

RADIOPROTECCIÓN

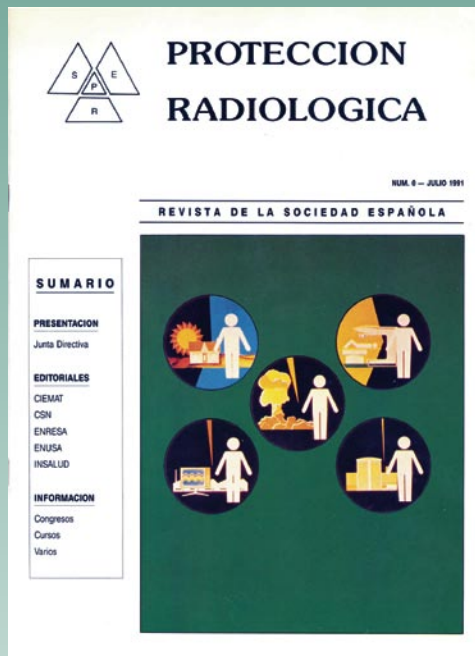
REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

SEPR



20° ANIVERSARIO

20 años de RADIOPROTECCIÓN



- ▲ **Entrevista:**
Marisa España y Eduardo Gallego
Presidentes entrante y saliente de la SEPR
- ▲ **Formación en protección radiológica de residentes**
- ▲ **Avances reguladores en el control de la exposición al radón en España**
- ▲ **Aplicación de la Norma ISO 28218 a la intercomparación nacional de contadores de radiactividad corporal de las centrales nucleares españolas y Tectatom**
- ▲ **Elaboración de un mapa de radiación ambiental en Aragón**

Nº 75 • Vol. XX • 2013

La página web de la SEPR

En el proceso de proporcionar una base sólida para la SEPR desde la cual proyectar su imagen a la sociedad, tanto de España como de toda Hispanoamérica, todo el Comité de Redacción trabaja para conseguir transmitir la información generada de una forma fiable, rápida y atractiva a través de la página web.

Durante los últimos años hemos venido realizando modificaciones, hemos creado herramientas y proporcionando información a medida que se ha necesitado y en función de nuestras capacidades. Así se han creado las fichas de radioisótopos, la pirámide legislativa, la sección de videos o la sección específica con información sobre el accidente de Fukushima. Se han modificado las secciones de *descargables*, se ha conectado la web a una serie de redes sociales como *twitter*, *linkedin* o *facebook*, consiguiendo más de 6000 seguidores en estos momentos o se ha modificado la forma de interactuar con el foro de socios.

De todas esas modificaciones hemos dado cumplida cuenta periódicamente a través de este espacio de **RADIOPROTECCIÓN**.

Por ello, animamos a todos los socios a visitar la web para comprobar los cambios que se producen de forma continua en todas las secciones, de forma que no pierdan toda la interesante información que se acumula en ella.

Además, gracias a la incansable labor del mencionado Comité y a la entrega de toda la Junta Directiva, a pesar de la insalvable crisis económica, seguimos trabajando para proporcionar más servicios a los socios mejorando los ya existentes. Sólo por poner algunos de los ejemplos más recientes, debemos mencionar:

- La traducción de la ICRP103, realizada por la SEPR en colaboración con la APCNEAN, a través de la web (Figura 1);
- Los pasos necesarios para mejorar la presentación digital de esta **RADIOPROTECCIÓN** (Figura 2);
- La distribución de material audiovisual de elaboración propia, como el vídeo de actuación ante sucesos de emergencia en gammagrafía industrial (Figura 3), o
- El comienzo de la elaboración de una sección de *Preguntas y Respuestas* (Figura 4) que estará plenamente operativa a mediados de este año.

Esperamos que todas las modificaciones que venimos realizando con mucha ilusión y esfuerzo personal sean de verdadera utilidad para todos los socios.



Figura 1.



Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.

Directora

Ángeles Sánchez

Coordinador

Borja Bravo

Comité de Redacción

Teresa Durán
Cristina Garrido
Rosa Gilarranz
José Gutiérrez
Sofía Luque
Alegria Montoro
Matilde Pelegrí
Javier Pifarré
José Ribera
Borja Rosell
Inmaculada Sierra
M^ª Luisa Tormo
María Ángeles Trillo
Fernando Usera

Coordinador de la página electrónica

Juan Carlos Mora

Comité Científico

Presidente: José Gutiérrez

Ignacio Hernando
Xavier Ortega
Teresa Ortiz
Eduardo Sollet
Alejandro Úbeda

Realización, Publicidad y Edición:

SENDA EDITORIAL, S.A.

Directora: Matilde Pelegrí

Isla de Saipán, 47 - 28035 Madrid
Tel.: 91 373 47 50 - Fax: 91 316 91 77
Correo electrónico: info@gruposenda.net

Imprime: IMGRAF, S.L.

Depósito Legal: M-17158-1993 ISSN: 1133-1747

La revista de la SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA es una publicación técnica y plural que puede coincidir con las opiniones de los que en ella colaboran, aunque no las comparta necesariamente.



S U M A R I O

- 20º Aniversario de la SEPR **2**
- Editorial **3**
- Entrevista **4**
Marisa ESPAÑA y Eduardo GALLEGO
Presidentes entrante y saliente de la SEPR
- Actividades de la SEPR para 2013 **9**
- La protección radiológica en 2012 **13**
- Colaboraciones **24**
 - Formación en protección radiológica de residentes
M.^ª D. Vicent, M.J. Fernández, C. Olmos, B. Isidoro,
M.^ª L. España y L. Arranz 24
 - Avances reguladores en el control de la exposición al radón
en España
M. García-Talavera, J. L. M. Matarranz, R. Salas, M. T. Sanz y
L. Ramos 32
 - Aplicación de la Norma ISO 28218 a la intercomparación
nacional de contadores de radiactividad corporal de las
centrales nucleares españolas y Tecnatom
J. F. Navarro, B. Pérez, M. A. López, T. Navarro,
I. Amor, M. L. Tormo, I. Sierra y C. Hernández 36
 - Elaboración de un mapa de radiación ambiental en Aragón
H.I. Calvete, J.A. Carrión, C. Galé, B. García, E. García,
R. Núñez-Lagos, C. Pérez, J. Puimedón, S. Rodríguez,
P. Sánchez, M.L. Sarsa, J.A. Villar y A. Virto 40
- Noticias **44**
 - de la SEPR 44
 - de España 45
 - del Mundo 49
- Proyectos I+D **54**
- Publicaciones **55**
- Convocatorias y Cursos **58**

La SEPR permite la reproducción en otros medios de los resúmenes de los artículos publicados en Radioprotección, siempre que se cite al principio del texto del resumen reproducido su procedencia y se adjunte un enlace a la portada del sitio web www.sepr.es, así como también el nombre del autor y la fecha de publicación. Queda prohibida cualquier reproducción o copia, distribución o publicación, de cualquier clase del contenido de la información publicada en la revista sin autorización previa y por escrito de la SEPR. La reproducción, copia, distribución, transformación, puesta a disposición del público, y cualquier otra actividad que se pueda realizar con la información contenida en la revista, así como con su diseño y la selección y forma de presentación de los materiales incluidos en la misma cualquiera que fuera su finalidad y el medio utilizado para ello, sin la autorización expresa de la SEPR o de su legítimo autor, quedan prohibidos.

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

20º aniversario

Coincidiendo con la edición nº 75 celebramos el 20º Aniversario de RADIOPROTECCIÓN, LA REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.

Desde estas páginas queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los socios, juntas directivas, comisiones y vocales de la SEPR que lo han hecho posible así como a todos los autores, colaboradores, directores, vocales del comité de redacción, directores, coordinadores y anunciantes que han convertido a RADIOPROTECCIÓN en un referente nacional e internacional en el mundo de la protección radiológica.

¡MUCHAS GRACIAS! a todos...



...y 20 años más de RADIOPROTECCIÓN

Editorial

Este es un número muy especial de la revista *RADIOPROTECCIÓN*, porque se cumplen 20 años de la publicación de su primer número, y, además, es su 75ª edición. Sabemos que el 20 es un número mágico, pero en este caso, por representar el trabajo y la ilusión de todos los Comités de Redacción y Comités Científicos, que durante todos estos años han logrado que *RADIOPROTECCIÓN* se haya convertido en una referencia en protección radiológica. Para todos ellos, no sólo el reconocimiento profesional por su compromiso con la difusión de la protección radiológica, sino también el agradecimiento personal por su dedicación.

El incremento de la dosis a la población por exposiciones médicas es en gran parte debido a pruebas no justificadas correctamente, por lo que se están realizando grandes esfuerzos en la formación de los médicos prescriptores, y conocer los resultados de estas iniciativas nos va a ayudar a mejorar esta formación.

En nuestro país la calidad en el control de la radiactividad ambiental es de altísimo nivel, y los avances reguladores van a potenciarla todavía más.

La calidad de las medidas debe garantizarse mediante procesos de intercomparación que se ajusten a la normativa vigente, y en este número vamos a encontrar los resultados de la intercomparación nacional de contadores de radiactividad corporal utilizados en centrales nucleares.

A todos los autores que habéis colaborado en este número de *RADIOPROTECCIÓN*, nuestro agradecimiento. También queremos resaltar, y agradecer especialmente, el trabajo de nuestra compañera Almudena Real en la coordinación del número monográfico de Radioecología, que se ha convertido en una referencia en este campo.

En este número se incluyen también los aspectos más destacados de la protección radiológica en el 2012, y el Plan de actividades de la SEPR para el 2013, que esperamos sea para vosotros de máximo interés.

Para la Junta Directiva también este número tiene un significado especial, ya que es el último número de *RADIOPROTECCIÓN* que se publica durante nuestro mandato. En el año 2010 asumimos, ante vosotros, el compromiso de promocionar la protección radiológica y a la SEPR, no sólo entre los profesionales, sino también en la sociedad. A ello le hemos dedicado muchas horas de trabajo, pero con la ilusión de trabajar en un proyecto colectivo, que además se ha ido insertando dentro de nuestros proyectos vitales a nivel personal. Pocas veces ocurre esa transferencia en la implicación, pero nosotros lo hemos vivido, y eso ha hecho que todos los esfuerzos realizados se hayan visto compensados por el cariño y la amistad que hay entre todos los que formamos la SEPR. Para esta Junta Directiva ha sido un honor representaros, y esperamos que todos sigamos creyendo y apoyando el futuro de la Sociedad Española de Protección Radiológica.

MARISA ESPAÑA
Presidenta de la SEPR



Junta Directiva

Presidenta: M^a Luisa España
Vicepresidente: Eduardo Gallego
Secretaría General: Beatriz Robles
Tesorero: Alejandro Úbeda
Vocales: Óscar González, Borja Rosell, Carmen Rueda, Pedro Ruiz y Rosario Salas

Comisión de Actividades Científicas

Presidente: Eduardo Gallego
Secretaría: Isabel Villanueva
Vocales: Josep Baró, Pío Carmena, Carlos Enríquez, Rosa Gilarranz, Margarita Herranz, Carmen Rueda, Pedro Ruiz, Ángeles Sánchez y Alejandro Úbeda

Comisión de Publicaciones

Presidente: Borja Rosell
Secretaría: Angeles Sánchez
Vocales: Juan Carlos Mora, José Gutiérrez

Comisión de Asuntos Económicos y Financieros

Presidente: Alejandro Úbeda
Vicepresidente: Eduardo Gallego
Vocales: Pío Carmena, Cristina Correa, Beatriz Robles, Rosario Salas y Carmen Vallejo

Comisión de Asuntos Institucionales

Presidente: M^a Luisa España
Secretario: Eduardo Gallego
Vocales: Leopoldo Arranz, David Cancio, Pío Carmena, Pedro Carboneras, Manuel Fernández, José Gutiérrez, Ignacio Hernando, Xavier Ortega, Juan José Peña, Manuel Rodríguez, Rafael Ruiz Cruces y Eduardo Sollet

Secretaría Técnica

Isla de Saipán, 47
28035 Madrid
Tel.: 91 373 47 50
Fax: 91 316 91 77
Correo electrónico: secretaria@sepr.es

Marisa ESPAÑA y Eduardo GALLEGO

Presidentes saliente y entrante de la SEPR

En unas semanas tendrá lugar el relevo en la Junta Directiva de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR). Marisa España, que lleva más de dos años y medio presidiendo la Sociedad, cederá el testigo a Eduardo Gallego, que hasta el momento ocupaba el cargo de vicepresidente.

En esta entrevista se hace un recorrido por los últimos años y se exponen los objetivos y retos para los siguientes.



EL PERIODO 2010-2013

La Junta Directiva presidida por Marisa España tomó posesión a finales de 2010. Más de dos años han transcurrido desde entonces, a lo largo de los cuales la SEPR ha desarrollado una intensa actividad. ¿Cuáles eran los principales objetivos de esa legislatura?

Marisa España: Podemos decir que los dos principales objetivos han sido, por un lado, honrar la herencia que nos habían dejado las juntas directivas anteriores, y también sembrar el futuro para la Sociedad.

El Plan Estratégico se definió para el periodo 2008-2012; por lo tanto, las

líneas estratégicas estaban marcadas. La prioridad de esta Junta ha sido ahondar en las que, a nuestro juicio, tenían mayor potencial para la Sociedad, y permitían cumplir con nuestra Misión.

Un aspecto destacado dentro de nuestra estrategia ha sido la mayor difusión de la SEPR en el ámbito social. Sin duda, la prioridad de nuestra Sociedad es servir de punto de encuentro, ayuda y foro de opinión para nuestros socios, pero también es importante la función social que organizaciones como la nuestra debe desempeñar como referente para la sociedad en su conjunto.

Por otra parte, en la Junta Directiva que ahora finaliza nos marcamos un reto importante: potenciar la actividad de la Sociedad en el sector sanitario, recuperando nuestra identidad en este campo.

En esta línea, hemos alcanzado acuerdos de colaboración con diferentes sociedades médicas, gracias a los cuales tenemos una mayor presencia en estas organizaciones. Fruto de esta actividad es, por ejemplo, el desarrollo de los consentimientos informados, elaborado con la SERAM; la Nota Técnica realizada conjuntamente con la Sociedad Española de Diagnóstico por Imagen de la Mama, o la que estamos



preparando con la Sociedad Española de Radiodiagnóstico Pediátrico.

Con estas iniciativas hemos avanzado de una manera importante en posicionar a la SEPR en el ámbito médico, pero ahora es necesario ejercer una labor de continuidad y de búsqueda de puntos que resulten atractivos a los socios.

Asimismo, hemos potenciado la Sociedad en el ámbito de las aplicaciones de las radiaciones no ionizantes, y la hemos abierto a nuevos sectores como el transporte o la industria.

En mi opinión, se ha dado cumplimiento al Plan Estratégico en sus líneas fundamentales. La nueva Junta Directiva tiene ahora el reto de elaborar uno nuevo para los próximos años.

Eduardo Gallego: Lo cierto es que estas iniciativas han permitido incrementar de una manera significativa el número de socios en estos años. Actualmente, somos 672 socios, 54 nuevos desde principios de 2011.

EL PLAN DE ACTIVIDADES

El Congreso Conjunto SEFM-SEPR constituye el evento más importante de la Sociedad. En 2011 se celebró el segundo en Sevilla, y este número está presente en el tercero, en Cáceres. ¿Cuáles son las principales lecciones aprendidas de este trabajo conjunto?

ME: El Congreso Conjunto fue una propuesta aprobada por las Asambleas Generales de ambas Sociedades, con el fin de optimizar estos encuentros.

Como saben los socios, antes de este acuerdo los congresos de la SEPR y de la Sociedad Física Médica se hacían en años alternos. Pero hay que tener en cuenta que un alto porcentaje de socios de la SEPR pertenece al ámbito

sanitario, y que por lo tanto en su especialidad se celebraban anualmente congresos nacionales. Por ello, las juntas directivas de ambas Sociedades se plantearon organizar un congreso conjunto bienal porque, en dos años, da tiempo a plantear nuevos contenidos y aspectos novedosos de nuestra profesión, sin olvidar a los otros sectores.

En cuanto a la evaluación de los congresos, diría que estamos aprendiendo. El de Alicante fue un gran con-



greso que marcó el principio se esta actividad conjunta, en Sevilla ya había lecciones aprendidas, y Cáceres espero que salga mejor aún, y que todos los sectores se vean representados. Somos conscientes de que hacer un congreso conjunto no es sencillo, porque implica que haya muchas sesiones paralelas, y requiere un trabajo importante para que ningún sector se sienta minusvalorado, pero estoy

seguro de que se está avanzando con éxito en este objetivo.

Los dos comités científicos, tanto el de Alicante como el de Sevilla, hicieron una labor estupenda. Y en Cáceres, con la experiencia de los anteriores, creo que los contenidos van a ser satisfactorios para todos los socios.

EG: Además de los motivos prácticos, en mi opinión el congreso conjunto es importante estratégicamente, ya que, en muchos otros países, el contacto entre las sociedades de protección radiológica y las de física médica es muy intenso.

De hecho, en el ámbito internacional, IRPA tiene un acuerdo de colaboración de tipo estratégico con la Organización Internacional de Física Médica (IOMP). Esto se debe a que, actualmente, la exposición a las radiaciones de origen artificial proviene fundamentalmente del ámbito médico. Es ahí donde se produce un mayor incremento de exposición y donde existen más motivos para poner el énfasis en la protección radiológica tanto de los trabajadores sanitarios como de los pacientes.

Además, esta estrecha relación no es sólo adecuada desde el punto de vista del desarrollo de tecnología. Creo que es muy positivo que el mundo médico nos tenga más cerca.

Además del Congreso Conjunto, como evento singular, la SEPR mantiene una intensa actividad en la organización de jornadas técnicas. La dedicada a la PR en el año se ha convertido en un punto de referencia de profesionales e instituciones. ¿Qué aspectos destaca de este encuentro?

EG: Efectivamente, esta jornada es ya una tradición. Se lleva haciendo casi siete años, está ya consolidada, y tiene una excelente acogida, no sólo por

parte de los socios, que la esperan cada año, sino también por los expertos y las instituciones que participan.

La Jornada de PR generó una gran expectativa en 2011, año en el que ocurrió el accidente de Fukushima, porque se celebró pocas semanas después. En este momento ha regresado a su origen: ser un reflejo de lo más destacado del año. Aparte de recoger las actividades que desarrolla el Consejo de Seguridad Nuclear en sus diferentes líneas de trabajo, se trata de exponer lo más destacado en proyectos de investigación, actividades nuevas o cuestiones candentes. Este año en concreto se trataron los aspectos éticos en el uso de las nuevas tecnologías en medicina, la protección radiológica en los desmantelamientos nucleares, y las Jornadas de calidad en el control de la radiactividad ambiental.

En cuanto a las jornadas monográficas, ¿cuáles son las más destacadas? ¿Cómo ha evolucionado el cumplimiento del Plan de Actividades en esta línea?

ME: En estos dos años se ha organizado una edición nueva del *Curso sobre conocimientos actuales en radiobiología*, y del *Curso de blindajes en instalaciones sanitarias*, que hacía tiempo que no se realizaban y que han sido de nuevo un éxito. Además seguimos celebrando cursos y Jornadas dirigidas a otros colectivos que requieren formación o información en protección radiológica, como los cursos on line para técnicos de empresas de electromedicina, o el primer curso de formación en PR para enfermería de hospitalización que fue muy bien valorado. Y, por supuesto, lo que ya es un "clásico" de la SEPR, la Jornada de la PR, que quiere ofrecer a los socios un resumen de lo más destacado en el año anterior.

EG: También tuvo lugar la presentación del *Protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico*. Y, en el ámbito de las radiaciones no ionizantes, se organizó un *Curso-taller de medidas en exposiciones a radiaciones no ionizantes en el medio hospitalario*. Asimismo, se han celebrado *Jornadas sobre protección radiológica en las empresas NORM*, *Las nuevas Normas Básicas de*



Seguridad Internacionales, La participación española en Redes de Excelencia de I+D europeas y otras, entre ellas un Taller sobre emergencias en instalaciones de gammagrafía industrial que ha dado lugar a un interesante video que ha tenido mucho éxito en ese sector.

RELACIONES INSTITUCIONALES

Las relaciones institucionales constituyen un elemento clave en el trabajo de la SEPR. ¿Qué iniciativas destacan en este sentido?

ME: Además de la relación ya muy enraizada con el Consejo de Seguridad

Nuclear, con el mantenimiento de los foros del ámbito sanitario, de las UTPR y de las instalaciones de radiografía industrial, la Sociedad ha retomado otras relaciones institucionales que habían estado menos activas como, por ejemplo, con el Ministerio de Sanidad, participando con un experto en la elaboración de estándares de calidad para las unidades asistenciales de diagnóstico y tratamiento por la imagen, y del área del cáncer.

EG: Además, seguimos teniendo una relación muy fluida con empresas en las que la protección radiológica tiene un papel relevante, como es el caso de los socios colaboradores, algunos de larga trayectoria y a los que agradecemos su constante apoyo. En particular, hemos de recordar a Enresa, Unesa y Enusa, con las que mantenemos acuerdos de colaboración.

En el ámbito internacional, ¿cuáles son los temas de mayor relevancia? ¿Qué papel tiene la SEPR en las instituciones internacionales?

EG: En el ámbito internacional, la relación natural de colaboración es a través de IRPA, en la que hemos tenido un especial protagonismo en la organización del Congreso celebrado en Glasgow, y nos reunimos periódicamente y participamos en las iniciativas de las sociedades europeas de protección radiológica. Como contribución, la SEPR ha desarrollado una base de datos de eventos y recursos formativos para canalizar la información que todo el colectivo de IRPA genere en ese campo.

Con Latinoamérica la relación es también muy intensa, de forma bilateral con algunas sociedades o a través de la Federación de Radioprotección de América Latina y El Caribe (FRALC). En nuestra opinión, la presencia de la SEPR en esta área es especialmente



relevante, ya que somos un referente para sus sociedades nacionales, y a través de esta relación pueden establecerse acuerdos de colaboración muy interesantes. En 2012 hemos participado en el Simposio Internacional de Protección Radiológica de Cuzco, habiendo celebrado una sesión conjunta por videoconferencia. Y este año hemos formado parte del Comité Científico y Organizador del Congreso Regional de la IRPA celebrado en abril en Río de Janeiro. Sin duda, tratamos de tener una participación acentuada en estos congresos.

Por otra parte, contamos con profesionales españoles miembros de la SEPR que son muy reconocidos internacionalmente. En ese sentido hay que destacar la presencia de socios destacados en grupos de trabajo en la ICRP y en el OIEA. Concretamente, hay cuatro personas integradas en los comités de la ICRP y uno de ellos, Eliseo Vañó, en la Comisión Principal. Y en el OIEA, hay que recordar a nuestros queridos socios Eugenio Gil y Juan Carlos Lentijo, ambos en puestos muy destacados. Sin olvidar que Abel González, socio de honor de la SEPR, es vicepresidente de la ICRP.

Además, la Sociedad mantiene lazos e invita a otras organizaciones internacionales, entre ellas la Organización Mundial de la Salud (OMS) a sus actividades.

LAS ACTIVIDADES CIENTÍFICAS

La SEPR da una importancia fundamental a las actividades científicas. ¿Cuáles son las acciones que destacan en este sentido en los últimos años?

ME: La actividades científicas en este periodo han estado dirigidas a todos los sectores, y su valor reside en la gran implicación de nuestros socios en los grupos de trabajo correspondientes. Por ejemplo, la SEPR está contribuyendo de forma destacada a la elaboración dentro de IRPA de sus re-



comendaciones sobre Cultura de protección radiológica.

Continuamente se están preparando nuevas publicaciones, como guías técnicas, cursos, etc. que sirvan de referencia en el trabajo de los compañeros que comienzan su actividad profesional, o de actualización para algunos con años de experiencia. Hay que destacar algunas publicaciones muy bien recibidas por los sectores correspondientes, como el formato genérico de consentimientos informados para exploraciones y tratamientos con radiaciones ionizantes, o la Guía sobre criterios de protección radiológica operacional para trabajadores expuestos en instalaciones radiactivas en el sector sanitario.

Las nuevas tecnologías resultan aliadas muy interesantes para facilitar la interacción en igualdad de condiciones de los socios que quieren realizar un curso. Así debemos seguir potenciando la realización de algunas actividades online, o de grabación de actividades. Como ejemplo, el vídeo sobre cómo proceder en emergencias en gammagrafía industrial ha tenido un gran impacto en el sector incluso fuera de España.

LA SEPR Y EL ENTORNO

El accidente ocurrido en la central japonesa de Fukushima, originado por el terremoto y posterior tsunami sufrido en ese país, generó una intensa actividad de comunicación. ¿Qué papel desempeñó la Sociedad en iniciativas de comunicación? ¿Qué otras acciones son reseñables en esta línea?

ME: Cuando ha habido algún incidente radiológico, muchas personas han recurrido a la web de la SEPR para resolver sus dudas. Hasta ahora, la manera de dar respuesta a estas cuestiones y difundir la protección radiológica a la sociedad se ha coordinado a través de los compañeros de la Junta Directiva.

Por ejemplo, cuando ocurrió el accidente en Fukushima decidimos que el mejor representante de la Sociedad que en ese momento podía aclarar el accidente era Eduardo Gallego. En otros casos, cuando ha ocurrido algún suceso relacionado con el ámbito sanitario se ha buscado a algún responsable de la Junta Directiva del sector sanitario.

Sin embargo, dar respuesta a los medios de comunicación requiere de una dedicación muy intensa, especialmente cuando ocurre un incidente con reper-

cusión mediática como Fukushima. Si a esto sumamos que los miembros de la Junta Directiva tienen que seguir atendiendo su trabajo, hemos considerado necesario buscar una estrategia de comunicación más eficaz.

En este sentido, estamos iniciando una sección en la web sobre preguntas y respuestas más frecuentes, que incluya el apartado 'el experto informa'. De este modo, cuando alguna persona demande información sobre algún aspecto de protección radiológica, si esa respuesta está ya contestada, se le dirige a esa sección. Y si necesita alguna aclaración adicional o es una respuesta que no está en esa sección, se traslada a un miembro de la Junta Directiva.

Estamos tratando de que los ciudadanos puedan tener un punto de referencia para informarse adecuadamente. Y para ello las sociedades profesionales como la SEPR tienen que ofrecer información. Es un proceso en el que estamos avanzando, y que sin duda será positivo.

La crisis económica tiene efectos en todas las actividades de vida profesional y empresarial. La SEPR no es ajena a esa realidad. ¿Cómo se adapta la Sociedad a la actual situación?

ME: Para la Junta Directiva, fue muy importante adelantarse a la crisis. Gestionar la crisis cuando se está inmerso en ella es muy complicado; lo adecuado es anticiparse, y es precisamente eso lo que hemos hecho.

En mi opinión, la Sociedad ha realizado una gran labor en este sentido. Por ejemplo, hemos colaborado con los compañeros que están en situación de desempleo dando bonificaciones para que puedan seguir participando en las actividades de la SEPR; hemos mantenido las cuotas, lo que ha representado un esfuerzo adicional,

además de otras iniciativas en esta línea. En resumen, hemos intentando mantener el mismo nivel que teníamos, impulsando aquello que pensábamos que tenía potencial, siempre sin disminuir los objetivos de la Sociedad.

Además se han realizado algunas actividades de voluntariado para colectivos más desfavorecidos, como germen de la creación de un grupo "SEPR solidaria", para poder incrementar nuestra presencia en la sociedad.

EG: En este contexto de crisis es importante también destacar las acciones que ha impulsado la Junta Directiva, y que mantendrá la siguiente, para fomentar la participación de los socios desde diferentes ciudades.

Hay que tener en cuenta que la SEPR es una asociación que tiene una destacada presencia en las distintas Comunidades Autónomas. Por ello, estamos promoviendo la realización de reuniones a través de tele o videoconferencias. Con estas medidas, hacemos una gestión más eficiente, sin abandonar los objetivos básicos y los valores de la Sociedad.

UN FUTURO OPTIMISTA

La nueva Junta Directiva, que surge en el Congreso de Cáceres, se enfrenta a diversos retos. Aunque no esté aún definido el Plan de Actividades, en líneas generales ¿qué previsiones se plantean para el próximo periodo?

EG: Dentro de la visión de un futuro optimista, queremos fomentar la iniciativa mencionada anteriormente, y que se refiere a la utilización de las nuevas tecnologías y la presencia de la Sociedad en diferentes ciudades para potenciar la participación desde cualquier punto de España y a la vez conseguir un mayor ahorro.

Además, es muy importante estimular la presencia de los jóvenes en la SEPR, con iniciativas como la que ya

se está consolidando en los congresos de dar premios a los mejores trabajos. Y, por supuesto, es fundamental facilitar el empleo, tanto con ofertas de trabajo como de capacidades, para que los profesionales puedan utilizar la Sociedad como un vehículo para presentar su experiencia al mercado.

Por lo demás, estamos seguros de que la participación de nuestros socios en los grupos de trabajo y en la organización de actividades continuará siendo muy intensa y entusiasta. La crisis no merma el grado de compromiso de los socios, que con su experiencia y dedicación son el principal capital de la SEPR.

VEINTE AÑOS DE RADIOPROTECCIÓN

En 2013 la revista de la SEPR alcanza el 20º Aniversario de publicación. ¿Qué papel tiene RADIOPROTECCIÓN como nexo de unión entre los socios? ¿Cuáles son las líneas de mejora que propone la Junta Directiva?

ME: Mantener durante veinte años una publicación es un reto muy destacado. Son muchas las buenas ideas que lo han hecho posible, y me gustaría destacar una de ellas: la edición de números monográficos, que generan interés y proporcionan una visión muy actualizada de cada tema.

Desde este número quiero agradecer a todos y cada uno de los miembros de los Comités de Redacción y Científico, así como a los muchos autores, su esfuerzo para mantener y aumentar el nivel de la revista.

EG: La revista representa un trabajo continuo y un esfuerzo importante, a la vez que muy satisfactorio. Además, es un elemento clave para mantener la unión entre los socios. Por eso, me uno a los agradecimientos a todos los que la hacen posible.

PLAN DE ACTIVIDADES 2013



Las actividades de la SEPR se programan sistemáticamente y se reflejan en un Plan anual de Actividades que se presenta a los socios y a las entidades relacionadas con la SEPR. Este Plan es coherente con el Plan Estratégico de la SEPR, aprobado en 2008, que se articula alrededor de cuatro líneas estratégicas: **progreso de la Protección Radiológica; desarrollo organizativo y financiación; servicios a los socios; y relaciones con la sociedad.** Adicionalmente, de cara a sus asociados y a otros profesionales y público en general, la SEPR mantiene viva una página Web de gran dinamismo y publica la revista **RADIOPROTECCIÓN**, con significativo impacto y difusión en formato electrónico en los países de habla hispana.

