

NOR/21-006

Proyecto de Guía de Seguridad

Guía GS-06.02 revisión 1 “Programa de protección radiológica aplicable al transporte de materiales radiactivos”

Borrador 0

Febrero 2026

Índice

Prólogo	2
1. Objeto y ámbito de aplicación	2
2. Definiciones	3
3. Requisitos generales.....	3
4. Contenido del programa de protección radiológica	4
a) Alcance.....	5
b) Organización y responsabilidades.....	5
c) Evaluación de dosis, vigilancia radiológica y optimización.....	7
1º Evaluación de dosis	7
2º Métodos de evaluación de la dosis externa	8
3º Programas de vigilancia radiológica	10
4º Límites de dosis y optimización.....	12
d) Segregación y otras medidas de protección	13
e) Respuesta en emergencias	14
f) Formación del personal	15
g) Sistema de Gestión	16
Anexo I:.....	18
Ejemplos de dosis colectiva por Índice de Transporte	18
Anexo II:.....	20
Ejemplos de cálculos de distancias de segregación	20
Anexo III:.....	23
Lista de comprobación para conductores de vehículos por carretera	23
Apéndice	25
Casos prácticos abreviados	25
Referencias bibliográficas.....	35

Prólogo

El Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos del OIEA, N° SSR-6 (Rev.1) edición de 2018, en el que se basa la reglamentación para los distintos modos de transporte, requiere explícitamente en su párrafo 302 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.

Este requisito se recoge en los reglamentos que cubren los diferentes modos de transporte. Así, en el caso del reglamento modal por carretera, denominado Acuerdo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) publicado en el BOE nº 3 de 3 de enero de 2025, que es el modo de transporte más empleado en España, la sección 1.7.2 establece que el transporte de las materias radiactivas debe estar regulado por un programa de protección radiológica y lo define, indicando de manera general qué información debe estar incluida en el mismo.

Por parte del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) 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, operadores aeroportuarios 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 adjuntan dos ejemplos prácticos abreviados de un PPR para una empresa transportista por carretera y un operador aeroportuario de tierra (también conocido como handling aeroportuario).

Las guías de seguridad (GS) del Consejo de Seguridad Nuclear no tienen carácter mandatorio, pero constituyen métodos aceptados por este organismo para verificar el cumplimiento con los requisitos reguladores en materia de seguridad nuclear y protección radiológica y, por tanto, la adherencia a las mismas exime al titular de la demostración de la adecuación de dichos métodos.

En virtud de lo anterior, de conformidad con la habilitación legal prevista de art. 2.a) de la Ley 15/1980, de 22 de abril, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, previa consulta a los sectores afectados y tras los informes técnicos oportunos, el Consejo de Seguridad Nuclear, en su reunión del día xxx(día) de xxxxx(mes) de xxxxx(año), ha aprobado la siguiente la Guía de Seguridad

1. Objeto y ámbito de aplicación

La presente Guía tiene por objeto servir de ayuda para 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].

La 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, operadores aeroportuarios y receptores

No obstante, la guía se orienta fundamentalmente a las empresas que realizan transportes por carretera y a los operadores aeroportuarios, concretamente a los operadores aeroportuarios de tierra (handlings), que se encargan de las operaciones de carga, descarga, traslado y almacenamiento en tránsito de los bultos de material radiactivo, ya que:

- El ADR requiere que los transportistas por carretera tengan un programa de protección radiológica. El contenido mínimo de dicho programa se establece en el artículo 110 del Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre (en adelante RINR) [2], sin desarrollarlo.
- Las instrucciones técnicas de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) [17] requieren que los operadores aeroportuarios de tierra (handlings) tengan un programa de protección radiológica, pero no se desarrolla el contenido mínimo de dicho programa.

En cuanto a los expedidores y receptores, todos ellos titulares de instalaciones radiactivas o nucleares, RINR [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. El contenido de esta guía también es de aplicación para el desarrollo de dichos PPR.

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.

Esta guía ha tenido en cuenta las disposiciones incluidas en la guía del OIEA de referencia SSG-86 *Radiation protection programmes for the transport of radioactive material* [19].

