

Guía de Seguridad 6.2

Programa de protección radiológica aplicable al transporte de materiales radiactivos

Madrid, 18 de diciembre de 2002

© Copyright Consejo de Seguridad Nuclear, 2003

Publicado y distribuido por:
Consejo de Seguridad Nuclear
Justo Dorado, 11. 28040 Madrid
<http://www.csn.es>
peticiones@csn.es

Imprime: Neografis, S. L.
Pol. Ind. San José de Valderas I
C/ Vidrio, 12-14. 28918 Leganés (Madrid)

ISBN: 84-95341-39-5
Depósito legal: M. 17.576-2003



Impreso en papel reciclado

Índice

1 Introducción	7
1.1 Objeto	7
1.2 Ámbito de aplicación	7
2 Requisitos generales	8
3 Contenido del programa de protección radiológica	9
3.1 Alcance	10
3.2 Organización y responsabilidades	10
3.3 Evaluación de la dosis, vigilancia radiológica y optimización	14
3.3.1 Evaluación de dosis	14
3.3.2 Análisis de dosis	14
3.3.3 Programas de vigilancia radiológica	18
3.3.3.1 Vigilancia de la radiación en el ambiente de trabajo	18
3.3.3.2 Vigilancia de la contaminación superficial	19
3.3.3.3 Vigilancia del personal	20
3.3.4 Límites de dosis y optimización	21
3.4 Segregación y otras medidas de protección	23
3.5 Respuesta en emergencias	24
3.6 Formación del personal	25
Anexo I	29
Ejemplos de dosis colectiva por Índice de Transporte	
Anexo II	31
Ejemplos de cálculos de distancias de segregación	
Anexo III	35
Lista de comprobación para conductores de vehículos por carretera	
Apéndice	37
Caso práctico abreviado	
Definiciones	43
Referencias bibliográficas	44

Prólogo

El *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos* del OIEA, edición de 1996 (revisada) N° TS-R-1 (ST-1, revisada), en el que se basa la reglamentación para los distintos modos de transporte, requiere explícitamente que se establezca un Programa de Protección Radiológica (PPR) para el transporte de materiales radiactivos, el cual debe estar a disposición de la autoridad competente, cuando así se solicite, con fines de inspección.

Por parte del Consejo de Seguridad Nuclear se ha desarrollado la presente guía con el objeto de facilitar a los titulares de las empresas implicadas en actividades de transporte de materiales radiactivos (expedidores, transportistas y receptores) la elaboración de un PPR.

La guía presenta la estructura y los elementos básicos que deberían estar contenidos en un PPR aplicable a las actividades de transporte de materiales radiactivos. Además, se adjunta un ejemplo práctico abreviado de un PPR para una empresa transportista por carretera.

Queda fuera del ámbito de aplicación de esta guía el riesgo de criticidad en el transporte de bultos de sustancias fisionables.

1. Introducción

1.1 Objeto

La presente guía tiene por objeto servir de ayuda en la elaboración del Programa de Protección Radiológica (PPR) que debe establecerse para el transporte de materiales radiactivos y tenerse a disposición de la autoridad competente, de acuerdo a lo requerido por la reglamentación aplicable en España al transporte, basada para la materia radiactiva en el *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos* del OIEA [1].

1.2 Ámbito de aplicación

Esta guía es aplicable a todas aquellas empresas que intervengan en cualesquiera de las actividades relacionadas con el transporte de materiales radiactivos que impliquen una exposición a las radiaciones ionizantes, tales como expedidores, transportistas o receptores.

No obstante, el contenido de la guía irá fundamentalmente enfocado a las empresas transportistas porque, hasta el momento, las diferentes reglamentaciones aplicables no han requerido que dispusieran de un documento que recogiera las normas, medidas o procedimientos de protección radiológica aplicables a sus actividades.

En cuanto a los expedidores y receptores, todos ellos titulares de instalaciones radiactivas o nucleares, el *Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas* [2] requiere que dispongan de un reglamento de funcionamiento o un manual de protección radiológica, en los que deben estar considerados los aspectos básicos definidos para un PPR. No obstante, es recomendable que los titulares de estas actividades lleven a cabo una revisión de esos documentos para confirmar que cubren suficientemente la actividad de transporte y, en su caso, adaptarlos de acuerdo a lo recogido en esta guía.

Queda fuera del ámbito de aplicación del PPR y por tanto de esta guía el riesgo de criticidad en el transporte de bultos de sustancias fisiónables.

2. Requisitos generales

El transporte de materiales radiactivos, como actividad con riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes, se debe ajustar a los requisitos contenidos en el *Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes* (RPSRI) [3].

Uno de los objetivos de este Reglamento es, una vez justificada la práctica, la optimización de la protección radiológica de las actividades que conlleva esa práctica, de manera que las dosis individuales, el número de personas expuestas a la radiación y la probabilidad de que se produzcan exposiciones accidentales, se mantengan en el nivel más bajo que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales (objetivo ALARA) y siempre que no se superen los límites de dosis individuales para los trabajadores expuestos y público en general, según establece el PPR.

En este sentido, el PPR constituye el documento en el que quedarán establecidos, de una manera sistemática y estructurada, las medidas y controles a aplicar a las actividades relacionadas con el transporte del material radiactivo para garantizar el cumplimiento de este objetivo.

El PPR deberá cubrir todos los aspectos del transporte, asociados a las condiciones normales o rutinarias y a las situaciones incidentales o de accidente, pero debe ponerse mayor énfasis en aquellas operaciones que puedan implicar mayor riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes (ej.: preparación de un bulto, carga y descarga, manipulación, almacenamiento en tránsito y movimientos de bultos).

La naturaleza y extensión del PPR y de las medidas contenidas en él estarán en proporción con la magnitud y probabilidad de los riesgos radiológicos y por tanto con el tipo y cantidad de bultos que se manipulen.

Los objetivos fundamentales de un PPR deben ser:

- Establecer las medidas y controles adecuados para garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el *Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes*, y
- Mejorar la implantación de la cultura de seguridad de la empresa.

3. Contenido del programa de protección radiológica

Un PPR aplicable al transporte de material radiactivo debe contener los siguientes elementos: el alcance, las responsabilidades, la evaluación de las dosis, su optimización y la vigilancia radiológica, las medidas de segregación y otras medidas de protección, la respuesta ante las emergencias y la formación del personal.

La importancia y extensión con que se han de tratar estos elementos dentro de cada PPR, dependerá de cuestiones tales como: la tasa de dosis, el contenido de material radiactivo, el número de bultos transportados anualmente, el tipo de operaciones y el acceso del público a los bultos.

Las dosis que reciban los trabajadores puede servir como criterio para decidir cuales de estos elementos sería necesario considerar en el PPR.

En la tabla 1 se muestra un ejemplo sobre la extensión de los diferentes elementos del PPR en función de la dosis ocupacional.

Tabla 1

Elemento del PPR	Dosis ocupacional (D)		
	$D \leq 1 \text{ mSv/año}$	$1 > D \leq 6 \text{ mSv/año}$	$D > 6 \text{ mSv/año}$
Alcance	Sí	Sí	Sí
Responsabilidades	Sí	Sí	Sí
Evaluación de dosis	No	Individual o	Individual
		Lugar de trabajo	Obligatorio
Optimización de dosis	Sí, básico	Sí	Sí
Segregación y otras medidas de PR *	Solo aplicable para categorías II-amarilla y III-amarilla		
Respuesta en emergencias	Sí	Sí	Sí
Formación	Sí	Sí	Sí

* Sólo debe considerarse en cuanto a la protección radiológica, el riesgo de criticidad queda al margen del PPR.

Como se puede observar las diferentes categorías de dosis ocupacional están directamente relacionadas con los criterios de clasificación establecidos en el RPSRI para los trabajadores expuestos y miembros del público.

3.1 Alcance

En este punto se establecerá el campo de aplicación del PPR, para lo que se definirán el tipo de transportes que se llevarán a cabo (tipos y categorías de bultos y naturaleza de los materiales radiactivos), las condiciones de transporte (uso exclusivo o no), el tipo de operaciones y los riesgos a que se verán expuestos los trabajadores y su clasificación de acuerdo a la reglamentación aplicable sobre protección radiológica.

