Esta base de datos ofrece información sobre una población de más de 90.000 personas que han sido seguidas desde 1950, con individuos de todas las edades, considerándose que la totalidad del organismo fue expuesto a la radiación. La información de este seguimiento se complementa con estudios realizados en personas expuestas por motivos de tratamientos médicos con radiaciones ionizantes, por exposición ocupacional, o exposiciones accidentales^{14,15,16,17,18}.

En las recomendaciones de la publicación nº 60 de la ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica)¹⁹, se reevaluaron los datos epidemiológicos de los supervivientes de Hiroshima y Nagasaki, resultando un incremento de las estimaciones de riesgo correspondientes a los cánceres inducidos por radiación. Este incremento de los valores se debió en parte a una revisión de la dosimetría de los supervivientes de la bomba atómica, en parte también a un seguimiento más largo de la población, y principalmente a los cambios realizados en el modelo matemático que ahora se utiliza para proyectar los riesgos que ocurrirán a lo largo de la vida.

2.2.1. Magnitud del Problema

De acuerdo con los conocimientos actuales, la exposición a las radiaciones ionizantes por debajo de los valores asociados a los límites de dosis existentes, no implicará riesgo de aparición de efectos deterministas y mantendrá la probabilidad de los efectos estocásticos en valores similares al riesgo existente en la actividad industrial considerada más segura^{20,21}.

Sin embargo, los criterios de protección de los trabajadores expuestos se basan, entre otros, en el concepto de la existencia de algún grado de riesgo independientemente del nivel de exposición^{20, 21, 22, 23, 24}.

2.2.2. Factores de riesgo

La estimación del riesgo ha sido desarrollada por diversas organizaciones científicas^{19, 20}, entre las que se incluyen la Academia Nacional de Ciencias, la cual ha publicado varios informes por el comité BEIR, el Consejo Nacional de Protección Radiológica, (NCRP), la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), y el Comité Científico de las Naciones Unidas para el estudio de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes (UNSCEAR). Globalmente, los riesgos a lo largo de la vida calculados en los últimos años no son muy diferentes entre los distintos estudios. La ICRP ha adoptado para los Trabajadores Expuestos un coeficiente de riesgo de $4 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ (4 muertes por cáncer de cada 100 individuos expuestos a 1 Sv). Este coeficiente es el que ha sido utilizado para el desarrollo de los nuevos límites de dosis, debiendo tener en cuenta que esta basado en los datos obtenidos a altas dosis y *tasas de dosis*^{*}, no siendo éste el caso de la exposición ocupacional. En bajas tasas de dosis se propuso un coeficiente de reducción de riesgo de 2.

* **Tasa de dosis:** Incremento de la dosis por unidad de tiempo. La tasa de dosis absorbida se mide en Gray por segundo (Gy/s) También se utiliza el Gy/m y Gy/h. La unidad de dosis equivalente y de dosis efectiva es sievert por segundo (Sv/s). También se utiliza Sv/m, Sv/h y Sv/año.

2.3. Etiopatogenia y Efectos biológicos de las Radiaciones Ionizantes.

Los efectos biológicos²¹ de las radiaciones ionizantes están ocasionados por el daño infringido a las células como consecuencia de la interacción de la radiación con la materia.

El daño, puede ocasionar muerte o modificación celular, lo que a su vez, puede afectar el normal funcionamiento de los diferentes órganos o tejidos.

➤ Si el número de células que mueren es considerable, se observará daño al tejido u órgano afectado, y consecuentemente, al individuo. Este tipo de daño ocurrirá en aquellos individuos que reciban una dosis de radiación por encima del umbral determinado para cada efecto. Son los llamados **efectos deterministas**²¹ no estocásticos, no aleatorios y dosis-dependientes. Dependen de la dosis recibida y acumulada existiendo efectos agudos y efectos tardíos:

◆ EFECTOS AGUDOS:

◆ Irradiaciones Globales: Cuanto mayor es la dosis recibida, más precoz, más rica y prolongada es la sintomatología. Son efectos precoces debidos a pérdidas celulares. La lesión principal es la aplasia medular, con una linfopenia inicial. A partir de dosis superiores a 1 Gy * para radiaciones X o gamma y 0,3 Gy para neutrones y en exposiciones de pocos minutos se verifica efectos sobre tejido hematopoyético, que son más graves cuanto mayor es la dosis. Está establecido el nivel de dosis/respuesta.

◆ Irradiaciones Parciales:

- Piel: A partir de 10 Gy * para radiaciones X y gamma y en exposiciones de pocos minutos, se produce una radiodermatitis exudativa.
- Pelo: Alopecia tras irradiación localizada del cuero cabelludo, en exposiciones de pocos minutos e iguales o superiores a 3 Gy.

* Cuando se trate de radiación X o gamma, el Gy es equivalente al Sv ya que en estos casos el llamado “factor de calidad” será igual a “1”

- Gónadas : Las células testiculares son muy radiosensibles y a partir de dosis de 0,3 Gy *. Para radiaciones X y gamma y en exposiciones de breves minutos se produce oligospermia. Dosis superiores a 4 Gy pueden entrañar esterilidad definitiva. En la mujer los ovarios tienen una radiosensibilidad menor y la esterilidad se produce a dosis superiores 8 Gy.
- ◆ EFECTOS TARDIOS: Sobrevienen de forma retardada después de la irradiación, haya sido, esta, breve o prolongada.
 - Ojo: Catarata, a partir de dosis acumuladas para el cristalino de 10 Gy * en radiaciones X y 0,8 Gy en neutrones.
 - Piel: Radiodermitis crónicas, con atrofia, hiperqueratosis y telangiectasias, en exposiciones repetidas de 5 mGy/día y dosis acumulada superior a 10 Gy.
 - Embrión y Feto: En ciertas ocasiones accidentales, la irradiación de la mujer embarazada puede conducir a malformaciones fetales, que dependen de la dosis recibida en el feto y del momento de la irradiación en el curso de la vida fetal:
 - Malformaciones cerebrales, malformaciones óseas: A partir de dosis de 0,3 Gy en la fase de organogénesis.
 - Retraso intelectual: Con dosis recibidas en el feto superiores a 0,5 Gy después de la 8ª semana de gestación.
- Ahora bien, si sobre la célula no se produce un daño mortal, pero resulta modificada en su estructura por el efecto de la radiación, (daño al DNA), generalmente se pondrán en marcha los mecanismos de reparación celular, de modo que, si la reparación no es completa ("ad integrum"), y se produce la supervivencia de la célula con una mutación, la modificación será transmitida a las células hijas, que, si son somáticas, podrían degenerar a una neoplasia en el órgano o tejido afectado del individuo expuesto, pero, si las células afectadas son las responsables de la transmisión de la información genética a los

descendientes de los individuos expuestos se podría inducir una enfermedad hereditaria.

Estos efectos, ya sean somáticos (afectan a la salud del individuo que ha recibido la irradiación), o ya sean genéticos (afectan a la salud de los descendientes del individuo irradiado), se denominan **efectos estocásticos**²¹, (de naturaleza aleatoria, no dosis-dependiente). Son los llamados tumores radioinducidos:

- Epitelioma espinocelular cutáneo: A partir de lesiones de radiodermatitis crónica. Se necesitan dosis acumuladas superiores a 15 Gy *.
- Osteosarcoma: Por incorporación de radionucleidos con tropismo óseo, con dosis acumuladas en esqueleto superiores a 8 Gy.
- Leucemia: Es el cáncer radioinducido más común. Es la patología estocástica más frecuente entre las víctimas de explosiones nucleares y exposiciones profesionales. Todas las formas de leucemia pueden ser radioinducidas salvo las leucemias linfoides crónicas.
- Cáncer primitivo de pulmón: En casos de exposición a radiaciones alfa, son cánceres ligados al radón, sobre todo en exposiciones de trabajos de minería.