2. Definiciones

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

- [Ley 25/1964](#), de 29 de abril, sobre Energía Nuclear (BOE nº 107, de 4 de mayo de 1964, artículo segundo).
- [Ley 15/1980](#), de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear (BOE nº 100, de 25 de febrero de 1980).
- [Real Decreto 1217/2024](#), de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes. (BOE nº242, de 4 de diciembre de 2024).
- [Real Decreto 1029/2022](#), de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. (BOE nº 305, de 21 de diciembre de 2022).

3. 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 de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes aprobado por RD 1029/2022, de 20 de diciembre, (en adelante RPSI) [3].

Uno de los objetivos de este Reglamento es la optimización de la protección radiológica de las actividades que conlleva esa práctica, una vez justificada, con el objetivo de mantener la magnitud de las dosis individuales, la probabilidad de exposición y el número de personas expuestas lo más bajos que sea razonablemente posible teniendo en cuenta el estado actual de los conocimientos técnicos y factores económicos y sociales (objetivo ALARA¹) y siempre

¹ As Low As Reasonably Achievable. Tan bajo como sea razonablemente posible

que no se superen los límites de dosis individuales para los trabajadores expuestos y público en general, según establece el RPSI.

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 del RPSI.

El PPR debería cubrir todos los aspectos del transporte, asociados a las condiciones normales o rutinarias y a las situaciones incidentales o de accidente, pero debería 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, actividades de consolidación y desconsolidación de bultos y movimientos de bultos).

La naturaleza y extensión del PPR y de las medidas contenidas debería ser proporcional a la magnitud y probabilidad de los riesgos radiológicos y por tanto con el tipo y cantidad de bultos que se manipulen.

Los objetivos fundamentales del PPR deberían ser:

- Prever una consideración adecuada de la protección radiológica en el transporte.
- Establecer las medidas y controles adecuados para garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones.
- Mejorar la implantación de la cultura de seguridad de la empresa.
- Proporcionar medidas prácticas para cumplir con estos objetivos.

4. Contenido del programa de protección radiológica

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

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 de los bultos que se transporte, el contenido de material radiactivo, el nº de bultos transportados anualmente, el tipo de operaciones y el acceso del público a los bultos, de ahí el motivo de que se pueda adoptar un enfoque graduado en función de las dosis ocupacionales previstas.

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	Si	Si	Si
Responsabilidades	Si	Si	Si
Evaluación de dosis	Monitorización ocasional del lugar de trabajo	Individual o del lugar de trabajo	Individual obligatorio
Optimización de dosis	Sí, básica	Si	Si
Contaminación superficial	Si	Si	Si
Segregación y otras medidas de PR (*)	Solo aplicable para categorías II-amarilla y III-amarilla		
Respuesta en emergencias	Si	Si	Si
Formación	Si	Si	Si
Sistema de gestión	Si	Si	Si

(*) 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 RPSI para los trabajadores expuestos y miembros del público.

Se desarrollan a continuación cada uno de los apartados que debería tener un PPR para el transporte de materiales radiactivos, y el contenido mínimo esperado en cada uno de ellos.

a) Alcance

En este apartado del PPR se establecerá el ámbito de aplicación del mismo, 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.

b) 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 RPSI.

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 receptores, se deberá dar cumplimiento con lo establecido en el Capítulo IV, *Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos*, del RPSI.

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 más concreta debería:

- Definir y documentar los objetivos de seguridad y protección, que deben incluirse en el PPR para optimizar la protección radiológica.
- 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.).
- 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.
- Implantar programas de formación continuada de los trabajadores, que tenga en cuenta las particularidades de la actividad de transporte.
- Definir los mecanismos de relación con los trabajadores y con la autoridad competente.
- Exigir el cumplimiento de los objetivos de protección radiológica.
- 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 por la reglamentación aplicable. Así, el responsable de la protección radiológica en la instalación asumirá las responsabilidades en relación con la protección radiológica de las actividades de transporte.

En el caso de las empresas transportistas, que no dispongan de estas instalaciones, el RINR establece que dichas funciones pueden ser ejercidas por un Servicio de Protección Radiológica propio, por una Unidad Técnica de Protección Radiológica externa o por una persona propia o contratada que 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] para supervisor de instalaciones radiactivas.

Para el caso de los operadores aeroportuarios de tierra, ninguna reglamentación establece requisitos para el responsable de protección radiológica. No obstante, considerando las funciones que deberá tener la persona que ejerza este puesto, se recomienda una formación mínima equivalente a la indicada para las empresas transportistas.