También pueden incluirse valoraciones cuantitativas aproximadas, como la cantidad anual de bultos según su categoría, la duración de las diferentes operaciones o las distancias medias desde las personas a los bultos durante las operaciones, de manera que se aprecie en una primera fase el riesgo radiológico de las actividades cubiertas por el PPR y se justifique la clasificación del personal y las medidas de protección y de vigilancia radiológica necesarias para alcanzar los objetivos de protección radiológica.

3.2 Organización y responsabilidades

Se deberá definir la organización de la empresa en relación con las actividades de transporte y la protección radiológica de manera que quede establecida la línea inequívoca de autoridad y responsabilidad.

Para cada puesto de trabajo quedarán perfectamente definidas las funciones y responsabilidades, así como las prohibiciones que afecten a los mismos. En base a las actividades que se desarrollen en los distintos puestos de trabajo se indicará su clasificación, de acuerdo al *Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes*.

En el caso de que como consecuencia de las actividades de las empresas transportistas se efectuaran trabajos en zona controlada de las instalaciones de los expedidores o re-

ceptores, se deberá dar cumplimiento con lo establecido en el Real Decreto 413/1997 de 21 de marzo sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada, y demás reglamentación aplicable.

A continuación se resumen las responsabilidades que aplicarían a los distintos estamentos dentro de la organización:

- **Dirección de la empresa**

La responsabilidad básica de la dirección será implantar de manera realista una cultura de seguridad a todos los niveles de la empresa que tengan relación con el transporte de material radiactivo; dentro de ello y de forma mas concreta debería:

1. Definir y documentar los objetivos de seguridad y protección, que deben incluirse en el PPR para optimizar la protección radiológica.
2. Dotar de la infraestructura y medios necesarios para cumplir las disposiciones reglamentarias y los objetivos de protección radiológica establecidos en el PPR (instalaciones, personal cualificado, equipos, formación, etc.).
3. Establecer la estructura de la organización en la que queden claramente definidas las funciones y responsabilidades en cada puesto de trabajo y que sea la más adecuada para conseguir el objetivo ALARA.
4. Implantar programas de formación continuada de los trabajadores.
5. Definir los mecanismos de relación con los trabajadores y con la autoridad competente.
6. Exigir el cumplimiento de los objetivos de protección radiológica.
7. Cooperar con otras organizaciones implicadas en las operaciones de transporte.

• **Responsable de Protección Radiológica (PR)**

Todos los temas relacionados con la protección radiológica deben ser dirigidos y supervisados por un experto en protección radiológica.

Los expedidores y receptores, por ser instalación nuclear o radiactiva, tendrán definida esta figura claramente en la reglamentación aplicable. Así podrán disponer de un jefe de Servicio de Protección Radiológica o de un supervisor. Obviamente estas figuras asumirán las responsabilidades en relación con la protección radiológica de las actividades de transporte.

Sin embargo, en el caso de las empresas transportistas, que no dispongan de estas instalaciones, ninguna reglamentación establece qué figura debe adoptar el responsable de protección radiológica. No obstante, considerando las funciones que deberá tener, se recomienda que esta persona, al menos, tenga una formación mínima demostrable que se corresponda con el contenido del módulo IA (áreas básicas) de los programas de formación definidos en la Guía de Seguridad 5.12 del CSN [4].

En cualquier caso las funciones básicas del responsable de protección radiológica serán:

1. Establecer y aplicar el PPR.
2. Preparar los procedimientos administrativos y operacionales necesarios.
3. Controlar la vigilancia de la radiación y de la contaminación.
4. Elaborar los documentos y archivos relacionados con sus funciones.
5. Desarrollar y supervisar los programas de formación y entrenamiento del personal.
6. Velar por el cumplimiento del RPSRI.

Estas funciones también pueden ser desempeñadas por un Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica contratada.

- **Los trabajadores serán responsables de:**

1. Contribuir a la seguridad y protección para ellos y para el resto de los trabajadores y el público.
2. Seguir los procedimientos establecidos en el PPR y cumplir las disposiciones reglamentarias.
3. Cooperar con la dirección en materia de protección radiológica.

- **Consejero de seguridad para el transporte:**

Esta figura está contemplada en la legislación [5] en la que se recogen sus funciones y responsabilidades y puede ser desempeñada por el titular o director de la empresa, miembros del personal de la empresa designados por el titular o director, o personas no pertenecientes a la empresa que se unan a ésta mediante una relación contractual.

Si bien esta figura no tiene responsabilidades específicas en cuanto a la protección radiológica, sólo en cuanto a que el transporte se lleve a cabo de acuerdo a su reglamentación específica y en consecuencia de una manera segura, es obvio que el desarrollo de sus funciones afecta directamente a la protección radiológica. De hecho, es posible que en muchas entidades la figura del consejero y la del responsable de PR la detente la misma persona.

En cualquier caso, deberá existir colaboración entre ambas figuras a fin de alcanzar el objetivo ALARA en las actividades de transporte.

3.3 Evaluación de dosis, vigilancia radiológica y optimización

3.3.1 Evaluación de dosis

La evaluación de la dosis es un punto clave del PPR y debería de efectuarse previo a la realización de las operaciones del transporte y durante las mismas, con dos objetivos fundamentales desde el punto de vista de la protección radiológica:

1. En las etapas previas a la realización de las operaciones de transporte se debe hacer una estimación de las dosis que puedan recibir los trabajadores y el público al objeto de definir las medidas de protección radiológica que permitan la consecución del objetivo ALARA. Asimismo, esa evaluación permitirá la clasificación de los trabajadores expuestos y así definir el tipo de vigilancia requerida.
2. Durante las operaciones de transporte se debe llevar a cabo la vigilancia radiológica del ambiente de trabajo y de las personas para demostrar que se cumplen las normas y criterios de PR, que las dosis se mantienen en las previamente estimadas y para establecer las bases de una buena práctica.

En la evaluación dosis/transporte o dosis/operación debe ser considerado el tipo de bulto, su categoría, su número y el tipo de operaciones, su frecuencia y sus procedimientos (ej.: control remoto de embalajes o manipulación de embalajes pequeños).

3.3.2 Análisis de dosis

En la valoración de las dosis en condiciones normales el método ideal es el análisis de datos históricos de las dosis recibidas por los trabajadores en las mismas o similares operaciones; es decir, a través de sus historiales dosimétricos o mediante el uso de dosímetros de lectura directa.

En el caso de que no se disponga de esos datos reales será necesario hacer una valoración aproximada. Existen muchos métodos para evaluar la dosis y su utilización de-

pendará del alcance del PPR. A continuación se muestran algunos procedimientos que pueden seguirse para hacer ese cálculo.

Cálculos basados en las tasas de dosis en el exterior de los bultos y los vehículos

Los bultos y vehículos pueden tener en su exterior hasta un cierto nivel de radiación, de acuerdo a las prescripciones reglamentarias. Los límites de tasa de dosis y del Índice de Transporte (IT) en los bultos se muestran en la tabla 2, para diferentes categorías de bultos.

Tabla 2

Tipo o categoría del bulto	Tasa de dosis máxima en superficie (mSv/h)	Máximo IT
Bulto exceptuado	$\leq 0,005$	
Categoría I – Blanca	$\leq 0,005$	0
Categoría II – Amarilla	$> 0,005$ y $\leq 0,5$	> 0 y ≤ 1
Categoría III – Amarilla	$> 0,5$ y ≤ 2	> 1 y ≤ 10
Categoría III – Amarilla bajo <i>uso exclusivo</i>	> 2 y ≤ 10	> 10

Para los vehículos de carretera la tasa de dosis máxima en su superficie no debe exceder de 2mSv/h (salvo que se cumplan ciertas condiciones) y 0,1 mSv/h a dos metros.

Teniendo en cuenta esos valores de referencia es posible calcular el número de bultos que pueden agruparse sin que se supere una tasa de dosis determinada para los trabajadores. La tabla 3 suministra una estimación del número de bultos de cada categoría que pueden ser manejados sin que el trabajador reciba una tasa de dosis superior a 1 mSv/año.

Se contemplan dos casos:

Caso 1: para cada bulto el trabajador está colocado a 1 metro durante 30 minutos.

Caso 2: para cada bulto el trabajador está colocado en contacto durante 5 minutos y a 1 metro durante 25 minutos.

