

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO Introd. 1957

REPUBLICA ARGENTINA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO

MANUAL DE PROTECCION CONTRA LAS RADIACIONES EN LA INDUSTRIA

PARTE II

REGLAMENTO - TIPO DE SEGURIDAD
RELATIVO A LAS
RADIACIONES IONIZANTES

R I - 3

SUMARIO

	Páginas
INTRODUCCIÓN	1
Reglamento-tipo de seguridad relativo a las radiaciones ionizantes	
Definiciones	7
Campo de aplicación	10
Dosis y concentraciones máximas permisibles	11
Disposiciones generales relativas a todas las operaciones que entrañan peligro de irradiación	13
Notificación	13
Elección de la protección	13
Limitación de la irradiación	13
Dispositivos de protección	14
Límite de edad	14
Control de la irradiación	15
Exámenes médicos	16
Suspensión del trabajo o cambio de ocupación	18
Declaración de las afecciones y de la sobreexposición	18
Designación de una persona competente	18
Registro de salud	18
Avisos a los trabajadores	19
Sobreexposición a las radiaciones	19
Fuentes precintadas y aparatos generadores de radiaciones ionizantes . .	20
A. Disposiciones generales	20
Campo de aplicación	20
Señales de peligro	20
Exposición	21
Instalaciones de irradiación	21
Instalaciones cerradas	21
Instalaciones abiertas	22
Fuentes precintadas	23
Almacenamiento y transporte de las fuentes precintadas	25
Protección de los tubos de rayos X	26
Otras instalaciones destinadas a producir radiaciones ionizantes .	26
Aparatos que producen radiaciones ionizantes parásitas	26

IV PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES EN LA INDUSTRIA

	Páginas
B Disposiciones especiales	27
Gammagrafía industrial	27
Calibres de espesor, eliminadores de electricidad estática y aparatos análogos que utilizan fuentes precintadas	28
Radiografía industrial	28
Radioscopia industrial	29
Difracción de rayos X y utilizaciones análogas de los rayos X	30
Calibres de espesor de rayos X	30
Fuentes no precintadas de sustancias radiactivas	31
A. Disposiciones generales	31
Campo de aplicación	31
Limitación de la irradiación	31
Clasificación de los lugares de trabajo	31
Adaptación de las instalaciones a los riesgos de irradiaciones externa e interna	33
Medidas de protección	34
Protección colectiva	34
Protección individual	36
Controles de la irradiación	39
Control de los lugares de trabajo	40
Control del personal	40
Descontaminación	41
Almacenamiento de fuentes no precintadas de sustancias radiactivas	42
Residuos radiactivos	44
Precauciones que hay que tomar en caso de que cesen los trabajos realizados con fuentes no precintadas de sustancias radiactivas	45
B. Disposiciones especiales	46
Lugares de trabajo del tipo I	46
Lugares de trabajo del tipo II	47
Lugares de trabajo del tipo III	48
Disposiciones particulares para la aplicación de compuestos luminiscentes	50
ANEXO: Clasificación de los lugares de trabajo en función de la cantidad y de la toxicidad de los núclidos utilizados	53
ÍNDICE ALFABÉTICO	54

INTRODUCCIÓN

El presente fascículo contiene la sección 2, revisada en 1957, del capítulo XI del *Reglamento-tipo de seguridad en los establecimientos industriales, para guía de los gobiernos y de la industria*, publicado por la O.I.T. en 1950, y constituye asimismo la parte II del *Manual de protección contra las radiaciones en la industria*, cuya publicación ha sido emprendida recientemente por la Oficina Internacional del Trabajo.

Este manual se compondrá primeramente de cinco partes, a las que podrán agregarse otras posteriormente, a medida que las necesidades lo aconsejen. La primera parte se reserva al instrumento internacional — convenio o recomendación internacionales del trabajo, o bien convenio completado por una recomendación — que la Conferencia Internacional del Trabajo habrá eventualmente de adoptar en su reunión de 1960. La parte II estará constituida por el presente fascículo, que contiene las disposiciones revisadas de la sección 2 del capítulo XI del *Reglamento-tipo de seguridad en los establecimientos industriales, para guía de los gobiernos y de la industria*. La parte III será una guía práctica ilustrada en la que se enunciarán los datos fundamentales de la protección contra las radiaciones en el conjunto de sus aplicaciones y, en particular, en los que interesan al sector industrial. La parte IV tratará específicamente de la protección contra las radiaciones en gammagrafía, radiografía y radioscopia industriales. Por último, la parte V se dedicará a la protección de los trabajadores contra las radiaciones en el empleo de compuestos luminiscentes. Las partes IV y V se presentarán, como la parte III, en forma de guías prácticas ilustradas.

Conviene recordar brevemente el origen del *Reglamento-tipo de seguridad en los establecimientos industriales, para guía de los gobiernos y de la industria*, del que forman parte integrante las disposiciones contenidas en el presente fascículo.

Adoptado en 1948 por una conferencia técnica tripartita de la O.I.T., dicho *Reglamento-tipo* constituye una guía de la que los gobiernos y la industria pueden libremente hacer el uso que estimen de utilidad al redactar o revisar sus propios reglamentos de seguridad.

En razón de su aplicación a todos los establecimientos industriales en general, su alcance es muy vasto y han sido ya revisados algunos de sus capítulos para adaptarlos a los progresos técnicos. El desarrollo de las aplicaciones industriales de las radiaciones ionizantes ha sido tan rápido que ha habido necesidad de proceder a la revisión de las disposiciones de la sección 2 del capítulo XI, dedicado a dichas radiaciones, en una reunión que tuvo lugar en la Oficina Internacional del Trabajo del 25 de noviembre al 11 de diciembre de 1957, y en la que participaron los expertos que se indican a continuación:

Profesor L. BUGNARD (Francia), director del Instituto Nacional de Higiene, París.

Sr. K. L. GOODALL (Reino Unido), inspector de Fábricas, Ministerio de Trabajo y Servicio Nacional, Londres.

Dr. H. JAMMET (Francia), jefe del Servicio de Higiene Atómica y Radiopatología, Comisariado de la Energía Atómica, Saclay.

Profesor H. LANGENDORFF (República Federal de Alemania), director del Instituto Radiológico de la Universidad de Friburgo de Brisgovia.

Profesor A. A. LETAVET (U.R.S.S.), director del Instituto de Higiene del Trabajo y Enfermedades Profesionales, Academia de Ciencias Médicas, Moscú.

Sr. E. E. SMITH (Reino Unido), director adjunto del Servicio de Protección Radiológica, Sutton, Surrey.

Sr. Scott W. SMITH (Estados Unidos), jefe de la Sección de Material Radiológico, Oficina Nacional de Normas, Wáshington, D.C.

Sr. E. Dale TROUT (Estados Unidos), asesor físico del Departamento de Rayos X, General Electric Company, Milwaukee, Wis.

El profesor Letavet iba acompañado del Sr. J. SIVINTZEF, físico del Instituto de Higiene del Trabajo y Enfermedades Profesionales, Moscú.

Estuvieron representadas en dicha reunión la Organización de las Naciones Unidas, la Organización Mundial de la Salud y la Agencia Internacional de la Energía Atómica. La Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones, la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas y la Organización Internacional de Normalización enviaron también a la reunión, en calidad de observadores, a sus respectivos expertos.

El profesor Bugnard presidió las deliberaciones de la reunión y el Sr. E. E. Smith actuó como ponente de la misma.

La revisión de las disposiciones del *Reglamento-tipo* a que procedieron los expertos ha extendido considerablemente el alcance de las mismas, en particular respecto del empleo de fuentes sin precintar de sustancias radiactivas. Cuando se publicó el *Reglamento-tipo*, estas aplicaciones de las sustancias radiactivas se empleaban casi exclusivamente con compuestos luminiscentes; pero, desde hace algunos años, han sido instalados y están funcionando en la industria varios reactores nucleares, para los que se dispone de núclidos radiactivos sin precintar en número cada día mayor. El empleo de esas sustancias se ha extendido ya notablemente y es de prever que continúe extendiéndose.

No obstante, los expertos decidieron limitar sus discusiones, renunciando por el momento a abordar la cuestión de los peligros inherentes a la extracción de minerales radiactivos, al trabajo de las fábricas de productos químicos y metalúrgicos que enriquecen esos minerales, a las empresas especializadas en alto grado en el tratamiento de combustibles nucleares después de la irradiación, a los reactores nucleares, a los aceleradores de partículas pesadas o a los aceleradores especiales de partículas de alta energía.

Las nuevas disposiciones del *Reglamento-tipo* relativas a las dosis y concentración máximas admisibles (párrafos 3 a 7) se fundan en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones, adoptadas en 1954 y enmendadas en 1956. Los expertos insistieron sobre la necesidad de que

tales disposiciones sean adaptadas constantemente por la Oficina Internacional del Trabajo a las sucesivas decisiones correspondientes de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones. Las recomendaciones fundadas en las decisiones de una reunión celebrada en marzo de 1958 por esta institución harán que se modifiquen ligeramente las disposiciones correspondientes de los párrafos 3 a 7 del *Reglamento-tipo*. No es posible aún indicar en qué consistirá tal modificación, pues la C.I.P.R. no ha dado a conocer todavía el texto de sus recomendaciones al respecto, pero las disposiciones revisadas serán insertas en el *Reglamento-tipo* en cuanto sean conocidas.

La oportunidad de mantener las disposiciones actuales del *Reglamento-tipo* que se refieren a la limitación de la duración del trabajo del personal expuesto a radiaciones ionizantes ha sido objeto de discusión. Los expertos decidieron finalmente no formular recomendación alguna a este respecto, en la hipótesis de que las normas de seguridad sean observadas estrictamente.

De todas las operaciones efectuadas actualmente que requieren el empleo de fuentes sin precintar de sustancias radiactivas, la aplicación de compuestos luminiscentes se considera como la que presenta los mayores peligros. Las condiciones en que se han de efectuar todavía esos trabajos son mucho menos favorables que las que caracterizan a otras operaciones efectuadas con sustancias de una toxicidad comparable en los establecimientos generadores de energía atómica. Por esta razón, las disposiciones aplicables a dichas operaciones de la versión revisada del *Reglamento-tipo* son mucho más rigurosas que las anteriores. Las nuevas disposiciones exigen, de una manera general, que todas las operaciones en que se apliquen compuestos luminiscentes en forma de polvo seco sean efectuadas dentro de recintos herméticos y, siempre que sea posible, en todas las fases del trabajo.

Todo trabajo que requiera el empleo de fuentes no precintadas de sustancias radiactivas suscita automáticamente un problema de evacuación de residuos radiactivos, problema que hasta ahora, y en lo que concierne a la aplicación de compuestos luminiscentes, ha sido generalmente tratado de manera poco satisfactoria. Lá

utilización de fuentes sin precintar está extendiéndose en progresión gradual y exige con urgencia una solución de este problema, lo que no podrá lograrse sin la colaboración de la autoridad competente. Sólo han podido figurar así en el *Reglamento-tipo* disposiciones de carácter general a este respecto, pero la reunión de expertos ha recomendado que la Oficina estudie las medidas que podría tomar con el fin de contribuir eficazmente a la solución del problema.