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

- Establecer y aplicar el PPR.
- Preparar los procedimientos administrativos y operacionales necesarios.
- Controlar la vigilancia de la radiación y de la contaminación.
- Elaborar los documentos y archivos relacionados con sus funciones.
- Desarrollar y supervisar los programas de formación y entrenamiento del personal.
- Velar por el cumplimiento del RPSI

Los trabajadores serán responsables de:

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

Consejero de seguridad para el transporte:

Esta figura está contemplada en la legislación, tanto para transporte por ferrocarril [5] como por carretera [6], 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, sino en cuanto a la reglamentación que debe cumplir el transporte de material radiactivo para que éste se lleve a cabo 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 ostente la misma persona.

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

c) Evaluación de dosis, vigilancia radiológica y optimización

1º Evaluación de dosis

El PPR debe contemplar la evaluación de la dosis como un aspecto fundamental para el transporte de material radiactivo. Dicha evaluación debería de efectuarse antes de la realización de las operaciones del transporte y durante las mismas, con dos objetivos fundamentales desde el punto de vista de la protección radiológica:

- 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.

- 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).

2º Métodos de evaluación de la dosis externa

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 dependerá 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 Uso Exclusivo	> 2 y ≤ 10	> 10

Para los vehículos de carretera la tasa de dosis máxima en su superficie no debe exceder 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 nº 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	6**
Categoría III + Uso Exclusivo	0	0

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

** 6 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 las 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:

$$I_1 d_1^2 = I_2 d_2^2$$

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". Aun 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 MICROSHIELD.

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 [7] sobre operaciones de transporte de radiofármacos y otro análisis similar norteamericano, se recoge un resumen de los resultados en el Anexo I de esta Guía.

3º 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.

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 manipulación. 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.

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. Para el control de la contaminación de vehículos el procedimiento deberá ajustarse a lo establecido en la Instrucción IS-34 del CSN [8].

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.

En cuanto a cómo realizar las medidas se recomienda el seguimiento de la norma ISO-7503-1:2016.

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 mismos.

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.

En el caso concreto de que una empresa determinada transporte equipos móviles con fuentes encapsuladas en forma especial, que están sujetas a unas pruebas de hermeticidad periódicas, es posible que el análisis de la periodicidad concluya que no es necesario realizar medidas de contaminación sobre el vehículo. En dichos casos, el PPR debería justificar esta práctica, y establecer en sus medidas de emergencia las acciones que deben de tomarse en caso de accidente, cuando se sospeche de un fallo en la integridad de la contención del material radiactivo.

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 llevarán a cabo según establece el RPSI. 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 la 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 [9].

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, *Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos*, de RPSI.

4º Límites de dosis y optimización

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

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. La restricción de dosis 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 RPSI establece que la magnitud de las dosis individuales, la probabilidad de exposición y el número de personas expuestas deberán mantenerse en el valor más bajo que sea razonablemente posible teniendo en cuenta el estado actual de los conocimientos técnicos y 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:

- Análisis periódico de la dosis individual y colectiva comparándolas con los valores previstos.
- Análisis de las dosis individuales asociadas a las diferentes tareas y definición de límites de dosis operacionales.
- 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.
- Aplicación de distancias de segregación.
- Desarrollo de medidas específicas para la estiba, carga, descarga y sujeción de bultos con un elevado Índice de Transporte (IT).
- Identificación de casos en los que se precisa el uso de blindajes.
- Implantación de restricciones para el acceso a áreas con niveles de radiación altos.
- Establecimiento de rotaciones de personal en función de la dosis ocupacional y optimizando el número de personas que participen en una misma tarea.

- Requerimiento o recomendación del uso de sistemas auxiliares para el manejo de los bultos.
- Establecimiento de restricciones en la conducción y en las rutas a seguir, dependiendo del estado de las carreteras y de las condiciones climatológicas.
- 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 del principio 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.

d) 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 optimizarse, en cumplimiento de los criterios ALARA, 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.

Segregación

Para calcular las distancias de segregación 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 [10] [11]. 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.

Limitación de los tiempos de exposición

Deberían efectuarse evaluaciones periódicas de los procedimientos de trabajo para analizar posibles cambios con objeto de reducir el tiempo que el trabajador se halla en las proximidades de los bultos y, de ese modo, disminuir su dosis de radiación.

