
ARGENTINA
BRASIL
CHILE
COLOMBIA
CUBA
ESPAÑA
MÉXICO
PARAGUAY
PERÚ
PORTUGAL
URUGUAY
PROGRAMA TÉCNICO
COOPERACIÓN PARA LA SEGURIDAD EN IBEROAMÉRICA
2026
FORO


FORO

Referencia OFC.07.09

Edita y distribuye:
Servicio de publicaciones
Consejo de Seguridad Nuclear
Pedro Justo Dorado Dellmans, 11
28040 Madrid, España
Tel. (+34) 913 460 100
www.csn.es
Diseño y maquetación: Ángel Merlo
Depósito legal: M-18955-2026
Impreso en papel 100% reciclado, con
certificado de gestión forestal responsable

FSC

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

FORO 2026: 30 años de cooperación para la seguridad en Iberoamérica

Desde su creación, el Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares (FORO) se ha consolidado como el principal mecanismo de cooperación técnica entre los organismos reguladores de la región. Basado en la confianza mutua, el intercambio de experiencias y el rigor técnico, el FORO ha contribuido durante casi tres décadas al fortalecimiento de las capacidades reguladoras nacionales y a la mejora de la seguridad nuclear, radiológica y física en Iberoamérica.

La calidad de sus trabajos y la utilidad de sus resultados han situado al FORO como una referencia internacional en el ámbito regulador. El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) ha apoyado de forma continuada sus actividades y ha reconocido el valor de las metodologías desarrolladas en el seno del FORO. Esta colaboración ha permitido la elaboración conjunta de publicaciones técnicas y la difusión de buenas prácticas utilizadas también fuera de la región.

La presente edición del Programa Técnico actualiza la publicación elaborada con motivo del 25.º aniversario del FORO e incorpora los avances alcanzados en los últimos años. En este periodo se han desarrollado proyectos relacionados con las aplicaciones médicas de las radiaciones, los reactores nucleares de potencia y de investigación, el transporte de material radiactivo, la seguridad física nuclear y el control del material radiactivo de origen natural.

Estos resultados son fruto de una forma de trabajo basada en la colaboración entre especialistas de los distintos países, el intercambio permanente de conocimiento y la búsqueda de soluciones comunes ante los retos regulatorios. Al mismo tiempo, el FORO ha impulsado iniciativas de carácter institucional orientadas al fortalecimiento de las organizaciones reguladoras y a la promoción de la excelencia técnica.

En definitiva, este Programa Técnico refleja la trayectoria y los resultados de una cooperación consolidada a lo largo de casi treinta años. Con la experiencia acumulada por sus miembros y la mirada puesta en el futuro, el FORO mantiene su compromiso con la mejora continua de la regulación para una Iberoamérica más segura y preparada.

Índice

8 Introducción

13 Análisis Probabilista de Seguridad de Tratamientos de Radioterapia con Acelerador Lineal (Proyecto APS)

18 Aplicación del Método de la Matriz de Riesgo a la Radioterapia (Proyecto MATRICES)

22 Desarrollo de una Herramienta para la Aplicación del Método de la Matriz de Riesgo a la Radioterapia (Proyecto SEVRRA)

27 Autoevaluación del Programa Regulador de la Protección Radiológica en las Exposiciones Médicas (Proyecto PROTECCIÓN DEL PACIENTE)

30 Prácticas Reguladoras en el Envejecimiento y Extensión de Vida de las Centrales Nucleares de Potencia (Proyecto PREEV)

35 Estrategia para la Prevención, Detección y Respuesta frente a la Presencia Inadvertida de Material Radiactivo en el Reciclado de Metales y otros Procesos Asociados (Proyecto FUENTES)

39 Establecimiento de una Guía Metodológica Común para el Análisis de Emergencias Radiológicas e Identificación de Lecciones (Proyecto EMERGENCIAS)

43 Establecimiento de Criterios para el Licenciamiento y Requisitos de Inspección de Instalaciones con Ciclotrones para Producción de Radioisótopos utilizados en Aplicaciones e Investigaciones Médicas (Proyecto CICLOTRONES)

47 Cultura de Seguridad en las Organizaciones, Instalaciones y Actividades con Fuentes de Radiación Ionizante (Proyecto CULTURA DE SEGURIDAD)

53 Guía para la Elaboración de un Programa de Creación y Desarrollo de Competencias de Reguladores de Reactores Nucleares (Proyecto CReAN)

59 Aplicación del Método de Matriz de Riesgo en Radiografía Industrial(Proyecto SEVRRA INDUSTRIA)

64 Guía Práctica para la Implementación de la Dispensa en Instalaciones Radiactivas (Proyecto DISPENSA)

69 Resistencia de las Centrales Nucleares en los Países Miembros del FORO (Proyecto RESISTENCIA de CC. NN.)

74 Competencias del Personal de Organismos Reguladores en Aplicaciones Radiológicas Médicas e Industriales (Proyecto CReAR)

79 Aplicación Piloto de la Metodología de Evaluación de la Cultura de Seguridad de la Guía del FORO a una empresa de Gammagrafía Industrial (Proyecto GAMMAGRAFÍA)

83 Extensión de la Aplicación de la Metodología de Matrices de Riesgo SEVRRA a Nuevas Técnicas de Radioterapia (Proyecto SEVRRA II)

88 Estandarización del Proceso de Inspección y Gestión del Envejecimiento y Obsolescencia de los Reactores Nucleares de Investigación

92 Capacitación y Licenciamiento de Operadores de Reactores (Proyecto CLOR)

97 Requisitos para la Autorización y Procedimientos para la Inspección de Radiofarmacias (Proyecto RADIOFARMACIAS)

101 Mantenimiento y Verificaciones Periódicas de Bultos Reutilizables para el Transporte de Material Radiactivo No Sujetos a Aprobación de Diseño (Proyecto TRANSPORTE)

105 Evaluación de la Resiliencia para la Operación Segura de las Centrales Nucleares, de los Reactores Nucleares de Investigación y de las Instalaciones Radiactivas en Tiempos de Pandemia (Proyecto RESILIENCIA)

109 Seguridad Física durante el Transporte Interno de Materiales Radiactivos (Proyecto de SEGURIDAD FÍSICA)

112 Guía de Seguridad para establecer Criterios para el Licenciamiento y Requisitos de Inspección en Instalaciones de Protonterapia (Proyecto PROTONTERAPIA)

117 Guía para la Caracterización de Industrias y Actividades vinculadas con NORM: un Enfoque a las Industrias del Gas, el Petróleo y la Minería (Proyecto NORM)

120 Agradecimientos

Introducción

El Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares (FORO) es una asociación de autoridades reguladoras, fundada en Veracruz en julio de 1997, con el objetivo de lograr y mantener altos niveles de seguridad radiológica y nuclear en todas las prácticas que involucren los usos pacíficos de radiaciones ionizantes.

En la actualidad, los miembros del FORO son las autoridades reguladoras de Argentina (Autoridad Regulatoria Nuclear, ARN), Brasil (Autoridade Nacional de Segurança Nuclear, ANSN)[1], Chile (Comisión Chilena de Energía Nuclear, CCHEN), Colombia (Ministerio de Minas y Energía, MINENERGÍA), Cuba (Dirección de Seguridad Nuclear, DSN)[2], España (Consejo de Seguridad Nuclear, CSN), México (Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, CNSNS), Paraguay (Autoridad Reguladora Radiológica y Nuclear, ARRN), Perú (Instituto Peruano de Energía Nuclear, IPEN), Portugal (Agência Portuguesa do Ambiente) y Uruguay (Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección, ARNR).

Con idiomas comunes y muchos otros lazos culturales, el FORO ha establecido un elevado nivel de entendimiento y confianza entre sus miembros para colaborar y así promover altos niveles de seguridad entre sus miembros y por extensión, en toda la región iberoamericana. De allí, además, la importancia de su visión de ser un ámbito fructífero para el fortalecimiento de las instituciones reguladoras de la región a través del intercambio de información, conocimiento y experiencia.

El FORO nace con el espíritu de promover la seguridad en todas las prácticas pacíficas que utilicen instalaciones y materiales radiactivos o nucleares en Iberoamérica y fomentar el intercambio de información, conocimiento y experiencia en materia de protección radiológica, seguridad nuclear y física en la región desde una perspectiva reguladora.

En 2003 surge el interés de generar mayor conocimiento y armonizar prácticas entre sus miembros mediante el desarrollo de proyectos y actividades de interés común dentro de un Programa Técnico, definido en el Estatuto del FORO, y en estrecha colaboración con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), referente científico-técnico de la asociación. Se establecen así dos nuevos objetivos: detectar, extraer, analizar y compartir conocimiento y experiencias para mejorar la seguridad

1 Hasta 2025, la Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN.
2 Hasta 2018, el Centro Nacional de Seguridad Nuclear, CNSN.



Reunión de constitución del FORO (1997, Veracruz, México).

radiológica y nuclear en Iberoamérica; y establecer relaciones con organismos nacionales, regionales e internacionales cuyas políticas y objetivos resulten de interés para el logro de los objetivos del FORO. El idioma de trabajo del FORO es el español, pero el portugués es también prioritario y, en la medida de lo posible, los resultados se están traduciendo a este último y al inglés para darles mayor difusión.

Desde el lanzamiento del Programa Técnico se han iniciado 24 proyectos o actividades, 19 se han concluido y 5 están siendo desarrollados en la actualidad, con la participación de más de 300 expertos de la región y un presupuesto por encima del millón y medio de euros. Todos los productos generados por el FORO son públicos y están disponibles para toda persona interesada en su portal, la RED (www.foroiberam.org).



XXXII Reunión del Plenario del FORO (2026, Lisboa, Portugal).

Además, muchos de los resultados están siendo publicados por el OIEA en forma de documentos técnicos conjuntos FORO-OIEA (TecDoc), y han sido presentados en las más importantes conferencias internacionales del sector regulador. Otra forma de contribuir a la seguridad global ha sido el uso de los resultados del Programa Técnico del FORO en el desarrollo de guías de seguridad del OIEA, o para incorporarlos al temario para cursos, escuelas y talleres de formación y consolidación de la capacitación del regulador o del regulado. La comunidad internacional ha reconocido la excelente calidad y utilidad de los trabajos realizados por el FORO que se han ido incorporando a la normativa y a las prácticas de los reguladores o de los regulados en numerosos países de la región y de todo el mundo.

El FORO desarrolla su Programa Técnico de interés regulador basándose en los principios de innovación, equidad, eficacia, eficiencia, rigurosidad, consistencia y sostenibilidad, y en línea con las directrices estratégicas y el plan de acción del FORO, aprobados por su Plenario, su órgano directivo.

La contribución del FORO a la protección radiológica y a la seguridad nuclear, así como el valor de su modelo y su Programa Técnico han sido reconocidos por el OIEA, la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA), las Organizaciones Panamericana (OPS) y Mundial de la Salud (OMS), y otras organizaciones y asociaciones internacionales y regionales. La cooperación del FORO con estas instituciones y otras de interés es un objetivo estratégico que guía el trabajo de la asociación. Mediante esta cooperación, el FORO verifica que sus proyectos sean innovadores, recaba información para dar mayor eficiencia a su programa técnico, y difunde sus resultados en otros países de la región y en otras partes del mundo. Con todo ello, el FORO quiere promover un intercambio beneficioso de experiencias y conocimientos en áreas clave de protección radiológica y seguridad nuclear tecnológica y física en ámbitos de interés, relevantes y de actualidad.



Esta publicación, que actualiza la presentada en 2022, es una de las modalidades identificadas por el FORO para compartir sus experiencias y conocimientos reguladores y, muy especialmente, con los resultados de su Programa Técnico, uno de los pilares fundamentales del FORO para el logro de sus objetivos.

LA RED

En la plataforma colaborativa del FORO, la RED (www.foroiberam.org), se comparten todos los resultados de su Programa Técnico y la información más relevante de la asociación como noticias, hitos, documentación básica y enlaces de interés.

En la RED se puede encontrar información de cada una de las áreas temáticas en las que el FORO



Página inicial de la RED

quiere aumentar su conocimiento y reforzar sus prácticas: protección radiológica ocupacional; protección radiológica en aplicaciones médicas; protección radiológica del público y del medio ambiente; preparación y respuesta a emergencias; investigación y seguimientos de accidentes e incidentes; control de fuentes; clausura y cierre de instalaciones; gestión de residuos; seguridad nuclear; transporte de material radiactivo; asuntos jurídicos; factores humanos y organizativos; seguridad física nuclear. Además de esta información, la RED ofrece herramientas de colaboración entre expertos de la región iberoamericana en diferentes áreas temáticas y a los miembros de los grupos de trabajo en sus proyectos asociados, brindando acceso a grupos de trabajo virtuales, y optimizando las comunicaciones e interacciones mediante el uso de tecnologías de redes sociales. Alrededor de tres centenares de especialistas reguladores de diversas áreas técnicas están trabajando virtualmente, compartiendo su experiencia, buenas prácticas y lecciones aprendidas, abordando problemas a través de proyectos técnicos y otras actividades, y poniendo los resultados a disposición de todos los interesados.

Análisis Probabilista de Seguridad de Tratamientos de Radioterapia con Acelerador Lineal (Proyecto APS)

OBJETIVO

El objetivo general de este proyecto fue el de comenzar a introducir los métodos proactivos de evaluación de la seguridad en la radioterapia como complemento de los métodos reactivos tradicionales, a través de la aplicación de un Análisis Probabilista de Seguridad (APS) del proceso de tratamiento de radioterapia con un acelerador lineal de uso médico (LINAC) para investigar las principales causas y secuencias de eventos que pueden provocar una exposición accidental a las radiaciones ionizantes, y explorar la aplicabilidad de este tipo de análisis. Los objetivos específicos consistieron en llevar a cabo un estudio piloto para identificar los posibles sucesos iniciadores de un accidente, las secuencias accidentales, los posibles escenarios de exposición accidental y los principales contribuyentes al riesgo a partir de la importancia de los errores humanos y los fallos de equipos considerados en el estudio, de tal forma que permitiesen elevar la seguridad y el control regulador de la radioterapia con LINAC.

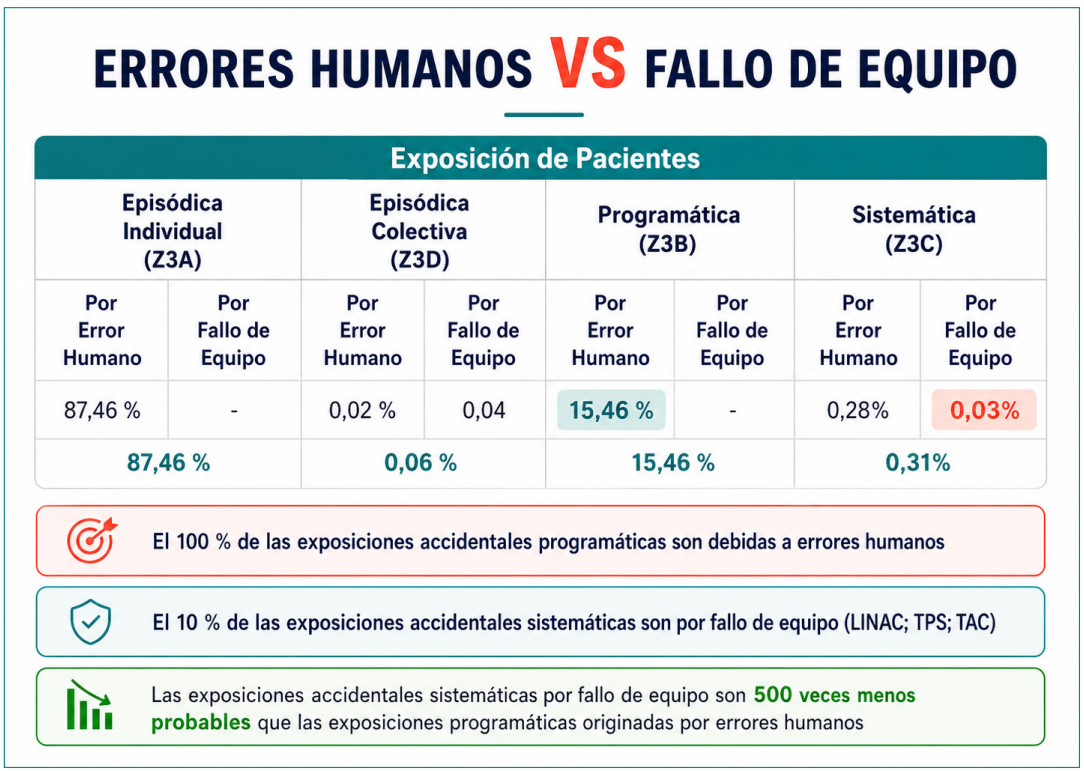
ALCANCE

El estudio de APS se aplicó al proceso de tratamiento de radioterapia de haces externos de un servicio de radioterapia hipotético, basado en las prácticas existentes en los países miembros[3] del

3 Se entiende como países miembros del FORO aquellos cuyos reguladores son miembros: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, España, México, Paraguay, Perú, Portugal y Uruguay.

FORO que participaron en este proyecto, así como en las experiencias reportadas en la literatura, a las que se denominaron modelo de referencia. Este proceso comienza con la prescripción clínica del mismo y concluye al finalizar las sesiones de tratamiento prescritas.

En cuanto a los equipos objeto de estudio, solo se analizó en detalle el acelerador lineal, mientras que los otros equipos tales como el sistema de planificación de tratamientos, el tomógrafo computarizado de simulación y la dosimetría en vivo, se incluyeron como macrocomponentes, sin profundizar en detalle en las partes que lo conforman y considerando esencialmente los errores



Algunos de los resultados del análisis probabilista de la seguridad

humanos relacionados con su manejo, pero no los fallos de los equipos. Respecto al *software*, se consideró únicamente los modos de fallo relacionados con la entrada y salida de datos (fallo durante el funcionamiento del *software*), sin analizar en detalle su programación (código fuente).

Se consideraron todas las acciones humanas de los diferentes profesionales que intervienen en el proceso de tratamiento, excluyendo del análisis aquellas que constituyen una decisión médica. Por tanto, se asumió que las actuaciones del médico eran acordes con la intención clínica, como, por ejemplo, la prescripción de la dosis de tratamiento. Sin embargo, se tomaron en consideración los errores al registrar por escrito su intención y al comunicar la decisión.

Solo fueron objeto de estudio los riesgos radiológicos, quedando excluidos los riesgos de caídas, colisiones, descargas eléctricas, incendio y explosión. En cuanto a las personas expuestas, el estudio se aplicó a los pacientes, personas ocupacionalmente expuestas y público, aunque el énfasis del estudio se orientó hacia los pacientes.

Asimismo, se excluyó del ejercicio el estudio de las tareas externas al tratamiento, tales como las de instalación, pruebas de aceptación, puesta en servicio, mantenimiento y reparaciones. También la evaluación de los blindajes y tareas de desmantelamiento y cierre de la instalación.

RESULTADOS

El proyecto fue la primera aplicación internacional de la metodología de APS fuera del campo de las centrales nucleares, al ajustarla y emplearla para evaluar la seguridad de los tratamientos de radioterapia con uso de un acelerador lineal (LINAC).

Sus resultados constituyeron aportes significativos en términos de comprensión de los riesgos e interioridades de seguridad de la radioterapia con LINAC, definiendo un grupo de 118 sucesos iniciadores de accidentes para un análisis de 434 secuencias accidentales posibles y la consideración de 120 barreras de seguridad, con determinación de impactos e importancias al riesgo de los diferentes grupos analizados: pacientes, personal trabajador ocupacionalmente expuesto y público.

El proyecto formuló 48 importantes recomendaciones sobre estrategias a seguir, posibles soluciones técnicas u organizativas e iniciativas que pueden contribuir a prevenir o reducir la probabilidad de ocurrencia de exposiciones accidentales en la radioterapia con LINAC, vinculadas tanto al personal expuesto, como a los procesos, locales y etapas de tratamiento, los equipos y materiales de trabajo, y las organizaciones vinculadas a la práctica, entre otros muchos factores.

IMPACTOS DEL PROYECTO

El proyecto proporcionó una base de información y datos decisivos para el desarrollo posterior del proyecto de Matrices de Riesgo para la evaluación de seguridad en la práctica médica.

La principal utilidad de este proyecto radica en su contribución a una mejor comprensión de los riesgos asociados a este tipo de prácticas y en el hecho de poner de relieve la importancia de una evaluación proactiva de la seguridad. Además, demostró la aplicabilidad de la metodología APS a la radioterapia con LINAC y sentó las bases para el posterior desarrollo del proyecto sobre matrices de riesgo.

PARTICIPANTES

Juan José Vilaragut Llanes, responsable del proyecto (CBSN, Cuba); Susana B. Papadopulos (ARN, Argentina); Pedro Paulo Pereira Jr. (Instituto Nacional do Cancro, Brasil); Rubén Ferro Fernández (CNSN, Cuba); Manuel Rodríguez Martí (CSN, España); María Luisa Ramírez (CSN, España); Arturo Pérez Mulas (CSN, España); Marta Barrientos Montero (CSN, España); Fernando Somoano (ELEKTA, España); José Miguel Delgado Rodríguez (Instituto Madrileño de Oncología, España); Ramón López Morones (CNSNS, México); Pedro Ortiz López (OIEA).

El FORO agradece también la colaboración de Eduardo Larrinaga Cortina, Lourdes Pérez Guevara, Jorge Alemañy Álvarez, José de Jesús Rivero Oliva, Fernando García Yip, Ileana Silvestre Patallo, Andrés de la Fuente Puch, Cruz Duménigo González, Carmen Álvarez, Ana Blanes Tabernero, Anel Hernández Garcés, Verónica Godínez Sánchez, Adrián López García, Daniel García, Ramón del Castillo Bahi, Rodolfo Alfonso Laguardia, Ivón Morales.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2008		*Seguridad y Control Regulador de las Instalaciones Radiactivas de Radioterapia mediante la aplicación de Técnicas de Análisis e Identificación de Riesgos*, Jornada de I+D del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, Madrid, España).
2009	*Análisis Probabilista de Seguridad para Tratamientos de Radioterapia con Acelerador Lineal*, disponible en la RED del FORO.	
2011	*Los métodos de análisis de riesgo en radioterapia: Análisis probabilístico de seguridad*, revista ALFA n.º 15 del Consejo de Seguridad Nuclear de España).	
2012	*Análisis Probabilista de Seguridad de Tratamientos de Radioterapia con Acelerador Lineal*, publicación conjunta FORO-OIEA, TecDoc 1670/S.	
2015		*Análisis Probabilista de Seguridad (APS) del proceso de tratamiento de radioterapia con un Acelerador Lineal de usos médicos*, memorias del XII Congreso de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA 12).