La reunión decidió no ocuparse de las sustancias radiactivas de una actividad inferior a 0,002 microcurio por gramo, ni de las fuentes precintadas cuya irradiación no pueda ser superior a 2 milirrems por hora. Ha recurrido a esta solución para no tener que hacer reservas demasiado frecuentes en cuanto a las sustancias radiactivas que pueden encontrarse en concentraciones muy débiles en cualquier medio ambiente. Esa actividad específica ha sido escogida por considerarse aceptable en el caso más desfavorable, es decir, el de contaminación del aire por el elemento más peligroso: el plutonio. Así, la actividad mínima específica adoptada como límite de la protección ofrece un margen de seguridad considerable en relación con los demás núclidos y las demás condiciones de irradiación.

En estos últimos años se ha registrado un desarrollo espectacular de la utilización de las sustancias radiactivas para la eliminación de la electricidad estática, para aforar o calibrar espesores, para determinar niveles y para otros dispositivos análogos. Los expertos han introducido en el *Reglamento-tipo* una nueva sección dedicada a estas aplicaciones.

Los aparatos que utilizan haces de electrones que pueden producir rayos X parásitos han sido también estudiados, entre los que cabe mencionar los microscopios electrónicos, los tubos de rayos catódicos y los rectificadores electrónicos de alta tensión. Se recomienda que, siempre que sea posible, dichos aparatos sean instalados y funcionen en condiciones que permitan evitar todo control de la irradiación del personal. Si no pudieran satisfacerse tales condiciones, la aplicación de todas las disposiciones prescritas para el empleo de fuentes convencionales de rayos X sería entonces indispensable.

La protección contra las radiaciones requiere además la constitución de ficheros sanitarios y de expedientes personales para conocer en todo momento las dosis acumuladas. Los expertos han reconocido la conveniencia de conservar esos expedientes por un espacio de tiempo bastante largo, así como la necesidad de centralizarlos. A fin de facilitar su consulta por las autoridades médicas, dichos expedientes deberían confiarse al médico especialista de la empresa interesada. Las modalidades de la organización y del uso de los ficheros sanitarios deberían ser fijadas por medio de instrucciones de la autoridad competente. Ciertos expertos preconizaron también que esos expedientes personales deberían poder acompañar a sus titulares respectivos al cambiar éstos de empleo, salvo en caso de estar todos reunidos en un servicio central, solución ésta que no debería comprometer el mantenimiento del secreto médico. En materia de estudios estadísticos sería de utilidad que los expedientes sanitarios de las personas que hubieren sufrido de irradiaciones fueran conservados hasta su muerte e incluso algún tiempo después. En la presente coyuntura, los expertos no se consideraron en condiciones de poder pronunciarse respecto de las modalidades de la centralización de esos ficheros, centralización que les parecía ser de utilidad; sin embargo, se declararon unánimemente partidarios de su normalización en la esfera nacional e incluso quizá en la internacional, al efecto de poder proceder a comparaciones útiles.

Las disposiciones del presente fascículo han tenido en cuenta los conocimientos más recientes en la materia, y revisten un interés muy especial en el momento actual, puesto que la extensión de las técnicas industriales que aplican radiaciones ionizantes sigue un ritmo de progresión más rápido que el del conocimiento de las precauciones exigidas. Sin embargo, no imponen obligación alguna a nadie. Como todas las demás disposiciones del *Reglamento-tipo*, de que emanan, su objeto es ayudar a los gobiernos y a las industrias interesadas a formular o revisar sus propias reglas o normas de seguridad.

Reglamento-tipo de seguridad relativo a las radiaciones ionizantes

DEFINICIONES

1. En el presente *Reglamento-tipo*, los términos siguientes tienen el significado que se expresa a continuación:

- a)* el término « radiaciones ionizantes » designa una radiación electromagnética o corpuscular capaz de producir iones, directa o indirectamente, a su paso a través de la materia; en el contexto de la presente sección, este término comprende las radiaciones emitidas por los tubos de rayos X y los aceleradores de partículas, las radiaciones emitidas por las sustancias radiactivas, así como los neutrones;
- b)* el término « sustancia radiactiva » designa toda sustancia constituida por un elemento químico radiactivo cualquiera, natural o artificial, o que contenga tal elemento;
- c)* el término « fuente precintada » designa toda fuente radiactiva de radiaciones ionizantes sólidamente incorporada a metales o precintada dentro de una cápsula o recipiente análogo que tenga una resistencia mecánica suficiente para impedir la dispersión, a consecuencia del desgaste, de la sustancia radiactiva en el local o lugar de trabajo en que se encuentre la fuente;
- d)* el término « compuesto luminiscente » se asigna al material luminiscente que contenga una sustancia radiactiva;
- e)* el término « peligro de irradiación » designa los riesgos para la salud resultantes de la irradiación; puede deberse a una irradiación externa o a radiaciones emitidas por sustancias radiactivas presentes en el organismo;

- f)* el término « irradiación externa » designa las radiaciones recibidas por el organismo y provenientes de fuentes situadas fuera de éste;
- g)* el término « irradiación interna » designa las radiaciones recibidas por el organismo y provenientes de fuentes situadas en el interior del mismo;
- g^{bis})*¹ el término « contaminación radiactiva » designa la adición de sustancias radiactivas a una materia o ambiente cualquiera (atmósfera, agua, local, objeto, organismo vivo, etc.); en el caso particular de los trabajadores comprende tanto la contaminación externa cutánea como la contaminación interna realizada por cualquier vía (respiratoria, digestiva, percutánea, etc.);
- h)* el término « protección adecuada » designa una protección contra las radiaciones ionizantes tal, que la dosis de radiaciones recibidas por una persona y emitida por fuentes externas o internas no sea superior a los máximos mencionados en los párrafos 5 y 6;
- i)* el término « zona ocupada » designa una zona que puede estar ocupada por los trabajadores y donde pueda existir peligro de irradiación;
- j)* el término « zona vigilada » designa una zona en que la irradiación profesional de los trabajadores constituye objeto de vigilancia por persona competente;
- k)* el término « haz útil » designa la fracción de radiación primaria y de radiaciones secundarias que pasa por el diafragma, el cono o cualquier otro dispositivo de colimación de un haz de radiaciones ionizantes;
- l)* el término « radiación de escape » designa toda radiación proveniente del interior de una cubierta protectora, excepto del haz útil;

¹ El texto de este apartado no figura en la versión inglesa.

- m)* el término « cubierta protectora » designa la vaina del tubo de rayos X o de la fuente precintada destinada a reducir la radiación de escape hasta un valor determinado;
- n)* el término « radiación de fondo » designa las radiaciones ionizantes distintas de las que se quiere medir, que contribuyen al recuento de fondo o a los escapes naturales de los aparatos de medida de la ionización;
- o)* el término « radiación ambiente natural » designa las radiaciones ionizantes recibidas por el organismo y provenientes de fuentes naturales, tales como la radiación cósmica, la radiactividad del medio ambiente y el potasio radiactivo contenido en el organismo;
- p)* el término « capa de semiabsorción » designa el espesor de un material determinado que es necesario interponer entre un haz de radiación ionizante para reducir a la mitad la intensidad del haz incidente;
- q)* el término « núclido » designa una categoría de átomos que poseen un número másico, un número atómico y un estado energético determinados;
- r)* el término « curie » designa la cantidad de núclidos radiactivos cuyo número de desintegraciones por segundo es 3.700×10^{10} ;
- s)* el término « dosis de exposición a los rayos X o gamma » designa la medida de la radiación en un punto determinado a partir de las propiedades ionizantes de ésta;
- t)* el término « roentgen (r) » designa la unidad de dosis de exposición a los rayos X o gamma y se define por la dosis de exposición a los rayos X o gamma tal, que la emisión corpuscular asociada para 0,001293 g de aire produzca, en el aire, iones que transporten una unidad electrostática de cantidad de electricidad de cada signo;
- u)* el término « dosis absorbida » designa la cantidad de energía emitida por las partículas ionizantes por unidad de masa de la sustancia irradiada en el punto considerado, cualquiera que sea la naturaleza de la radiación ionizante utilizada;

- v) el término « rad » designa la unidad de dosis absorbida; 1 rad es igual a 100 ergios por gramo;
- w) el término « EBR » designa la eficacia biológica relativa y sirve para comparar la eficacia de la dosis de radiaciones absorbidas emitida por diferentes tipos de radiaciones;
- x) el término « dosis EBR » designa el producto de la dosis en rads por un coeficiente, aceptado convencionalmente, de la eficacia biológica relativa (EBR) respecto de una forma particular del efecto de las radiaciones;
- y) el término « rem » designa la unidad de dosis EBR; en el caso de radiaciones múltiples se considera que la dosis EBR es igual a la suma de los productos de la dosis absorbida de cada radiación por la EBR correspondiente.

CAMPO DE APLICACIÓN

2. 1) Las disposiciones del presente *Reglamento-tipo* se aplicarán a los establecimientos industriales en que una sustancia radiactiva cualquiera, precintada o no, esté almacenada o vaya a serlo, se manipule o se vaya a manipular, se maneje o utilice o se piense manejar o utilizar, o en que una máquina cualquiera capaz de producir radiaciones ionizantes esté funcionando o se piense poner en funcionamiento, se utilice o se vaya a utilizar.

2) Estas disposiciones no se aplican a las fábricas metalúrgicas o químicas que sometan a tratamiento sustancias radiactivas naturales o combustibles nucleares, a los establecimientos en que se almacenan grandes cantidades de sustancias radiactivas, a los reactores nucleares y a los aceleradores de alta energía para la producción de núclidos radiactivos.

3) Las disposiciones del *Reglamento-tipo* no se aplican:

- a) a las sustancias radiactivas cuya actividad específica sea inferior a 0,002 microcurio del elemento químico radiactivo ascendiente por gramo de sustancia;

- b) a las fuentes precintadas alrededor de las cuales la dosis EBR no puede pasar de 2 milirrems por hora.

DOSIS Y CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMISIBLES ¹

3. Las siguientes dosis y concentraciones máximas permisibles se refieren sólo a la exposición profesional y no tienen en cuenta las irradiaciones no profesionales, tales como las que resultan de la radiación ambiente natural y de los procedimientos médicos.

4. Las dosis máximas permisibles corresponden a la suma de las dosis procedentes de las irradiaciones profesionales (simultáneas o sucesivas) debidas a las radiaciones ionizantes de toda clase emitidas por fuentes externas o internas:

5. 1) En las zonas controladas:
- a) la dosis absorbida por todo el organismo durante toda la duración de la vida no debe exceder de 200 rems;
 - b) la dosis absorbida por las gónadas no debe exceder de 50 rems a la edad de 30 años;
 - c) la dosis anual media absorbida por todo el organismo o por las gónadas no debe exceder de 5 rems;
 - d) la dosis semanal máxima permisible en caso de irradiación de todo el organismo es de 300 milirrems;
 - e) en casos excepcionales, cuando una persona reciba en una semana una dosis, que afecta al conjunto del organismo o a

¹ Las dosis y concentraciones máximas permisibles especificadas bajo este título están de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, adoptadas en 1954 y enmendadas en 1956. Una serie de nuevas recomendaciones de la C.I.P.R., fundadas en las decisiones de una reunión celebrada en 1958, están en vías de preparación, y, al parecer, las disposiciones del presente título habrán de enmendarse de conformidad con las nuevas recomendaciones.

las gónadas, superior a la dosis semanal máxima permisible, la unidad de tiempo puede extenderse a 13 semanas, con tal que la dosis total absorbida por todo el organismo durante un período cualquiera de 13 semanas consecutivas no exceda de 3 rems.