Congresos

Actividad	Colaboración	Fecha	Lugar
III Congreso Nacional de las Sociedades Españolas de Física Médica y de Protección Radiológica (SEFM 19 – SEPR 14)	SEFM	18 al 21 de junio 2013	Cáceres

Reuniones y Jornadas Científicas

Actividad	Fecha	Lugar
Jornada sobre "La Protección Radiológica en 2012"	10 abril	Ciemat
Jornada sobre "Experiencia operativa. Organizaciones comprometidas e inteligentes"	Mayo 2013	UPM - ETSII
Jornada sobre "Implantación del nuevo registro europeo de transportistas de material radiactivo e implantación del R.D. XX/2013"	Noviembre 2013	ENRESA
Congreso Nacional de la mama (Organizan: SEDIM + Soc. Esp. de Senología y Patología Mamaria) - Foro de pacientes - Mesa redonda sobre justificación del cribado - Participación en grupo de técnicos de RX	17 – 19 Octubre 2013	Palacio de Congresos de Madrid

PROGRAMA ANUAL DE ACTIVIDADES

Jornada "La PR en 2012"
(Madrid)

III Congreso Conjunto
SEPR-SEFM (Cáceres)

	Enero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Enero																																					
Febrero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28									
Marzo				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Abril	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
Mayo			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Junio					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			

X Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear y
V Congreso Iberoamericano de Sociedades de PR - Congreso Regional IRPA

PLAN DE ACTIVIDADES 2013 DE LA SEPR

Cursos y Talleres

Actividad	Fecha	Lugar
Curso de refresco "Protección Radiológica a pie de tubo: arcos en C"	Septiembre 2013	Hospital Univ. Ramón y Cajal + Hospital Univ. Basurto
Curso sobre "Protección Radiológica frente a radiaciones no-ionizantes para fisioterapeutas"	Noviembre 2013	Hospital Univ. Ramón y Cajal
Cursos online de formación en PR para técnicos de empresas de electromedicina	Repetición del realizado en Nov. 2011 y 2012	Online

Publicaciones

Publicación	Fecha	Tipo documento
Revista RADIOPROTECCIÓN	4 números año	Publicación impresa Descargable pág.web
Página Web de la SEPR: www.sepr.es	continua	Web
Guía Técnica de caracterización y gestión de materiales residuales con contenido radiactivo en centros de investigación biológica	primavera de 2013	Documento impreso y descargable
Guía sobre criterios de protección radiológica operacional para trabajadores expuestos en instalaciones radiactivas en el sector industria	Otoño de 2013	Documento descargable de la página web
Guías sobre registro de dosis a pacientes en radiodiagnóstico (CT; mamografía, intervencionismo, exploraciones simples)	Otoño de 2013	Colaboración SEFM Plantilla descargable de la página web
Modelo de programa de protección radiológica para radiodiagnóstico dental	Junio de 2013	Documento descargable de la página Web

Otras Actividades

Actividad	Fecha	Lugar
Expo'PR	Permanente	Centro Tecnológico Mestral Vandellós (Tarragona)

Otras Actividades en las que colabora la SEPR

Actividad	Fecha	Lugar	Colaboración
X Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear y V Congreso Iberoamericano de Sociedades de Protección Radiológica - Congreso Regional IRPA	14 - 19 abril	Río de Janeiro (Brasil)	FRALC (Federación de Radioprotección de América Latina y el Caribe)/IRPA
Base de datos con buscador de cursos y actividades de formación continua y recursos formativos, para su uso por las sociedades miembros de la IRPA	continuo		IRPA
Preparación Congreso IRPA Europeo 2014	Junio 2014	Ginebra	

Congreso Nacional de la mama (Madrid)

Julio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Agosto				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1
Septiembre	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
Octubre		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Noviembre					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1
Diciembre	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					

CONFERENCIA SOBRE "ALTERNATIVAS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS NORM"

2-5 DE DICIEMBRE DE 2013 - CIEMAT (Madrid)

A modo de plataforma para el lanzamiento de ideas, se organiza la **6ª Conferencia EAN_{NORM} sobre "Alternativas en la gestión de residuos NORM"** en Madrid (CIEMAT) durante los días 2 al 4 de diciembre. Se dedicará de forma adicional el día 5 de diciembre a una sesión especial sobre los **"Retos futuros en los NORM debidos a la aplicación de las nuevas NBS y asuntos relacionados con el Radón en los NORM"**.

Una cuestión aún por resolver en el campo de los NORM es cómo gestionar las enormes cantidades de residuos que producen estas actividades.

Ya existen muchas opciones desarrolladas para la gestión de residuos convencionales, no radiactivos, y que probablemente puedan ser aplicadas en la gestión de residuos NORM, tal y como dictan el sentido común y de acuerdo con las Directivas Europeas. Así deberían contemplarse, de forma práctica, la dilución bajo estrictas condiciones, la gestión en almacenamientos superficiales o profundos, el reciclado, la reutilización o valoración, o cualquier otra alternativa innovadora.



EAN_{NORM}

European ALARA Network
Naturally Occurring Radioactive Materials (EAN_{NORM}) /
Red ALARA Europea sobre Materiales Radiactivos
de Procedencia Natural (EAN_{NORM})

COMITÉ ORGANIZADOR

- JUAN CARLOS MORA (CIEMAT)
- LEOPOLDO ARRANZ Y CARRILLO DE ALBORNOZ (I. RAMÓN Y CAJAL)
- BEATRIZ ROBLES (CIEMAT)
- HARTMUT SCHULTZ (IAF RADIOECOLOGY GMBH)
- ASTRID SCHELLENBERGER (IAF RADIOECOLOGY GMBH)
- RAFAEL GARCÍA-TENORIO (U. SEVILLA Y CNA)
- JUAN PEDRO BOLIVAR (U. HUELVA)

**Les animamos
desde aquí a enviar
un TÍTULO y un BREVE RESUMEN
si están interesados en presentar
sus trabajos en este campo**

Envíen sus sugerencias o contribuciones a:
Juan Carlos Mora (jc.mora@ciemat.es)
Astrid Schellenberger (schellenberger@iaf-dresden.de)

TODA LA INFORMACIÓN EN: www.ean-norm.net



RADIOECOLOGY & ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY

International Conference on

7-12 September 2014 - Barcelona, Spain

Tras las conferencias de Bergen (Noruega) en 2008 y Hamilton (Canadá) en 2011.
3ª CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE RADIOECOLOGÍA Y RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL (ICRER)
Se celebrará en Barcelona (septiembre de 2014).

La conferencia de Barcelona será un foro clave para los investigadores, la industria, los reguladores y los expertos interesados en la radiactividad ambiental y la protección radiológica de las personas y del medioambiente.

ÁREAS TEMÁTICAS:

- PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE, VIGILANCIA Y GESTIÓN DEL RIESGO
- PREPARACIÓN ANTE UNA EMERGENCIA, REHABILITACIÓN Y GESTIÓN NORM, INCLUYENDO MINAS, REFINERÍAS, INDUSTRIAS NO NUCLEARES
- ESPECIACIÓN DE RADIONUCLEIDOS Y TRANSFERENCIA ECOLÓGICA
- SENSIBILIDAD RADIOECOLÓGICA
- RIESGOS MEDIOAMBIENTALES EN UN CONTEXTO DE MÚLTIPLES FACTORES DE ESTRÉS Y EFECTOS RADIOBIOLÓGICOS PRODUCIDOS POR EXPOSICIONES CRÓNICAS A RADIACIÓN
- GESTIÓN Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIOACTIVOS
- LEGISLACIÓN NUCLEAR

FECHA LÍMITE PARA EL ENVÍO DE RESÚMENES: 1 DE NOVIEMBRE DE 2013

ORGANIZADO POR:



Statens strålevern
Norwegian Radiation Protection Authority

CON LA COLABORACIÓN DE:



TODA LA INFORMACIÓN EN: www.icrer.org



La Protección Radiológica en 2012

El pasado 10 de abril, la Sociedad Española de Protección Radiológica, con la colaboración del Consejo de Seguridad Nuclear, el Ciemat, Unesa, Enresa y el Grupo Enusa celebró la Jornada Anual de Protección Radiológica en el Ciemat, en Madrid.



De izquierda a derecha: Jordi Craven-Bartle, Rafael Garcia-Tenorio, Manuel Rodríguez, Marisa España, Beatriz Robles, Leopoldo Arranz, Eduardo Gallego y Óscar González.

El objeto de esta Jornada fue presentar al colectivo de profesionales españoles de la protección radiológica cuáles han sido las novedades, resultados, retos y logros más destacados en los diferentes sectores relacionados con esta disciplina en el año anterior y tener un conocimiento directo de las actividades más destacadas y compartir las conclusiones para que aumente la eficacia de la protección radiológica.

La Jornada ofreció una visión global de los resultados de actividades y proyectos destacados del año 2012 y de otros para el 2013, por parte del Consejo de Seguridad Nuclear. También se incluyeron varias presentaciones, comenzando por una conferencia sobre los aspectos humanísticos y éticos de las innovaciones tecnológicas en el uso de las radiaciones en medicina, junto con una revisión de la experiencia en protección radiológica adquirida en los proyectos de desmantelamiento de instalaciones nucleares, para finalmente revisar la relevancia para la protección radiológica del público de la calidad en el control de la radiactividad ambiental, tal y como se puso de manifiesto en las Jornadas celebradas en 2012. Con ello, se abarcan temas de gran interés para cada una de las ramas principales de la protección radiológica de los pacientes, los trabajadores y el público y el medioambiente. El acto fue clausurado por el vicepresidente de la SEPR que comentó la elaboración y disponibilidad en la página web de la SEPR del Plan de Actividades para el presente año.

La Jornada fue inaugurada por Javier Quiñones, subdirector del Ciemat; por Manuel Rodríguez, subdirector de Protección Radiológica Operacional del CSN; y por Marisa España, presidenta de la Sociedad Española de Protección Radiológica.

En las presentaciones se explicaron resultados de los programas reguladores en protección radiológica y aspectos científico-técnicos y de actualidad y comprendieron los siguientes temas:

- La Protección Radiológica en 2012. Resultados de los programas reguladores en protección radiológica. Proyectos para 2013.
- Aspectos humanísticos y éticos ante el avance tecnológico del uso de las radiaciones ionizantes en medicina.
- Protección radiológica en los desmantelamientos nucleares. La experiencia de Enresa.
- Jornadas sobre calidad en el control de la radiactividad ambiental 2012: objetivos e implicaciones en la protección radiológica del público.

En la última intervención, el vicepresidente de la SEPR, el Dr. Eduardo Gallego comentó el Plan de Actividades de la SEPR para 2013 cuyos contenidos se indican en este mismo número de la revista y que está disponible en la página web de la SEPR, así como las presentaciones de cada uno de los ponentes.

A continuación se recoge una síntesis de las presentaciones realizadas.

LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN 2012. RESULTADOS DE LOS PROGRAMAS REGULADORES EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. PROYECTOS PARA 2013

MANUEL RODRÍGUEZ - SUBDIRECTOR DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA OPERACIONAL DEL CSN

En esta presentación se resumen los resultados más relevantes que han tenido lugar en 2012 en el ámbito de la protección radiológica, las emergencias y la seguridad y protección física, mencionando también los proyectos más importantes previstos para 2013.

1. ASPECTOS DESTACABLES

Se relacionan a continuación algunos de los aspectos de especial interés en 2012, tanto en el ámbito de las actuaciones reguladoras como en otras actividades de protección radiológica, identificando, en su caso, el apartado correspondiente en el que posteriormente se desarrollan.

1. Publicación de la ICRP 118. Sobre reacciones tisulares, incluyendo los nuevos límites de dosis al cristalino.
2. Peer review entre países europeos de los informes nacionales sobre resultados de las pruebas de resistencia post-Fukushima. Elaboración y remisión a la CE del Plan de Acción Nacional, remisión de Instrucciones Técnicas a las instalaciones nucleares españolas.
3. OIEA. Agosto de 2102, reunión extraordinaria de la Convención de Seguridad Nuclear, sobre lecciones aprendidas del accidente de Fukushima.
4. OIEA. 4ª Reunión de revisión de la Convención Conjunta sobre la Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre la Seguridad en la Gestión de los Residuos Radiactivos.
5. Prospecciones sobre frecuencias y dosis de procedimientos de radiodiagnóstico y medicina nuclear, proyectos DO-POES y DOMMNES. Proyecto *Dose Datamed 2* de la UE.
6. Conferencia de Bonn, Protección del Paciente.
7. Congreso IRPA-13, Glasgow.
8. Puesta en Marcha de Sincrotrón Alba, instalación de primera categoría.
9. Parada de CN Sta. M.ª de Garoña y posterior presentación de documentos para el cese de explotación. Autorización de explotación vigente hasta julio de 2013.
10. Renovación del Pleno del CSN. Designación de Fernando Marti Scharfhausen como presidente y Cristina Narbona Ruiz, renovación de Rosario Velasco García, designada vicepresidenta del Organismo, y Fernando Castelló Boronat.

2. PARTICIPACIÓN EN EL COMITÉ UNSCEAR

Para llevar a cabo una participación efectiva en los trabajos de Unscear se ha establecido una coordinación institucional entre el CSN (que ejercerá la representación)

el Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad, el Ciemat y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, a fin de cubrir todos los ámbitos de interés.

En 2012 tuvo lugar por primera vez la participación española en el 59º periodo de sesiones del Comité, celebrado en mayo. En el transcurso del mismo se aprobaron documentos científicos relativos a la capacidad de atribuir efectos o años a la exposición a radiaciones ionizantes y sobre los factores de riesgo para la producción de efectos de esas exposiciones. El comité acordó elaborar un documento resumen sobre ambos aspectos para su presentación a la Asamblea General de Naciones Unidas.

El Comité acordó asimismo impulsar la realización de un estudio global sobre usos de radiación y exposiciones en medicina, de acuerdo con el interés que en los últimos años existe en la comunidad internacional en relación con este tema.

El siguiente periodo de sesiones esta previsto para el mes de mayo de 2013 y en el mismo se discutirán informes técnicos relativos al seguimiento de trabajadores y miembros del público afectados por el accidente de Fukushima y a los efectos de la radiación en niños.

3. CONVOCATORIA DEL CSN PARA SUBVENCIÓN DE PROYECTOS DE I+D EN EL CAMPO DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

La convocatoria se realizó en de 2012 enmarcada en los Programas de Protección Radiológica incluidos en el Plan de I+D del CSN. Se identifican 14 temas en todos los ámbitos de la PR que podrían ser objeto de proyectos subvencionables.

La convocatoria iba destinada a universidades y hospitales públicos o sus fundaciones asociadas.

La financiación de las ayudas se estableció con una cuantía total máxima de 1.316.000€ y una cuantía máxima para cada proyecto de 200.000€.

Tanto para la financiación como para la ejecución de los proyectos se estableció un plazo máximo de tres años, 2012 a 2014.

Se recibieron un total de 60 solicitudes. El CSN acordó la concesión de subvenciones a 11 proyectos en las siguientes

áreas: protección del paciente (4), radiación natural (3), Estaciones automáticas de vigilancia radiológica ambiental (2), analítica de agua asociada a los programas de vigilancia radiológica ambiental (1) y aplicación del nuevo límite para dosis al cristalino (1).

4. INSTALACIONES RADIATIVAS Y DE RX AUTORIZADAS

A finales de 2012 el número total de instalaciones radiactivas era de 1.385 (sin incluir las radiactivas del ciclo), de las cuales dos eran de 1ª Categoría, 1.035 de 2ª Categoría y 348 de 3ª Categoría, lo que confirma una importante estabilidad en el sistema, que ya ha venido constatándose en los últimos años. Asimismo estaban registradas 33.625 instalaciones de radio-diagnóstico médico (R.D. 1085/2009), lo que supone un ligero crecimiento respecto a 2011 si bien es de destacar que estos crecimientos anuales se vienen produciendo de modo continuo, y han dado lugar a un incremento de 10.426 instalaciones registradas respecto a las que había hace diez años, el ritmo de crecimiento está disminuyendo lentamente.

5. ACTUACIONES REGULADORAS EN INSTALACIONES RADIATIVAS

Durante el año 2012, se realizaron un total de 365 actuaciones de licenciamiento en las instalaciones (industria, medicina, investigación, docencia y comercialización), de las que 62 fueron nuevas autorizaciones de funcionamiento, 51 clausuras y 252 modificaciones. Se realizaron 1790 inspecciones, distribuidas en 1400 de control y 100 de puesta en marcha o clausura de instalaciones radiactivas, y 290 de control de rayos X médicos.

Como resultado de la supervisión del funcionamiento de las instalaciones, se realizaron 59 apercebimientos y una propuesta de sanción y se emitieron dos circulares, relativas a aspectos de interés para el transporte de material radiactivo por las empresas comercializadoras, y a conclusiones del análisis de dosis en el sector de la gammagrafía industrial efectuado por el CSN.

6. ACTUACIONES REGULADORAS EN ENTIDADES DE SERVICIO

A finales de 2012 se encontraban autorizados 82 Servicios de Protección Radiológica (SPR), autorizándose uno nuevo y modificándose tres a lo largo del año, mientras que estaban en evaluación las solicitudes de otros 13. Se constata cada vez más el incremento progresivo en el número de estos servicios como consecuencia de la aplicación en el campo médico de la Instrucción de Seguridad del CSN IS-08 y al compromiso de este sector con la protección radiológica. Se realizaron 20 inspecciones a SPR.

Por lo que respecta a las Unidades Técnicas de Protección Radiológica (UTPR), continúa la situación de estabilidad con 46 UTPR autorizadas. A lo largo del año se efectuaron cuatro procesos de autorización y 19 inspecciones.

Asimismo, continúan autorizados 21 Servicios de Dosimetría Personal Externa (SDPE) y nueve Servicios de Dosimetría Personal Interna (SDPI), sobre los que, en 2011, se realizaron 12 inspecciones.

Se remitió una circular a los SDPI autorizados relativa a la anotación en el carné radiológico de dosis internas en el caso de los TE de contrata, cuando el resultado del contaje esté entre 0.2 y 1 mSv.

7. DOSIMETRÍA

A finales de 2012, el número de trabajadores clasificados como expuestos era de 106.093, de los cuales 9.332 prestaron servicios en centrales nucleares; 1.124 en instalaciones del ciclo de combustible, residuos y el Ciemat; 81.615 en instalaciones radiactivas médicas; 7.646 en industriales; 5.881 en instalaciones de investigación; 132 en instalaciones en desmantelamiento y clausura y 363 en transporte. El número total de trabajadores controlados se ha reducido ligeramente respecto a 2011.

La dosis individual media anual de los trabajadores expuestos estuvo muy por debajo de los límites reglamentarios, siendo de 1,01 mSv en centrales nucleares; 0,54 mSv en instalaciones del ciclo de combustible, residuos y Ciemat; 0,63 mSv en instalaciones radiactivas médicas; 1,32 mSv en industriales; 0,32 mSv en instalaciones de investigación; 2,01 en instalaciones en desmantelamiento y clausura y 2,37 en transporte. A destacar la reducción en el número de trabajadores y el aumento en la dosis media de los trabajadores en instalaciones en desmantelamiento, debido a la finalización de las actividades de desmantelamiento del Ciemat (PIMIC) y al comienzo de los trabajos de desmantelamiento de las partes más activas de CN José Cabrera. Se observa asimismo que nuevamente aumentan las dosis individuales en actividades de transporte, muy probablemente debido a la extensión del uso de la tomografía por emisión de positrones (PET). Como es habitual, el CSN emitirá el informe de análisis sectorial de dosis correspondiente a 2012 donde se analizarán en detalle los resultados dosimétricos en los distintos sectores, así como su evolución.

8. LICENCIAS Y FORMACIÓN EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

El CSN considera este ámbito de actividades un pilar esencial de la protección radiológica en nuestro país, valorando de forma especial la red de conocimiento que configuran

los profesionales que operan en los diferentes sectores implicados.

En 2012 se renovaron 972 licencias de operadores y 436 de supervisores de IIRR y se concedieron 1.065 y 461 nuevas licencias respectivamente. En total, a finales de año, existían 9.284 licencias de operadores y 3.865 de supervisores de estas instalaciones. Además existen 61.856 acreditaciones para operar instalaciones rayos-X de uso médico y 43.928 para dirigirlos. Se homologó un curso para licencias de personal de IIRR y 11 para rayos X médicos.

En 2012 continuó la actualización de los materiales didácticos para cursos de licencias de IIRR y acreditaciones para radiodiagnóstico médico, disponibles en la web del CSN (www.csn.es). Concretamente se desarrollaron materiales para la formación de técnicos expertos en protección radiológica y para cursos conjuntos de niveles 1 y 2 para radiología intervencionista.

A finales de 2012 existían 30 diplomas vigentes de jefe de Servicio de Protección Radiológica de instalaciones nucleares y del ciclo y 172 de instalaciones radiactivas, habiéndose incrementando estos últimos en paralelo con la autorización de nuevos servicios, principalmente en el sector sanitario. A lo largo del año se concedieron un nuevo diploma para instalaciones nucleares y del ciclo y 21 para instalaciones radiactivas.

9. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA OPERACIONAL EN EL ÁMBITO DE LAS CENTRALES NUCLEARES E INSTALACIONES DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

A lo largo de 2012 se llevaron a cabo inspecciones, de acuerdo con los procedimientos del SISC, durante las recargas de las centrales nucleares de Almaraz 2, Trillo, Vandellós 2, Ascó 1 y Almaraz 1. Además se realizó una inspección a CN Cofrentes para seguimiento del cumplimiento de la Condición e Instrucciones Técnicas Complementarias incluidas en su autorización de explotación vigente, para mejora de la efectividad de las actuaciones para reducción de dosis ocupacionales.

Durante esas inspecciones se encontraron cinco hallazgos de inspección tres de los cuales se que se clasificaron como verdes y dos están pendientes de clasificación.

Asimismo, se efectuaron inspecciones de control sobre la aplicación de los correspondientes Manuales de Protección Radiológica en el Ciemat, Juzbado y CN José Cabrera. Se encontró un hallazgo que se encuentra pendiente de clasificación.

Durante el año se dedicó un especial esfuerzo a los resultados de las pruebas de resistencia de las centrales nucleares. Se desarrolló la revisión entre pares en los países europeos de los informes nacionales de resultados y se elaboró el Plan de Acción Nacional.

Como resultado de la evaluación de las propuestas presentadas por los titulares de las instalaciones tras las pruebas de resistencia y del análisis de sucesos con pérdida potencial de grandes áreas en centrales nucleares, se emitieron Instrucciones Técnicas Complementarias en las que se incluían diversos aspectos de protección radiológica de trabajadores y público, planificación y gestión de emergencias y seguridad física.

10. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PACIENTE

En 2012 se constituyó y celebró su primera reunión la Comisión de Seguimiento del Acuerdo Marco de Colaboración entre el Consejo de Seguridad Nuclear y el Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad (MSSSI), con el objeto de establecer una plataforma de coordinación en materia de protección radiológica en sanidad y otros ámbitos.

El MSSSI y el CSN presentaron los proyectos relacionados con protección del paciente en la Comisión de Salud Pública constituida por la Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación del MSSSI y las direcciones generales competentes en materia de Salud Pública de las comunidades autónomas.

Durante 2012 se ha desarrollado la recogida de datos del proyecto desarrollado por el CSN en colaboración con la Universidad de Málaga para la realización de una prospección de los procedimientos de radiodiagnóstico en los centros sanitarios españoles, su frecuencia y las dosis recibidas por los pacientes y la población (Proyecto DOPOES), siguiendo la metodología propuesta en la publicación de la *CE Radiation Protection 154*. Se han recogido datos en centros sanitarios públicos y privados de siete comunidades autónomas. La información recogida para este proyecto ha servido de base para la aportación de datos de España al proyecto europeo *Dose Datamed 2* de la UE, con objetivos similares al proyecto DOPOES.

De forma análoga, se ha realizado la recogida de datos para una prospección de los procedimientos de medicina nuclear diagnóstica en los centros sanitarios españoles, su frecuencia y las dosis recibidas por los pacientes y la población (Proyecto DOMNES). El proyecto se desarrolla por un grupo de trabajo impulsado desde el Foro de Protección Radiológica en el Medio Sanitario, con participación de profesionales de las sociedades de Protección Radiológica (SEPR), de Física Médica (SEFM) y de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (SEMNUM). También en este caso se ha seguido la metodología propuesta por la UE y se han aportado datos de España al proyecto europeo *Dose Datamed 2*.

Por otra parte también se ha avanzado en la obtención de información para el desarrollando del proyecto con el Centro de Investigación en Epidemiología ambiental (CREAL) para la realización de un estudio de ámbito europeo sobre los posi-

bles efectos de la exposición médica diagnóstica a radiaciones ionizantes en niños y adolescentes (Proyecto EPI-TC). Se han recogido datos de aproximadamente 60.000 pacientes en tres de las cuatro comunidades autónomas previstas.

Finalmente se ha avanzado en el proyecto para implantación en los centros sanitarios de una metodología probabilista de análisis de riesgos (MARR) que se está realizando también en el seno del Foro de Protección Radiológica en el Medio Sanitario, con participación de profesionales de las SEPR, SEFM y la Sociedad Española de Oncología Radioterápica (SEOR).

11. FOROS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Las principales actividades que continúa desarrollando el Foro de PR en medio hospitalario, a través de sus grupos técnicos, contemplan la definición de medios humanos y técnicos para los SPR, tema para el que ya se dispone de un documento de resultados bastante adelantado. Los otros dos grupos de trabajo ha dedicado su actividad a los proyectos DOMNES y MARR ya mencionados.

En el ámbito del Foro de PR en el sector de las UTPR, han continuado las actividades correspondientes a la definición de medios humanos y técnicos para las UTPR, y elaboración de modelos de certificado de conformidad de instalaciones de diagnóstico médico y de programa de protección radiológica para instalaciones de radiodiagnóstico dental.

El Foro en el sector industrial, continuó las actividades de sus grupos de trabajo en la radiografía industrial. En 2012 se finalizó el video sobre actuaciones de emergencia en gammagrafía móvil, que se ha publicado recientemente en las webs de la SEPR y CSN y que este teniendo un gran éxito en términos de número de descargas y comentarios tanto en España, como en Iberoamérica. El día 9 de abril de 2013 se celebró la reunión de este Foro acordando realizar un nuevo video sobre actuaciones de gammagrafía móvil en operación normal. Se han terminado también los trabajos relativos a planificación y diarios de operación en gammagrafía móvil y se ha acordado iniciar un nuevo grupo de trabajo sobre mantenimiento y verificación de equipos de radiografía móvil.

Por último en el grupo mixto de protección radiológica del CSN con el sector nuclear han continuado las reuniones y actividades para la coordinación de temas relativos a licenciamiento y control. Como temas más destacables se ha trabajado en la implantación del código Rascal para estimación de consecuencias radiológicas de accidentes, en la redacción de una guía para gestión de fuentes radiactivas en desuso y en un análisis de equipos y procedimientos para control de la contaminación a la salida de las zonas controladas de las centrales.

12. RADIACIÓN NATURAL

El CSN continuó durante 2011 con la ejecución de su plan sobre radiación natural con el objetivo de finalizar el desarrollo del Título VII del Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.

Durante el año se finalizaron las Guías 11.03 *Metodología evaluación del impacto radiológico de las industrias NORM* y 11.04. *Metodología evaluación de exposición al radón en los lugares de trabajo*.

Continúan los trabajos para la publicación en 2013 de una Orden Ministerial sobre gestión residuos NORM, que se está elaborando en el seno de un grupo de trabajo con participación del Minetur, Enresa y el CSN.

También para 2013 está previsto completar el mapa del proyecto Marna, incorporando información sobre las islas occidentales de Canarias y Ceuta.

En noviembre se celebró, en el CSN una jornada informativa sobre el radón, en colaboración con la Universidad de Cantabria, para la divulgación de los resultados del proyecto "Radón 10x10". Se trataron aspectos relacionados con los riesgos asociados al radón, campañas de medidas, actuaciones reguladoras del CSN y, criterios de protección previstos en la nueva directiva de la UE.

13. RESIDUOS RADIATIVOS

Durante 2012 ha continuado la actividad del Grupo de Normativa de la Asociación Europea de Reguladores Nucleares (WENRA), orientada al establecimiento de niveles de referencia comunes en relación con la seguridad en el almacenamiento temporal o definitivo de residuos radiactivos y en el desmantelamiento de instalaciones nucleares.

En 2012 un grupo de trabajo con participación de Minetur, Enresa y el CSN ha elaborado un proyecto de Real Decreto para la gestión segura y responsable del combustible nuclear gastado y los residuos radiactivos, para transposición de la Directiva 2011/70/Euratom. La publicación de esta norma esta prevista en la primera mitad de 2013.

También se ha trabajado en un proyecto de norma para la desclasificación de materiales residuales generados en las instalaciones nucleares, que incluya niveles de carácter general (niveles de desclasificación incondicional).

En cuanto a proyectos para desclasificación de corrientes específicas de residuos se ha autorizado el relativo a resinas gastadas de CN Ascó.

14. IMPACTO RADIOLÓGICO DE INSTALACIONES Y EFLUENTES

Los programas de control de efluentes en 2012 mostraron una situación de normalidad, sin que se identificara ninguna incidencia de interés.

Se ha implantado la recomendación de la UE 2004/2/ Euratom *Normalización de información relativa a descargas de CCNN*, y ha finalizado la adaptación de la base de datos ELGA del CSN.

15. VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL

Como en años anteriores, los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) en 2012 en el entorno de las instalaciones y en el ámbito nacional dieron resultados de normalidad, confirmando la calidad radiológica del medio ambiente en España.

La calidad en la medida de radiactividad ambiental se ha continuado fomentando a través del foro de laboratorios de medida, y la realización de un ejercicio de intercomparación. Se celebró a finales de mayo en Tarragona la VII Jornada de Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental y en octubre en el CSN la 19ª Jornada Anual sobre Vigilancia Radiológica Ambiental en la que se presentaron los resultados de la campaña de intercomparación analítica de muestras de agua. Se ha iniciado una nueva campaña, esta vez en muestras de suelos.

En relación con la vigilancia radiológica de materiales metálicos, han continuado las actividades del grupo técnico del protocolo relativas a análisis y obtención de lecciones aprendidas de los sucesos de fusión de fuentes radiactivas y salida inadvertida de camiones con polvo de humo contaminado, ocurridos en 2011 en las acerías de Olaberria y Zumárraga. Han continuado asimismo los trabajos de grupo establecido en el Foro de Reguladores Iberoamericano para trasladar la experiencia española en la vigilancia radiológica de los materiales metálicos a esos países.