Ejemplos de esas medidas son: la preparación de documentos de expedición en una zona de bajo nivel de fondo y no cerca del bulto; la realización de mediciones del IT y de la tasa de dosis superficial del bulto por medios automatizados; el uso de medios mecánicos, como plataformas móviles y carretillas, para transportar los bultos, la planificación de los trabajos de manera que se cargue y descargue en el medio de transporte en el menor tiempo posible y la rotación del personal en aquellas actividades en las que exista una mayor riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes.

Uso de blindajes y técnicas de blindaje

En algunos casos puede ser razonable reducir la dosis del conductor de un medio de transporte instalando material de blindaje entre él y las zonas de carga, o reducir la dosis de los empleados del remitente o el destinatario en instalaciones fijas colocando blindaje entre las zonas de trabajo y las zonas de almacenamiento y de carga o descarga de bultos.

Cuando sea posible, los bultos deberían ordenarse, tanto en las zonas de almacenamiento como en los medios de transporte, de manera que los que produzcan tasas de dosis más altas se encuentren más alejados de los trabajadores de manera que los bultos que produzcan tasas de dosis más bajas sirvan de blindaje para proteger parcialmente a los trabajadores de la radiación emitida por los bultos que originen tasas de dosis más altas.

e) Respuesta en emergencias

Todas las partes que tengan responsabilidades en la ejecución de una operación de transporte de material radiactivo (expedidor, transportista, operadores aeroportuarios 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 RINR o manuales de operación de los operadores aeroportuarios terrestres, 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, operador aeroportuario 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, debe recoger los procedimientos de comunicación con las autoridades competentes.

La Instrucción IS-42 del CSN [12] establece los criterios de notificación al Consejo de sucesos en el transporte de material radiactivo, esta instrucción debe estar recogida en el PPR o en un procedimiento que se referencie en el mismo.

En cuanto a las notificaciones de no conformidades que se regulan en la Instrucción IS-34 del CSN [8], el tratamiento de las mismas debería estar recogido en el PPR o en un procedimiento que se referencie en el mismo.

En este sentido, en la Instrucción IS-34 del CSN [8] se establecen los criterios de disponibilidad de personas y medios para prestar ayuda a las autoridades competentes en incidencias durante el transporte de material radiactivo, en caso de transportistas por carretera, indicándose que la información sobre las personas responsables y teléfonos de contacto debe notificarse a la Sala de Emergencias (SALEM) del CSN para su pronta localización.

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.

En el plan debería preverse un análisis posterior al incidente, tanto con relación a éste como a la respuesta, para determinar las medidas que pueden adoptarse para reducir al mínimo la posibilidad de que se produzca un incidente semejante en el futuro y para mejorar la respuesta a cualquier incidente de este tipo

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 [13] y en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril [14].

Puede obtenerse más información para el desarrollo de estos planes en la guía de seguridad del OIEA SSG-65 [15] 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 [16].

f) Formación del personal

Para mejorar la protección y seguridad en el transporte de material radiactivo es fundamental que el personal involucrado reciba una adecuada información y formación sobre los riesgos de la actividad y las buenas prácticas a adoptar, con el objetivo de que las dosis sean tan bajas como sea razonablemente posible a lo largo de todo el proceso. Por lo tanto, la formación y el entrenamiento es una parte importante del sistema de protección radiológica.

Al respecto, el RPSI en su art. 23 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 de los trabajadores para el transporte de materiales radiactivos debería orientarse hacia sus funciones de trabajo específicas, adoptando un enfoque graduado en el que la magnitud, el tipo y la complejidad de la formación estén en proporción con la índole y el grado de los riesgos y la complejidad de dichas funciones.

En el caso particular de la reglamentación sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) [11]:

1º Se requiere una formación en 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:

- Conocimientos sobre la naturaleza y riesgos de las radiaciones ionizantes.
- Efectos de las radiaciones ionizantes.
- Medida de la radiación.
- Medidas de protección a aplicar en condiciones normales de trabajo, de accidente y en el uso de equipos específicos.
- Conocimientos de la reglamentación aplicable.

2º 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.