2) En caso de irradiación externa por radiaciones de un poder de penetración muy débil (capa de semiabsorción inferior a 1 mm de agua), la dosis semanal máxima permisible en caso de irradiación de todo el organismo (excepto los ojos) es de 1,5 rems.

3) En caso de irradiación parcial limitada a las manos, antebrazos, pies y tobillos, la dosis semanal máxima permisible es de 1,5 rems; es la única limitación impuesta a las irradiaciones de este género.

4) Los cálculos y dispositivos relativos al establecimiento de la protección adecuada deberían fundarse en una dosis semanal media absorbida por todo el organismo que no exceda de 100 milirrems.

6. Cuando exista peligro de irradiación por sustancias radiactivas depositadas en el cuerpo, no deberán ser rebasadas las cantidades máximas permisibles para el organismo y las concentraciones máximas permisibles en el aire y en el agua recomendadas por la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones; éstas se fundan, en general, en dosis semanales máximas para los organismos de 300 milirrems, limitándose como media a 100 milirrems por semana en lo que concierne a todo el organismo o las gónadas ¹.

7. Los cálculos y dispositivos referentes a las instalaciones en el interior de una zona vigilada deberán basarse en una dosis anual para todo el organismo inferior a 500 milirrems para las personas que se encuentren fuera de esta zona.

¹ Para ciertos núclidos radiactivos, la base de referencia es la cantidad máxima permisible de radio contenido en el organismo (0,1 microcurio).

DISPOSICIONES GENERALES RELATIVAS A TODAS LAS OPERACIONES
QUE ENTRAÑAN PELIGRO DE IRRADIACIÓN

Notificación.

8. Dentro de un plazo mínimo de un mes el empleador deberá avisar por escrito a la autoridad competente:

- a) antes de emprender, por primera vez, trabajos que entrañen peligro de irradiación;
- b) antes de proceder a importantes ampliaciones o modificaciones de los aparatos o instalaciones que emitan radiaciones ionizantes o que proporcionen una protección contra éstas.

Elección de la protección.

9. Al elegir los métodos de protección debería darse preferencia a los medios de protección colectiva que proporcionen las instalaciones, más bien que a una protección individual.

Limitación de la irradiación.

10. Se hará todo lo posible al nivel más bajo posible por reducir la irradiación de los trabajadores.

11. Ninguna persona deberá exponerse o ser expuesta deliberada o inútilmente y sin protección adecuada a radiaciones ionizantes.

12. 1) Siempre que sea factible, el haz útil debe estar orientado de manera que no alcance a una zona adyacente ocupada.

2) La sección del haz útil debe reducirse al menor valor compatible con el trabajo que haya de efectuarse.

13. 1) Las personas que las manejen habrán de atender ante todo a la toxicidad de las fuentes no precintadas.

2) Deberán elegirse los métodos utilizados con objeto de reducir al mínimo las posibilidades de penetración de sustancias radiactivas en el organismo.

3) La cantidad utilizada ha de ser el mínimo indispensable para el trabajo que haya de realizarse.

4) Los dispositivos y aparatos destinados a proteger contra las radiaciones habrán de ser utilizados de manera permanente.

14. Todo trabajo con fuentes de radiaciones ionizantes, inclusive su almacenamiento, el de los residuos radiactivos, así como su eliminación, debe organizarse y ejecutarse de manera que se garantice una protección adecuada.

Dispositivos de protección.

15. 1) Todos los dispositivos y aparatos de protección serán adecuados para los fines a los cuales se destinen.

2) Deberán no sólo garantizar una protección adecuada, sino que su empleo habrá de resultar fácil.

3) Estos dispositivos y aparatos de protección serán inspeccionados por una persona competente a fin de comprobar si están en buen estado y funcionan de manera satisfactoria:

a) antes de ser utilizados;

b) después de toda modificación introducida en las modalidades de empleo, el equipo o el blindaje;

c) por lo menos una vez cada tres meses.

4) Los resultados de estas inspecciones habrán de ser consignados en un registro.

5) Todo defecto que se encuentre será inmediatamente corregido.

Límite de edad.

16. En las zonas controladas no se podrá emplear a ninguna persona de menos de 18 años cumplidos para todo trabajo que implique peligro de irradiación.

Control de la irradiación.

17. 1) Todas las zonas ocupadas en que probablemente existan riesgos de irradiación deben ser examinadas por un experto competente a fin de determinar sus niveles de irradiación.

2) Este experto debe tener los conocimientos necesarios para medir las radiaciones ionizantes y dar instrucciones en lo que concierne a los problemas de protección.

18. Todos los trabajadores que se encuentren en zonas ocupadas y para los cuales el examen indique que los niveles de irradiación pueden sobrepasar el 10 por ciento de los niveles máximos permisibles especificados en los párrafos 5 y 6 deben ser sometidos a un examen individual o a los exámenes médicos que se especifican en los párrafos 27 a 30.

19. Si el riesgo se limita a una irradiación externa, el examen individual habrá de efectuarse de manera continua y puede realizarse con ayuda de films, cámaras de ionización de bolsillo o dosímetros portátiles que lleven los trabajadores.

20. Si el riesgo entraña una exposición a sustancias radiactivas no precintadas, el examen individual debe comprender también la medida de la contaminación radiactiva y, si es posible, de la cantidad de sustancias radiactivas presentes en el organismo.

21. Además de medir la irradiación recibida por todo el organismo, el examen individual debería permitir determinar la irradiación parcial más perjudicial para el organismo..

22. Las técnicas de examen individual de irradiación externa deben permitir, siempre que sea practicable, no sólo medir la dosis, sino también determinar el tipo y la calidad de las radiaciones ionizantes en cuestión.

23. Las técnicas para determinar las cantidades de sustancias radiactivas contenidas en el organismo deberían permitir asimismo, siempre que ello sea posible, identificar los núclidos radiactivos presentes en el cuerpo.

24. Las técnicas de examen individual deben ser adecuadas para el estudio de las radiaciones ionizantes y de las sustancias radiactivas consideradas, debiendo determinarse en consecuencia los dispositivos de medición.

25. Las técnicas de examen individual deben elaborarse en consulta con un experto, quien habrá de ser consultado asimismo siempre que se vayan a introducir modificaciones.

26. La determinación de la irradiación debe ser efectuada por un servicio o un experto aprobado por la autoridad competente.

Exámenes médicos.

27. Nadie podrá ser empleado en un trabajo que entrañe peligro de irradiación sin haber sido sometido, dentro de los dos meses anteriores a su admisión al trabajo, a un examen médico en conformidad con las disposiciones del párrafo 30.

28. Toda persona que efectúe un trabajo que entrañe peligro de irradiación habrá de ser examinada médicamente por lo menos una vez al año, y, si es posible, cada seis meses, de acuerdo con las disposiciones del párrafo 30.

29. Cuando las circunstancias lo exijan, deberían efectuarse exámenes médicos complementarios, por ejemplo, en caso de exceso de exposición a las radiaciones o de contaminación radiactiva.

30. 1) Los exámenes médicos deben comprender:

- a) en caso de exámenes previos al empleo, una investigación completa sobre los antecedentes familiares, médicos y profesionales y, en caso de exámenes periódicos o especiales, un estudio de los riesgos profesionales debidos a las radiaciones ionizantes;
- b) un examen clínico completo; y
- c) exámenes particulares de los órganos o tejidos más sensibles a las radiaciones o que están más expuestos como consecuencia de los riesgos, por ejemplo:

- i) un examen hematológico en caso de irradiación global del organismo de origen externo o interno;
- ii) un examen cutáneo en caso de irradiación parcial externa o de contaminación externa;
- iii) un examen oftalmológico en caso de exposición a neutrones o a radiaciones corpusculares;
- iv) un examen radiotoxicológico en caso de contaminación interna;
- v) un examen pulmonar en caso de inhalación de polvos o de gases radiactivos.

2) Los exámenes hematológicos deberían comprender:

- a) el recuento de hematíes, de leucocitos y de trombocitos;
- b) la determinación de la fórmula leucocitaria;
- c) la investigación y registro de las anomalías celulares;
- d) cálculo de la hemoglobina; y
- e) estudio de la coagulación sanguínea.

3) Los exámenes cutáneos deberían efectuarse no sólo para descubrir la existencia de dermatitis y cánceres, sino también para estudiar las pequeñas modificaciones, tales como la desaparición de las huellas digitales.

4) Los exámenes oftalmológicos deberían realizarse esencialmente para determinar las alteraciones de los cristalinos.

5) Los exámenes radiotoxicológicos deberían informar a la vez sobre la naturaleza y la importancia de la contaminación interna, por medidas y análisis efectuados directamente sobre el organismo e indirectamente sobre las excreciones (orina, heces, aire exhalado).

6) El examen pulmonar debería comprender la detección de los efectos complejos (mecánicos, químicos y radiactivos) de los polvos y gases radiactivos.

Suspensión del trabajo o cambio de ocupación.

31. El médico que efectúe el examen de los trabajadores que hayan podido estar expuestos a radiaciones ionizantes estará facultado para:

- a) requerir la suspensión momentánea de su trabajo;
- b) pedir su traslado a otra ocupación.

32. Después de una interrupción del trabajo o de un cambio de ocupación, ningún trabajador debe ser empleado sin autorización escrita del médico en un trabajo que pueda entrañar peligro de irradiación.

Declaración de las afecciones y de la sobreexposición.

33. Los trabajadores expuestos a un peligro de irradiación deben señalar sin tardanza toda afección significativa que puedan sufrir, así como todo exceso de exposición al que piensen que han estado sometidos.

Designación de una persona competente.

34. 1) El empleador debe designar a una persona competente encargada de ejercer una vigilancia especial respecto de las disposiciones de la presente sección y de contribuir por medio de la enseñanza de métodos de trabajo compatibles con la seguridad a que sean observadas mediante medidas de control de la irradiación y por otros medios.

2) El nombre de la persona así designada debe ponerse en conocimiento de las personas que pueden estar expuestas a un peligro de irradiación por medio de anuncios o por otros procedimientos.

Registro de salud.

35. 1) Se llevará, de cada trabajador expuesto a un peligro de irradiación, una ficha en un registro de salud en la forma aprobada por la autoridad competente.

2) Estos registros deben conservarse en el servicio médico del establecimiento industrial bajo la responsabilidad del médico.

3) Dichas fichas comprenderán información y datos pertinentes respecto de:

- a) la naturaleza de todo trabajo que entrañe un peligro de irradiación y el tipo de irradiaciones de que se trate;
- b) los resultados obtenidos de los exámenes de irradiación individuales;
- c) los resultados de los exámenes médicos realizados de acuerdo con las disposiciones del párrafo 30.

4) Las fichas de salud se recogerán y centralizarán en cada país de acuerdo con lo dictado por la autoridad competente.

5) El modelo de las fichas sanitarias deberá ser normalizado en el plano nacional.

Avisos a los trabajadores.

36. Todos los trabajadores que puedan estar expuestos a un peligro de irradiación habrán de ser cuidadosamente instruídos por la persona competente, verbalmente o por escrito, por los métodos más apropiados para protegerse:

- a) de los riesgos que el trabajo representa para su salud;
- b) de los métodos y las técnicas de trabajo que ofrezcan mejores condiciones de seguridad;
- c) de las precauciones que hay que tomar y de las razones que las motivan;
- d) de la importancia de atenerse a las prescripciones médicas.

Sobreexposición a las radiaciones.