16. PROGRAMAS ESPECIALES DE CONTROL Y VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL

Por lo que se refiere al proyecto preliminar de rehabilitación de la zona de Palomares, no ha habido avances en los contactos entre los Gobiernos de España y EE UU durante 2012. Se ha editado una publicación divulgativa, disponible en la página web del CSN sobre consecuencias del accidente de Palomares, a petición del Comité Asesor para la Información y Participación Pública del CSN.

Se ha completado y remitido al CSN el estudio técnico de zonas afectadas por los fosfoyesos en Huelva, elaborado por la Junta de Andalucía.

En cuanto a la evaluación de las medidas de refuerzo para el confinamiento del CRI, se ha continuado con la verificación de la idoneidad del confinamiento de la barrera piloto que se ha construido.

En septiembre de 2012 tuvo lugar una visita de verificación por expertos de la Unidad de Protección Radiológica

de la Comisión Europea R (DG-ENER/D4) CE, al amparo de lo dispuesto en el artículo 35 del tratado de Euratom. Las revisiones se centraron en las actividades de vigilancia radiológica ambiental en el área de Saelices el Chico, plantas Quercus y Elefante, minas restauradas, Fábrica de Uranio de Andújar y antiguas minas de uranio. También se incluyó en el alcance la comprobación de laboratorios implicados en los correspondientes programas de vigilancia radiológica ambiental así como algunos de la red nacional. La conclusión de la visita fue que todas las actividades revisadas satisfacen las exigencias establecidas en el sistema regulador nacional y que España cumple con sus obligaciones en relación con el artículo 35 del Tratado Euratom en todos los aspectos verificados.

18. PLANES DE EMERGENCIA

En relación con los Planes de Emergencia Interior de las Instalaciones Nucleares durante 2012 se ha trabajado en la definición de las mejoras en la respuesta a emergencia de los titulares tras el accidente de Fukushima, resultantes de las pruebas de resistencia. Esta mejoras se refieren a refuerzo de medios humanos de las organizaciones de respuesta a emergencia (turno y retén), instalación de un Centro de Apoyo en Emergencia (CAE) común para todas las centrales y con disponibilidad equipos portátiles para mitigación accidentes severos e instalación de un Centro Alternativo para Gestión de Emergencias (CAGE) en cada emplazamiento con capacidad de soportar condiciones asociadas a accidentes extremos.

En cuanto a los Planes de Emergencia Exterior (PLABEN) en las zonas próximas a instalaciones nucleares se ha constituido un grupo de trabajo del CSN con la Dirección General de Protección Civil y Emergencias para la revisión Plaben tras la experiencia de Fukushima. En el marco de la reunión extraordinaria de la Convención del Seguridad Nuclear del OIEA, celebrada en agosto de 2012, se identificaron un total de 11 áreas que deben ser objeto de revisión. Entre ellas destacan la relativas a medios y organización de los Planes de Emergencia Nucleares con la participación de la Unidad Militar de Emergencia (UME), modificación del tamaño de las zonas de planificación de emergencia alrededor de las instalaciones, niveles de intervención, medidas de protección a medio plazo y criterios para la transición entre fases de la emergencia.

Como viene siendo habitual en 2012 se realizaron simulacros para los planes de emergencia interiores de todas las instalaciones nucleares. A nivel internacional el CSN ha participado en dos ejercicios del sistema de pronta notificación de la Unión Europea ECURIE y en tres ejercicios del sistema del OIEA Convex. A nivel nacional el CSN

participó en el ejercicio Gamma 2012 organizado por UME en Cogolludo, Guadalajara.

En 2012 se ha tomado la decisión de realizar un Simulacro General de Emergencia para 2013. Se han iniciado los trabajos de planificación y preparación para realizarlo sobre el Plan de Emergencia Nuclear de Cáceres (PENCA) en los meses de octubre o noviembre.

En cuanto a emergencias o incidentes reales 2012 ha sido un año especialmente tranquilo. Como hechos destacables se han producido diversas detecciones de material radiactivos en puertos mediante los equipos de Megaport. Se detectaron bandejas metálicas contaminadas con cobalto en un contenedor que entraba a través del puerto de Málaga, contenedores con chatarra y material de cocina contaminados o con presencia de I-131 en el puerto de Algeciras y un contenedor con cartón que tenía prevista salida a través del puerto de Valencia llevaba material contaminado con I-131. Las actuaciones realizadas fueron la devolución de los contenedores o de la mercancía contaminada cuando se detectó la presencia de radioisótopos de vida larga o la retención para descontaminación o decaimiento en caso de isótopos de vida corta.

En relación con desarrollo normativo en materia de emergencias durante 2012 han continuado las actividades para implantación de la Directriz Básica de Riesgos Radiológicos aprobada por Real Decreto 1564/2010, de 19 de noviembre. El CSN ha firmado dos nuevos acuerdos con comunidades autónomas para colaborar en la elaboración de los planes especiales autonómicos o municipales de actuación frente a emergencias radiológicas, formación de actuantes y realización de simulacros o ejercicios.

El CSN ha elaborado y remitido a los responsables de protección civil de las comunidades autónomas el catálogo de instalaciones y actividades afectadas por la Directriz y ha elaborado una guía técnica CSN para elaboración planes de emergencia radiológica, conforme a lo requerido en el artículo 4 de la Directriz, disponible en la web del Organismo.

Se ha aprobado y publicado la Carta de Servicios del CSN al Sistema Nacional de Emergencias Nucleares y Radiológicas con el objetivo de relacionar, de manera ordenada, los servicios que el CSN presta, o puede prestar, a los organismos e instituciones públicos o privados, involucrados en la gestión de las emergencias nucleares y radiológicas.

En cuanto a las capacidades del CSN para respuesta a emergencia se han desarrollado e implantado mejoras en el código de estimación de consecuencias radiológicas de accidentes Rascal y se ha puesto en operación una nueva Salem de respaldo situada en las instalaciones de la Unidad Militar de Emergencias, en Torrejón de Ardoz. El seguimiento del simulacro anual de emergencia nuclear de CN Sta. M.ª de Garoña correspondiente a 2012 se realizó desde esta nueva sala.

19. SEGURIDAD FÍSICA

Durante 2012 ha continuado el desarrollo normativo del Real Decreto sobre Seguridad Física de las Instalaciones, los Materiales Nucleares y de las Fuentes Radiactivas, de septiembre de 2011. Concretamente se ha avanzado en la elaboración o revisión de instrucciones del CSN relativas a notificación de sucesos de seguridad física de centrales nucleares, protección de información clasificada relativa a instalaciones nucleares, requisitos de seguridad física para instalaciones nucleares, ciberseguridad y seguridad física de fuentes radiactivas.

Asimismo han continuado las actividades encaminadas a la mejora del Sistema Nacional de Seguridad Física, en el seno de un grupo de trabajo coordinado por el Ministerio del Interior, para la definición de la Amenaza Base de Diseño. Este trabajo se encuentra prácticamente finalizado a la espera de realizar un ejercicio de validación en 2013 previo a su aprobación por el Ministerio del Interior.

También en ese grupo de trabajo se han realizado actividades encaminadas a la revisión del modelo nacional de seguridad física de instalaciones nucleares con el objetivo de conseguir una mejor respuesta, con mayor implicación de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y el refuerzo de los servicios de seguridad de las instalaciones, así como actividades de formación, mejora de atribuciones a los vigilantes de seguridad etc. La propuesta de revisión se encuentra prácticamente finalizada, en estudio por la Secretaría de Estado de Seguridad.

En el Plano operativo se ha continuado con la realización de inspecciones conjuntas CSN/MIR sobre Seguridad Física a las Instalaciones Nucleares así como la colaboración con la Agencia Estatal de Administración Tributaria (aduanas) para control radiológico de fronteras. Se ha completado la instalación de pórticos de detección y su incorporación al Protocolo Megaport en dos nuevos puertos: Bilbao y Vigo.

En el ámbito internacional, continuaron las relaciones multilaterales con el OIEA y con el grupo europeo ENSRA, y se ha participado en un grupo de la Unión Europea que ha emitido un informe sobre posibles mejoras en seguridad física de las centrales nucleares tras Fukushima (*track security*). En este caso la metodología adoptada ha sido la identificación de buenas prácticas de seguridad física, implantadas por algunos países, cuya exportación a otros podría redundar en mejoras en el sistema. Se ha continuado con la relación bilateral CSN/NRC particularmente importante en materia de seguridad física.

Durante 2012 ha estado plenamente operativo por primera vez el Pilar de Seguridad Física del Sistema Integrado de Supervisión de Centrales Nucleares del CSN (SISC).

ASPECTOS HUMANÍSTICOS Y ÉTICOS ANTE EL AVANCE TECNOLÓGICO DEL USO DE LAS RADIACIONES IONIZANTES EN MEDICINA

JORDI CRAVEN-BARTLE - JEFE DEL SERVICIO DE ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU. PATRÓN Y PROFESOR DEL INSTITUTO BORJA DE BIOÉTICA. BARCELONA

La conferencia impartida trató de los aspectos humanísticos y éticos ante el avance tecnológico y la utilización de las radiaciones ionizantes en medicina. Se hizo un recuerdo histórico de los primeros tratamientos con braquiterapia hasta la actualidad y los resultados alcanzados. Se describió el riesgo implícito en la utilización de las radiaciones ionizantes, principalmente radioterapia, realizando un análisis de los diferentes accidentes acontecidos en su utilización. Como consecuencia del análisis de los accidentes se elaboraron diferentes guías de buenas prácticas, elaborando la siguiente recomendación: Las sociedades científicas profesionales e instituciones con alta tecnología deben desarrollar iniciativas para incrementar la detección de errores, tanto en el ámbito de las decisiones clínicas en pacientes de alto riesgo, como en los complejos proce-

dos de nueva tecnología de la radioterapia. Se analizaron las recomendaciones de seguridad por el método de la matriz de riesgo. Uno de los aspectos importantes son las consideraciones sobre la tecnología de aplicación en medicina, realizando un análisis de las tendencias de los profesionales ante las nuevas tecnologías de aplicación en medicina. En cuanto a la evaluación de la tecnología médica, se realizó una evaluación teniendo en cuenta diferentes aspectos: eficacia, efectividad, utilidad, beneficio y excelencia.

En la última parte de la conferencia se analizaron las consideraciones sobre la ética profesional y las nuevas tecnologías. La presentación de esta ponencia está disponible en la página web de la SEPR.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN LOS DESMANTELAMIENTOS NUCLEARES. LA EXPERIENCIA DE ENRESA

ÓSCAR GONZÁLEZ CORRAL - JEFE DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y SEGURIDAD DEL DESMANTELAMIENTO DE CN JOSÉ CABRERA. ENRESA.

Desde hace algunos años, la ejecución de proyectos de desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares constituye una de las actividades principales realizadas por Enresa en el marco de sus responsabilidades.

La adecuada implementación de la protección radiológica ligada a este tipo de práctica se ha consolidado como un objetivo fundamental y uno de los campos de mayor compromiso y esfuerzo coordinado por parte de todos los intervinientes en la ejecución de los proyectos.

Los objetivos y los criterios básicos de la protección radiológica son sustancialmente comunes a cualquier práctica regulada, no obstante, la adecuación y acomodación de su implantación en la práctica operativa debe, necesariamente, adaptarse a las características y condicionantes impuestos por la instalación o proyecto en cuestión.

La exposición presentada en esta Jornada tiene como intención principal, más allá de describir organizaciones o procedimientos de actuación en protección radiológica, mostrar aquellos retos particulares, dificultades y características diferenciales que el desmantelamiento de una instalación nuclear plantea, y a las que hay que enfrentarse con soluciones que afectan a la planificación, diseño de

medios, coordinación, vigilancia y control de los riesgos.

Las condiciones que van a modular la aplicación práctica de la protección radiológica al proyecto tienen diversos orígenes y se manifiestan en diferentes fases del mismo.

CONDICIONANTES DE PARTIDA:

Dependen del tipo específico (diseño y tecnología) de la instalación nuclear, del tiempo transcurrido desde la parada definitiva, del nivel de desmantelamiento previsto a alcanzar, de la tipología y cantidades de materiales a gestionar y de las posibilidades de utilización de los sistemas existentes.

CONDICIONANTES DURANTE LA EJECUCIÓN:

Desmantelar, supone modificar continua y radicalmente la configuración física de la instalación, pérdida de confinamientos estructurales, modificación de rutas, aparición de nuevas zonas controladas, cambios de uso de equipamiento, movimiento de materiales, etc.

Supone asimismo modificar la configuración radiológica de la instalación, apertura de sistemas no caracterizados, aparición y modificación del tipo y niveles de los riesgos radiológicos. Esto obliga a establecer y mantener sistemáticas continuas y actualizadas de medida, caracterización, recla-

sificación y señalización en línea, así como una supervisión directa y permanente de los trabajos.

Por ello, resulta imprescindible hacer uso de técnicas y métodos de trabajo no habituales en zona controlada, equipos industriales a gran escala de corte y demolición, generalización de técnicas de corte térmico y/o abrasivo, uso de maquinaria pesada para traslado y manipulación de elementos, etc.

Igualmente, aparecen o se generalizan tipos de riesgos específicos como la exposición potencial a transuránidos, modificación de las formas químicas de los contaminantes y variabilidad del tamaño de los aerosoles contaminados.

Todos estos aspectos requieren adecuaciones específicas de la instrumentación de medida de PR (portabilidad, robustez, comunicación inalámbrica, medida en tiempo real, etc.), de las capacidades de los laboratorios, de los tipos y programas de dosimetría personal interna *in vivo* e *in vitro* y de la capacitación de los técnicos del servicio.

RETOS:

Algunos de los retos fundamentales tienen que ver con la gestión de aspectos tan específicos como la prevención de la contaminación alfa interna, el control del riesgo de exposición a piel por partículas radiactivas discretas (Partículas Calientes), la gestión conjunta de los riesgos radiológicos y los de seguridad industrial, la aplicación de la metodología Alara como una herramienta para la eficiencia y la adecuación de la información, formación específica, sensibilización de los trabajadores expuestos al escenario particular del desmantelamiento.

El compromiso real y permanente de la organización, línea de mando y empresas colaboradoras con los objetivos propuestos resulta imprescindible.

En resumen, el desmantelamiento y clausura de una instalación nuclear supone una oportunidad incomparable para mejorar prácticas, aplicar lecciones aprendidas, entrenar y afinar las capacidades de adaptación, afianzar experiencias, diseñar soluciones y convertir la protección radiológica en una de las mejores aliadas para obtener los mejores logros en cultura de seguridad.

JORNADAS SOBRE CALIDAD EN EL CONTROL DE LA RADIATIVIDAD AMBIENTAL 2012: OBJETIVOS E IMPLICACIONES EN LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PÚBLICO

RAFAEL GARCÍA-TENORIO GARCÍA-BALMASEDA - UNIVERSIDAD DE SEVILLA. CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD. MIEMBRO DEL COMITÉ DE SEGUIMIENTO DE LAS JORNADAS SOBRE CALIDAD EN EL CONTROL DE LA RADIATIVIDAD AMBIENTAL.

La Jornada Anual sobre Protección Radiológica finalizó con una exposición dedicada a resumir los principales objetivos perseguidos y las principales conclusiones alcanzadas en las Jornadas sobre Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental celebradas en Tarragona, en junio de 2012 bajo la organización de la Universitat Rovira i Virgili. Estas Jornadas han sido las séptimas de una serie que comenzó en Bilbao (1998) y continuó en Salamanca (2000), Valencia (2003), Sevilla (2005), Jaca (2008) y Cáceres (2010).

Las Jornadas sobre Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental tuvieron su génesis en los años 90 del último siglo por la necesidad de desarrollar una vigilancia radiológica ambiental sistemática de ámbito nacional, cubriendo no sólo las zonas de influencia de las centrales nucleares e instalaciones del ciclo de combustible nuclear de nuestro país.

Una vigilancia radiológica ambiental a nivel nacional no es ni mucho menos una tarea trivial: exige medidas de radiactividad en matrices muy diversas, necesiéndose recurrir en muchos casos a la aplicación de procedimientos analíticos complejos y a la aplicación de sofisticadas técnicas de

medida con muy alta sensibilidad. El resultado final debe garantizar un elevado nivel de confianza que asegure la precisión y exactitud de los métodos analíticos y de medida empleados. Con ello se asegurará que los resultados de los distintos laboratorios que forman parte de los programas de vigilancia sean comparables entre sí y sean además trazables al sistema internacional.

Pues bien, podemos indicar que una pieza clave para cubrir estos objetivos han sido las Jornadas de Calidad.

Las Jornadas se han planteado históricamente como un foro para la discusión de todos los aspectos relativos a la calidad en la medida de la radiactividad ambiental, fundamentalmente en los programas de vigilancia radiológica de España y con una vocación clara de acoger a todos los agentes involucrados con un espíritu abierto e integrador. Participan por ello regularmente en ellas los laboratorios de la red REM, otros laboratorios de las centrales nucleares e instalaciones del ciclo y representantes del Consejo de Seguridad Nuclear, Aenor y ENAC y de forma más esporádica representantes del Ministerio de Sanidad, la Unión Europea, la Agencia Internacional de Energía Atómica y otros labo-

ratorios europeos. Las Jornadas constituyen en definitiva una plataforma para el debate de problemas asociados a la medida de la radiactividad ambiental y como elemento impulsor de las actuaciones para su resolución.

Estas Jornadas no pueden catalogarse ni mucho menos como un congreso o simposium convencional. Y su peculiaridad queda reflejada en su estructura: se divide fundamentalmente en sesiones plenarias que funcionan como mesas redondas programadas de modo que el tiempo dedicado a coloquio y comentarios sea equivalente a las presentaciones de los componentes de las mesas. La duración típica de cada sesión plenaria es de tres horas, con hora y media para la presentación de ponencias seleccionadas y hora y media para coloquio y discusión.

La Jornadas de Tarragona se conformaron en torno a una conferencia inaugural y un total de seis sesiones plenarias. Estas jornadas presentaron por otra parte la particularidad de ser las primeras en celebrarse desde el accidente de Fukushima, y a una distancia temporal (algo más de un año) suficiente para realizar una evaluación profunda y serena de la respuesta de la red de vigilancia radiológica nacional ante esa situación de excepcionalidad. Es por ese motivo, por lo que las jornadas comenzaron con una conferencia inaugural titulada *El accidente de Fukushima*, impartida por Ramón de la Vega (subdirector de Emergencias y Protección Física del CSN) y con una sesión plenaria titulada *El Plan de Vigilancia Radiológica Nacional y el Accidente de Fukushima*. En la conferencia inaugural, el ponente realizó una descripción pormenorizada y cronológica del accidente, detalló las causas o motivos que provocaron el colapso de los reactores, describió las medidas *in situ* tomadas para paliar en lo posible sus efectos y detalló la magnitud de las emisiones atmosféricas y al medio marino de elementos radiactivos generada, mientras que en la sesión plenaria con participación de diversos laboratorios de la red de vigilancia nacional y del Consejo de Seguridad Nuclear, se concluyó que la respuesta de la red en la situación de excepcionalidad ocasionada por el accidente de Fukushima había puesto de manifiesto su madurez, su elevada capacidad de reacción y su buena armonización, todo ello unido a la máxima transparencia del Consejo de Seguridad Nuclear en mostrar a la opinión pública absolutamente todos los resultados obtenidos prácticamente en tiempo real. Únicamente, y como lección para el futuro, para facilitar el trabajo de los laboratorios en estas situaciones tan estresantes, se manifestó la posible necesidad de desarrollar un protocolo específico de actuación de los laboratorios en situaciones de emergencias.

La segunda sesión plenaria, llevó el título de *Nuevas normativas* y en ella tal y como indica su título se presentó y debatió la nueva normativa relacionada con la radiactividad ambiental que había visto la luz o se había consolidado desde las Jornadas anteriores de Cáceres. En particular, se discutió sobre la directiva de aguas y, con especial detalle, sobre la Instrucción y Guía del CSN sobre radiactividad natural en sus diferentes vertientes (industrias NORM, radón en lugares de trabajo y residuos NORM). Como claro ejemplo del funcionamiento de estas Jornadas, indicar como uno de los ponentes planteó una treintena de dudas o preguntas relacionadas con la interpretación de la guía aplicable a las industrias NORM, y como el CSN, con posterioridad a las Jornadas, elaboró un documento, que fue enviado a todos los ponentes, contestando o aclarando de forma sistemática todas las cuestiones o dudas planteadas por el mencionado ponente.

Bajo el título *Procedimientos* se desarrolló la tercera sesión plenaria. Desde las primeras Jornadas en Bilbao se llegó a la conclusión de que era necesario elaborar procedimientos que facilitaran la normalización de los procesos de medida entre laboratorios y el consecuente incremento en la calidad de los resultados obtenidos. A través de diferentes grupos de trabajo formados por representantes de los laboratorios pertenecientes a la red, y otros laboratorios nacionales se han ido elaborando hasta la actualidad una quincena de procedimientos que han sido publicados como documentos técnicos por el CSN. Los primeros de ellos vieron la luz también como normas UNE, aunque posteriormente se decidió que los procedimientos se publicaran en primer lugar sólo como documentos técnicos, para posteriormente, con la experiencia de su aplicación por los diversos laboratorios, proceder si fuera necesario a su revisión y a su formulación como norma UNE. En estas Jornadas, se debatió la posible modificación de algunos de los procedimientos existentes y sobre la posibilidad de convertir ya algunos de ellos en normas UNE. Adicionalmente se debatió sobre los nuevos avances obtenidos en el desarrollo de procedimientos con alguna problemática en su implementación normalizada como el dedicado a la determinación del índice alfa total en aguas.

En la cuarta sesión plenaria, y bajo el título de *Aspectos técnicos* se presentaron metodologías alternativas y no convencionales hasta la actualidad en los laboratorios de la red para la medida de radiactividad ambiental y se discutieron problemas técnicos asociados a algunas medidas específicas. Todo ello, mostrando que la red de laboratorios es una red viva, abierta a la aplicación de nuevas técnicas y pensando siempre en la mejora de sus

prestaciones. Así se debatió, por ejemplo, sobre la aplicabilidad de la técnica ICP-MS para la determinación de radionucleidos en muestras ambientales y sobre el posible uso de detectores de bromuro de lantano para espectrometría gamma en tiempo real, y se discutió sobre la problemática asociada a la determinación con precisión en muestras sólidas (suelos, sedimentos) de los diversos isótopos de torio emisores alfa.

Las Jornadas de Calidad a través de sus diversas ediciones han constituido un marco y un hito impulsador hacia la acreditación de los laboratorios de la red de vigilancia radiológica nacional. En todas las ediciones, ha habido un sesión dedicada a esta temática, constituyendo en Tarragona la quinta sesión bajo el título *Gestión de Calidad, Acreditación*. El proceso de acreditación ha sido un proceso lento, pero sostenido. En las primeras Jornadas prácticamente ningún laboratorio estaba acreditado, mientras que en la actualidad son ya catorce los que poseen acreditación. Especial atención merecen los laboratorios pioneros en este proceso que tuvieron que solventar numerosas dificultades técnicas y económicas: conforme el número de laboratorios acreditados ha ido aumentando, el proceso administrativo-técnico de acreditación se ha ido optimizando.

En Tarragona se realizó un análisis detallado coste-beneficio de la acreditación, se debatió sobre los criterios para la validación de procedimientos, se expuso la visión de un auditor técnico sobre la acreditación y dos laboratorios recientemente acreditados resumieron su experiencia en ese proceso. Y una conclusión emergió como resultado de la sesión: la red de laboratorios asociados al programa de

vigilancia radiológica nacional tiene una madurez tal que la acreditación será un requisito imprescindible a corto o medio-corto plazo.

El programa de las Jornadas se completa describiendo el contenido de una sexta y última sesión plenaria titulada *Jóvenes investigadores*. Con la idea de promover la participación activa en las jornadas de los jóvenes miembros de los laboratorios de la red de vigilancia radiológica y tratando de contribuir a una apropiada continuidad generacional en la gestión de estos laboratorios, desde las Jornadas de Sevilla se ha incluido una sesión en la que los jóvenes investigadores exponen los resultados de sus trabajos e investigaciones en el campo de la medida de la radiactividad ambiental. En Tarragona los jóvenes investigadores presentaron un total de 22 comunicaciones, caracterizadas por una elevada calidad, poniendo de manifiesto la capacidad de formación de nuevos profesionales en la medida de radiactividad ambiental que tiene la propia red de vigilancia.

Las Jornadas sobre Calidad sobre el Control de la Radiactividad Ambiental, en clara correspondencia con la madurez alcanzada por la Red de Vigilancia Radiológica Nacional, se encuentran plenamente consolidadas y constituyen ya un evento bianual que todos los laboratorios pertenecientes a la red y otros organismos relacionados tienen marcados en su agenda. Y tienen en un futuro, un papel esencial: el de seguir actuando como agente dinamizador que evite que los laboratorios se duerman en la autocomplacencia y luchen por avanzar hacia el objetivo de la excelencia. En Huelva, 2014, se dará el próximo paso en ese sentido.

2012

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Formación en protección radiológica de residentes

M.^a D. Vicent¹, M.J. Fernández¹, C. Olmos¹, B. Isidoro², M.^aL. España³ y L. Arranz⁴

¹Área de Formación Especializada. Agencia Laín Entralgo.

²Servicio de Medicina Preventiva. Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda.

³Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Universitario de La Princesa.

⁴Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Universitario Ramón y Cajal.

RESUMEN

La normativa vigente exige incluir formación en protección radiológica (PR) en los programas formativos de determinadas especialidades en Ciencias de la Salud y encomienda a los organismos competentes en formación especializada la adopción de medidas para coordinar y garantizar su implantación. El objetivo de este estudio es describir la experiencia desarrollada en la Comunidad de Madrid en formación en PR para los especialistas en formación, así como determinar el número de residentes formados y analizar su satisfacción sobre la formación recibida.

Se realizó un estudio transversal descriptivo incluyendo a todos los residentes de la Comunidad de Madrid, de 2007 a 2011. Se determinó el número de residentes formados y se evaluó su satisfacción mediante una encuesta.

Se han realizado 55 cursos, formándose 5.820 residentes. La satisfacción de los alumnos que han recibido los cursos ha experimentado un aumento progresivo de 6,1 en 2007 a 7 puntos en 2011.

El plan de formación de PR para residentes en la Comunidad de Madrid ha permitido coordinar y unificar los esfuerzos que tenía que organizar cada hospital de forma independiente y ha puesto en marcha los mecanismos necesarios para garantizar la calidad y adecuación de la formación para el colectivo previsto.

ABSTRACT

In compliance with the current laws, radiation protection (RP) training is required during the formative programs of certain Health Sciences specialties. Laws entrust to official bodies in specialized training the adoption of necessary measures to coordinate and ensure a correct implementation. The aim of this study is to describe Community of Madrid experience in RP training to specialists during their formative programs, and to determine the number of residents trained and analyze their satisfaction level with the training.

A descriptive cross-sectional study was performed, including all training specialists from the Community of Madrid during the 2007-2011 period. We determined the number of residents trained per year and we evaluated their satisfaction level with the training through a survey.

A total of 55 training courses were carried out and 5820 residents have been trained during the 2007-2011 period. The student satisfaction level with the training has increased gradually from 6.1 points in 2007 to 7.0 points in 2011.

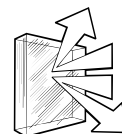
The development of the RP formative program for residents in the Community of Madrid has meant the start up of the necessary official mechanisms to ensure the quality and adequacy of training in this area, covering the formative needs of the collective.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista normativo, el Real Decreto 1132/1990, de 14 de septiembre, por el que se establecen las medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos [1], completado posteriormente por sucesivas normas, Real Decreto 1976/1999 [2] y Real Decreto 815/2001 [3], que trasponen a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 97/43/Euratom del Consejo de la Unión Europea [4], cons-

tituye el punto de partida de la formación en PR. Estas disposiciones requieren que los profesionales sanitarios, cuyos ámbitos de actuación impliquen la utilización de radiaciones ionizantes, reciban una formación en PR, tanto en sus estudios básicos de grado, como en la formación especializada.

En nuestro país, la gestión de la PR, en el sector sanitario, tanto en exposiciones ocupacionales, del público o en exposiciones médicas, está asignada a los Servicios de Radiofísica y Protección Radiológica (SRPR), establecidos en los



centros sanitarios desde 1990 [1]. Las funciones asignadas a dichos servicios son las requeridas por la legislación vigente en materia de PR y por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), contribuyendo a garantizar la seguridad y la PR en los procedimientos clínicos con radiaciones ionizantes. Entre las actividades reglamentadas de los SRPR se encuentra la labor de formación de los trabajadores, tanto inicial como continuada, incluidos los especialistas en formación.

Además, entre las estrategias prioritarias del Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud [5], se encuentra la mejora de la seguridad de los pacientes atendidos en los centros sanitarios, partiendo de la premisa de que, en general, los efectos secundarios no deseados de la atención sanitaria representan una causa muy importante de mortalidad y morbilidad de todos los sistemas sanitarios desarrollados. Por ello, uno de los objetivos fundamentales de esta estrategia es promover y desarrollar el conocimiento y la cultura de la seguridad del paciente entre los profesionales en cualquier nivel de atención sanitaria.

Para el desarrollo de este objetivo, la formación de los profesionales sanitarios juega un papel prioritario, por lo que deben desarrollarse iniciativas, tanto en formación de grado, como de postgrado, especializada y continuada, que contribuyan a desarrollar una cultura de seguridad. En el campo de la PR, estas iniciativas deben generar, en primer lugar, un mayor conocimiento de los profesionales con respecto a los efectos nocivos que puede tener la utilización indebida de las radiaciones ionizantes en el ámbito sanitario. En segundo lugar, debe sensibilizarles sobre la importancia de la prevención de los mismos y, por último, debe promover una adecuada justificación de la necesidad real de la prescripción de procedimientos diagnósticos o terapéuticos que impliquen riesgos radiológicos para la salud de los pacientes y de los profesionales.

En lo referido a la formación sanitaria especializada, en el año 2006 se publicó una Resolución Conjunta de las Direcciones Generales de Salud Pública y de Recursos Humanos y Servicios Económicos-Presupuestarios del Ministerio de Sanidad y Consumo [6], mediante la que se acuerda incorporar, en los programas de formación sanitaria especializada, formación en PR. Dicha Resolución contempla, por primera vez, la responsabilidad de las comunidades autónomas en esta materia, instándolas a garantizar el desarrollo de estos programas de PR en su respectivo ámbito autonómico.

Por todo ello, en el año 2007, en la Comunidad de Madrid, se puso en marcha la organización de la formación en PR para los futuros especialistas en Ciencias de la Salud, mediante un plan diseñado y gestionado desde el Área de

Formación Especializada de la Agencia Laín Entralgo, como órgano competente en materia de formación especializada en esta comunidad.