Tabla 3

Categoría de los bultos	Máximo número de bultos que pueden ser manejados, sin que se supere 1 mSv/año	
	Caso 1	Caso 2
Categoría I-Blanca	4.000	1.600
Categoría II-Amarilla	200	40*
Categoría III- Amarilla	20	7**
Categoría III + Uso Exclusivo	0	0

* 40 bultos con una tasa de dosis media de 0,25 mSv/h en contacto e IT=1
** 7 bultos con una tasa de dosis media de 1,25 mSv/h en contacto e IT=10

Este tipo de evaluación aproximada y orientativa implica un nivel de incertidumbre tal, que es recomendable que las hipótesis o condiciones de partida para el cálculo sean suficientemente restrictivas, de manera que se evite cualquier infravaloración de las dosis previsibles. En todo caso la asunción de las hipótesis debe estar suficientemente justificada.

Como puede observarse los niveles de radiación de los bultos de categoría I-Blanca son tan bajos que, en general, sería seguro manipularlos sin restricciones operacionales y, por tanto, no sería necesaria una evaluación de la dosis cuando sólo se transporten esos bultos. Este criterio puede aplicarse también a la actividades con bultos exceptuados, en los que la máxima tasa de dosis en superficie es de 5µSv/h.

• **Cálculo en el supuesto de fuente puntual**

Otro procedimiento aproximado permite, conocida la tasa de dosis a una distancia determinada del bulto, el cálculo de la tasa de dosis a otra distancia cualquiera, por medio de la siguiente expresión:

$$I_1d_1^2 = I_2d_2^2$$

donde I_1 e I_2 son las tasas de dosis a las distancias d_1 y d_2 , respectivamente

Este procedimiento puede ser utilizado para el cálculo de dosis en operaciones concretas, pero su exactitud disminuye al alejarse la geometría de la fuente de radiación de la

“fuente puntual”. Aún así, puede ser muy útil como valoración orientativa y suficientemente adecuado para calcular la tasa de dosis a grandes distancias de los bultos.

- **Análisis por códigos de cálculo**

En algunos casos puede ser necesario o práctico utilizar códigos de cálculo para realizar la evaluación de las dosis, tales como RADTRAN 4, INTERTRAN 2, RISKING o MICROSIELD.

- **Análisis en base a datos bibliográficos**

Aparte de los procedimientos de cálculo, otra fuente de información puede ser las publicaciones que ofrecen resultados de dosis recibidas por los trabajadores como consecuencia del transporte o la manipulación de bultos radiactivos. Para basarse en estos datos hay que asegurarse de que los casos estudiados se ajustan al alcance del PPR que se quiere desarrollar.

Un ejemplo son las investigaciones que muestran un cálculo de las dosis en función de los *índices de transporte* de los bultos y que determinan:

- a) Una relación entre el IT total de los bultos transportados en un periodo de tiempo por la empresa y las dosis recibidas por sus trabajadores durante el manejo de los bultos y transporte.
- b) La dosis por unidad de IT para una operación específica.
- c) El valor de IT en un año por debajo del cual la dosis recibida por los trabajadores (en situaciones específicas) es inferior a 1 mSv/año.

Es el caso del estudio británico [6] sobre operaciones de transporte de productos de radiofarmacia y otro análisis similar norteamericano [7]. Un resumen de los resultados se recogen en el anexo I de esta guía.

Existen otros estudios de dosis en el transporte de materiales radiactivos para la aplicación médica e industrial [8] y en el de materiales de baja actividad específica [9] o de carácter más genérico [10].

3.3.3 Programas de vigilancia radiológica

Tras la evaluación primaria de las dosis será necesario que durante las operaciones de transporte se haga una vigilancia radiológica del ambiente de trabajo y de las personas que confirmen los cálculos previos y que demuestren que se cumplen las normas y criterios de protección radiológica. En consecuencia, en el PPR se establecerán programas de vigilancia de la radiación con esos objetivos.

3.3.3.1 Vigilancia de la radiación en el ambiente de trabajo

Deberá recoger los criterios, procedimientos y frecuencia de las medidas y se indicarán los equipos de detección que se emplearán, sus procedimientos de uso y de calibración y verificación periódica. Los documentos correspondientes al registro, evaluación y resultado de dicha vigilancia deberán ser archivados por el titular, quien los tendrá a disposición de la autoridad competente. Estas medidas pueden servir adicionalmente para estimar las dosis de los trabajadores.

La vigilancia se llevará a cabo sobre:

- *Bultos y medios de transporte*

El objeto de medir en los bultos y medios de transporte es conocer el riesgo radiológico que implican. Las medidas deberán efectuarse, al menos, en aquellos puntos en los que la reglamentación establece determinados límites (en superficie y a una determinada distancia).

En el caso de los bultos estas medidas sirven, además, para su correcto etiquetado con el fin de informar y orientar sobre el riesgo radiológico que conlleva su manejo y ma-

nipulación. Para aquellos bultos en los que no exista uniformidad se deberá efectuar un barrido sobre los mismos a fin de determinar el lugar de tasa de dosis máximo.

- *Lugares de trabajo*

Estas medidas se efectuarán en lugares de almacenamiento y manipulación de bultos, con el objetivo de demostrar que las condiciones de trabajo permanecen adecuadas y que se cumplen los requisitos reglamentarios.

Es recomendable que los procedimientos que incluya el PPR recojan listas de chequeo de fácil cumplimentación que faciliten la realización de la vigilancia radiológica.

3.3.3.2. Vigilancia de la contaminación superficial

En las distintas operaciones que conlleva el transporte de material radiactivo se puede producir contaminación superficial en las áreas de trabajo, en los embalajes, en equipos, en los medios de transporte y por supuesto, en las personas. Esto tiene el riesgo de que la radiactividad se extienda, tanto en los lugares de trabajo como en los públicos.

El PPR debe definir un procedimiento para la vigilancia de la contaminación con el fin de asegurar que no se superan los límites establecidos en la reglamentación y conseguir que los valores se mantengan tan bajos como sea razonablemente posible. El procedimiento indicará cómo realizar las medidas y los puntos de medida recomendados, quien las efectuará y su frecuencia. Los documentos correspondientes al registro, evaluación y resultado de dicha vigilancia deberán ser archivados por el titular, quien los tendrá a disposición de la autoridad competente.

Al igual que para la vigilancia de la radiación, es recomendable que el PPR incluya listas de chequeo para la realización de la vigilancia de la contaminación superficial.

Respecto al cómo realizar las medidas se recomienda el seguimiento de la norma ISO-7503.

Respecto a la frecuencia, en el caso de los bultos el PPR de los expedidores deberá de establecer una medida previa a su transporte. Para los medios de transporte, los PPR de las empresas transportistas deben definir una periodicidad que dependerá de la probabilidad de que se produzca contaminación en los medios de transporte.

La probabilidad de que se produzca contaminación superficial en el transporte va a depender de la contención del material radiactivo y de los controles operacionales que se efectúen, así como del tipo de material y de la operación de transporte de que se trate. Así, será más probable la contaminación cuando se transporte material radiactivo no encapsulado en forma especial u *objetos contaminados en superficie* (OCS) o materiales de *baja actividad específica* (BAE); o bien cuando los bultos antes de su expedición hayan estado en zonas contaminadas.

La vigilancia de la contaminación superficial sirve para detectar fallos en la contención de los bultos y desviaciones de procedimientos; además, sirve para poder determinar la necesidad de establecer programas de vigilancia de contaminación interna de los trabajadores expuestos.

3.3.3.3. Vigilancia del personal

De acuerdo a la clasificación de los trabajadores expuestos, y por tanto considerando su dosis ocupacional, en el PPR se detallará un programa de vigilancia para medir la dosis de los trabajadores expuestos.

Las condiciones de medida y el registro de las dosis se llevará a cabo según establece el *Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes*. En el caso de que la vigilancia de los trabajadores expuestos deba llevarse a cabo mediante dosímetros individuales, su gestión deberá ser efectuada por un Servicio de Dosimetría Personal autorizado por el CSN (dosimetría oficial).

Adicionalmente a la dosimetría oficial los trabajadores podrán utilizar dosímetros de lectura directa, que proporcionan una indicación inmediata de la dosis de radiación recibida. Estos sistemas son recomendables en el caso de actividades que impliquen dosis altas o para hacer análisis precisos de las dosis recibida en cada tipo de tarea dentro de una actividad y así mejorar el control de las exposiciones y conseguir una reducción de las dosis individuales.

El PPR definirá, si es el caso, el procedimiento de uso de los dosímetros personales. Para la elaboración de este procedimiento puede consultarse el punto 3.1 del anexo B de la Guía de Seguridad 5.14 del CSN [11].

