

PERSPECTIVAS EN LOS ESTADOS UNIDOS

SEGURIDAD FISICA Y FUNCIONAL DE LAS FUENTES RADIATIVAS

POR GRETA JOY DICUS

El peor accidente ocurrido en una central nuclear de los Estados Unidos, el de Three Mile Island, que tuvo lugar en 1979, trajo como resultado la liberación de materiales radiactivos al medio ambiente. Sin embargo, ningún miembro del público estuvo expuesto a radiaciones superiores a los límites de dosis de radiación como consecuencia de este accidente. De hecho, en los Estados Unidos, ningún miembro del público ha estado nunca expuesto a dosis que sobrepasen los límites de dosis como resultado de la explotación de las 103 centrales nucleares autorizadas o de un accidente ocurrido en ellas. Lo mismo no puede afirmarse, sin embargo, de la experiencia operacional que se ha tenido en los Estados Unidos con las fuentes radiactivas autorizadas.

En los Estados Unidos, la experiencia en materia de explotación de fuentes radiactivas comprende contratiempos menores y también accidentes que provocaron radiolesiones o contaminación radiactiva. La irradiación, la radiografía industrial y la terapia médica son las principales aplicaciones en relación con las cuales se han producido accidentes graves.

Las fuentes radiactivas perdidas, robadas o abandonadas y que terminan en el medio público sin control, constituyen otra esfera de preocupación. En esos casos, existe la posibilidad de exposición a las radiaciones de miembros del público y de contaminación de bienes. Este aspecto de la seguridad radiológica operacional de las fuentes

radiactivas es el tema del presente artículo.

ALCANCE DEL PROBLEMA

A diferencia de las 103 centrales nucleares autorizadas en los Estados Unidos, hay unas 157 000 licencias que permiten el uso de materiales radiactivos sujetos a la Ley de Energía Atómica de los Estados Unidos, en su forma enmendada. De estas licencias se han concedido 22 000 para utilizar materiales autorizados con arreglo a licencias específicas. Las otras 135 000 autorizan el uso de materiales radiactivos contenidos en dispositivos, tales como medidores nucleares de medición o letreros de autolumínicos, con arreglo a licencias generales. Alrededor de 1,8 millones de dispositivos que contienen fuentes radiactivas han sido distribuidos en virtud de licencias generales. Otros tipos de dispositivos que contienen materiales radiactivos --como, por ejemplo, relojes autofosforescentes y detectores de humo por ionización-- pueden distribuirse bajo licencia a personas exentas de la concesión de autorización. Estos dispositivos contienen pequeñas cantidades de material radiactivo y no se tratan en el presente trabajo.

La Ley de Energía Atómica de los Estados Unidos, en su forma enmendada, no abarca todos los materiales radiactivos. Las fuentes de radio están excluidas de la Ley, ya que son fuentes radiactivas utilizadas por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE).

La Ley estipula que los estados concierten acuerdos con la

Comisión de Reglamentación Nuclear (NRC) de los Estados Unidos, en virtud de los cuales se regule y se otorgue licencias a los usuarios de materiales radiactivos. Treinta estados han concertado acuerdos de ese tipo, que reglamentan y autorizan a unas dos terceras partes de los usuarios de materiales radiactivos con licencia. El personal de la NRC reúne, analiza y comunica información sobre incidentes y sucesos que ocurren dentro de la jurisdicción de la NRC y de los estados partes en esos acuerdos.

Todos los años, la NRC recibe unas 200 declaraciones de fuentes y dispositivos radiactivos perdidos, robados o abandonados. Es importante señalar que esas declaraciones se reciben solamente cuando los titulares de las licencias recuerdan que tienen una fuente, saben que está perdida o fue robada, saben que existe un requisito que estipula la declaración de pérdida o robo, y hacen esa declaración.