El objetivo de este Plan de Formación es facilitar que los residentes de la Comunidad de Madrid reciban la formación en protección radiológica establecida por la Resolución Conjunta de 2006 [6], facilitando la adquisición de las competencias necesarias para mejorar la seguridad de los pacientes y trabajadores frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas.

Este plan contempla programas de nivel básico y de nivel avanzado, cuyos contenidos formativos se adaptan a la Guía Europea de Protección Radiológica [7].

En este trabajo se exponen los resultados del Plan de Formación en PR de nivel básico para residentes de primer año (R1), en términos de participación y grado de satisfacción de los alumnos en la Comunidad de Madrid, desde su primera edición en el año 2007.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de estudio y población

Se ha realizado un estudio descriptivo transversal, cuya población de estudio son los residentes en formación especializada de la Comunidad de Madrid que reciben formación en PR de nivel básico, en el período comprendido entre el año 2007 y 2011.

Elaboración del plan de formación en protección radiológica

Para la elaboración de este plan formativo, en el año 2007, se constituyó un grupo de expertos, formado por responsables, adjuntos y técnicos de los SRPR hospitalarios del Servicio Madrileño de Salud y del Área de Formación Especializada de la Agencia Laín Entralgo. Las funciones de dicho grupo fueron las siguientes:

- Analizar la norma y definir los criterios para su implantación.
- Identificar los centros con capacidad docente conforme a los requisitos de la Resolución del Ministerio de Sanidad [6].
- Identificar el grupo destinatario de la formación.
- Desarrollar un plan de ordenación y distribución de alumnos para facilitar la accesibilidad a la formación.
- Diseñar los programas formativos conforme a la Resolución Conjunta [6].
- Homogenizar los criterios para su impartición.
- Evaluar el plan de formación y realizar propuestas de mejora.

El plan incluye tres programas que se han ejecutado de manera progresiva: nivel básico para R1, nivel básico para R2–R5 y nivel avanzado.

Los destinatarios del programa de nivel básico son los residentes de primer año de las especialidades relacionadas en la Resolución [6], y aquellas que tienen incluida la formación en protección radiológica en sus programas oficiales (Tabla I).

Siguiendo las recomendaciones del grupo de expertos, también se facilitó el acceso a determinadas especialidades no incluidas en la Resolución, y que tampoco tuvieran en su programa la formación en PR, en las que se consideró que esta materia era de interés para el desarrollo de su especialidad. También se invitó a participar a residentes que no hubiesen realizado la formación básica de R1 en PR por haber comenzado su especialidad con anterioridad a la puesta en marcha de este plan.

El grupo de expertos elaboró un plan de ordenación, basado en la sectorización de la Comunidad de Madrid en materia de PR, por el que se asignó a cada curso alumnos del propio centro y de otros centros que no poseían capacidad docente en esta materia. Esta distribución se realizó para facilitar la accesibilidad a la formación a todos los residentes y, a la vez, para optimizar la utilización de los recursos existentes.

Para estimar el número de participantes y realizar el plan de ordenación y distribución de alumnos y grupos se utilizó como fuente la oferta anual de plazas de acceso a la formación especializada.

El contenido de los cursos se estructuró en nueve epígrafes, tomando como referencia lo establecido por la normativa vigente [6] (Tabla II). El tratamiento de los contenidos se enfocó teniendo en cuenta los riesgos reales de la exposición a las radiaciones ionizantes en los diferentes procedimientos diagnósticos y terapéuticos, con el objetivo de mejorar la justificación de su indicación por parte de los especialistas prescriptores.

La duración de los cursos fue de 6 horas, impartidas en una misma jornada de trabajo.

Para su programación, se identificaron ocho centros con capacidad docente que asumieron la impartición de los cursos programados cada año (Tabla III). Los cursos se impartieron mayoritariamente en el mes de mayo, coincidiendo con el periodo de incorporación de los residentes a sus respectivos centros. De este modo, se integra esta formación dentro de la establecida en el plan de acogida de residentes, facilitando su asistencia antes de su plena integración en las actividades de sus respectivos servicios.

La dirección del plan se llevó a cabo desde el Área de Formación Especializada de la Agencia Laín Entralgo, en-

cargada, además, de la gestión técnico-administrativa de los cursos. En cada curso se asignó un responsable para la ejecución de los mismos, que sirvió de enlace con el Área de Formación Especializada.

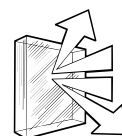
Tras el primer año de ejecución se realizó una metaevaluación para detectar los puntos de mejora del plan. Se obtuvo información de los alumnos, a través del cuestionario de satisfacción, así como de los informes de los coordinadores encargados de la impartición y del Área de Formación Especializada.

Para medir el grado de satisfacción de los alumnos se utilizó el cuestionario de evaluación empleado de forma habitual por la Agencia Laín Entralgo para todas sus actividades de formación. Dicho cuestionario es anónimo y está estructurado en cuatro bloques, cada uno de ellos con una serie de ítems, puntuados del 1 al 10, desde el valor más negativo hasta el más positivo, respectivamente. El primero de ellos se refería a la evaluación de los contenidos del curso, incluyendo tanto los contenidos teóricos como prácticos, así como la metodología empleada. El segundo bloque hacía referencia al aprovechamiento del curso, en términos de utilidad para el trabajo habitual desarrollado, el grado de aprendizaje conseguido, el interés despertado por los temas impartidos y la respuesta a las expectativas previas. El tercero consistía en evaluar la documentación y el soporte pedagógico aportado por los docentes. El cuarto apartado señalaba la importancia de la organización del curso, con respecto a la información previa suministrada acerca del mismo y la adecuación del horario. El cuestionario finalizaba con una valoración sobre la duración del curso (insuficiente, ajustada o excesiva) y una puntuación final acerca de la valoración global del mismo, de 1 a 10 de la misma forma que en los bloques anteriores.

En estos cuestionarios también se incluye una valoración cualitativa, donde los alumnos pueden expresar de manera abierta sus opiniones y reflejar los puntos fuertes y débiles del curso.

Recogida y análisis de datos

Los datos para el cálculo de especialistas en formación de primer año que han participado en las distintas ediciones de formación en PR, se extrajeron de las bases de datos de registro de asistencia del Área de Formación Especializada de la Agencia Laín Entralgo. Los correspondientes al grado de satisfacción de la formación recibida se recogieron a través de las encuestas realizadas al finalizar el curso y quedaron registrados en una base de datos del Área de Formación Especializada.



ESPECIALIDAD	PROGRAMA OFICIAL DE LA ESPECIALIDAD	RESOLUCIÓN CONJUNTA (*)	INDICACIÓN POR EL GRUPO DE EXPERTOS
Alergología	NO	NO	SI
Análisis Clínicos	SI	SI	SI
Anatomía Patológica	SI	NO	SI
Anestesiología y Reanimación	NO	SI	SI
Angiología y Cirugía Vascul ar	SI	SI	SI
Aparato Digestivo	SI	SI	SI
Bioquímica Clínica	SI	SI	SI
Cardiología	SI	SI	SI
Cirugía Cardiovascular	NO	SI	SI
Cirugía General y del Aparato Digestivo	SI	SI	SI
Cirugía Oral y Maxilofacial	SI	SI	SI
Cirugía Ortopédica y Traumatología	SI	SI	SI
Cirugía Pediátrica	SI	SI	SI
Cirugía Plástica, Estética y Reparadora	SI	SI	SI
Cirugía Torácica	NO	SI	SI
Dermatología Médico-Quirúrgica y Venereología	SI	SI	SI
Endocrinología y Nutrición	SI	SI	SI
Farmacia Hospitalaria	NO	SI	SI
Farmacología Clínica	NO	NO	SI
Geriatría	NO	NO	SI
Hematología y Hemoterapia	NO	NO	SI
Inmunología	SI	SI	SI
Medicina del Trabajo	NO	SI	SI
Medicina Familiar y Comunitaria	NO	SI	SI
Medicina Física y Rehabilitación	NO	NO	SI
Medicina Intensiva	NO	SI	SI
Medicina Interna	NO	NO	SI
Medicina Legal y Forense	NO	SI	SI
Medicina Nuclear	SI	SI	SI
Medicina Preventiva y Salud Pública	NO	SI	SI
Microbiología y Parasitología	NO	NO	SI
Nefrología	NO	NO	SI
Neumología	SI	SI	SI
Neurocirugía	SI	SI	SI
Neurofisiología Clínica	NO	NO	SI
Neurología	SI	SI	SI
Obstetricia y Ginecología	SI	SI	SI
Oftalmología	SI	SI	SI

Oncología Médica	SI	SI	SI
Oncología Radioterápica	SI	SI	SI
Otorrinolaringología	SI	SI	SI
Pediatría y Áreas Específicas	SI	SI	SI
Psicología Clínica	NO	NO	SI
Psiquiatría	NO	NO	SI
Radiodiagnóstico	SI	SI	SI
Radiofarmacia	SI	SI	SI
Radiofísica Hospitalaria	SI	SI	SI
Reumatología	NO	NO	SI
Urología	SI	SI	SI
Enfermería Obstétrico-Ginecológica (Matrona)	SI	NO	SI
Enfermería de Salud Mental	NO	NO	SI
Enfermería del Trabajo	SI	NO	SI
Enfermería Familiar y Comunitaria	SI	NO	SI
Enfermería Geriátrica	NO	NO	SI
Enfermería Pediátrica	SI	NO	SI

(*) Resolución Conjunta de las Direcciones Generales de Salud Pública y de Recursos Humanos y Servicios Económicos-Presupuestarios del Ministerio de Sanidad y Consumo, mediante la que se acuerda incorporar en determinados programas formativos de especialidades en Ciencias de la Salud, formación en Protección Radiológica (Aprobación 21 de Abril de 2006)

Tabla I. Formación en protección radiológica para las distintas especialidades.

Contenidos conforme a la Resolución 2006
a) Estructura atómica, producción e interacción de la radiación.
b) Estructura nuclear y radiactividad.
c) Magnitudes y unidades radiológicas.
d) Características físicas de los equipos de Rayos X o fuentes radiactivas
e) Fundamentos de la detección de la radiación.
f) Fundamentos de la radiobiología. Efectos biológicos de la radiación.
g) Protección radiológica. Principios generales.
h) Control de calidad y garantía de calidad.
i) Legislación nacional y normativa europea aplicable al uso de las radiaciones ionizantes.

Tabla II. Contenidos de la formación en Protección Radiológica Nivel Básico, para residentes durante el primer año de especialización.

Los datos relativos al número de alumnos que recibieron la formación se presentan como frecuencias absolutas.

Los datos obtenidos de la evaluación de satisfacción se presentan con las medias de cada uno de los ítems de la encuesta.

Todos los datos se procesan de manera agregada, garantizando la confidencialidad de los mismos. Para el análisis se utilizaron bases de datos en Excel.

Centros
Hospital Universitario Clínico San Carlos
Hospital Universitario 12 de Octubre
Hospital General Universitario Gregorio Marañón
Hospital Universitario La Paz
Hospital Universitario La Princesa
Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda
Hospital Universitario Ramón y Cajal
Fundación Jiménez Díaz

Tabla III. Centros con capacidad docente según Resolución 2006.

RESULTADOS

Entre los años 2007 y 2011 se han llevado a cabo cinco convocatorias, con 11 ediciones anuales de cursos de formación en PR de nivel básico para los especialistas en formación de primer año, formándose un total de 5.820 residentes en 55 cursos.

El número de residentes formados en cada convocatoria se muestra en la Figura 1. En ella se observa un aumento continuo desde el inicio de los cursos en el año 2007, en los

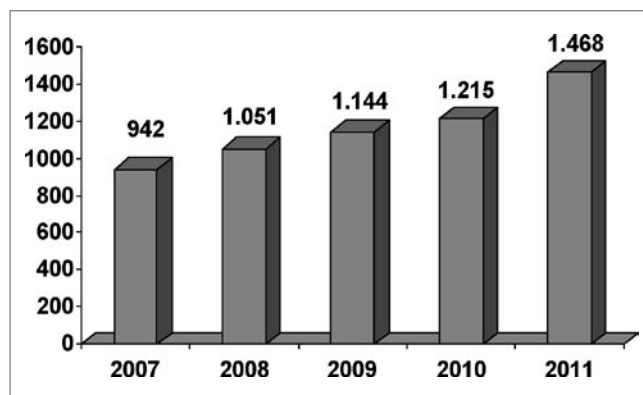
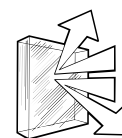


Figura 1. Número de residentes formados en cada convocatoria anual (años 2007-2011).

que se formaron 942 alumnos incrementándose un 12% en el año 2008, un 21% en el 2009, un 29% en el 2010 y llegando a un 56% de aumento en el año 2011 con respecto al 2007.

Se recogieron un total de 4.975 cuestionarios de evaluación de la satisfacción entre los residentes que realizaron los cursos de formación, lo que supone una respuesta del 85,5%. En la Tabla IV se desglosa la evolución del nivel de respuesta durante el periodo de estudio.

En lo que respecta a los diferentes ítems de evaluación de la formación, los aspectos mejor valorados a lo largo de estos años han sido la adecuación de los locales (7,82), los contenidos teóricos impartidos (7,1), la calidad de los medios técnicos utilizados (7,2) y la adecuación del horario (7,1). El ítem peor valorado ha sido los contenidos de los casos prácticos (5,4) (Tabla V).

Como síntesis de la evaluación, la media de la valoración global del curso formativo se ha visto incrementada de forma gradual año tras año, de un 6,1 (2007), a un 6,3 (2008), 6,6 (2009), 6,9 (2010) y 7 (2011).

DISCUSIÓN

Con la implantación de este plan se ha conseguido una cobertura del 90%, considerando que el colectivo destinatario incluye, además de las especialidades previstas en la Resolución [6], las que han ido incluyendo en sus programas formativos estos contenidos y las recomendadas por el grupo de expertos.

Esta cobertura ascendería al 108,3% si se contabilizan solo las especialidades incluidas en la Resolución. Se estima que este incremento se debe al acceso a la formación a residentes que habían iniciado su especialidad con anterioridad a la entrada en vigor de dicha Resolución [6].

Año	Nº cuestionarios cumplimentados	% respuesta
2007	722	76,7%
2008	895	85,2%
2009	1049	91,7%
2010	1068	88%
2011	1241	84,5%
Totales	4975	85,5%

Tabla IV. Porcentaje de cuestionarios de satisfacción de la formación recibida cumplimentados por año

En este estudio no se han podido comparar los resultados obtenidos con los de otras comunidades autónomas, ya que no se han encontrado publicaciones con estos datos. Si bien, con respecto a otras experiencias de formación en radioprotección, hemos encontrado datos que describen una experiencia, basada en las técnicas del *e-learning*, para la formación de nivel avanzado en residentes de radiodiagnóstico [8].

Con respecto a otros países europeos, en el documento realizado por el *European Medical ALARA Network* [9], se recopilan experiencias educativas sobre protección radiológica en diferentes países (Francia, Grecia, España, Austria e Italia), siendo las mismas diferentes en cuanto a población diana y duración. La experiencia española, es la que más se detalla, dividiéndose en enseñanza pregrado y posgrado, y también en médicos intervencionistas y prescriptores. El mismo informe refiere que en mayo del año 2010 la *International Commission on Radiological Protection* (ICRP), presenta en su página web un borrador de informe [10] en el que pone de manifiesto que la educación y formación en PR resulta deficiente en muchos países.

En relación a los resultados de la evaluación de satisfacción obtenidos en el primer año, aunque positivos, han sido ajustados. Se estima que en dichas valoraciones han podido influir varios factores, como por ejemplo, el hecho de que sea una formación obligatoria, que podría haber determinado cierto rechazo, la inexperiencia del primer año, tanto a la hora de planificar como de impartir, la falta de sensibilización sobre la PR en los residentes, y las numerosas actividades incluidas en el plan de acogida de los residentes en el que también se incluyen estos cursos.

En el marco de proceso de mejora continua, al finalizar el primer año, se realizó una metaevaluación del plan, donde participaron todos los agentes implicados para detectar puntos de mejora. Se analizaron, además de las puntuaciones cuantitativas de las evaluaciones, las valoraciones ofrecidas

	2007	2008	2009	2010	2011	Media
Contenido del curso						
Contenidos teóricos impartidos	6,7	6,8	7,1	7,4	7,5	7.1
Contenidos de los casos prácticos	4,5	5,1	5,4	5,7	6,2	5.4
Adecuación de la metodología empleada	6	6,2	6,7	6,9	7	6.6
Aprovechamiento del curso						
Utilidad para su trabajo habitual	5,7	5,8	6,2	6,5	6,6	6.2
Grado de aprendizaje conseguido en el curso	5,8	5,8	6,3	6,5	6,7	6.2
Interés despertado por los temas del curso	5,6	5,7	6,1	6,4	6,5	6.05
Respuesta a las expectativas previas	5,7	5,7	6,2	6,5	6,5	6.12
Documentación y soporte pedagógico						
Adecuación y calidad de la documentación entregada	7	6,5	6,7	7,1	6,8	6.8
Utilidad de la documentación para su trabajo	6,5	6,1	6,5	6,8	6,6	6.5
Adecuación y calidad de los medios técnicos utilizados	6,9	6,9	7,3	7,6	7,5	7.2
Adecuación de los locales empleados	7,8	7,6	7,7	8	8	7.8
Organización del curso						
Información previa sobre el curso	5,8	5,8	6,2	6,3	6,5	6.1
Adecuación del horario	6,3	6,7	7,5	7,6	7,5	7.1
Duración del curso	Adecuada	Adecuada	Adecuada	Adecuada	Adecuada	Adecuada
Valoración global del curso	6,1	6,3	6,6	6,9	7	6.5

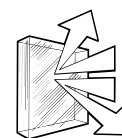
Tabla V. Resultados cuestionario de satisfacción de la formación recibida (años 2007-2011).

por los alumnos en la parte cualitativa del cuestionario, los informes elaborados por los coordinadores de los cursos, las reflexiones de las reuniones del grupo de expertos y las impresiones percibidas por el Área de Formación Especializada como organizador del plan. Los datos recogidos pusieron de manifiesto que el plan hubiera funcionado mejor con mayor información previa, que se lograría con una mayor vinculación de las comisiones de docencia implicadas. Desde el punto de vista de los alumnos y los impartidores, se coincidió en que los contenidos del curso debían ser más prácticos (a pesar de que el objetivo de la Resolución [6] para el nivel básico de primer año era realizar una introducción teórica), dirigidos hacia la actividad cotidiana de los residentes, para sensibilizar sobre la importancia y relevancia que tiene la PR para todos los profesionales sanitarios. Por ello, el grupo de expertos hizo un esfuerzo por incluir mayor contenido práctico en la programación de los contenidos, lo que conllevó una mejora de la valoración de este ítem al final del periodo.

Con esta información, en los años sucesivos se fomentó la comunicación y la participación de los jefes de estudio,

vehiculizando a través de ellos la difusión de los cursos, consiguiendo de esta manera que los residentes tuvieran mayor información previa sobre los mismos y los incluyeran como un elemento más de la formación obligatoria en su periodo de residencia.

Como se puede observar en la Tabla V, los resultados de la evaluación de satisfacción han puesto de manifiesto una mejora constante de la valoración global, debido a la experiencia que se iba adquiriendo tanto a nivel organizativo como docente, adecuando el programa con aspectos más prácticos. Ello se ha conseguido gracias a un ciclo permanente de planificación, acción y reflexión, que ha permitido la mejora de los resultados al haber compartido el aprendizaje continuo y las mejores prácticas entre los centros impartidores dentro del grupo de expertos. Otro factor que puede haber influido de modo significativo, es el énfasis realizado desde el Área de Formación Especializada y las Comisiones de Docencia para concienciar a los participantes sobre la necesidad de dicha formación.



Otro de los aspectos más importantes y novedosos de este plan es la coordinación regional que se ha realizado, que ha posibilitado la optimización de los recursos y llegar a un máximo de destinatarios con un coste mínimo. Podría haber sido un problema el elevado número de participantes en cada curso, sin embargo, no parece ser un determinante negativo de la satisfacción dado que se ha visto incrementada la misma al tiempo que aumentaban los alumnos.

La implantación progresiva de los programas marcados por la Resolución [6] ha estado determinada, fundamentalmente, por los factores siguientes: elevado número de los residentes a formar, dispersión de los mismos distribuidos en centros sanitarios por toda la geografía de la Comunidad de Madrid, falta de sensibilización sobre la PR, falta de previsión presupuestaria para el desarrollo del plan en el momento de publicación de la Resolución, incorporación repentina de una nueva actividad con carácter obligatorio a residentes que iniciaron su especialidad con un programa que no incluía la formación en PR y la necesidad de coordinar los centros y unidades docentes de toda la Comunidad de Madrid.

A pesar de todas las dificultades iniciales, se fueron incluyendo niveles sucesivos del Plan a medida que la organización ha ido incorporando esta actividad de formación en su rutina. En el año 2010 se realizaron cursos del programa de nivel básico para R2-R5 y para el nivel avanzado de las especialidades de Oncología Radioterápica, Radiofarmacia y Medicina Nuclear.

La experiencia ha mostrado unos resultados positivos que reflejan una aceptación, participación y valoración que se ha incrementado año a año desde su inicio.

Por último, resaltar que el plan de PR ha supuesto un hito en la formación de especialistas. La implantación de los programas expuestos en la Resolución Conjunta [6] ha sido un reto tanto para los Servicios de Radiofísica y Protección Radiológica como para el Área de Formación Especializada, que ha puesto en marcha los mecanismos necesarios para garantizar la calidad y adecuación de la formación en este campo para los residentes de la Comunidad de Madrid.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1]. Real Decreto 1132/1990, de 14 de septiembre, por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos. Boletín Oficial del Estado, nº 224, (18 de septiembre de 1990).
- [2]. Real Decreto 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico. Boletín Oficial del Estado, nº 311, (29 de diciembre de 1999).
- [3]. Real Decreto 815/2001, de 13 de julio, sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas. Boletín Oficial del Estado, nº 168, (14 de julio de 2001).
- [4]. Directiva 1997/43/Euratom de Consejo de la Unión Europea, de 30 de junio de 1997, relativa a la protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas, por la que se deroga la Directiva 84/466/Euratom. Diario Oficial nº L 180, (9 de julio de 1997).
- [5]. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud 2006. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 2006.
- [6]. Resolución Conjunta de las Direcciones Generales de Salud Pública y de Recursos Humanos y Servicios Económico-Presupuestarios del Ministerio de Sanidad y Consumo, mediante la que se acuerda incorporar en determinados programas formativos de especialidades en Ciencias de la Salud, Formación en Protección Radiológica. Ministerio de Sanidad y Consumo, (21 de abril de 2006).
- [7]. European Commission. Guidelines on Education and Training in Radiation Protection for Medical Exposures. Radiation Protection 116. European Commission. Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection. Luxembourg, 2000.
- [8]. Puig J. Formación en habilidades complementarias y Radioprotección. Radiología. 2011; 53:220-5.
- [9]. European Medical ALARA Network. EMAN Project. Optimisation of patient and occupational exposure in interventional radiology. EMAN: Febrero 2012. Disponible en: <http://www.eman-network.eu/spip.php?article165> Consultado 21/05/2012.
- [10]. International Commission on Radiological Protection (ICRP). Radiological Protection Education and Training for Healthcare Staff and Students. Draft Report for consultation, ICRP ref 4811-3039-3350, May 2010.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento:

A todos los miembros del grupo de expertos en protección radiológica por su asesoría técnica en materia de protección radiológica para la elaboración del Plan de Formación, así como, por su ayuda para impulsar su implantación y su participación como docentes en el mismo: Leopoldo Arranz, Eva Corredoira, José Miguel Delgado, M^o Carmen Escalada, M^o Luisa España, José Miguel Fernández, Natividad Ferrer, Paula García, Rosa Gilarranz, Miguel Ángel López, M^o Jesús Manzanos, Luis Núñez, Cristina Núñez de Villavicencio, Pilar Olivares, Jorge Ordóñez, M^o Cruz Paredes, Xavier Pifarré, Antonio Serrada, Fernando Sierra, Marina Téllez, Julio Valverde y Eliseo Vaño.

A los jefes de Estudio de los centros y unidades docentes por su colaboración en el desarrollo operativo del plan.

A Concepción Moreno, del Área de Formación Especializada, por su ayuda en la secretaría docente del PFPR.

A la Dirección General de la Agencia Laín Entralgo, por su apoyo y contribución para su financiación y soporte técnico, administrativo y económico del PFPR.

Avances reguladores en el control de la exposición al radón en España

M. García-Talavera, J. L. M. Matarranz, R. Salas, M. T. Sanz y L. Ramos
Consejo de Seguridad Nuclear

RESUMEN

Este trabajo resume la actual regulación española para el control de la exposición al radón en ambientes interiores. La normativa emitida por el CSN al respecto toma en consideración los resultados de los estudios epidemiológicos llevados a cabo en Europa, China y Norteamérica, así como el nuevo enfoque expresado por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en su Statement on Radon aprobado en 2009. Esta normativa se basa en el concepto de «nivel de referencia», que hace énfasis en la optimización, y se fija en 600 Bq m^{-3} para los lugares de trabajo y en 300 Bq m^{-3} para las viviendas. Por otra parte, dado que una herramienta clave para reducir la exposición de la población a este gas es la identificación de zonas con niveles elevados en relación con el promedio nacional, se describe la metodología desarrollada, así como los esfuerzos que se han realizado hasta el momento para delimitar dichas áreas en nuestro país.

ABSTRACT

In this work, we give an overview on the current Spanish framework for the control of indoor radon exposure. CSN legislation is in line with the newest epidemiological evidences from Europe, China and North America and with ICRP new approach on radon. The concept of reference level has been used, with an emphasis on optimisation below it, and values of 600 Bq m^{-3} and 300 Bq m^{-3} for, respectively, workplaces and dwellings have been set. Furthermore, because a key issue in national strategies to reduce radon exposure is the identification of areas most at risk for high levels indoors, we present the methodology followed to identify radon-prone areas in Spain.

INTRODUCCIÓN

La preocupación por el riesgo que representa para la salud la exposición al radón ha ido creciendo en las últimas décadas, reforzada, además, por las conclusiones de los estudios epidemiológicos (*pooled studies*) sobre la exposición doméstica a este gas [1-3]. En Europa, por ejemplo, se estima que el radón es responsable del 9% de los cánceres de pulmón [1]. Las zonas más afectadas por el radón en el continente son las del dominio hercínico, que, en España, aflora principalmente en una gran extensión de la mitad occidental peninsular.

Las recomendaciones internacionales más recientes [4-7] se han adaptado a los hallazgos científicos, y diversos países ya disponen de diferentes instrumentos jurídicos y estrategias para controlar la concentración de radón en los ambientes interiores, tanto en las viviendas como en los lugares de trabajo.

En España, si bien por el momento no existe una política estatal enfocada a minimizar los riesgos para la población, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), en colaboración con otros organismos y universidades, viene desarrollando desde 1989 diferentes actividades enfocadas a un mejor conocimiento de las concentraciones de radón existentes, que redunde en un diseño más eficaz de las estrategias de protección y en una utilización más eficiente de los recursos públicos dedicados a este problema. Además se ha emitido normativa de carácter obligatorio para los lugares de trabajo y recomen-

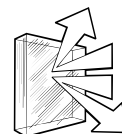
datorio para las viviendas, y se han propuesto metodologías que garantizan la calidad de las mediciones de radón y de los estudios requeridos por el título VII del Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (RPSRI).

Por otro lado, uno de los instrumentos más eficaces para reducir globalmente la exposición de la población al radón es la ejecución, en la fase de construcción de los edificios, de medidas dirigidas a minimizar la entrada de este. En la actualidad, el Ministerio de Fomento ha emprendido, con el apoyo del CSN, las actuaciones necesarias para incluir este tipo de medidas en el Código Técnico de Edificación [8].

En este artículo se presentan las novedades reguladoras en el control de la exposición al radón en España, incluyendo además una serie de trabajos iniciados en relación con la representación geográfica de las concentraciones domésticas de radón, que son complementarios al ámbito normativo.

EL MARCO LEGISLATIVO EN ESPAÑA

La exposición a la radiación ionizante de origen natural debida a actividades laborales no relacionadas con el ciclo del combustible nuclear se incorporó por primera vez a la legislación española mediante el Real Decreto 783/2001 (RPSRI) [9], que transpuso la Directiva europea 96/29/EURATOM [10]. El título VII del RPSRI establece que «la autoridad competente, con el asesoramiento del Consejo de Seguridad Nuclear, requerirá a los titulares de las actividades laborales, –no reguladas en el



apartado 1 del artículo 2–, en las que existan fuentes naturales de radiación, que realicen los estudios necesarios a fin de determinar si existe un incremento significativo de la exposición de los trabajadores o de los miembros del público que no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica».

Entre las actividades a las que atañe el título VII se encuentran aquellas que conllevan un considerable riesgo potencial de exposición al radón y a sus descendientes de vida corta. No obstante, años después de la entrada en vigor del Reglamento, el nivel de cumplimiento del título VII era prácticamente nulo, quedando restringida su aplicación a algunas situaciones particulares. Para contribuir a solventar esa circunstancia, en 2010 se promulgó una modificación del Real Decreto [11] que, por una parte, precisa que «la autoridad competente» son «los órganos competentes en materia de industria de las Comunidades Autónomas» y, por otra, impone a los titulares la obligación tanto de declarar su actividad laboral ante dichos órganos como de realizar los estudios oportunos para estimar el riesgo radiológico existente.

Además, el CSN ha emitido normativa propia dirigida a complementar el Real Decreto desarrollando aspectos que faciliten su aplicación en la práctica y a garantizar la fiabilidad de las actuaciones de evaluación y control del riesgo emprendidas en virtud de este. Dicha normativa comprende la Instrucción IS-33 del Consejo de Seguridad Nuclear [12] y las Guías de Seguridad GS 11.01 [13], GS 11.02 [14] y GS 11.04 [15].

El sistema regulador de protección contra el radón se basa en la aplicación de un nivel de control gradual y en consonancia con el riesgo, así como en el establecimiento de niveles de referencia. El nivel de referencia debe entenderse, conforme a las Recomendaciones de 2007 de la ICRP [16], como un «nivel de dosis o de riesgo que se considera inapropiado superar, y por debajo del cual debe implementarse la optimización de la protección».

Para las viviendas se recomienda un nivel de referencia de 300 Bq m^{-3} [14], mientras que el nivel de diseño recomendado para los edificios de nueva construcción es de 100 Bq m^{-3} , de acuerdo con la recomendación de la Organización Mundial de la Salud [5]. No obstante, dado que la política de salud pública es responsabilidad de las comunidades autónomas, estas, para impulsar que se cumplan las recomendaciones, podrán diseñar distintas estrategias adaptadas a la situación específica de sus territorios.