En el caso de que exista riesgo de contaminación interna, se deberá establecer la realización de las medidas o análisis pertinentes para evaluar las dosis correspondientes.

Para los trabajadores expuestos, el PPR deberá contener un procedimiento para establecer su vigilancia sanitaria de acuerdo a lo recogido en el capítulo IV de RPSRI.

3.3.4 Límites de dosis y optimización

El PPR recogerá los límites de dosis definidos en el RPSRI.

No obstante, dependiendo del alcance del PPR, es importante considerar la restricción de dosis, que es una consecuencia de aplicar el principio de optimización a las prácticas. Dicha restricción representa una fracción de los límites de dosis y trata de reflejar la dosis que podría alcanzarse aplicando buenas prácticas. La restricción de dosis se puede desarrollar para trabajos específicos, no siendo necesaria para aquellas operaciones de las que resultan dosis insignificantes.

No debe confundirse la restricción de dosis con los límites operacionales que se establezcan por las empresas para el control de la exposición en las operaciones concretas, sin embargo estos últimos resultan muy eficaces para controlar la radiación en operaciones rutinarias de transporte.

Independientemente de los límites de dosis, el RPSRI establece que el número de personas expuestas y la probabilidad de que se produzcan exposiciones deberán mantenerse en el valor más bajo razonablemente posible teniendo en cuenta factores económicos y sociales (ALARA).

Eso supone el máximo nivel de protección contra las radiaciones ionizantes y los PPR deben definir acciones que busquen esos objetivos. Por ejemplo:

- a) Análisis periódico de la dosis individual y colectiva comparándolas con los valores previstos.
- b) Análisis de las dosis individuales asociadas a las diferentes tareas y definición de límites de dosis operacionales.
- c) Definición de niveles de dosis de referencia cuya superación suponga una investigación de los procedimientos de operación y la adopción de medidas de protección adicionales.
- d) Aplicación de distancias de segregación.
- e) Desarrollo de medidas específicas para la estiba, carga, descarga y sujeción de bultos con un elevado IT.
- f) Identificación de casos en los que se precisa el uso de blindajes.
- g) Implantación de restricciones para el acceso a áreas con niveles de radiación altos.
- h) Establecimiento de rotaciones de personal en función de la dosis ocupacional y optimizando el número de personas que participen en una misma tarea.
- i) Requerimiento o recomendación del uso de sistemas auxiliares para el manejo de los bultos.

- j) Establecimiento de restricciones en la conducción y en las rutas a seguir, dependiendo del estado de las carreteras y de las condiciones climatológicas.
- k) Desarrollo de un programa de formación de los trabajadores para la reducción de las dosis operacionales.

Además el PPR debe prever un sistema de análisis y evaluación periódica que, considerando las dosis recibidas en operación normal o en incidencias, permita la revisión y mejora de las medidas de protección radiológica. Es importante hacer notar que, gracias a la experiencia y al análisis de las prácticas, la adopción de medidas sencillas y de bajo coste puede conseguir reducciones significativas de las dosis.

La implantación de los principios de optimización implica, no solamente el esfuerzo de estudio, análisis y aplicación de medidas como las antes señaladas en la práctica normal de trabajo, sino también adoptar un compromiso dentro de la organización de la empresa, desde su nivel de gestión hasta los propios trabajadores, para aplicar plenamente los criterios ALARA, utilizando mecanismos de motivación y estableciendo objetivos de protección radiológica.

3.4 Segregación y otras medidas de protección

Aunque la tasa de dosis externa de los bultos de transporte de material radiactivo sea elevada, la exposición de los trabajadores y miembros del público puede limitarse si se separa a las personas de los bultos o se aplican otras medidas adicionales de protección, como la reducción del tiempo de permanencia en las proximidades de los bultos o el uso de blindajes.

Para calcular las distancias de separación se utilizarán como referencia, tal y como se requiere en la reglamentación aplicable al transporte [1], los valores de dosis efectiva de 5 mSv/año y 1 mSv/año para los trabajadores expuestos y los miembros del público, respectivamente. Debe quedar claro que estos valores no son límites de dosis y que sólo son un valor de referencia para el cálculo de las distancias de segregación.

Con fines prácticos interesa que el PPR recoja un procedimiento sencillo para el cálculo rápido de las distancias de segregación. Por ejemplo, se recomienda el uso de tablas como las recogidas en algunos de los reglamentos de transporte aplicables a diferentes modos de transporte [12] [13]. En el Anexo II se incluyen varias de esas tablas.

Además de la segregación, cuando se prevea el almacenamiento en tránsito por un cierto periodo de tiempo, deberán adoptarse medidas de protección radiológica tales como clasificación y señalización de zonas en el almacén y uso de detectores de radiación fijos si fuese necesario.

3.5 Respuesta en emergencias

Todas las partes que tengan responsabilidades en la ejecución de una operación de transporte de material radiactivo (expedidor, transportista y, si es el caso, el receptor) deben disponer de un plan de actuación ante una emergencia, cuyo fin sea prevenir o disminuir los riesgos derivados de un posible incidente o accidente en el transporte. Este plan de actuación deberá estar recogido en el PPR, Manual de PR o Reglamento de Funcionamiento, según corresponda. En el caso de que estuviese incluido en otros documentos, como los planes de emergencia requeridos por el *Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas*, el PPR deberá remitir a dichos documentos para el cumplimiento del plan de actuación ante emergencias.

El plan de actuación hará hincapié en las responsabilidades de la empresa a la que aplique, según sea del expedidor, del transportista o del receptor, pero sin olvidar la relación entre ellos y con otros organismos, servicios de intervención y autoridades que pudieran verse implicadas por la situación de la emergencia. La extensión o detalle del plan será, pues, distinta, según se trate de uno u otro.

El expedidor es el responsable de desarrollar las instrucciones de emergencia aplicables a una expedición concreta, que han de ser entregadas al transportista. Estas instrucciones deben ser simples, claras y limitadas al riesgo de que se trate. En este sentido el plan desarrollado por el transportista no necesitará detallar medidas concretas en función de

la mercancía transportada, sino que deberá centrarse en el seguimiento de las instrucciones recibidas del expedidor. No obstante, el plan del transportista sí debe incluir medidas generales de actuación y de protección radiológica para estas situaciones.

Será fundamental en el caso del transportista que el plan recoja la actuación y comunicación ante una emergencia con el expedidor o, en su caso, el receptor, y con las autoridades competentes y, por tanto, deberá incluir el procedimiento de comunicación con aquellos.

El plan del expedidor, además, de considerar las medidas de actuación concretas en función del tipo de material radiactivo que transporte, también debe recoger los procedimientos de comunicación con las autoridades competentes.

En todos los casos es recomendable que el plan defina la información mínima que debe recogerse y ser trasladada a los diferentes organismos, autoridades o fuerzas de intervención que vayan a tomar parte en la emergencia.

Respecto a las normas de actuación ante una avería o accidente y al proceso de comunicación con las autoridades competentes debe considerarse lo establecido en el capítulo IV del *Real Decreto sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera* [14] y en el punto 4 de la *Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril* [15].

Más información para el desarrollo de estos planes puede obtenerse de la Guía de Seguridad del OIEA TS-G-1.2 [16] y para medidas de actuación concretas en función del tipo de material se pueden consultar las fichas de seguridad para servicios de intervención de la Dirección General de Protección Civil y de otros organismos internacionales [17].

3.6 Formación del personal

Para mejorar la protección y seguridad en el transporte de material radiactivo es fundamental que el personal involucrado tenga una adecuada información y formación sobre

los riesgos de la actividad y las buenas prácticas a adoptar. Por lo tanto, la formación y el entrenamiento es una parte importante del sistema de protección radiológica con el objetivo de que las dosis sean tan bajas como sea razonablemente posible.

Para algunos trabajadores la reglamentación ya requiere una formación previa al ejercicio de sus funciones y define un trámite de pruebas para confirmar que disponen de esos conocimientos; es el caso de los conductores en el transporte por carretera [18].

Pero, independientemente de esta formación previa obligatoria es fundamental un entrenamiento continuado sobre los riesgos radiológicos, las medidas de protección radiológica y los requisitos específicos del transporte.

Determinadas reglamentaciones, como el *Reglamento de transporte de mercancías peligrosas por vía aérea* y las instrucciones técnicas de transportes de mercancías peligrosas de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), requieren el desarrollo de programas de instrucción para las personas implicadas en las actividades del transporte de mercancías peligrosas [19].