Aplicación del Método de la Matriz de Riesgo a la Radioterapia (Proyecto MATRICES)

OBJETIVO

El proyecto tuvo como objetivo aplicar la metodología de matrices de riesgo para la autoevaluación de los servicios de radioterapia. Para ello se buscó adaptar dicha metodología al proceso de tratamiento de radioterapia de haces externos de un servicio de radioterapia hipotético (instalación de referencia), basado en las mejores prácticas existentes en los países miembros del FORO, así como en las experiencias reportadas en la literatura y obtener así una serie de recomendaciones para reforzar los programas de calidad y seguridad de los departamentos de radioterapia.

ALCANCE

Se consideraron en el estudio las situaciones del proceso de radioterapia con acelerador lineal, que podrían dar lugar a exposiciones accidentales, tanto para el paciente como para el trabajador o el público, desde la instalación del equipo hasta acabar el tratamiento. Aunque el acto médico en sí no está incluido en el alcance de este proyecto, sí se consideraron todos los aspectos que daban lugar a una desviación indeseada de la prescripción dada por el médico. Se excluyó el análisis de accidentes con exposición a fuentes huérfanas o durante el transporte de las fuentes radiactivas.

Para su adaptación y aplicación se tomó en consideración la experiencia operacional (lecciones aprendidas de las exposiciones accidentales) así como los resultados de los estudios de análisis probabilistas de la seguridad (Proyecto APS).

Una de las ventajas del método de la matriz de riesgos es que permite agrupar los distintos valores de los parámetros (frecuencia de ocurrencia de un suceso iniciador, probabilidad de fallo de las barreras, consecuencias del accidente y nivel de riesgo del suceso iniciador) en niveles discretos, que son más manejables que los valores numéricos para la toma de decisiones.

RESULTADOS

La aplicación del método de la matriz de riesgo al servicio genérico de radioterapia puso de manifiesto que en dicho servicio los sucesos con consecuencias catastróficas en terapia de haces externos tienen un riesgo medio o bajo, excepto uno relacionado solamente con la radioterapia con ^{60}Co en los casos de planificación manual de tratamientos, con un riesgo asociado mucho mayor.

En la aplicación de la matriz de riesgo para aceleradores se generaron 142 posibles sucesos iniciadores que pudieran provocar exposiciones accidentales. De estos sucesos, el 93,7 % tendrían consecuencias para el paciente, el 3,5 % para el personal trabajador ocupacional y el 2,8 % para miembros del público. Asimismo, se analizaron 100 barreras directas, 37 elementos que contribuyen a reducir la frecuencia de los sucesos iniciadores de accidente (reductores de frecuencia) y 26 que podrían disminuir la severidad de las potenciales consecuencias (reductores de consecuencias). Se comprobó que no había consecuencias de riesgo muy alto.

En relación a la aplicación de la metodología a la radioterapia con haces externos de ^{60}Co se generaron 132 sucesos iniciadores. De estos sucesos, el 92 % tendrían consecuencias para el paciente, el 5 % para el personal trabajador ocupacional y el 3 % para miembros del público. También se analizaron 91 barreras directas de seguridad, 41 reductores de frecuencia y 50 reductores de consecuencias.

Consecuencia del Suceso Iniciador					
	CMA	RA	RA	RMA	RMA
		RA	RA	RA	RMA
		RM	RM	RA	RA
		RM	RM	RM	RA
	CA	RA	RA	RA	RMA
		RM	RA	RA	RA
		RM	RM	RA	RA
		RB	RB	RM	RM
	CM	RM	RM	RA	RA
		RM	RM	RM	RA
		RM	RM	RM	RM
		RB	RB	RM	RM
	CB	RM	RM	RM	RM
		RB	RB	RM	RM
		RB	RB	RB	RB
		RB	RB	RB	RB
		FMB	FB	FM	FA

Frecuencia del Suceso Iniciador

Nivel de consecuencias frente a frecuencia con base en la Matriz de Riesgos

Respecto a la aplicación del método a los tratamientos de radioterapia con alta tasa de dosis, los resultados fueron los siguientes: se generaron 113 sucesos iniciadores. De ellos, el 81 % tendrían consecuencias para el paciente, el 13 % para el personal trabajador ocupacional y el 5 % para miembros del público. En este caso se analizaron 74 barreras directas de seguridad, 62 reductores de frecuencia y 26 reductores de consecuencias.

Finalmente, en cuanto a la aplicación de la metodología a los tratamientos de braquiterapia de baja tasa de dosis (LDR) y de implantes permanentes, se generaron 80 sucesos. De estos, el 76 % tendrían consecuencias para el paciente, el 13 % para el personal trabajador ocupacional y el 11 % para miembros del público. Aquí se analizaron 70 barreras directas de seguridad, 41 reductores de frecuencia y 21 reductores de consecuencias.

Los sucesos iniciadores identificados pueden producirse tanto en alguna de las etapas del proceso de tratamiento, como en las fases de instalación y puesta en servicio.

IMPACTOS DEL PROYECTO

El método de la matriz de riesgo es una metodología sistemática y simplificada, derivada de las técnicas del Análisis Probabilista de la Seguridad (APS). Los resultados del proyecto han permitido crear una herramienta útil para obtener una visión global de todo el proceso, y proponer mejoras a los aspectos que contribuyen a la reducción del nivel de riesgo. Este método, aunque no cuantifica el nivel de riesgo con la exactitud de un APS, representa una forma estructurada para establecer prioridades en la reducción del nivel de riesgo.

PARTICIPANTES

Ramón López Morones, responsable del proyecto (CNSNS, México); Susana Papadopulos (ARN, Argentina); José McDonnell (Universidad Nacional de Rosario, Argentina); Marcelo Gonçalves (CNEN, Brasil); Pedro Paulo Pereira Jr. (Instituto Nacional de Câncer, Brasil); Cruz Duménigo (CNSN, Cuba); Alba Guillén (CNSN, Cuba); Juan José Vilaragut (CNSN, Cuba); Rubén Ferro (CNSN, Cuba); Jorge Morales (Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología, Cuba); Carmen Álvarez (CSN, España); María Luisa Ramírez (CSN, España); Manuel Rodríguez (CSN, España); Arturo Pérez

Mulas (CSN, España); José Miguel Delgado (Instituto Madrileño de Oncología, España); Carlos Sánchez Cayuela (Instituto Madrileño de Oncología, España); Verónica Godínez Sánchez (CNSNS, México); Adrián López García (CNSNS, México); Ángel Bernardo Paz García (CNSNS, México); Ricardo Rodríguez (Instituto Nacional de Cancerología, México); Pedro Ortiz López (OIEA).

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2009	*Aplicación del Método de la Matriz del Riesgo a la Radioterapia. Volúmenes 1 y 2,* disponible en la RED del FORO.	
2012	*Aplicación del Método de la Matriz del Riesgo a la Radioterapia*, publicación conjunta FORO-OIEA, TecDoc 1685/S.	
2012		*Application of the risk matrix approach in radiotherapy: an Ibero-american experience*, IAEA International Conference on Radiation Protection in Medicine (Bonn, Alemania).
2013	*Prevention of Accidental Exposure in Radiotherapy: The Risk Matrix Approach*, artículo en la revista Health Physics, Volumen 104, Tema 2, Páginas 139-150.	
2015		*Radiation safety assessment of cobalt 60 external beam radiotherapy using the risk-matrix method*, IRPA 12, XII Congreso de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (Buenos Aires, Argentina).
2015		*Risk analysis methods: their importance for the safety assessment of practices using radiation*, IRPA 12, XII Congreso de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (Buenos Aires, Argentina).
2016	*Application of the Risk Matrix Method to Radiotherapy*, publicación conjunta FORO-OIEA, TecDoc 1685.	

Desarrollo de una Herramienta para la Aplicación del Método de la Matriz de Riesgo a la Radioterapia (Proyecto SEVRRA)

OBJETIVO

Dada la complejidad para el uso del Proyecto de Matrices, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias de México desarrolló el Sistema para la Evaluación de Riesgos en Radioterapia (SEVRRA) para aplicar la metodología de matrices de riesgo de manera sistemática y de forma amigable para el usuario. SEVRRA fue cedida al FORO para su ulterior desarrollo y empleo en los análisis de riesgo por parte de los organismos miembros y en los hospitales que operan este tipo de instalaciones.

ALCANCE

SEVRRA incluye modelos de riesgos para la práctica de acelerador lineal 3DC, de braquiterapia de alta y baja tasa de dosis, así como el relativo a cobaltoterapia.

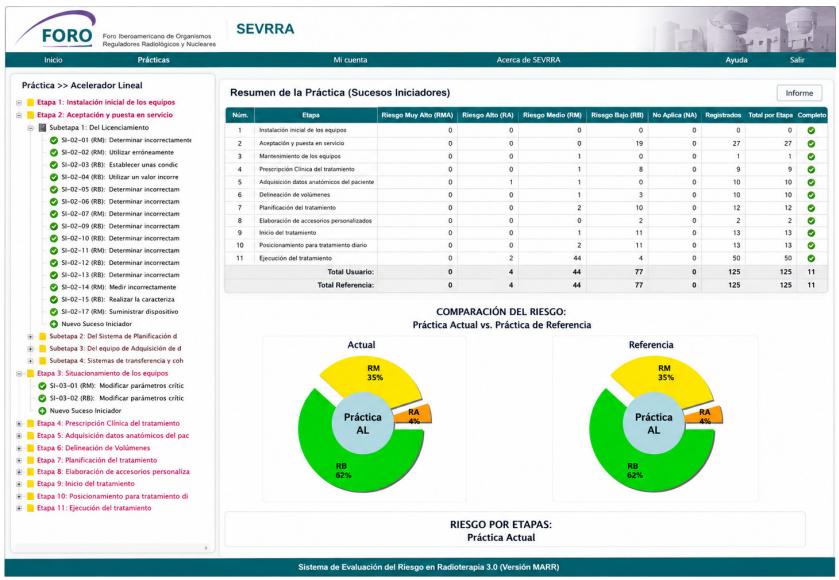
Para ello, se emplearon dichos modelos en más de una decena de servicios de la región, constatando su aplicabilidad en campo, la identificación tanto de fortalezas como de debilidades, y la obtención de perfiles de riesgo, así como los principales elementos de seguridad como barreras y reductores con mayor impacto para mejorar la seguridad de los servicios de radioterapia.

El cálculo del riesgo tiene en SEVRRA una doble función: 1. informar al usuario sobre el nivel actual de riesgo en su instalación, y 2. mostrar al usuario las barreras que puede implementar en su práctica para reducir el nivel de riesgo de cada suceso iniciador. SEVRRA muestra así, detalladamente, cuáles son las fortalezas y debilidades de su práctica con el fin de mejorarlas.

El sistema está desarrollado para albergar todas las prácticas que se analicen con el método de la matriz de riesgos. Los resultados del análisis de riesgo que SEVRRA presenta, permiten identificar los sucesos iniciadores con riesgo alto o riesgo muy alto, así como las barreras y reductores de frecuencia que hay que implementar en la instalación para lograr la optimización del riesgo.

RESULTADOS

Los resultados del proyecto resaltaron los beneficios de realizar este tipo de análisis prospectivo para la protección radiológica y la salud humana, y han sido reconocidos por organismos y asociaciones de carácter internacional, como la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), siendo previsible que, en el futuro, su uso resulte cada vez más extendido y generalizado en la práctica de la radioterapia.



Ejemplo del uso de SEVRRA online: Sucesos iniciadores y riesgo asociado.

SEVRRA presenta al usuario los sucesos iniciadores de accidentes que se han identificado en las prácticas de radioterapia, así como las barreras, reductores de frecuencia y de consecuencias que existen en la práctica, y recomienda las buenas prácticas que se deberían seguir. Por consiguiente, facilita la evaluación del nivel de riesgo de los servicios de radioterapia y permite estandarizar las actividades reguladoras de evaluación de la seguridad radiológica de esta práctica médica, fomentando las buenas prácticas con información de riesgo.

Además, SEVRRA y su metodología base permiten identificar tanto fortalezas como debilidades de los servicios de radioterapia, lo que posibilita focalizar esfuerzos en la implementación de medidas de seguridad, barreras y reductores, para la prevención y disminución de la ocurrencia de accidentes, así como para la limitación de sus consecuencias. La herramienta puede utilizarse de acuerdo a las necesidades específicas de cada país, por lo que además de Iberoamérica también pueden beneficiarse otras regiones.

Originalmente el sistema operaba en modo fuera de línea, y posteriormente se extendió su operación en línea, incorporándose en la RED del FORO. Así, la herramienta puede utilizarse de acuerdo a las necesidades específicas de cada país, ya sea descargándolo u operándolo en línea, por lo que además de Iberoamérica, también pueden beneficiarse otras regiones.

IMPACTOS DEL PROYECTO

La aplicación a mayor escala de SEVRRA permite registrar un grupo de posibles sucesos iniciadores no considerados en los servicios tomados como referencia. Esto tiene gran importancia porque podría enriquecer la experiencia colectiva y con ello fortalecer el enfoque proactivo para la prevención de accidentes en radioterapia.

La metodología de matrices de riesgo y SEVRRA están siendo utilizadas para el análisis de riesgo por físicos médicos y oficiales de protección radiológica de más de 30 servicios de radioterapia de 12 países de Latinoamérica, lo que demuestra que se trata de un desarrollo que puede extenderse a gran escala en nuestra región.

Está previsto realizar en México un curso nacional sobre SEVRRA, en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México, ININ, dentro del marco del proyecto nacional

de Cooperación Técnica del OIEA, donde se invitará a los usuarios, profesionales de la salud y sociedades de física médica para fomentar el uso de esta herramienta en este país.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2012	*Herramienta SEVRRA 3.0 en español, inglés y portugués en sus versiones on-line y off-line*, disponibles en la RED del FORO.	
2012	*Aplicación de los Resultados de los Análisis de Riesgo en Radioterapia para Avanzar hacia una Regulación Informada en Riesgo*, disponible en la RED del FORO.	
2012	*Guía para la realización de Análisis de Riesgos en los Servicios de Radioterapia*, disponible en la RED del FORO.	
2012		*Main results of the risk assessments to some Ibero-American radiotherapy facilities using SEVRRA Software*, IAEA International Conference on Radiation Protection in Medicine (Bonn, Alemania).
2013		*Prevención de Accidentes en Radioterapia*, IX Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica (Río de Janeiro, Brasil).
2015		*Accident prevention in radiotherapy. Using of the software "SEVRRA" to implement the risk matrix method*, X Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica (Buenos Aires, Argentina).
2017		*Ibero-America in the prevention of accidents in radiotherapy. Using of the risk matrix methodology and the SEVRRA tool*, IAEA International Conference on Radiation Protection in Medicine (OIEA, Viena, Austria).
2025		*Aplicación de la metodología de matrices de riesgo para la evaluación del riesgo radiológico, SEVRRA*, X Congreso Latinoamericano de Física Médica, ALFIM 2025, (La Antigua, Guatemala).

PARTICIPANTES

Ramón López Morones, responsable del proyecto (CNSNS, México); Susana Papadopulos (ARN, Argentina); José McDonnell (Universidad Nacional de Rosario, Argentina); Marcelo Gonçalves (CNEN, Brasil); Georgia Johana (CNEN, Brasil); Pedro Paulo Pereira Jr. (Instituto Nacional de Câncer, Brasil); Cruz Duménigo (CNSN, Cuba); Alba Guillén (CNSN, Cuba); Juan José Vilaragut (CNSN, Cuba); Rubén Ferro (CNSN, Cuba); Jorge Morales (Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología, Cuba); Carmen Álvarez (CSN, España); María Luisa Ramírez (CSN, España); Manuel Rodríguez (CSN, España); Arturo Pérez Mulas (CSN, España); José Miguel Delgado (Instituto Madrileño de Oncología, España); Carlos Sánchez Cayuela (Instituto Madrileño de Oncología, España); José Luis Muciño Cruz (CNSNS, México); Mario Ángel Espinosa Santillán (CNSNS, México);Verónica Godínez Sánchez (CNSNS, México); Adrián López García (CNSNS, México); Ángel Bernardo Paz García (CNSNS, México); Ricardo Rodríguez (Instituto Nacional de Cancerología, México); Pedro Ortiz López (OIEA).

Autoevaluación del Programa Regulador de la Protección Radiológica en las Exposiciones Médicas (Proyecto PROTECCIÓN DEL PACIENTE)

OBJETIVO

El objetivo del proyecto fue desarrollar una guía para la autoevaluación del programa regulador de las exposiciones médicas, con la finalidad de proporcionar al organismo regulador un método para evaluar su programa en dicha área y, en consecuencia, facilitar la elaboración de programas reguladores más eficientes que propicien el cumplimiento de los requisitos de protección radiológica de los pacientes, establecidos en las normas básicas de seguridad.

ALCANCE

El documento elaborado está destinado particularmente a organismos reguladores y autoridades de salud, y resulta de interés también para los usuarios titulares de centros médicos y para las sociedades profesionales vinculadas a las prácticas médicas que emplean radiaciones.

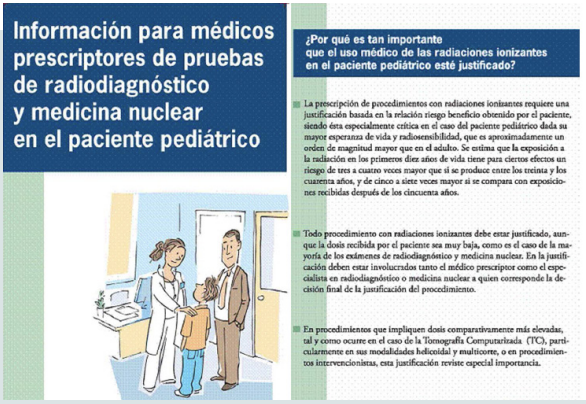
El proyecto abarcó el programa regulador de la exposición médica, las dificultades que podían obstaculizar o impedir el cumplimiento de los requisitos de las normas, así como ejemplos de estrategias para resolverlas. Se excluyeron de la guía la exposición ocupacional y del público, aunque ocasionalmente puedan mencionarse por su relación con la exposición médica.

Además, el documento producido complementó las publicaciones y herramientas del Organismo Internacional de Energía Atómica disponibles en ese momento, y presentó un conjunto de buenas prácticas, útiles para vencer los obstáculos que dificultan el cumplimiento de los requisitos de las normas básicas de seguridad sobre protección radiológica de los pacientes.

RESULTADOS

El resultado de este proyecto presentó un análisis de las dificultades más comunes que surgen al elaborar un programa para el control regulador de las exposiciones médicas, y se sugirieron estrategias para abordar y solucionar esas dificultades. Particularmente, el documento final trata con detalle las situaciones comunes que dificultan su control como son:

- División de responsabilidades de control entre organismos reguladores radiológicos y nucleares y autoridades sanitarias.
- Falta de reglamentación.
- Falta de infraestructura y recursos humanos especializados.



Ejemplo de folleto instructivo.

La guía de autoevaluación final facilita al país que la emplee el análisis de la situación del control regulador de exposiciones médicas.

IMPACTOS DEL PROYECTO

Con los resultados de este proyecto, se logró colaborar en la elaboración de programas reguladores más eficaces para facilitar la aplicación de los requisitos sobre la protección radiológica del paciente y de las normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra las radiaciones ionizantes y para la seguridad de las fuentes de radiación, y se facilitó la labor de autoevaluación del desempeño de los organismos reguladores en el control de las exposiciones médicas, para contribuir a su mejora continua.

El uso de los resultados obtenidos ha sido promovido por el OIEA a través de diversos talleres como una herramienta para evaluar el grado de implantación de los requisitos de las normas básicas de seguridad en los países de la región, con la participación de la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud y de los reguladores y autoridades de salud de Latinoamérica y el Caribe.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2008		*Self-assessment of the regulatory program concerning radiation protection in medical exposures*, WHO Global Initiative on Radiation Safety in Healthcare Settings (OMS, Ginebra, Suiza).
2010		*Protección Radiológica en Medicina*, VIII Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear, I Congreso Latinoamericano IRPA (Medellín, Colombia).
2011		*Autoevaluación del Programa Regulador de la Protección Radiológica en las Exposiciones Médicas,* disponible en la RED del FORO.
2013		*Programa Nacional de Protección Radiológica en las Exposiciones Médicas*, publicación conjunta FORO-OIEA-OPS, TecDoc 1710.
2015		*Autoevaluación del programa regulador de la protección radiológica en las exposiciones médicas*, Taller regional del OIEA (Santiago de Chile, Chile).
2015		*Autoevaluación del programa regulador de la protección radiológica en las exposiciones médicas*, IRPA 12, XII Congreso de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (Buenos Aires, Argentina).
2020		*Mejora continua del marco regulador para el control de las exposiciones médicas en Iberoamérica,* Seminario Web LAPRAM.

PARTICIPANTES

Ana María Larcher, responsable del proyecto (ARN, Argentina); Maria Helena Maréchal (CNEN, Brasil); Rubén Ferro Fernández (CNSN, Cuba); Ramón Hernández Álvarez (CNSN, Cuba); María Luisa Ramírez Vera (CSN, España); Natividad Ferrer (Ministerio de Sanidad, España); Antonia Castañeda Muciño (CNSNS, México); Mario Reyes Sánchez (CNSNS, México); Blanca Faller (ARNR, Uruguay); Alejandro Nader (OIEA); Pablo Jiménez (OPS).

Prácticas Reguladoras en el Envejecimiento y Extensión de Vida de las Centrales Nucleares de Potencia (Proyecto PREEV)

OBJETIVO

El proyecto PREEV permitió establecer los criterios a aplicar por parte de los organismos reguladores para requerir la implantación de un sistema de Gestión del Envejecimiento (AM, por sus siglas en inglés) de las estructuras, sistemas y componentes (ESC) de una central nuclear de potencia, incluyendo el caso de la operación a largo plazo (LTO, por sus siglas en inglés) o extensión de vida, que cumpla con los objetivos esperados, desde el punto de vista de la seguridad. Además, establece directrices generales para el desarrollo y ejecución de las prácticas reguladoras de licenciamiento, supervisión y control de los programas y actividades asociadas.

Mediante este desarrollo se consigue mejorar la acción reguladora relativa a los programas de AM/LTO en las centrales nucleares de potencia. Así, para la ejecución del proyecto, se normalizaron los elementos utilizados en cada país y se contrastaron con los estándares internacionales existentes.



Ciclo de vida de las Estructuras, Sistemas y Componentes.