Para los lugares de trabajo se estipula un nivel de 600 Bq m^{-3} [12], si bien en aquellos de uso residencial, como los hospitales, centros de menores, residencias, etc., se debe cumplir un nivel de 300 Bq m^{-3} , igual al recomendado para las viviendas. El mismo nivel se aplica a los centros de educación infantil, primaria y secundaria [12], con el fin de proteger especialmente a este grupo de población.

La Instrucción IS-33 especifica asimismo las prácticas o actividades laborales cuyos titulares están obligados a acometer los estudios a los que se refiere el título VII del RPSRI en relación con el riesgo de exposición al radón y a sus descendientes de vida corta. Estas prácticas y actividades laborales son, en concreto, las que se desarrollan en:

- Lugares de trabajo subterráneos, incluidos los aparcamientos públicos, el metro, las minas en explotación, las minas-museo, las cuevas turísticas, etc.
- Lugares de trabajo en los que se explotan o tratan aguas de origen subterráneo, como las plantas potabilizadoras de aguas de este origen o los establecimientos termales.
- Todos los lugares de trabajo situados en “zonas identificadas” como de riesgo.

La finalidad principal de los estudios requeridos por el RPSRI es determinar si la concentración media anual de radón a la que están expuestos los trabajadores o el público supera el nivel de referencia estipulado. En el caso de los trabajadores, este nivel define las exposiciones laborales al radón que deben considerarse dentro del sistema de protección radiológica ocupacional.

Dado que el nuevo concepto de nivel de referencia pone especial énfasis en la optimización, los estudios podrán servir, además, para recopilar información que permita identificar o diseñar actuaciones técnicas o administrativas encaminadas a reducir la exposición al radón en el ambiente laboral. Estas actuaciones deben llevarse a cabo siempre que sea razonablemente posible, aún cuando la concentración de radón en el aire sea inferior al nivel de referencia estipulado.

De acuerdo a la Guía GS 11.04, las mediciones en las que se fundamentan los estudios deben hacerse utilizando detectores de trazas o electretes, expuestos durante un periodo mínimo de tres meses (que no incluya la estación estival), salvo en los lugares de trabajo subterráneos, en los que las exposiciones deben abarcar un año completo.

En la fase de diseño se recomienda dividir el lugar de trabajo en zonas de concentración de radón homogéneas (ZH), delimitadas de acuerdo a las características de cada área en relación con la entrada y el transporte del radón (muros, cimentaciones, suelo, tipo de ventilación, temperatura, etc.). Por cada ZH debe colocarse al menos un detector, con un mínimo de dos detectores por lugar de trabajo. En las zonas homogéneas extensas se recomienda colocar en promedio un detector por cada 200 m^2 .

Una pieza fundamental en todo este marco es garantizar la fiabilidad de las medidas de radón que sustenten estos estudios o que, por iniciativa pública o privada, se hagan en las viviendas. Con este objetivo, el CSN publicó en 2009 la Guía de Seguridad 11.01 en la que se establecen los requisitos fundamentales que deben cumplir todas las organizaciones que participen en la caracterización de concentraciones de radón en el aire y, en especial, los laboratorios

de medida (ver Figura 1). Dicha Guía se basa en la norma ISO/IEC 17025:2005 [17] sobre requisitos generales de gestión, e incluye una serie de requisitos técnicos específicos a la medida del radón. No obstante, puesto que su contenido tiene solo carácter recomendatorio, en la actualidad se están analizando distintas posibilidades enfocadas a garantizar que dichas organizaciones tengan en la práctica el nivel de competencia recomendado por la Guía.

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS GEOGRÁFICAS CON CONCENTRACIONES ELEVADAS DE RADÓN

La identificación de las áreas geográficas donde la media de las concentraciones de radón en los edificios supere de manera significativa el promedio nacional es una herramienta básica en cualquier estrategia de ámbito estatal de protección contra este gas. Permite, por un lado, dirigir prioritariamente los recursos públicos a reducir la exposición de los habitantes de estas zonas y, por otro, imponer requisitos reguladores para controlar dicha exposición en los lugares de trabajo. De hecho, la Instrucción IS-33 recoge en su Anexo I la obligación de los titulares de lugares de trabajo situados en «zonas identificadas» de acometer estudios, aunque en ningún documento de tipo legal o normativo aparezca una relación de cuáles son esas zonas.

No existe un consenso internacional para definir las denominadas «zonas propensas al radón» (*radon-prone areas*). Las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica del año 2007, [16] la definen como un área en cuyas edificaciones es probable que la concentración de radón supere el valor medio nacional. En algunos países, como Irlanda o el Reino Unido, la definición se aplica cuando una fracción dada del número total de viviendas de la zona en cuestión excede el nivel de referencia estipulado para viviendas. En España, el CSN está identificando estas zonas estableciendo como criterio que el 10% de sus edificios supere un nivel (en la planta baja o el primer piso) de $300 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$.

El número de medidas de radón en viviendas españolas es muy bajo en comparación con el parque residencial. Consciente del problema, el CSN promovió y financió en 2009 un proyecto llevado a cabo por la Universidad de Cantabria, la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad Autónoma de Barcelona que amplió en casi 6.000 medidas la base de datos disponible, que contaba en esa fecha con unas 8.000 medidas.

Aún así, la densidad de medidas sigue siendo insuficiente para identificar las «zonas propensas al radón» a escala estatal basándose únicamente en la información de las medidas de radón. Ampliar el número de medidas hasta un número y una cobertura del territorio aceptable para este fin



Figura 1: La calibración de los detectores o equipos en una cámara de radón trazada a un laboratorio de referencia y la participación en ejercicios de inter-comparación son imprescindibles para garantizar la calidad de las medidas. En la imagen, cámara de radón de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC).

supondría un esfuerzo difícilmente asumible a medio plazo en términos de coste económico y de tiempo. Como alternativa, el CSN ha desarrollado una metodología que, utilizando otras variables complementarias, ha permitido elaborar un mapa de prácticamente todas las zonas del territorio peninsular en las que es probable que el 10% de los edificios supere el nivel de referencia de $300 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ [14]. En concreto, se han combinado las siguientes fuentes de información:

- La base de datos de radón en viviendas del CSN, que recoge todas las medidas realizadas en proyectos de investigación subvencionados o cofinanciados por el CSN desde principios de los años noventa.
- El mapa de radiación γ natural (MARNA) del CSN.
- Los mapas litoestratoigráfico y metalogenético del Instituto Geográfico y Minero de España (IGME).

El MARNA ya se había utilizado como primera aproximación para elaborar un mapa predictivo de concentración de radón en viviendas que dividía el territorio nacional en tres categorías (0, 1 y 2) de exposición potencial [18]. Este mapa se actualizó después variando los valores de corte de la tasa de exposición empleados para definir las categorías, de manera que se obtuviera una mejor representación de las unidades geológicas y una diferenciación óptima de los valores de concentración de radón medidos en cada una de las áreas definidas en función de la radiación γ [19] (ver Figura 2).

De lo que se trata, sin embargo, es de obtener un mapa basado en medidas reales de radón en viviendas. La concentración de radón en viviendas de un municipio presenta una correlación lineal moderada con la radiación γ promedio [$\ln(GM)$ vs. $R\gamma$: $r=0,61$; $p<0,05$] pero insuficiente para construir un modelo con un poder predictivo aceptable.

No obstante, si ambas variables se tratan como categóricas, el análisis de correspondencias muestra una marca-

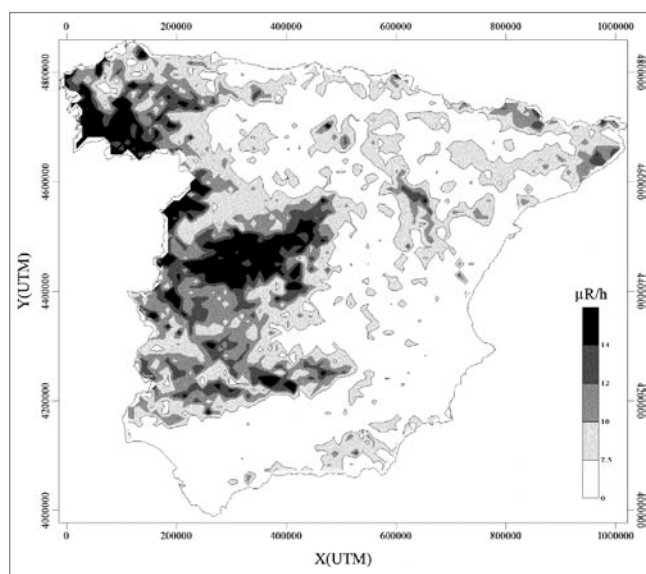
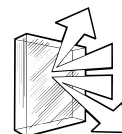


Figura 2. Niveles de tasa de exposición a la radiación gamma natural medidas a un metro del suelo. La línea continua negra delimita las zonas con niveles $>7,5 \mu\text{R/h}$ mientras que las zonas con niveles $>14 \mu\text{R/h}$ aparecen coloreadas en negro.

da asociación. En particular, es muy improbable ($<3\%$) que aquellos municipios con niveles de tasa de radiación $\gamma < 7,5 \mu\text{R/h}$ presenten distribuciones de radón en viviendas con percentiles 90 superiores a 300 Bq/m^3 .

A efectos del mapa, todas estas zonas quedan clasificadas, por tanto, como de «no riesgo». Para el resto, las medidas se agrupan por unidad geológica, y la decisión sobre su clasificación se toma sobre la base de un test de hipótesis sobre el percentil 90 de la distribución de concentraciones de radón correspondiente. El estadístico de contraste es:

$$\bar{T}_{0,90} = \exp(\bar{y} + g'_{(1-\alpha),0,90,n} s_y) = \exp(\bar{y}) \exp(g'_{(1-\alpha),0,90,n} s_y)$$

donde \bar{y} y s_y son la media y la desviación estándar de los n valores transformados $y_i = \ln x_i$ y los factores $g'_{(1-\alpha)}$ pueden encontrarse en la Tabla 1 de la referencia [20].

Para controlar el error tipo β , el número mínimo de medidas para aplicar el test de hipótesis se ha fijado en 27.

Con esto se ha podido clasificar prácticamente todo el territorio peninsular, aunque quedan pendientes algunas unidades litoestratigráficas. Para completar la clasificación de estas unidades y verificar algunas de las hipótesis consideradas en la elaboración del mapa, el CSN tiene previsto subvencionar una nueva campaña de medida. Una vez finalizada, el CSN publicará el mapa resultante junto con una lista de las municipalidades afectadas. El mapa se actualizará periódicamente para incluir las nuevas medidas disponibles, provenientes bien de campañas de medida específicas, o bien de los estudios llevados a cabo en cumplimiento de la legislación.

CONCLUSIONES

La protección de la población contra la exposición al radón, tanto en las viviendas como en los lugares de trabajo, es un asunto poco desarrollado en nuestro país. En los últimos años ha habido avances muy importantes en su regulación, pero existe un desfase muy grande entre la regulación emitida y el cumplimiento de esta. A corto plazo, el CSN tiene pendiente identificar las zonas a las que hace referencia la Instrucción de Seguridad IS-33 y establecer algún mecanismo de control que, más allá de las recomendaciones de la Guía 11.01, garantice la competencia de todos los laboratorios implicados en la medida del radón en aire.

Es, además, fundamental complementar la legislación con instrumentos dirigidos a informar y concienciar al público de la magnitud del problema y a fomentar las iniciativas de protección individuales.

REFERENCIAS

- 1) Darby S. et al., 2005. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *British Medical Journal*, 330(7485), 223-227.
- 2) Lubin J. H. et al., 2005. Adjusting lung cancer risks for temporal and spatial variations in radon concentration in dwellings in Gansu Province, China. *Radiation Research*, 163, 571-579.
- 3) Krewski D. et al., 2005. Residential radon and risk of lung cancer: a combined analysis of 7 North American case-control studies. *Epidemiology*, 16, 137-145.
- 4) ICRP Statement on Radon. Approved by the Commission in November 2009. ICRP Ref 00/902/09
- 5) WHO Radon Handbook 2009, www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/index1.html
- 6) OIEA, 2011. Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad. (Edición Provisional).
- 7) UE, 2010. Draft European Basic Safety Standards Directive – Version 24
- 8) Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE n.º 74 de 28 de marzo de 2006).
- 9) Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, BOE n.º 178 de 26 de julio de 2001.
- 10) Council Directive 96/29 Euratom Laying Down Basic Standards for the Health Protection of the General Public and Workers Against the Dangers of Ionising Radiation. OJ L159.
- 11) Real Decreto 1439/2010, de 5 de noviembre, BOE n.º 279 de 18 de noviembre de 2010.
- 12) CSN Instrucción IS-33 sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural. BOE n.º 22 de 26 de enero de 2012.
- 13) CSN GS 11.01, 2010. Directrices sobre la competencia de los laboratorios y servicios de medida de radón en el aire.
- 14) CSN GS 11.02, 2012. Control de la exposición a fuentes naturales de radiación.
- 15) CSN GS 11.04, 2012. Metodología para la evaluación de la exposición al radón en los lugares de trabajo.
- 16) ICRP 2007. Las recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. ICRP Publicación 103.
- 17) ISO/IEC 17025:2005. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
- 18) Matarranz, J. L., 2004. Concentraciones de radón en viviendas españolas. Otros estudios de radiación natural. Informes Técnicos CSN.
- 19) García-Talavera, M. et al., 2013. El mapa predictivo de exposición al radón en España. Informes Técnicos CSN.
- 20) Odeh, R.E. y Owen D.B., 1980. Tables for Normal Tolerance Limits, Sampling Plans, and Screening, Nueva York: Marcel Dekker, Inc.

Aplicación de la Norma ISO 28218 a la intercomparación nacional de contadores de radiactividad corporal de las centrales nucleares españolas y Tecnatom

J. F. Navarro¹, B. Pérez¹, M. A. López¹, T. Navarro¹, I. Amor²,
M. L. Tormo², I. Sierra¹ y C. Hernández¹

¹Servicio de Dosimetría Personal Interna – Unidad de Dosimetría de Radiaciones (Ciemat)
²Consejo de Seguridad Nuclear

RESUMEN

La vigilancia ocupacional de trabajadores expuestos con riesgo de contaminación interna en las centrales nucleares españolas tiene que ser autorizada y auditada por el organismo regulador nacional que establece los controles y requerimientos técnicos necesarios para garantizar su correcta implementación. Para llevar a cabo este objetivo, el CSN (Consejo de Seguridad Nuclear) ha organizado, con el apoyo técnico y logístico del Laboratorio del CRC (Contador de Radiactividad Corporal) perteneciente al DPI (Servicio de Dosimetría Personal Interna) del Ciemat, un ejercicio de intercomparación para la medida in vivo de la contaminación interna de radionucleidos emisores gamma en organismo total y radioyodo en tiroides. Este documento describe la metodología seguida para implementar dicho ejercicio y el análisis de los resultados obtenidos por los servicios participantes de acuerdo a los parámetros de calidad definidos en la norma ISO/IEC 28218 (2010) "Performance Criteria for Radiobioassay".

ABSTRACT

The surveillance of workers occupationally exposed to internal contamination in Spanish nuclear power plants (NPP) has to be licensed and authorised by the national regulatory authority which establishes all the controls and technical requirements to be accomplished by internal dosimetry services. To fulfil this purpose, the Spanish Nuclear Safety Council (CSN) and the Whole Body Counting laboratory (WBC) of Internal Dosimetry Service (IDS) of CIEMAT (centre of reference in Spain for internal dosimetry) have organised an intercomparison exercise for the in vivo measurements of gamma-emitting radionuclides in total body and radioiodine in thyroid. This paper describes the methodology followed for implementing this exercise and the subsequent analysis of the results according to performance criteria parameters defined in ISO/IEC 28218.

INTRODUCCIÓN

Desde el año 1999, el Laboratorio del CRC (Contador de Radiactividad Corporal) del Servicio de Dosimetría Personal Interna del Ciemat (DPI-Ciemat) y el CSN (Consejo de Seguridad Nuclear), colaboran en el desarrollo de ejercicios de intercomparación entre los SDPI (Servicios de Dosimetría Personal Interna) de las centrales nucleares españolas y de Tecnatom para la medida *in vivo* de la contaminación interna debida a radionucleidos emisores gamma en organismo total o radioyodos en tiroides. El principal objetivo de este tipo de ejercicios es verificar y validar la calidad de las capacidades (procedimientos de medida, metodología de calibración, herramientas de espectrometría gamma, etc.) implementadas en los SDPI de acuerdo a los estándares internacionales de calidad vigentes. La norma ISO/IEC 28218 *Performance Criteria for Radiobioassay* [1], aprobada en el año 2010, establece recomendaciones y requerimientos técnicos en esta materia. Los laboratorios del Servicio de Dosimetría Personal Interna del Ciemat ya aplican esta norma en los procedimientos implementados en sus instalaciones [2]. En la presente intercomparación se contó con la participación de los ocho

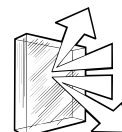
SDPI de las centrales nucleares españolas y Tecnatom. El CRC (DPI-Ciemat) se encargó de elaborar el protocolo de medidas enviado a los participantes, de la fabricación de maniqués activos simuladores del cuerpo humano y del cuello. Asimismo, llevó a cabo el análisis final de los resultados y contribuyó a la elaboración de las propuestas de acciones para mejorar el sistema de calidad implementado en los servicios.

METODOLOGÍA

El ejercicio de intercomparación consideró dos geometrías de contaje para ser analizadas en los sistemas de detección de los SDPI participantes: medida *in vivo* de radionucleidos emisores gamma en cuerpo entero y medida *in vivo* de radioyodo en tiroides (Figuras 1a y 1b), de acuerdo a un protocolo técnico de medidas común [3].

El desarrollo de dicho protocolo consistió en el chequeo de los siguientes procedimientos:

- Control de calidad de la instrumentación de los SDPI previo a la realización de medidas rutinarias.
- Registro y análisis del fondo radiactivo ambiental.
- Análisis cualitativo y cuantitativo de radionucleidos en maniqués activos simuladores del organismo total y de la glándula



tiroidea en las geometrías de contaje definidas en el ejercicio.

- Determinación de los parámetros "Precisión" y "Exactitud" (*Repeatability and Relative Bias*) de las medidas realizadas en el ejercicio de intercomparación, de acuerdo a la norma ISO/IEC 28218 *Performance criteria for radiobioassay*.
- Medida de una persona blanco (individuo no contaminado) para la estimación de ⁴⁰K en el cuerpo humano.
- Sensibilidad de los sistemas de detección mediante el cálculo de los límites de detección.

La valoración de los resultados de la intercomparación y el establecimiento de los criterios de aceptación de dichos resultados para el análisis cuantitativo (determinación de la actividad medida en los diferentes ensayos realizados) se realizaron conforme a los parámetros de estudio "Exactitud" (desviación respecto al valor real de la Actividad) y "Precisión" (reproducibilidad) definidos en la norma ISO 28218.

Exactitud (B_r)

$$B_{ri} = \frac{A_i - A_{ai}}{A_{ai}} \quad B_r = \sum_{i=1}^n \frac{B_{ri}}{n}$$

Donde:

A_i = Actividad (Bq) medida en i-ésima medida de intercomparación.

A_{ai} = Actividad oficial proporcionada por el Laboratorio del CRC (DPI-Ciemat).



Figura 1a. CRC Quicky Helgesson SS



Figura 1b. CRC DIYS Helgesson SS

B_{ri} = Bias relativo a la i-ésima medida de intercomparación.

B_r = Promedio de los valores B_{ri} individuales.

n = número de medidas.

Precisión (S_{Br})

En ejercicios de intercomparación y como parte del control de calidad de un determinado laboratorio, la reproducibilidad de un resultado en un proceso de medida determinado

$$S_{Br} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (B_{ri} - B_r)^2}{(n-1)}}$$

Criterios aceptables para Exactitud (B_r) y Precisión (S_{Br}).

Exactitud..... [-0.25, + 0.50]^(a)

Precisión..... < 0.4

(a) Cuando $A_{ai} > MTL$, siendo MTL = Minimum Testing Level: Cantidad de material radiactivo que el laboratorio debe ser capaz de medir para participar en un ejercicio de intercomparación, teniendo en cuenta que en las muestras no existen interferencias con otros radionucleidos, salvo que se indique específicamente.

MATERIALES

Previo al desarrollo del ejercicio de intercomparación, se prepararon en los laboratorios del DPI del Ciemat los maniqués activos simuladores de contaminación interna en organismo total (maniquí BOMAB) y en tiroides (maniquí ANSI tiroideo).

Maniquí BOMAB (BOTTle Manikin ABSorption Phantom)

Este maniquí simula el hombre de referencia definido en ICRP 89 [4]. Consiste en 10 piezas de material plástico equivalente a tejido rellenas con material radiactivo en una solución de agua destilada en medio ácido con objeto de asegurar una distribución homogénea de la actividad. El laboratorio de Bieliminación del DPI del Ciemat ha realizado el llenado del maniquí de acuerdo a las especificaciones de la norma ANSI/HPS N13.35 [5] (Figura 2).

Uno de los principales objetivos del ejercicio fue la evaluación del software de espectrometría gamma utilizado por los



Figura 2. Llenado y validación del maniquí BOMAB en los laboratorios del DPI.

Radionucleido	T _{1/2}	Energía (keV)	I _e (%)	A _{ai} (kBq)
⁵⁷ Co	271.40 d	122.06	85.60	20
¹³⁷ Cs	30.13 y	661.65	85.00	20
⁵⁴ Mn	312.16 y	834.85	99.98	20
⁸⁸ Y	106.63 d	898.04	94.00	15
⁶⁰ Co	5.27 y	1173.24	99.90	20
⁶⁰ Co	5.27 y	1332.50	99.98	20
⁸⁸ Y	106.63 d	1836.06	99.33	15

Tabla I. Cóctel de Calibración BOMAB: medida in vivo en organismo total.

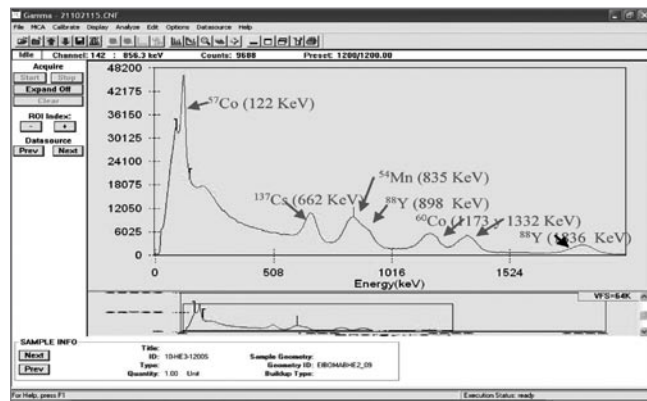


Figura 3. Espectro BOMAB (CRC/DPI-Ciemat).

SDPI participantes en la intercomparación (resolución de espectros complejos, multipletes, evaluación de diferentes escenarios de contaminación, etc.). Para lograr este objetivo, se propuso un cóctel de radionucleidos con diferentes valores de actividad y líneas de energía en el rango operativo de los sistemas de detección chequeados (Tabla I). El espectro resultante (Figura 3) presentaba una notable complejidad marcada por la proximidad de las líneas energéticas del ⁵⁴Mn (834 KeV) y del ⁸⁸Y (898 KeV).

Maniquí tiroideo simulando contaminación interna en la glándula

El ¹³¹I es un radionucleido de gran interés en la exposición ocupacional de los trabajadores de las centrales nucleares. La medida in vivo en tiroides es el mejor procedimiento para estimar incorporaciones internas de este radionucleido. Debido al corto periodo de semidesintegración del ¹³¹I (T_{1/2}=8 días), en ejercicios de intercomparación se suele usar ¹³³Ba (Figura 4) para simular ¹³¹I por su largo periodo de semidesintegración (T_{1/2}=10 años) y similar espectro en energías (Tabla II).

Para evaluar la competencia de los SDPI en la medida in vivo de contaminación en tiroides, se utilizó un maniquí ANSI simulando el cuello y la tiroides del individuo con dos viales de 20 ml. conteniendo ambos una solución estándar de

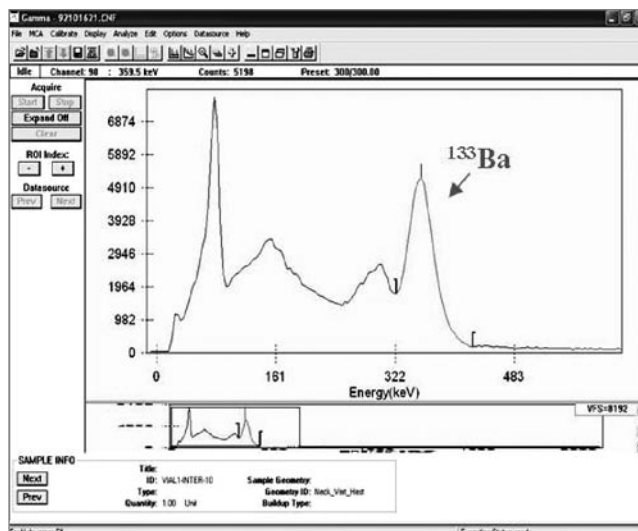


Figura 4. Espectro de ¹³³Ba (CRC/DPI-Ciemat).

Radio-nucleido	T _{1/2}	E (keV)	I _e (%)	Radio-nucleido	T _{1/2}	E (keV)	I _e (%)
¹³¹ I	8 d	80.2	2.60	¹³³ Ba	10.5 y	81.0	36.00
		284.3	6.10			276.0	7.00
		364.5	81.20			356.0	62.00
						383.9	8.94

Tabla II. ¹³¹I y ¹³³Ba: Datos nucleares.

¹³³Ba de actividad desconocida y valores distintos simulando diferentes escenarios de contaminación.

DESARROLLO DEL EJERCICIO

Cada SDPI recibió los maniqués para su medida de acuerdo al periodo de tiempo asignado en el protocolo. El Laboratorio del CRC se encargó de organizar el transporte del material radiactivo a las instalaciones. Los ejercicios de la intercomparación se llevaron a cabo en presencia de al menos un técnico del Ciemat y un inspector del CSN. Una vez finalizado el ejercicio, los participantes entregaron los registros asociados a las medidas realizadas (controles de calidad de la instrumentación, fondo ambiental, medidas de exactitud y precisión, etc.). Cada participante dispuso de dos meses para enviar el protocolo con el análisis de los resultados obtenidos.

Con objeto de garantizar la confidencialidad de los datos de los Servicios participantes, cada SDPI fue identificado con un código numérico aleatorio.

RESULTADOS

Siguiendo el protocolo de intercomparación, se realizaron cinco medidas del maniquí BOMAB en condiciones de rutina de acuerdo a los procedimientos de los servicios participantes y a las geometrías definidas (CRC modelo QUICKY en geometría

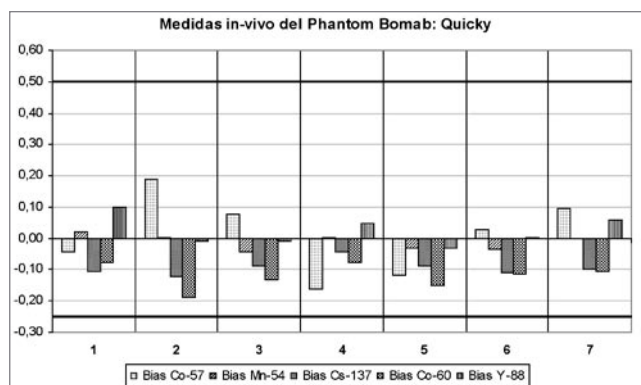
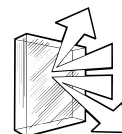


Figura 5. Medidas de BOMAB en contadores QUICKY: análisis de exactitud.

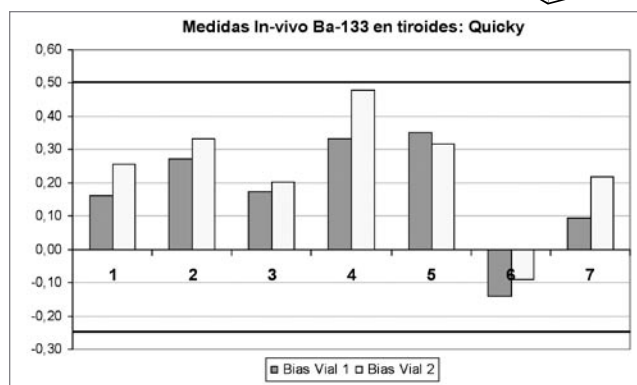


Figura 7. Medidas de tiroides en contadores QUICKY: estudio de exactitud.

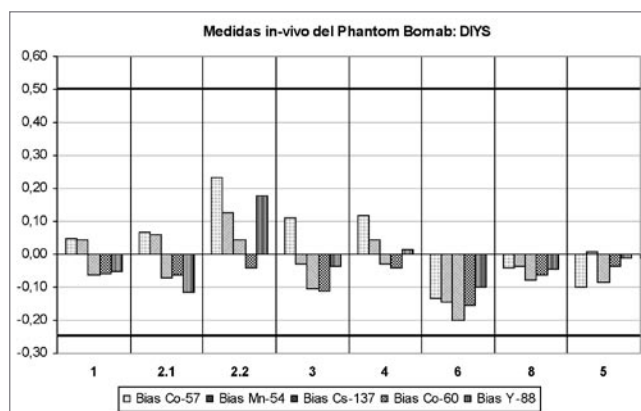


Figura 6. Medida de maniquí BOMAB en contadores DIYS: análisis de exactitud.

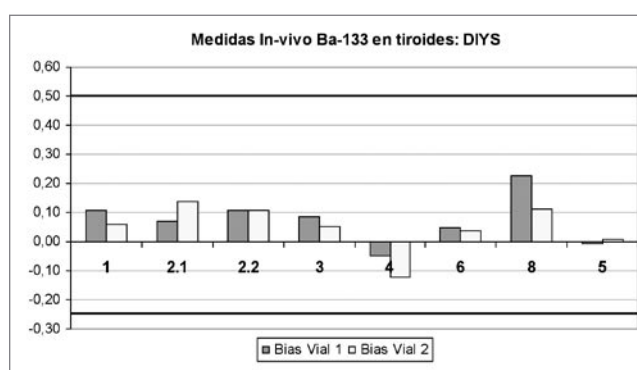


Figura 8. Medidas de tiroides en contadores DIYS7: estudio de exactitud.

de pie y CRC modelo DIYS en geometría decúbito supino). El laboratorio del CRC del Ciemat llevó a cabo el análisis de los parámetros "exactitud" (Figura 5 y 6) y "precisión" de los resultados enviados por los participantes. Todos los servicios presentaron resultados conformes a los criterios de aceptación definidos en la norma ISO 28218 para dichos parámetros, siendo de especial interés el buen comportamiento del software de espectrometría en la resolución de multipletes complejos (^{54}Mn y ^{88}Y). En cuanto a la geometría de medida *in vivo* de radioyodo en tiroides, se realizaron cinco medidas del maniquí tiroideo ANSI con cada uno de los viales de ^{133}Ba . Los resultados enviados por los participantes fueron conformes a los criterios de aceptación de los parámetros de estudio (exactitud y precisión) (Figuras 7 y 8).