La Instrucción IS-38 del CSN [18] concreta la formación requerida por el ADR [11] en cuanto a los contenidos mínimos de esa formación, tanto inicial como de reciclaje, la periodicidad mínima para la impartición de la formación de reciclaje y las características de los registros de la formación.

En el caso particular de la reglamentación aérea, 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 [17].

g) Sistema de Gestión

Un sistema de gestión consiste en un conjunto de elementos interrelacionados o interactuantes que establece políticas y objetivos a todos los niveles de la organización, y que permite que estos se alcancen de manera eficiente y eficaz. El sistema debe contener elementos de control e inspección durante todas las fases del transporte.

El objetivo principal del sistema de gestión es describir las medidas planificadas y sistemáticas que son necesarias para fomentar la confianza en el cumplimiento con todos los requisitos de seguridad. El grado y nivel de detalle del sistema dependerá en general del tipo de operaciones de transporte y de la fase de esas operaciones. Por tanto, la finalidad del sistema de gestión sería demostrar que la norma de seguridad prevista en la reglamentación se aplica en la práctica.

A tal fin el PPR debería analizarse en el ámbito del sistema de gestión que se debe desarrollar para el transporte de materiales radiactivos y, como documento importante de seguridad de las actividades de transporte de material radiactivo, debería ser objeto de evaluación periódica.

Anexo I:
Ejemplos de dosis colectiva por Índice de Transporte

Tabla AI.1**Ejemplos de Dosis Colectiva por Índice de Transporte**

Tipo de transporte		Número de trabajadores	IT total manipulado	Dosis total recibida (mSv . persona)	Dosis colectiva/IT (μSv/IT)	Ref.
Transporte en el Reino Unido	Carretera	12	70000	122	1,7	4
	Carretera	71	15000	36	2,4	
	Carretera	5	36000	30	0,8	
	Carretera	6	15000	30	2,0	
	Carretera	4	6000	20	3,3	
Transporte de radiofármacos en EE.UU.	Carretera	6	11750	3,0	1,1	5
	Carretera	6	12430	18,2	1,5	
	Carretera	6	12766	19,8	1,5	
	Carretera	6	12621	19,3	1,5	
	Carretera	6	12418	22,5	1,8	
	Carretera	6	15049	20,4	1,4	
	Aire	371	49174	115	2,3	
	Carretera	134	80000	149	1,9	
	Carretera	133	80000	158	2,0	
	Carretera	128	80000	145	1,8	
	Carretera	120	80000	145	1,8	
	Carretera	9	2612	1,65	0,6	
	Carretera	10	2696	1,95	0,7	
	Carretera	16	3453	6,95	2,0	

Fuente: Referencia [20]

Anexo II:
Ejemplos de cálculos de distancias de segregación

Tabla AII.1

**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 carga general ¹		Transbordador, etc. ²	Buques de apoyo Mar adentro ³
	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 m de eslora como mínimo.
2. Transbordador o buque dedicado al cruce de estrechos, cabotaje o tráfico interinsular, de 100 m de eslora como mínimo.
3. Buque de apoyo mar adentro de 50 m 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 m de longitud nominal).

Fuente: Código Marítimo Internacional (IMDG) Ref. [10] y SSG-86 Ref [19]

Tabla AII.2

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

Suma de los Índices de Transporte no es superior a	Duración de la exposición por año (horas)			
	Zonas donde personas del público tienen normalmente acceso		Zonas de trabajo normalmente ocupadas	
	50	250	50	250
	Distancia de separación en metros sin material pantalla			
2	1	3	0,5	1
4	1,5	4	0,5	1,5
8	2,5	6	1	2,5
12	3	7,5	1	3
20	4	9,5	1,5	4
30	5	12	2	5
40	5,5	13,5	2,5	5,5
50	6,5	15,5	3	6,5

NOTA: Al cuadro que antecede sirve de base una dosis máxima de: 5 mSv para los trabajadores y de 1 mSv para el público durante cualquier período de 12 meses.