37. Siempre que un trabajador haya estado expuesto a una irradiación que exceda de los valores máximos permisibles especificados en los párrafos 5 y 6:

- a) debe ser sometido a los exámenes médicos exigidos por las circunstancias;

- b) el empleador debe avisar a la autoridad competente de acuerdo con las directivas dadas por esta última;
- c) el médico industrial y la persona competente designada en el establecimiento industrial conforme a las disposiciones del párrafo 34 han de estudiar conjuntamente las circunstancias en que se ha producido el exceso de exposición en cuestión y presentar un informe al empleador;
- d) el médico industrial tendrá que deducir las conclusiones que se desprendan de este informe sobre los posibles efectos para el trabajador y tomar todas las medidas necesarias de acuerdo con las disposiciones del párrafo 31;
- e) la persona competente debe recomendar al empleador las medidas que haya que tomar para poner remedio a todo defecto y evitar que puedan repetirse las circunstancias anormales; y
- f) el empleador debe adoptar las disposiciones necesarias.

FUENTES PRECINTADAS Y APARATOS GENERADORES DE RADIACIONES IONIZANTES

A. Disposiciones generales

Campo de aplicación.

38. Las disposiciones de los párrafos 38 a 94 se aplicarán a todas las fuentes precintadas y a todos los aparatos que puedan producir solamente una irradiación externa de los trabajadores, y sobre todo a los aparatos generadores de rayos X, aceleradores de partículas y equipo que pueda producir radiaciones ionizantes parásitas.

Señales de peligro.

39. Las zonas en que las fuentes y el equipo a que se refieren los párrafos 38 a 94 puedan constituir un riesgo de irra-

diación externa habrán de ser señaladas por medio de una señal de peligro apropiada y fácilmente reconocible.

40. En el interior y en el exterior de los recintos, así como en la proximidad de las instalaciones, tendrá que haber señales luminosas o acústicas, o ambas cosas, que indiquen el peligro antes de la irradiación y durante la misma.

Exposición.

41. Ningún trabajador debe exponerse o ser expuesto al haz útil de las radiaciones ionizantes.

Instalaciones de irradiación.

42. Para los fines de los párrafos 38 a 94, se clasifican las instalaciones en que se produzcan radiaciones en cerradas y abiertas.

43. Siempre que sea factible, las radiaciones ionizantes no serán utilizadas más que en el interior de los recintos reservados para el caso y que permitan su uso en condiciones de protección adecuada contra el haz útil y las radiaciones de fuga y de dispersión a todas las personas que se encuentren fuera del recinto.

Instalaciones cerradas.

44. Una instalación se considera cerrada cuando la fuente de las radiaciones y todos los objetos expuestos a éstas se encuentren dentro de un recinto permanente:

- a) en que nadie pueda penetrar y permanecer durante la irradiación; y
- b) que garantice una protección adecuada en todas las condiciones prácticas de servicio y para todas las personas que se encuentren fuera del recinto.

45. Habrán de instalarse cerraduras eficaces para impedir el acceso al recinto durante todo el tiempo que dure la irradiación.

46. Habrán de procurarse salidas adecuadas, de forma que una persona encerrada accidentalmente en el recinto pueda salir inmediatamente.

47. En el interior del recinto habrán de instalarse dispositivos eficaces que permitan evitar o interrumpir rápidamente la irradiación y que no puedan ser manejados desde el exterior del recinto.

Instalaciones abiertas.

48. Una instalación abierta es una instalación que, por necesidades del servicio (por ejemplo, por tener que utilizar aparatos móviles), no puede estar provista de protección que responda a las disposiciones del párrafo 44, relativo a las instalaciones cerradas.

49. En una instalación abierta, la fuente radiactiva y todos los objetos expuestos a ésta deben utilizarse en una zona denominada zona de gran irradiación:

- a) en la cual sólo puedan penetrar personas autorizadas para ello y en que éstas no puedan permanecer durante la irradiación más que en las condiciones especificadas en el párrafo 51, 1);
- b) que garantice en todas las condiciones prácticas de servicio una protección adecuada para todas las personas que se encuentren fuera de la zona.

50. Estas instalaciones, siempre que sea posible, deben estar aisladas de las demás zonas ocupadas.

51. 1) Los miembros del personal encargado de la utilización de una fuente precintada podrán penetrar y permanecer en la zona de gran irradiación durante el tiempo mínimo necesario para proceder a los ajustes indispensables del equipo utilizado, siempre que se les garantice una protección adecuada.

2) Debería determinarse de antemano la dosis de exposición que pueda ser distribuída durante tales ajustes, si es necesario por medio de ensayos.

Fuentes precintadas.

52. 1) Toda fuente precintada debe estar construída de manera que permita el empleo de dispositivos de manipulación a distancia.

2) No se podrá manejar una fuente precintada más que por mando a distancia.

53. Siempre que sea posible habrá de inscribirse o ponerse un número de orden o cualquier otro signo de identificación sobre toda fuente precintada para distinguirla de las demás fuentes precintadas que se utilicen en el establecimiento.

54. Las fuentes precintadas destinadas a producir radiaciones gamma o neutrones deberán tener una cápsula de espesor suficiente para absorber casi todas las radiaciones beta emitidas.

55. 1) Habrá de llevarse un registro de todas las fuentes precintadas del establecimiento industrial, habiendo de consignarse en él la siguiente información:

- a) el número de orden o cualquier otro signo de identificación de cada fuente precintada;
- b) la naturaleza de la fuente, la fecha de su recepción en el establecimiento y su actividad en tal fecha; y
- c) la fecha y el modo de eliminación de la fuente cuando ésta deje de estar controlada por el establecimiento industrial.

2) La persona competente debe proceder al inventario de todas las fuentes precintadas que existan en el establecimiento a los intervalos prescritos por la autoridad competente, debiendo hacerse a tal efecto la correspondiente inscripción en el registro.

56. 1) Para comprobar que no puede producir contaminación radiactiva, toda fuente precintada habrá de ser examinada por una institución o por una persona competente a intervalos fijados por la autoridad calificada en función de la naturaleza de la fuente y de las condiciones de su empleo.

2) El intervalo entre dos exámenes no debería ser mayor de un año.

3) Los detalles del examen mencionados en el apartado 1) deberán ser consignados en el registro citado en el párrafo 55.

57. 1) Si alguien tuviera razones para creer que se ha perdido o extraviado una fuente precintada, deberá advertirlo inmediatamente a la persona competente.

2) Si se confirma la pérdida, habrá de darse cuenta sin pérdida de tiempo a la autoridad competente.

58. Cuando una fuente precintada sufra corrosión o daños, o cuando se tengan buenas razones para creer que exista riesgo de contaminación radiactiva, deberá ser precintada en un recipiente hermético y no habrá de ser utilizada antes de que se hayan realizado las reparaciones necesarias.

59. 1) Los establecimientos industriales en que se utilicen fuentes precintadas deben establecer las medidas de urgencia que hayan de aplicarse en caso de ruptura de una cápsula de fuente en conformidad con las disposiciones del párrafo 60.

2) Estas medidas habrán de ser comunicadas a todas las personas que utilicen tales fuentes.

60. Las medidas de urgencia que hayan de aplicarse en caso de ruptura de una fuente precintada deben comprender las disposiciones siguientes:

- a) el local de trabajo o todo otro lugar en cuestión habrá de ser evacuado inmediatamente, y el personal interesado deberá poner en práctica todas las medidas de urgencia necesarias para reducir la dispersión de la contaminación;
- b) el médico industrial y la persona competente deben ser avisados inmediatamente y habrán de tomarse medidas de urgencia para determinar si un trabajador cualquiera ha sido contaminado y para aplicar todas las medidas de descontaminación necesarias;
- c) el incidente debe ser notificado inmediatamente a la autoridad competente;

- d) antes de que una o varias personas calificadas, convenientemente equipadas para este fin, recuperen o evacuen la sustancia radiactiva, habrán de adoptarse todas las medidas posibles para evitar la dispersión de la sustancia radiactiva.

Almacenamiento y transporte de las fuentes precintadas.

61. Cuando no sean utilizadas, las fuentes precintadas habrán de ser almacenadas en recipientes cerrados con llave y en condiciones que garanticen una protección adecuada.

62. Cuando las fuentes precintadas puedan desprender un gas radiactivo, antes de abrirlas habrá de ser ventilado adecuadamente el lugar de almacenamiento por medios mecánicos de evacuación al aire libre.

63. Cuando estén almacenadas varias fuentes, cada una deberá estar colocada en un compartimiento distinto que garantice una protección adecuada.

64. Las fuentes precintadas habrán de ser transportadas al lugar en que se guarden sus recipientes de almacenamiento tan rápidamente como sea posible después de su utilización.

65. 1) Las fuentes precintadas deben ser transportadas en recipientes de protección o merced a dispositivos de mando a distancia, o bien por procedimientos automáticos que proporcionen una protección suficiente.

2) Todos los recipientes de protección utilizados para transportar o manipular fuentes precintadas habrán de ser señalados mediante signos distintivos aprobados por la autoridad competente.

3) En la medida de lo posible, debería utilizarse el emblema utilizado para indicar la existencia de peligro.

66. Las fuentes precintadas que no se utilicen habrán de devolverse al proveedor o habrán de ser evacuadas de manera aceptable por la autoridad competente.

Protección de los tubos de rayos X.

67. Todos los tubos de rayos X utilizados en un establecimiento industrial habrán de estar montados en una cubierta protectora que asegure también la protección contra los riesgos de choque eléctrico.

Otras instalaciones destinadas a producir radiaciones ionizantes.

68. Todas las demás instalaciones de alta energía utilizadas en la industria y destinadas a producir radiaciones ionizantes, tales como generadores de haces de electrones, betatrones, aceleradores lineales y sincrotrones, deben:

- a) ser utilizados en recintos cerrados, siempre que ello sea posible;
- b) ser utilizados constantemente de manera que se garantice una protección adecuada, teniendo en cuenta las modalidades especiales de su funcionamiento.

69. Deberán adoptarse precauciones especiales para asegurar una protección contra:

- a) las radiaciones complejas (por ejemplo, rayos X y neutrones) que puedan ser producidas indirectamente por estas instalaciones;
- b) las sustancias radiactivas capaces de ser inducidas en los blancos, el blindaje o los materiales situados en su proximidad.

70. Para la protección del personal que trabaje en tales instalaciones deberá requerirse el asesoramiento de un especialista que esté al corriente de los peligros particulares que puedan representar.

Aparatos que producen radiaciones ionizantes parásitas.

71. Todos los aparatos que utilicen flujos de electrones acelerados a tensiones superiores a 5 KV deben ser considerados como fuentes potenciales de radiaciones ionizantes.

72. Tal equipo, por ejemplo, microscopios electrónicos, tubos

de rayos catódicos, rectificadores electrónicos de alta tensión y otras instalaciones análogas, habrá de ser instalado y verificado de manera que se pueda tener la garantía de una protección adecuada.

73. Siempre que sea posible, dicho equipo habrá de estar blindado y provisto de engranajes de manera que se reduzcan los niveles de irradiación a menos del 10 por ciento de los niveles especificados en el párrafo 5, lo que evitaría tener que recurrir a mediciones de control de irradiación y a exámenes médicos especiales.

B. Disposiciones especiales

Gammagrafía industrial.