ALCANCE

El proyecto abarcó tanto el marco normativo y de licenciamiento como las prácticas seguidas en los procesos reguladores (evaluación e inspección, básicamente).

Además del envejecimiento físico (fenómenos degradadores), el proyecto abordó también el envejecimiento tecnológico (obsolescencia) para centrales nucleares con reactores de los tipos PWR, BWR, CANDU y PHWR, siendo aplicable a todas las condiciones de operación de las centrales nucleares.

RESULTADOS

Como resultado se desarrollaron las siguientes cuatro guías para su uso íntegro o parcial, tanto para el desarrollo de normativa propia como para el ejercicio de las prácticas reguladoras. Son criterios de aplicación general, pero también se refieren a distintas aproximaciones o metodologías características de determinadas tecnologías de reactor:

- *DT1 Guía de Criterios Reguladores:* Establece los criterios reguladores para la gestión del envejecimiento de los componentes de las centrales nucleares, incluida la gestión en el caso de la operación a largo plazo.
- *DT2 Guía de Evaluación:* Proporciona directrices para evaluar los aspectos de seguridad relativos a la gestión del envejecimiento de las centrales nucleares, de manera que se pueda comprobar que operan de forma segura hasta el final de su vida útil. En esta guía, al igual que en la DT3, se abordan de forma genérica los temas relacionados con la evaluación de la gestión del envejecimiento, los proyectos de extensión de vida y la gestión del envejecimiento a largo plazo. En ocasiones se señalan singularidades que se tienen en cuenta en algunos de los países que han participado en su elaboración; lo mismo es aplicable a DT3.
- *DT3 Guía de Inspección:* Proporciona directrices para inspeccionar los aspectos de seguridad relativos a la gestión del envejecimiento de las centrales nucleares, de manera que se pueda comprobar que los explotadores de las mismas las operan de forma segura hasta el final de su vida útil.
- *DT4 Guía para la Revisión Periódica de la Seguridad:* Establece directrices para la evaluación de la documentación de la Revisión Periódica de la Seguridad de las centrales nucleares, aplicables al envejecimiento de las estructuras, sistemas y equipos de dichas instalaciones, así como al licenciamiento de la operación a largo plazo y a la operación a largo plazo en sí misma.

Adicionalmente, se elaboró una memoria técnica del proyecto, que resume las actividades técnicas realizadas, destacando los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas.

Las guías desarrolladas están basadas en los estándares del Organismo Internacional de Energía Atómica y en la normativa de los países más avanzados en tecnología nuclear; y están alineadas con los niveles de referencia establecidos por la Asociación de Reguladores Nucleares de Europa Occidental (WENRA). Además, son consistentes con el marco normativo de cada país representado en el proyecto, y pretenden reflejar la experiencia obtenida de la práctica reguladora en cada uno de los países integrantes del equipo de proyecto.

El paquete documental PREEV (guías y memoria técnica) constituye una guía completa que cubre todas las actividades reguladoras en el marco de gestión del envejecimiento. En el ámbito del OIEA, existía abundante material de guía en este campo aplicable a los operadores de las instalaciones, pero no a las actividades del regulador, que sí que cubren el proyecto PREEV.

IMPACTOS DEL PROYECTO

A nivel regional, todos los países con centrales nucleares de potencia (Argentina, Brasil, España y México) han utilizado los productos PREEV. Además, Chile ha adaptado los criterios de PREEV a los reactores de investigación, y Cuba ha aplicado la guía DT4 a una instalación radiactiva de primera categoría.

En cuanto al impacto internacional de PREEV, cabe destacar dos hitos:

1. A raíz de la presentación de este proyecto en la *Third International Conference on Nuclear Power Plant Life Management (PLiM)* del OIEA, las autoridades reguladoras de EE. UU., Suiza, Holanda y China solicitaron el envío de la documentación del proyecto para su uso.
2. Debido al interés de la comunidad internacional, se realizó una publicación científica conjunta FORO-OIEA que esencialmente es la traducción al inglés de las cuatro guías PREEV.

PARTICIPANTES

Diego Encinas Cerezo, responsable del proyecto (CSN, España); Reinaldo Valle Cepero (ARN, Argentina); Alexandre Gromann Araujo de Góes, (CNEN, Brasil); Jaime Riesle Wetherby, (CCHEN, Chile); Conrado Alfonso Pallarés, (CNSN, Cuba); José María Figueras Clavijo (CSN, España); Ricardo Pérez Pérez, CNSNS (México); Javier Yllera Sánchez (OIEA).

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2009	*Proyecto PREEV del FORO*, artículo en la revista INFO de NUCLENOR (España).	
2009		*Participación en la mesa redonda sobre Novedades en el Ámbito Regulador Europeo e Iberoamericano*, XX Congreso Anual de la Sociedad Nuclear Mexicana, SNM (Puerto Vallarta, México).
2009		*Participación en la mesa redonda sobre Relaciones de la Plataforma Tecnológica CEIDEN con Iberoamérica*, Reunión del Consejo Gestor de la plataforma tecnológica española de energía nuclear de fisión CEIDEN (Madrid, España).
2010	*Envejecimiento de CC. NN.*, artículo en la revista Alfa del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, España).	
2010		Taller regional del OIEA sobre desarrollo de estructuras reguladoras (Santiago de Chile, Chile).
2011	*Proyecto PREEV. Prácticas Reguladoras en Envejecimiento y Extensión de Vida de las Centrales Nucleares de Potencia. Guías 1, 2, 3 y 4,* disponible en la RED del FORO.	
2011		*Actividades en el Área de Seguridad Nuclear del FORO*, XXXVII Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, SNE (Burgos, España).
2011		*Cooperación entre Organismos Reguladores. El Proyecto PREEV: Prácticas Reguladoras sobre Envejecimiento y Extensión de Vida*, Seminario iberoamericano de gestión de vida de Iberinco (Madrid, España).
2012		*PREEV Project: Regulatory Practices on Ageing and Life Extension*, IAEA Third International Conference on NPP Life Management for Long Term Operations (Salt Lake City, EE. UU.).
2014	*Regulatory Practices on Ageing Management and Long-Term Operation of NPP in the Ibero-American Region,* publicación científica conjunta FORO-OIEA.	
2021		*FORO Activities in Nuclear Safety and AM&LTO*, Congreso Anual de la Sociedad Nuclear Mexicana, LAS-ANS Symposium 2021 (Cancún, México).

Estrategia para la Prevención, Detección y Respuesta frente a la Presencia Inadvertida de Material Radiactivo en el Reciclado de Metales y otros Procesos Asociados (Proyecto FUENTES)

OBJETIVO

Este proyecto tuvo por objeto ayudar a los gobiernos nacionales y a los organismos reguladores a establecer estrategias armonizadas para prevenir y paliar los riesgos derivados de la presencia inadvertida de material radiactivo, así como a contribuir a la mejora del control de las fuentes radiactivas, mediante la reincorporación al sistema regulador de aquellas detectadas en cualquier fase del proceso de reciclado de metales.

El documento final incluye una serie de recomendaciones sobre la implantación de medidas técnicas, formativas, informativas y financieras para establecer un sistema nacional de vigilancia radiológica de la chatarra y de los productos y subproductos resultantes de su reciclado, así como para hacer frente a la aparición de fuentes o material radiactivo en esta industria.

ALCANCE

El documento abarcó el desarrollo, implementación y mantenimiento de la estrategia en la cual es imprescindible la participación directa de todas las entidades involucradas en el proceso de reciclado de metales, como son los organismos gubernamentales y reguladores, las entidades de control aduanero, los gestores de desechos radiactivos y las empresas y organizaciones empresariales y laborales involucradas en esta actividad industrial.

RESULTADOS

Como resultado del proyecto, se elaboró un documento con la estrategia armonizada para la prevención, detección y respuesta frente a la presencia inadvertida de material radiactivo en el reciclado de metales y otros procesos asociados, con base en los acuerdos, protocolos y experiencias; programas de capacitación del personal involucrado en estos procesos, incluyendo reguladores y personal de las instalaciones; y método para calibración de pórticos detectores de radiación.

Además, se redactaron procedimientos de registro del funcionamiento de los sistemas de detección, de actuación en caso de detección de material radiactivo a la entrada de las instalaciones, de limpieza y descontaminación en caso de incorporar al proceso fuentes radiactivas o materiales contaminados, y el mecanismo para investigar la procedencia de las fuentes detectadas.

Finalmente se prepararon folletos informativos, trípticos y pósteres para la población y el personal trabajador del sector de la recuperación de metales.

IMPACTOS DEL PROYECTO

Como consecuencia del proyecto, algunos países establecieron protocolos de actuación en dos actividades principalmente, la primera relacionada con la gestión de materiales radiactivos concentrados durante los procesos de producción de la industria petrolera, especialmente en la extracción de combustibles fósiles ya haya sido por el uso de fuentes de radiación utilizadas en este proceso o por la detección del material radiactivo de origen natural concentrado en las tuberías de extracción, siguiendo las guías desarrolladas en el proyecto del FORO.

La segunda actividad corresponde a la prevención de la presencia inadvertida de material radiactivo en la industria de la fundición. De acuerdo con la información al respecto, durante ese proceso, empresas medianas y de talla internacional, gracias al proyecto del FORO, implementaron, en función de su presupuesto, sistemas de detección en la entrada y salida del proceso de producción y otras desde la recepción de materia prima, entrada durante y a la salida del proceso. Incluso algunas empresas crearon un grupo de seguridad radiológica encargada del proceso en concreto.

Los procedimientos descritos en el proyecto han sido aplicados por los países que participaron en el proyecto, cada cual de acuerdo con sus posibilidades e intereses particulares.



FORO

FORO IBEROAMERICANO DE ORGANISMOS REGULADORES RADIOLÓGICOS Y NUCLEARES

RADIACTIVIDAD EN LA CHATARRA ¿QUÉ HACER?

¿CÓMO IDENTIFICAR SI UN ARTICULO U OBJETO METÁLICO CONTIENE MATERIAL RADIACTIVO?

Este símbolo indica la presencia de materiales radiactivos o campos de radiaciones ionizantes. Si usted lo observa grabado, estampado, troquelado o en etiquetas sobre las superficies de un objeto metálico, es muy probable que esté en presencia de un material radiactivo.

Tenga presente que en ocasiones las marcas o etiquetas pueden aparecer borrorosas o dañadas. Además no necesariamente todos los artículos u objetos que requieren estar señalizados con este símbolo estarán rotulados apropiadamente, en ocasiones podrán no estarlo.

Puede aparecer además del símbolo de peligro radiactivo otra información que indique la presencia de un material radiactivo. Por ejemplo puede brindarse información sobre el nombre o el símbolo químico del material radiactivo.

Cobalto - 60 (Co-60 o ^{60}Co)
Iridio - 192 (Ir-192 o ^{192}Ir)
Cesio - 137 (Cs-137 o ^{137}Cs)
Radio - 226 (Ra-226 o ^{226}Ra).

También puede hacerse referencia a las cantidades presentes del material radiactivo dentro del artículo u objeto. Por ejemplo: Curios (Ci), Milicurios (mCi), Becquereles (Bq), Guigabecquereles (GBq).

¿QUÉ HACER?

Si usted encuentra artículos similares a los mostrados en este afiche, si además encuentra en cualquier pedazo de superficie metálica el símbolo fundamental de las radiaciones ionizantes (símbolo de peligro radiactivo) o tiene sospecha que el material es radiactivo:

NO LO MANIPULE , NO LO DESARME Y NO LO PROCESE

Las acciones que se enumeran a continuación pueden ayudarlo a evitar una exposición indeseada

- No toque la fuente radiactiva u objeto sospechoso.
- Mantenga distancia entre usted y la fuente radiactiva u objeto sospechoso. Si es posible cubra la fuente con un pedazo de metal grueso, concreto o vierta suficiente cantidad de arena sobre el mismo.
- Avise a los demás y asegure el área.
- Solamente si usted posee los medios para medir los niveles de radiación y los sabe utilizar mueva el artículo hacia un área apartada de público, pero segura.
- Contacte inmediatamente a la autoridad reguladora de su país en materia de protección radiológica.

ARTÍCULOS TIPICOS ENCONTRADOS EN LA CHATARRA QUE CONTIENEN MATERIALES RADIACTIVOS

Fuente radiactiva · Fuente radiactiva · Fuente radiactiva · Fuente radiactiva · Fuente radiactiva · Fuente radiactiva

Medidor nuclear de formación de hielo · Equipo de gammagrafía industrial · Equipo de gammagrafía industrial · Medidor Nuclear de densidad y humedad · Equipo de gammagrafía industrial · Equipo de gammagrafía industrial

Contenedor de recarga · Cabezal de un medidor nuclear · Cabezal de un medidor nuclear · Contenedor de transporte de fuente · Contenedor de recarga · Contenedor de fuente

Detector iónico de humo · Altímetro con pintura luminiscente de Ra 226 · Indicador con pintura luminiscente de Ra226 · Panel de mando de avión con pintura luminiscente de Ra226 · Indicador con pintura luminiscente de Ra226 · Pararrayo radiactivo

RECUERDE SIEMPRE QUE:

Si se sospecha de la presencia de material radiactivo o el mismo es detectado en el proceso de reciclaje de la chatarra: no lo manipule , no lo desarme y no lo procese. Se deberán realizar acciones tendientes a disminuir la exposición a las radiaciones ionizantes y a cumplir con los requisitos del marco legal y reglamentario vigente en cada país y con los mecanismos nacionales existentes para gestionar tales situaciones.

Comuníquese siempre con la Autoridad Reguladora en materia de seguridad radiológica de su país.

ALTO

http://www.foroiberam.org

Autoridad Regulatoria Nuclear (Argentina) · Comisión de Energía Nuclear (Brasil) · Comisión Chilena de Energía Nuclear · Centro Nacional de Seguridad Nuclear (Cuba) · CSN Consejo de Seguridad Nuclear (España) · Comisión de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (México) · Instituto Peruano de Energía Nuclear · Autoridad Regulatoria Uruguaya

Tríptico informativo sobre la presencia de fuentes radiactivas en la chatarra.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2011	*Estrategia para la Prevención, Detección y Respuesta frente a la Presencia Inadvertida de Material Radiactivo en el Reciclado de Metales y otros Procesos Asociados,* disponible en la RED del FORO.	
2013		*Control de fuentes Radiactivas en el Proceso de Reciclado de Metales*, IX Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica (Río de Janeiro, Brasil).
2014		*Mesa redonda*, International Joint Conference RADIO 2014 (Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil).
2017		*Mesa redonda*, International Joint Conference RADIO 2017 (Goiania, Brasil).
2025	*Estrategia para la Prevención, Detección y Respuesta frente a la Presencia Inadvertida de Material Radiactivo en el Reciclado de Metales y Otros Procesos Asociados,* publicación conjunta FORO-OIEA TecDoc 2100.	
2025		*Control de Fuentes Radiactivas*, Taller nacional sobre control de chatarra y reciclado de materiales metálicos (Ciudad de México, México).

PARTICIPANTES

Walter Adrián Truppa, responsable del proyecto (ARN, Argentina); Josilto Oliveira de Aquino (CNEN, Brasil); Igor Iván Sarabia Molina (CNSN, Cuba); Santiago Mansilla Pérez (Ministerio de Salud, Chile); Jorge Díaz Rivera (Ministerio de Salud, Chile), José Ignacio Serrano Renedo (CSN, España), Ignacio Jiménez Castro (CNSNS, México); Mardonio Jiménez Rojas (CNSNS, México), Walter Cabral (ARNR, Uruguay); Enrique Fernando Morales (ARNR, Uruguay); Diego Tellería (OIEA).

Establecimiento de una Guía Metodológica Común para el Análisis de Emergencias Radiológicas e Identificación de Lecciones (Proyecto EMERGENCIAS)

OBJETIVO

El proyecto tuvo por objetivo elaborar guías metodológicas y herramientas estandarizadas, en apoyo a las acciones de preparación y respuesta de emergencias nucleares o radiológicas, en los países miembros del FORO. Uno de sus hitos es desarrollar una guía metodológica, que sentaría una base estandarizada para el análisis de una emergencia nuclear o radiológica, a fin de fortalecer las acciones de preparación y respuesta ante este tipo de eventos. Esta guía propone etapas y pasos a desarrollar, que abarcan desde la recolección de información, iniciada la emergencia, hasta la redacción del informe final.

Este proyecto nace como respuesta a la necesidad de fortalecer el trabajo sistemático en el ámbito de emergencias, propiciado por el Organismo Internacional de Energía Atómica. Las bases para la elaboración de la guía, se sustentan en las recomendaciones establecidas en la Norma de Seguridad "Preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica, requisitos generales", GSR Parte 7, del OIEA y, particularmente, en lo señalado en el requisito n.º 19 de dicho documento "*Análisis de la emergencia nuclear o radiológica y de la respuesta a la emergencia*". Asimismo, en la experiencia de los integrantes del grupo de emergencia, tanto local como a nivel internacional.

ALCANCE

Las guías metodológicas y herramientas de apoyo, desarrolladas en el marco del proyecto, están dirigidas a los organismos responsables para la gestión de la preparación y respuesta a emergencias nucleares o radiológicas, tales como titulares y operadores de instalaciones, autoridades reguladoras u organizaciones de respuesta.

El proyecto contempla tres actividades: el desarrollo de dos guías (guía metodológica para la elaboración de mapas de peligro y riesgos radiológicos, y guía metodológica común para el análisis de emergencias radiológicas e identificación de lecciones) y la preparación del contenido de la plataforma de información del FORO sobre emergencias nucleares y radiológicas.

RESULTADOS

La primera guía ofrece una serie de directrices para la elaboración de mapas de peligros y riesgos radiológicos. La segunda es una guía metodológica común para el análisis de emergencias nucleares y radiológicas, que establece un enfoque normalizado destinado a reforzar la preparación y la respuesta ante este tipo de sucesos. Por último, la tercera actividad sienta las bases de la arquitectura de la información de una plataforma de emergencias, que se pondrá a disposición en la RED del FORO.

La guía metodológica común para el análisis de emergencias radiológicas e identificación de lecciones contempla a su vez las siguientes etapas:

1. Delimitar el evento ocurrido, identificando para ello las condiciones previas a su origen y el problema.
2. Investigar las causas que desencadenaron el evento, determinando para ello los elementos de fallo.
3. Extraer conclusiones y lecciones aprendidas del evento, conducentes a fortalecer las acciones de preparación y actuación en caso de emergencias.

Para las etapas antes citadas, la guía propone una serie de metodologías y herramientas a utilizar, tales como pautas de trabajo o listas de verificación, además de directrices en apoyo al desarrollo de cada una. Se presenta en la figura adjunta un diagrama de flujo de las etapas y pasos respectivos, propuestos para la evaluación de respuestas a emergencias radiológicas o nucleares.



Diagrama de flujo de etapas y pasos incluidos en el marco metodológico

IMPACTOS DEL PROYECTO

Las guías y herramientas metodológicas desarrolladas sirvieron de base común a toda organización vinculada a la gestión de emergencias nucleares o radiológicas para la elaboración de normativa y procedimientos vinculados a las actividades de preparación, actuación y análisis de respuesta de tales eventos, según su ámbito de competencia.

El uso de esta guía ha permitido incrementar la difusión de las directrices, conocimiento y experiencia, contribuyendo así a fortalecer la temática de emergencias nucleares o radiológicas, tanto a nivel local como internacional.

PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
-- Se encuentra en proceso una publicación conjunta FORO-OIEA en forma de TecDoc con el título: *Establecimiento de una Guía Metodológica Común para el Análisis de Emergencias Radiológicas e Identificación de Lecciones.*	
--	Está prevista la presentación y difusión de la *Guía metodológica común para el análisis de emergencias radiológicas e identificación de lecciones*, en países de Iberoamérica, en cooperación con el Departamento de Cooperación Técnica del OIEA.

PARTICIPANTES

Osvaldo Daniel Jordán, *in memoriam*, (ARN, Argentina); Raúl Dos Santos (CNEN, Brasil); Héctor Basáez Pizarro (CCHEN, Chile); Pedro Ibrahim Díaz Guerra (CNSN, Cuba); María Josefa Granada Ferrero (CSN, España); Alejandro Cortés Carmona (CNSNS, México); Santiago Regalado Campaña (IPEN, Perú); Marco Munive Sánchez (IPEN, Perú); Olga Edith González Granara (ARNR, Uruguay); Rodrigo Salinas Mariaca (OIEA).

Establecimiento de Criterios para el Licenciamiento y Requisitos de Inspección de Instalaciones con Ciclotrones para Producción de Radioisótopos utilizados en Aplicaciones e Investigaciones Médicas (Proyecto CICLOTRONES)

OBJETIVO

Se observa en todo el mundo un progresivo interés en la tomografía por emisión de positrones (PET), especialmente en lo que se refiere a la investigación y la utilización de nuevos radiofármacos. En consecuencia, la producción de radiofármacos en ciclotrones es un área que está creciendo en importancia y que requiere cada vez más esfuerzos de los reguladores durante su licenciamiento debido a su complejidad. Por consiguiente, las instalaciones que operan ciclotrones para la producción de radiofármacos presentan aspectos importantes para la protección radiológica que deben ser adecuadamente evaluados para que las operaciones se lleven a cabo sin riesgo para el personal trabajador, el medio ambiente y la población. En ese sentido, el objetivo del proyecto fue establecer los procedimientos para licenciamiento e inspecciones de instalaciones con ciclotrones para producción de radioisótopos.

ALCANCE

El proyecto se realizó en dos etapas, comenzando por un documento que sirviese como guía para la concesión de licencias de instalaciones con ciclotrones para producción de radioisótopos y, después, con la elaboración de un manual de inspecciones que sirviera de referencia a los reguladores de la región y otros países que tengan este tipo de instalaciones, con procedimientos prácticos para lograr ese objetivo. Con ello, es posible aumentar la eficacia de programas





Inspector realizando mediciones durante una inspección de una instalación con ciclotrón.

nacionales de inspecciones, aprovechando las experiencias acumuladas en cada país. En el proyecto se trataron aspectos cruciales para ese tipo de instalaciones, como personal (formación básica y entrenamiento) y sistemas de seguridad mínimos requeridos, aspectos operacionales, de mantenimiento y emergencias, etc.

RESULTADOS

El proyecto generó una guía de licenciamiento y otra de inspecciones de instalaciones con ciclotrones para producción de radioisótopos, proponiendo una estructura y aspectos a verificar en cada fase del proceso de licenciamiento, a saber: notificación y emplazamiento, construcción, puesta en marcha, operación y clausura. A lo largo del proyecto, se generaron herramientas de aplicación durante el proceso de licenciamiento e inspección de las instalaciones, así como una tabla para ayudar en los cálculos de blindaje y otro material de soporte para la verificación de la adecuación de los sistemas de ventilación.