No obstante, hay que señalar que el camino más frecuente, en la interacción de las radiaciones ionizantes con las células a bajas dosis y bajas tasas de dosis, es la supervivencia con reparación completa de la célula.

3. EVALUACIÓN DEL RIESGO.

Esta parte tiene como finalidad analizar las condiciones laborales y evaluar el puesto de trabajo del trabajador, con el objeto de determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico al que se encuentran sometidos, (irradiación y/o contaminación interna o externa).

Dado que las Radiaciones Ionizantes es uno de los diversos factores de riesgo que es posible se encuentren presentes en los puestos de trabajo (factor de riesgo físico del ambiente del trabajo)^{1,2,21}, la evaluación del riesgo de exposición a radiaciones ionizantes se ajustará a las directrices y principios generales de la Prevención de Riesgos Laborales^{1,3}. Además se tendrá en cuenta el R.D. 783/2001²:

- Artículo 26: la **vigilancia radiológica del ambiente de trabajo** comprenderá:
 - a) *La medición de las tasas de las dosis externas, especificando la naturaleza y la calidad de las radiaciones de que se trate.*
 - b) *La medición de las concentraciones de la actividad en el aire y la contaminación superficial, especificando la naturaleza de las sustancias radiactivas contaminantes y sus estados físico y químico.*
- El Artículo 27 del mencionado R.D. se refiere a **la vigilancia individual** de las dosis recibidas por los trabajadores expuestos que: *“Deberán determinarse con una periodicidad no superior a un mes para la dosimetría externa y con la periodicidad, que, en cada caso, se establezca para la dosimetría interna, de aquellos trabajadores que estén expuestos a riesgo de incorporación de radionucleidos”*. Además, *el titular de la práctica o la empresa externa transmitirá los resultados de los controles dosimétricos al Servicio de Prevención que desarrolle la función de vigilancia y control de la salud de los trabajadores, a quien corresponderá interpretarlos desde el punto de vista sanitario. En caso de urgencia dicha transmisión deberá ser inmediata.*
- Según el Artículo 28 **la estimación de la dosis** en relación con los trabajadores expuestos pertenecientes a la Categoría A será obligatorio en los siguientes casos:
 - *En caso de riesgo de exposición externa, la utilización de dosímetros individuales que midan la dosis externa, representativa de la dosis para la totalidad del organismo durante toda la jornada laboral.*

- *En caso de riesgo de exposición parcial o no homogénea del organismo, la utilización de dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas.*
- *En caso de riesgo de contaminación interna la realización de las medidas o análisis pertinentes para evaluar las dosis correspondientes.*
- Según el Artículo 29 la **estimación de las dosis individuales**, recibidas por los trabajadores expuestos pertenecientes a la Categoría B, podrá estimarse a partir de los resultados de la vigilancia realizada en el ambiente de trabajo, siempre y cuando estos permitan demostrar que dichos trabajadores están clasificados correctamente en la Categoría B.
- Según el Artículo 30 para realizar **estimaciones especiales de dosis**, en los casos en los que no sea posible o resulten inapropiadas las mediciones individuales, la vigilancia individual se basará en una estimación realizada a partir de mediciones individuales hechas a otros trabajadores expuestos o a partir de los resultados de la vigilancia del ambiente del trabajo, haciéndose constar expresamente este hecho en el historial dosimétrico del trabajador.
- Según el Artículo 33 cuando se haya podido producir una superación de los límites de dosis legalmente fijados, a consecuencia de una exposición especialmente autorizada, exposición accidental o exposición de emergencia, deberá realizarse un **estudio para evaluar**, con la mayor rapidez y precisión posible, las dosis recibidas en la totalidad del organismo o en las regiones u órganos afectados. Estos casos y los resultados del estudio serán inmediatamente puestos en conocimiento del Servicio de Prevención que desarrolle la función de vigilancia y control de los trabajadores, del Consejo de Seguridad Nuclear y del trabajador afectado.
- El Artículo 34 se refiere al *Historial dosimétrico y registros adicionales*:

1.) *Será obligatorio registrar todas las dosis recibidas durante la vida laboral de los trabajadores expuestos en un historial dosimétrico individual, que se mantendrá debidamente actualizado y estará, en todo momento, a disposición del propio trabajador. A estos efectos, será también obligatorio registrar, conservar y mantener a disposición del trabajador los siguientes documentos:*

a) *En el caso de las exposiciones a las que se refieren los, anteriormente citados, artículos 32 y 33, los informes relativos a las circunstancias y a las medidas adoptadas.*

b) *Los resultados de la vigilancia del ambiente del trabajo que se hayan utilizado para estimar las dosis individuales.*

2.) *El historial dosimétrico de todo trabajador expuesto de categoría A deberá figurar, además, en su historial médico al que se refiere el artículo 44 **

Al objeto de facilitar la cumplimentación del historial médico. El historial dosimétrico, y/o controles dosimétricos y/o Carné Radiológico** de cada trabajador, será aportado a los exámenes de salud y/o cada vez que el Servicio de Prevención, responsable de la vigilancia de la salud, lo requiera.

4. - PROTOCOLO DE VIGILANCIA SANITARIA ESPECÍFICA

El artículo 44 del R.D. 783/2001² se refiere al *Historial Médico*:

- 1. A cada trabajador expuesto de categoría A le será abierto un historial médico, que se mantendrá actualizado durante todo el tiempo que el interesado pertenezca a dicha categoría, y que habrá de contener, al menos, la informaciones referentes a la naturaleza del empleo, los resultados de los exámenes médicos Iniciales (previos a la contratación o clasificación como trabajador de categoría A), los reconocimientos médicos periódicos y eventuales y el historial dosimétrico de toda su vida profesional.*
- 2. Estos historiales médicos se archivarán hasta que el trabajador haya o hubiera alcanzado los setenta y cinco años de edad y, en ningún caso, durante un periodo inferior a treinta años después del cese de la actividad, en los Servicios de Prevención que desarrollen la función de Vigilancia y control de la salud de los trabajadores correspondientes a los centros en los que aquellas personas presten o hayan prestado sus servicios, y estarán a disposición de la autoridad competente y del propio trabajador.*

* Artículo 44 de Real Decreto 783/2001² se transcribe en punto 4 de este documento.

** Instrucción de 31 de mayo de Consejo de Seguridad Nuclear. BOE nº 187, 6/8/2001

La vigilancia médica consiste en un examen clínico convencional, que incluirá exploraciones especiales en función de la naturaleza del riesgo asociado al trabajo a realizar con radiaciones ionizantes^{24, 25, 26}

La vigilancia médica a realizar quedará, en modo fundamental, enmarcado en la competencia y criterio del médico correspondiente. Atendiendo a las características de cada trabajador y a las especiales circunstancias que puedan concurrir, se podrán introducir aquellas variaciones que médicamente se justifiquen, sin perjuicio de los principios fundamentales que este protocolo desarrolla.

El contenido de la vigilancia sanitaria constará de la siguiente información:

- 4.1.- Historial laboral.
 - 4.1.1. - Exposiciones anteriores (anamnesis laboral)..
 - 4.1.2. - Exposición actual al riesgo: Descripción del puesto de trabajo, tiempo de permanencia en el mismo, medidas de prevención adoptadas
- 4.2.- Historia Clínica.
 - 4.2.1. Anamnesis.
 - 4.2.2. Exploración clínica específica.
- 4.3. Control biológico y estudios complementarios específicos.
- 4.4. Criterios de valoración.