CONSECUENCIAS NOTIFICADAS

En algunos casos, el descontrol de las fuentes radiactivas ha provocado sobreexposiciones a las radiaciones entre miembros del público que desconocían esa circunstancia. Por ejemplo, en 1979, una fuente

La Sra. Dicus es Presidenta de la Comisión de Reglamentación Nuclear (NRC) de los Estados Unidos, en Washington, D.C. Estamos muy agradecidos por la colaboración prestada por el personal de la NRC en la preparación del artículo. Pueden solicitarse referencias completas a la autora.

radiográfica industrial, sin blindaje, de iridio 192 de 1 GBq (28 Ci), fue dejada accidentalmente en un centro de trabajo de carácter temporal en California. Un trabajador, que no sabía lo que era, la recogió y se la puso en uno de los bolsillos de sus pantalones. La dosis que recibió en la región glútea fue superior a los 200 Sv (20 000 rem). En 1992, una fuente de braquiterapia de iridio 192 de 0,14 GBq (3,7 Ci), fue desconectada, de manera accidental, del cable que la unía a un equipo de carga diferida mientras se le colocaba a un paciente. Con el tiempo, la fuente fue extraída del paciente junto con los vendajes quirúrgicos. Los vendajes desechados que contenían la fuente fueron enviados a una instalación de disposición final, donde ordinariamente se realizaban actividades de vigilancia radiológica de los desechos que recibía. Se detectó la radiación de la fuente y, de esa forma, fue descubierta. El paciente falleció debido a las complicaciones provocadas por la sobredosis y 90 miembros del público quedaron accidentalmente expuestos a la fuente.

En 1996, fueron robados algunos dispositivos radiográficos industriales, que fueron vendidos como residuos metálicos. Durante el traslado de los dispositivos, una fuente de cobalto 60 de 1,5 GBq (40Ci) fue extraída de uno de los dispositivos y cayó al suelo, cerca de las oficinas de una instalación de transformación de residuos metálicos. En la instalación, los trabajadores y clientes quedaron expuestos a la fuente, al igual que las autoridades encargadas de hacer cumplir las leyes, quienes investigaban el robo que provocó que estos individuos recibieran dosis corporales de hasta 0,1 Sv (10 rem). Un trabajador que manipulaba la fuente estuvo sometido a sobreexposición en una de sus extremidades.

También se han producido daños materiales en forma de contaminación radiactiva, la que se ha

Fusiones accidentales de materiales radiactivos en los EE.UU.

Año	Metal	Lugar	Isótopo	Actividad (GBq)
varios	oro	varios	Pb-210, Bi-210	desconocida
			Po-210	
1983	acero	Auburn Steel, NY	Co-60	930
1983	oro	desconocido, NY	Am-241	desconocida
1984	acero	U.S.Pipe & Foundry, AL	Cs-137	0,37-1,9
1985	acero	Tamco, CA	Cs-137	56
1987	acero	Florida Steel, FL	Cs-137	0,93
1987	aluminio	United Technology, IN	Ra-226	0,74
1988	plomo	ALCO Pacific, CA	Cs-137	0,74-0,93
1988	cobre	Warrington, MO	acelerador	desconocida
1989	acero	Bayou Steel, LA	Cs-137	19
1989	acero	Cytemp, PA	Th	desconocida
1990	acero	NUCOR Steel, UT	Cs-137	desconocida
1991	aluminio	Alcan Recycling, TN	Th	desconocida
1992	acero	Newport Steel, KY	Cs-137	12
1992	aluminio	Reynolds, VA	Ra-226	desconocida
1992	acero	Border Steel, TX	Cs-137	4,6-7,4
1992	acero	Keystone Wire, IL	Cs-137	desconocida
1993	acero	Auburn Steel, NY	Cs-137	37
1993	acero	Newport Steel, KY	Cs-137	7,4
1993	acero	Chaparral Steel, TX	Cs-137	desconocida
1993	cinc	Southern Zinc, GA	U empobrecido	desconocida
1993	acero	Florida Steel, FL	Cs-137	desconocida
1994	acero	Austeel Lemont, IL	Cs-137	0,074
1994	acero	US Pipe & Foundry, CA	Cs-137	desconocida
1996	aluminio	Bluegrass Recycling, KY	Th-232	desconocida
1997	aluminio	White Salvage Co., TN	Am-241	desconocida
1997	acero	WCI, OH	Co-60	0,9(?)
1997	acero	Kentucky Electric, KY	Cs-137	1,3
1997	acero	Birmingham Steel, AL	Cs-137/Am 241	7Bq/g
1997	acero	Bethlehem Steel, IN	Co-60	0,2
1998	aluminio	Southern Aluminum, AL	Th	desconocida

Nota: El cuadro se preparó a partir de la base de datos elaborada por James Yusko, CHP, Pensilvania, Dpto. de Protección Ambiental, 400 Waterfront Drive, Pittsburgh, PA, 15222-4745, EE.UU.