74. Las cubiertas protectoras de las fuentes precintadas utilizadas para la gammagrafía industrial deben responder a las exigencias siguientes:

- a) cuando la cubierta esté cerrada o cuando la fuente esté en posición de «cerrado»:

 - i) la intensidad media de la radiación en la superficie no debe exceder de 30 milirroentgens por hora, y la intensidad máxima no habrá de pasar en ningún momento de 150 milirroentgens por hora;
 - ii) la intensidad media de la radiación a un metro de distancia de la fuente no debe exceder de 2 milirroentgens por hora, y la intensidad máxima no habrá de exceder en ningún momento de 10 milirroentgens por hora;

- b) habrán de utilizarse dispositivos de control a distancia para servirse de la fuente.

75. 1) Antes de utilizar la fuente precintada habrán de terminarse las disposiciones gammagráficas.

2) Cuando la gammagrafía requiera que se saque la fuente precintada de su cubierta deberían aplicarse todas las disposiciones

de funcionamiento preliminares necesarias con ayuda de una cápsula ficticia no cargada y claramente identificable.

Calibres de espesor, eliminadores de electricidad estática y aparatos análogos que utilizan fuentes precintadas.

76. Las sustancias radiactivas utilizadas en los calibres de espesor, los eliminadores de electricidad estática y otros aparatos análogos habrán de presentarse siempre en forma de fuentes precintadas, para las cuales deben aplicarse las disposiciones apropiadas que figuran en los párrafos 52 a 60.

77. Siempre que sea posible, la parte normalmente expuesta de la fuente precintada habrá de estar protegida contra los deterioros mecánicos y provista de una tapa, de un obturador o de una pantalla que pueda ajustarse fácilmente y que permita interceptar el haz útil.

78. Siempre que sea posible, estos aparatos habrán de instalarse o estar blindados de manera que los niveles de irradiación de todas las personas, incluidas las que realizan el montaje o que se encargan de mantener la fuente o cualquier máquina o instalación que se encuentre en sus proximidades, no excedan del 10 por ciento de los niveles especificados en el párrafo 5, lo que evitaría tener que recurrir a medidas de control de la irradiación y realizar exámenes médicos especiales.

79. Este equipo debe ser marcado de manera visible y permanente con objeto de señalar al personal la presencia de sustancias radiactivas y la necesidad de evitar toda irradiación inútil.

Radiografía industrial.

80. La cubierta protectora de los tubos utilizados para la radiografía ha de ser de tal naturaleza que la radiación de escape no exceda de un roentgen por hora a una distancia de un metro del anticátodo del tubo, cuando éste funcione con continuidad a la intensidad nominal máxima correspondiente a la tensión nominal máxima.

81. 1) Deberán evitarse las técnicas que requieran la entrada del personal en el local o zona de irradiación cuando funcione el tubo.

2) Cuando se utilicen tales técnicas:

- a) la tensión de excitación deberá reducirse a la mitad, y el obturador del haz deberá estar cerrado antes de que alguien penetre en la zona de irradiación (por ejemplo, el local que contenga el tubo de rayos X);
- b) el obturador debe proporcionar una protección por lo menos igual a la que se obtiene con la cubierta del tubo;
- c) el obturador ha de estar instalado de tal forma que sólo se pueda abrir desde el tablero de mando;
- d) en el caso de instalaciones que de otra manera se considerarían cerradas, el obturador habrá de estar enclavado con la puerta del local de tal manera que la apertura de la puerta produzca el cierre del obturador y que éste no pueda abrirse de nuevo más que desde el puesto de mando.

Radioscopia industrial.

82. La cubierta protectora de los tubos utilizados en radioscopia debe responder a las disposiciones del párrafo 80.

83. Los aparatos de radioscopia habrán de ser instalados en recintos que aseguren una protección adecuada y que estén provistos de cerraduras que impidan el acceso al recinto mientras los aparatos estén funcionando.

84. Siempre que sea posible, las pantallas de radioscopia deben examinarse ya sea indirectamente por medio de espejos inclinados, ya sea a distancia, por ejemplo, por medio de técnicas de televisión.

85. Si se utilizan vidrios al plomo u otros materiales de protección transparentes, éstos deben garantizar una protección adecuada.

86. Habrán de tomarse precauciones para lograr una protección adecuada a todas las personas ocupadas en trabajos de radioscopia y sobre todo a las que depositan sobre bandas transportadoras los objetos que hay que examinar.

87. Cuando sea necesario manipular o marcar los objetos examinados deberán tomarse disposiciones para que esta operación se efectúe sin reducir la eficacia de la protección prevista.

Difracción de rayos X y utilizaciones análogas de los rayos X.

88. La cubierta de protección de los tubos utilizados en los equipos de difracción de rayos X y aparatos análogos ha de ser tal que la radiación de escape se reduzca a un valor que no exceda de 100 milirrentgens por hora en la superficie de la cubierta cuando el tubo funcione con continuidad a la intensidad nominal máxima correspondiente a la tensión nominal máxima.

89. Los aparatos de difracción de rayos X e instalaciones análogas deberán construirse y utilizarse de manera que se garantice una protección adecuada.

90. 1) Siempre que sea posible, habrán de instalarse dispositivos eficaces para eliminar el peligro de irradiación de los dedos por los haces útiles mientras se hacen los preparativos necesarios.

2) El control individual de la irradiación, que es siempre difícil y a veces imposible, no debiera considerarse suficiente para prevenir sobreexposiciones locales.

91. Siempre que sea posible, deberán instalarse pantallas cerca y alrededor de los haces útiles para absorber la radiación dispersa.

92. Deberán ser instaladas pantallas eficaces en el extremo de estos aparatos con objeto de absorber los haces útiles.

Calibres de espesor de rayos X.

93. 1) Tanto la persona encargada del funcionamiento de un calibre de espesor de rayos X como todas las personas que se encuentren cerca de ésta habrán de estar debidamente protegidas.

2) Siempre que sea posible, la instalación será de tal naturaleza que la irradiación no pase del 10 por ciento de los niveles especificados en el párrafo 5, lo que evitaría tener que recurrir a medidas de control de la irradiación y realizar exámenes médicos especiales.

94. Cuando el tubo de rayos X esté incorporado al calibre de espesor deberá encenderse una señal luminosa bien visible.

FUENTES NO PRECINTADAS DE SUBSTANCIAS RADIATIVAS

A. Disposiciones generales

Campo de aplicación.

95. 1) Las disposiciones de los párrafos 95 a 214 se aplican a las fuentes no precintadas de sustancias radiactivas que puedan entrañar peligro no solamente de irradiación externa, sino también de contaminación radiactiva.

2) Estas disposiciones se aplican sobre todo a la preparación, adaptación, utilización y almacenamiento de fuentes no precintadas de sustancias radiactivas en la industria. No se aplican a las fábricas metalúrgicas y químicas que someten a tratamiento sustancias radiactivas naturales o combustibles nucleares, a los depósitos de grandes cantidades de sustancias radiactivas y a los reactores nucleares.

Limitación de la irradiación.

96. Ningún trabajador deberá exponerse o ser expuesto a una irradiación externa o a una contaminación radiactiva que exceda de los niveles máximos permisibles indicados en los párrafos 5 y 6.

Clasificación de los lugares de trabajo.

97. Dada la extrema diversidad de los trabajos que se efectúan con fuentes no precintadas de sustancias radiactivas, así como

la gran variedad de riesgos que de ello resulta, los lugares de trabajo deberán clasificarse teniendo en cuenta:

- a) la naturaleza de los trabajos realizados y de las propiedades físicas de las sustancias radiactivas utilizadas;
- b) los núclidos radiactivos que contengan;
- c) las cantidades de sustancias utilizadas.

98. Al clasificar los trabajos habría que distinguir en orden creciente de peligro de irradiación:

- a) el almacenamiento (por ejemplo, el de las soluciones madres);
- b) las operaciones muy sencillas realizadas por vía húmeda (por ejemplo, la preparación de cantidades alicuotas de soluciones radiactivas);
- c) las operaciones ordinarias (por ejemplo, las separaciones químicas sencillas);
- d) las operaciones complejas realizadas por vía húmeda y las operaciones sencillas por vía seca (por ejemplo, las operaciones químicas que entrañan el peligro de que se derramen líquidos o polvos);
- e) las operaciones realizadas por vía seca en que se levanta polvo (por ejemplo, la trituración de sustancias radiactivas).

99. La clasificación de los núclidos radiactivos debería efectuarse en cuatro categorías según su toxicidad radiactiva creciente:

- a) toxicidad débil: H^3 , Be^7 , C^{14} , F^{18} , Cr^{51} , Ge^{71} , Tl^{201} ;
- b) toxicidad moderada: Na^{24} , P^{32} , S^{35} , Cl^{36} , K^{42} , Sc^{46} , Sc^{47} , Sc^{48} , V^{48} , Mn^{56} , Fe^{55} , Co^{60} , Ni^{59} , Cu^{64} , Zn^{65} , Ga^{72} , As^{76} , Rb^{86} , $Zr^{95}+Nb^{95}$, Nb^{95} , Mo^{99} , Tc^{96} , Rh^{105} , $Pd^{103}+Rh^{103}$, Ag^{105} , Ag^{111} , $Cd^{109}+Ag^{109}$, Sn^{113} , Te^{127} , Te^{129} , $Cs^{137}+Ba^{137}$, Pr^{143} , Pm^{147} , Ho^{166} , Lu^{177} , Ta^{182} , W^{181} , Re^{183} , Ir^{190} , Ir^{192} , Pt^{191} , Pt^{193} , Au^{198} , Au^{199} , Tl^{200} , Tl^{202} , Tl^{204} , Pb^{203} ;
- c) toxicidad elevada: Ca^{45} , Fe^{59} , Sr^{89} , Y^{91} , $Ru^{106}+Rh^{106}$, I^{131} , $Ba^{140}+La^{140}$, $Ce^{144}+Pr^{144}$, Sm^{151} , Eu^{154} , Tm^{170} , $Pb^{210}+Bi^{210}$ (Ra D+E), U^{233} , $Th^{234}+Pa^{234}$;

- d) toxicidad muy elevada: $\text{Sr}^{90} + \text{Y}^{90}$, Po^{210} , At^{211} , $\text{Ra}^{226} +$ productos descendentes, Ac^{227} , Pu^{239} , Am^{241} , Cm^{242} .

Adaptación de las instalaciones a los riesgos de irradiaciones externa e interna.

100. Las instalaciones deberán adaptarse a los riesgos de irradiaciones externa e interna habiendo de tenerse en cuenta la naturaleza de los trabajos, la categoría de sustancias radiactivas y las cantidades utilizadas.

101. Se deberían distinguir dos categorías principales de instalaciones: las instalaciones especializadas y las instalaciones no especializadas.

102. En lo que se refiere a las instalaciones especializadas, se deberían distinguir tres tipos de lugares de trabajo, teniendo presentes los tres factores indicados en el párrafo 97 y de acuerdo con el cuadro anexo ¹.

103. 1) Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones generales:

- a) para los lugares de trabajo del tipo I, el equipo y los métodos de trabajo habituales son en general suficientes;
- b) para los lugares de trabajo del tipo II, el equipo y los métodos de trabajo habituales habrán de ser modificados y completados para tener en cuenta los riesgos más elevados de irradiaciones externa e interna;
- c) para los lugares de trabajo del tipo III, el equipo y los métodos de trabajo deben ser elegidos especialmente en función de los riesgos de irradiaciones externa e interna.