4.1. Historia Laboral

4.1.1. Exposiciones anteriores, (anamnesis laboral).

En este apartado se incluirán los puestos de trabajo desempeñados en el pasado (especificando el periodo de tiempo en el que ocupó cada uno de ellos), indicando los principales riesgos existentes en los mismos y la actividad de la empresa*.

4.1.2. Exposición actual al riesgo

- a) Denominación de la Empresa y dirección.
- b) Descripción detallada del puesto de trabajo actual y riesgo asociado, (Irradiación y/o contaminación). Tiempo de permanencia en el puesto de trabajo con exposición al riesgo. Medidas de protección utilizadas. Otros riesgos presentes en el puesto de trabajo como pueden ser los productos químicos de revelado.
- c) Información dosimétrica: Dicha información incluirá:

Trabajador categoría A

- Dosis mensuales (Art.35 RD 783)
- Dosis acumulada (12 meses) a fecha de la revisión anual.
- Dosis acumulada durante un período de 5 años
- Dosis vida laboral.
- Sobreexposición.
- Antecedentes de estudios diagnósticos o tratamientos con radiaciones ionizantes (consígnese la dosis si se conoce).

Trabajador categoría B

- Dosis anuales determinadas o estimadas

* En caso de tratarse de un examen de salud periódica, se recogerá la información desde el último examen que se hubiera efectuado.

4.2. Historia Clínica.

4.2.1. Anamnesis.

- a) Antecedentes personales: Se recogerán los hábitos y antecedentes²⁶, del trabajador especificando los antecedentes médicos y quirúrgicos. No conviene olvidar los antecedentes de estudios diagnósticos y/o tratamientos con radiaciones ionizantes: Tipo de prueba y nº de pruebas (consígnese la dosis si se conoce).
- b) Antecedentes familiares.
- c) Interrogatorio general por órganos y sistemas:
1. Síntomas generales:
 - Astenia.
 - Anorexia.
 - Pérdida de peso.
 - Sudoración nocturna.
 - Febrícula
 - Otros.
 2. O.R.L.
 - Vértigos.
 - Obstrucción nasal.
 - Disfagia.
 - Odinofagia.
 - Otros.
 3. Oftalmología.
 - Antecedentes de lesiones oculares.
 - Utilización de lentes intraoculares o lentillas.
 - Antecedentes de parálisis ocular.
 - Antecedentes de desprendimiento de retina.
 - Daltonismo.
 - Cataratas
 - Otros.
 4. Cardiorrespiratorio.
 - Tos.
 - Dolor torácico
 - Palpitaciones.
 - Disnea.

- Ortopnea.
- Otros.
- 5. Gastrointestinales.
 - Pirosis, reflujo.
 - Hábito intestinal: Diarrea/estreñimiento.
 - Dolor abdominal.
 - Sangre en heces.
 - Otros.
- 6. Genitourinario.
 - Disuria.
 - Hematuria.
 - Polaquiuria.
 - Nicturia.
 - Otros.
- 7. Ginecológico y Obstétrico
 - Menarquia.
 - Fecha de la última regla.
 - Periodicidad menstrual.
 - Duración.
 - Flujo vaginal.
 - Menopausia, tratamiento con TSH
 - Historia obstétrica: Embarazo y lactancia (especificar anteriores y actuales, si los hubiera).
 - Otros.
- 8. Locomotor.
 - Dolor articular.
 - Tumefacción.
 - Otros.
- 9. Piel y mucosas.
 - Lesiones con/sin prurito.
 - Erupciones.
 - Otros.
- 10. Neurológico.
 - Parestesias.
 - Disestesias.
 - Limitaciones/disfunciones motoras.
 - Cefaleas.
 - Pérdida de conocimiento.
 - Otros.

4.2.2. Exploración clínica.

◆ Inspección física.

- Actitud, (ansiedad y datos de observación globales).
- Raza, talla y peso.

◆ Exploración.

1. Piel, pelo, uñas, mucosas.
2. Ojos: fondo de ojo, agudeza visual, visión estereoscópica, discromatopsias, tensión ocular
3. Oídos, boca, faringe.
4. Cuello: tiroides.
5. Adenopatías
6. Tórax: morfología, simetría.
7. Exploración cardiorrespiratoria:
 - a) Cardiovascular:
 - Tensión arterial.
 - Auscultación: Soplos, roces, otros.
 - Arterial: Pulsos periféricos, pulsos carotídeos.
 - Venoso: Varices.
 - Otros.
 - b) Respiratorio:
 - Auscultación.
 - Roncus.
 - Sibilancias.
 - c) Otros.
8. Exploración abdominal.
 - a) Auscultación ruidos.
 - b) Palpación:
 - Visceromegalias.
 - Detección de regiones hipersensibles.
 - Otras masas.
 - c) Percusión.
9. Exploración genital.
10. Exploración del aparato locomotor:
 - a) Columna vertebral:
 - Sensibilidad a percusión.
 - Anomalías morfológicas: cifosis, escoliosis, otras.
 - b) Extremidades:
 - Deformidades/atrofias.
 - Asimetría.
 - Amputaciones.
 - d) Articulaciones:
 - Limitación en movimientos.
 - Deformidad.

11. Exploración neurológica:
 - a) Exploración de pares craneales.
 - b) Exploración motora.
 - c) Coordinación.
 - d) Exploración sensitiva.
 - e) Reflejos tendinosos profundos.
12. Para la evaluación médico-psicológica, podrán realizarse las exploraciones específicas

4.3. Control Biológico y estudios complementarios específicos.

Las exploraciones complementarias no deben ser, en sí mismas, los elementos únicos o principales del juicio clínico. El resultado del mismo será función del conjunto de factores que influyen en la calificación respecto a la aptitud del trabajador.

4.3.1. Análisis de sangre.

La analítica de sangre incluye parámetros hematológicos y bioquímicos.

4.3.1.a. - Parámetros hematológicos:

- Hematíes.
- Hematocrito.
- Hemoglobina.
- Volumen corpuscular medio.
- Hemoglobina corpuscular media.
- Concentración de hemoglobina corpuscular media.
- Plaquetas.
- Volumen plaquetar medio.
- Leucocitos.
- Fórmula y recuento leucocitarios.
- Velocidad de sedimentación (1ª hora).

Según criterio médico, y para evaluar con más parámetros la potencial radioexposición se determinarán los parámetros adicionales que se estimen oportunos en cada caso. (Ej.: Reticulocitos, Fosfatasa Alcalina Granulocítica etc...)

4.3.1.b. - Parámetros bioquímicos.

- Glucosa.
- Proteínas totales.
- Albúmina.
- Proteinograma.
- Coeficiente Albúmina/Globulinas.
- Fosfatasa alcalina.
- Transaminasa glutámico oxalacética.
- Transaminasa glutámico pirúvica.
- Gammaglutamiltransferasa.
- Bilirrubina total.
- Bilirrubina directa.
- Colesterol.
- Colesterol-HDL.
- Triglicéridos.
- Urea.
- Creatinina.
- Inmunoglobulinas.

Según criterio médico, se determinarán los parámetros adicionales que se estimen oportunos en cada caso.

4.3.2. Análisis de orina.

Parámetros a determinar:

- Densidad.
- pH.
- Glucosa.
- Proteínas.
- Cuerpos cetónicos.
- Urea.
- Bilirrubina.
- Urobilinógeno.
- Hematíes.
- Leucocitos.
- Nitritos.

Según criterio médico, se determinarán los parámetros adicionales que se estimen oportunos en cada caso.