CONCLUSIONES

El Consejo de Seguridad Nuclear ha organizado, con el apoyo técnico y logístico del Laboratorio del Contador de Radiactividad Corporal perteneciente al DPI (Servicio de Dosimetría Personal Interna) del Ciemat, un ejercicio de intercomparación para la medida *in vivo* de la contaminación interna de radionucleidos emisores gamma en organismo total y radioyodo en tiroides. Se ha aplicado la norma ISO

28218 Performance Criteria for Radiobioassay para la evaluación de los resultados. Dichos resultados fueron conformes a los criterios de aceptación de los parámetros estudiados. El informe final del ejercicio de intercomparación realizado se presentó en el salón de actos del Consejo de Seguridad Nuclear el 6 de abril de 2011 [6].

REFERENCIAS

- [1]. International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission. "Performance criteria for Radiobioassay". ISO/IEC 28218:2010.
- [2]. J.F. Navarro, B. Pérez, M.A. López "Implementación de la norma ISO/IEC 28218 en el sistema de gestión de calidad del laboratorio del CRC del CIEMAT". II Congreso SEFM-SEPR Sevilla 2011.
- [3]. M.A. López, J.F. Navarro, T. Navarro "Protocolo de Intercomparación del Ejercicio: Medida In vivo de Radionucleidos Emisores Gamma en Organismo Total y Radioyodo en Tiroides". Ref. CIEMAT/DR/DPI/11/2009.
- [4]. ICRP 89 "Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection. Reference values". Annals of the ICRP. vol 32.No 3-4(2002).
- [5]. ANSI/HPS N.13.35 1999 "Specification for the Bottle Maniquin Absortion Phantom".
- [6]. M.A. López, J.F. Navarro, T. Navarro "Intercomparación Nacional de Servicios de Dosimetría Personal Interna de las Centrales Nucleares Españolas y las unidades de emergencia de TECNATOM: Medida in vivo de emisores gamma en organismo total y radioyodo en tiroides" Informe final. Jornada técnica CSN (2011).

Elaboración de un mapa de radiación ambiental en Aragón

H.I. Calvete¹, J.A. Carrión², C. Galé¹, B. García², E. García³, R. Núñez-Lagos², C. Pérez², J. Puimedón³, S. Rodríguez², P. Sánchez², M.L. Sarsa³, J.A. Villar³, A. Virto²

¹Departamento de Métodos Estadísticos

²Laboratorio de Bajas Actividades

³Laboratorio de Física Nuclear y Astropartículas
Universidad de Zaragoza

RESUMEN

Se presentan en este artículo los niveles de radiación ambiental obtenidos en diversos emplazamientos representativos de las 33 comarcas en las que se distribuye la Comunidad Autónoma de Aragón (España). La medida de la dosis se ha llevado a cabo mediante dosímetros termoluminiscentes (TLD) durante un periodo de cuatro años (2008-2012). Se ha obtenido un valor medio de la dosis equivalente ambiental $H^*(10)$ en Aragón de 0,82 mSv/año. Este trabajo ha sido financiado en el marco de dos convocatorias bianuales de proyectos de investigación del Gobierno de Aragón y la Obra Social de La Caixa., GA-IC-014/2008 y GA-IC-035/2010

ABSTRACT

This paper presents the results of the measurements of the environmental radioactivity levels obtained in selected locations of the 33 administrative divisions of the Autonomous Region of Aragón (Spain). The ambient dose levels have been recorded by using thermoluminescent dosimeters (TLD) during a period of four years (2008-2012). The average ambient dose equivalent $H^*(10)$ level in Aragón is 0.82 mSv/year. This research has been supported by the Aragón Government and the Obra Social de La Caixa under the grants GA-IC-014/2008 and GA-IC-035/2010.

INTRODUCCIÓN

La radiación debida a la radiactividad natural es un fenómeno inherente al medioambiente. No hay lugares exentos de radiación y todos los materiales existentes, tanto naturales como artificiales son, en mayor o menor medida, radiactivos. Además, la radiación cósmica somete a nuestro planeta a un continuo baño de radiaciones. De esta manera, los principales componentes de la radiación ambiental –a un metro del suelo– son debidos esencialmente a los radionúclidos presentes en el ambiente (terreno, agua y aire) y a los efectos de la radiación cósmica.

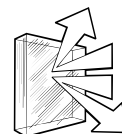
Desde el punto de vista de la dosis acumulada, puede decirse que, en la práctica, sólo las radiaciones beta y gamma son significativas para la exposición externa, pues la radiación alfa se absorbe en pequeñísimos espesores de materia y únicamente resulta peligrosa en el caso de una eventual incorporación. Por otro lado, la componente beta tiene muy corto alcance y, en consecuencia, sólo es relevante si las fuentes se encuentran muy cercanas. En estas condiciones, puede decirse que la radiación gamma es la única que

resulta relevante para la evaluación de la dosis equivalente ambiental $H^*(10)$.

En este artículo se presentan los primeros resultados de un proyecto de investigación iniciado en 2008 cuyo objetivo era conocer los niveles medios de radiación ambiental existentes en la Comunidad Autónoma de Aragón. Su principal interés radicaba en el hecho de que, hasta ese momento, no se habían realizado medidas sistemáticas de tales niveles y, menos aún, abarcando el amplio y heterogéneo territorio aragonés.

El proyecto contempló, además, una faceta formativa. Una vez seleccionado cada uno de los emplazamientos en los que se iban a realizar las medidas, se escogían uno o varios centros educativos locales a los que se ofrecía colaborar en el proyecto, tanto en la realización sistemática de las medidas como en su posterior interpretación. Esta colaboración se complementaba con la eventual impartición de conferencias sobre temas relativos al proyecto por parte de los miembros del equipo investigador.

En cuanto a su planteamiento, el proyecto global se estructuró en dos fases operativas de dos años de duración cada



una. La primera tenía como objetivo crear el germen de lo que a largo plazo podría constituir un sistema automático de medida, monitorización y control de la radiación ambiental en la Comunidad Autónoma de Aragón, proporcionando información relevante sobre los niveles de radiación en la atmósfera. A lo largo de esta primera fase se tomaron medidas de radiación ambiental en 27 localidades mediante la utilización de dosímetros termoluminiscentes. En la segunda fase se amplió el número de puntos de medida hasta un total de 46 localidades con el fin de cubrirla mayor superficie posible del amplio territorio aragonés y que de esta manera el mapa final de radiación ambiental fuese suficientemente representativo. También en esta fase se incrementó el número y el tipo de muestras (suelo y agua) en aquellos lugares que por sus características específicas, y también a la vista de los resultados de las medidas realizadas en la primera fase, precisaban de un estudio más detallado. En total, a lo largo de los casi cuatro años de duración del proyecto, se llevaron a cabo 6.448 medidas.

RADIACIÓN NATURAL

Como se ha indicado anteriormente, al medir la radiación ambiental hay que tener en cuenta que, a efectos de dosis equivalente ambiental $H^*(10)$, los principales componentes de la radiación natural a un metro del suelo son los debidos a radiaciones beta y gamma. Por otro lado, teniendo en cuenta que la componente beta tiene un alcance muy reducido, es la radiación gamma la que resulta más importante desde el punto de vista de la exposición externa. Todos estos datos se encuentran resumidos en la Tabla I [1].

A partir de esta tabla, un cálculo simple permite garantizar que el hecho de asimilar los valores de la radiación ambiental a los de su principal componente, la radiación gamma, no resta representatividad a las medidas.

Radiación	Fuente	Flujo ($\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Tasa de Kerma en aire (nGy/h)
Beta	Radón en aire	$\approx 10^{-3}$	≈ 1
Beta	Terreno	$\approx 10^{-2}$	10
Beta	Radiación cósmica	6×10^{-3}	6
Gamma	Radón en aire	0,3	2
Gamma	Terreno	6	40
Gamma	Radiación cósmica	$\approx 10^{-1}$	0,5

Tabla I. Principales componentes de la radiación natural a un metro del suelo.

DOSÍMETROS TERMOLUMINISCENTES (TLD)

Las medidas se han llevado a cabo mediante dos modelos diferentes de dosímetros TLD (UD-802A y UD-812-A14), ambos de la marca Panasonic. Cada uno de estos dosímetros consta de cuatro cristales independientes alojados en una placa soporte con blindajes específicos para poder diferenciar las distintas radiaciones incidentes en función de su naturaleza y de su energía. Concretamente, en el modelo UD-802A, dos de sus elementos (E1 y E2) son cristales de $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, mientras que los otros dos (E3 y E4) son cristales de CaSO_4 . El modelo UD-812-A14 contiene, sin embargo, cuatro cristales de CaSO_4 . Hay que tener en cuenta que los cristales de $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ son sensibles a la radiación gamma de baja energía, radiación beta, rayos X y neutrones de baja energía, mientras que los de CaSO_4 son muy sensibles a la radiación gamma y se utilizan para la evaluación de bajas dosis, como es el caso de la radiación ambiental. En la Tabla II [2] se resumen las principales características de ambos tipos de dosímetros.

Teniendo en cuenta la diferente estructura de estos dos tipos de dosímetros y que son los cristales de CaSO_4 los que permiten una medida más significativa de las bajas dosis de radiación gamma, en el caso de los dosímetros UD-802A, únicamente se han considerado los valores obtenidos por los elementos E3 y E4 mientras que en los UD-802-A14 se han tenido en cuenta los cuatro elementos.

Dosímetro	Elemento	Cristal	Blindaje	Rango
UD 802A	E1	$\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$	Plástico 14 mg/cm ²	Radiación β Radiación γ Rayos X
	E2	$\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$	Plástico 160 mg/cm ²	β energéticos γ 10 keV-10 MeV Rayos X
	E3	CaSO_4	Plástico 160 mg/cm ²	γ 25 keV -70 MeV
	E4	CaSO_4	Plomo 0,7 mm	γ 25 keV -10 MeV
UD 812-A14	E1	CaSO_4	Plástico 14 mg/cm ²	Radiación β Rayos X γ 10 keV-10 MeV
	E2	CaSO_4	Plástico 160 mg/cm ²	γ 25 keV-10 MeV
	E3	CaSO_4	Plástico 160 mg/cm ²	γ 25 keV -10 MeV
	E4	CaSO_4	Plomo 0,7 mm	γ 25 keV -10 MeV

Tabla II. Principales características de los dosímetros TLD Panasonic UD-802A y UD-812-A14.

Los emplazamientos seleccionados para las medidas se encontraban al aire libre y estaban expuestos a las inclemencias del tiempo durante periodos prolongados. Por este motivo, los dosímetros se colocaron en todos los casos dentro de una bolsa hermética de plástico opaco y resistente en lugares alejados de edificaciones y a un metro del suelo. Dependiendo del tipo de dosímetro, el número de éstos en cada bolsa fue diferente: cuatro en el caso de los UD-802A y tres para los UD-812-A14 (8 y 12 elementos sensibles a la radiación gamma, respectivamente). Después de, aproximadamente, sesenta días –periodo que se adoptó como unidad de tiempo para todas las medidas–, se cambiaban los dosímetros y se enviaban al laboratorio de la Universidad de Zaragoza para su análisis. En cada envío de nuevos dosímetros a los centros educativos se incluía un dosímetro adicional, denominado de transporte, que era devuelto con los dosímetros que se acababan de sustituir. La medida del dosímetro de transporte permitió determinar la dosis acumulada durante el tiempo transcurrido en la ida y vuelta de los dosímetros desde el laboratorio hasta cada emplazamiento que fue restada de la dosis total acumulada. Posteriormente, los resultados obtenidos para cada emplazamiento eran normalizados a periodos de 30 días y se introducían en una base de datos diseñada al efecto.

La lectura de los dosímetros se realizó con un equipo Panasonic UD-716 que lleva a cabo automáticamente una serie de correcciones previamente establecidas en función del tipo de dosímetro y del tipo de medida a realizar. En particular, tiene en cuenta la calibración previa de cada uno de los cuatro cristales de cada dosímetro para así considerar su comportamiento individualizado. Además, el equipo realiza, también automáticamente, la conversión del número de cuentas de cada cristal a valores de dosis (μSv , mSv o R), por lo que el resultado final suministrado puede utilizarse directamente. En este trabajo concreto la calibración del lector se llevó a cabo con dosímetros irradiados a $1,21 \text{ mSv}$ ($H^*(10)$)[3].

CARACTERÍSTICAS DE LAS MEDIDAS REALIZADAS

Teniendo en cuenta que, por las características del cristal y de su blindaje, en los dosímetros UD-802A, el elemento E1 registra tanto betas como gammas mientras que el elemento E4 registra únicamente radiación gamma, la diferencia entre los valores obtenidos por E1 y por E4 proporciona información sobre la radiación beta acumulada

En el conjunto de medidas realizadas, los resultados que se obtienen para la radiación β son, en general, o negativos o,

en caso de ser positivos, su incertidumbre es incluso superior al propio valor obtenido, corroborando una vez más que la dosis acumulada tiene su origen fundamentalmente en la radiación gamma. Por ello, en nuestras medidas se han tenido en cuenta únicamente las lecturas de los elementos E3 y E4.

Si, además, se tiene en cuenta que el elemento E4 tiene un blindaje de plomo, la radiación gamma de baja energía sólo podrá ser medida por el elemento E3, por lo que el valor del cociente $C = E_3/E_4$ puede ser un indicador consistente de la radiación gamma de baja energía detectada. En la Figura 1 [4] se presenta el valor de C en función de la energía de los fotones medidos.

Nuestros resultados experimentales indican que el valor de C nunca es superior a 2, es decir, que la radiación medida corresponde principalmente a gammas de alta energía (superior a 150 keV) y por ello puede considerarse que las medidas realizadas con ambos elementos, E3 y E4, en el caso de los dosímetros UD-802A, son equivalentes. Algo análogo ocurre con los cuatro elementos de los dosímetros UD-812-A14.

En estas condiciones, la dosis media ambiental $H^*(10)$ en una localidad en el periodo de tiempo que han estado expuestos los dosímetros (aproximadamente 60 días), se ha calculado como el promedio de las lecturas de los correspondientes elementos de los dosímetros, una vez restadas las lecturas del dosímetro de transporte, asociándole una incertidumbre calculada por la desviación típica experimental [5].

Como en cada localidad, en el transcurso del tiempo, se han realizado varias medidas, el valor medio de la dosis ambiental se ha determinado como la media ponderada de las mismas. Se calcularon también las desviaciones estándar externa e interna y se aceptó como valor de la incertidumbre de la dosis el mayor valor de estas desviaciones [6].

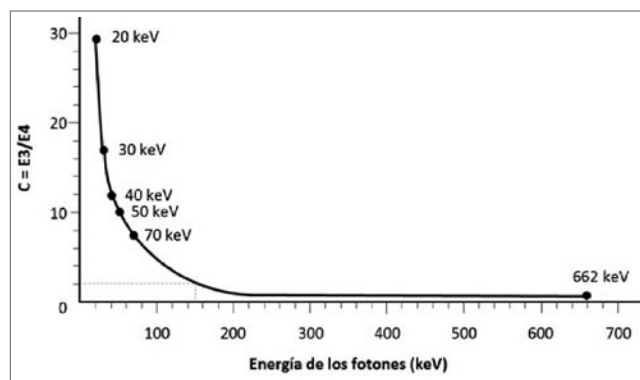


Figura 1. Relación entre $C=E_3/E_4$ y la energía de los fotones.

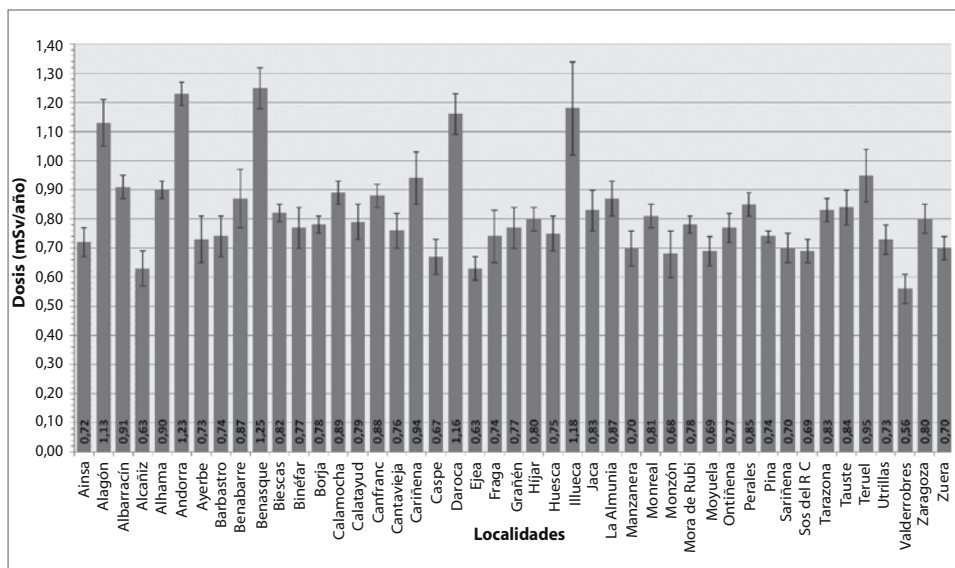
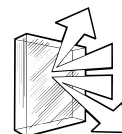


Figura 2. Valores medios de la dosis equivalente ambiental $H^*(10)$ en Aragón (en mSv/año).

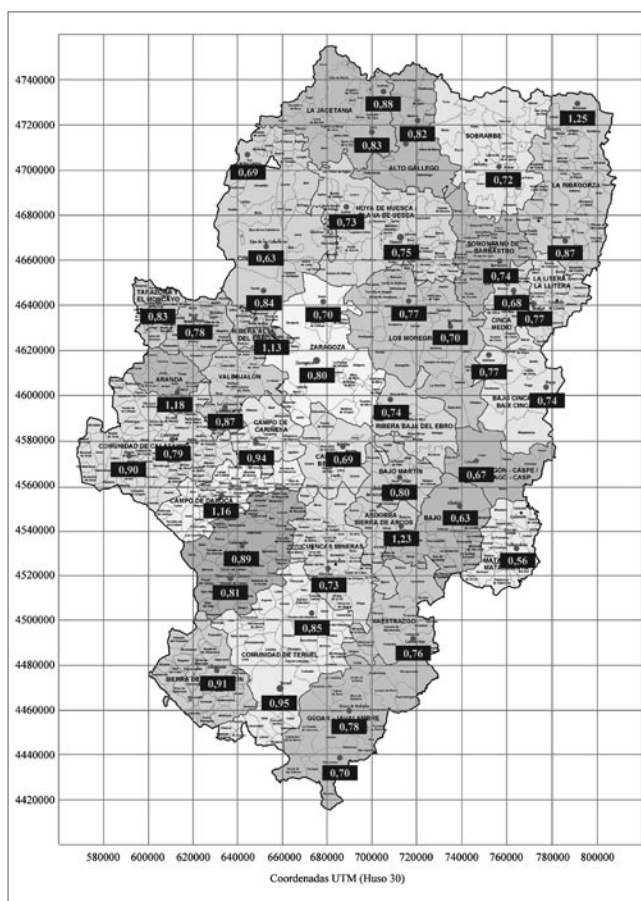


Figura 3. Valores medios de la dosis equivalente ambiental $H^*(10)$ en Aragón (en mSv/año).

RESULTADOS

El análisis de las 6.448 medidas realizadas ha proporcionado el resultado que, en forma de histograma, se presenta en la Figura 2 para las diferentes localidades en las que se realizaron las medidas. Como era previsible, se aprecian variaciones en las dosis de unos lugares a otros (entre 0,56 y 1,25 mSv/año), siendo el valor medio en Aragón del orden de 0,82 mSv/año. Sólo algunos casos aislados presentan un nivel de radiación claramente por encima de la media nacional. El resto, salvo alguna excepción que es preciso analizar con más detalle así co-

mo realizar el estudio de posibles efectos estacionales, presentan unos valores cuya variabilidad puede justificarse, en general, por la propia orografía y la composición del terreno y están en concordancia con los niveles reflejados en el mapa de radiación gamma obtenido en el proyecto MARNA [1] por el Consejo de Seguridad Nuclear. Estos valores medios se presentan también en la Figura 3 superpuestos, en los emplazamientos de medida, sobre el mapa de la Comunidad Autónoma de Aragón.

CONCLUSIONES

Se ha realizado, por primera vez, un mapa de la radiación ambiental en la Comunidad Autónoma de Aragón. En general, el promedio obtenido en las distintas localidades es inferior a la media nacional y oscila entre un mínimo de $0,56 \pm 0,05$ mSv/año para Valderrobres en la Comarca del Matarraña y un máximo de $1,25 \pm 0,07$ mSv/año para Benasque en la Comarca de La Ribagorza. Los valores medios de las dosis están en concordancia con los resultados del proyecto MARNA.

REFERENCIAS

- [1] Proyecto Marna. Mapa de radiación gamma natural. Colección informes técnicos 5.2000. CSN
- [2] UD-8xx TLD Specifications. Dosimetry Resources Industrial, Inc. 2008.
- [3] ISO 4037-3: 1999. X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters for determining their response as a function of photon energy. Part3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence.
- [4] Manual de usuario Equipos TLD Panasonic, modelos UD-706 y UD 716. Panasonic Industrial. U.K. 1993.
- [5] Procedimiento para la evaluación de incertidumbres en la determinación de la radiactividad ambiental. Colección informes técnicos 11.2003. CSN, 2003.
- [6] Practical Gamma-Ray Spectrometry. Gordo Gilmore and John Hemingway. Chichester. 1995

LA JUNTA DIRECTIVA INFORMA

La Junta Directiva celebró la reunión en el Ciemat, el día 10 de abril.

Durante la misma, Marisa España presentó la situación actual del plan estratégico, que hay que completar para el periodo 2013-2017, y que deberá presentarse en la Asamblea General que se celebrará coincidiendo con el Congreso Conjunto de Cáceres. A continuación se revisó el plan de actividades científicas, tanto de las actividades correspondientes al primer semestre que ya se han realizado, como a las previstas para el segundo semestre del año.

Eduardo Gallego explicó como están funcionando las diversas comisiones, grupos de trabajo y foros. José Gutiérrez realizó una propuesta, que fue aprobada por la Junta Directiva, para la creación de un nuevo grupo de trabajo sobre I+D en PR en España.

El Tesorero adelantó las cuentas del cierre del ejercicio de 2012 que se presentaran en la Asamblea General. Hay que resaltar que se ha ahorrado mucho en gastos gracias a que la Junta Directiva ha tenido muy pocos gastos y a que los socios

- colaboran desinteresadamente en las actividades de la Sociedad. Eso nos va a permitir poder seguir haciendo jornadas y otras actividades. También ha resultado buena la política de premiar a los socios ofreciendo las actividades gratis o con una cuota mucho menor que a los no socios. Se han recibido bastantes altas coincidiendo con las actividades realizadas
- Otros temas tratados fueron:
 - Aprobación del alta de 11 nuevos socios y baja de cinco.
 - Se aprobó también la propuesta para el nombramiento de Socios de Honor, que se llevará a votación en la Asamblea General de junio coincidiendo con el Congreso Conjunto de Cáceres.
 - Alejandro Úbeda, tesorero de la Sociedad, explicó las dificultades que existen con las subvenciones del CSN y la nueva forma en la que hay que gestionar en Enresa las aportaciones a la Sociedad.
 - Se elaboró el cronograma para la presentación y aceptación de las candidaturas, para la renovación de la mitad de la Junta Directiva, que será efectiva en la Asamblea General de junio.

*Beatriz Robles
Secretaria General de la SEPR*

Visita del Comité de Redacción a la central nuclear José Cabrera

El pasado 7 de febrero el Comité de Redacción de la revista RADIOPROTECCIÓN de la Sociedad Española de Protección Radiológica, visitó la central nuclear "José Cabrera" (Almonacid de Zorita, Guadalajara). Durante la visita a la central, el grupo pudo comprobar *in situ* el desarrollo de los trabajos de desmantelamiento de la planta. Se realizó una reunión específica de los responsables del Comité de Redacción y de la editora de la revista con Enresa con motivo de la preparación de un número monográfico sobre desmantelamiento.

Comité de Redacción



Montse Casas in memoriam

El sábado 31 de marzo falleció, a la edad de 57 años y después de una larga enfermedad que no logró apartarla de su trabajo, nuestra compañera Montserrat, miembro de la SEPR prácticamente desde su inicio. Montserrat Casas Ametller nació en Hostalric, Girona en 1955. Realizó sus primeros estudios y los de secundaria en Girona, en el Instituto *Vicens Vives*, siempre con una beca. De pequeña deseaba ser maestra. Más adelante quiso ser ingeniera pero al final se inclinó por los estudios de Ciencias Físicas que cursó, primero en Girona y luego en la Universidad Autónoma de Barcelona, donde se doctoró en 1981. En la UAB fue docente entre 1977 y 1983. Después marchó a París donde trabajó en el Centro de Energía Nuclear (CEN), de Saclay. Más tarde, siendo ya profesora de la UIB, volvería a Francia, al Instituto de Física Nuclear de Orsay. Ir a Francia supuso para ella la experiencia de ir a una gran ciudad, además de poder trabajar en laboratorios de alto nivel. En 1983 se traslada a la Universidad de las Islas Baleares donde ejercerá su docencia como profesora adjunta contratada, profesora titular de universidad y, finalmente, catedrática de Física Atómica, Molecular y Nuclear a partir de 1994. Ya siendo profesora de la UIB, en 1989 realizó una estancia de trabajo en el Departamento de Física de la *Università degli Studi di Trento* y, posteriormente, en el Instituto de Física de La Plata (Argentina). Desde su llegada a la UIB, ocupó los cargos de secretaria del Consejo de Estudios de Física (1991-94), secretaria del Consejo de Departamento de Física (1992-94), directora del Departamento de Física (1994-2000), síndica de Agravios de la UIB (Defensor Universitario, 2000-2005) y subdirectora del Departamento de Física (2005-2007). Fue nombrada rectora de la Universidad de las Islas Baleares el día 23 de abril de 2007, y reelegida en marzo de 2011. Su mandato ha sido de seis años al frente de la principal institución académica y de investigación de las Islas Baleares. Además de ser la primera rectora de la historia de la UIB, Montserrat Casas era vicepresidenta de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, CRUE, desde octubre de 2011, habiendo sido vocal desde 2008. Asimismo, era consejera del Consejo Rector de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, desde el 2010. Montserrat Casas fue la primera síndica de Agravios de la UIB, durante el periodo 2000-2005, coordinadora de la Comisión Permanente de Defensores Universitarios del año 2002 al 2004. Fue presidenta de la Red Vives de Universidades, de junio de 2008 a enero de 2009 y presidenta del Grupo 9 de universidades de julio a diciembre de 2010. Su trabajo como investigadora se ha centrado principalmente en el estudio de los sistemas cuánticos y de la contaminación radiactiva ambiental. Más recientemente

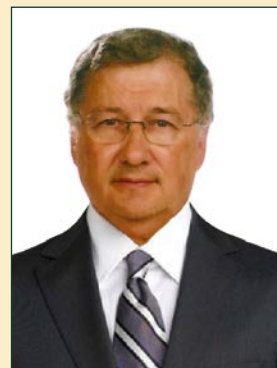


- ha trabajado en el campo de la información cuántica. Dentro del campo de la investigación poseía una extensa experiencia y era autora de numerosas publicaciones. Desde la SEPR queremos transmitir nuestro profundo pesar y nuestro más sentido pésame por su pérdida.

José Manuel Conde, CSN.

Vicente Serradell in memoriam

- Vicente Jesús Serradell García (Villanueva de Castellón, 12 diciembre 1940 – Valencia, 26 febrero 2013).



- Ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Madrid en 1967. Doctor ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Madrid en 1973.
- Su actividad docente comienza en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid donde es profesor encargado del Laboratorio de Tecnología Nuclear, interino desde 1966 y numerario (por oposición) desde 1972. Simultanea la docencia de tecnología y física nuclear desde 1972 entre la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid; la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, ambas de la Universidad Politécnica de Valencia, siendo respectivamente profesor adjunto interino, profesor encargado de curso y profesor agregado interino. En 1976 se traslada definitivamente a Valencia siendo profesor agregado interino de tecnología nuclear de la Universidad Politécnica de Valencia hasta 1984, cuando consigue por oposición la Cátedra de Tecnología Nuclear de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la citada Universidad Politécnica de Valencia, consolidando así su labor docente e investigadora que prosigue en la misma universidad hasta su jubilación en 2011. En 1977/78 fue *Associate Professor* de la *School of Engineering* de la *Pennsylvania State University*, en Estados Unidos.
- Miembro de los claustros de las universidades a las que perteneció, así como de diversas comisiones donde aportó su experiencia en la comunidad universitaria.
- Tras colaborar con el profesor Goded en el montaje y puesta en marcha del Laboratorio de Tecnología Nuclear de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, dirige la creación, montaje y puesta en marcha del Laboratorio de Radiactividad Ambiental y Tecnología Nuclear de la Universidad Politécnica de Valencia. Posteriormente, crea el Servicio de Radiaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, siendo su director hasta su jubilación en 2011.
- Organiza la docencia e investigación en el área de ingeniería nuclear de la Universidad Politécnica de Valencia donde es director del Departamento de Energética entre 1975 y 1977.

Con la Ley de Reforma Universitaria, se crea el Departamento de Ingeniería Química y Nuclear en la Universidad Politécnica de Valencia, siendo fundador y primer director de dicho departamento.

Dirige los cursos de Capacitación para Operadores y Supervisores de Instalaciones Radiactivas celebrados en la Universidad Politécnica de Valencia desde 1985 hasta 2001.

Socio de la Sociedad Nuclear Española y de la Sociedad Española de Protección Radiológica, formó parte de la Comisión de Comunicación de la primera de estas sociedades. Miembro de la *American Nuclear Society* y la *Internacional Society for Hydrogen Energy*. Representante en el Forum Atómico Español de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valencia.

En el ámbito de la investigación, fue director de numerosas tesis doctorales, participando en diversos proyectos de investigación, tanto con instituciones públicas, como el Consejo de Seguridad Nuclear, como empresas privadas, destacando su labor como asesor en temas nucleares de Intecsa, Internacional de Ingeniería y Estudios Técnicos, y de Empresarios Agrupados. Participó en la redacción del informe previo de seguridad de la central nuclear de Cofrentes, entre otros estudios y proyectos de las centrales nucleares españolas.