IMPACTOS DEL PROYECTO

Las guías de licenciamiento y de inspecciones han sido utilizadas tanto por los operadores, para cuantificar el estado de seguridad radiológica de sus instalaciones, como por las autoridades reguladoras, para su verificación.

Los resultados de este proyecto han sido empleados por varios reguladores miembros del FORO y otros de la región latinoamericana y el Caribe. Entre ellos, Brasil donde fue la referencia principal para el desarrollo de la normativa para estas instalaciones.

Además, el Organismo Internacional de Energía Atómica impartió cursos regionales sobre control regulador de instalaciones con ciclotrones empleando los resultados del proyecto como material de referencia.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2013	*Criterios para el Licenciamiento y Requisitos de Inspección de Instalaciones con Ciclotrones para Producción de Radioisótopos utilizados en Aplicaciones e Investigaciones Médicas,* disponible en la RED del FORO.	
2015		*Criterios para el licenciamiento y requisitos de inspección de instalaciones con ciclotrones para producción de radioisótopos utilizados en aplicaciones e investigaciones médicas*, X Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica (Buenos Aires, Argentina).
2017		*Licensing process of cyclotron facilities*, International Joint Conference RADIO 2017 (Goiania, Brasil).
2019		*Planejamento e segurança para produção de radiofármacos em cíclotrons: como avaliar o impacto regulatório no cenário brasileiro*, International Joint Conference RADIO 2019 (Foz de Iguazú, Brasil).
2020		*Establecimiento de criterios para el licenciamiento y requisitos de inspección de instalaciones con ciclotrones para producción de radioisótopos utilizados en aplicaciones e investigaciones médicas,* Seminario Web LAPRAM.
2024	*Procesos reguladores de autorización e inspección de instalaciones de producción de radiofármacos con ciclotrón*, publicación conjunta FORO-OIEA, TecDoc 2069.	

PARTICIPANTES

Alessandro Facure Neves de Salles Soares, responsable del proyecto (CNEN, Brasil); Flavio Andrada Contardi (ARN, Argentina); Renato Di Prinzio (CNEN, Brasil); Ciro Cárdenas Eyzaguirre (CCHEN, Chile); Ramón Hernández (CNSN, Cuba); Arturo Pérez Mulas (CSN, España); Juan Gabriel Salinas Hernández (CNSNS, México); Yuri Ravello (IPEN, Perú); Beatriz Souto (ARNR, Uruguay); Ronald Pacheco (OIEA).

Cultura de Seguridad en las Organizaciones, Instalaciones y Actividades con Fuentes de Radiación Ionizante (Proyecto CULTURA DE SEGURIDAD)

OBJETIVO

El objetivo general de este proyecto fue proporcionar un marco para la introducción y la aplicación práctica del concepto de cultura de seguridad en las organizaciones que realizan actividades con fuentes de radiación, considerando las particularidades de la protección y la seguridad radiológica y física de las fuentes. Dado que era un tema poco desarrollado aún en este sector, el resultado del proyecto ayudó a establecer una serie de definiciones, enfoques y recomendaciones que constituyen la base inicial de referencia para que las organizaciones que realizan actividades con fuentes de radiación asimilen y trabajen en el tema, de forma gradual y en correspondencia con sus particularidades. También ayudó a los organismos reguladores a desarrollar su labor de fomento y vigilancia de la cultura de seguridad en las organizaciones que realizan actividades con fuentes de radiación, promoviendo su uso en el propio regulador.

ALCANCE

Los aspectos de la cultura de seguridad desarrollados en este proyecto tuvieron el siguiente alcance:

a. Aplican solo a las organizaciones que realizan actividades con fuentes de radiación para fines médicos, industriales, de investigación y docencia, el transporte de material radiactivo y la

gestión de los residuos radiactivos derivados de esas actividades y las plantas de irradiación. Queda fuera del alcance de este documento la aplicación a instalaciones nucleares.

b. Aplican a los organismos reguladores, de forma general para su labor de fomento de la cultura de seguridad, y de forma específica para su propia cultura de seguridad, en los puntos correspondientes del proyecto.

c. Incluyen tanto los aspectos de la seguridad de las fuentes de radiación como de la protección radiológica de las personas y del medio ambiente.

d. Incluyen los aspectos de la seguridad física de fuentes de radiación por considerarla indisolublemente relacionada con la protección y seguridad radiológica.

e. Consideran tanto los aspectos de la protección radiológica ocupacional como de la protección radiológica en las exposiciones médicas, de los miembros del público y del medio ambiente.

f. Aplican solo a los procesos donde hay presencia de fuentes de radiación, desde la puesta en marcha de una instalación hasta su clausura y cierre definitivo. Los procesos de selección del emplazamiento de las instalaciones, el diseño de estas y de sus sistemas y equipos, así como la construcción, quedan fuera del alcance de este documento, aun cuando los comportamientos y actitudes con respecto a la seguridad de las instalaciones y actividades con fuentes de radiación (la seguridad primero) deben estar presentes en todos esos procesos o fases.

RESULTADOS

Se trató de un proyecto pionero al adaptar y desarrollar por primera vez el concepto de cultura de la seguridad a las organizaciones con fuentes de radiación ionizante en la medicina, la industria, y la investigación y docencia. La guía resultante permitió un mejor conocimiento y difusión sobre este concepto, considerado uno de los principales contribuyentes para reducir la ocurrencia de los accidentes e incidentes radiológicos de las últimas décadas.



Diez elementos básicos de la cultura de seguridad en las organizaciones, instalaciones y actividades establecidos en la guía del FORO.

IMPACTOS DEL PROYECTO

La guía ha servido de material principal para la organización de cursos nacionales y regionales en Latinoamérica y el Caribe y otras regiones, favoreciendo la capacitación de más de un centenar de profesionales de la región entre 2016 y 2019. Además, ha sido la base para la impartición del tema de cultura de seguridad en los cursos de nuevos permisos y renovación de permisos para operadores de gammagrafía en Argentina, a partir del 2019.

Muchos países de la región también organizaron eventos para fomentar la cultura de la seguridad basándose en la guía del FORO, como por ejemplo, en Cuba, se estableció un documento recomendatorio de la autoridad reguladora para la realización de autoevaluaciones de cultura de seguridad basado en la guía del FORO.

Por su parte, el Organismo Internacional de Energía Atómica impartió cursos nacionales sobre cultura de la seguridad empleando la guía del FORO como material básico, y también se usó dicha guía para tres reuniones regionales sobre la capacitación de profesionales en Latinoamérica, en colaboración con los organismos reguladores de Brasil y Chile.

De igual forma, tanto la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA) como la Organización Mundial de la Salud (OMS) han expresado su interés en colaborar con el FORO en esta materia y han invitado a los expertos del grupo de trabajo a hacer presentaciones en eventos internacionales auspiciados por estas instituciones.

La guía del FORO sobre cultura de seguridad está siendo aplicada en un estudio piloto para la práctica de radiografía industrial (Proyecto de Gammagrafía).

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2013		*Proyecto de Cultura de la Seguridad del FORO*, IX Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad (Río de Janeiro, Brasil).
2014		*FORO Project on Safety Culture in organizations, facilities and activities with sources of ionizing radiation*, IAEA International Conference on Occupational Radiation Protection (OIEA, Viena, Austria).
2015	*Cultura de Seguridad en las Organizaciones, Instalaciones y Actividades con Fuentes de Radiación Ionizante,* disponible en la RED del FORO.	
2015		*Proyecto del FORO sobre Cultura de Seguridad en el área radiológica*, X Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica (Buenos Aires, Argentina).
2015		*Proyecto del FORO sobre Cultura de la Seguridad*, IV Congreso conjunto de la Sociedad Española de Física Médica y la Sociedad Española de Protección Radiológica (Valencia, España).
2015		*FORO Project on Safety Culture in organizations, facilities and activities with sources of ionizing radiation*, Regional European Workshop on Radiation Protection Culture in Medicine (OMS, Ginebra, Suiza).
2016	*Cultura de Seguridad en las organizaciones, instalaciones y actividades con fuentes de radiación ionizante*, revista ALFA n.º 30 del Consejo de Seguridad Nuclear de España, ISSN-1888-8925.	
2016		*FORO Project on Safety Culture in Organizations, Facilities and Activities with Sources of Ionizing Radiation*, IAEA International Conference on Human and Organizational Aspects of Assuring Nuclear Safety (OIEA, Viena, Austria.
2016		*Proyecto del FORO sobre Cultura de la Seguridad*, Conferencia Iberoamericana sobre Protección Radiológica en Medicina, CIPRaM (Madrid, España).

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2018		*Proyecto del FORO sobre Cultura de Seguridad en el área radiológica*, XI Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica (La Habana, Cuba).
2020		*FORO Project on Safety Culture in Organizations,* IAEA International Conference on Radiation Safety: Improving Radiation Protection in Practice (OIEA, Viena, Austria).
2022	*Cultura de la seguridad en las organizaciones, instalaciones y actividades vinculadas al uso de fuentes de radiación ionizante*, publicación conjunta FORO-OIEA, TecDoc 1995.	
2024		*FORO's vision on the development of the Safety Culture of Radiation Protection in Ibero-America*, IRPA 16 International Congress (Orlando, EE. UU.).

PARTICIPANTES

Rubén Ferro Fernández, responsable del proyecto (CNSN, Cuba); Ana María Bomben (ARN, Argentina); Claudia Da Silva Silveira (CNEN, Brasil); Ricardo Videla Valdebenito (CCHEN, Chile); Ana Blanes Tabernero (CSN, España); Jorge Arciniega Torres (CNSNS, México); Emilio Ordóñez Gutiérrez (CNSNS, México); Renán Ramírez Quijada (IPEN, Perú); Jorge F. Perera Meas (ARNR, Uruguay); Rodolfo Cruz Suárez (OIEA).

Guía para la Elaboración de un Programa de Creación y Desarrollo de Competencias de Reguladores de Reactores Nucleares (Proyecto CReAN)

OBJETIVO

El objetivo global del proyecto CReAN fue mejorar los sistemas, programas y prácticas en capacitación y desarrollo de competencias del personal regulador de reactores nucleares. Este proyecto permitió establecer los principios de un programa para el fortalecimiento de las competencias reguladoras, basado en la experiencia operativa de los países del FORO con desarrollo nuclear, y diseñado de manera tal que maximizase el empleo de recursos propios de la región iberoamericana.

La guía resultante ofrece elementos prácticos para desarrollar aspectos específicos de un sistema de gestión de competencias, basándose en los análisis y ejercicios realizados durante el proyecto y en un conjunto de buenas prácticas identificadas en distintos países. Además, puede resultar útil tanto para los organismos reguladores de los países que están iniciando un programa nuclear como para aquellos que operan en marcos de regulación nuclear bien establecidos y desean evaluar, desarrollar o mejorar sus sistemas de gestión de competencias.

ALCANCE

La guía complementa y amplía la metodología desarrollada por el OIEA para la gestión de competencias en los organismos reguladores nucleares, en lo relativo a la implementación de los procesos principales de la gestión de competencias. Así se focaliza en los procesos relativos al análisis de competencias y en los procesos relativos a superar las deficiencias en materia de estas. Los otros dos procesos principales, la gestión de competencias, y la gestión del conocimiento y participación en redes de conocimiento, son tratados con menor detalle.

La estructura de la guía permite establecer las directrices generales y, a la vez, introducir elementos concretos, ejemplos y buenas prácticas aportados a lo largo del desarrollo del proyecto, que pueden utilizarse como referencia para abordar aspectos concretos de implementación del plan estratégico que se consideren de especial interés o importancia.

RESULTADOS

Las principales aportaciones innovadoras de la guía desarrollada son las siguientes:

1. Infraestructuras y mecanismos de creación de competencias.

   Se presenta una evaluación de las infraestructuras y mecanismos de creación de competencias en cada organismo regulador y un análisis comparativo de los mismos, así como una tabla resumen de la oferta académica sobre tecnología y seguridad nuclear disponible en la región.

2. Análisis FODA[4] de la situación en la región.

   Sobre la base de este diagnóstico es posible elaborar los planes de acción con las estrategias necesarias para la implementación del programa de creación y desarrollo de competencias.

3. Identificación y descripción de buenas prácticas.

   Se identifican las mejores prácticas en relación con el enfoque proactivo del regulador en la creación de vocaciones, a las políticas de incorporación de personal e inmersión en el organismo

4 Herramienta estratégica que evalúa los factores internos (Fortalezas y Debilidades) y externos (Oportunidades y Amenazas)

regulador, a la implantación de indicadores de desempeño y a la certificación de competencias reguladoras.

4. Definición de un plantel regulador básico.

   Se definió un plantel de 28 puestos reguladores, caracterizando cada puesto con el objetivo del mismo y un conjunto de tareas principales, y definiendo las necesidades de plantel en cada una de las etapas de la vida de la instalación, desde la solicitud de emplazamiento hasta la retirada del servicio y liberación del emplazamiento.



Ejemplo de perfil de competencias genérico.

5. Revisión y adaptación del modelo de competencias reguladoras.

   Partiendo del modelo de Evaluación Sistemática de las Necesidades de Competencias de Reglamentación (SARCoN, por sus siglas en inglés) del OIEA, se elabora un nuevo modelo adaptado a las estructuras reguladoras de la región con importantes innovaciones definiendo una metodología para la construcción del perfil de competencias de cada puesto del plantel, que se resume de forma gráfica en la figura. En la gráfica de competencias del tipo "sectores circulares" se representa la media del grado de desempeño que se requiere extendida a cada grupo de competencias de cada uno de los cuadrantes.

6. Bases para el establecimiento de una red regional de entrenamiento en el trabajo.

   A partir de la información recogida se elaboró una serie de elementos que pueden utilizarse como punto de partida en la puesta en marcha de una red de entrenamiento en la región.

7. Modelo de desarrollo de la carrera profesional por etapas.

   Se elaboró un esquema de desarrollo de la carrera profesional de un técnico del plantel regulador, que sintetiza las directrices para la elaboración de un programa de creación y desarrollo de competencias recogidas en la guía.

IMPACTOS DEL PROYECTO

Los resultados del proyecto en cuanto a creación y gestión de competencias reguladoras en seguridad nuclear están siendo incorporados en diversos reguladores de la región, como por ejemplo en el desarrollo del *Systematic Approach to Training* (SAT) del Consejo de Seguridad Nuclear de España.

Asimismo, el proyecto ha sido considerado de gran interés a nivel internacional y utilizado como ejemplo en actividades del OIEA relacionadas con la temática, tales como los talleres sobre organización y dotación de personal de un órgano regulador efectivamente independiente, debido a la aplicabilidad de la herramienta.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2014		*Final Results of Project CReAN of the Iberoamerican FORO*, 6th Meeting of the Steering Committee on Competence of Human Resources for the Regulatory Bodies (OIEA, Viena, Austria).
2015	*Guía para la Elaboración de un Programa de Creación y Desarrollo de Competencias de Reguladores de Reactores Nucleares,* disponible en la RED del FORO.	
2015		*Resultados del Proyecto CReAN del FORO Iberoamericano*, X Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica (Buenos Aires, Argentina).
2015		*El Proyecto CReAN del Foro Iberoamericano: Resultados, Aplicaciones y Perspectivas de Futuro*, Simposio Internacional sobre Educación, Capacitación y Gestión del Conocimiento en Energía Nuclear y sus Aplicaciones (Cusco, Perú).
2015		*Competence of Regulators in the Nuclear Area, Final Results of the FORO Project "CReAN"*, Technical Meeting on Capacity Building and Human Resource Development for New and Expanding Nuclear Power Programmes (Lyon, Francia).
2016	*Guía para la Elaboración de un Programa de Creación y Desarrollo de Competencias de Reguladores de Reactores Nucleares,* publicación conjunta FORO-OIEA TecDoc 1794.	
2019		*FORO´s technical projects outcomes in regulatory competencies building and training. Their contribution to knowledge management in nuclear reactors and medical and industrial radiological applications*, Evento paralelo del FORO durante la 63.ª reunión de la Conferencia General del OIEA, (OIEA, Viena, Austria.
2021		*FORO Technical Projects on Regulatory Competences*, IAEA Regional Training Course on Regulatory Body Integrated Management System and Human Resources Planning (OIEA, Viena, Austria).

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2023		*Devising a Programme for Competence Acquisition and Development among Radiological and Nuclear Regulators*, IAEA International Conference on Effective Nuclear and Radiation Regulatory Systems: Preparing for the Future in a Rapidly Changing Environment (Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos).
2023		*FORO's contributions to capacity building of regulators*, IAEA Steering Committee on Competence of Human Resources for the Regulatory Bodies (OIEA, Viena, Austria).
2023		*FORO technical projects in acquisition and development of regulatory competencies*, IAEA Steering Committee on Education and Training in Radiation, Transport and Waste Safety (OIEA, Viena, Austria).

PARTICIPANTES

José María Kay, responsable del proyecto (ARN, Argentina); Ana María Larcher (ARN, Argentina); Alexandre Gromann (CNEN, Brasil); Jaime Riesle (CCHEN, Chile); Conrado Alfonso (CNSN, Cuba); Diego Encinas (CSN, España); José Luis Esquivel (CNSNS, México); Enrique Morales (ARNR, Uruguay); María Josefa Moracho Ramírez (OIEA).

Aplicación del Método de Matriz de Riesgo en Radiografía Industrial (Proyecto SEVRRA INDUSTRIA)

OBJETIVO

El objetivo de este proyecto fue la implementación de técnicas de análisis de riesgos en la práctica de radiografía industrial, con miras a identificar medidas que puedan prevenir exposiciones accidentales con consecuencias radiológicas adversas para personal trabajador y miembros del público. En este sentido, para el proyecto se empleó el método de "Matrices de riesgo" desarrollado por el FORO, tanto para las técnicas que emplean fuentes radiactivas como las que emplean rayos X.

Específicamente se trabajó para:

1. Disponer del perfil de riesgo de entidades hipotéticas de referencia en la práctica de radiografía industrial, adaptando e implementando el método de "Matrices de Riesgo".

2. Adaptar la herramienta informática SEVRRA, empleada en el análisis de riesgo en radioterapia, a entidades que realicen estas prácticas industriales.

3. Determinar cuáles son las secuencias accidentales de mayor riesgo, así como las barreras y reductores que mayor impacto tienen en la disminución del riesgo en estas prácticas.

Este proyecto contribuye así a la autoevaluación de las empresas dedicadas a la radiografía industrial, mediante la identificación de aquellas medidas que tengan un mayor impacto en la reducción de riesgos. Asimismo, es de gran utilidad para fortalecer los procedimientos de evaluación e inspección de esta práctica que lleva adelante el organismo regulador.

ALCANCE

El proyecto se realizó por etapas, comenzando por la práctica de radiografía industrial con fuentes radiactivas, la más compleja por los riesgos que conlleva, teniendo en cuenta la gran cantidad de incidentes y accidentes de tipo radiológico, ocurridos en los últimos tiempos.

La segunda parte del proyecto se extendió a la metodología del uso de generadores de rayos X en radiografía industrial *in situ*, ampliando el número de técnicas involucradas, lo cual permite abarcar las técnicas de radiografía industrial más utilizadas. Esta parte también incluyó la radiografía en recintos blindados, con el uso de generadores de rayos X y equipos de gammagrafía industrial.

Para poder identificar los sucesos, barreras, y consecuencias realistas se invitó a participar en dos de las reuniones de trabajo a operadores de radiografía industrial de España y México.

RESULTADOS

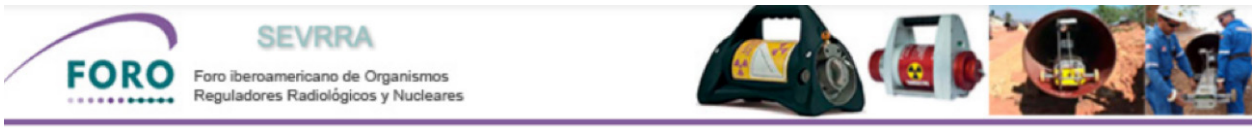
Como resultado de este proyecto se elaboró un documento técnico que desarrolla tanto aspectos conceptuales como sugerencias prácticas para el análisis de riesgo en la práctica de radiografía industrial y una herramienta informática, SEVRRA Industria, que es la concreción de la aplicación de la metodología de Matrices de riesgo en forma práctica.

Tanto el documento técnico como la herramienta SEVRRA en sus versiones *on-line* y *off-line* se encuentran disponibles en la RED del FORO, y a día de hoy se está trabajando con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) para hacer una publicación conjunta FORO-OIEA en forma de TecDoc.

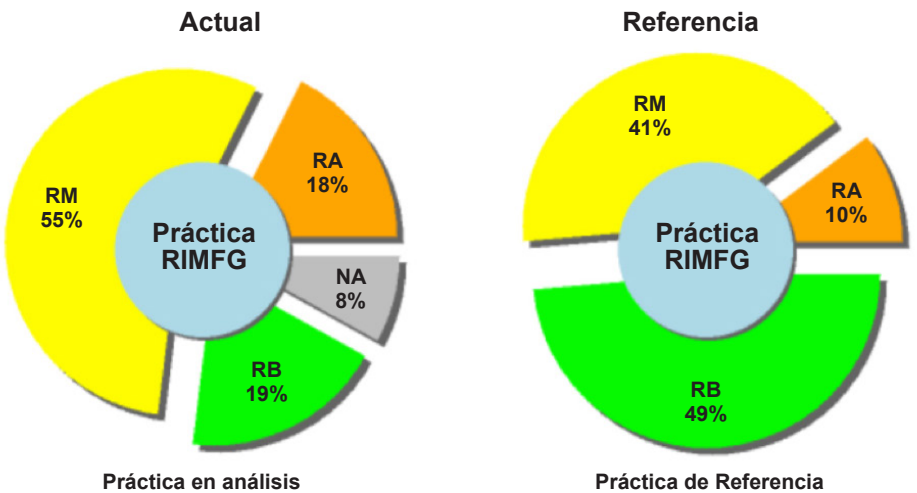
IMPACTOS DEL PROYECTO

El documento técnico, así como la herramienta SEVRRA, pueden utilizarse como guía de referencia para aplicación del método de matriz de riesgo en radiografía industrial.