convertido en una preocupación especial para la industria de reciclado de residuos metálicos de los Estados Unidos cuando las fuentes radiactivas perdidas, robadas o abandonadas se mezclan con los residuos metálicos destinados al reciclado. Desde 1983, en las acerías estadounidenses se han fundido, por casualidad, fuentes radiactivas en veinte ocasiones. En instalaciones que fundieron residuos de aluminio, cobre, oro, cinc o plomo se fundieron, por accidente, fuentes radiactivas en otras once ocasiones. (Véase el cuadro de esta página.) Aunque la exposición a las radiaciones de los trabajadores de las acerías y del público ha sido, hasta ahora, baja e inferior a los límites reglamentarios, las repercusiones financieras han sido grandes, debido a los gastos incurridos en la descontaminación, la disposición final de los desechos, y a los ingresos perdidos

durante el paro temporal de la acería. Las acerías estadounidenses han incurrido en gastos que promedian entre 8 y 10 millones de dólares de los Estados Unidos como resultado de estos sucesos y, en uno de los casos, el costo ascendió a 23 millones de dólares.

INICIATIVAS Y PREOCUPACIONES

La respuesta de la industria de reciclado de metales estadounidense ha sido multifacética. Con la ayuda del personal de la NRC, las organizaciones comerciales del ramo elaboraron, y después publicaron, materiales didácticos en forma de folletos informativos y recomendaron procedimientos a sus miembros. Muchas instalaciones de reciclado de residuos metálicos y plantas de fabricación de metales han colocado un cartel de advertencia, publicado por la NRC, para

**Fuentes radiactivas sin blindaje
que terminaron en el medio público estadounidense**

Año	Lugar	Isótopo	Cantidad (GBq)
1992	Emplaz.evac.desechos, Ohio	Ir-192	150
1994	Dep.de chatarra, Kentucky	Cs-137	7,4
1994	Dep.de chatarra, Illinois	Cs-137	14
1996	Dep.de chatarra, California	Cs-137	0,37
1996	Dep.de chatarra, Texas	Ir-192	1500
1996	Incinerador, Nueva York	Cs-137	2,8
1996	Fundición, Alabama	No identificado	
1996	Dep.de chatarra, W.Virginia.	No identificado	
1997	Acería, Ohio	Cs-137	19
1997	Terr.en const., Pensilvania	Cs-137	0,22
1997	Dep.de chatarra, Pensilvania	Am-241	3,7
1998	Dep.de chatarra, Florida	Am-241/Cs-137	1,5/0,3
1999	Carretera, Tennessee	Cs-137	0,3



Fuente de cesio 137, sin blindaje, que se halló enterrada bajo gravilla en un depósito de chatarra, en Illinois. La escala está en pulgadas.

informar a sus trabajadores acerca del problema.

La medida protectora más generalizada adoptada por el ramo ha sido la de instalar sistemas de vigilancia radiológica en las fábricas de metales y en las instalaciones de transformación de residuos, con el fin de detectar fuentes radiactivas que puedan estar presentes en las expediciones de residuos metálicos que reciben. Estos sistemas son avanzados en materia de diseño, muy sensibles, y, por consiguiente, costosos; desde 1983, han podido identificar más de 400 fuentes radiactivas, o dispositivos que contenían fuentes radiactivas, en residuos metálicos de los Estados Unidos, y más de la mitad de los casos detectados se produjo en los últimos cinco años.

La industria de reciclado de metales dispone de una asombrosa diversidad de equipo comercial de detección de radiaciones. En 1996, la Steel Manufacturers Association, asociación mercantil que representa a muchos de los fabricantes de acero de los Estados Unidos, promovió la realización de ensayos sobre el terreno con el equipo comercialmente disponible. Los explotadores de las instalaciones que manipulan o se encargan de la disposición final de desechos no radiactivos también realizan una amplia vigilancia radiológica, ya que sus instalaciones no están autorizadas a

evacuar los materiales radiactivos utilizados bajo licencia. Mediante sus programas de vigilancia, se han encontrado ocasionalmente fuentes radiactivas mezcladas en las expediciones de desechos que reciben.