4.3.3. Otras exploraciones.

En el examen de ingreso del trabajador se realizará un electrocardiograma, una espirometría, una audiometría y una exploración oftalmológica. En el examen médico periódico estas pruebas se realizarán como mínimo cada cinco años, o según criterio médico, y en función del puesto de trabajo, excepto la exploración oftalmológica (examen del cristalino) que deberá realizarse anualmente.

En aquellos trabajos con riesgo de incorporación de isótopos del uranio, debe incluirse la determinación de dichos isótopos en orina, en el caso de que no exista un protocolo normal y de accidente.

Dentro del contexto de lo que se entiende por exámenes de salud específicos, hay que puntualizar, siempre según el criterio médico, que hay determinaciones bioquímicas descritas que no hace falta que se repitan anualmente, tales como glucosa, colesterol, y triglicéridos.

A criterio médico, valorar siempre el riesgo de contaminación interna a la hora de solicitar parámetros analíticos.

4.4. Criterios de valoración en caso de superación de los límites de dosis.

A los trabajadores expuestos, en caso de superación o **sospecha fundada de superación** de los límites de dosis correspondientes se les realizará una **vigilancia sanitaria especial** por un Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, según se establece en el artículo **45** del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes².

En este apartado se pretende aportar una orientación respecto a las actuaciones, a llevar a cabo, en los casos de superación de los límites de dosis reglamentarios.

En la Guía de Seguridad nº 7.5 del Consejo de Seguridad Nuclear²⁷, "Actuaciones a seguir en el caso de personas que hayan sufrido un accidente radiológico", se exponen criterios médicos de actuación en accidentes radiológicos, para orientar al personal involucrado en la atención y asistencia a los trabajadores implicados en este tipo de accidentes.

A los efectos de este protocolo, se tendrá en cuenta que los casos de superación de límites de dosis a que hace referencia este apartado incluyen:

- Aquellos que se conocen tras la lectura mensual del dosímetro individual.
- Aquellos que están asociados a prácticas planificadas cuyas consecuencias implican una superación de límites de dosis.
- Casos de detección de contaminación (interna o externa).

En todos los casos, la **vigilancia sanitaria especial** se realizará tan pronto como sea posible y su contenido comprenderá lo establecido en la revisión médica básica más aquellas pruebas complementarias condicionadas por las circunstancias de la superación de los límites de dosis y sus consecuencias. Al igual que ocurre en los casos de accidente, deben tenerse en cuenta, en este mismo sentido, los límites de dosis legalmente establecidos en el Capítulo II del Título II del Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes y recogidos en el apartado 2.1 del presente protocolo.

En aquellos casos en que sean necesarias medidas médicas inmediatas, éstas deben tener prioridad sobre las radiológicas. El protocolo de colaboración, entre el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales y un Servicio, o unidad técnica, de Protección Radiológica, garantizará que las medidas que se adopten sean las adecuadas, dada la necesidad de estudiar las circunstancias en que ha ocurrido la superación de los límites de dosis y el contexto general de la investigación que en estos casos debe efectuarse.

El Servicio de Prevención, actuará de acuerdo con la información dosimétrica aportada o disponible. Debe tenerse en cuenta que en los momentos iniciales puede no disponerse información dosimétrica definitiva, actuándose en el ámbito médico con los datos dosimétricos estimados. Si en el curso de la investigación surgen dificultades que cuestionan la información aportada por el dosímetro en el proceso de asignación de dosis, o bien si no existe información dosimétrica alguna, se considerará por parte del Servicio de Prevención la idoneidad de utilizar métodos biológicos. La indicación de pruebas de carácter biológico para obtener información dosimétrica sólo estará justificada tras la investigación global del caso.

Los Servicios de Prevención fijarán los criterios de exposición posterior de los trabajadores que hayan sufrido una sobreexposición y establecerán su posible atención médica, que incluirá, en caso necesario, el tratamiento especializado al que se refiere el artículo 46 del Real Decreto 783/2001².

5. NORMAS PARA LA CUMPLIMENTACIÓN DEL PROTOCOLO DE VIGILANCIA SANITARIA ESPECÍFICA

El examen médico para la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a Radiaciones Ionizantes se realizará según el esquema del Anexo C y siguiendo los criterios especificados en el apartado 4 (Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica) de este documento.

La vigilancia sanitaria indicada no excluye la realización de aquellas pruebas que, considerando el trabajo a realizar y el criterio del Servicio de Prevención correspondiente, contribuyan a una mejor evaluación de la aptitud del trabajador para un puesto de trabajo determinado. Para ello el Servicio de Prevención ha de tener en cuenta, además de los criterios relacionados con el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes, los derivados de las características individuales de cada trabajador y otras variables inherentes a determinados puestos de trabajo como puede ser la necesidad de utilizar equipos de trabajo y ropas de protección personal^{2,3,4,5,6}.

Se deberá especificar si la vigilancia Sanitaria que se está realizando corresponde al tipo^{2,3}:

- Inicio o Previo a la Incorporación al trabajo.
- Periódico
- Vigilancia Sanitaria Especial tras superación de los límites de dosis.
- Vigilancia Sanitaria Especial tras asignación de nuevas tareas.
- Vigilancia Sanitaria Especial tras ausencia prolongada al trabajo.
- Otro tipo de Vigilancia Sanitaria (Especificar)

Para facilitar la transmisión de las conclusiones de la vigilancia médica, en el **Anexo A** se presenta un formato de **certificación de aptitud** con los datos considerados como necesarios. Este certificado reflejará la conclusión del examen de salud empleando los términos previstos en el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes: “APTO”, “NO APTO” o “APTO EN DETERMINADAS CONDICIONES”^{1,2,3,21}. En el caso de existir condiciones de aptitud* éstas deben figurar en la certificación.

6. CONDUCTA A SEGUIR SEGÚN LOS RESULTADOS DE LA VIGILANCIA SANITARIA.

De acuerdo con el resultado de la vigilancia sanitaria, se obtiene una conclusión respecto al estado de salud del trabajador. Dicha conclusión puede incluir la detección de alteraciones en alguna o varias de las exploraciones²⁵, pruebas o análisis efectuados. Dichas alteraciones pueden no implicar la existencia de patología o trastornos de carácter funcional. Consecuentemente, es necesario recordar que la ponderación de la anomalía detectada, dentro del conjunto de información sobre la salud del trabajador, será determinante para establecer su significación final de cara al criterio médico de aptitud para un puesto de trabajo.

* “Aptos en determinadas condiciones”, son aquellos que pueden realizar las actividades que implican el riesgo de exposición asociado al puesto de trabajo, siempre que se cumplan las condiciones que, al efecto, se establezcan en base a criterios médicos.

Los criterios de aptitud que se exponen a continuación están relacionados con la exposición profesional a radiaciones ionizantes.

6.1. En relación a la exploración oftalmológica.

En la exploración oftalmológica debe prestarse especial atención a la transparencia de las lentes oculares, dada la sensibilidad del cristalino a las radiaciones ionizantes.

La constatación de una opacidad de cristalino o catarata no será a priori motivo de inaptitud, debiendo comprobarse en estos casos la agudeza visual con la corrección correspondiente. La evaluación médica final de la agudeza visual indicará si dicha anomalía es limitante para su puesto de trabajo.

6.2. En relación al examen dermatológico

Deberán valorarse en cualquier examen de salud, las dermatopatías agudas o crónicas, su posible relación etiológica o de agravamiento con la exposición a radiaciones ionizantes.

6.3. En relación al estudio otorrinolaringológico

El estudio otorrinolaringológico estará encaminado, fundamentalmente, a detectar alteraciones en garganta, nariz y oídos, que pudieran originar problemas en caso de contaminación en dichas localizaciones.