Fuente: Acuerdo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR). Referencia [11]

Tabla AII.3

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 sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR). Referencia [11]

Anexo III:

Lista de comprobación para conductores de vehículos por carretera

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 <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Descripción de materia	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Tipo de bulto	BI <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/>	B(U) <input type="checkbox"/>
			B(M) <input type="checkbox"/>
			C <input type="checkbox"/>
Peso bruto (Si es > 50 kg)	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Expedidor y/o receptor	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Código VRI del fabricante	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Marca aprobación	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Marca convalidación	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Trébol (Si es B(U), B(M) o C)	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>

Etiquetado:

Categoría	Blanca I <input type="checkbox"/>	Amarilla II <input type="checkbox"/>	Amarilla III <input type="checkbox"/>
Información en las etiquetas			

2.- Comprobación del vehículo

Matrícula	Cabeza tractora:	Remolque:
Paneles naranjas	Parte delantera <input type="checkbox"/>	Parte trasera <input type="checkbox"/>
Rótulo con nº 7	Parte trasera <input type="checkbox"/>	Lateral derecho <input type="checkbox"/>
		Lateral izquierdo <input type="checkbox"/>

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

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

3.- Comprobaciones del equipo

Extintor motor o cabina (2 kg)	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Extintor carga (6 kg)	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Calzo	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Dos señales de advertencia	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Líquido de lavado de ojos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Chaleco o prenda reflectante/conductor	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Una linterna/conductor	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Guantes de protección	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Equipo de protección ocular	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Lo necesario para aplicar medidas de emergencia	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

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 <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Documento de transporte	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Ficha de seguridad/instrucciones escritas de emergencia	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Disposiciones de emergencia del expedidor	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Certificado de inscripción en el registro de conductores de la empresa transportista por carretera principal (en caso de bultos que no sean exceptuados)	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Documento de condiciones de compromiso de supervisión (en caso de transportista por carretera subcontratado no registrado y bultos que no sean exceptuados)	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
Otros documentos			

Fecha:

Nombre:

Firma:

Apéndice
Casos prácticos abreviados

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 la operación relacionada 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 el 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.

El Consejero de Seguridad tiene las responsabilidades definidas en el ADR y colaborará con la empresa transportista con el fin de mejorar la seguridad de la actividad del transporte de material.

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 expuestos 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 procedimientos 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.

Tras el conocimiento del incidente la empresa transportista notificará el suceso a la SALEM del CSN conforme a los criterios de la Instrucción IS-42 del CSN [12] por la que se establecen los criterios de notificación al Consejo de sucesos en el transporte de material radiactivo (se listarán).

Superada la emergencia se recogerán los siguientes datos: (se enumerarán) para incorporarlos al informe del suceso.

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 actividades 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.

La formación se ajustará a los criterios establecidos en la Instrucción IS-38 del CSN [18] sobre la formación de las personas que intervienen en los transportes de material radiactivo por carretera.

7.- Sistema de Gestión

El PPR y los procedimientos asociados forman parte del sistema de gestión de la empresa y están sujetos a los procesos del sistema de gestión, tales como el control de documentos y versiones, revisión de documentos, emisión y revisión de instrucciones y procedimientos, y al seguimiento de las no conformidades.

Se aprueba el PPR, tal como se describe en el presente documento.

Firma: Fecha:

(Nombre y designación)

**Ejemplo abreviado para la elaboración de un PPR
para operadores aeroportuarios de tierra en aeropuertos (handlings aeroportuarios)**

1.- Alcance

Esta empresa realiza actividades de rampa, carreteo y almacenamiento en tránsito en el aeropuerto (handling), entre otros, de bultos radiactivos.

El tipo habitual de bultos que se manipulan son bultos: exceptuados, del tipo A y tipo B(U), siendo el material radiactivo fuentes encapsuladas y no encapsuladas, para uso médico o industrial, el número habitual de bultos de clase 7 que se mueven en este almacén es de aproximadamente ()

Los bultos suelen venir en unidades de carga ULD (Unit Load Device), contenedores o palets metálicos utilizados para la carga de los bultos o a granel.

El tipo de operaciones que realizan los trabajadores son:

- Aceptación: comprobación de que los bultos cumplen con la normativa, para los casos de Exportación de la mercancía.
- Preparación para el embarque: colocación de los bultos en los elementos de carga para su carreteo y embarque en el avión, en los casos de exportación.
- Carreteo hasta el avión y su carga.
- Descarga desde el avión y carreteo a los terminales de carga, en los casos de importación.
- Entrega a los transportistas
- Almacenamiento en tránsito: cuando se van a exportar

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 de handling 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 trabajadores llevar a cabo las operaciones que les sean asignadas de acuerdo a los siguientes procedimientos operacionales, de emergencia y de protección radiológica: (se incluirían o referenciarían).