Los resultados del mismo han sido utilizados tanto por las entidades que trabajan en radiografía industrial como por las autoridades reguladoras. A nivel de los usuarios que realizan radiografía industrial, ya sea utilizando fuentes radiactivas o generadores de rayos X, la herramienta ha



3.2 Gráficas: Práctica en análisis vs. Práctica de Referencia



Reporte de la herramienta SEVRRA. Comparación del perfil de riesgo de una entidad real frente a entidad hipotética de referencia en la práctica de radiografía industrial.

permitido mejorar la protección y seguridad del personal trabajador y el público, y prevenir eventos no intencionales. A nivel de los organismos reguladores, ha sido aplicado para realizar el proceso de evaluación e inspecciones en esta práctica, no solo para mejorar sus procedimientos sino también como herramienta de verificación independiente.

A nivel regional, muchos países del FORO han llevado adelante talleres y encuentros locales/nacionales para diseminar los resultados del proyecto y realizar ejercicios prácticos de la metodología. El objetivo de estas actividades fue lograr la implementación práctica de la herramienta y acumular evidencias sobre el impacto en la seguridad y las posibilidades de mejora del proceso y de la herramienta SEVRRA Industria. En varios países de la región, ya se utiliza la herramienta como parte de la evaluación de seguridad de las instalaciones.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2016	*Aplicación del Método de la Matriz de Riesgo en Radiografía Industrial*, disponible en la RED del FORO.	
2016		*Preliminary results of the FORO project "Application of risk matrix method in industrial radiography"*, 16th European ALARA Network Workshop: ALARA in industrial radiography–How can it be improved? (Berna, Suiza).
2017		*Aplicación del Método de la Matriz de Riesgo en Radiografía Industrial (SEVRRA Industria)*, International Joint Conference RADIO 2017 (Goiania, Brasil).
2018	*Aplicación del Método de Matrices de Riesgo para Evaluaciones de Riesgos en Radiografía Industrial*, XI Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear de IRPA (La Habana, Cuba).	
2019		*Mesa redonda*, Jornada de Actualización en Seguridad Radiológica y Física en Gammagrafía Industrial y el Taller Matriz de Riesgo en Radiografía Industrial (Buenos Aires, Argentina).

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2019		*Actividades del Foro Iberoamericano de Reguladores*, International Joint Conference RADIO 2019 (Foz de Iguazú, Brasil).
2020		*The Application of Risk Matrix Methodology to avoid Radiological Accidents in Industrial Radiography*, IAEA International Conference on Radiation Safety: Improving Radiation Protection in Practice (OIEA, Viena, Austria).
--	Se está finalizando una publicación conjunta FORO-OIEA en forma de TecDoc.	

PARTICIPANTES

Walter Adrián Truppa, responsable del proyecto (ARN, Argentina); Josilto Oliveira de Aquino (CNEN, Brasil); Miguel Aravena González (CCHEN, Chile); Rubén Darío Quintero Londoño (INGEOMINAS, Colombia); Yolanda Pérez Reyes (CNSN, Cuba); Cruz Duménigo González (CNSN, Cuba); Belén Tamayo (CSN, España); Blanca Alfonso Nicolás (CSN, España); Laura Urteaga García (CSN, España); Mardonio Jiménez Rojas (CNSNS, México); Adrián López García (CNSNS, México); Gerardo Lázaro Moreyra (IPEN, Perú); Blanca Faller (ARNR, Uruguay); Rodolfo Cruz Suárez (OIEA).

Guía Práctica para la Implementación de la Dispensa en Instalaciones Radiactivas (Proyecto DISPENSA)

OBJETIVO

El objetivo de la guía fue apoyar a los operadores de las instalaciones radiactivas que generan pequeñas cantidades de desechos, con una metodología para llevar a cabo el proceso de dispensa de acuerdo con los criterios establecidos en los estándares del OIEA y en las regulaciones de la mayoría de los países del FORO. Además, con su aplicación, también se pretende facilitar a los organismos reguladores la supervisión del cumplimiento de las obligaciones por parte de los titulares de las licencias.

ALCANCE

La guía desarrollada es aplicable a las instalaciones radiactivas que generan pequeñas cantidades de desechos radiactivos sólidos y líquidos que contienen radionucleidos de períodos de semidesintegración muy cortos (menores a 100 días), tales como: centros de medicina nuclear, instalaciones de investigación, aplicaciones agrícolas e industriales, etc.

La guía también incluye una metodología que se puede aplicar a la gestión de las fuentes selladas en desuso de baja actividad y periodos de semidesintegración muy cortos.

La guía no es aplicable a instalaciones asociadas al ciclo de combustible nuclear ni a los desechos generados de actividades y prácticas donde estén presentes radionucleidos de origen natural, ya sea en concentraciones naturales o incrementadas.

RESULTADOS

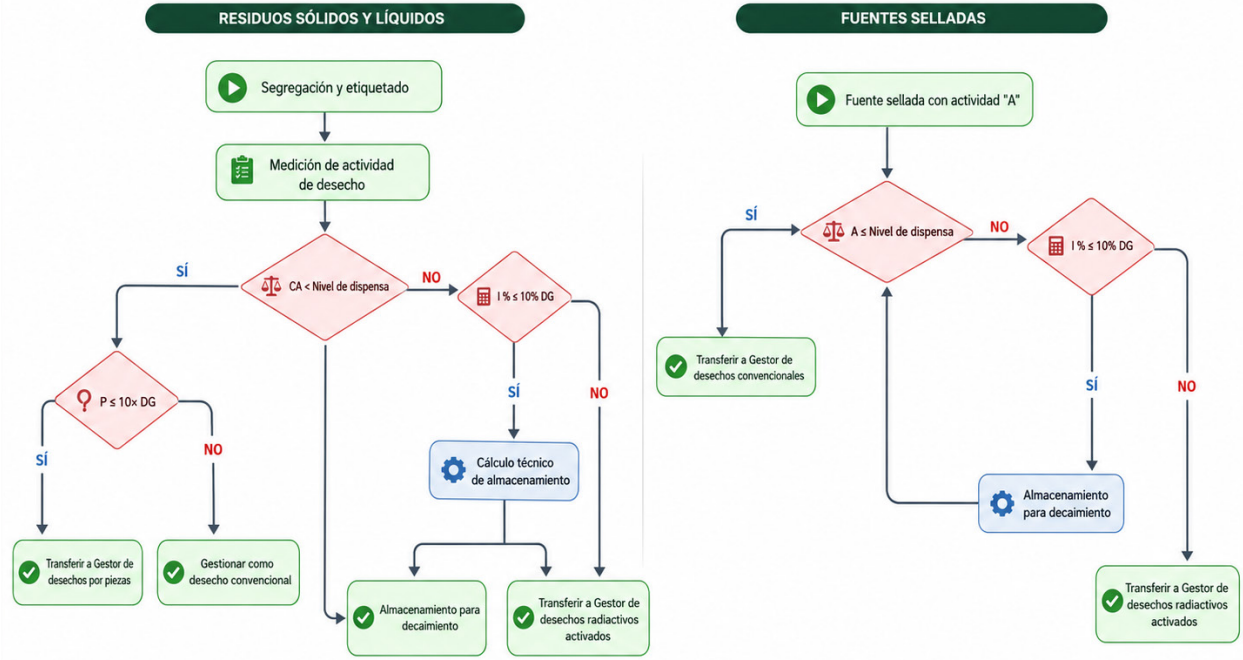
Como resultado del proyecto se elaboró el documento "*Guía práctica para la implementación de la dispensa en instalaciones radiactivas*", que incluye:

- los criterios radiológicos para la dispensa y los niveles de dispensa que pueden ser empleados,
- la metodología para la implementación de la dispensa tanto para sólidos como para líquidos, los diagramas para su implementación y la presentación de los registros para el control de esta actividad,
- las recomendaciones para la dispensa de fuentes selladas en desuso,
- el control de la dispensa por parte del organismo regulador.

Adicionalmente a la guía se desarrollaron tres herramientas informáticas y un manual de uso de estas, que permiten que el registro y los cálculos de dispensa se realicen de manera sencilla y práctica para sólidos, líquidos y fuentes selladas. En estas se incorporó la metodología diseñada en la guía, con la finalidad de que los operadores determinen fácilmente la fecha en la que los desechos alcanzarán los niveles de dispensa y a partir de la cual, pueden ser evacuados al ambiente. Los resultados pueden remitirse virtual y periódicamente a los organismos reguladores, para su seguimiento en los formatos establecidos.

Al ser un documento práctico y de fácil uso puede tener un impacto muy importante en los países de la región, teniendo en cuenta que este tema aún no se ha aplicado adecuadamente en la mayoría de los países y constituye un aporte importante tanto para los operadores como para los organismos reguladores, quienes deben impulsar su divulgación e implementación.

Diagrama de dispensa para residuos sólidos y líquidos (izquierda) y para fuentes selladas (derecha)



IMPACTOS DEL PROYECTO

Los organismos de Colombia y Uruguay han incorporado parte de la guía a sus regulaciones nacionales. Los de México, Cuba y Perú la están considerando a fin de actualizar su marco normativo para las prácticas que allí se desarrollan. Guatemala, a pesar de que su regulador no es miembro del FORO, ha usado parte de los resultados del proyecto para su "Guía para la Gestión Segura de Desechos Radiactivos provenientes de Instalaciones de Medicina Nuclear".

Se ha trabajado conjuntamente con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), para que un ejemplo práctico de aplicación de la metodología propuesta en el proyecto, se incorpore como un anexo en la nueva Guía de Seguridad "Aplicación del concepto de dispensa". Una de las ventajas de esta guía, es que contribuirá a que los usuarios de cualquier país lleven a cabo la dispensa de una manera más rápida y eficiente, ya que la metodología propuesta ayudará a que los desechos radiactivos se eliminen una vez que alcancen los niveles de dispensa correspondientes (gracias al cálculo automático que realizan las herramientas), y se evitará la acumulación de desechos que ocupan innecesariamente espacios en las instalaciones radiactivas.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2016		*Guía Práctica para la Implementación de la Dispensa en Instalaciones Radiactivas*, Reunión Regional de expertos sobre "Enfoque Regulador para la clausura de pequeñas instalaciones" (Montevideo, Uruguay).
2017		*Clearance for Small Facilities and Activities*, IAEA's Workshop on Derivation of Specific Clearance Levels for Materials that are Suitable for Disposal in Landfills (OIEA, Viena, Austria).

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2018	*Guía para la implementación de la Dispensa en Instalaciones Radiactivas; Manual de Uso de las Herramientas; Herramienta para el cálculo de dispensa de líquidos; Herramienta para el cálculo de dispensa de sólidos; Herramienta para el cálculo de dispensa de fuente en desuso*, disponibles en la RED del FORO.	
2018	*Implementación de la dispensa en instalaciones radiactivas*, Memorias del IRPA XI Congreso Regional de la Seguridad Radiológica y Nuclear, ISBN 978-959-7231-06-6.	
2018		*Implementación de la Dispensa en Instalaciones Radiactivas*, IRPA XI Congreso Regional de la Seguridad Radiológica y Nuclear (La Habana, Cuba).
2020		*Guía Práctica para la Implementación de la Dispensa*, Seminario Web LAPRAM.
2023	*Application of the Concept of Clearance*, anexo VI, páginas 96 a 103, Guía de Seguridad del OIEA GSG-18.	

PARTICIPANTES

Alma Arnau, responsable del proyecto (CNSN, Cuba); Cecilia Bossio (ARN, Argentina); Walter Méndez (CNEN, Brasil); Mónica Pastor (CCHEN, Chile); Juan Pablo Parra (MINMINAS, Colombia); Pilar Lorenz (CSN, España); Alberto Mut Chable (CNSNS, México); Carlos Ampuero (IPEN, Perú); Alejandro Nader (ARNR, Uruguay); Diego Tellería (OIEA).

Resistencia de las Centrales Nucleares en los Países Miembros del FORO (Proyecto RESISTENCIA de CC. NN.)

OBJETIVO

El primer objetivo de esta actividad fue recoger las conclusiones alcanzadas como resultado de la evaluación de resistencia llevada a cabo con la participación de los reguladores de países miembros del FORO con centrales nucleares de potencia en operación, teniendo en cuenta las lecciones aprendidas tras el accidente en la central nuclear de Fukushima Daiichi.

El segundo, compartir los resultados con los demás reguladores de la región para informarles de primera mano sobre el estado de seguridad de estas centrales nucleares.

ALCANCE

La evaluación llevada a cabo por el FORO tuvo como objetivo la determinación de los márgenes de seguridad de las centrales nucleares, analizando el comportamiento de las mismas y considerando su respuesta ante la ocurrencia de eventos extremos que pudiesen provocar consecuencias más allá de las bases de diseño, tales como la pérdida total de la alimentación eléctrica y del sumidero final de calor, así como evaluar las capacidades para gestionar dichos accidentes.

El desarrollo de esta actividad en el marco del FORO tuvo además el siguiente alcance:

- Consensuar el alcance y armonizar los criterios técnicos de la evaluación en todos los países miembros del FORO que poseen centrales nucleares de potencia.

- Propender al aumento de la seguridad de las centrales nucleares para hacer frente a eventos extremos más allá de las bases de diseño.
- Revisar entre todos los miembros del FORO los resultados del Informe de Evaluación Nacional de cada autoridad reguladora sobre las evaluaciones realizadas.

RESULTADOS

Una vez realizada la evaluación en cada central nuclear, y presentado el informe requerido a su autoridad reguladora, esta a su vez presentó al FORO un Informe de Evaluación Nacional con los resultados obtenidos y la posición reguladora sobre la implementación de las mejoras que surgieron, para ser revisado conjuntamente por todos los miembros que participaron en el proyecto.

A fin de facilitar el análisis posterior, se acordó una estructura tanto para los Informes de Evaluación Nacional presentados por los países, como para las presentaciones nacionales resumidas. Esta estructura incluía información general sobre el concepto del Plan de Acción Nacional y estrategia de las medidas, seguida de información específica de las acciones asociadas a los ejes principales de las evaluaciones, que son:

1. Acciones relativas a la protección de emplazamientos y unidades frente a sucesos externos de una magnitud superior a la considerada en las bases de licencia.
2. Acciones relativas a reforzar la seguridad de la central frente a la pérdida de función de sistemas o suministros exteriores.
3. Acciones relativas a reforzar la capacidad de afrontar accidentes severos.
4. Acciones relativas a la gestión de emergencias.



Edificio de almacenamiento de equipos portátiles, bombas portátiles de inyección de agua, mangueras flexibles, conexiones rápidas para las estrategias de mitigación de daño extenso y Centro Alternativo de Control de la Emergencia de la central nuclear de Ascó en Tarragona, España.

Estos Informes de Evaluación Nacional, y los Planes de Acción para la implementación de las mejoras identificadas, fueron revisados de forma conjunta, en línea con la metodología propuesta en el Plan de Acción del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Se intercambiaron las experiencias relacionadas con la implementación de los mencionados Planes de Acción de manera abierta y transparente, incluyendo tanto las dificultades en la implementación de las medidas como las posibles soluciones. Asimismo, se identificaron buenas prácticas y recomendaciones que cada país podría considerar para mejorar su propio Plan de Acción Nacional.

IMPACTOS DEL PROYECTO

Los países cuyos reguladores son miembros del FORO con centrales nucleares de potencia han implementado de manera independiente sus Planes de Acción que recogen las conclusiones de los Informes de Evaluación Nacional y han conducido a la adopción de diversas medidas, que incluyen no solo mejoras del diseño y de las prácticas operativas de las centrales, sino también medidas para la mitigación de accidentes y gestión de emergencias que involucran también organizaciones externas al operador. Muchas de las acciones o medidas desarrolladas son comunes a los diversos países del FORO, aunque también existen otras que son específicas de cada país o de cada instalación nuclear.

De los Informes de Evaluación Nacional se desprende que los organismos reguladores han desarrollado acciones para incorporar en su marco normativo las enseñanzas del accidente de Fukushima Daiichi concluyendo que, respecto de la situación existente en 2012, se ha reforzado significativamente la seguridad de las plantas nucleares de los distintos países miembros del FORO.

Las evaluaciones de resistencia realizadas por el FORO han constituido un importante esfuerzo de los operadores y las autoridades regulatorias, y han permitido posicionar a los países de Iberoamérica dentro del conjunto de países que han tomado la iniciativa de avanzar en este tipo de verificaciones, expresando la visión y objetivos del FORO de promover estándares de seguridad radiológica, nuclear y física al más alto nivel en toda la región.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2012		*Assessment of the Stress Tests Performed to the NPPs belonging to the FORO Member Countries*, Evento Paralelo de la Segunda Reunión Extraordinaria de la Convención sobre Seguridad Nuclear (OIEA, Viena, Austria).
2014		*Actions taken as Stress Tests results in the NPPs Belonging to the FORO Member Countries*, Evento Paralelo de 6.ª Reunión de Revisión de la Convención sobre Seguridad Nuclear (OIEA, Viena, Austria).
2018	*Informe de la Actividad de Evaluación de Resistencia de las Centrales Nucleares de los Países Miembros del FORO*, disponible en la RED del FORO.	

PARTICIPANTES

Rubén Navarro, responsable del proyecto (ARN, Argentina); José Ramón Alonso Escós, responsable del proyecto (CSN, España); Edgardo José Luis Marino (ARN, Argentina); Jorge Calvo (ARN, Argentina); Ricardo Waldman (ARN, Argentina); Alexandre Gromann (CNEN, Brasil); Marcos Eduardo Costa Nunes (CNEN, Brasil); Cristián Sepúlveda (CCHEN, Chile); Conrado Alfonso Pallarés (CNSN, Cuba); Sara González Veci (CSN, España); Víctor Manuel González Mercado (CNSNS, México); Ricardo Pérez Pérez (CNSNS, México); Gerardo Lázaro Moreyra (IPEN, Perú); Enrique Morales (ARNR, Uruguay); Francisco Javier Yllera Sánchez (OIEA).

Competencias del Personal de Organismos Reguladores en Aplicaciones Radiológicas Médicas e Industriales (Proyecto CReAR)

OBJETIVO

La adquisición, el desarrollo y el mantenimiento de las competencias del personal del órgano regulador son elementos fundamentales para la consecución de los fines organizativos. El objetivo general de este proyecto fue proporcionar una herramienta que permitiese la elaboración de un programa de creación y desarrollo de competencias de reguladores en las prácticas médicas e industriales.

Ciertas partes del documento final están destinadas a proporcionar asistencia en el desarrollo de aspectos específicos del programa. Estas partes se fundamentan en los ejercicios y análisis desarrollados en el marco del proyecto, así como en un conjunto de buenas prácticas identificadas en diversos países, y se pueden tomar parcial o totalmente, como una guía práctica o como ejemplos ilustrativos.

ALCANCE

El alcance del proyecto fue de aplicación al establecimiento de una metodología para determinar y desarrollar las competencias que requiere el personal del órgano regulador según sus funciones en las aplicaciones radiológicas médicas e industriales. El documento final se centra en el personal que realiza las funciones correspondientes a evaluación y autorización, inspección y coerción, y elaboración de reglamentos y guías reguladoras.

La determinación de las competencias se lleva a cabo según las tareas asociadas a cada una de las funciones, así como la definición de los conocimientos, habilidades y actitudes que son requeridas.

Una vez creadas y desarrolladas las competencias, el órgano regulador estará en condiciones de identificar las brechas existentes y definir un plan de capacitación adaptado a sus necesidades.

RESULTADOS

Como parte del nuevo enfoque presentado en el documento, se efectuó la adaptación del listado general de competencias propuesto en la Guía SARCoN del OIEA para su aplicación al caso de reguladores de aplicaciones médicas e industriales, que motivó la modificación y reagrupamiento de competencias específicas del modelo del OIEA, así como la redefinición de los tres niveles de desarrollo de cada competencia.

El perfil de competencias de cada puesto se construyó a partir de dos elementos: las tareas principales asociadas a ese puesto, y el conjunto de competencias que requiere según sus niveles de desarrollo. La selección del conjunto de competencias vinculadas a cada tarea considerada se realizó a partir del listado general de competencias para reguladores en las aplicaciones médicas e industriales.

La gráfica de competencias elaborada proporciona una visualización simplificada del perfil de competencia del puesto, que facilita las tareas de reclutamiento y capacitación del personal. Estas competencias son representadas en un gráfico cuyo radio es proporcional al nivel de desarrollo requerido de las mismas competencias, como se resume en la siguiente figura.

En este proyecto se analizaron distintos elementos relativos a la construcción de competencias reguladoras y la aplicación de estrategias con un enfoque graduado, que considera los diferentes niveles de desarrollo tecnológico existentes en cada país. Con ello se puede adaptar e implementar la herramienta desarrollada para la elaboración de un programa de creación y desarrollo de competencias ajustado a las necesidades particulares de cada regulador para desempeñar sus funciones y responsabilidades de forma más efectiva.

El establecimiento de las líneas fundamentales de un plan estratégico sostenible para la creación de competencias, según el documento creado, podrá ayudar en el desarrollo de organismos reguladores eficaces y eficientes.



Perfiles de competencias de los puestos de reguladores de aplicaciones médicas e industriales.

IMPACTOS DEL PROYECTO

En el regulador de Cuba, la metodología del proyecto del FORO fue empleada, en 2020, como referencia para desarrollar un sistema para la selección del personal, identificación de las competencias requeridas y el seguimiento de su capacitación y evaluación de conformidad con la legislación nacional vigente.

Además, los resultados del proyecto fueron incorporados en otros reguladores de la región, como por ejemplo en el desarrollo del *Systematic Approach to Training* (SAT) del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) de España.

Asimismo, el proyecto ha sido considerado de gran interés a nivel internacional y utilizado como ejemplo en actividades del OIEA relacionadas con la temática, tales como los talleres sobre organización y dotación de personal de un órgano regulador efectivamente independiente, debido a la aplicabilidad de la herramienta. Además, está sirviendo de base para los programas de capacitación y entrenamiento del OIEA.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2019		*FORO´s technical projects outcomes in regulatory competencies building and training. Their contribution to knowledge management in nuclear reactors and medical and industrial radiological applications*, Evento paralelo del FORO durante la 63ª reunión de la Conferencia General del OIEA, (OIEA, Viena, Austria).
2019		*Competencies of the Staff of Regulatory Bodies in Medical and Industrial Radiological Applications*, IAEA International Conference on Effective Nuclear and Radiation Regulatory Systems (La Haya, Países Bajos).
2020	*Competencias del Personal de Organismos Reguladores en Aplicaciones Radiológicas Médicas e Industriales*, disponible en la RED del FORO.	