Desde 1992, en los Estados Unidos se ha notificado el descubrimiento de fuentes radiactivas sin blindaje en trece ocasiones. (Véase el cuadro y la foto de esta página.) Las fuentes sin blindaje tienen más posibilidades de provocar exposición a las radiaciones. Además, como ya no están protegidas por el blindaje, son más susceptibles al daño físico que puede ocasionar la rotura de la contención y la liberación del material radiactivo. En algunos casos, no es posible realizar la reconstrucción de la dosis debido a que se desconocen los antecedentes de la fuente y su paradero antes del descubrimiento.

Otra preocupación de la industria de reciclado de metales surge después que las fuentes radiactivas se descubren en los residuos metálicos, estas fuentes suelen denominarse "fuentes huérfanas", las cuales, cuando son encontradas, pasan a ser responsabilidad de la persona que las encuentra, quien, en primer lugar, no quiere la fuente y probablemente no está dispuesta a tomar posesión de ella. Sin embargo, en otras ocasiones se ha seguido la práctica de pedir a esas personas que

temporalmente garanticen la fuente, a menudo, con la ayuda de expertos calificados. En algunos casos, las marcas de los fabricantes que aparecen en el dispositivo o la fuente misma permiten identificar al titular de la licencia inicial para devolverla, posiblemente, a él o al fabricante. En otros casos, ello no es posible, y debe hacerse su traslado a un receptor que esté dispuesto a aceptarla o debe enviarse a una instalación de disposición final. Desde luego, estas actividades tienen costos asociados.

Este arreglo no es satisfactorio y se han adoptado medidas para remediar en parte la situación. La Conferencia de Directores de Programas de Control de las Radiaciones, Inc. --organización que representa a los programas, del sector público, de control de las radiaciones y que tiene el apoyo del Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA) y de la NRC-- investiga la viabilidad de ejecutar un programa oficial para recuperar fuentes huérfanas y disponer su previsible disposición final. El DOE elabora un programa que permitirá trasladarles ciertas fuentes transuránicas.

En los casos en que una fuente huérfana constituya una amenaza inmediata para la salud y la seguridad públicas y no pueda encontrarse a la parte a quien corresponde encargarse de ella,

el DOE recuperará y garantizará la fuente a solicitud de la NRC. La NRC y el DOE firmaron un Memorando de Entendimiento para esas solicitudes.

En diez ocasiones, se han encontrado productos contaminados por radiactividad, que han sido importados en los Estados Unidos. (Véase el cuadro de esta página.) En la mayoría de estos casos, las fuentes de contaminación han sido, probablemente, fuentes radiactivas que se mezclaron con materias primas utilizadas para fabricar los productos. Aunque ninguno de estos casos provocó exposiciones del público importantes en los Estados Unidos, su inesperada aparición en el mercado puede despertar inquietudes acerca de la eficacia de los programas de reglamentación para asegurar la seguridad funcional y física de las fuentes de radiación.

MEDIDAS REGLAMENTARIAS

En los Estados Unidos, la gran mayoría de los dispositivos radiactivos se utiliza en virtud de licencias generales. El sólido diseño de estos dispositivos es una de sus características esenciales, lo que permite que las personas los utilicen con un mínimo de capacitación en materia de seguridad radiológica. Los titulares de licencias generales no tienen que solicitar una licencia porque así está estipulado en los reglamentos. El concepto de que los titulares de licencias generales mantendrán el control y la contabilidad de los dispositivos y efectuarán la debida disposición final de éstos es inherente al programa de licencias generales. Debido al sólido diseño de los dispositivos, no existe un programa de inspecciones ordinarias ni otro mecanismo reglamentario para establecer periódicamente contacto con los titulares de licencias generales. No sorprende que a falta de esos contactos, algunos programas de titulares de licencias generales se hayan dete-

riorado. Las etiquetas y los letreros de advertencia se han borrado como resultado de su exposición a entornos desfavorables o de un mantenimiento inadecuado.

Como el personal conocedor de los dispositivos se jubiló, fue despedido o, por cualquier otra razón, abandonó el empleo de los titulares de licencias, la consecuencia previsible es que algunos de estos dispositivos terminarán en el medio público sin fiscalización, ya que suelen desecharse junto con los residuos metálicos.