Autor de un gran número de publicaciones científicas y docentes en diferentes ámbitos dentro del área de ingeniería nuclear. Se puede destacar, entre otros libros, *Teoría de reactores y elementos de Ingeniería Nuclear*, en colaboración con el profesor Goded, publicado por la Junta de Energía Nuclear. Cabe destacar sus trabajos de investigación sobre seguridad nuclear, tanto en el ámbito probabilista como en el determinista, así como en programas de vigilancia radiológica ambiental, en particular en el estudio de la detección y medida de la radiactividad ambiental.

Xavier Ortega

Nombramientos en el Consejo de Seguridad Nuclear

El Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear aprobó el 3 de abril de 2013 el nombramiento como vicepresidenta del CSN de Rosario Velasco García, consejera del CSN desde julio de 2011. Rosario Velasco es licenciada en Medicina y Cirugía por la Universidad de Valladolid.

El 12 de abril (Real Decreto 268/2013), a propuesta del ministro de Industria, Energía y Turismo, y previo informe favorable del Pleno del Consejo, se nombró secretaria general del CSN a M^ª Luisa Rodríguez López, licenciada en Derecho por la Universidad Complutense de Madrid.

El 19 de abril fueron nombrados los nuevos directores técnicos de seguridad nuclear y protección radiológica del CSN. El director técnico de seguridad nuclear, Antonio Munuera Bassols (nombrado por Real Decreto 277/2013, de 19 de abril) es licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid y pertenece a la Escala Superior del Cuerpo Técnico de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica del Consejo de Seguridad Nuclear. Por su parte, la directora técnica de Protección Radiológica, M^ª Fernanda Sánchez Ojanguren (nombrada por Real Decreto 278/2013, de 19 de abril) es

- doctora en Química Industrial por la Universidad Complutense de Madrid y pertenece, igualmente, a la Escala Superior del Cuerpo Técnico de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica del CSN.

Comité de redacción

El ejercicio Gamma-2013 organizado por la Unidad Militar de Emergencias en Palazuelos del Eresma (Segovia)

- Los principales responsables civiles y militares de emergencias se reunieron en el ejercicio Gamma 'Palazuelos 2013', durante los días 8 al 11 de marzo, en el que se simuló una situación de emergencia de Nivel 3, relacionada con inundaciones, búsqueda y rescate, contaminación química y radiológica.

- La catástrofe tuvo lugar en la provincia de Segovia, donde las fuertes nevadas caídas durante los meses de enero y febrero y las intensas precipitaciones en el mes de marzo provocaron graves inundaciones que afectaron a diversas zonas de Segovia. Posteriormente, se produjo una gran avalancha de agua, consecuencia de la rotura de la presa del Pontón Alto, que provocó sendos accidentes en un complejo petroquímico y una fábrica de combustibles para centrales nucleares.

- El Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones prevé diferentes casos y supuestos de actuación, definidos conforme a criterios de ámbito territorial y a la gravedad del suceso que provoca la activación del Plan, estableciendo los niveles de activación del mismo en una escala de 0 a 3. La dirección inicial de la emergencia correspondió al Gobierno Autónomo de Castilla y León, quien decidió declarar el Nivel 2 en la catástrofe y solicitó la colaboración de la Unidad Militar de Emergencias (UME), junto al resto de organismos que ya se encontraban trabajando en la zona. Debido a la gravedad de la situación en la provincia de Segovia y valorada la dimensión de la catástrofe y los medios disponibles para hacer frente a las inundaciones, el ministro del Interior declaró



Técnicos del CSN preparándose para la actuación en campo

la emergencia de interés nacional (Nivel 3). A partir de este momento, dependiendo del Ministerio del Interior, el jefe de la UME asumió la dirección y coordinación operativa de la emergencia.

Los objetivos generales del ejercicio fueron los siguientes:

- Ejercitar los procedimientos de coordinación, colaboración y cooperación entre la UME y el resto de actores (civiles y militares) que intervendrían en una emergencia.
- Demostrar la utilidad de la Red Nacional de Emergencias (RENEM) para la gestión y coordinación de emergencias.
- Involucrar a las autoridades políticas (al mayor nivel posible) con responsabilidades en la dirección estratégica de la emergencia.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) participó en la planificación y ejecución del ejercicio en todos los aspectos relacionados con la emergencia radiológica. El escenario radiológico considerado fue un accidente de criticidad, como consecuencia de las inundaciones fuera del recinto de la instalación, que provocó que hubiera siete trabajadores de la propia instalación heridos; dos de los cuales presentaban síntomas del síndrome de radiación agudo. Para su traslado al Hospital Universitario Gregorio Marañón, se requirió la presencia de helicópteros debido al mal estado de las carreteras.

Además, en el ejercicio se utilizó por primera vez, la instrumentación radiológica que el CSN ha cedido a la UME para la caracterización radiológica de suelos contaminados.

Del mismo modo, en la sede del CSN se simuló la puesta en marcha de su organización de respuesta a emergencias en Modo 1, lo que supuso la activación de la Sala de Emergencias (SALEM). El Modo 1 supone la activación reducida de la organización de respuesta a emergencias del CSN, compuesta por un retén de técnicos del CSN.

En el ejercicio han participado más de 2000 personas pertenecientes a los siguientes organismos e instituciones:

Ministerio de Defensa; Junta de Castilla y León, Departamento de Seguridad Nacional, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Consejo de Seguridad Nuclear, Dirección General de Protección Civil y Emergencias, Agencia Estatal de Meteorología, Cruz Roja Española, Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), Grupo TRAGSA, Instituto de Salud Carlos III, Guardia Civil, Cuerpo Nacional de Policía, Ejército de Tierra, Ejército del Aire y UME.

Juan Pedro García Cadierno
Consejo de Seguridad Nuclear

XIII Jornada Técnica del convenio Unesa - HGU Gregorio Marañón

El pasado 12 de abril de 2013, se celebró en el salón de actos del Hospital Gregorio Marañón de Madrid, la XIII Jornada Técnica sobre Radiaciones Ionizantes. Protección radiológica. Legislación. Efectos biológicos e Investigación Dosimétrica, dentro del convenio existente entre la Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA) y el Hospital General Universitario Gregorio Marañón (HGUGM).

La Jornada fue organizada y coordinada por el Dr. Juan Bernar Solano (Unesa) y el Dr. Rafael Herranz Crespo (HGUGM). Su inauguración la llevó a cabo Ricardo Herranz Quintana, director gerente del HGUGM.

La primera sesión estuvo moderada por Manuel Rodríguez Martí, subdirector de Protección Radiológica Operacional del Consejo de Seguridad Nuclear y contó con dos ponencias. La primera, titulada *Valoración del riesgo radioinducido. Factores de Riesgo. Recomendaciones de la ICRP*, fue impartida por el Dr. Leopoldo Arranz Carrillo de Albornoz, jefe del Servicio de Protección Radiológica del Hospital Ramón y Cajal de Madrid. En ella, describió la base científica de la protección radiológica y los principios en los que se basa el actual sistema de protección de las personas frente a las radiaciones ionizantes: justificación, optimización y limitación de dosis. Asimismo, expuso el papel que juegan diferentes organizaciones internacionales (ICRP, OIEA, Unsear) y nacionales (CSN) en el actual sistema de protección radiológica. Los *Aspectos legales de la protección radiológica* se trataron en la segunda ponencia. En ella, la Dra. María Dolores Rueda Guerrero, técnico del Área de Servicios Técnicos de Protección Radiológica del Consejo de Seguridad Nuclear, explicó la participación de los organismos internacionales, europeos y nacionales en la elaboración de la legislación de protección radiológica. La Dra. Rueda hizo un repaso exhaustivo de la legislación aplicable en España en protección radiológica y la normativa sanitaria. Finalmente trató el tema de los trabajadores expuestos y, dentro de ellos, el caso particular de trabajadoras gestantes.

La segunda sesión, moderada por el Dr. Manuel Gámez Bertos, jefe del Servicio Médico de la Central Nuclear de Cofrentes, también contó con dos ponencias. La Dra. Almudena Real Gallego, investigadora del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), realizó la ponencia *Efectos biológicos no convencionales de las radiaciones ionizantes*. En ella se explicaron las evidencias científicas que indican que las radiaciones ionizantes pueden provocar efectos en los seres vivos sin necesidad de producir un daño directo en su ADN, algo que está en contra del paradigma clásico de la radiobiología. Se describieron los estudios realizados sobre efectos vecindad e inestabilidad genética inducida por radiación y las implicaciones que ambos efectos podrían tener en protección radiológica.

La última ponencia, *Nuevas líneas de investigación en dosimetría biológica. Redes internacionales de colaboración*, la realizaron la Dra. María Jesús Prieto Rodríguez y la Dra. Mercedes Moreno Domene, del Centro de Radiopatología del Servicio de Oncología Radioterápica del HGUGM. De las líneas de investigación sobre dosimetría biológica descritas en la ponencia, destacar el proyecto RENEB (*Realizing the European Network of Biodosimetry*) financiado por el 7º Programa Marco de Euratom (2012-2015), en el que participan 23 organizaciones de 18 países, entre ellos el Hospital Gregorio Marañón de España. El objetivo del proyecto es crear una plataforma en dosimetría biológica, que permita mejorar de manera significativa la evaluación de dosis y la respuesta ante emergencias en caso de que tenga lugar en Europa un evento de liberación de radiación a gran escala. Se describieron las diferentes redes internacionales y europeas de colaboración en el área de la dosimetría biológica. Por último, se informó

sobre el gran trabajo realizado en el Laboratorio de Dosimetría Biológica del HGUGM para que éste sea acreditado según la Norma ISO 17025, en la que establecen los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración.

La jornada finalizó con un coloquio en la que los asistentes tuvieron la oportunidad de plantear preguntas a los ponentes.

Los 105 participantes inscritos pusieron de manifiesto la gran acogida que tuvo la XIII Jornada Técnica del convenio Unesa - HGU Gregorio Marañón.

Almudena Real
CIEMAT

Cursos de Emergencias

La Consejería de Empleo, Empresa e Innovación del Gobierno de Extremadura, a través del Servicio Extremeño Público de Empleo ha celebrado en el mes de abril dos sesiones de un



Curso de Control Dosimétrico en las instalaciones de la central nuclear de Almaraz, dirigido a personal de primera intervención del área transfronteriza de Extremadura y Portugal y tiene previsto la celebración para el mes de mayo de un Curso de Emergencias Nucleares/Radiológicas en las instalaciones de la Academia de Seguridad Pública de Extremadura, dirigido a mandos intermedios de Protección Civil, Emergencias y Riesgos Tecnológicos (nucleares, radiológicos, biológicos y químicos) del mismo área de actuación.

Dichos cursos se hacen con cargo a un Proyecto Europeo de Implantación de Redes de Alerta Temprana para Planes de Protección Civil y Sistemas de Emergencias (RAT-PC) que

- se encuadra dentro del Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Portugal 2007-2013 (POCTEP) y que se encuentra cofinanciado en un 75% de su importe por fondos FEDER.

Comité de redacción

Simulacro de emergencia en la central nuclear Vandellós II (Tarragona)

- La reglamentación nacional vigente establece que las instalaciones nucleares deben contar con un Plan de Emergencia Interior (PEI), en el que se encuentren las actuaciones y respuestas previstas para limitar y reducir las consecuencias radiológicas de accidentes que pudieran producirse en las mismas, estableciendo, entre otros mecanismos, un programa anual de ejercicios y simulacros de emergencia con el objetivo de formar y entrenar al personal en las actividades y aplicación de procedimientos específicos para casos de emergencia y de comprobar la idoneidad y eficacia del PEI.

- Atendiendo a esta programación, el pasado 25 de abril tuvo lugar el preceptivo simulacro anual de la central nuclear Vandellós II (Tarragona), con la participación del personal de la instalación con funciones asignadas en el PEI, la Subdelegación del Gobierno en Tarragona, la Dirección General de Protección Civil y Emergencias y el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

- El ejercicio se inició a las 08:30 horas y, en torno a una hora después, el titular de la central nuclear comunicó oficialmente al CSN la "prealerta de emergencia" a causa de un incendio de duración superior a diez minutos en la caldera auxiliar. A continuación, se simuló la pérdida total de suministro eléctrico exterior, que conllevó la parada no programada del reactor y entrada en funcionamiento de los generadores diesel de emergencia. Posteriormente, se descubrió una acción de sabotaje que dejó fuera de servicio el transformador de arranque, por lo que a las 11:31 horas, la central declaró la situación de "alerta de emergencia". El simulacro evolucionó hacia la declaración de "emergencia en el emplazamiento" como consecuencia de un suceso de pérdida de refrigerante del reactor, con actuación automática del sistema de refrigeración de emergencia del núcleo y del sistema de rociado de la contención. Finalmente, y tras más de seis horas de escenario –lo que permitió ensayar el relevo de personal responsable de la gestión de la emergencia–, se recuperaron las condiciones de seguridad y se adoptaron medidas de protección radiológica.

- La Subdelegación de Gobierno en Tarragona activó el Plan de Emergencia (PENTA) en Situación 1, estableciendo el control de accesos a la central. Por su parte, el CSN, de acuerdo con su Plan de Actuación ante Emergencias, activó a la Organización de Respuesta ante Emergencias (ORE) en Modo 2, que implica el modo de respuesta básico. En este modo, la toma de decisiones corresponde al Director de la Emergencia (DE), cuya función en este simulacro fue desempeñada por el presidente del organismo.

- Un suceso de esta naturaleza habría sido clasificado como incidente de Nivel 2 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES).

Comité de redacción

Propuesta española para elaborar la norma internacional ISO16644 sobre dosimetría en medicina nuclear para enfermedades de tiroides

El pasado mes de marzo finalizaba el plazo de votación internacional para aprobar el paso de *Committee Draft*, ya aprobado en diciembre de 2012, a la elaboración del DIS (*Draft International Standard*) de la propuesta española de norma internacional ISO 16644, "Quantification of patient activity in nuclear medicine - Part 1: Determination of iodine 131 activity using the conjugate view method".

El resultado de la votación ha sido positivo, ya que de 25 países en total, han emitido voto 16, con 14 votos afirmativos y dos negativos. Han elaborado comentarios cuatro países, que serán incorporados al borrador DIS que se presentará a finales de noviembre de 2013.

Raquel Barquero
Hospital Universitario Río Hortega. Valladolid

IARC publica la evaluación de la evidencia que dio lugar a la designación de la radiación RF como "posible carcinógeno para humanos"

El pasado 19 de abril la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) publicaba la segunda parte del monográfico sobre radiaciones no ionizantes. El monográfico se centra sobre campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF: 30 kHz - 300 GHz) y, en particular, sobre las emisiones de los dispositivos personales (teléfonos móviles y teléfonos inalámbricos). El texto incluye una evaluación detallada de la evidencia científica sobre la potencial carcinogenicidad de la radiación de radiofrecuencia, en la que se basa la Agencia para designar las RF de radiocomunicación como un "posible carcinógeno para humanos" (Grupo 2B). El texto del monográfico (Nº 102, 430 páginas) está disponible en la página web del IARC: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/index.php> IARC.

Comité de redacción

7th International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM VII)

Del 22 al 25 de abril se celebró en la ciudad de Beijing (China) la séptima edición del congreso internacional NORM (NORM VII) con una discreta participación internacional. Cuatro fueron los temas fundamentales que centraron el interés de los congresistas:

- 1) los estudios para evaluar las dosis ocupacionales en la minería y procesado de tierras raras, donde el país anfitrión es el primer productor mundial,
- 2) la armonización de la legislación existente afectando al transporte transnacional de minerales y productos NORM,
- 3) los estudios cada vez más numerosos evaluando el impacto radiológico de actividades NORM en el medio ambiente (biota) y

- 4) la tendencia, cada vez más consensuada a una gestión más sostenible de los residuos NORM con especial hincapié en su valorización y/o reciclado.

Se celebró por otra parte una sesión monográfica dedicada a la problemática NORM en China, cuya importancia y magnitud queda reflejada en el hecho de que en este país un total de cuatro millones de trabajadores realizan sus labores en la minería y procesado de este tipo de minerales.

Siguiendo la costumbre establecida en congresos previos de esta serie, los *proceedings* conteniendo las ponencias presentadas serán publicados a lo largo del año 2013 por el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), entidad colaboradora en la organización. Finalmente se aprobó que la octava edición de los congresos NORM se celebre en la primavera del año 2016 en la ciudad de Río de Janeiro (Brasil) con el objetivo fundamental de tratar de involucrar en su participación a las industrias del sector.

En contraste con ediciones previas, la participación europea en Beijing puede evaluarse como minoritaria. Rafael García-Tenorio (Universidad de Sevilla) fue el único participante español en el Congreso, como miembro del comité de Seguimiento de los congresos NORM, al que pertenece desde la celebración en Sevilla del congreso NORM V.

Rafael García-Tenorio García-Balmaseda
Catedrático de la Universidad de Sevilla
Vicedirector del Centro Nacional de Aceleradores

Nuevo aplazamiento de la redacción definitiva de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo para la protección a agentes físicos (campos electromagnéticos) en ambientes ocupacionales

La fecha límite para la modificación de la Directiva 2004/40/CE, sobre la exposición de los trabajadores a los campos electromagnéticos (CEM), ha sufrido un nuevo aplazamiento, hasta el 31 de octubre de 2013. El retraso se debe principalmente al hecho de que los gobiernos locales no han logrado avanzar en las negociaciones sobre la propuesta de eximir a la resonancia magnética (RM) de cualquier restricción a la exposición.

La Directiva 2004/40/CE, que fue aprobada por el Parlamento Europeo y el Consejo en abril de 2004, estaba diseñada para hacer frente a los riesgos derivados de exposiciones cortas a CEM intensos en medios ocupacionales. Así, la Directiva restringía la exposición a campos con frecuencias de hasta 300 GHz, estableciendo "valores límite de exposición" expresados en términos de densidad de corriente inducida en la cabeza y el tronco para frecuencias bajas, y en términos de tasa de absorción específica (SAR) para radiofrecuencias (RF).

Sin embargo, la preocupación ante la posibilidad de que la observancia de los límites de exposición impusiera restricciones en el uso de algunos equipos emisores de señales de alta potencia, como los sistemas de resonancia magnética dio lugar a retrasos en el plazo de ejecución. Así, se argumentó que los límites impuestos por la Directiva afectarían de forma negativa a las actividades clínicas que hacen uso de la RM, e impedirían el desarrollo de nuevas técnicas de interés en la

práctica médica. Como consecuencia de esto, se acordó que la fecha límite del 30 abril de 2008 para la entrada en vigor de las legislaciones nacionales nacidas de la transposición de la Directiva Europea, se pospusiera hasta el 30 de abril de 2012. Y, poco antes de que expirase esta última moratoria, se acordó un nuevo retraso hasta abril de 2013 para introducir enmiendas sustanciales en el texto original de la Directiva, que facilitasen su futura aplicación.

Las propuestas de exención para la RM han estado lideradas por la Alianza para la Resonancia Magnética, un grupo de presión que cuenta con el apoyo de pacientes, científicos y médicos que abogan por el uso sin trabas de RM. Las reivindicaciones de la Alianza reciben apoyo de otros grupos, como *the European Coordination Committee of the Radiological, Electromedical, and Healthcare IT Industry* (COCIR), que mantiene que "la RM es esencial e insustituible para el diagnóstico de tejido blando" y que "la necesidad de exploraciones sólo es probable que aumente con el envejecimiento de la población de Europa".

Los principales estados miembros de la UE son reticentes a las propuestas de eliminación de las restricciones de exposición para la tecnología RM. Han argumentado que cualquier excepción podría socavar los principios de mercado único de la UE. Recientemente, A. Silva, director para la Legislación Social y el Empleo, en la Dirección General de la Comisión de Empleo, Asuntos Sociales e Inclusión, ha intentado disipar tales preocupaciones, declarando que: "No se trata de una excepción a la Directiva, es sólo una excepción a los límites de exposición". "El sector está completamente cubierto por la Directiva, que incluye estrictas normas de acceso a los equipos y la supervisión estricta" En todo caso, aunque los gobiernos nacionales parecen estancados en la discusión, la medida sigue su camino a través del Parlamento Europeo, donde el Comité de Seguridad de Medio Ambiente, Salud Pública y Alimentación votó el pasado 24 de enero a favor de aprobar la excepción. Tal aprobación está pendiente de ser ratificada, primero por la Comisión de Empleo y Asuntos Sociales, y finalmente por el Pleno.

María Ángeles Trillo Ruiz
Hospital Universitario Ramón y Cajal

Congreso NIRS y visita a Fukushima Daiichi

Asistencia al congreso NIRS en Tokio y visita a la C.N. de Fukushima Daiichi. Publicación "UNSCEAR's assessment of levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-Japan earthquake and tsunami".

El grupo de trabajo WG7 *Internal Dosimetry* de EURADOS (European Radiation Dosimetry Group, www.eurados.org) ha colaborado con el instituto NIRS (*National Institute of Radiological Sciences*) de Japón, en relación al proyecto *Reconstruction of Internal Doses of workers and population affected by Fukushima NPP accident*. Osamu Kurihara (NIRS) solicitó al grupo Eurados de dosimetría interna, coordinado por el Ciemat, la revisión de los trabajos presentados en el "1st NIRS Sympo-



sium on Reconstruction of Early Internal Dose in the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident" que tuvo lugar en Chiba, Japón, en julio de 2012. Se contactó con miembros del grupo WG7 de Eurados, así como con expertos del Ciemat y de UPM, consiguiéndose dos revisores por cada trabajo de dosimetría interna para la evaluación de su publicación. Los trabajos trataban sobre las medidas de exposición interna realizadas a miembros del público y a trabajadores a consecuencia del accidente nuclear de la C.N. de Fukushima Daiichi y de las primeras estimaciones de dosis por exposición interna.

Osamu Kurihara de NIRS (Japón) se unió, además, al grupo de trabajo WG7 de Eurados y asistió a la reunión que tuvo lugar en Budapest del 1 al 3 de octubre de 2012. A consecuencia de esta colaboración, el Instituto NIRS de Japón invitó a los miembros del WG7 de Eurados a que asistieran al "2nd Symposium on Reconstruction of Early Internal Dose in the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident" que tuvo lugar en Tokio los días 27 y 28 de enero de 2013. El Congreso incluyó una visita técnica a la zona restringida cercana a la C.N. de Fukushima Daiichi y al centro de operaciones (J-Village) donde se gestionan los residuos, se coordinan las medidas ambientales y la dosimetría externa y se realizan las medidas de exposición interna a los trabajadores. En este sentido se ha preparado un búnker de paredes de Tungsteno (disminución del fondo radiactivo, todavía con contaminación ambiental por radiocésio) en cuyo interior se ha instalado un Contador FASTSCAN de Canberra para la medida directa de la exposición interna con Contador de Radiactividad Corporal (CRC); los trabajadores deben previamente pasar una medida de *screening* en geometría de silla, con detectores de plásticos de centelleo. También se visitó la Central Nuclear Daini, a 10 km de su gemela Daiichi, afectada por el *tsunami* pero donde no se produjo ningún accidente nuclear. Participantes españoles de esta visita fueron representantes de Ciemat (M.A. López, que coordina el grupo de trabajo WG7), Tecnatom (P. Marchena y B. Bravo) y de la C.N. de Cofrentes (E. Sollet), todo ello gracias a la colaboración Eurados-NIRS. Actualmente en Japón sólo funcionan dos de los 54 reactores nucleares operativos antes del terremoto de 2011.

Durante la mesa redonda celebrada en la clausura del congreso se identificaron varios temas de interés para continuar con la colaboración de Eurados y NIRS-Japón:

- Apoyo a NIRS en relación al suministro de información de las medidas realizadas y resultados de evaluaciones dosimétricas de exposición interna a extranjeros (adultos y niños) en Japón durante el terremoto y el tsunami, una vez regresaron a sus países de origen, poco después del accidente nuclear.
- Son de especial relevancia los resultados de la medida de emisores gamma (radiocesio y otros) en cuerpo entero y de radioyodo en tiroides con detectores de germanio de alta resolución que permiten discriminar todas las emisiones espectrales y determinar la proporción yodo/cesio en las incorporaciones evaluadas.
- Esta información es importante para los japoneses porque los primeros meses tras el incidente la prioridad se estableció en ubicar a la población y gestionar la catástrofe ocasionada por el terremoto y el tsunami, y no se cuenta con muchas medidas de tiroides en la población afectada, perdiéndose información dosimétrica de las incorporaciones de radioyodo y otros isótopos las primeras semanas posteriores al tsunami.
- Las estimaciones dosimétricas realizadas por los japoneses indican en general impacto muy bajo de dosis en tiroides por incorporación de I-131 en la población a raíz del accidente nuclear. La campaña principal de medidas de exposición interna a la población de Japón se inició en junio de 2012 (una vez que la situación de emergencia nacional fue controlada) para la determinación con CRC de los isótopos de cesio incorporado.

Por otra parte, G. Etherington (*Public Health England*), durante la Reunión Anual de Eurados AM2013 que tuvo lugar en Barcelona, en febrero de 2013, informó de la próxima publicación "UNSCEAR's assessment of levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-japan earthquake and tsunami" (ver también J. Radiol. Prot. 32 (2012), N113-N118). Parte de este trabajo consiste en la evaluación de la metodología utilizada por los dosimetristas japoneses para confirmar las evaluaciones dosimétricas y sugerir mejoras si fuera necesario.

María Antonia López
Responsable del grupo de Dosimetría Interna
Dosimetría de Radiaciones
Ciemat (Madrid)

Reunión Anual de Eurados AM2013

Barcelona, 4-8 Febrero 2013

La organización EURADOS (*European Radiation Dosimetry Group*, www.eurados.org) celebró su Reunión Anual AM2013 en Barcelona, del 4 al 8 de febrero de 2013. Mercè Ginjauze (INTE) coordinó de forma eficaz este evento en la Escuela de Ingenieros de la Universidad Politécnica de Cataluña con record de asistentes (235 participantes) respecto a las ediciones anteriores. La luz y el mar Mediterráneo fueron un escenario perfecto para fomentar la colaboración y el intercambio de ideas, que es lo que caracteriza a la organización Eurados

- que funciona como una red sostenible de 59 laboratorios (*Voting Members*) a nivel europeo (28 países) con conexión con otras instituciones de otros continentes.

Cada Reunión Anual conlleva una serie de actividades en relación a la investigación, armonización y a la diseminación del conocimiento científico en el campo de la dosimetría de las radiaciones ionizantes. En esta ocasión tuvo lugar la 6ª edición de Eurados *Winter School*, dedicada a la micro y nanodosimetría bajo el título "Status and Future Perspectives of Computational Micro- and Nanodosimetry". Este tema es fundamental para comprender el daño inducido por la radiación en el cuerpo humano a nivel de célula y de ADN y los mecanismos responsables de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Las técnicas computacionales en tales aplicaciones requieren datos muy precisos de secciones eficaces de átomos y moléculas del tejido humano considerando energías muy bajas. La jornada incluyó varias presentaciones (http://www.eurados.org/en/Events/Winter_schools) que contemplaban desde los conceptos básicos de la micro y nanodosimetría, con los retos encontrados en la simulación Monte Carlo de la interacción de la radiación (partículas cargadas) con resolución (sub)micrométrica, hasta las aplicaciones en radioterapia y en protección radiológica. El desarrollo de tales metodologías computacionales está en el límite de lo actualmente alcanzable; códigos de cálculo específicos para este tipo de simulaciones son por ejemplo GEANT-DNA y KURBUC. Respecto a la nanodosimetría experimental se mencionó el nanodosímetro desarrollado por el *Weizmann-Institute*, Israel y el equipo STARTRACK en INFN-Legnaro Laboratories; en la práctica estos nanodosímetros son (i) demasiado grandes y tienen (ii) un tiempo muerto bastante elevado y (iii) una eficiencia de detección intrínseca muy restringida. De ahí la importancia de las técnicas computacionales.

La Asamblea General de Eurados se celebró a continuación de la *Winter School* el 6 de febrero. Se eligieron siete miembros del *Council* (órgano directivo de la organización), se dio la bienvenida a tres nuevos laboratorios como *Voting Members* (VM) de la organización y a 27 nuevos científicos como *Associate Members* (AM). La situación económica de Eurados e.V. está saneada gracias a los ingresos generados en actividades de intercomparación, de formación, organización de *workshops*, a proyectos de investigación y a las cuotas anuales de los VM, que permiten subvencionar a los grupos de trabajo. Eurados ha aprobado la convocatoria de *Young Scientist Grant* en forma de beca de un año para un joven investigador que desarrolle tareas en el marco de alguno de los grupos de trabajo de Eurados, lo que permitirá también intercambio entre los distintos *Voting Members* (laboratorios) que forman la red Eurados.

Está en marcha el desarrollo de Eurados *Strategic Research Agenda* (SRA), en la línea de otras plataformas europeas de investigación como MELODI (Efectos Biológicos a Bajas Dosis), STAR/Alliance (Radioecología) y NERIS (Emergencia Nuclear). Dicha Agenda Estratégica de Investigación se discutirá en la próxima reunión del *Council* de Eurados que tendrá lugar en Berlín, en julio de 2013, y se presentará en el próximo *workshop* de Melodi en Bruselas, en octubre de 2013. La idea es la inclusión de Eurados en Operra, un nuevo marco de investigación europeo propuesto como "European Research Area" que tiene como objetivo final crear una estructura de

coordinación que tenga la capacidad logística y legal de administrar futuros programas de investigación de la comisión Europea en protección radiológica, incluyendo el riesgo a bajas dosis, la radioecología, la dosimetría, la gestión de situaciones de emergencia nuclear y la investigación en el uso médico de las radiaciones ionizantes.

Se ha publicado en 2013 el Report Eurados (nº4) "IDEAS Guidelines (Version 2) for the Estimation of Committed Doses from Incorporation Monitoring Data" (C.M. Castellani et al.) por parte del Task-Group WG7.1 de Dosimetría Interna. Se trata de un documento clave para la comunidad de dosimetrías de la exposición interna y aporta una metodología sistemática en el cálculo de dosis por incorporación de radionucleidos al organismo (http://www.eurados.org/en/Documents_Publications).