6.4. En relación al examen del aparato respiratorio

Debe considerarse como posible motivo de no aptitud la existencia de patología respiratoria con repercusión funcional limitante en las actividades a desarrollar en su puesto de trabajo.

6.5. En relación al examen del aparato digestivo

La justificación de este examen reside en la especial sensibilidad del tracto digestivo a la contaminación interna. Asimismo, está indicada la evaluación funcional hepática de cara a descartar alteraciones que impliquen reducción en la actividad metabolizadora de desintoxicación en caso de contaminación interna.

Si existe riesgo de contaminación interna por ingestión, habrá de conocerse, dentro de lo razonable, que no existen soluciones de continuidad en la barrera epitelial que pudieran favorecer una incorporación al organismo de sustancias radiactivas. En este caso será motivo de no aptitud la existencia de enfermedades inflamatorias crónicas del tracto intestinal. Asimismo, en caso de riesgo de contaminación interna por cualquier vía, la existencia de hepatopatías crónicas o agudas evidentes constituyen un motivo de no aptitud.

6.6. En relación al conjunto de parámetros hematológicos

Su importancia reside en la especial sensibilidad de los órganos hematopoyéticos.

El examen consistirá en la determinación de los parámetros necesarios que permitan una evaluación hematológica general y de los tipos celulares que caracterizan la sangre periférica.

6.7. En relación al examen cardiovascular

No existe contraindicación específica. Las anomalías de este examen se considerarán limitantes sólo cuando las características generales del puesto de trabajo así lo indiquen.

6.8. En relación con el examen de la función renal y urinaria

Deben contemplarse los aspectos relacionados con la función excretora, por su importancia en la eliminación de radionucleidos ante la eventualidad de una

contaminación interna. En este caso, serán motivos de inaptitud la insuficiencia renal por nefropatías evolutivas glomerulares o tubulares evidentes.

6.9. En relación con el examen neurológico y evaluación médico-psicológica

Deben investigarse las alteraciones neurológicas que puedan implicar una limitación para el trabajo a realizar.

En relación a la evaluación médico-psicológica, podrán realizarse exploraciones específicas que puedan orientar la aptitud.

6.10. En relación con el examen endocrinológico

El examen médico debe incluir la evaluación de las posibles alteraciones endocrinas que impliquen incremento de riesgo en caso de posible contaminación interna (enfermedades tiroideas o de otras glándulas de secreción interna).

6.11. En relación con la protección especial durante el embarazo y la lactancia

Tan pronto como una mujer embarazada comunique al titular de la práctica su estado, la protección del feto deberá ser comparable a la de los miembros del público. Por ello las condiciones de trabajo de la mujer embarazada serán tales que la dosis equivalente al feto sea tan baja como sea razonablemente posible, de forma que sea improbable que dicha dosis exceda de 1 mSv desde la comunicación del embarazo hasta el final del mismo. Desde el momento en que una mujer en el periodo de lactancia informe de su estado al titular de la práctica, no se le asignarán trabajos que supongan un riesgo significativo de contaminación radiactiva. En tales supuestos deberá asegurarse una vigilancia adecuada de la posible contaminación radiactiva en su organismo^{2,28}

Al objeto de una protección adecuada, según el artículo 26 de la ley 31/95¹, el empresario deberá determinar, previa consulta con los representantes de los

trabajadores, la relación de los puestos de trabajo exentos de riesgos a estos efectos.

6.12. En relación con la edad

Con respecto a la edad existen limitaciones legales para el trabajo con riesgo de radiaciones ionizantes².

No podrán asignarse a los menores de 18 años tareas que pudieran convertirlos en trabajadores expuestos

El límite de dosis efectiva para personas en formación y estudiantes con edades comprendidas entre 16 y 18 años que, durante sus estudios, tengan que utilizar fuentes, será de 6 mSv por año oficial. Sin perjuicio de este límite de dosis están establecidos límites de dosis equivalentes para cristalino, piel, manos, antebrazos y tobillos*. Si tuviesen más de 18 años serán los mismos límites que los trabajadores expuestos** y en el resto de los casos para las personas en formación y estudiantes se aplicarán los mismos límites de dosis que para los miembros del público.

7. - LEGISLACIÓN APLICABLE

Las definiciones de los términos y conceptos contenidos en la presente Protocolo se corresponden con los contenidos en los siguientes documentos legales:

- Boletín Oficial del Estado. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269, 10/11/1995.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. BOE nº 178, 26/7/2001.

* Artículo 11, punto 2-A, 2-B y 2-C del Real Decreto 783/2001²

** Ver límite de dosis de trabajadores expuestos en el apartado 1 de este documento.

- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por la que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE nº 27, 31/1/1997.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada. BOE nº 91, 16/4/1997.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1836/1999 de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas. BOE nº 313, 31/12/1999.

OTRA LEGISLACIÓN Y NORMATIVA CON REPERCUSION O POSIBLE APLICACIÓN:

- Norma UNE 73-701-92. Procedimientos de descontaminación externa de personas.
- Norma UNE 73-702-93. Recogida de muestras biológicas en caso de contaminación interna y/o irradiación externa.
- Norma UNE 73-703. Material mínimo de un centro asistencial de Primer Nivel para tratamiento de lesionados y contaminados por elementos radiactivos y radiaciones ionizantes.
- Norma UNE 73-704: Profilaxis radiológica con yoduro potásico en trabajadores de la industria nuclear.
- Norma UNE 73-705: Descontaminación interna de personas.
- Informe UNE 73-706: Pautas de actuación en caso de sobreexposición a Radiaciones Ionizantes.
- Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Guía de Seguridad nº 1.1 del C.S.N. Cualificaciones para la obtención y uso de Licencias de personal de Operación de centrales nucleares.

- Boletín Oficial del Estado. Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear (BOE nº 107, 4/5/1964, artículo segundo), modificada por la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. BOE Nº 285, 28/11/1997.
- Boletín Oficial del Estado. Orden de 5 de diciembre de 1979, del Ministerio de Sanidad y Seguridad Social, sobre organización de servicios de asistencia a lesionados y contaminados por elementos radiactivos y radiaciones ionizantes. BOE Nº 301, 17/12/1979.
- Boletín Oficial del Estado. Resolución de 20 de diciembre de 1979, de la Dirección General de Asistencia Sanitaria, por la que se dictan normas para el desarrollo y aplicación de la Orden anterior. BOE nº 312, 29/12/1979.
- Boletín Oficial del Estado. Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear BOE nº 100, 25/4/1980.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1995/1978 de 12 de mayo por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social. BOE nº 203, 25/8/1978.
- Boletín Oficial del Estado. Orden de 18 de octubre de 1989 de los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Sanidad y Consumo, por la que se suprimen las exploraciones radiológicas sistemáticas en los exámenes de salud de carácter preventivo. BOE nº 252, 20/10/1989.
- Boletín Oficial del Estado. Real decreto 1132/1990, de 14 de septiembre, por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos. BOE nº 224, 18/9/1990.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1891/1991 sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico. BOE nº 3, 3/01/1992.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1993/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre colaboración de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social. BOE nº 296, 12/12/1995.