2) Los lugares de trabajo de los tres tipos deberían estar:

- a) reservados exclusivamente para los trabajos con sustancias radiactivas; y
- b) aislados todo lo posible de los otros lugares de trabajo.

¹ Véase pág. 53.

104. Toda instalación no especializada debería ser considerada como un caso particular para el cual:

- a) los métodos de protección deben estar fundados en la clasificación mencionada en el párrafo 97; y
- b) un experto calificado ha de ser consultado acerca de los problemas de protección que plantea cada operación particular.

105. Todos los lugares de trabajo, independientemente de su tipo, deben señalarse con una indicación de peligro adecuada y fácilmente reconocible.

Medidas de protección.

106. Deben utilizarse métodos apropiados de protección colectiva e individual que permitan respetar las dosis máximas permisibles y las cantidades máximas permisibles presentes en el organismo, mencionadas en los párrafos 5 y 6, en todo lo que se refiere a los riesgos de irradiación externa, así como, en particular, a los riesgos de contaminación radiactiva.

107. Las medidas que se hayan de tomar respecto de los riesgos de irradiación externa habrán de ser análogas a las previstas en los párrafos 52 a 66 para las fuentes precintadas.

108. Las medidas que se hayan de tomar contra la contaminación radiactiva habrán de estar de acuerdo con las previstas en los párrafos 109 a 136.

Protección colectiva.

109. 1) La protección colectiva debe atender tanto a la construcción y a la instalación de los lugares de trabajo como a la elección del equipo corriente y del equipo especializado.

2) Los lugares de trabajo habrán de estar señalados por medio de una indicación de peligro adecuada y fácilmente reconocible.

110. La construcción e instalación de los lugares de trabajo deben tender a limitar todo lo posible el riesgo de contaminación de las superficies y de la atmósfera.

111. 1) Las paredes y el suelo de los lugares de trabajo deben:
- a) estar constituidos por materiales lisos e impermeables;
 - b) estar provistos de un revestimiento que presente una superficie lisa e impermeable y cuyos intersticios estén obturados eficazmente.

2) Las paredes y el suelo habrán de mantenerse además limpios y libres de todo obstáculo.

112. 1) La atmósfera de los lugares de trabajo habrá de mantenerse, siempre que sea posible, a niveles de concentración radiactiva inferiores a los valores máximos permisibles mencionados en el párrafo 6.

2) Habrá de lograrse una renovación del aire mediante sistemas de ventilación adecuados.

3) Esta ventilación ha de efectuarse de tal forma que no pueda producirse una recirculación y que el aire expelido no pueda contaminar después otros lugares de trabajo.

4) Cuando la concentración radiactiva de la atmósfera no pueda ser reducida por debajo de los valores máximos permisibles mencionados en el párrafo 6, debe proporcionarse al personal medios de protección individuales contra la contaminación respiratoria en conformidad con el párrafo 134, 3).

113. El material corriente, como los asientos, armarios, estantes para herramientas y vitrinas, debe presentar superficies lisas y mantenerse limpio.

114. Toda persona que manipule sustancias radiactivas debe disponer de una superficie de trabajo que tenga por lo menos 1,20 m de ancho y 50 cm de profundidad.

115. 1) Las superficies de trabajo deben tener:
- a) ya sea una superficie dura, lisa e impermeable;
 - b) ya sea una superficie dura recubierta de un revestimiento liso e impermeable;
 - c) ya sea una superficie dura cubierta de un revestimiento absorbente.

2) No debe haber en ellas objetos innecesarios para el trabajo y deberán mantenerse limpias.

116. Todas las operaciones que pueden producir contaminación radiactiva de la atmósfera deberán efectuarse en el interior de un recinto de trabajo que asegure la protección:

- a) ya sea por aislamiento completo en un recinto hermético que contenga el plano de trabajo y que se mantenga a baja presión atmosférica;
- b) ya sea por medio de un recinto de aspiración que cubra el plano de trabajo;
- c) ya sea por aspiración simple tan cerca como sea posible del plano de trabajo.

117. El sistema de aspiración debe:

- a) estar de acuerdo con las disposiciones generales de la sección 2 del capítulo XIII del *Reglamento-tipo de seguridad en los establecimientos industriales, para guía de los gobiernos y de la industria*;
- b) estar construido de modo que se pueda desmontar fácilmente con objeto de limpiarlo;
- c) comunicar con el exterior por un lugar que reúna las condiciones de seguridad indispensables después de pasar a través de un filtro o de un aparato de recuperación, si ello es necesario, de tal manera que el aire expelido no pueda volver a penetrar en ninguna zona ocupada;
- d) satisfacer toda otra prescripción dictada por la autoridad competente.

Protección individual

118. La protección individual habrá de asegurarse por medio de:

- a) la elección y utilización de métodos de trabajo satisfactorios;
- b) la adopción de hábitos de trabajo convenientes;

- c) el suministro y la utilización de instrumentos y de medios apropiados;
- d) el suministro y utilización de ropas de protección adecuadas.

119. La elección de métodos de trabajo deberá tener en cuenta:

- a) las técnicas que impliquen el menor peligro de irradiación;
- b) la prohibición de prácticas peligrosas.

120. 1) Las técnicas de trabajo deben elegirse con objeto de evitar todo lo más posible la dispersión de sustancias radiactivas.

2) La forma fisicoquímica de la sustancia radiactiva deberá elegirse teniendo en cuenta este factor.

3) En particular, las técnicas capaces de producir la formación de aerosoles radiactivos deberían evitarse siempre que sea posible.

121. La introducción de técnicas nuevas o modificadas debería ser objeto de ensayos y debería ser aprobada por la persona competente antes de su empleo.

122. Los hábitos de trabajo deberían satisfacer las normas estrictas de higiene exigidas por las circunstancias.

123. Los hábitos de trabajo relativos a los riesgos de irradiación externa deberán satisfacer las condiciones especificadas en los párrafos 38 a 94.

124. Los hábitos de trabajo relativos a los riesgos de contaminación radiactiva deben estar de acuerdo con los mencionados en los párrafos 125 a 136.

125. Deben evitarse las manipulaciones indebidamente apresuradas.

126. No deberá manipularse con las manos, salvo con la debida protección, una fuente no precintada de sustancias radiactivas ni sirviéndose de pipetas que exijan una aspiración con la boca, cuando se trate de soluciones.

127. Todos los trabajadores que manipulen fuentes no precintadas de sustancias radiactivas deben disponer de lavabos y;

posiblemente, de duchas si los riesgos de contaminación son muy importantes.

128. 1) Antes de la comida de mediodía y antes de terminar la jornada de trabajo deberá concederse tiempo suficiente para utilizar los lavabos a todo trabajador ocupado en manipular fuentes no precintadas de sustancias radiactivas, y ello por cuenta del empleador.

2) Asimismo se habrá de conceder el tiempo suficiente para utilizar las duchas al final de la jornada de trabajo, cuando sea necesario.

129. 1) Deberán ponerse a disposición de los trabajadores toallas y pañuelos de papel, que deberán tirarse después de utilizarlos.

2) Deberán instalarse en cada local recipientes especiales para los pañuelos y las toallas de papel usados.

3) Dichos pañuelos y toallas deberán ser tratados como residuos radiactivos combustibles.

130. En el interior de un local en que se preparan o utilizan fuentes no precintadas de sustancias radiactivas no se podrán introducir:

- a) alimentos, bebidas y utensilios utilizados para comer y beber;
- b) artículos para fumar o tabaco;
- c) bolsos, cosméticos u objetos que sirvan para su aplicación;
- d) pañuelos que no sean los de papel mencionados en el párrafo 129.

131. Ninguna persona empleada en un lugar de trabajo en que se preparan o utilizan fuentes no precintadas de sustancias radiactivas deberá consumir en el local comidas o bebidas ni usar tabaco o emplear cosméticos.

132. Ningún trabajador deberá marcharse del lugar en que se preparan o utilizan fuentes no precintadas de sustancias

radiactivas sin ser sometido a los controles de contaminación de las manos, del cuerpo y de las ropas prescritos por la autoridad competente.

133. Nadie deberá trabajar sin ropas de protección en un lugar de trabajo en que se preparan o utilizan fuentes no precintadas de sustancias radiactivas.

134. 1) Las ropas de protección, adaptadas a los riesgos de contaminación y convenientemente marcadas, deben ser suministradas por el empleador.

2) Según los riesgos, deberán proporcionarse igualmente sobre todos, guantes, prendas de cabeza, trajes de cierre hermético, calzados impermeables y delantales impermeables.

3) Cuando las concentraciones máximas permisibles de contaminación atmosférica no puedan respetarse, se suministrarán máscaras, capuchas o cascos eficaces.

135. 1) Todas las ropas de protección deberán ser examinadas periódicamente y mantenidas limpias.

2) Las ropas contaminadas habrán de ser limpiadas separadamente por medio de métodos que reduzcan todo lo posible la dispersión de la contaminación.

136. El cambio de ropas de trabajo por las de calle y viceversa deberá efectuarse, si ello es necesario, en vestuarios apropiados adyacentes a los lavabos, con objeto de evitar toda contaminación de las ropas de calle.

Controles de la irradiación.

137. Deberán efectuarse controles de la irradiación periódicamente o de manera continua en función de los peligros de irradiación externa y de contaminación radiactiva, con objeto de determinar, a satisfacción de la autoridad competente, el grado de contaminación de los lugares de trabajo, de los objetos y de las personas.

Control de los lugares de trabajo.

138. Habrán de proporcionarse y utilizarse aparatos de control apropiados, fijos o portátiles, para comprobar los niveles de irradiación externa en los lugares de trabajo.

139. A fin de descubrir la contaminación de los suelos, mesas de trabajo, sumideros, aparatos y herramientas, deberán efectuarse periódicamente mediciones por medio de métodos apropiados y que den satisfacción a la autoridad competente en todos los lugares de trabajo en que se preparan o utilizan sustancias radiactivas en forma de fuentes no precintadas.

140. Deberán efectuarse periódicamente medidas de control, y si es necesario de manera continua, con objeto de determinar, de modo satisfactorio para la autoridad competente, el grado de contaminación de la atmósfera.

Control del personal.

141. Cuando los trabajos efectuados con fuentes no precintadas vayan acompañados de un riesgo de irradiación externa, los trabajadores deberán llevar continuamente detectores individuales (películas integradoras de dosis, cámaras de ionización de bolsillo o dosímetros, etc.), de acuerdo con las disposiciones de los párrafos 8 a 37.

142. Deberán proporcionarse y utilizarse aparatos de control apropiados, fijos o portátiles, para verificar, a satisfacción de la autoridad competente, la contaminación radiactiva de las manos, las ropas y el calzado de todos los trabajadores empleados en los lugares de trabajo en que se utilicen fuentes no precintadas de sustancias radiactivas.

143. El control de la contaminación interna debería efectuarse a intervalos fijos, según la importancia de los riesgos, bien mediante medidas directas, bien mediante medidas indirectas, realizadas con los excrementos, de acuerdo con las disposiciones correspondientes del párrafo 30.

Descontaminación.

144. 1) En caso de contaminación radiactiva que exceda de los niveles máximos permisibles fijados por la autoridad competente, habrán de tomarse medidas de descontaminación radiactiva.

2) Estas medidas habrán de tomarse antes de iniciar los trabajos con fuentes no precintadas de sustancias radiactivas.

145. Las operaciones de descontaminación radiactiva deberían realizarse en el orden siguiente:

- a) descubrimiento y apreciación de la contaminación;
- b) limitación de la dispersión de la contaminación;
- c) reducción de la contaminación; y
- d) verificación de la eficacia de la descontaminación.