Operaciones tales como: la rampa, carreteo, carga, descarga y acondicionamiento del material radiactivo en los medios de transporte, comprobaciones documentales de la carga a su llegada e identificación de los bultos radiactivos en las unidades ULD.

El personal administrativo será encargado de la aceptación y elaboración documentación que acompaña a los bultos radiactivos.

3.- Evaluación de las dosis y optimización

La evaluación de dosis ha sido realizada por un experto cualificado en protección para evaluar los posibles niveles de exposición individual y determinar el programa de vigilancia

La evaluación se ha realizado sobre la base de:

- El número y tipo de bultos manipulados;
- Las categorías de bultos y los IT;
- Los radionucleidos presentes en los bultos;
- La frecuencia de los envíos;

- El tiempo de almacenamiento de los bultos antes o después del transporte aéreo.

La evaluación de las posibles dosis recibidas por los trabajadores (se referenciaría o incluiría) ha demostrado que éstas son muy inferiores a 1 mSv por año con la carga de trabajo actual, las personas que desarrollen operaciones con riesgo de exposición quedan clasificadas como trabajadores expuestos de categoría B, no requiriendo dosímetro personal.

El experto cualificado aconseja el establecimiento de un programa de evaluación de dosis mediante la vigilancia del lugar de trabajo con monitores de radiación para verificación rutinaria de las tasas de dosis. Estos monitores están calibrados y se verificarán según el procedimiento (*indicar procedimiento*)

Además, con el fin de que la exposición a las radiaciones ionizantes se mantenga al nivel más bajo que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores sociales y económicos (Objetivo ALARA), se establecen las siguientes medidas:

- Limitar el tiempo de manejo y chequeo de los bultos y su documentación.
- Incrementar la distancia entre el personal y los bultos mediante el uso de medios mecánicos (carretillas elevadoras).
- Señalización y vigilancia radiológica de las zonas de almacenamiento en tránsito de los bultos para evitar que personal no autorizado se aproxime.
- Limitar los tiempos de manipulación de bultos mediante rotación del personal.
- Preavisar de la llegada de los bultos radiactivos para prevenir al personal no implicado en estas operaciones.
- Formación e información continua del personal para que se mantengan actualizados de cualquier cambio que afecte a la exposición a las radiaciones.
- Seguimiento continuo de los valores de dosis ocupacional para identificar cualquier cambio potencial.

3.1.- Vigilancia de la radiación y contaminación

Se llevará a cabo la vigilancia radiológica en los lugares de almacenamiento en tránsito de los bultos radiactivos, para lo que pueden utilizarse monitores fijos.

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

Si se sospecha que un bulto presenta daños que puedan comprometer su integridad se considera una incidencia y se activará el plan correspondiente recogido en el manual (referenciarlo) avisando a la persona responsable (indicarlo) quien adoptará las medidas correspondientes en caso de contaminación, tales como:

- Acordonar la zona a una distancia adecuada al tipo de bulto y a su contenido
- Restringir el acceso a la zona
- Informar al responsable de la Terminal de carga
- Informar al expedidor o destinatario

La zona permanecerá fuera de servicio hasta que se haya determinado que la contaminación no fija es inferior o igual a:

- 4 Bq/cm² en el caso de emisores beta y gamma y emisores alfa de baja toxicidad de baja toxicidad;
- 0,4 Bq/cm² para todos los demás emisores alfa

4.- Segregación y otras medidas de protección

Los bultos se almacenarán en la terminal de carga en una zona de espera situada a 20 m de la oficina de carga del aeropuerto.

Los bultos, incluidos los cargados en unidades de carga, pueden almacenarse en la zona de espera durante un máximo de 72 horas antes de ser transportados a la aeronave para su carga.

La suma máxima prevista de IT de los bultos presentes en la zona de espera es de 10.

Se espera que el personal de la oficina reciba el mismo nivel de protección que el público. Con los límites impuestos al almacenamiento de bultos y la distancia entre la oficina y la zona de almacenamiento, las dosis recibidas por los oficinistas sean insignificantes.