- Boletín Oficial del Estado. Instrucción de 26 de febrero de 1996, de la secretaria de estado para la Administración Pública, para la aplicación de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales en la Administración del Estado. BOE nº 59, 8/3/1996.
- Boletín Oficial del Estado. Resolución de 16 de julio de 1997, Por la que se constituye el Registro de Empresas Externas regulado en el Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo de 1997. BOE nº 238, 4/10/97.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. BOE Nº 285, 28/11/1997.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1488/1998, de 10 de julio, de adaptación de la legislación en prevención de riesgos laborales a la Administración General de Estado. BOE nº 170, 17/7/1998.
- Boletín Oficial del Estado. Ley 14/1999, de 4 de mayo, de tasas y precios públicos por servicios prestados por el CSN. BOE nº 107, 5/5/1999.
- Boletín Oficial del Estado. Resolución de 23 de noviembre de 1999 de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social por la que se dictan instrucciones con el fin de incluir en la estructura presupuestaria de la Seguridad Social para 1999 la nueva prestación de “Riesgo durante el embarazo”. BOE nº 290, 4/12/1999.
- Boletín Oficial del Estado. Instrucción de 31 de mayo de 2001, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IX-01 por la que se define el formato y contenido del documento individual de seguimiento radiológico (carnet radiológico) regulado en el Real Decreto 413/1997. BOE nº 187, 6/8/2001.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. BOE nº 148, 21/6/2001.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 815/2001, de 13 de julio, sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas. BOE nº168, 14/7/2001.

- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1251/2001, de 16 de noviembre, por el que se regulan las prestaciones económicas del sistema de la Seguridad Social por maternidad y riesgo durante el embarazo. BOE num.276, 17/11/01.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 7007/2002, de 19 de julio, por la que se aprueba el Reglamento sobre el proceso administrativo especial de actuación de la Inspección de trabajo y Seguridad Social y para la imposición de medidas correctoras de incumplimientos en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Administración General del Estado. BOE nº 182, 31/7/2002.

8. BIBLIOGRAFIA

1. - Boletín Oficial del Estado. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269, 10/11/1995.
2. - Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. BOE nº 178, 26/7/2001.
3. - Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por la que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE nº 27, 31/1/1997.
4. - Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97, 23/4/1997.
5. - Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97, 23/4/1997.
6. - Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE nº 140, 12/6/1997.
7. - Boletín Oficial del Estado. Orden de 27 de junio de 1997 por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de Prevención, en relación con las condiciones de acreditación de las entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoria del sistema de prevención de las empresas y de autorización de las entidades públicas o privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales. BOE N° 159, 4/7/1997.

8. - Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE nº 124, 24/5/1997.
9. – Ministerio de Sanidad y Consumo. Dirección General de Salud Pública. Desarrollo de las competencias de las autoridades sanitarias establecidas en la ley de prevención de riesgos laborales, el reglamento de los servicios de Prevención aprobado por Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, y la normativa sanitaria vigente. Aprobado por el C.I.S.N.S. el día 15 de diciembre de 1997.
10. - Ministerio de Sanidad y Consumo. Dirección general de Salud Pública. Actualización del acuerdo de criterios básicos sobre la organización de recursos para la actividad sanitaria de los Servicios de Prevención. Aprobado por la Comisión de Salud Pública el 17 de Febrero de 2000.
11. - Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE nº 145, 17/6/2000.
12. - Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada. BOE nº 91, 16/4/97.
13. - Boletín Oficial del Estado. Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad. BOE nº 112, 29/4/1986.
14. - Maurice Tubiana. Radiation risk in perspective: radiation-induced cancer among cancer risk. *Radiat Environment Biophys* (2000) 39:3-16
15. - I. Shigematsu. The 2000 sievert lecture-lessons from atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki. *Health Physics*. September 2000, vol 79, Number 3, p.234-241
Donald A. Pierce and Dale L. Preston. Radiation-related Cancer Risk at low Doses among Atomic Bomb Survivors. *Radiation Research* 2000; (154): 178 – 186.

16. - Dominique Laurier and Denis Bard. Epidemiologic studies of Leukemia among Persons under 25 years of age Living Near Nuclear Sites. *Epidemiologic Reviews* 1999; Vol.21, N° 2: 188-206.
17. – Schull WJ. Late radiation responses in man: current evaluation from results from Hiroshima and Nagasaki. *Adv Space Res* 1983; 3(8): 231-9.
18. – Cologne JB, Preston DL. Longevity of atomic-bomb survivors. *Lancet* 2000 Jul 22;356(9226):303-7.
19. - International Comisión on Radiological Protection. 1990 Recomendations of the International Commission on radiological Protection. Vol.21. N°.1-3 of *Annals of the ICRP*. Oxford, England: Pergamon Press, 1991. (ICRP publication n°. 60)
20. - Limitation of exposure to ionizing radiation. NCRP report n°. 116. Bethesda, Md.:National Council on Radiation Protection and Measurements, March 1993.
21. - Molyneux M.K. The physical environment. En *Occupational Health Practice*. 2ª Ed. By R.S.F. Schilling; 1981. Pág. 403-451.
22. - Arthur C. Upton. Radiation Hormesis. Data and Interpretations. *Critical Reviews in Toxicology* 2001, 31 (4&5):681-695.
23. - Fetal death and congenital malformation in babies born to nuclear industry employees: report the nuclear industry family study. *The Lancet* 2000 October 14; Vol 356: 1293-1299.
24. - Fliedner TM. The need for an expanded protocol for the medical examination of radiation-exposed persons. *Stem Cells* 1995; 13(Suppl 1):1-16.
25. - Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Guía de seguridad 7.4 del C.S.N. rev-2. Bases para la Vigilancia Médica de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes. Madrid, 25/06/98.

26. - Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Guía de seguridad 7.4 del C.S.N. rev-1. Bases para la Vigilancia Médica de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes. Madrid, enero, 1994
27. - Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Guía de Seguridad 7.5 del CSN: Actuaciones a seguir en caso de personas que hayan sufrido un accidente radiológico. Madrid, abril de 1989
28. - Boletín Oficial del Estado. Ley 39/1999, de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras (Capítulo III). BOE nº 266, 6/11/1999.
- 29.- Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Diccionario nuclear. www.csn.es/plantillas/frame_diccionario.jsp?id_nodo=285.

OTRA BIBLIOGRAFÍA DE INTERES:

(Referenciada en la Guía de Seguridad 7.4 del C.S.N.)²⁵

- International Atomic Energy Agency. Radiation Protection in Occupational Health. Manual for Occupational Physicians. Safety Series nº 83, IAEA, Vienna (1987).
- Organisation Mondiale de la Sante. Centre International de Radiopathologie. Accidents radiologiques. Conduite a tenir en cas de surexposition. Collection nº 84.03. Fontenay-Aux-Roses (France).
- International Atomic Energy Agency. Medical Handling of Accidentally Exposed Individuals. Safety Series nº 88. IAEA. Vienna (1988).
- International Atomic Energy Agency. Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series nº 115-1-IAEA. Vienna (1994).
- National Council on Radiation Protection and Measurements. Management of Persons Accidentally Contaminated with Radionuclides. NCRP. Report nº 65. Washington (1980).

- Commission of the European Communities/U.S. Department of Energy. Guide-book for the Treatment of Accidental Internal Radionuclide Contamination of Workers. Publication nº EUR 14320 EN. Commission of the European Communities (1992).

ANEXO A

Modelo de certificación médica de aptitud

Espacio para el membrete del Servicio de Prevención que realiza la vigilancia de la Salud.

Dirección postal completa y teléfono de contacto

Se ha realizado, en fecha _____, el examen de salud:

- De Inicio
- Periódico
- Especial tras superación de límites de dosis,
- Tras ausencia prolongada al trabajo,
- Tras asignación de tareas con nuevos riesgos,
- Otro examen considerado por el Servicio de Prevención (especificar) _____

De D/D^a. _____, categorizado como trabajador (A B) expuesto a riesgo de radiaciones ionizantes en empresa/servicio _____

La conclusión del mismo, considerando la información sanitaria obtenida y la laboral disponible respecto al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo, permite calificarle de “APTO”/ “NO APTO” / “APTO EN DETERMINADAS CONDICIONES” (de conformidad con lo establecido en el Artículo 43 del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes – R.D. 783/2001). En caso de Apto en determinadas condiciones, especificar condiciones de aptitud:

1. _____
2. _____
3. _____

Nombre del Médico del Trabajo

Número de colegiado

Firma del Médico del Trabajo

ANEXO B

ALGUNAS DEFINICIONES Y CONCEPTOS ²⁹

Contaminación radiactiva: Presencia indeseable de sustancias radiactivas en seres vivos, objetos o en el medio ambiente. Se habla de contaminación superficial (si afecta a la superficie de los objetos), contaminación externa (piel de las personas) o contaminación interna (órganos internos de personas).