146. La descontaminación de los lugares de trabajo y del equipo habrá de emprenderse inmediatamente:

- a) de preferencia por vía húmeda;
- b) por otro método adecuado, como la utilización de cintas adhesivas o de pinturas que se puedan levantar y que limiten al mínimo la contaminación de la atmósfera durante las operaciones de descontaminación y la dispersión de la contaminación a otras zonas.

147. Los líquidos radiactivos vertidos accidentalmente habrán de ser absorbidos sirviéndose de materias apropiadas, tales como papel secante, serrín o franela.

148. Cuando se desparramen polvos radiactivos, habrán de detenerse inmediatamente todos los ventiladores y sistemas de ventilación que puedan levantar polvo.

149. La descontaminación habrá de ser efectuada por el mínimo número posible de trabajadores, equipados a este efecto con ropas especiales.

150. Todos los instrumentos de descontaminación deben:

- a) estar exclusivamente reservados para este uso;

- b) ser descontaminados después de su empleo;
- c) conservarse en armarios adecuados.

151. 1) Cuando sea imposible obtener por descontaminación una protección adecuada, deberán ser desalojados los locales contaminados y los objetos contaminados habrán de ser evacuados de acuerdo con las prescripciones de la autoridad competente.

2) El acceso a estos locales debe estar prohibido a las personas no autorizadas.

3) Una indicación de peligro adecuada y fácilmente reconocible habrá de mostrar a todo trabajador que los locales han sido desalojados.

152. Las ropas contaminadas deben limpiarse con procedimientos adecuados y no deberán utilizarse hasta que se haya comprobado la eficacia de la descontaminación; si ésta resultase ineficaz, la ropa deberá tratarse como residuos radiactivos.

153. 1) El médico del trabajo y la persona competente habrán de dar instrucciones sobre las medidas inmediatas que haya que tomar de acuerdo con los diversos tipos posibles de contaminación.

2) Estas instrucciones deben requerir:

- a) la notificación inmediata a la persona competente o al médico del trabajo en caso de que las medidas ordinarias no basten para reducir la contaminación a un nivel aceptable;
- b) el examen posterior de los interesados efectuado por el médico del trabajo.

154. En caso de contaminación acompañada de lesiones, deberán adoptarse medidas de urgencia para evitar que penetren en el organismo sustancias radiactivas.

Almacenamiento de fuentes no precintadas de sustancias radiactivas.

155. Deberán tenerse instalaciones especiales para almacenar fuentes no precintadas de sustancias radiactivas con el fin de evitar:

- a) el riesgo de irradiación externa;
- b) el riesgo de contaminación radiactiva reduciendo todo lo posible la dispersión de la sustancia radiactiva.

156. 1) En lo que se refiere al riesgo de irradiación externa, deberán aplicarse las disposiciones de los párrafos 61 a 66.

2) En caso de riesgos de contaminación radiactiva, deberían observarse las siguientes precauciones especiales:

- a) los residuos radiactivos no deberían almacenarse en frascos de vidrio provistos de tapón de vidrio o tapones a tuerca; deberían utilizarse tapones de caucho, corcho o de una sustancia análoga;
- b) las soluciones estables que tengan una actividad alfa superior a cinco milicurios o una actividad beta superior a 50 milicurios, lo mismo que las soluciones inestables (cualquiera que sea su actividad), deberían almacenarse en recipientes provistos de orificios de ventilación;
- c) las soluciones que tengan una actividad alfa superior a un milicurio por cm^3 no deberían almacenarse en recipientes de vidrio de paredes delgadas;
- d) los frascos que contengan un líquido radiactivo deberían colocarse en cubetas de dimensiones suficientes para contener todo el líquido de dichos frascos en caso de que se rompan.

157. Cuando las fuentes no precintadas puedan desprender gases radiactivos, deberá estar ventilado eficazmente el lugar en que se almacenen.

158. Al abrir recipientes que contengan residuos radiactivos que representen peligro de incendio, de explosión o de efervescencia, deberán adoptarse precauciones especiales.

159. 1) Deberán llevarse registros convenientes de todas las sustancias radiactivas almacenadas.

2) Deberán inspeccionarse regularmente los lugares de almacenamiento.

Residuos radiactivos.

160. 1) Teniendo en cuenta que toda utilización de una fuente no precintada de sustancias radiactivas plantea problemas de eliminación de residuos, deben darse de antemano instrucciones relativas a esta cuestión en conformidad con las prescripciones de la autoridad competente.

2) Antes de asignar una fuente no precintada, el empleador debe adoptar todas las medidas útiles destinadas a la aplicación de estas prescripciones.

161. 1) Los párrafos 162 a 166 se aplican únicamente a los residuos radiactivos que resulten de las operaciones citadas en el párrafo 95.

2) Se entiende por residuo radiactivo tanto los restos de las fuentes no precintadas como los desechos que provienen de los trabajos efectuados con estas fuentes.

162. Los problemas que plantean los residuos radiactivos deben ser estudiados en función:

- a) de su estado físico (sólido, líquido, aerosol o gas);
- b) de sus características radiactivas y de su actividad específica.

163. 1) Los residuos radiactivos sólidos deberían clasificarse en residuos combustibles y no combustibles.

2) Los residuos combustibles deberían ser incinerados en un incinerador concebido especialmente para este fin y que impidiera en particular toda dispersión de la radiactividad.

3) Las cenizas procedentes de la incineración y todos los residuos no combustibles deben ser almacenados o eliminados, con objeto de evitar toda dispersión ulterior, de acuerdo con las instrucciones de la autoridad competente.

164. 1) Los residuos líquidos deberían ser separados teniendo en cuenta su actividad específica y la toxicidad de las sustancias radiactivas que contengan.

2) La evacuación de los residuos líquidos por el sistema de desagüe ordinario debería efectuarse de acuerdo con las instrucciones de la autoridad competente.

3) Los residuos líquidos que no puedan ser evacuados de acuerdo con el apartado 2) deben ser tratados por precipitación, concentración o cualquier otro método conforme a las instrucciones de la autoridad competente; las formas sólidas que puedan resultar del empleo de estos métodos deben ser tratadas entonces de acuerdo con el párrafo 163, 3).

165. 1) Los residuos radiactivos que se presentan en forma de aerosoles y en estado gaseoso deberán:

- a) ser dispersados, con o sin dilución, en la atmósfera si el peligro de irradiación que de ello resulte es inferior a la décima parte de los valores máximos permisibles mencionados en el párrafo 6; o bien
- b) ser filtrados de acuerdo con las instrucciones de la autoridad competente.

2) Los residuos sólidos que puedan resultar del filtrado habrán de tratarse de acuerdo con las disposiciones consignadas en el párrafo 163.

166. En el curso de las diversas manipulaciones, los residuos deberán ser recogidos en recipientes especiales apropiados, que serán almacenados de acuerdo con las disposiciones contenidas en los párrafos 155 a 159.

Precauciones que hay que tomar en caso de que cesen los trabajos realizados con fuentes no precintadas de sustancias radiactivas.

167. Cuando cualquier lugar de trabajo que forme parte de una instalación especializada deje de estar afectado a una operación que entrañe el almacenamiento o la utilización de fuentes no precintadas de sustancias radiactivas, dicho lugar no habrá de ser destinado para otros trabajos:

- a) a menos que el empleador haya informado por escrito a la autoridad competente dentro de los plazos fijados por ésta dando cuenta del nuevo uso que piensa hacerse de dicho lugar de trabajo; y
- b) hasta que el lugar de trabajo, las instalaciones y el material que haya de permanecer allí no hayan sido descontaminados hasta niveles aprobados por la autoridad competente.

168. Las instalaciones y el material de trabajo no deben ser utilizados o almacenados en una parte cualquiera del establecimiento industrial a menos que hayan sido descontaminados a satisfacción de la autoridad competente, pero habrán de ser considerados como residuos radiactivos y tratarse en conformidad con las disposiciones del párrafo 163.

169. En las instalaciones no especializadas, al cesar los trabajos deberá realizarse una descontaminación de acuerdo con las instrucciones de una persona calificada.

B. *Disposiciones especiales*

170. La construcción y las instalaciones de los lugares de trabajo de los tipos I, II y III, así como los métodos de trabajo utilizados en los mismos, habrán de satisfacer las disposiciones generales adecuadas contenidas en los párrafos 95 a 214.

Lugares de trabajo del tipo I.

171. En los lugares de trabajo del tipo I:

- a) las paredes y suelos deben ser lisos y habrán de mantenerse limpios;
- b) las superficies de trabajo, lisas e impermeables, deberán mantenerse libres de obstáculos.

172. La ventilación debe ser análoga a la de un laboratorio químico corriente.

173. El personal debe llevar ropas protectoras sencillas, por ejemplo, blusas del tipo utilizado en los laboratorios químicos o metalúrgicos.

174. El control de los lugares de trabajo habrá de efectuarse periódicamente para verificar la contaminación de las superficies.

175. El personal tendrá que llevar detectores individuales de irradiación externa y comprobar toda posible contaminación de las ropas o de las manos en caso de accidente.

176. Las fuentes de sustancias radiactivas tendrán que almacenarse en armarios dedicados a este uso y que ofrezcan una protección adecuada.

177. La simple desintegración de las sustancias cuyo período de semidesintegración sea corto o la dilución en un volumen adecuado deberían ser generalmente considerados suficientes para satisfacer las exigencias de la autoridad competente en materia de residuos radiactivos.

Lugares de trabajo del tipo II.

178. En los lugares de trabajo del tipo II:

- a) las paredes y los suelos deben estar provistos de revestimientos lisos e impermeables;
- b) el revestimiento de las superficies de trabajo debe adaptarse al género de operación que haya que efectuar.

179. La ventilación debe asegurar la evacuación de las sustancias peligrosas y evitar toda recirculación, así como, siempre que sea posible, la dispersión de la contaminación en las otras zonas ocupadas.

180. Para los trabajos acompañados de riesgos de polución atmosférica deberán utilizarse recintos de aspiración y, si es posible, recintos herméticamente cerrados.

181. Deberá estar prohibida la entrada a los lugares de trabajo a las personas no autorizadas.

182. Las ropas de protección deben consistir en blusas de cierre hermético, prendas de cabeza, calzado impermeable y guantes.

183. Deberán utilizarse aparatos de manejo y trasiego.

184. Las operaciones en que se utilicen soluciones radiactivas deberían efectuarse encima de cubetas apropiadas o sirviéndose de dos recipientes, uno de los cuales estuviera dentro del otro, con objeto de reducir las consecuencias de rupturas o escapes posibles.

185. Deberá efectuarse una inspección de los lugares de trabajo para verificar regularmente la irradiación externa y evaluar con frecuencia la contaminación de las superficies, así como la contaminación atmosférica.

186. 1) El personal debe llevar continuamente detectores individuales de irradiación externa.

2) La contaminación posible de las manos y de las ropas deberá comprobarse al final de cada período de trabajo.

187. El almacenamiento de las sustancias radiactivas deberá efectuarse en un local especial.

188. Los residuos radiactivos deberán ser colocados en recipientes especiales diferentes para los residuos sólidos y para los residuos líquidos.