En 1992, la NRC aprobó la creación de un Grupo de Trabajo estatal que se encargaría de determinar el problema y de formular recomendaciones a fin de someterlas a la decisión de la Comisión. En 1998, en respuesta al informe del Grupo, la Comisión orientó que se emprendiera la normalización y se adoptaran otras medidas dirigidas, entre otras cosas, a establecer más contactos ordinarios con determinados titulares de licencias generales, para recordarles que son los responsables de la contabilidad, el control y la adecuada disposición final del material autorizado. En la aplicación del reglamento fundamentado en los riesgos, la selección de los titulares de licencias generales que quedarían sujetos a la regla, se basó en el examen de los radisótopos que se utilizaban, sus cantidades, y en la posibilidad de exposición del personal o de contaminación de bienes. (Véase el cuadro de esta página.)

Un aspecto importante que debe señalarse es que la Comisión no pudiera haber justificado la adopción de esta decisión --que tiene repercusiones fiscales y de dotación de personal--, si no se hubieran reunido y analizado datos operacionales para sustentarla.

CONSECUENCIAS DE LAS RESPUESTAS PARA CASOS DE EMERGENCIA

Cuando se producen emergencias radiológicas graves, las exigencias

Productos contaminados por radiactividad importados en los EE.UU.

Producto	Contaminante	Año encontrado	Origen
Acero y hierro	Co-60	1984	México
Acero	Co-60	1984	Taiwan, China
Acero	Co-60	1985	Brasil
Acero	Co-60	1988	Italia
Acero	Co-60	1991	India
Fósforo ferroso	Co-60	1993	Kazajstán
Acero	Co-60	1994	Bulgaria
Polvo de hornos	Cs-137	1995	Canadá
Plomo	Pb-210	1996	Brasil
Acero	Bi-210, Po-210	1998	Brasil

Isótopos y cantidades seleccionadas para aumentar la fiscalización reglamentaria (en dispositivos con licencia general de EE.UU.)

Isótopos	Cantidad (MBq)
Cs-137	370
Co-60	37
Sr-90	3,7
Transuránicos	37

sobre las autoridades locales, estatales y nacionales encargadas de hacerles frente pueden ser abrumadoras; en esos casos, es indispensable que se hayan concertado acuerdos de asistencia entre organismos y gobiernos. Es menester realizar ejercicios periódicos para familiarizar a esas autoridades con el plan y con las responsabilidades y recursos de cada cual, y para identificar las deficiencias del plan. Las respuestas a emergencias provocadas por la pérdida o el robo de materiales radiactivos o el descubrimiento de fuentes radiactivas que han terminado en el medio público, plantean problemas de respuesta muy diferentes de los que se encaran cuando se responde a emergencias debidas a sucesos ocurridos en reactores nucleares.

En reconocimiento de lo anterior, los organismos federales de los Estados Unidos, encabezados por el EPA y la NRC, iniciaron, en 1997, ejercicios de respuesta a emergencias relacionadas con fuentes radiactivas. Estos ejercicios se realizaron con arreglo al Plan federal de respuesta a emergencias radiológicas de los Estados Unidos (FRERP) y el Plan nacional para situaciones de emergencia, junto con otros



Arriba: Las etiquetas y las advertencias están borradas en esta sonda nuclear que contiene cesio (objeto de forma hemisférica en el centro). Fue encontrado en una acería de Arkansas, EE.UU., en una expedición de residuos metálicos recibida. Otras fotos: En un ejercicio de respuesta a emergencias realizado, en 1999, en Carolina del Norte, EE.UU., se simuló la trituración de una fuente radiactiva en una planta de transformación de chatarra, donde se trituran residuos ferrosos (centro izq.). Se simuló un suceso real acaecido, en 1998, en el que se trituró igualmente una fuente de americio 241, en Pensilvania, EE.UU. En el ejercicio participaron personal de protección radiológica del estado (izq.), autoridades del gobierno local encargadas de materiales peligrosos, así como cuadrillas y vehículos estatales de respuesta a emergencias radiológicas (arriba). (Cortesía: NRC)

organismos federales, gobiernos estatales y locales, y con el apoyo del sector privado.

Se han realizado dos ejercicios, el primero, en 1997, y el segundo, en 1999. En los dos se hicieron ejercicios "teóricos" y de campo. En el primer ejercicio se simuló el descubrimiento de una gran fuente gamma, sin blindaje, que se encontraba en una instalación municipal de disposición final de desechos. El segundo ejercicio tuvo lugar en una instalación de transformación de residuos metálicos, y en él se simuló que un equipo de transformación de estos residuos había ocasionado la rotura de una fuente de americio 241 y la consiguiente contaminación del equipo y un trabajador.