Daño nuclear: Pérdidas de vidas humanas, lesión corporal o perjuicio material que se produce como resultado directo o indirecto de la radiactividad o de su combinación con las propiedades tóxicas, explosivas u otras peligrosas de los materiales radiactivos o de cualquier otra fuente de radiación.

Dosimetría: Sistema para la medición y registro de la dosis absorbida.

Dosis: Cuando no se diga lo contrario, el término dosis se usa para expresar más simplemente el término dosis efectiva (antes dosis equivalente efectiva). Poco correctamente, en la práctica de la medicina nuclear, y por analogía con la terminología de uso corriente, se habla de dosis para expresar: - la cantidad de sustancia emisora (expresada en peso o en actividad) si se trata de una fuente no encapsulada administrada a un paciente (en forma comparable a la de dosis de un fármaco). - La energía radiada por una fuente o transportada por un haz; si se trata de la energía individual de los fotones o partículas se expresa en MeV.

Dosis absorbida: Energía depositada por la radiación ionizante en la unidad de masa del medio atravesado. Es un valor físico cuya unidad es el Gray (GY).

Dosis colectiva: Dosis colectiva es la dosis efectiva a que ha resultado sometido un cierto grupo de personas. Se mide en sievert por persona (Sv.p.).

Dosis comprometida: Es la dosis efectiva que recibirá una persona durante los próximos 50 años (70 años en el caso de los niños). A consecuencia de la cantidad de material radiactivo que ha incorporado a su organismo. Se mide en sievert (Sv.).

Dosis efectiva (dosis equivalente efectiva): Es la dosis equivalente ponderada (corregida proporcionalmente a) por la diferente sensibilidad de los distintos órganos y tejidos del cuerpo humano. Los factores de corrección se llaman factores de ponderación de los tejidos. Se mide en sievert (Sv.): 1 Sv. = 1 J/Kg. La unidad antigua era el rem: 1 Sv. = 100 rem. Hasta hace poco ese término se denominaba (dosis equivalente efectiva, pero las últimas recomendaciones de la ICPR han simplificado la denominación.

Dosis equivalente: Es la dosis absorbida ponderada (corregida en proporción a) por la diferente eficacia biológica de las distintas clases de radiación sobre el medio vivo considerado. Los factores de corrección se denominan "factores de ponderación de la

radiación" (antes factores de calidad de la radiación). Se mide en sievert (Sv.): 1 Sv. = 1 J/Kg. La unidad antigua era el rem: 1 Sv. = 100 rem.

Dosímetro: Instrumento o dispositivo que permite medir o evaluar una dosis absorbida, una exposición o cualquier otra magnitud radiológica. Los dosímetros emplean distintos procedimientos para las medidas de la dosis: emulsiones fotográficas sensibles a la radiación (dosímetro fotográfico), materiales que absorben la energía de la radiación y después la liberan en forma de luz (dosímetros de termoluminiscencia), sustancias químicas que se transforman en presencia de la radiación (dosímetros químicos, dosímetros de Fricke), un condensador eléctrico (dosímetro de condensador), etc. También hay diferentes tipos de dosímetros en función de su utilización: dosímetro de bolsillo, de solapa, de mano, tipo pluma, etc.

Exposición: 1). Magnitud física que caracteriza la ionización que produce en el aire una radiación. Su unidad es el Roentgen (R): 1 R = 2,58 E-4 culombios/kilogramo. **2).** Efecto de someter o someterse a las radiaciones ionizantes.

Exposición continua: Exposición externa prolongada cuya tasa puede, sin embargo, variar con el tiempo, o la exposición interna resultante de una incorporación permanente cuya intensidad varía con el tiempo.

Exposición externa/interna: La exposición del cuerpo humano a fuentes exteriores a él (exposición externa) o interiores a él (exposición interna).

Exposición global/parcial: Exposición global es la considerada como homogénea en el cuerpo entero. Exposición parcial es la 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 total: Suma de las exposiciones interna y externa.

Exposición única: Exposición externa de corta duración o exposición interna resultante de una incorporación de radionucleidos durante un periodo corto de tiempo.

Gray (Gy.): Unidad de la dosis absorbida en el Sistema Internacional de Unidades; es igual a un julio por kilogramo (J/Kg).

Incorporación: Fenómeno por el cual una sustancia radiactiva existente en el medio exterior, pasa a formar parte del cuerpo humano por inhalación, ingestión, a través de la piel, etc.

Irradiación: Acción de someter un material o un ser vivo a la acción de las radiaciones.

Límite de incorporación anual (LIA): Actividad que, introducida en el organismo de un individuo dado ocasiona una dosis interna integrada igual al límite de dosis anual establecido.

Límite inferior de actividad detectable (LID): Cantidad mínima de actividad que es posible medir con el método analítico empleado.

Límites anuales de dosis : Valores máximos, referidos siempre a los doce últimos meses, de las dosis que pueden ser recibidas por los trabajadores profesionalmente expuestos y los miembros del público. Estos valores están fijados legalmente y en ellos no se tiene en cuenta las dosis resultantes del fondo radiactivo natural ni de las exposiciones sufridas como consecuencia de exámenes o tratamientos médicos. Los límites de dosis se aplican a la suma de las dosis recibidas por exposición externa, durante el período considerado, y de la dosis interna integrada resultante de la incorporación de radionucleidos que haya podido tener lugar durante ese mismo período.

Material radiactivo: Según la legislación española, cualquier material que contiene sustancias que emiten radiaciones ionizantes. Según esta definición toda sustancia, incluido el ser humano, es material radiactivo ya que toda sustancia existente contiene isótopos radiactivos. Ello no quiere decir que la existencia de esta radiactividad requiera la adopción de algún tipo de medidas de protección radiológica. Cuando se quiere expresar que un material radiactivo contiene radiactividad en una proporción tal que pueda ser necesaria la adopción de algún tipo de medida de cautela, el término utilizado es el de "sustancia radiactiva".

Protección radiológica: Conjunto de normas y prácticas que se utilizan para prevenir los riesgos de la recepción de dosis de radiación y, en su caso, paliar y solucionar sus efectos. (Véase "Seguridad nuclear").

Rad: Antigua unidad de dosis absorbida: 1 rad (rd) = 0,01 J/Kg. La unidad usada actualmente, en el Sistema Internacional de Unidades es el gray: 1 gray = 100 rad.

Radiaciones ionizantes: Nombre genérico empleado para designar las radiaciones de naturaleza corpuscular o electromagnética que en su interacción con la materia producen iones, ya sea de forma directa o indirectamente.

Radiactividad: Propiedad de algunos elementos químicos de emitir partículas u ondas electromagnéticas. Esta propiedad se debe a la existencia de una descompensación entre el número de neutrones y de protones del núcleo del átomo, que provoca una inestabilidad y una liberación de la energía acumulada en forma de partículas u ondas. La radiactividad natural se debe a elementos que emiten radiaciones espontáneamente, como es el caso del uranio, el torio, el radón, etc.