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2021		*Methodology for the Development of Competencies of Regulators of Medical and Industrial Radiological Applications*, 15th International Congress of the International Radiation Protection Association, IRPA (Seúl, Corea).
2021		*FORO Technical Projects on Regulatory Competences*, IAEA Regional Training Course on Regulatory Body Integrated Management System and Human Resources Planning (OIEA, Viena, Austria).
2022	*Programa para la Creación y el Desarrollo de Competencias de Reguladores de Aplicaciones Médicas e Industriales*, publicación conjunta FORO-OIEA TecDoc 2005.	
2023		*Devising a Programme for Competence Acquisition and Development among Radiological and Nuclear Regulators*, IAEA International Conference on Effective Nuclear and Radiation Regulatory Systems: Preparing for the Future in a Rapidly Changing Environment (Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos).
2023		*FORO's contributions to capacity building of regulators*, IAEA Steering Committee on Regulatory Capacity Building and Knowledge Management (OIEA, Viena, Austria).
2023		*FORO technical projects in acquisition and development of regulatory competencies*, IAEA Steering Committee on Education and Training in Radiation, Transport and Waste Safety (OIEA, Viena, Austria).

PARTICIPANTES

Marcela Gisela Ermacora, responsable del proyecto (ARN, Argentina); Anderson de Oliveira (CNEN, Brasil); Isabel Casas Morales (CCHEN, Chile); Mauricio Hernando Mañosca Ruiz (MINMINAS, Colombia); Conrado Alfonso Pallares (CNSN, Cuba); María Pinos (CSN, España); Diana Preza Hernández (CNSNS, México); Fredy Aurelio Doncel Invernizi (ARRN, Paraguay); Richard Rosalino Florentín Cano (ARRN, Paraguay); Miguel Ángel Ticllacuri Carbajal (IPEN, Perú); Alejandro Nader (ARNR, Uruguay); Ronald Pacheco Jiménez (OIEA).

Aplicación Piloto de la Metodología de Evaluación de la Cultura de Seguridad de la Guía del FORO a una empresa de Gammagrafía Industrial (Proyecto GAMMAGRAFÍA)

OBJETIVO

El objetivo principal de este proyecto fue realizar un estudio piloto de evaluación de la cultura de seguridad radiológica en una empresa de gammagrafía industrial aplicando la metodología diseñada en la guía del FORO "Cultura de Seguridad en las Organizaciones, Instalaciones y Actividades con fuentes de radiación ionizante". El estudio permitió validar y adecuar esa metodología a las particularidades y características de ese tipo de práctica para su aplicación extensiva posterior a todas las entidades de gammagrafía en la región.

Para ello se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Desarrollar las herramientas típicas de evaluación de la cultura de seguridad radiológica en una empresa de gammagrafía industrial, basadas en la metodología de la guía del FORO.
2. Aplicar las herramientas en una entidad piloto de gammagrafía industrial en cada país participante.
3. Analizar los resultados de la experiencia piloto.
4. Elaborar recomendaciones metodológicas para la evaluación de la cultura de seguridad en las empresas de gammagrafía industrial.
5. Elaborar recomendaciones para elevar la cultura de seguridad en las empresas de gammagrafía industrial.

ALCANCE

El proyecto fue llevado a cabo mediante un grupo de tareas que incluyen la familiarización con la metodología de la guía del FORO, el diseño de las herramientas de evaluación adaptadas al ámbito de una empresa de gammagrafía industrial, su aplicación piloto en una entidad de cada país miembro del FORO y un trabajo de procesamiento de resultados que permitan mejorar las herramientas aplicadas, documentarlas para su uso extensivo.

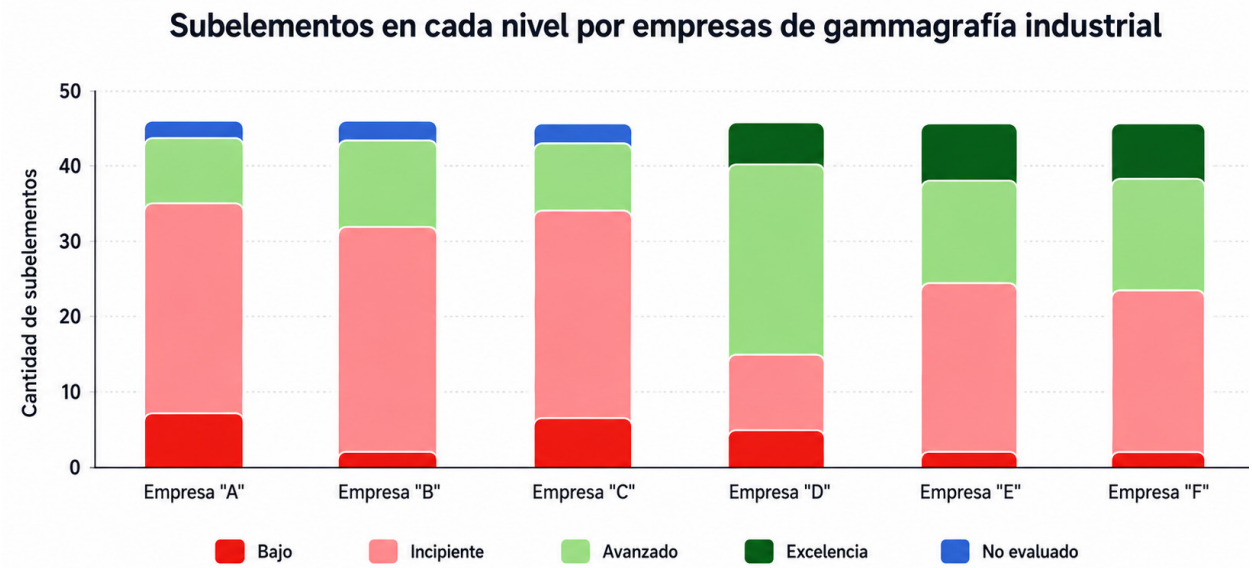
RESULTADOS

Se concluyeron las actividades de evaluación para cinco (EB1, EB2, EB5, EB7 y EB8) de los diez elementos básicos identificados en la metodología de cultura de la seguridad.

Se revisaron y conciliaron todos los subelementos a partir de los hallazgos producto de la metodología aplicada, quedando reflejadas todas las modificaciones para cada subelemento de acuerdo con las particularidades de la práctica de gammagrafía industrial.

Para ello, el trabajo llevado a cabo ha incluido:

- Revisión y conciliación de la redacción de las definiciones de los elementos básicos y el objetivo de la evaluación.
- Revisión de cada subelemento para analizar y conciliar los criterios de niveles de cultura de seguridad para cada uno de ellos, sus resultados de evaluación por países, y los hallazgos (con la identificación de si es manifestación visible, valor declarado o suposición básica) de cada subelemento.
- Conciliación de los hallazgos, conclusiones y buenas prácticas derivados de la evaluación de los elementos básicos.
- Conciliación de las recomendaciones de cultura de seguridad para la práctica de gammagrafía industrial relacionadas con cada elemento básico.
- Análisis de las experiencias y sugerencias sobre la metodología de evaluación de cada elemento básico.



Evaluación parcial preliminar de todos los subelementos de cinco elementos básicos.

Las diferencias entre entidades pilotos y los hallazgos que surgieron de la evaluación ponen de relieve diferencias culturales entre empresas privadas familiares y empresas que pertenecen a instituciones estatales. Sobre la base de esto, se modificaron algunos criterios de evaluación de los subelementos de la Guía del FORO. De igual forma en la práctica se identificaron patrones culturales que son similares en los países participantes en la región.

IMPACTS

Este proyecto confirma la validez y aplicabilidad de la guía del FORO sobre cultura de la seguridad, adecuándola a la práctica de gammagrafía industrial, para evaluaciones y mejoras en este campo.

Además, se dispone de directrices específicas para la evaluación de elementos básicos de la cultura de seguridad en la práctica de gammagrafía industrial y para la aplicación de las cinco técnicas de evaluación reconocidas para este tipo de evaluación. Ello facilita el trabajo de especialistas, entidades y organismos reguladores en el fomento y desarrollo de la Cultura de Seguridad en las actividades de gammagrafía industrial en sus respectivas organizaciones o países.

Finalmente, los hallazgos y conclusiones sobre la cultura de seguridad en las entidades piloto de este estudio constituyen una fuente importante de lecciones para el aprendizaje y mejora de la cultura de la seguridad en cualquier entidad que desarrolla la gammagrafía industrial e impacta también en el perfeccionamiento de enfoques y procesos reguladores hacia esta práctica.

Los resultados obtenidos están siendo aplicados en algunos de los organismos reguladores miembros del FORO durante el proceso de inspección.

PUBLICACIONES

PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS

-- En breve estarán disponibles los resultados de este proyecto en la RED del FORO.

PARTICIPANTES

María Teresa Alonso, responsable del proyecto (ARN, Argentina); Cristiane Oliveira (CNEN, Brasil); Miguel Aravena (CCHEN, Chile); John F. Lozano (MINMINAS, Colombia); Yamil López Forteza (DSN, Cuba); Rubén Ferro Fernández (DSN, Cuba); Renán Ramírez Quijada (IPEN, Perú); Melina Andrea Mondelli (ARNR; Uruguay); Rodolfo Cruz Suárez (OIEA).

Extensión de la Aplicación de la Metodología de Matrices de Riesgo SEVRRA a Nuevas Técnicas de Radioterapia (Proyecto SEVRRA II)

OBJETIVO

Este proyecto tuvo como objetivo desarrollar e implementar un modelo para el análisis de riesgos en las prácticas de Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT, por sus siglas en inglés) y de Medicina Nuclear Diagnóstica (MND), mediante el uso de la metodología de matrices de riesgos, para prevenir la ocurrencia de accidentes con consecuencias radiológicas adversas para pacientes, personal trabajador y miembros del público, y que permitieran identificar aquellas barreras o defensas que tienen mayor impacto en la reducción del riesgo, para fortalecer los procedimientos de evaluación e inspección de la autoridad reguladora en estas prácticas.

Para ello se determinaron cuáles son las secuencias accidentales de mayor riesgo, así como las barreras y reductores que mayor impacto tienen en la reducción del riesgo en estas prácticas, y de esta forma proponer mejoras a los procedimientos de inspección y autorización de la autoridad reguladora.

ALCANCE

Para la práctica IMRT, el proyecto se enfocó en las instalaciones que emplean técnicas de paso y disparo, ventana deslizante y terapia con arcos, considerando un fraccionamiento, denominado convencional, que establece impartir el tratamiento de 25 a 39 sesiones, con una dosis promedio diaria de 2 Gy por sesión.

En la práctica de MND el proyecto se centró en instalaciones que emplean las diferentes técnicas y modalidades (tomografías de cuerpo completo, dinámicas y estáticas) adquiridas con cámara gamma plana, tomografía (SPECT) y sistemas híbridos SPECT/CT y PET/CT.

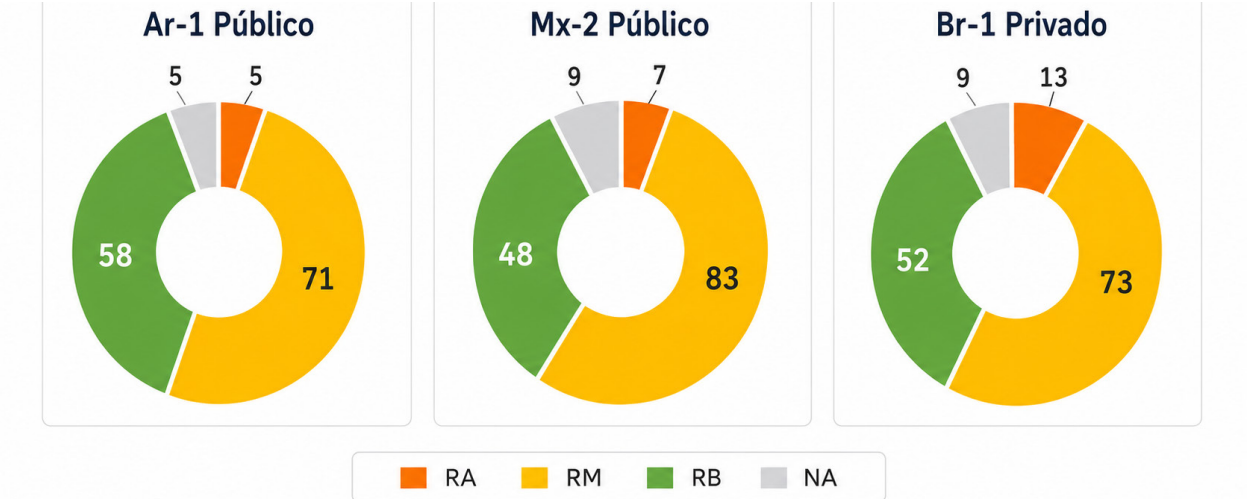
RESULTADOS

Para la IMRT se identificaron 151 fallos de equipos/errores humanos capaces de iniciar situaciones de accidentes junto con 216 elementos de seguridad (barreras de seguridad y reductores de frecuencia y consecuencias) con la capacidad de prevenir, detectar y/o detener las condiciones de accidentes o mitigar sus consecuencias. Las secuencias de accidentes se agruparon en 13 procesos principales, separados por consecuencias para los pacientes, el personal trabajador y el público.

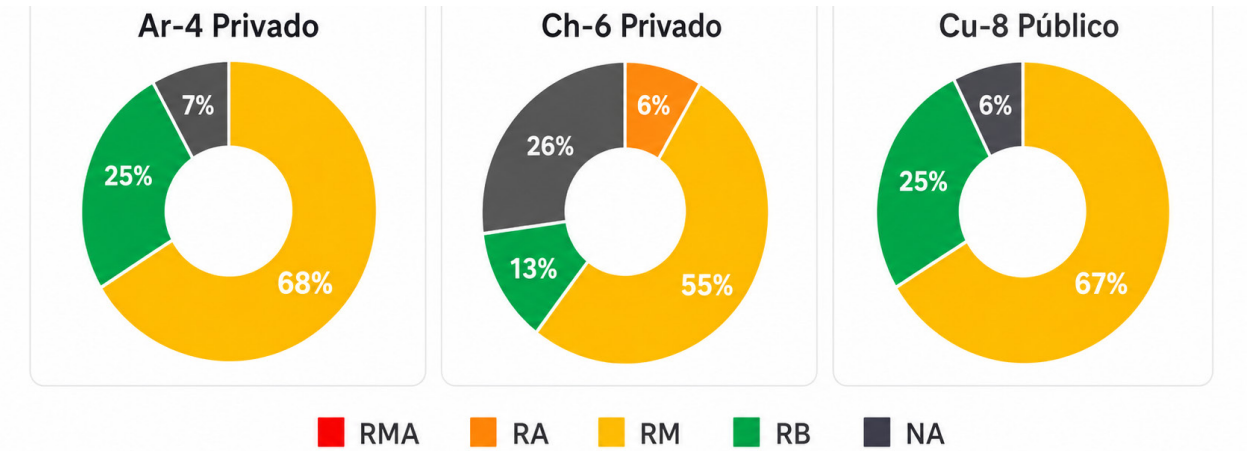
Por su parte, el modelo MND identificó 96 posibles eventos de inicio de accidentes con 80 barreras, 42 reductores de frecuencia y 13 de consecuencias que, en conjunto, cubren las 12 etapas principales del proceso que van desde el diseño del servicio y construcción y hasta la gestión de residuos radiactivos.

Para cada técnica se modeló una instalación ideal con los más altos estándares de seguridad en la región iberoamericana. A efectos de pruebas y para obtener comentarios de los usuarios finales sobre los modelos de riesgos desarrollados, se realizó la aplicación de prueba del modelo de riesgo para IMRT en cinco hospitales y para la MND en 14 hospitales (todos ellos en la región de Iberoamérica), cuidando en todo momento la protección de la información sensible de todos los centros.

Para la técnica IMRT, los pasos del proceso de "Aceptación y Puesta en marcha" y de "Planificación del Tratamiento" muestran el mayor número de secuencias con riesgo alto, principalmente debido a la falta de las barreras de seguridad "Dosimetría *in vivo* en la sesión de tratamiento inicial", "Verificaciones redundantes" y "Revisión por pares". Por su parte, en la MND no se identificaron secuencias accidentales con riesgos "Muy Altos", en su mayoría las secuencias accidentales muestran riesgo medio (tolerable) seguidas de aquellas que presentan un bajo riesgo (ampliamente aceptado). Las etapas "Preparación radiofármaco" y "Adquisición de imágenes" en MND incluyen casi el 50 % de las secuencias de riesgos medios, por lo que debe prestarse especial atención al cumplimiento de los procedimientos de trabajo establecidos en estas dos etapas. Los modelos de riesgo desarrollados también permiten identificar los elementos de seguridad (barreras y reductores) con el mayor impacto en la reducción del riesgo y el aumento del riesgo para cada instalación analizada.



Ejemplos de los perfiles de riesgo (porcentaje de Riesgos Altos, Medios, Bajos y secuencias No Aplicables) obtenidos para IMRT.



Ejemplos de los perfiles de riesgo (porcentaje de Riesgos Altos, Medios, Bajos y secuencias No Aplicables) obtenidos para MND.

IMPACTOS DEL PROYECTO

La aplicación de estos modelos de riesgo permite a los reguladores y usuarios finales identificar el perfil de riesgos de la instalación, así como los elementos de seguridad (barrera y reductora) específicos de su instalación con mayor impacto en la reducción e incremento al riesgo, lo que facilita la gestión de riesgos y el focalizar esfuerzos de supervisión e inspección. Al propiciar una mejor comunicación entre regulados y reguladores sobre los aspectos relevantes de seguridad, se potencia alcanzar mejoras en la seguridad radiológica de dichas instalaciones.

Los modelos finales de ambas prácticas, así como la herramienta SEVRRA correspondiente, están incorporados en la RED del FORO, todos ellos disponibles para su uso por reguladores, usuarios y público en general.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2020		*Overview of Risk Models and Results obtained by FORO Project (SEVRRA 2) for IMRT and DNM Techniques*, IAEA International Conference on Radiation Safety: Improving Radiation Protection in Practice (OIEA, Viena, Austria).
2022	*Extensión de la Aplicación de la Metodología de Matrices de Riesgo y SEVRRA a Nuevas Técnicas de Radioterapia para Consolidar las Evaluaciones de Seguridad en las Prácticas Reguladas por los Países Miembros del FORO. Volumen 1 Modelo para Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT)*, disponible en la RED del FORO.	
2022	*Extensión de la Aplicación de la Metodología de Matrices de Riesgo y SEVRRA a Nuevas Técnicas de Radioterapia para Consolidar las Evaluaciones de Seguridad en las Prácticas Reguladas por los Países Miembros del FORO. Volumen 2 Modelo para Medicina Nuclear Diagnóstica (MND)*, disponible en la RED del FORO.	

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2022		*The use of the SEVRRA computer tool in radiotherapy and nuclear medicine*, Duménigo et al., e-poster, 6th International Symposium on the System of Radiological Protection, ICRP 2021+1 (Vancouver, Canadá).
2022		*Extensión de SEVRRA a IMRT y MND*, XII Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear y X Congreso Regional IRPA (Santiago de Chile, Chile).
2024		*SEVRRA IMRT y MND*, I Simposio Internacional REPROLAM (Recife, Brasil).
2025		*Aplicación de metodología de matrices de riesgo, mediante el uso del sistema para la evaluación del riesgo radiológico, SEVRRA*, X Congreso Latinoamericano de Física Médica, ALFIM 2025 (La Antigua, Guatemala).
2025		*SEVRRA*, Congreso de la Sociedad Mexicana de Protección Radiológica (Mérida, México).

PARTICIPANTES

Ramón López Morones, responsable del proyecto (CNSNS, México); Susana Papadopulos (ARN, Argentina); José McDonnell (Físico Médico, Argentina); Georgia Joana (CNEN, Brasil); Guilherme Bittencourt (Físico Médico, Brasil); Lorena Mariángel (CCHEN, Chile); Cruz Duménigo (DSN, Cuba); Jorge Morales (Físico Médico, Cuba); María Luisa Ramírez (CSN, España); Arturo Pérez Mulas (CSN, España); José Miguel Delgado (Físico Médico, España); Carlos Prieto (Físico Médico, España); Jose Luis Muciño Cruz (CNSNS, México); Mario Ángel Espinosa Santillán (CNSNS, México); Jorge Omar Hernández (Físico Médico, México); Gustavo Píriz (Físico Médico, Uruguay); Rodolfo Cruz (OIEA).

Estandarización del Proceso de Inspección y Gestión del Envejecimiento y Obsolescencia de los Reactores Nucleares de Investigación

OBJETIVO

El objetivo de este proyecto fue armonizar los manuales, directrices, planes, procesos y criterios que rigen el alcance, la profundidad y la frecuencia de las inspecciones de los reactores de investigación, con el fin de verificar el cumplimiento de la legislación aplicable, las condiciones de las licencias y otros requisitos pertinentes, así como promover un nivel de seguridad adecuado y coherente en todas estas instalaciones. El proyecto también incluyó la elaboración de directrices armonizadas para el control reglamentario del envejecimiento en los reactores de investigación.

Con ello se contribuye a mejorar la eficacia de los programas nacionales de inspección al proporcionar una base coherente para establecer la frecuencia, el alcance y la profundidad de las inspecciones. También ayuda a definir los criterios de seguridad y los requisitos reglamentarios aplicables a la inspección en función del tipo de instalación, lo que favorece un enfoque regulador más estructurado y armonizado.



Simulación de la visita de un inspector con la lista de comprobación durante una inspección reglamentaria sobre operación y seguridad de un reactor de investigación.

ALCANCE

El alcance del manual se limita a la seguridad radiológica y nuclear de los reactores de investigación, incluyendo conjuntos críticos y subcríticos, y exceptuando aquellos que requieren sistema de refrigeración presurizado. La actividad se enfoca a la mejora del proceso de control de la seguridad de los reactores de investigación de la región de Iberoamérica, a través de la armonización de los criterios, manuales, guías y procedimientos de inspección y el intercambio de experiencias de los expertos durante la realización del proyecto.

RESULTADOS

El proyecto ha generado un manual para la planificación y gestión de las inspecciones reglamentarias a los reactores nucleares de investigación. Este manual ofrece recomendaciones sobre aspectos en materia de gestión, planificación, desarrollo y evaluación de las inspecciones reglamentarias, y sobre capacitación y cualificación del personal de inspección. Adicionalmente, incluye un conjunto de 13 procedimientos de inspección genéricos que pueden ser utilizados por los organismos reguladores para desarrollar sus propios procedimientos para las diferentes áreas de inspección reglamentaria.