Independientemente de ello el RPSRI en su artículo 21 establece que los titulares de las prácticas que impliquen exposición a las radiaciones ionizantes habrán de proporcionar a los trabajadores expuestos, antes de iniciar la actividad y periódicamente, formación en materia de protección radiológica a un nivel adecuado a su responsabilidad y al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo.

La formación en el transporte de material radiactivo debe cubrir tres niveles, de acuerdo a lo siguiente: formación general, formación sobre funciones específicas y entrenamiento de seguridad que incluya la respuesta ante situaciones de emergencia.

Dicha formación versará sobre:

- a) Conocimientos sobre la naturaleza y riesgos de las radiaciones ionizantes.
- b) Efectos de las radiaciones ionizantes.

- c) Medida de la radiación.
- d) Medidas de protección a aplicar en condiciones normales de trabajo, de accidente y en el uso de equipos específicos.
- e) Conocimientos de la reglamentación aplicable.

La formación y entrenamiento de los trabajadores debe ser continua, lo que implica una formación inicial y cursos periódicos de refresco. La efectividad de la formación se evaluará periódicamente y se dispondrá de registros sobre los aspectos relevantes de la misma.

Anexo I Ejemplos de dosis colectiva por Índice de Transporte

Tabla I

Tipo de transporte		Número de trabajadores	IT total manipulado	Dosis total recibida (mSv . persona)	Dosis colectiva/IT (μSv/IT)	Referencia
Transporte en el Reino Unido	Carretera	12	70.000	122	1,7	[6]
	Carretera	71	15.000	36	2,4	
	Carretera	5	36.000	30	0,8	
	Carretera	6	15.000	30	2,0	
	Carretera	4	6.000	20	3,3	
Transporte de radiofármacos en Estados Unidos	Carretera	6	11.750	3,0	1,1	[7]
	Carretera	6	12.430	18,2	1,5	
	Carretera	6	12.766	19,8	1,5	
	Carretera	6	12.621	19,3	1,5	
	Carretera	6	12.418	22,5	1,8	
	Carretera	6	15.049	20,4	1,4	
	Aire	371	49.174	115	2,3	
	Carretera	134	80.000	149	1,9	
	Carretera	133	80.000	158	2,0	
	Carretera	128	80.000	145	1,8	
	Carretera	120	80.000	145	1,8	
	Carretera	9	2.612	1,65	0,6	
	Carretera	10	2.696	1,95	0,7	
	Carretera	16	3.453	6,95	2,0	

Fuente: Ref. 20

Tabla I.– Clase 7 – Materiales radiactivos
Cuadro simplificado de segregación para personas

Suma de los índices de transporte (IT)	Distancia de segregación de los materiales radiactivos de los pasajeros y la tripulación			Buques de apoyo Mar adentro ³
	Buques de carga general ¹		Transbordador, etc. ²	
	Carga heterogénea (metros)	Contenedores (TEU) ⁴		
Hasta 10	6	1	Estiba en la proa o en la popa en el punto más alejado de los espacios de trabajo ocupados con regularidad y de los lugares habitables	Estiba en la popa o en el centro de la plataforma
Más de 10 pero no más de 20	8	1	Igual que arriba	Igual que arriba
Más de 20 pero no más de 50	13	2	Igual que arriba	No aplicable
Más de 50 pero no más de 100	18	3	Igual que arriba	No aplicable
Más de 100 pero no más de 200	26	4	Igual que arriba	No aplicable
Más de 200 pero no más de 400	36	6	Igual que arriba	No aplicable

1. Buque de carga general, buque de carga heterogénea o buque de transbordo vertical, de 150 metros de eslora como mínimo.
2. Transbordador o buque dedicado al cruce de estrechos, cabotaje o tráfico interinsular, de 100 metros de eslora como mínimo.
3. Buque de apoyo mar adentro de 50 metros de eslora como mínimo (en este caso la suma máxima práctica de IT transportados es 20).
4. TEU – Unidades equivalentes de 20 pies (dimensión normalizada de contenedor, de 6 metros de longitud nominal).

Fuente: Ref. 12

Tabla II.- Clase 7 – Materiales radiactivos
Distancias de seguridad para las personas y para las películas y placas fotográficas sin revelar

Espesor de la carga En metros (densidad unitaria)		Distancia mínima en metros de películas y placas sin revelar														Viaje de 50 días	
		Distancia mínima, en metros, de los lugares habitables o de los espacios de trabajo ocupados por personas con regularidad		Viaje de 1 día		Viaje de 2 días		Viaje de 4 días		Viaje de 10 días		Viaje de 20 días		Viaje de 30 días		Viaje de 40 días	
Suma de los índices de transporte de los bultos (Nota (7))	0	1	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
0,5	2	x	2	x	x	3	x	x	4	x	x	6	2	x	8	2	x
1	2	x	3	x	x	4	x	x	5	2	x	8	3	x	11	3	x
2	3	x	4	x	x	5	2	x	7	2	x	11	4	x	13	4	x
3	4	x	5	x	x	6	2	x	9	2	x	13	5	x	15	5	x
5	4	x	6	2	x	8	2	x	11	3	x	17	6	x	19	6	x
10	6	2	8	2	x	11	3	x	15	4	x	24	8	x	24	8	x
20	8	2	11	3	x	15	4	x	22	5	x	34	12	x	30	10	3
30	10	3	13	4	x	19	5	x	26	7	x	42	16	x	34	14	5
50	13	3	17	4	x	24	6	x	34	8	x	54	20	3	48	18	7
100	18	5	24	6	x	34	8	x	48	12	3	76	25	6	68	22	10
150	22	6	30	7	x	42	10	3	59	14	4	93	31	8	83	26	12
200	26	6	34	8	x	48	12	3	68	16	4	110	36	9	100	30	14
300	32	8	42	10	3	59	14	4	83	20	5	130	44	11	115	38	17
400	36	9	48	12	3	68	16	4	95	23	6	150	50	13	130	42	20

NOTAS: 1) X indica que el espesor de la carga que sirve de blindaje es suficiente, sin necesidad de otra distancia de segregación adicional.
2) Interponiendo carga de densidad unitaria de 2 m de espesor para resguardar personas y de 3 m para proteger películas y placas fotográficas no hará falta establecer blindaje por separación, cualquiera que sea la duración del viaje.
3) Si se utiliza un mamparo de acero o una cubierta de acero, multiplíquese la distancia de segregación por 0,8.
4) Por "carga de densidad unitaria" se entiende carga estibada de forma que una tonelada (métrica) de la misma ocupe un metro cúbico, cuando la densidad sea inferior a ésta, el espesor especificado debe ser aumentado proporcionalmente.
5) Por "distancia mínima" se entiende la menor distancia en cualquier dirección, vertical u horizontal, a partir de la superficie exterior del bulto más próximo.
6) Se deberían utilizar las cifras que figuran bajo la doble línea del cuadro cuando las disposiciones pertinentes del presente Código permitan que el índice total de transporte sea superior a 200.
7) Índices de transporte de los bultos, sobreembalajes/envases, contenedores y cisternas, según corresponda.

Fuente: Código Marítimo Internacional (IMDG)

Tabla III.— Distancias mínimas que se guardarán entre los bultos de las categorías II-AMARILLA y III-AMARILLA y las personas

La suma de los Índices de Transporte no es superior a	No habiendo pantalla protectora; distancias mínimas en metros, con respecto a las áreas de permanencia y a los puestos de trabajo regularmente ocupados; para exposiciones cuya duración no exceda de 250 horas al año
2	1,0
4	1,5
8	2,5
12	3,0
20	4,0
30	5,0
40	5,5
50	6,5

NOTA: Al cuadro que antecede sirve de base una dosis máxima de 5 mSv (500 mrem) durante cualquier periodo de 12 meses.

Tabla IV.— Distancias mínimas que se guardarán entre los bultos de las categorías II-AMARILLA y III-AMARILLA y los bultos que lleven la inscripción “FOTO” o las sacas de correos

Número total de los bultos no superior a		Suma total de los índices de transporte no superiores a	Duración de transporte o del almacenamiento en horas							
Categoría			1	2	4	10	24	48	120	240
III-AMARILLO	II-AMARILLO		Distancia mínima en metros							
		0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	3
		0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	3	5
	1	1	0,5	0,5	1	1	2	3	5	7
	2	2	0,5	1	1	1,5	3	4	7	9
	4	4	1	1	1,5	3	4	6	9	13
	8	8	1	1,5	2	4	6	8	13	18
1	10	10	1	2	3	4	7	9	14	20
2	20	20	1,5	3	4	6	9	13	20	30
3	30	30	2	3	5	7	11	16	25	35
4	40	40	3	4	5	8	13	18	30	40
5	50	50	3	4	6	9	14	20	32	45

NOTA: Presumiéndose que las sacas de correos contienen películas y placas sin revelar, se las mantendrá separadas de las materias radiactivas igual que a las películas y las placas fotográficas sin revelar.