En 1998, se publicaron los logros obtenidos en el primer ejercicio, y las recomendaciones resultantes. En estos momentos, se prepara un informe sobre el segundo. Una de las principales conclusiones a que se llegó con los ejercicios fue que era menester realizar otros en diferentes regiones del país. Al comprometer a las partes principales para que respondan a esas emergencias, los ejercicios amplían los conocimientos sobre el problema, y familiarizan a las autoridades encargadas de hacer frente a las emergencias con las responsabilidades y los recursos de cada cual, lo que debe aumentar la calidad de sus respuestas en emergencias verdaderas. Los recursos federales de los Estados Unidos a los que se puede recurrir incluyen un reconocimiento aéreo radiológico que puede ayudar a localizar fuentes perdidas o robadas y equipo especializado para la recuperación de fuentes.

En 1998, el FRERP fue activado y se utilizaron esos recursos para responder al robo de 19 fuentes braquiterápicas de cesio 137, ocurrido en un hospital de Carolina del Norte. En las actividades de respuesta para apoyar al estado, la instancia federal

realizó búsquedas de vigilancia radiológica, aéreas y terrestres, organizadas por el DOE, y coordinó las actividades con la Oficina Federal de Investigaciones en relación con la investigación del delito. Aunque las fuentes no se han recuperado, se adoptaron medidas para descartar las situaciones que presenten la mayor probabilidad de exposiciones potenciales del público.

ESTRECHA FISCALIZACION

La NRC tiene más de cuarenta años de experiencia en materia de fiscalización reglamentaria del uso de las fuentes radiactivas. Su experiencia con la seguridad física y la seguridad funcional de las fuentes radiactivas ratifica el principio de que es necesario disponer de un programa nacional de reglamentación eficaz para fiscalizar el uso de fuentes de radiación.

El programa de la NRC de examen y análisis de los informes sobre pérdidas, robos, abandonos y descubrimientos de fuentes radiactivas y de otras informaciones relacionadas con lo anterior, ayudó a identificar y caracterizar un problema con la seguridad funcional y la seguridad física de fuentes radiactivas de dispositivos utilizados con arreglo a un programa de licencias generales.

En respuesta a lo anterior, la NRC aprobó un plan de personal para realizar, conjuntamente con los estados partes en el acuerdo, un examen centrado en el problema y formular recomendaciones para la adopción de medidas. El examen fue realizado en reuniones abiertas, anunciadas públicamente, y a las que asistieron, en calidad de invitadas, las partes directamente comprometidas, es decir, personas y organizaciones involucradas o interesadas en el problema y en las posibles soluciones de reglamentación.

El Grupo de Trabajo recomendó a la NRC que: 1) incrementara la frecuencia de los contactos

con sus titulares de licencias generales y 2) incorporara un enfoque fundamentado en los riesgos, que se centrara en los dispositivos que se explotan, en virtud de licencias generales, que ofrecen las mayores posibilidades de causar la exposición del público o la contaminación de bienes en caso de pérdida, robo o abandono.

La Comisión estuvo de acuerdo con la recomendación relativa al enfoque fundamentado en los riesgos y orientó a su personal que iniciara la elaboración de reglas y otros cambios dirigidos a abordar el problema, haciendo un uso efectivo y eficaz de los limitados recursos de la NRC.

Asimismo, reconociendo que en las situaciones de pérdida, robo o abandono de fuentes radiactivas pueden producirse graves exposiciones radiológicas o contaminación radiactiva de bienes, el personal de la NRC y la EPA ha iniciado ejercicios de respuesta a emergencias que se centran en esta clase de sucesos.

En resumen, en los Estados Unidos de América se utiliza un gran número de dispositivos radiactivos que han tenido un comportamiento muy bueno en materia de seguridad a través del tiempo. Cuando son utilizados debidamente por personal capacitado junto con una fiscalización reglamentaria eficaz, los diversos usos de las fuentes radiactivas resultan inocuos y proporcionan beneficios netos a la sociedad.

Si ocurren problemas como sobreexposiciones o contaminación de bienes, es indispensable que sean rápidamente notificados a la autoridad reguladora. Si es necesario, pueden adoptarse las correspondientes medidas de respuesta a emergencias, y analizarse los problemas: de esa forma, pueden activarse medidas reglamentarias fundamentadas en los riesgos y efectivas para asegurar la seguridad física y la seguridad funcional permanentes de las fuentes radiactivas. □