189. Los residuos líquidos deberían ser divididos en dos clases:

- a) los de radiactividad específica débil, a saber, del orden de magnitud de la concentración máxima permisible para el agua potable, los cuales deberían ser tratados de acuerdo con las disposiciones contenidas en el párrafo 177;
- b) los de mayor actividad específica, que deberían ser tratados de manera especial.

Lugares de trabajo del tipo III.

190. Los lugares de trabajo del tipo III deberán estar reservados exclusivamente para las operaciones con sustancias radiactivas

y deberán estar completamente aislados de las otras zonas de trabajo.

191. Habrá de concederse una atención especial al revestimiento de las paredes y de los suelos con objeto de facilitar su descontaminación.

192. El revestimiento de las superficies de trabajo debe facilitar su descontaminación en función de los riesgos propios de las operaciones efectuadas.

193. La ventilación debe asegurar no sólo una renovación del aire de los locales, sino que será de tal naturaleza que impida toda recirculación; además, habrá de haber filtros convenientes que eviten la dispersión radiactiva en caso de contaminación accidental.

194. Los trabajos que representen riesgos de contaminación del aire deberán ser efectuados en recintos herméticamente cerrados mantenidos en depresión y provistos de filtros.

195. Las operaciones en que se utilicen soluciones radiactivas deben efectuarse teniendo en cuenta las disposiciones del párrafo 184.

196. 1) Deberá prohibirse el acceso a los lugares de trabajo a toda persona no autorizada.

2) El acceso de las personas autorizadas deberá estar sometido a condiciones especiales, como las indicadas en los párrafos 197 a 199.

197. Los vestuarios especiales deberán instalarse de manera que se evite toda contaminación de las ropas de calle.

198. 1) Deberán suministrarse ropas protectoras especiales.

2) Para los trabajos en zonas activas deberá reservarse un primer lote de ropas, identificables con absoluta claridad, que comprenda blusas de cierre hermético, prendas de cabeza, calzado impermeable y todos los accesorios necesarios.

50 PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES EN LA INDUSTRIA

21. En los trabajos que no entrañen riesgo de contaminación se podrá destinar un segundo lote de ropas que se distingua de las anteriores.

4) Las ropas de la primera clase deben lavarse por separado tomando todas las precauciones necesarias.

199. Cuando se puedan obtener concentraciones mayores que las máximas permisibles en el aire, deberán ponerse a disposición del personal equipos especiales (máscaras, capuchas, cascos, etc.).

200. La vigilancia de la irradiación de los lugares de trabajo debe incluir el control continuo de la contaminación del aire y, en caso de ser necesario, de la irradiación externa, así como una verificación regular de la contaminación de las superficies.

201. 1) El personal debe llevar continuamente detectores individuales de irradiación externa.

2) Siempre que se salga del recinto de trabajo deberá controlarse la contaminación de las manos y de las ropas.

202. El almacenamiento de las sustancias radiactivas debe hacerse exclusivamente en un lugar especialmente dedicado a ello y provisto de blindaje y ventilación apropiados, de acuerdo con las disposiciones de los párrafos 155 a 159.

203. Deberá concederse atención particular a los problemas que plantean los residuos radiactivos, los cuales deberán ser eliminados en conformidad con las disposiciones de los párrafos 160 a 166.

Disposiciones particulares para la aplicación de compuestos luminiscentes.

204. 1) La aplicación de compuestos luminiscentes, a mano o a máquina, sólo deberá efectuarse en lugares de trabajo cuyas características correspondan por lo menos a las del tipo II.

2) Sin embargo, las disposiciones relativas al revestimiento de las paredes y del suelo, al revestimiento de las superficies de

trabajo, a los sistemas de ventilación, a la prohibición de comer, beber, utilizar tabaco y cosméticos, al almacenamiento de fuentes y al tratamiento de residuos radiactivos deben estar de acuerdo con las disposiciones adecuadas concernientes a los lugares de trabajo del tipo III.

205. 1) Para aplicar compuestos luminiscentes deberán utilizarse, siempre que sea posible, recintos herméticamente cerrados.

2) En caso contrario, deberán proporcionarse y utilizarse ropas protectoras complementarias que comprendan delantales y baberos lavables de caucho o de cualquier otra materia impermeable.

3) Estas ropas complementarias deben limpiarse todos los días por vía húmeda.

206. Las operaciones en que se utilicen compuestos luminiscentes secos, por ejemplo, el llenado de tubos capilares, el trasiego o la pesada, deberían efectuarse solamente en el interior de recintos herméticos.

207. Los objetos a los que se hayan aplicado compuestos luminiscentes ya terminados, o que esperen el secado, no deberán acumularse en los bancos de trabajo o en sus proximidades, sino que deberán ser transportados frecuentemente y colocados en un lugar de almacenamiento que garantice una protección adecuada, de acuerdo con las disposiciones de los párrafos 155 a 159.

208. Toda estufa o recipiente que sirva para el secado de compuestos luminiscentes habrá de:

- a) encontrarse a por lo menos tres metros de distancia de todo lugar de trabajo;
- b) estar situado, siempre que sea posible, en un lugar cerrado;
- c) disponer de ventilación eficaz que asegure la evacuación al aire libre, a fin de evitar que los gases o vapores procedentes de la estufa o del recipiente puedan contaminar la atmósfera de las zonas ocupadas.

209. 1) Los instrumentos que sirvan para aplicar compuestos luminiscentes nunca deberán llevarse a la boca o ponerse en contacto con la piel.

2) No deberá aconsejarse el uso de pinceles para aplicar compuestos luminiscentes.

210. Deberán proporcionarse recipientes apropiados para contener compuestos luminiscentes al personal que manipule dichos compuestos, contruídos de manera que:

- a) limiten la irradiación beta y gamma;
- b) eviten la contaminación de las manos.

211. 1) Todo local de trabajo en el interior del cual estén empleadas personas que realicen operaciones en que se utilicen compuestos luminiscentes deberá ser examinado, por lo menos una vez cada mes, con rayos ultravioletados o por medio de un detector apropiado, con objeto de descubrir las zonas de contaminación radiactiva.

2) Estas zonas deberán limpiarse inmediatamente por vía húmeda.

212. Las máquinas que sirvan para aplicar compuestos luminiscentes deberán estar contruídas de modo que garanticen una protección adecuada.

213. Salvo que la operación se efectúe por vía húmeda o en el interior de un recinto hermético, nadie podrá:

- a) retirar residuos que contengan un compuesto luminiscente de los aplicadores o de otras herramientas;
- b) levantar un compuesto luminiscente de la superficie de cualquier objeto o de un tubo de vidrio;
- c) limpiar las partes contaminadas de las máquinas que sirvan para aplicar compuestos luminiscentes.

214. Los residuos radiactivos procedentes de trabajos de aplicación de compuestos luminiscentes deben ser tratados de acuerdo con las disposiciones contenidas en los párrafos 160 a 166.

ANEXO

**CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO
EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD Y DE LA TOXICIDAD
DE LOS NÚCLIDOS UTILIZADOS**

Radiotoxicidad relativa del núclido	Cantidad utilizada									
	$\leq 1 \mu\text{c}$	$10 \mu\text{c}$	$100 \mu\text{c}$	1 mc	10 mc	100 mc	1 c	10 c	$\geq 100 \text{ c}$	
Muy elevada										
Elevada										
Moderada										
Débil										

El diagrama permite determinar, dentro de la precisión que la complejidad del asunto consiente, el tipo de lugar de trabajo necesario para efectuar las operaciones normales. De acuerdo con la naturaleza de la operaciones, podrían aplicarse los siguientes factores de modificación:

Operación	Factor de modificación
Almacenamiento (soluciones madres)	× 100
Operaciones muy sencillas por vía húmeda	× 10
Operaciones normales	× 1
Operaciones complejas por vía húmeda en que existe el riesgo de que se viertan líquidos y operaciones sencillas por vía seca . .	× 0,1
Operaciones por vía seca y en que se levante polvo	× 0,01

ÍNDICE ALFABÉTICO ¹

A

Aceleradores lineales 68-70
Almacenamiento:
 De fuentes precintadas 61-64
 De fuentes no precintadas 155-159

B

Betatrones 68-70

C

Calibres de espesor:
 De fuente precintada 76-79
 De rayos X 93-94
Cambio de ocupación 31-32
Clasificación de los lugares de
 trabajo (fuentes no precintadas)
 97-104
Compuestos luminiscentes 204-214
 Máquinas 212
 Pinceles 210, 2)
 Recintos herméticos 205, 1), 207
 Ropas 205, 2), 3)
 Secado 208
 Recipientes 210
 Residuos radiactivos 214
Concentraciones máximas permi-
 sibles 6-7
Contaminación radiactiva:
 De la atmósfera 110, 112, 116,
 117, 180, 194
 De las paredes y suelos 111
 De las ropas 152
Control de la radiación 17-26,
 137-143

D

Definiciones 1
Descontaminación 144-154
Difracción de los rayos X:
 Cubierta de protección 88
 Irradiación de los dedos 90, 1)
 Pantallas 91-92
 Radiación de fuga 88
Dispositivos de protección 15
Dosis máximas permisibles 3-7
Duchas 127, 128, 2)

E

Eliminadores de electricidad está-
 tica 76-79
Enclavamiento 45, 73, 83
Exámenes médicos 27-30

F

Fuentes precintadas:
 Almacenamiento 61-64
 Cápsulas 54
 Identificación 53
 Manipulación 52
 Registro 55
 Rotura 58-60
 Transporte 65

G

Gammagrafía industrial 75
 Control a distancia 74, b)
 Radiación de fuga 74, a)
Generadores de haces de electrones
 68-70

¹ Los números se refieren a los párrafos.

H

Haz útil 12, 41

I

Instalaciones:

Cubierta protectora 74

En recinto 44-47

Sin recinto 48-51

Especializadas 102-103

No especializadas 104

Instrucción del personal 36

L

Lavabos 127, 128, 1)

Lesiones 154

Limitación de la irradiación 10-14

Límite de edad 16

Lugares de trabajo:

Del tipo I 171-177

Del tipo II 178-189

Del tipo III 190-203

M

Microscopios electrónicos 71-73

N

Notificación 8

O

Obturador 81, 2)

P

Pañuelos de papel 129, 130, d)

Paredes y suelos de los lugares de trabajo 111, 174, a), 178, a)

Persona competente 34

Protección colectiva 109-117

Protección individual 118-136

Protección respiratoria 112, 4), 134, 3)

R

Radiaciones parásitas 71-73

Radiografía industrial:

Cubierta protectora 80

Radiación de fuga 80

Obturador 81, 2)

Radioscopia industrial:

Espejos inclinados 84

Marcado de los objetos 87

Pantallas de radioscopia 84

Radiación de fuga 82

Recintos 83

Televisión 84

Vidrios al plomo 85

Rectificadores electrónicos 71-73

Registro de salud 35

Residuos radiactivos 160-166, 214

En forma de aerosoles o de gas 165

Líquidos 164

Sólidos 163

Ropas de protección 134-136, 152

S

Señales de peligro 39, 40, 65, 3), 105, 109, 2), 151, 3)

Sincrotrones 68-70

Sobreexposiciones 33, 37

Superficies de trabajo 114, 115, 171, b), 178, b), 192

Suspensión del trabajo 31-32

T

Toxicidad de las sustancias 13, 1), 99

Tubos de rayos catódicos 71-73

Tubos de rayos X: Cubierta protectora 67, 80, 82, 88

V

Ventilación 112, 117, 172, 179, 193

Vestuarios 136, 197

Z

Zonas controladas 5