Fuente: Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR).

Anexo III

Lista de comprobación para conductores de vehículos por carretera

Fecha, lugar y hora de salida:

Fecha, lugar y hora de llegada:

Responsable de la comprobación:

1. Comprobaciones sobre el bulto/bultos

(Una hoja para cada bulto a inspeccionar)

Marcado:

Nº ONU	Si ☐	No ☐
Descripción de materia	Si ☐	No ☐
Tipo de bulto	BI ☐ A ☐ B(U) ☐ B(M) ☐ C ☐	
Peso bruto (Si es > 50 kg)	Si ☐	No ☐
Expedidor y/o receptor	Si ☐	No ☐
Código VRI del fabricante	Si ☐	No ☐
Marca aprobación	Si ☐	No ☐
Marca convalidación	Si ☐	No ☐
Trébol (Si es B(U), B(M) o C)	Si ☐	No ☐

Etiquetado:

Categoría	Blanca I ☐	Amarilla II ☐	Amarilla III ☐
Información en las etiquetas			

2. Comprobación del vehículo

Matrícula	Cabeza tractora:	Remolque:
Paneles naranjas	Parte delantera ☐	Parte trasera ☐
Rótulo con nº 7	Parte trasera ☐	Lateral derecho ☐ Lateral izquierdo ☐

Medidas de radiación	en contacto:
	a 2 metros:
	en cabina:

	Marca	Modelo	Nº serie	Fecha verif./calibración	Entidad verif./calibración
Monitor radiación					

3. Comprobaciones del equipo

Extintor motor o cabina (2 kg)	Si ☐	No ☐
Extintor carga (6 kg)	Si ☐	No ☐
Calzo	Si ☐	No ☐
Dos señales de advertencia	Si ☐	No ☐
Cinturón o prenda reflectante/conductor	Si ☐	No ☐
Una linterna/conductor	Si ☐	No ☐
Lo necesario para aplicar medidas de emergencia	Si ☐	No ☐

4. Comprobación de los documentos que deben llevarse en el transporte

(únicamente se relacionan los requeridos por la reglamentación)

¿Los bultos se corresponden con la información que aparece en la documentación?	Si ☐	No ☐
Carta de porte	Si ☐	No ☐
Ficha de seguridad/instrucciones de emergencia	Si ☐	No ☐
Recibo de la póliza de cobertura del riesgo	Si ☐	No ☐
Otros documentos		

Fecha:

Nombre:

Firma:

Apéndice

Ejemplo abreviado para la elaboración de un PPR para un transportista por carretera

1. Alcance

El tipo habitual de transportes que se llevarán a cabo por parte de la empresa transportista es el de material radiactivo (fuentes encapsuladas y no encapsuladas) así como residuos radiactivos, por carretera, por el territorio nacional.

Este material radiactivo se transportará como bultos exceptuados, industriales, tipo A y B(U). Los transportes efectuados por parte de la empresa se efectuarán en las modalidades de uso exclusivo o no exclusivo, dependiendo de los casos.

El tipo de operaciones a realizar por parte de los trabajadores de la empresa incluyen: la recepción de material radiactivo en aeropuertos o en instalaciones (radiactivas o nucleares), operaciones de carga, descarga y acondicionamiento en los vehículos de transporte, clasificación, almacenamiento en tránsito y traslado a destino.

2. Responsabilidad y funciones

Será responsabilidad de la dirección de la empresa implantar la cultura de seguridad y aportar los medios necesarios para que todas las personas implicadas en las operaciones relacionadas con el transporte de material radiactivo reciban las dosis de radiación más bajas posibles (ALARA).

La responsabilidad de establecer el PPR, así como de redactar los procedimientos de operación y protección radiológica y de asegurar las medidas para su cumplimiento recae sobre el responsable de PR.

Será responsabilidad de los conductores llevar a cabo las operaciones que les sean asignadas de acuerdo a los siguientes procedimientos operacionales y de protección radiológica (se incluirían o referenciarían). Operaciones tales como:

- recepción, manipulación, carga, descarga y acondicionamiento del material radiactivo en los vehículos y transporte
- verificación de la señalización de los bultos
- medidas radiológicas y etiquetado de los vehículos de transporte
- comprobación de que todos los bultos transportados van acompañados de la documentación correspondiente.

Para llevar a cabo de forma sistemática las comprobaciones a efectuar antes de un transporte, el conductor dispondrá de la siguiente lista de chequeo (se incluiría o referenciaría). Un ejemplo de lista de chequeo se aporta en el Anexo III.

El personal administrativo será encargado de la elaboración de la documentación que acompaña a los bultos radiactivos, cartas de porte, etc.

3. Evaluación de las dosis y optimización

De acuerdo al análisis previo de riesgos efectuado (se referenciaría o incluiría), las personas que desarrollen operaciones con riesgo de exposición quedan clasificadas como trabajadores expuestos de categoría A y se les realizará un control dosimétrico mensual según establece la legislación vigente, que será contratado con un Servicio de Dosimetría autorizado.

De acuerdo al análisis de riesgos efectuado, se establecen los siguientes valores de dosis de referencia: (se listarían los valores), que servirán para conocer si dichas operaciones se llevan a cabo correctamente.

En caso de que se superen dichos valores, se establecerán cauces para que el responsable de PR adopte las medidas necesarias para investigar las causas y se lleven a cabo las medidas correctoras oportunas (se describiría el procedimiento a seguir).

Las nuevas operaciones que impliquen riesgos elevados serán evaluadas previamente por el responsable de PR con el fin de estimar las posibles dosis de los trabajadores ex-

puestos y tomar medidas adicionales si fuera necesario (se describiría el procedimiento a seguir y los documentos o registros que se generarían). Además, se llevarán a cabo periódicamente análisis de las dosis recibidas por los trabajadores en las distintas operaciones, que permitan introducir mejoras en los procedimientos con el fin de reducir y optimizar dichas dosis (se describiría el procedimiento a seguir).

Podrán utilizarse dosímetros digitales de lectura directa para conocer las dosis operacionales recibidas en tareas concretas.

3.1. Vigilancia de la radiación y contaminación

Se llevará a cabo la vigilancia radiológica en los lugares de almacenamiento y manipulación de bultos, para lo que pueden utilizarse monitores fijos, y en los medios de transporte.

Asimismo, durante las operaciones de transporte se realizará una vigilancia radiológica del ambiente de trabajo en lugares preestablecidos (se definirían) y alrededor de los bultos de transporte, con el fin de conocer los riesgos radiológicos que estas operaciones conllevan.

Para llevar a cabo la vigilancia radiológica se seguirán los procedimientos siguientes desarrollados por el responsable de protección radiológica de la empresa (se incluirían o referenciarían).

Se vigilará la ausencia de contaminación superficial después de las operaciones que puedan suponer riesgo de contaminación, en especial cuando se transporten fuentes no encapsuladas o residuos radiactivos. Esta vigilancia se realizará según el procedimiento (se incluiría o referenciaría), que incluye la lista de chequeo (se incluiría o referenciaría) en la que se fijan los lugares en los que deben ser realizadas las medidas.

En caso de detectarse niveles de contaminación superiores a lo establecido se tomarán las medidas para la descontaminación de las superficies de acuerdo a los procedimien-

tos establecidos por el responsable de PR y bajo su supervisión (se incluirían o referenciarían los procedimientos).

Se llevarán a cabo registros de las medidas realizadas tanto para la vigilancia radiológica como de la contaminación superficial y de los procesos de descontaminación (se incluirían o referenciarían los formatos de registro).

4. Segregación y otras medidas de protección

Si los bultos a transportar son de la categoría II-Amarilla o III-Amarilla, o si la expedición se efectúa bajo *Uso Exclusivo*, se deberán seguir procedimientos específicos, desarrollados por el responsable de PR, de carga, descarga, estiba y sujeción de los bultos al vehículo tales como (se incluirían o referenciarían).