5.- Respuesta en emergencias

En el caso de que se den las siguientes incidencias con bultos que contengan material radiactivo en la terminal de carga y almacén: (se listarían grupos generales de incidencias) se adoptarán las siguientes medidas: se aplicaría el plan de actuación para casos de emergencia que deberá incluir medidas generales de actuación dependiendo del tipo de emergencia (se listarán) y un procedimiento de comunicación entre los responsables del aeropuerto (se enumerarán indicando sus responsabilidades) y con las autoridades competentes.

Tan pronto se tenga conocimiento de que el incidente pueda tener consecuencias radiológicas se avisará al servicio de bomberos de rescate del aeropuerto y al especialista en emergencias (experto cualificado en protección radiológica) quién lo notificará a la Sala de emergencias del CSN, de acuerdo a los criterios establecidos en la Instrucción IS-42 del CSN [12] (se listarán).

Se acordonará la zona alrededor del bulto a una distancia adecuada para el tipo de bulto y su IT hasta que el bulto haya sido evaluado por el organismo competente y se haya determinado que no se ha producido ningún escape de radiactividad o se ha descontaminado la zona.

Superada la emergencia se recogerán los siguientes datos: (se enumerarán) para incorporarlos al informe del suceso.

6.- Formación

La formación del personal que realiza operaciones de carga, descarga y carreteo 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 actividades 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.

7.- Sistema de Gestión

El RPP y los procedimientos asociados forman parte del sistema de gestión y están sujetos a los procesos del sistema de gestión, como el control de documentos y versiones, la revisión de documentos, la emisión y revisión de instrucciones y procedimientos, y el seguimiento de las no conformidades.

Se aprueba el RPP, tal y como se describe en el presente documento.

Firma: Fecha:

(Nombre y designación)

Referencias bibliográficas

- [1] Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos, edición del OIEA de 2018. [N° SSR-6 \(Rev.1\)](#).
- [2] [Real Decreto 1217/2024](#), de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes. (BOE de 4 de diciembre de 2024).
- [3] [Real Decreto 1029/2022](#), de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. (BOE de 305 de 21 de diciembre de 2022).
- [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 (BOE nº 251 de 20 de octubre de 1999).
- [6] [Real Decreto 97/2014](#), de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español (BOE Nº 50 de 27 de febrero de 2014).
- [7] 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).
- [8] [Instrucción IS-34](#) del CSN, de 18 de enero de 2012, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre criterios en relación con las medidas de protección radiológica, comunicación de no conformidades, disponibilidad de personas y medios en emergencias y vigilancia de la carga en el transporte de material radiactivo. B.O.E. nº 30 de 4 de febrero de 2012.
- [9] [Guía de Seguridad del CSN nº 5.14](#) “Seguridad y protección radiológica de las instalaciones radiactivas de gammagrafía industrial”.
- [10] Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas ([IMDG](#)). [Enmienda 42-24 \(2024 Edition\)](#).
- [11] Acuerdo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera ([ADR](#)). (BOE nº 3 de 3 de enero de 2025)
- [12] [Instrucción IS-42](#) del CSN, de 26 de julio de 2016, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se establecen los criterios de notificación al Consejo de sucesos en el transporte de material radiactivo. (BOE nº 229 de 22 de septiembre de 2016)
- [13] [Real Decreto 97/2014](#), de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español (BOE Nº 50 de 27 de febrero de 2014).
- [14] [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).
- [15] Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency involving the transport of radioactive material. [IAEA Safety series N° SSG-65](#), Viena 2022.
- [16] [Fichas de intervención](#) en situaciones para actuación de los servicios operativos en situaciones de emergencia provocadas por accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril de la Dirección General de Protección Civil. Edición de noviembre de 2004.
- [17] [Instrucciones Técnicas](#) para el Transporte seguro de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea. (BOE Nº 309, de 29 de noviembre de 2024).

- [18] [Instrucción IS-38](#) del CSN, de 10 de junio de 2015, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre la formación de las personas que intervienen en los transportes de material radiactivo por carretera. (BOE N° 160 de 10 de junio de 2015)
- [19] Radiation protection programmes for the transport of radioactive material. [IAEA Safety series N° SSG-86](#), Viena 2023
- [20] [International guidance on transport safety radiation protection programmes](#). Ronald Pope, Xavier Bernard Bruls, Ken Shaw