Radiodiagnóstico: Utilización de los rayos X con fines de diagnóstico. Además de las instalaciones de radiodiagnóstico Básico, existen instalaciones de grandes equipos como la escanografía X (escáner) o la angiografía computerizada, donde la imagen recibe un tratamiento informatizado.

Radiotoxicidad: Toxicidad debida a las radiaciones ionizantes emitidas por un radionucleido incorporado al organismo y por sus productos resultantes. La radiotoxicidad no sólo depende de las características radiactivas del radionucleido, sino también de su estado físico y químico así como del metabolismo de ese elemento en el organismo.

Rayos X: Radiación electromagnética producido en las transiciones de electrones de los niveles más profundos. Su longitud de onda es menor que la de los rayos ultravioleta y mayor que la de los rayos gamma.

REM: Antigua unidad de dosis equivalente y de dosis efectiva. $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ J/Kg}$. En el Sistema Internacional de Unidades ha sido sustituido por el Sievert: $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$.

Resíduo radiactivo: Es resíduo radiactivo todo material o producto de desecho que presenta trazas de radiactividad y para el cual no está previsto ningún uso. Se incluyen los líquidos y gases residuales contaminados.

Riesgo nuclear/riesgo indebido: Contingencia de un daño nuclear. Si este riesgo es superior al admisible se denomina riesgo indebido.

Seguridad nuclear: Conjunto de normas y prácticas que se utilizan para la ubicación, el proyecto, control y funcionamiento de instalaciones nucleares o radiactivas sin riesgo indebido.

Sievert (Sv): Unidad de la dosis equivalente y de la dosis efectiva en el Sistema Internacional de Unidades: $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/Kg}$. La unidad antigua es el REM. $1 \text{ Sv} = 100 \text{ REM}$.

Sobredosis: Caso de superación de los límites de dosis; cuando se produce una lectura dosimétrica superior a los límites de dosis, es decir, al producirse un posible caso de sobredosis, el Consejo de Seguridad Nuclear requiere la realización de controles médicos especiales y realiza una investigación para averiguar si la dosis fue recibida realmente por la persona usuaria del dosímetro o solamente por éste- Los resultados de la investigación, de ser positivos, se reflejan en los historiales médicos y dosimétrico y en el carnet radiológico del trabajador.

Sustancia nuclear: En la legislación española, nombre que se aplica al combustible nuclear, con excepción del uranio natural y del uranio empobrecido, y a los productos y desechos radiactivos.

Sustancia radiactiva: Cualquier material que contiene uno o varios radionucleidos cuya actividad deba tenerse en cuenta con fines de protección radiológica. (Ver "Material radiactivo").

Tasa de dosis: Incremento de la dosis por unidad de tiempo. La tasa de dosis absorbida se mide en Gray por segundo (Gy/s) También se utiliza el Gy/m y Gy/h . La unidad de dosis equivalente y de dosis efectiva es sievert por segundo (Sv/s). También se utiliza Sv/m , Sv/h y Sv/año .

Zona controlada: Area en la que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a $3/10$ de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades o bien, aquella zona en que sea necesario seguir procedimientos de trabajo con objeto de restringir la exposición a la radiación ionizante, evitar la dispersión de contaminación radiactiva o

prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o *sus consecuencias*.

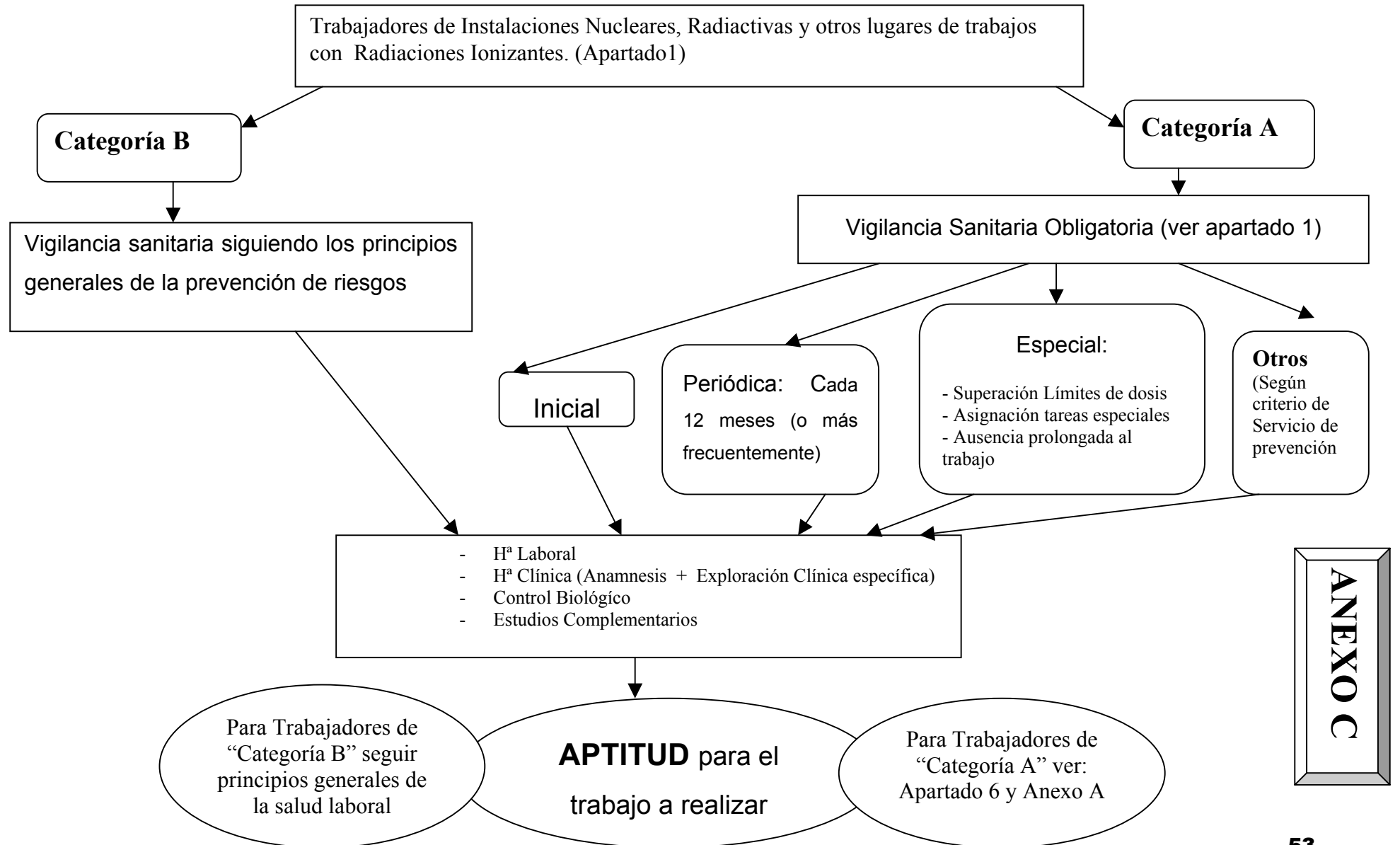
Zona de Acceso Prohibido: Son aquellas en las que existe riesgo de recibir, en una exposición única, dosis superiores a los límites legalmente fijados.

Zona de Permanencia Limitada: Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites de dosis legalmente fijados.

Zona de Permanencia Reglamentada: Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir, en cortos periodos de tiempo, una dosis superior a los límites de dosis legalmente fijados y que requieren prescripciones especiales desde el punto de vista de la optimización.

Zona vigilada: Area que no siendo Zona Controlada exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 1/10 de los límites de dosis equivalentes para el cristalino, la piel, y las extremidades.

RADIACIONES IONIZANTES



ANEXO C