Asimismo, con el fin de reducir las dosis de radiación en la cabina del conductor se adoptarán las siguientes medidas (se listarían las medidas, tales como: medios adicionales de protección radiológica, el uso de mamparas plomadas entre la cabina del conductor y la zona de carga, la colocación de los bultos a la mayor distancia posible, y los de mayor IT a mayor distancia y/o en el centro de otros bultos de menos IT, etc.)

5. Respuesta en emergencias

En el caso de que se den las siguientes incidencias (se listarían grupos generales de incidencias) se adoptarán las siguientes medidas (se desarrollaría un plan de actuación para casos de emergencia que deberá incluir medidas generales de actuación y un procedimiento de comunicación con el remitente y con las autoridades competentes.)

El conductor, antes de efectuar el transporte, deberá verificar que el remitente le ha suministrado instrucciones concretas de respuesta ante emergencias, que el vehículo va provisto de los medios de protección radiológica requeridos en la reglamentación de transporte y que dispone de los teléfonos de aviso para situaciones de emergencia.

Las instrucciones que suministre el remitente deberán ser claras y limitadas al riesgo de que se trate y deberán precisar lo siguiente:

- Riesgos específicos de los materiales radiactivos transportados.
- Medidas a adoptar en caso de incendio especificando qué medios de extinción no deben emplearse.
- Medidas a adoptar en caso de rotura de bultos.
- Cuidados que deban proporcionarse a las personas que entren en contacto con los materiales radiactivos.
- Teléfonos de notificación e incidencias.

Debe tenerse en cuenta la posibilidad de que el conductor se encuentre herido o no tenga capacidad para actuar.

La comunicación de la información relativa al accidente con el transporte se efectuará por parte del conductor del modo más rápido y eficaz, tanto al remitente como a las siguientes autoridades (se listarían con los teléfonos de contacto) y a la empresa transportista, aportando la siguiente información inicial:

1. Localización del suceso.
2. Estado del vehículo implicado y características del suceso.
3. Datos sobre la materia transportada.
4. Existencia de víctimas.
5. Condiciones meteorológicas y otras circunstancias que se consideren de interés para valorar los posibles efectos del suceso sobre la seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente y las posibilidades de intervención preventiva.

6. Formación

Se efectuarán cursos y prácticas específicos de acuerdo al puesto de trabajo que se desarrolle (conductores, personal de PR, personal administrativo...) bajo la supervisión del responsable de PR.

La formación será acorde con los requisitos reglamentarios y versará sobre los riesgos que implican las radiaciones ionizantes y las medidas a utilizar para reducir la exposición de los trabajadores y de otras personas que puedan resultar afectadas por las actividad de transporte (se incluirían o referenciarían los programas de los cursos).

Además de la formación inicial de los trabajadores, se realizarán cursos de refresco, con el fin de mantener actualizados los conocimientos del personal (se definiría la periodicidad y el contenido).

De la realización de todos estos cursos se llevarán registros que incluyan: el personal que ha participado, el profesorado, la materia impartida, la fecha de su realización, etc.

Definiciones

Las definiciones de los términos y conceptos utilizados en la presente Guía de Seguridad, se corresponden con los contenidos en los siguientes documentos:

- Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear (BOE nº 107, del 4-05-64, artículo segundo).
- Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear (BOE nº 100, del 25-02-80).
- Decreto 2869/1972, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (BOE nº 255, del 24-10-72).
- Real Decreto 53/1992, de 24 de enero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes (BOE nº 37, del 12-02-92).

Referencias bibliográficas

1. *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos*, edición del OIEA de 1996 revisada. N° TS-R-1 (ST-1, revisada).
2. Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el *Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas* (BOE de 31 de diciembre de 1999).
3. Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el *Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes* (BOE de 26 de julio de 2001).
4. Guía de Seguridad del CSN nº 5.12 *Homologación de cursos de formación de supervisores y operadores de instalaciones radiactivas*.
5. Real Decreto 1566/1999, de 8 de octubre, sobre los *Consejeros de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable*.
6. Wilson C. et al. *Towards the implementation of ALARA for Transport* PATRAM 92 (Proc. Symp. Yokohama, 1992) Science and Technology Agency, Ministry of Transport, Tokyo (1992).
7. Brown R. Mallinckrodt Inc. USA. Personal Communication concerning experience of the US radiopharmaceutical industry with radiation exposure to transport workers (2000).
8. D. Raffestin, H. Margerie *Evaluation of the options of protection against radiation associated with transport of the small packages*, report CEPN nº 250, june 1998.
9. V. Tort, F. Rancillac, T. Schneider *Analysis of the transportation of low specific activity waste to the Aube storage area*, report CEPN nº 206, september 1992.
10. International Atomic Energy Agency. Discussion of and guidance on the optimisation of radiation protection in the transport of radioactive material, IAEA-TECDOC-374, IAEA, Vienna (1986).

11. Guía de Seguridad del CSN nº 5.14 *Seguridad y protección radiológica de las instalaciones radiactivas de gammagrafía industrial*.
12. Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG). (BOE de 20 de julio de 2001, suplemento del nº 173).
13. Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR). (BOE de 22 de marzo de 2002, suplemento del nº 70).
14. Real Decreto 2115/1998, de 2 de octubre, sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera. (BOE nº 248 de 16 de octubre de 1998).
15. Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo, por el que se aprueba la *Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril*. (BOE nº 71 de 22 de marzo de 1996).
16. International Atomic Energy Agency *Planning and preparing for Radioactive Transport and Emergencies*. Safety Standards Series nº TS-G-1-2, IAEA, Vienna (2002).
17. Fichas de intervención en situaciones de emergencia de la Dirección General de Protección Civil. Edición de marzo de 2000.
18. Real Decreto 772/1997, de 30 de mayo, por el que se aprueba el *Reglamento general de conductores* (B.O.E. 6 de junio de 1997).
19. Instrucciones Técnicas para el Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea. (Ed. 2001).
20. Radiation protection programmes for transport of radioactive material. Borrador IAEA – TECDOC – XXXX . Mayo-2002.

Colección Guías de Seguridad

1. Reactores de potencia y centrales nucleares

1.1 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación en centrales nucleares.

CSN, 1986 (16 págs.) ISBN 84-87275-31-1. Referencia: GSG-01.01.

1.2 Modelo dosimétrico en emergencia nuclear.

CSN, 1990 (24 págs.) ISBN 84-87275-48-6. Referencia: GSG-01.02.

1.3 Plan de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1987 (16 págs.) ISBN 84-87275-44-3. Referencia: GSG-01.03.

1.4 Control y vigilancia radiológica de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos emitidos por centrales nucleares.

CSN, 1988 (16 págs.) ISBN 84-87275-25-7. Referencia: GSG-01.04.

1.5 Documentación sobre actividades de recarga en centrales nucleares de agua ligera.

CSN, 1990 (28 págs.) ISBN 84-87275-35-4. Referencia: GSG-01.05.

1.6 Sucesos notificables en centrales nucleares en explotación.

CSN, 1990 (24 págs.) ISBN 84-87275-47-8. Referencia: GSG-01.06.

1.7 Información a remitir al CSN por los titulares sobre la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1997 (46 págs.) ISBN 84-87275-67-2. Referencia: GSG-01.07.

1.9 Simulacros y ejercicios de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1996 (16 págs.) ISBN 84-87275-65-6. Referencia: GSG-01.09.

1.10 Revisiones periódicas de la seguridad de las centrales nucleares.

CSN, 1996 (12 págs.) ISBN 84-87275-60-5. Referencia: GSG-01.10.

1.11 Modificaciones de diseño en centrales nucleares.

CSN, 2002 (48 págs.) ISBN 84-95341-36-0. Referencia: GSG-01.11

1.12 Aplicación práctica de la optimización de la protección radiológica en la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1999 (32 págs.) ISBN: 84-87275-83-4. Referencia: GSG-01.12.

1.13 Contenido de los reglamentos de funcionamiento de las centrales nucleares.

CSN, 2000 (20 págs.) ISBN 84-95341-18-2. Referencia: GSG-01.13.

1.14. Criterios para la realización de aplicaciones de los Análisis Probabilistas de Seguridad.

CSN, 2001 (44 págs.) ISBN: 84-95341-28-X. Referencia: GSG-01.14.

2. Reactores de investigación y conjuntos subcríticos

3. Instalaciones del ciclo del combustible

4. Vigilancia radiológica ambiental

4.1 Diseño y desarrollo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para centrales nucleares.

CSN,1993 (24 págs.) ISBN 84-87275-56-7. Referencia: GSG-04.01.