Nº	PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN
1	PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
2	MANTENIMIENTO
3	OPERACIÓN Y SEGURIDAD NUCLEAR
4	UTILIZACIÓN DEL REACTOR
5	EMERGENCIAS
6	VIGILANCIA MEDIOAMBIENTAL
7	ORGANIZACIÓN Y PERSONAL
8	MODIFICACIONES Y NUEVAS EXPERIENCIAS
9	GESTIÓN DE SEGURIDAD
10	SISTEMA DE GESTIÓN
11	SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
12	PLAN PRELIMINAR DE RETIRO DE SERVICIO
13	GESTIÓN DEL ENVEJECIMIENTO

Listado de procedimientos de inspección incluidos en el Manual para la planificación y gestión de las inspecciones reglamentarias a los reactores nucleares de investigación

Además, el proyecto ha desarrollado otro manual para el control regulador del envejecimiento de los reactores de investigación que incluye una guía de criterios reglamentarios, una guía de evaluación y un procedimiento de inspección.

IMPACTOS DEL PROYECTO

Algunos de los procedimientos de inspección genéricos incluidos en el manual se pusieron a prueba para la inspección del reactor peruano RP-10, y están siendo utilizados en la actualidad para definir el programa de inspección de los reactores de investigación chilenos. Otros reguladores que participaron en el proyecto tienen prevista su utilización como referencia para sus programas de inspección.

PUBLICACIONES

PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS

2019

Standardization of the Inspection Process for Research Reactors, IAEA International Conference on Research Reactors: Addressing Challenges and Opportunities to Ensure Effectiveness and Sustainability (Buenos Aires, Argentina).

PARTICIPANTES

Gerardo Lázaro, responsable del proyecto (IPEN, Perú); Carlos Perrín (ARN, Argentina); Marcelo Herrero (INVAP, Argentina); Eneida Dourado (CNEN, Brasil); Víctor Calzavara (CNEN, Brasil); Patricio Fonseca (CCHEN, Chile); Diego Encinas (CSN, España); Manuel Fernández (Tecnatom, España); Olgger Anaya (IPEN, Perú); Manuel Recio (OIEA); Martín Marchena (OIEA).

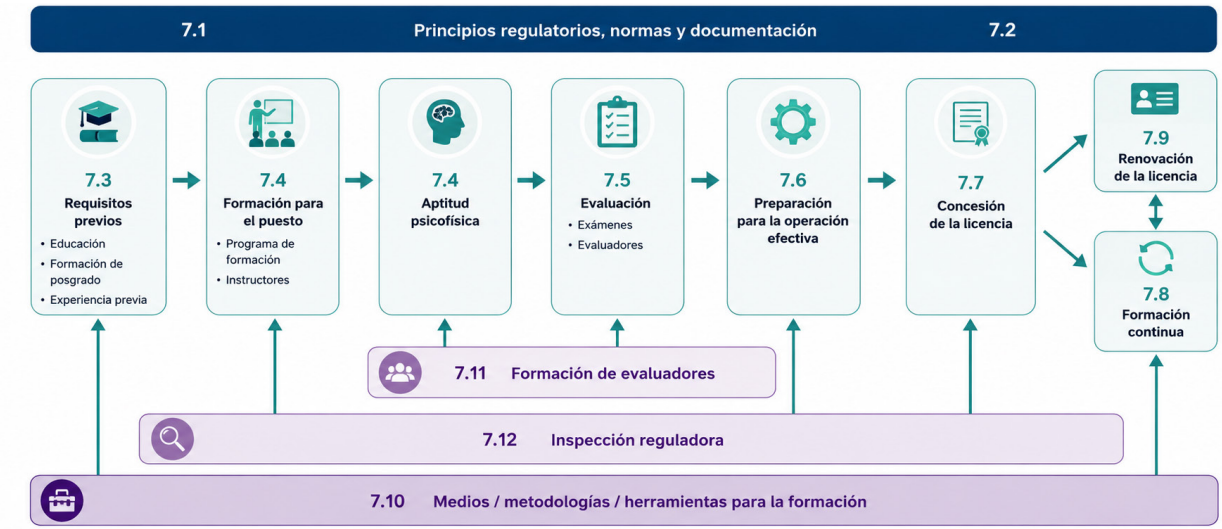
Capacitación y Licenciamiento de Operadores de Reactores (Proyecto CLOR)

OBJETIVO

El objetivo general de este proyecto fue mejorar las prácticas reguladoras en el proceso de capacitación y licenciamiento del personal de operación, a través del intercambio técnico, la comparación y el desarrollo de documentación, metodologías y herramientas de ayuda.

Además, como objetivos específicos el proyecto se orientó a:

- Intercambiar las prácticas reguladoras en todos los aspectos y etapas de este proceso.
- Compartir las metodologías, medios, herramientas e infraestructuras utilizables por los reguladores en el proceso.
- Desarrollar material de ayuda (guías de buenas prácticas, documentos técnicos aplicables a determinadas actividades del proceso.
- Aplicar las mejores prácticas y enseñanzas del proyecto tanto a reactores de potencia como de investigación, a través del aprendizaje mutuo entre las prácticas aplicadas a ambos tipos de reactores.
- Difundir y promover la aplicación de los productos del proyecto a escala nacional, regional e internacional, en estrecha colaboración con el OIEA.



Proceso de capacitación, evaluación y licenciamiento de operadores de reactores nucleares o de investigación

ALCANCE

En el proyecto se abarcaron todos los aspectos reguladores relativos al proceso de concesión y renovación de licencias del personal de operación de reactores nucleares de potencia y de investigación, así como, en general, a todas las actividades reguladoras relacionadas con la capacitación de dicho personal de operación.

Para ello, el proyecto estableció un mapa regional que muestra el estatus actual del proceso regulador asociado a la capacitación y licenciamiento de operadores de reactores nucleares, basado en un ejercicio comparativo de procesos y prácticas y un catálogo regional de métodos, medios, herramientas e infraestructuras utilizados en la capacitación y licenciamiento de operadores de reactores nucleares.

RESULTADOS

El principal resultado de este proyecto fue la elaboración de una guía de buenas prácticas reguladoras en capacitación y licenciamiento de operadores de reactores nucleares, incluyendo el uso de herramientas, con documentos técnicos de aplicación a determinados aspectos específicos del proceso (por ejemplo, técnicas y medios de examen), que se identificaron como temas clave cuyo desarrollo se considere de mayor interés.

Con ello se buscaba establecer una propuesta de actuaciones para evolucionar hacia la armonización regional en las prácticas reguladoras y para lograr un óptimo aprovechamiento de los medios y recursos disponibles en la región mediante el intercambio y la compartición.



Visita técnica de los expertos del proyecto CLOR a la sala de control de la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, México

Además, se estableció un mapa regional que muestra el estatus actual del proceso regulador asociado a la capacitación y licenciamiento de operadores de reactores nucleares, basado en un ejercicio de intercomparación de procesos y prácticas y un catálogo regional de métodos, medios, herramientas e infraestructuras utilizados en la capacitación y licenciamiento de operadores de reactores nucleares.

También se elaboró una guía de buenas prácticas reguladoras en capacitación y licenciamiento de operadores de reactores nucleares, incluyendo el uso de herramientas e infraestructuras (por ejemplo, simuladores réplica), a partir de la discusión de las prácticas establecidas en cada país, y teniendo en cuenta, en lo que es aplicable, la documentación desarrollada por el OIEA.

IMPACTOS DEL PROYECTO

Derivado de los resultados se está elaborando una propuesta de actuaciones para evolucionar hacia la armonización regional en las prácticas reguladoras y para lograr un óptimo aprovechamiento de los medios y recursos disponibles en Iberoamérica mediante el intercambio, y con ello se fortalecerá en toda la región no solo la sistematización para la capacitación de personal que trabaja en reactores nucleares de potencia, sino también se hará extensivo para los reactores de investigación.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2022		*FORO project on Reactor Operator Training and Licensing*, IAEA Technical Meeting on Nuclear Power Plant Personnel Training (OIEA, Viena, Austria).
2024	*Prácticas reguladoras en Capacitación y Licenciamiento de Operadores de Reactores-Guía de buenas prácticas*, disponible en la RED del FORO.	

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2024	*Prácticas reguladoras en Capacitación y Licenciamiento de Operadores de Reactores-Guía de Criterios Reguladores*, disponible en la RED del FORO.	
2026		*FORO project on reactor operator training and licensing,* European Research Reactor Conference -RRFM 2026- (Leiden, Países Bajos).
--	Se encuentra en proceso una publicación conjunta FORO-OIEA en forma de TecDoc con el título: *Prácticas reguladoras en Capacitación y Licenciamiento de Operadores de Reactores-Guía de buenas prácticas y Guía de Criterios Reguladores.*	

PARTICIPANTES

Diego Encinas, responsable del proyecto (CSN, España); Reinaldo Valle (ARN, Argentina); Marco Antonio Bayout (CNEN, Brasil); Cristian Sepúlveda (CCHEN, Chile); Enrique Meléndez (CSN, España); Noel Moreno Cuahquentzi (CNSNS, México); Julio César Romaní (IPEN, Perú); María Josefa Moracho (OIEA); Héctor Jorge Cols (OIEA).

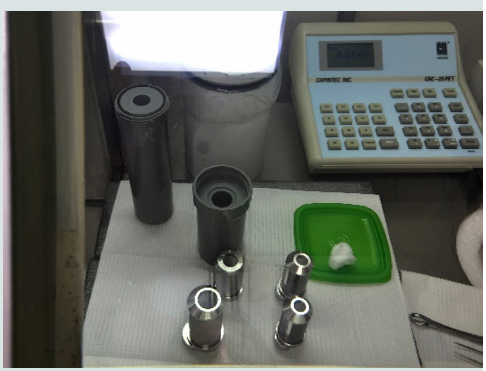
Requisitos para la Autorización y Procedimientos para la Inspección de Radiofarmacias (Proyecto RADIOFARMACIAS)

OBJETIVO

El área de las radiofarmacias está creciendo considerablemente en todo el mundo y requiere cada vez más esfuerzos de las autoridades reguladoras durante la autorización e inspección de estas instalaciones debido a su gran complejidad. Actualmente, no existen recomendaciones internacionales para su regulación. Los criterios dependen, entre otras cosas, de los radionucleidos y las actividades que se van a comercializar, el diseño de la planta, el personal involucrado, los requisitos de transporte, etc. Este tipo de instalaciones presentan aspectos importantes para la protección radiológica que deben ser individualmente evaluados para que las operaciones se lleven a cabo sin riesgo para el personal trabajador, el medio ambiente y la población.

En este contexto, el objetivo de este proyecto ha sido elaborar requisitos técnicos para la autorización y procedimientos de inspección de radiofarmacias con la finalidad de que estos procesos se lleven a cabo de manera más eficiente y consistente.





Ejemplos de servicios de radiofarmacia

ALCANCE

El proyecto se enfocó en obtener una guía que sirviera como directriz para los organismos reguladores a la hora de establecer e implementar requisitos técnicos para la autorización e inspección de radiofarmacias centralizadas e industriales, excluyendo las hospitalarias. A su vez permitió aumentar la eficacia de los programas nacionales de inspecciones, aprovechando las experiencias acumuladas en cada uno de los países.

Los requisitos técnicos de seguridad física y radiológica durante el transporte de materiales radiactivos no fueron desarrollados en este documento, ya que se considera que la expedición debe seguir los requisitos establecidos en el marco legal de cada país.

RESULTADOS

Se desarrollaron los requisitos técnicos para realizar el proceso de autorización y de inspección a lo largo de la vida útil de una instalación de radiofarmacia, incluyendo las etapas de notificación y emplazamiento, construcción, puesta en marcha, operación y cierre.

La guía también contiene los criterios técnicos para evaluar el diseño de las instalaciones y sus sistemas de seguridad, el programa de protección radiológica, el plan de vigilancia, el plan de emergencia y la gestión de residuos. Además, se detallan las etapas, pruebas y verificaciones que se deben llevar a cabo durante la ejecución de las inspecciones en cada una de las etapas del proceso de autorización. Adicionalmente se desarrolló un modelo de lista de chequeo para las inspecciones con el fin de verificar los aspectos de seguridad radiológica, que abarca todas las etapas del proceso de autorización.

IMPACTOS DEL PROYECTO

Con la aplicación de la guía se está reforzando la seguridad radiológica a través del establecimiento de procedimientos técnicos para la autorización y para las inspecciones reguladoras de las instalaciones de radiofarmacias.

La guía está siendo empleada por algunos organismos reguladores miembros del FORO para fortalecer el control regulador en esta práctica y ha sido la base para el desarrollo de la normativa específica de Brasil, detallando los parámetros mínimos que deberán respetarse en la concesión de autorizaciones y realización de inspecciones a instalaciones de radiofarmacia.

Cabe destacar que este proyecto contó con la participación de un representante del organismo regulador de Estados Unidos (Nuclear Regulatory Commission, NRC), convirtiéndose en el primer proyecto en el que participa un organismo que no es miembro del FORO.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2022		*Panorama actual de las radiofarmacias en países miembros del FORO: licenciamiento y requisitos de seguridad*, XII Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear y X Congreso Regional IRPA (Santiago de Chile, Chile).
2024	*Requisitos Técnicos para la Autorización y Procedimientos para la Inspección de Radiofarmacias*, disponible en la RED del FORO.	
2024		*Licensing criteria and inspection requirements for radiopharmacies*, IRPA 16 International Congress (Orlando, EE. UU.).
2025		*Requisitos para la autorización y procedimientos para la inspección de radiofarmacias,* Congreso Latinoamericano de Física Médica, ALFIM 2025 (La Antigua, Guatemala).
2025		*Critérios técnicos para autorização e inspeção de radiofarmácias industriais e centralizadas no âmbito do FORO*, XI Congresso de Proteção contra Radiações da comunidade de Países de Língua Portuguesa (Coimbra, Portugal).

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2026		*Development of Checklist Models for Inspections in Radiopharmacies: an Initiative of the Ibero-American Forum of Regulatory Bodies to Strengthen the Regulatory Ecosystem*, IAEA International Conference on Effective Nuclear and Radiation Regulatory Systems (Viena, Austria).
--	Se encuentra en proceso una publicación conjunta FORO-OIEA en forma de TecDoc con el título: *Requisitos Técnicos para la Autorización y Procedimientos para la Inspección de Radiofarmacias.*	

PARTICIPANTES

Samira M. Carvalho, responsable del proyecto (CNEN, Brasil); Germán Rabi (ARN, Argentina); Aylinne Román (CCHEN, Chile); Ramón Hernández (DSN, Cuba); Ana Blanes (CSN, España); Alfonso Uruburu (CSN, España); María Luz Rodríguez (CSN, España); Mauricio Salvador Neme Peralta (CNSNS, México); Yuri Roger Ravello Ratzenberg (IPEN, Perú); Luis Neves (NRC, Estados Unidos); Ronald Pacheco (OIEA).

Mantenimiento y Verificaciones Periódicas de Bultos Reutilizables para el Transporte de Material Radiactivo No Sujetos a Aprobación de Diseño (Proyecto TRANSPORTE)

OBJETIVO

El objetivo de este proyecto fue desarrollar una guía que estableciera los criterios que ayuden al desarrollo e implementación de programas para el mantenimiento y verificaciones periódicas de bultos de material radiactivo reutilizables, no sujetos a aprobación de diseño, y a su seguimiento y control por parte de las autoridades reguladoras.



Bultos reutilizables para el transporte de material radiactivo

Para ello, en primer lugar se identificaron los documentos y buenas prácticas sobre mantenimiento y verificaciones periódicas de bultos que no precisan de aprobación, según lo establecido en el Reglamento SSR-6 sobre Transporte Seguro de Material Radiactivo del OIEA, y en segundo lugar se recopiló la experiencia en los países iberoamericanos del seguimiento por parte de las autoridades reguladoras del mantenimiento y verificaciones periódicas de estos bultos, identificando las dificultades encontradas.

ALCANCE

El proyecto se centró en los aspectos relacionados con las verificaciones y mantenimiento periódico de bultos para el transporte de material radiactivo, exclusivamente en aquellos que no precisen de una aprobación de diseño (exceptuados industriales y tipo A) y que se utilicen de una manera repetitiva (embalajes reutilizables). Los sectores donde más se utilizan estos embalajes son aquellos que desarrollan aplicaciones médicas e industriales del material radiactivo, pero también es destacable el sector de los residuos radiactivos, tanto en el sector nuclear como no nuclear.

La guía desarrollada debía ser útil no solo a quien use el embalaje sino al conjunto de actores que de un modo u otro tienen una participación en las labores de mantenimiento, por ello se incluyó un apartado con "las funciones de los diferentes participantes en la actividad de mantenimiento", en el que se describe el rol del diseñador, fabricante, propietario, usuario/expedidor, así como el de la autoridad competente, y cómo debe ser la relación entre los distintos participantes.

Además, la guía consideró tanto las verificaciones periódicas sobre los embalajes como el mantenimiento preventivo y el correctivo, y recomiendó el procedimiento a seguir para el tratamiento de las posibles modificaciones de diseño a las que pudiera dar lugar ese mantenimiento correctivo.

RESULTADOS

La guía identifica los elementos básicos de un programa de mantenimiento centrándolos en la tipología más común de embalajes reutilizables. Esta identificación se hizo en función de una clasificación de los bultos desde el punto de vista de su utilización, atendiendo a las características tipo de los embalajes según sus aplicaciones (médicas, industriales o residuos) que, en definitiva, son las que van a marcar el tipo de verificaciones periódicas y de mantenimiento a llevar a cabo.

Para cada grupo de bulto, de acuerdo con esa clasificación *ad hoc*, se identificaron sus elementos de seguridad característicos, así como los problemas habituales encontrados en la experiencia operativa, aportándose ilustraciones, fotos y diagramas que favorecen una descripción en detalle.

También se señalaron los requisitos de revisión y mantenimiento para detectar y solucionar esos problemas, y se informa de buenas prácticas en los programas de verificación y mantenimiento que se apliquen.

Finalmente, la guía recomienda los tipos de registro de las operaciones de verificación periódica y de mantenimiento, que facilitan el seguimiento de la vida de un embalaje por los usuarios y por las autoridades reguladoras.

IMPACTOS DEL PROYECTO

La guía permite el desarrollo de los programas de mantenimiento de los bultos utilizados en el transporte. Asimismo los resultados pueden ser utilizados por los organismos reguladores para desarrollar e implementar procedimientos de evaluación e inspección de los aspectos relacionados con las verificaciones periódicas y el mantenimiento de estos bultos del transporte.

La guía permite establecer un marco común para el mantenimiento y verificaciones periódicas de bultos reutilizables para el transporte de material radiactivo no sujetos a aprobación de diseño y homogeneizar los requisitos regulatorios en los países cuyos organismos reguladores son miembros del FORO.

La revisión de todo este proceso permite una mejora de la seguridad en el transporte de bultos no sujetos a aprobación que representan aproximadamente el 90 % de los envíos de material radiactivo.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2023	*Mantenimiento y Verificaciones Periódicas de Bultos Reutilizables para el Transporte de Material Radiactivo No Sujetos a Aprobación de Diseño*, disponible en la RED del FORO.	
2023		*Maintenance and periodic checks of reusable packages for the transport of radioactive material not subject to design approval*, evento paralelo del FORO durante la 67.ª reunión de la Conferencia General del OIEA (OIEA, Viena, Austria).
2024		*Atividades do Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos e Nucleares,* 7th International Joint Conference RADIO 2024 (Río de Janeiro, Brasil).
--	Los resultados de este proyecto han sido usados para la redacción de la guía de seguridad del OIEA DS546: *Ageing Management and Maintenance of Packages for the Transport of Radioactive Material*, que está en proceso de publicación.	

PARTICIPANTES

Engracia Rubio de Juan, responsable del proyecto (CSN, España); Alejandro Gabriel Fernández (ARN, Argentina); Natanael Bruno (CNEN, Brasil); Maidelys Rosa Rodríguez Rodríguez (DSN, Cuba); Isabel Casas (CCHEN, Chile); Fernando Zamora Martín (CSN, España); Manuel García Leyva (CSN, España); Diego Martín Bautista Arteaga (CNSNS, México); Miguel Ticllacuri Carbajal (IPEN, Perú); Blanca Esther Faller Velázquez (ARNR, Uruguay); Nancy Capadona (OIEA).

Evaluación de la Resiliencia para la Operación Segura de las Centrales Nucleares, de los Reactores Nucleares de Investigación y de las Instalaciones Radiactivas en Tiempos de Pandemia (Proyecto RESILIENCIA)

OBJETIVO

El objetivo global del proyecto fue el de armonizar entre los países del FORO una posición reguladora orientada al aseguramiento y mantenimiento de la seguridad nuclear y radiológica ante escenarios de pandemia/indisponibilidad simultánea de personal necesario para una operación segura y confiable de centrales nucleares, reactores nucleares de investigación e instalaciones radiactivas de mayor complejidad, de acuerdo con un enfoque graduado.

Entre los objetivos específicos se buscó:

1. De manera reactiva al COVID-19, identificar y definir un conjunto de requerimientos/requisitos reguladores que permitiera a los organismos reguladores garantizar la seguridad nuclear y radiológica de las centrales en operación y de las instalaciones arriba mencionadas, abarcando todos sus estados de planta (incluyendo el estado de parada segura para el caso de las centrales nucleares y de los reactores nucleares de investigación).

2. De manera proactiva, precisar el Requisito 4 de la Guía del OIEA SSR 2/2 Rev.1: *Seguridad de las centrales nucleares: Puesta en servicio y explotación*, en lo que respecta a la definición del término "suficiente", con el objetivo ulterior de incorporarlo en la regulación nacional que corresponda, incluyendo las licencias de operación. Adicionalmente, realizar un análisis similar de "suficiencia" de insumos ante escenarios de pandemia.

3. Extrapolar la metodología y análisis a reactores nucleares de investigación e instalaciones radiactivas de mayor complejidad, según la aplicación de un enfoque graduado.



Instalaciones nucleares y radiactivas en diferentes contextos operativos, en el marco de la evaluación de la resiliencia para un funcionamiento seguro

ALCANCE

El alcance del proyecto es para centrales nucleares, reactores nucleares de investigación e instalaciones radiactivas de mayor complejidad (instalaciones que utilizan o producen material radiactivo, o equipos emisores de radiaciones ionizantes; tales como ciclotrones, plantas de producción de radioisótopos y radiofármacos) actualmente en operación.

Para el caso de los reactores nucleares de investigación y de las instalaciones radiactivas se considera la definición de requerimientos/requisitos reguladores basados en un enfoque graduado.

RESULTADOS

Se elaboraron un resumen ejecutivo y un informe de trabajo que recopila las principales actividades reguladoras acometidas en cada uno de los países participantes en respuesta a la pandemia, así como los elementos y procesos afectados por la pandemia de mayor interés para cada país. En este sentido, el FORO fue proactivo en promover el trabajo realizado íntegramente durante los años de la pandemia.