5. Instalaciones y aparatos radiactivos

5.1 Documentación técnica para solicitar las autorizaciones de construcción y puesta en marcha de las instalaciones de manipulación y almacenamiento de isótopos radiactivos no encapsulados (2ª y 3ª categoría).

CSN, 1986 (20 págs.) ISBN 84-87275-33-8. Referencia: GSG-05.01.

5.2 Documentación técnica para solicitar autorización de construcción y puesta en marcha de las instalaciones de manipulación y almacenamiento de fuentes encapsuladas (2ª y 3ª categoría).

CSN,1986 (16 págs.) ISBN 84-87275-32-X. Referencia: GSG-05.02.

5.3 Control de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas.

CSN, 1987 (12 págs.) ISBN 84-87275-26-5. Referencia: GSG-05.03.

5.5 Documentación técnica para solicitar autorización de construcción y puesta en marcha de las instalaciones de radioterapia.

CSN, 1988 (28 págs) ISBN 84-87275-37-0. Referencia: GSG-05.05.

5.6 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación de instalaciones radiactivas.

CSN,1988 (20 págs.) ISBN 84-87275-30-3. Referencia: GSG-05.06.

5.7 Documentación técnica necesaria para solicitar autorización de puesta en marcha de las instalaciones de rayos X para radiodiagnóstico.

CSN, 1988 (16 págs.) ISBN: 84-87275-34-6(*). Referencia: GSG-05.07.

5.8 Bases para elaborar la información relativa a la explotación de instalaciones radiactivas.

CSN,1988 (12 págs) ISBN 84-87275-24-9. Referencia: GSG-05.08.

(*) Esta guía ha quedado sin validez al entrar en vigor el 4 de mayo de 1992 el Real Decreto sobre instalación y autorización de los equipos de rayos X con fines de diagnóstico médico.

5.9 Documentación para solicitar la autorización e inscripción de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X.

CSN, 1998 (20 págs) ISBN: 84-87275-85-0. Referencia: GSG-05.09.

5.10 Documentación técnica para solicitar autorización de instalaciones de rayos X con fines industriales.

CSN, 1988 (20 págs.) ISBN 84-87275-36-2. Referencia: GSG-05.10.

5.11 Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico.

CSN, 1990 (28 págs.) ISBN 84-87275-20-6. Referencia: GSG-05.11.

5.12 Homologación de cursos de formación de supervisores y operadores de instalaciones radiactivas.

CSN, 1998 (64 págs.) ISBN:84-87275-81-8. Referencia: GSG-05.12.

5.14 Seguridad y protección radiológica de las instalaciones radiactivas de gammagrafía industrial.

CSN, 1999 (64 págs) ISBN: 84-87275-91-5. Referencia: GSG-05.14.

5.15. Documentación técnica para solicitar aprobación de tipo de aparato radiactivo CSN, 2001 (24 págs) ISBN 84-95341-33-6. Referencia: GSG-05.15

5.16. Documentación técnica para solicitar autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas constituidas por equipos para el control de procesos industriales.

CSN, 2001 (31 págs.) ISBN: 84-95341-29-8. Referencia: GSG-05.16.

6. Transporte de materiales radiactivos

6.1. Garantía de calidad en el transporte de sustancias radiactivas.

CSN, 2002 (29 págs) ISBN: 84-95341-37-9. Referencia: GSG-06.01

6.2. Programa de protección radiológica aplicable al transporte de materiales radiactivos.

CSN, 2003 (52 págs) ISBN: 84-95341-39-5. Referencia GSG-06.02.

7. Protección radiológica

7.1 Requisitos técnico-administrativos para los servicios de dosimetría personal individual.

CSN, 1985 (12 págs.) ISBN 84-87275-46-X. Referencia: GSG-07.01.

7.2 Cualificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra las radiaciones ionizantes para responsabilizarse del correspondiente servicio o unidad técnica.

CSN, 1986 (8 págs.) ISBN 84-87275-29-X. Referencia: GSG-07.02.

7.3 Bases para el establecimiento de los servicios o unidades técnicas de protección radiológica.

CSN, 1987. (Rev.1. 1998) (36 págs.) ISBN 84-87275-88-5. Referencia: GSG-07.03

7.4 Bases para la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a la radiaciones ionizantes.

CSN, 1986 (Rev. 2, 1998) (36 págs.) ISBN 84-87275-86-9. Referencia: GSG-07.04.

7.5 Actuaciones a seguir en caso de personas que hayan sufrido un accidente radiológico.

CSN, 1989 (12 págs.) ISBN 84-87275-19-2. Referencia: GSG-07.05.

7.6 Contenido de los manuales de protección radiológica de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear.

CSN, 1992 (16 págs.) ISBN 84-87275-49-4. Referencia: GSG-07.06.

7.7 Control radiológico del agua de bebida.

CSN, 1990 (Rev.1, 1994) (16 págs.) ISBN 84-87275-27-3. Referencia: GSG-07.07.

8. Protección física

8.1 Protección física de los materiales nucleares y en instalaciones radiactivas.

CSN, 2000 (32 págs.). ISBN 84-95341-14-X. Referencia GSG-08.01.

9. Gestión de residuos

9.1 Control del proceso de solidificación de residuos radiactivos de media y baja actividad.

CSN, 1991 (16 págs.) ISBN 84-87275-28-1. Referencia: GSG-09.01.

9.2. Gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en instalaciones radiactivas

CSN 2001, (28 págs.) ISBN 84-95341-34-4. Referencia GSG-09.02.

10. Varios

10.1 Guía básica de garantía de calidad para instalaciones nucleares.

CSN, 1985 (Rev. 2, 1999) (16 págs.) ISBN 84-87275-84-2. Referencia: GSG-10.01.

10.2 Sistema de documentación sometida a programas de garantía de calidad en instalaciones nucleares.

CSN, 1986 (Rev. 1, 2002) (20 págs.) ISBN 84-95341-35-2. Referencia: GSG-10.02.

10.3 Auditorías de garantía de calidad.

CSN, 1986 (Rev. 1, 2001) (24 págs.) ISBN 84-95341-321-4. Referencia: GSG-10.03.

10.4 Garantía de calidad para la puesta en servicio de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (8 págs.) ISBN 84-87275-39-7. Referencia: GSG-10.04.

10.5 Garantía de calidad de procesos, pruebas e inspecciones de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (Rev.1, 1999) (24 págs.) ISBN 84-95341-06-9. Referencia: GSG-10.05.

10.6 Garantía de calidad en el diseño de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (Rev.1, 2002) (16 págs.) ISBN 84-95341-38-7. Referencia: GSG-10.06.

10.7 Garantía de calidad en instalaciones nucleares en explotación.

CSN, 1988 (Rev.1, 2000) (20 págs.) ISBN 84-95341-17-4. Revisión: GSG-10.07.

10.08 Garantía de calidad para la gestión de elementos y servicios para instalaciones nucleares.

CSN, 1988 (Rev.1, 2001) (8 págs.) ISBN 84-87275-42-7. Referencia: GSG-10.08.

10.09 Garantía de calidad de las aplicaciones informáticas relacionadas con la seguridad de las instalaciones nucleares.

CSN, 1998 (20 págs.) ISBN 84-87275-92-3. Referencia: GSG-10.09.

10.10 Cualificación y certificación de personal que realiza ensayos no destructivos.

CSN, 2000 (20 págs.) ISBN 84-95341-13-1. Referencia: GSG: 10.10.

10.11 Garantía de calidad en instalaciones radiactivas de primera categoría.

CSN, 2001 (16 págs.) ISBN 84-95341-25-5. Referencia: GSG-10.11.

Las guías de seguridad contienen los métodos recomendados por el CSN, desde el punto de vista de la seguridad nuclear y protección radiológica, y su finalidad es orientar y facilitar a los usuarios la aplicación de la reglamentación nuclear española. Estas guías no son de obligado cumplimiento, pudiendo el usuario seguir métodos y soluciones diferentes a los contenidos en las mismas, siempre que estén debidamente justificados.

Los comentarios y sugerencias que puedan mejorar el contenido de estas guías se considerarán en las revisiones sucesivas. Tanto la correspondencia como los pedidos deben dirigirse al Consejo de Seguridad Nuclear, Oficina de Normas Técnicas, C/ Justo Dorado, 11, 28040-Madrid.