IMPACTOS DEL PROYECTO

El proyecto ha sido útil para los objetivos de las organizaciones participantes, ya que permitió un intercambio muy rápido de información y experiencias sobre las prácticas que se estaban desarrollando durante la pandemia y sobre los procesos que podrían verse afectados.

El trabajo realizado por expertos y organizaciones internacionales en esta materia es muy importante y útil para mejorar el conocimiento y la experiencia sobre cómo afrontar estos eventos esperados, e incluso inesperados.

PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2024	*Reflexiones sobre la Evaluación de la Resiliencia de la Operación Segura de las Centrales Nucleares de los Reactores Nucleares de Investigación y de las Instalaciones Radiactivas de los Países del FORO en tiempos de Pandemia,* disponible en la RED del FORO.
2024	*Assessment of the resilience of the safe operation of nuclear and radioactive facilities of FORO countries in times of pandemic,* The Nuclear Sector Response to Covid-19 from an Organisational and Human Perspective – How to Manage the Unexpected? OECD/NEA Technical Meeting of the Working Group on Human and Organisational Factors, WGHOF (París, Francia).

PARTICIPANTES

Roxana Barsi, responsable del proyecto (ARN, Argentina); Adriana Politi (ARN, Argentina); Jefferson Borges de Araújo (CNEN, Brasil); Patricio Fonseca (CCHEN, Chile); Mauricio Hernando Mañosca Ruiz (MINMINAS, Colombia); Alma Arnau Fernández (DSN, Cuba); Benito Gil (CSN, España); Víctor Manuel González Mercado (CNSNS, México); Enrique Ariel Páez Lovera (ARRN, Paraguay); Olgger Anaya Garro (IPEN, Perú); Marco Munive Sánchez (IPEN, Perú); Olga González (ARNR, Uruguay); Ronald Pacheco (OIEA).

Seguridad Física durante el Transporte Interno de Materiales Radiactivos (Proyecto de SEGURIDAD FÍSICA)

OBJETIVO

Este proyecto elabora una guía técnica que establece recomendaciones a considerar en el desarrollo y establecimiento de requisitos de seguridad física para el transporte interno (terrestre, aéreo y marítimo o fluvial) de materiales radiactivos en los países cuyos reguladores son miembros del FORO. Para ello, se ha considerado el impacto de estas recomendaciones en los requisitos de seguridad tecnológica, así como los requisitos de esta última que contribuyen a la seguridad física.

Para ello, se ha procedido a:

- Elaborar una guía de autoevaluación que permita establecer el estado actual del régimen de seguridad física vinculado con las operaciones de transporte interno de materiales radiactivos. Se consideran las fuentes selladas en uso, las fuentes selladas en desuso, las fuentes no selladas, así como los desechos radiactivos.
- Elaborar una guía técnica para homogenizar las medidas de seguridad física durante el transporte interno de estos materiales y fortalecer el régimen nacional de seguridad física, teniendo en cuenta la sinergia que existe entre la seguridad física y la seguridad tecnológica durante las operaciones de transporte interno.
- Promover una plataforma de intercambios de las experiencias nacionales, teniendo como base la Guía técnica que se obtendría de este proyecto.



Asignación de niveles de seguridad física para los materiales radiactivos durante el transporte.

ALCANCE

Se propone una guía de autoevaluación para caracterizar las realidades nacionales y evaluar cuán cerca o lejos están de las recomendaciones internacionales actuales.

Además, se ofrece una guía técnica armonizada, proponiendo medidas reguladoras teniendo en cuenta un enfoque graduado basado en el riesgo durante el transporte interno de materiales radiactivos, de acuerdo con las recomendaciones internacionales y las regulaciones nacionales.

RESULTADOS ESPERADOS

Se busca obtener una visión general de las realidades nacionales, experiencias y lecciones aprendidas de las operaciones de transporte interno de materiales radiactivos y elaborar una guía técnica que permita evaluar las condiciones de transporte interno de materiales radiactivos e incrementar la seguridad física durante estas operaciones.

Esta guía podría servir para la preparación y capacitación de los nuevos reguladores.

POSIBLES IMPACTOS DEL PROYECTO

Se espera que la guía permita establecer un marco común de medidas de seguridad física nuclear para el transporte interno de materiales radiactivos y homogeneizar los requisitos reguladores en los países cuyos organismos son miembros del FORO.

La Autoridad Reguladora Radiológica y Nuclear (ARRN) de Paraguay ya ha utilizado la guía como referencia para la redacción del *Reglamento de Seguridad Física Nuclear para el Transporte Interno de Material Radiactivo*.

Además, algunos integrantes del grupo de trabajo del proyecto, han sido convocados como expertos para actividades desarrolladas por el OIEA en Seguridad Física Nuclear.

	PUBLICACIONES	PRESENTACIONES EN CONFERENCIAS
2025		*Nuclear Security during Domestic Transport of Radioactive Materials in the Regulatory Agencies of countries member of FORO*, 29th Nuclear Security Information Exchange Meeting (OIEA, Viena, Austria).
--	En breve estará disponible en la RED del FORO el informe final del proyecto.	

PARTICIPANTES

Pedro Ibrahim Díaz Guerra, responsable del proyecto (CNSN, Cuba); Carlos Eduardo Rodríguez (ARN, Argentina); Sergio Adrián Menossi (ARN, Argentina); Fernando Antonio Vega Riquelme (CCHEN, Chile); Ángela Liliana Abadía Zapata (MINMINAS, Colombia); Edgar Mauricio López Rodríguez (SGC, Colombia); Dolores Aguado Molina, *in memoriam*, (CSN, España); Belén Tamayo (CSN, España); César López García (CNSNS, México); Fredy Aurelio Doncel Invernizzi (ARRN, Paraguay); Pablo César Aliendre Cabañas (ARRN, Paraguay); Marco Munive Sánchez (IPEN, Perú); Joana Carina da Silva Pereira (APA, Portugal); Luisa Aniuska Betancourt Hernández (OIEA).

Guía de Seguridad para establecer Criterios para el Licenciamiento y Requisitos de Inspección en Instalaciones de Protonterapia (Proyecto PROTONTERAPIA)

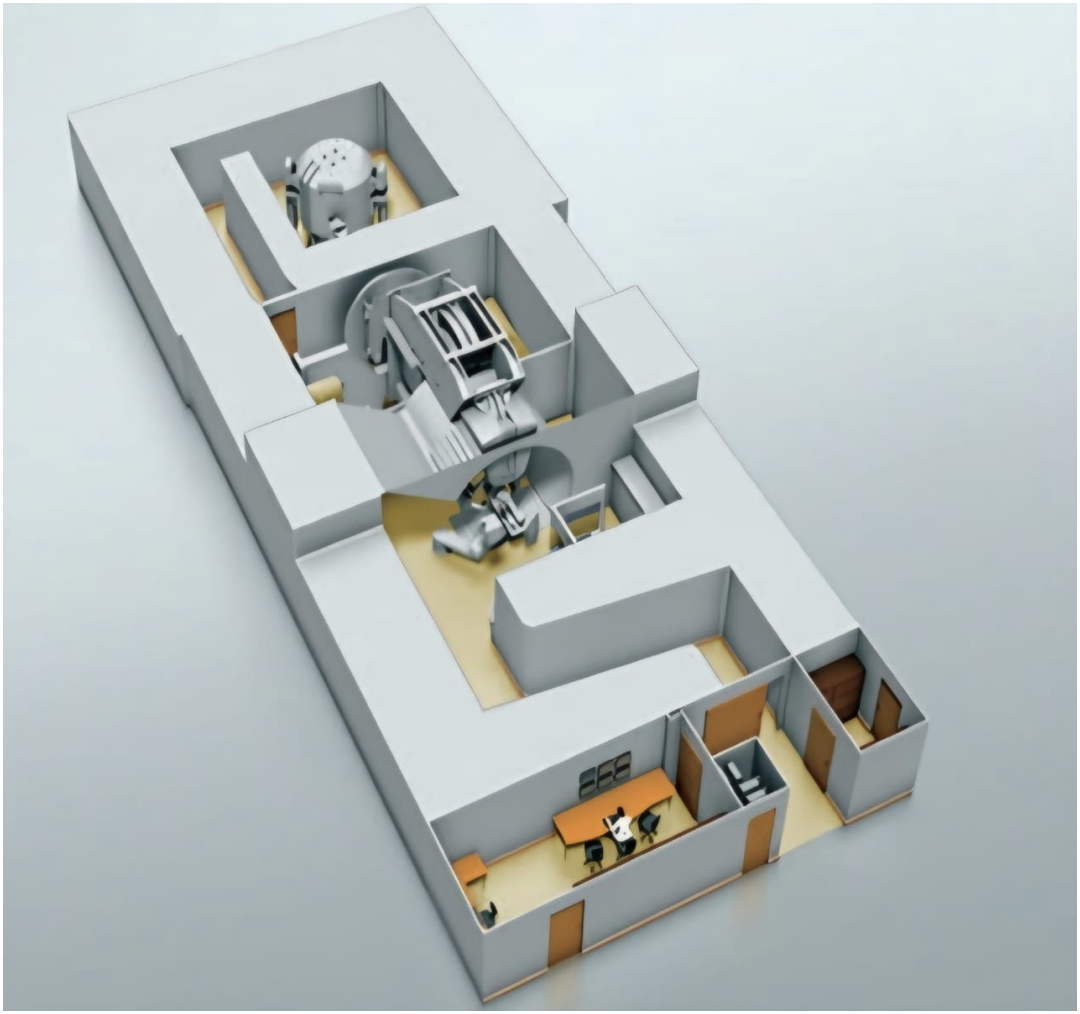
OBJETIVO

La terapia con protones ha ido implantándose en muchos países hasta considerarse como una alternativa ya consolidada para el tratamiento contra ciertos tipos de cáncer, sobre todo de tumores próximos a órganos vitales. Es una técnica cuyo objetivo fundamental es maximizar la dosis de radiación sobre la zona de tratamiento y minimizarla en los órganos adyacentes, evitando posibles efectos secundarios adversos sobre tejido sano.

En más de 20 países se encuentran en funcionamiento 79 centros dedicados a esta terapia y se espera que también lo estén en países iberoamericanos en un futuro no muy lejano.

La expansión de la terapia de protones exige que las autoridades reguladoras dediquen cada vez más atención y recursos al proceso de concesión de licencias, ya que los procesos iniciales de montaje y calibración (período preoperativo) son más complejos que en el caso de los aceleradores lineales convencionales. De hecho, existen una serie de requisitos adicionales relacionados con la protección radiológica que deben evaluarse adecuadamente para garantizar que las operaciones se lleven a cabo sin riesgo para el personal, el medio ambiente y la población.

Debido a la alta tecnología empleada en este tipo de tratamiento, el equipo utilizado para el control de calidad, el cálculo del blindaje de la habitación y las peculiaridades del acelerador hacen que una instalación de terapia de protones sea un gran desafío para las autoridades reguladoras.

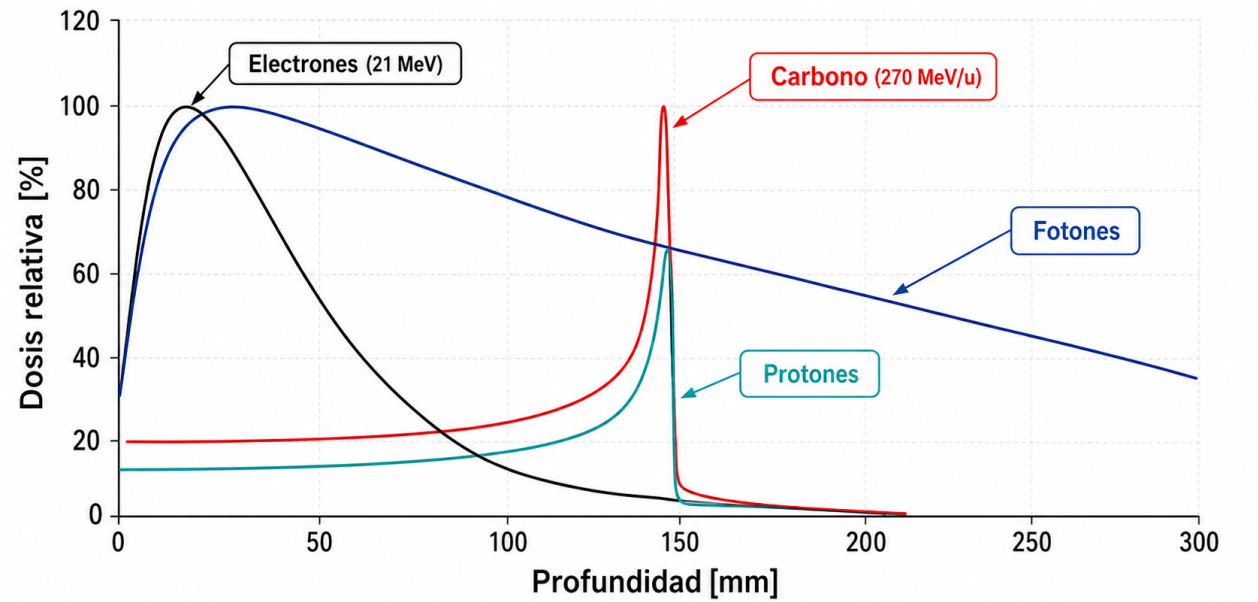


Equipo compacto de protonterapia con sincrociclotrón
(Fuente: Ion Beam Applications y Centro de Protonterapia Quirónsalud).

Actualmente, no existen recomendaciones internacionales específicas para su regulación. Los criterios dependen, entre otras cosas, del diseño de la instalación, el personal involucrado, así como los términos de operación, entre otras consideraciones.

Este proyecto persigue elaborar criterios para el licenciamiento y requisitos de inspección de instalaciones de protonterapia, y en concreto:

- Elaborar una guía para la concesión de licencias a las instalaciones de protonterapia.
- Elaborar una guía para las inspecciones reguladoras a las instalaciones de protonterapia.



Distribución de dosis protones frente a la distribución de dosis fotones.

- Crear una red de expertos en este tema para asesorar a los miembros del FORO y a otros reguladores de la región, que puedan solicitar apoyo o asistencia para el licenciamiento las instalaciones de protonterapia.
- Aumentar la eficacia de programas nacionales de inspecciones, aprovechando las experiencias acumuladas en cada uno de los países.

ALCANCE DEL PROYECTO

Algunos países del FORO están en proceso de adquisición de instalaciones de protonterapia. Los requisitos de licenciamiento necesarios dependerán, entre otras cosas, de los tipos de equipos, el diseño de la planta, el personal involucrado, etc. Aunque existe un documento del OIEA (TecDoc 1891) que contempla instalaciones de terapia de protones, su contenido es muy amplio ya que contempla también otros tipos de instalaciones. Por ello, surge la necesidad de crear una guía específica con información práctica para el licenciamiento de instalaciones de protonterapia, atendiendo la creciente demanda de los países participantes en el FORO.

El proyecto se enfoca en obtener guías que sirvan como directrices para los organismos reguladores a la hora de establecer e implementar requisitos técnicos para la autorización e inspección de instalaciones de protonterapia.

RESULTADOS ESPERADOS Y POSIBLES IMPACTOS DEL PROYECTO

Las guías desarrolladas podrán ser incluidas en los procesos de licenciamiento de las autoridades reguladoras de Iberoamérica; y si fueran publicadas y traducidas por el OIEA, podrían ser empleadas en otras regiones, con cursos de entrenamiento del Departamento de Cooperación Técnica.

Las guías podrían ser ampliamente difundidas a través de conferencias y congresos en el ámbito regulador, en revistas científicas y también publicadas en las páginas web de los organismos reguladores.

Con este proyecto se busca, además:

- Aumentar la seguridad radiológica a través del establecimiento de procedimientos técnicos para el licenciamiento y para las inspecciones reguladoras de las instalaciones de protonterapia.
- Desarrollar un documento que sirva como guía y demuestre los parámetros mínimos que deberán respetarse en la concesión de licencias para estas instalaciones, verifique su cumplimiento y marque las líneas para las inspecciones.
- Diseñar programas de capacitación para los reguladores competentes.

PARTICIPANTES

Arturo Pérez Mulas (CSN, España) y Camila Salata (ANSN, Brasil) responsables del proyecto; Germán Rabi (ARN, Argentina); Ciro Cárdenas Eyzaguirre (CCHEN, Chile); Ramón Hernández Álvarez (DSN, Cuba); Roberto Ortega Jiménez (CNSNS, México); Yazmin Paraguay Villa (IPEN, Perú); Susana Vaz (ERS, Entidade Reguladora da Saúde, Portugal); Ola Holmberg (OIEA); Ronald Pacheco Jiménez (OIEA).

Guía para la Caracterización de Industrias y Actividades vinculadas con NORM: un Enfoque a las Industrias del Gas, el Petróleo y la Minería (Proyecto NORM)

OBJETIVO

En este proyecto se está elaborando una guía, con un carácter eminentemente práctico, que oriente a los países sobre cómo realizar la caracterización adecuada de las industrias y actividades vinculadas con Materiales Radiactivos de Origen Natural – NORM -, permitiendo así determinar el inventario de tales materiales y el grado de control regulador óptimo en cada caso.

Además, como objetivos específicos se pretende:

- Establecer criterios para la determinación de la concentración de actividad de los radionucleidos naturales en los distintos materiales, así como mediciones de tasa de dosis, contaminación superficial, o concentración de actividad en aire en las distintas áreas de trabajo, junto con estimaciones simples de dosis a partir de los resultados obtenidos de la caracterización.
- Presentar casos de estudio que ilustren la experiencia y buenas prácticas de cómo realizar la caracterización de los distintos materiales y de las áreas de trabajo.
- Establecer los contenidos de capacitación en protección radiológica y modalidad de autorización del personal responsable de llevar a cabo las tareas de caracterización.



Balsa Fosfoyesos en Huelva (España).

ALCANCE

La guía propuesta se enfocará en las industrias de los hidrocarburos (petróleo y gas) y de la minería, ya que sobre la base de lo establecido en la publicación ICRP-142, ambas industrias fueron identificadas como prioritarias por los países de la región, a partir de los resultados de una encuesta que se realizó entre los países miembros del FORO en el año 2021.

Esta guía para la caracterización de las industrias y actividades vinculadas con NORM incluirá la determinación de la concentración de actividad en los productos, subproductos y desechos generados, a través de casos prácticos a modo de ejemplo y también recomendará buenas prácticas para realizar caracterizaciones a modo de screening en los casos en los que solo se disponga de técnicas relacionadas con la espectrometría gamma, y mediciones *in situ*.

RESULTADOS ESPERADOS Y POSIBLES IMPACTOS DEL PROYECTO

Debido a que el proyecto fue planteado a partir de los resultados de un cuestionario que identificó las principales necesidades en los países cuyos organismos reguladores son miembros del FORO, se considera que la guía para la caracterización de industrias y actividades que utilizan NORM representará una herramienta útil para establecer la línea base que el órgano regulador requiere para la toma decisiones acordes con la problemática a enfrentar.

Los resultados del proyecto pueden ser de utilidad para establecer políticas y marcos reguladores adecuados para que los trabajadores, público y medio ambiente se encuentren apropiadamente protegidos de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes asociados a NORM.

PARTICIPANTES

Analía Canoba, responsable del proyecto (ARN, Argentina); Flávia Borges (ANSN, Brasil); Flávia Schenato (CNEN, Brasil); Karen Ibarra (MINENERGÍA, Colombia); Juan Ramón Fuentes (DSN, Cuba); Manuel Martínez (CSN, España); Alberto Mut Chable (CNSNS, México); Fernando Pío Barrios (ARRN, Paraguay); Walter Cruz (IPEN, Perú); Guilherme Cardoso (APA, Portugal); Horst Monken Fernandes (OIEA); Okyar Burcin (OIEA).

Además, son colaboradores permanentes: Fabio López (ARN, Argentina); Nivaldo da Silva (ANSN, Brasil); Juan Camilo Jaramillo (MINENERGÍA, Colombia); Karel Núñez (MINENERGÍA, Colombia); Marta García Talavera (CSN, España) y Rafael García Tenorio (Universidad de Sevilla, España).

Agradecimientos

El Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares (FORO) agradece a todos los expertos de los organismos miembros que han participado en los proyectos y actividades por su dedicación y profesionalidad y por su contribución para crear un ambiente de colaboración en nuestra región.

También se extiende este agradecimiento a los oficiales técnicos del OIEA que, compartiendo su conocimiento e impulsando la difusión de los resultados del FORO han contribuido a que nuestra asociación sea un referente internacional para la mejora de la protección radiológica, la seguridad nuclear y la seguridad física nuclear.

Por último, destacar que los resultados alcanzados y redacción de este documento no hubieran sido posibles sin el esfuerzo y cooperación del Comité Técnico Ejecutivo del FORO, su Secretaría y la Secretaría Científica del OIEA.



Reunión del comité directivo del FORO (2026, Lisboa, Portugal).

Miembros del comité directivo, secretaría científica y secretaría del FORO de 2006 a 2026:

- Norberto Ciallella y Marcela Ermacora (ARN, Argentina)
- Maria Helena Maréchal, Carlos Eduardo González Ribeiro Alves, Alessandro Facure Neves de Salles Soares, Ricardo Fraga Gutterres y Samira Marques de Carvalho (CNEN/ANSN, Brasil)
- Mauricio Lichtemberg y Lorena Mariángel (CCHEN, Chile)
- Jorge Vallejo y John Lozano (INGEOMINAS/MINMINAS/MINENERGÍA, Colombia)
- Alba Guillén, Andrés de la Fuente, Rosbell Bosch y Maidelys Rosa Rodríguez (DSN, Cuba)
- Carlos Torres y Alfredo de los Reyes (CSN, España)
- Hermenegildo Maldonado, Jaime Aguirre y Carlos González (CNSNS, México)
- Inocencia Peralta, Fredy Doncel, Ildefonso Riquelme y Pablo César Aliendre (ARRN, Paraguay)
- Tony Benavente, Julio César Romaní, Jorge Condori y Marco Munive (IPEN, Perú)
- João Oliveira Martins (APA, Portugal)
- Alejandro Náder, Beatriz Souto, Leticia Pica y Ana Laura García Fedullo (ARNR, Uruguay)
- Diana Clein, Sonia Fernández Moreno y Marina Yannibelli (Secretaría del FORO)
- Pedro Ortiz, Luis Ledermann, Khammar Mrabit, Paul Woodhouse, Rejane Spiegelberg y Gustavo Caruso (Secretaría Científica del OIEA)



Foro Iberoamericano
de Organismos Reguladores
Radiológicos y Nucleares



Foro Iberoamericano
de Organismos Reguladores
Radiológicos y Nucleares