Respecto a los grupos de trabajo (*Working Groups*) operativos en Eurados, las novedades más relevantes de las actividades de los mismos se presentan a continuación:

- **WG2** "Harmonization of Individual Monitoring of external exposures" (incl. Intercomparisons) coordina J. García-Alves (ITN/IST, Portugal)
 - Intercomparación de dosimetría externa IC2012n (neutrones)
 - Intercomparación de dosimetría externa IC2012ph (fotones)
 - Curso (Edición 2) en Zagreb sobre RP-160, EC "Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiation" (2013 o 2014)
 - **WG3** "Environmental Radiation Monitoring" coordina S. Neumaier (PTB, Alemania)
 - "International intercomparison for passive dosimetry systems" 2014.
 - **WG6** "Computational Dosimetry", coordina R. Tanner (PHE, Reino Unido)
 - "Personal Dosimetry School" (2014), enfocado a técnicas de Monte Carlo
 - Nuevo Task-group: "Micro and nano dosimetry". Organización de Eurados *Winter School*, Barcelona, Reunión Anual de Eurados AM2013.
 - "EURADOS Voxel phantom school" (2014)
 - **WG7** "Internal Dosimetry" coordina M.A. López (Ciemat, España)
 - Curso en noviembre-2013 "MC calibration of whole body counters" en KIT (Karlsruhe, Alemania).
 - Colaboración Eurados WG7 - NIRS (*National Institute of Radiological Sciences in Japan*) en relación con el proyecto "Reconstruction of Early Doses of workers and population after the nuclear accident of NPP Fukushima Daiichi NPP".
 - Report EURADOS 01-2013 "IDEAS Guidelines (Version 2) for the Estimation of Committed Doses from Incorporation Monitoring Data"
 - Intercomparación de medidas *in vivo* y simulación Monte Carlo para la determinación de Am-241 en tres maniqués tipo cráneo.
 - Intercomparación Internacional "Emergency Bioassay" de medidas *in vitro* de actividad en excretas en escenarios de accidente
 - Nuevo Task-Group "Internal Microdosimetry"
 - **WG9** "Radiation Protection in Medicine" Coordina R. Harrison (Reino Unido).
 - Próxima publicación de los *proceedings* del *workshop* "Dosimetry for second cancer risk estimation in radiotherapy" celebrado en Viena (Reunión Anual de Eurados AM2012).
 - Nuevo task-group: "proton dosimetry"
 - **WG10** "Retrospective Dosimetry" (incl. Multibiodose) coordina P. Fantibene (ISS, Italia).
 - "Summer School (e-learning) on Retrospective Dosimetry".
 - "EPR Biodose conference".
 - Colaboración WG10-WG10 "Biological dosimetry applied to scenarios of internal exposures".
 - **WG11** "High-Energy Radiation Fields" coordina W. Rühm (HMGU, Alemania).
 - "EURADOS Report on high-energy neutron fields".
 - "Calculation of flight doses during SPE".
 - "Measurements in pulsed photon fields".
 - **WG12** "European Medical ALARA Network" (incl. EMAN) coordina F. Vanhavere (SCK-CEN, Bélgica).
 - Finalización del proyecto europeo para el establecimiento de una Red europea Alara en el ámbito sanitario: *European Medical ALARA Network*.
 - Nuevos grupos de trabajo: dosimetría de paciente y dosimetría ocupacional.
 - Elección de una nueva coordinadora: Z.Kneževi (RBI, Croacia)
- La próxima Reunión Anual de Eurados AM2014 tendrá lugar en Budapest, en febrero de 2014.

Comité de redacción

Éxito completo del Congreso Regional Latinoamericano de IRPA



Los pasados días 15 al 19 de abril, en la hermosa ciudad de Río de Janeiro, se ha celebrado con gran éxito el Congreso Regional Latinoamericano de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA), organizado por la Sociedad Brasileña de Protección Radiológica (SBPR), con el apoyo de la Federación de Radioprotección de América Latina y el Caribe (FRALC), en la que se integran las sociedades de 14 países.

El Congreso ha contado con la participación de aproximadamente 700 profesionales e investigadores de toda la región, con representantes de cerca de 20 países, más algunos de España y Portugal, así como de los organismos internacionales (OIEA, OMS, OPS) y la presidenta y el secretario general de IRPA. Por parte española, hubo varios congresistas del CSN, las universidades de Salamanca, Málaga y



Vista general de la Mesa inaugural del Congreso.



El Consejo Directivo de la FRALC junto a varios presidentes de las sociedades.

Politécnica de Madrid, así como del Instituto de Salud Carlos III. En el Comité Organizador, presidido por Josilto de Aquino (Brasil) y Walter Truppa (Argentina), colaboraron por parte de la SEPR Leopoldo Arranz, Juan José Peña y Eduardo Gallego, vicepresidente de la SEPR y miembro del Consejo Ejecutivo de IRPA, quien además fue invitado a presidir el V Congreso Iberoamericano de Sociedades de Protección Radiológica. Por su lado, el Comité Científico estuvo presidido por el Prof. Fernando Andrade Lima, y en él participaron Eugenio Gil y Rafael Ruiz Cruces.

Bajo el lema: "Tecnología y seguridad radiológica. Un solo compromiso", el objetivo del Congreso era reunir a los profesionales vinculados a la protección radiológica de Latinoamérica, el Caribe y la Península Ibérica, en un encuentro destinado a realizar debates y promover el intercambio de experiencias relacionadas a la aplicación de las radiaciones ionizantes en la industria, en la medicina y en la investigación. Todos los sectores y temas de relevancia han sido tratados a lo largo de las diferentes sesiones, entre las que han destacado las sesiones plenarias: "BSS: Experiencia de Im-

plementación de los nuevos estándares de seguridad radiológica en América latina y El Caribe", "Seguridad Radiológica y Física de las fuentes radiactivas. Código de conducta del OIEA. Experiencia de implementación en LA", "Fukushima. Gestión de la recuperación post accidental", así como las interesantes mesas redondas: "Protección Radiológica en Medicina: Resultados de Bonn", "Educación y Entrenamiento", "Amenazas y debilidades para un control regulatorio efectivo y consecuencias en la seguridad", "Cultura de la seguridad y percepción del riesgo", "Accidentes y Emergencias Radiológicas", "Foro Iberoamericano de reguladores: Proyectos", "Implementación de los Estándares Básicos de Seguridad del OIEA para la protección del público y el ambiente"

- y "Estrategia en América Latina sobre Gestión de desechos radiactivos". La conferencia de clausura fue impartida por Abel González, sobre el tema "Filosofía de la Protección Radiológica: Desafíos Futuros".

El programa se completó con un amplio y variado catálogo de cursos (más de 26 horas en total). También se organizó la elección del mejor trabajo presentado por jóvenes investigadores o profesionales, con trabajos muy meritorios que demuestran el vigor de la profesión en la región.

- En conexión con el Congreso, la FRALC celebró su asamblea general, en la que tuvo lugar la elección del consejo directivo para el periodo 2013-2015: presidente: Josilto de Aquino (Brasil), secretario general: Eduardo Medina Gironzini (Perú), y secretaria de actas: Vanessa Peña (Colombia).
- Ana María Bomben (Argentina) entró como consejera de la FRALC y como presidenta del próximo X Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear, que será organizado por la Sociedad Argentina en Buenos Aires, en abril de 2015.

Eduardo Gallego, vicepresidente de la SEPR y miembro del Consejo Ejecutivo de IRPA.



Proyecto PREPARE, integración innovadora de herramientas y plataformas para la preparación a la respuesta de las emergencias radiológicas y el post-accidente en Europa

El proyecto de investigación PREPARE (*Innovative integrated tools and platforms for radiological emergency preparedness and post-accident response in Europe*), con 45 participantes de más de 20 países europeos, inició sus actividades a primeros del mes de febrero de este año 2013. El proyecto, enmarcado en el 7º Programa Marco de la Comisión Europea - Euratom para la investigación nuclear y actividades de entrenamiento, responde a la convocatoria *Fisión-2012* sobre la "Experiencia y actualización de la gestión de emergencias y estrategias de rehabilitación en Europa". El proyecto se ha planteado como una continuación lógica de las actividades emprendidas en el proyecto NERIS-TP (*Towards a self sustaining European Technology Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery*), con la pretensión de cerrar las lagunas de conocimiento que han sido identificadas en el proceso de preparación para las emergencias nucleares y radiológicas tras la primera evaluación del accidente de Fukushima.

Así, en términos generales, se pretende revisar los actuales procedimientos operacionales para hacer frente a las emisiones accidentales de larga duración, hacer frente a la problemática planteada en la vigilancia transfronteriza y seguridad de productos y seguir desarrollando las funcionalidades que faltan en los Sistemas de Ayuda a la toma de Decisiones (SAD), que van desde la mejora en la estimación del término fuente y modelización de la dispersión hasta la inclusión de las vías de exposición hidrológicas referidas a las masas de agua europeas. Además, ya que la gestión en Europa del evento Fukushima ha estado lejos de ser óptima, se propone el desarrollo de una Plataforma Analítica basada en los medios científicos y operacionales actualmente disponibles para mejorar la recopilación e intercambio de información y la evaluación de estos tipos de accidentes. Y para ello, se cuenta con el concurso activo de la Plataforma Europea NERIS (*European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery*) que, al agrupar a los principales actores europeos, puede favorecer la colaboración entre organismos de investigación, administraciones e industria.

Específicamente, las actividades de investigación del proyecto se dividen en seis paquetes de trabajo:

- **Procedimientos operacionales para las emisiones de larga duración:** después del accidente de la central nuclear de Daiichi en Fukushima, se convino en la necesidad de revisar, a nivel europeo, los procedimientos actuales en la gestión de las emisiones accidentales de larga duración. El objetivo de este paquete de trabajo es identificar y ejecutar escenarios de cálculo adecuados a estas situaciones que permitan mejorar los procedimientos operacionales actualmente en vigor.
- **Plataforma para la recogida e intercambio de información:** el objetivo de esta actividad es desarrollar métodos y herramientas

- científicas que puedan ser utilizadas por una Plataforma Analítica Europea para la recogida y análisis de la información de cualquier evento nuclear o radiológico, en particular, respecto a sus consecuencias y posteriores cambios de situación. La pretensión es crear esta plataforma bajo aspectos científicos y discutir a lo largo del proyecto si se formalizaría finalmente como parte de la Plataforma Neris o como una herramienta independiente de la Comisión Europea.

- **Bienes de consumo contaminados:** después del accidente de Fukushima se ha constatado que las recomendaciones o requisitos para tratar o gestionar los productos o bienes de consumo contaminados, ya sean en Europa (regulaciones de Euratom) o a nivel internacional (OIEA, Codex Alimentario) eran aparentemente, demasiado simples, aunque en la práctica, difíciles de implementar. Se pretende en este paquete de trabajo establecer paneles en varios países europeos que incluyan a todos los posibles sectores y organizaciones implicados para discutir y consensuar propuestas que mejoren la gestión y comunicación de esta problemática, al menos en el entorno europeo.

- **Mejoras en la modelación y tratamiento de consecuencias de los SAD relativos al medio terrestre:** se pretende extender y actualizar las capacidades de los SAD para modelar la dispersión atmosférica y las consecuencias a través de las vías de exposición terrestres de acuerdo a las lecciones aprendidas de los eventos de Chernobyl y Fukushima. Así, se tendrá en cuenta la influencia del tamaño de partícula y sus propiedades físico-químicas, así como se incluirá una estimación del término fuente a partir de los datos de medidas y cálculos de dispersión retrospectiva.

- **Mejoras en la modelación y tratamiento de consecuencias de los SAD en el medio acuático:** los modelos para el medio acuático utilizados en los SAD están menos desarrollados que los homólogos para el medio terrestre. El evento de Fukushima ha evidenciado las carencias de la modelación para estimar la actividad emitida al océano. Por tanto, este paquete de trabajo se dedicará a integrar el conocimiento y desarrollo actual de los modelos acuáticos y acoplarlos a los modelos de simulación de actuaciones correctoras dentro del SAD Rodos. Las nuevas capacidades se ensayarán con varios escenarios de interés en el entorno europeo.

- **Comunicación con el público:** el objetivo general del paquete de trabajo es investigar las condiciones y los medios para que la información relevante, fiable y de confianza pueda ser puesta a disposición del público en el momento oportuno y de acuerdo a sus necesidades, tanto durante la emergencia nuclear como en las fases de post-emergencia. Las necesidades de información en este contexto se refieren a la comprensión (por parte de los miembros del público) de la evolución del accidente, su gestión (y los riesgos potenciales relacionados) y a la capacidad de la población y de las comunidades afectadas para prevenir o mitigar, individual y colectivamente, los posibles daños que puedan sobrevenir.

- La participación española en este proyecto está representada por el Ciemat y la UPM que se han involucrado de forma muy activa en, prácticamente, todos los paquetes de trabajo señalados anteriormente. Estos organismos son miembros de la Plataforma Neris, y con este proyecto continúan su implicación en los proyectos europeos relacionados con los temas de gestión y de preparación a la emergencia de accidentes nucleares.

Comité de redacción

Publicaciones ICRP

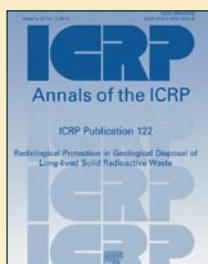
ICRP 103 – Las recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica



El documento con las nuevas Recomendaciones de la ICRP ha sido traducido y editado por la SEPR, en colaboración con la APCNEAN argentina, en el mismo año en que se ha publicado la versión original.

Se puede descargar en: www.sepr.es/html/recursos/publicaciones

ICRP-122. Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste.



Este informe pone al día y consolida las recomendaciones anteriores de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) relacionadas con la eliminación de residuos radiactivos sólidos. Las recomendaciones dadas se aplican expresamente al almacenamiento geológico de desechos radiactivos sólidos de larga vida. El informe explica como el sistema ICRP de protección radiológica descrito en la Publicación 103 puede ser aplicado en el contexto del almacenamiento geológico de desechos radiactivos duraderos sólidos. Aunque el informe está escrito como un documento independiente, recomendaciones anteriores de la ICRP no tratadas a fondo en este informe siguen siendo válidas.

Autores: W. Weiss, C-M. Larsson, C. McKenney, J.P. Minon, S. Mobbs, T. Schneider, H. Umeki, W. Hilden, C. Pescatore, M. Vesterlind.

Annals of the ICRP Volume 42, Issue 3, Pages 1-58 (June 2013)

Publicaciones HPA

HPA-CRCE-043 - Trends in Dental Radiography Equipment and Patient Dose in the UK and Republic of Ireland



En el año 2007 el grupo de Protección Radiológica en Radiología Dental de la Health Protection Agency (HPA) de Reino Unido publicó una revisión sobre datos de dosis a pacientes en la etapa 2002-2004. El presente trabajo es una revisión posterior correspondiente a los años 2008-2011. Ambos estudios aportan dosis tanto de radiología intraoral como de radiología panorámica

(ortopantomografía).

La comparación de los datos aportados por ambos estudios, demuestra que las dosis siguen reduciéndose en la radiología

- intraoral. Las principales causas son el uso extendido de colimadores rectangulares, la desaparición de los obsoletos equipos que operaban a 50 kV y la sustitución de películas lentas por otras de mayor sensibilidad. La introducción de receptores digitales, no obstante, no ha supuesto una disminución de dosis. El estudio lo achaca a una probable falta de destreza por parte de los operadores y a la ausencia de ajustes en los programadores de los equipos que impiden aprovechar la mayor sensibilidad de estos sistemas de registro.

Autores: J R Holroyd

ISBN: 978-0-85951-728-7

Disponible de forma gratuita en:

<http://www.hpa.org.uk/Publications/Radiation/CRCEScientificAndTechnicalReportSeries/HPACRCE043/>

HPA-CRCE-045 - Report of a Record-based Case-control Study of Natural Background Radiation and Incidence of Childhood Cancer in Great Britain



Estudio británico de caso-control para investigar asociaciones entre el cáncer infantil y la radiación natural de fondo. Para obtener los casos a estudio se usó el Registro Nacional de Tumores Infantiles del Reino Unido. Los casos eran cánceres certificados para niños nacidos y diagnosticados en Gran Bretaña durante 1980-2006.

Los niveles de dosis recibidos por los pequeños procedentes del fondo natural, fueron estimados para el lugar de residencia de la madre en el momento del parto usando bases de datos nacionales de radiación ambiente.

Entre los 27447 casos de cáncer y 36793 controles se encontró un exceso de riesgo del 12% (el 95% CI 3, 22; 2-sided $p=0.01$) de leucemia infantil por milisievert en médula ósea procedente de radiación gamma; la asociación con dosis procedentes del radón no era significativa. Las asociaciones para otros cánceres infantiles no eran significativas para ningún tipo de radiación.

Autores: G M Kendall, K J Bunch, J C H Miles, T J Vincent, M P Little, R Wakeford, J R Meara, and M F G Murphy

ISBN: 978-0-85951-728-7

Disponible de forma gratuita en:

<http://www.hpa.org.uk/Publications/Radiation/CRCEScientificAndTechnicalReportSeries/HPACRCE045/>

Human Radiosensitivity - RCE 21



Este trabajo revisa las evidencias actuales en las variaciones de radiosensibilidad entre humanos; lo hace a partir de la revisión de estudios experimentales, clínicos y epidemiológicos. Estudia los mecanismos de radiosensibilidad en humanos y hace una reflexión ética de las implicaciones del conocimiento actual en rangos de radiosensibilidad en la

población humana. Concluye que hay crecientes evidencias de cuáles son los principales factores que afectan a la radiosensibilidad de las personas, tanto para el riesgo de cánceres radioinducidos como, a dosis altas, para el daño tisular determinístico. Aunque la mayoría de estos factores tienen origen genético, hay evidencias sustanciales de que algunos hábitos vitales influyen también en ello; por ejemplo el tabaquismo. Este tipo de conocimiento puede ser de uso práctico en un futuro en el área de la Protección Radiológica de los seres humanos.

Autores: Advisory Group on Ionising Radiation.
 ISBN: 978-0-85951-740-9
 Disponible de forma gratuita en:
<http://www.hpa.org.uk/Publications/Radiation/DocumentsOfTheHPA/RCE21HumanRadiosensitivity/>



De la presente evaluación de los riesgos para la salud se concluye que no se prevé que fuera del Japón se produzca un aumento apreciable de dichos riesgos a consecuencia del accidente de Fukushima. En lo que atañe al Japón, se estima que el riesgo de contraer algunos cánceres a lo largo de la vida puede situarse algo por encima de las tasas basales en determinados

grupos de edad y sexo que se encontraran en las zonas más afectadas.

En el marco de estas conclusiones, sigue siendo importante mantener el control de los alimentos y el medio ambiente. Cuando se disponga de nuevas estimaciones de las dosis, procedentes de los estudios efectuados por el UNSCEAR y otras instancias, tales datos podrán utilizarse para establecer con más precisión las estimaciones de los riesgos que figuran en el presente informe

Pages, 172 (2013)
 ISBN: 978 92 4 150513 0
 Disponible en :Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan earthquake and tsunami, based on a preliminary dose estimation

Publicaciones AAPM

CT Scan Protocols



No estamos ante una publicación sino ante una información que la American Association of Physicists in Medicine (AAPM) ha colgado en su página web. Este trabajo ha sido desarrollado por el Grupo de Trabajo de Normalización de Protocolos y Nomenclatura en TC

de la AAPM. El objetivo es proporcionar a los profesionales del Radiodiagnóstico y de la Radiofísica Hospitalaria unas herramientas para la optimización de los estudios de TC en sus Hospitales y Centros Sanitarios.

Se ofrecen protocolos para algunos de los estudios más habituales en TC diagnóstico, y para aquellos equipos comerciales de TC más extendidos en el mercado. Los protocolos incluyen: técnica radiológica de adquisición de las imágenes, parámetros de las reconstrucciones posteriores, colocación del paciente, administración de contrastes. Todo ello dirigido a la obtención de imágenes de calidad al menor coste posible en dosis de radiación al paciente.

De gran utilidad práctica en el mundo de la Protección Radiológica sanitaria.

Autores: Working Group on Standardization of CT Nomenclature and Protocols (AAPM)
<http://www.aapm.org/pubs/CTProtocols/>

Publicaciones OMS

Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 great East Japan earthquake and tsunami, based on a preliminary dose estimation

La presente evaluación de los riesgos para la salud se basa en el estado actual del conocimiento científico. Las estimaciones y los supuestos en relación con las dosis de radiación contenidos en esta evaluación se eligieron deliberadamente a fin de minimizar la posibilidad de subestimar los posibles riesgos para la salud.

Publicaciones CSN

INT-04.29 Estudio de la exposición debida a la utilización de torio en industrias no radiológicas



El presente trabajo de investigación se enmarca dentro del Programa de Investigación y Desarrollo del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), período 2004-2007. Se decidió realizar estudios para evaluar el riesgo asociado a las aplicaciones

industriales, no nucleares, de diversos materiales radiactivos que existen de forma natural, NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials). El programa está orientado, entre otros, a la evaluación del impacto radiológico debido a las instalaciones, actividades o situaciones que, de forma real o potencial, liberen material radiactivo al medio ambiente y, por otro lado, a la evaluación de la exposición a la radiación natural.

El proyecto es el resultado de una colaboración entre la Universidad del País Vasco en Bilbao y la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. El objetivo global del proyecto ha sido la determinación del impacto radiológico que el uso de materiales toriados ejerce sobre la población española y el desarrollo de una metodología que permita cuantificar el impacto en instalaciones específicas.

CSN, 2013 (CD, 64 págs.)
http://www.csn.es/images/stories/publicaciones/unitarias/informes_tecnicos/torio_2013_final.pdf

GSG-11.04 Metodología para la evaluación de la exposición al radón en los lugares de trabajo



El objetivo de esta guía es establecer una serie de criterios metodológicos para los estudios que, en virtud del título VII del Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (RPSRI), deben realizar los titulares de las actividades laborales en las que exista un considerable riesgo potencial de exposición al radón (^{222}Rn) y a sus descendientes de vida corta.

Esta guía debe utilizarse conjuntamente con la Guía de Seguridad GS-11.01 del CSN Directrices sobre la competencia de los laboratorios y servicios de medida de radón en aire.

Colección: Guías de Seguridad

Referencia: GSG-11.04.

Diciembre 2012

http://www.csn.es/images/stories/publicaciones/guias_seguridad/gsg_11-4.pdf

INT-04.27 Estudio del impacto radiológico de las centrales térmicas de carbón sobre sus entornos



Se presenta la evaluación del impacto radiológico que ejercen, sobre sus respectivos entornos, las cuatro centrales térmicas de carbón de mayor potencia de nuestro país: As Pontes (A Coruña), Compostilla II (León), Litoral (Almería)

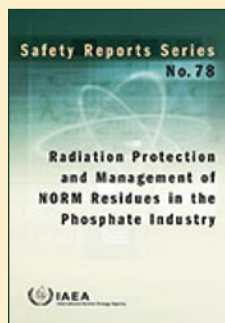
y Andorra (Teruel). El estudio contempla el impacto producido por este tipo de instalaciones sobre sus trabajadores

- y poblaciones del entorno. Las centrales seleccionadas
- presentan distintas fechas de puesta en funcionamiento,
- distintos entornos geográficos y ambientes climatológicos,
- distintas mezclas de carbones y distintas utilidades de las escorias y cenizas generadas.

CSN, 2013 (212 págs.) (CD)

http://www.csn.es/images/stories/publicaciones/unitarias/informes_tecnicos/centrales_termicas_carbon1.pdf

Publicaciones OIEA



Radiation Protection and Management of NORM Residues in the Phosphate Industry

Este informe es una recopilación detallada de información sobre los procesos y materiales relacionados con la industria de fosfatos y las consideraciones radiológicas que deben tomarse en cuenta por el organismo regulador al determinar la naturaleza y el alcance de las

- medidas de protección radiológicas. Ha sido desarrollado
- dentro del programa del OIEA en la aplicación de las normas de seguridad en materia de seguridad de radiaciones, transporte y residuos. La información proporcionada
- ayudará en la aplicación del reglamento así como sobre las concentraciones de radionucleidos esperados, los niveles de exposición y el enfoque regulatorio más adecuado en este tipo de industrias.

Safety Series Report 78

STI/PUB/1582 (ISBN:978-92-0-135810-3). 288 pages.2013

Disponible en: http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1582_web.pdf



CONVOCATORIAS 2013

“más información en www.sepr.es”

JUNIO

- **BioEM 2013**
Del 10 al 14 de junio de 2013 en Tesalónica (Grecia).
Más información: www.bioem2013.org/bioem2013
- **Symposium Environmental Radioactivity: Legacy Sites, Chernobyl and Fukushima**
17 de junio de 2013 en Athens, Georgia (EEUU).
Más información: www.icobte2013.org
- **III Congreso conjunto SEFM 19 – SEPR 14**
Del 18 al 21 junio de 2013 en Cáceres (España).
Más información: www.sefmseprextremadura2013.es
- **ICANT 2013 - International Conference on Applications of Nuclear Techniques**
Del 23 al 29 de junio de 2013 en la Isla de Creta (Grecia).
Más información: www.crete13.org/
- **1st International Conference on Dosimetry and its Applications**
Del 23 al 28 de junio de 2013 en Praga (República Checa). Más información: <http://icda.fjfi.cvut.cz/>

AGOSTO

- **VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Física Médica y II Congreso Nacional de Física Médica**
Del 24 al 27 de agosto de 2013 en Guanacaste (Costa Rica).
Más información: www.alfimcostarica2013.com/

SEPTIEMBRE

- **International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment - EHE 2013**
Del 19 al 21 de septiembre de 2013 en Oporto (Portugal).
Más información: www.apdee.org
- **SSD 17 - 17th International Conference on Solid State Dosimetry**
Del 22 al 27 de septiembre de 2013 en Recife (Brasil).
Más información: www.ssd17.org
- **International Conference on Integrated Medical Imaging in Cardiovascular Diseases - IMIC 2013**
Del 30 de septiembre al 4 de octubre de 2013 en Viena (Austria).
Más información: www-pub.iaea.org/iaea-meetings/43045/International-Conference-on-Integrated-Medical-Imaging

OCTUBRE

- **11th Workshop on Microbeam Probes of Cellular Radiation Response**
3 y 4 de octubre de 2013 en Bordeaux (Francia).
Más información: www.cenbg.in2p3.fr/microbeam2013
- **Workshop MELODI 2013**
Del 7 al 10 de octubre de 2013 en Bruselas (Bélgica).
Más información: www.melodi2013.org
- **11th International Conference on the Health Effects of Incorporated Radionuclides**
Del 13 al 17 de octubre de 2013 en Berkeley, California (EEUU).
Más información: <http://actinide.lbl.gov/HEIR2013>
- **Primer Congreso Español de la Mama**
Del 17 al 19 de octubre de 2013 en Madrid (España).
Más información: www.primercongresomama.org/web/
- **Micros2013 - 16th International Symposium on Microdosimetry**
Del 20 al 25 de octubre de 2013 en Treviso (Italia).
Más información: <http://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confid=5707>
- **ICRP 2013: 2nd International Symposium on the System of Radiological Protection**
Del 22 al 24 de octubre de 2013 en Abu Dhabi (Emiratos Árabes).
Más información: www.icrp.org/page.asp?id=141
- **International Conference on the Safety and Security of Radioactive Sources: Maintaining the Continuous Global Control of Sources throughout their Life Cycle**
Del 27 al 31 de octubre de 2013 en Abu Dhabi (Emiratos Árabes).
Más información: www-pub.iaea.org/iaea-meetings/43047/International-Conference-on-Safety-and-Security-of-Radioactive-Sources

CURSOS 2013

JUNIO

Curso de capacitación para supervisores de instalaciones radiactivas. Campos de aplicación: Medicina Nuclear, Control de procesos y técnicas analíticas, y Laboratorio con fuentes no encapsuladas

Organizado por: el Institut de Tècniques Energètiques (INTE) y el Hospital Clínico y Provincial de Barcelona. Participan la Sección de Ingeniería Nuclear del Departamento de Física e Ingeniería Nuclear de la UPC, el Hospital de Santa Creu y Sant Pau de Barcelona y el Instituto de Investigaciones Biomédicas de Barcelona (IIBB-CSIC).

Fecha: del 25 de junio al 5 de julio de 2013.

Dirigido a: de acuerdo con la normativa vigente, para realizar el curso de supervisores es necesario disponer de titulación universitaria.

Más información: <http://inte.upc.edu/docencia-es/curso-supervisores>

AGOSTO

Summer school in radiobiology (SCK-CEN)

Organizado por: Curso organizado por el SCK-CEN

Lugar y fecha: salón de actos BIO del SCK.CEN. Boeretang 200, 2400 Mol (Bélgica). Del 5 al 14 de agosto de 2013

Objetivos: este curso es muy interesante para aquellos graduados que quieran iniciarse en la investigación en Radiobiología o bien que quieran conocer en detalle los efectos de las radiaciones ionizantes sobre la materia viva. En el curso también se revisarán aspectos de la radiobiología relacionados con la radioterapia y radiodiagnóstico y, en general, con el uso de los radioisótopos en Medicina y Biología.

El curso está abierto a cualquier estudiante graduado no habiendo coste de matriculación.

Más información: www.sckcen.be/en/Events/SSRB_Aug2013/%28page%29/47529

Wilhelm and Else Heraeus Physics School on Ionizing Radiation and Protection of Man (Eurados)

Organizado por: Eurados con la colaboración del Instituto de protección Radiológica Helmholtz Zentrum München (Alemania)

Lugar y fecha: Physikzentrum Bad Honnef (Alemania). Del 11 al 23 de agosto de 2013.

- Objetivos y características: un grupo de expertos internacionales de alto nivel ofrecerán una información completa, detallada y actualizada sobre las perspectivas de investigación en protección radiológica, intentando aportar soluciones sobre cuestiones aún no resueltas en dicho campo.
- El curso constará de aproximadamente 80 temas teóricos, seminarios y ejercicios.

SEPTIEMBRE

Curso superior de protección radiológica

- Organizado por: Unidad de Formación del Ciemat con la colaboración de Unesa.

- Lugar y fecha: Ciemat, Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid. Del 16 de septiembre al 16 de diciembre de 2013.

- Duración: 300 horas

- Objetivos: proporcionar la formación requerida sobre los fundamentos y la tecnología de la protección radiológica necesaria para el reconocimiento de experto cualificado con diploma de Jefe de un Servicio de Protección Radiológica o Unidad Técnica de Protección Radiológica, según establece la Instrucción Técnica IS-03, del Consejo de Seguridad Nuclear.

- Observaciones: se requiere titulación oficial de Licenciado en Ciencias, Ingeniero o Arquitecto, u otros reconocidos oficialmente como equivalentes, en el caso de no tratarse de títulos oficiales. (Se exige un nivel de conocimientos equivalente a los de un Supervisor de Instalaciones Radiactivas). Curso homologado por el Consejo de Seguridad Nuclear.

- Más información: www.ciemat.es

Cours en radioprotection (idioma francés) (SCK-CEN)

- Organizado por: SCK-CEN

- Lugar y fecha: CCK•CEN Club-House. Boeretang 201. 2400 MOL (Bélgica). Del 23 al 27 de septiembre de 2013.

- Objetivos y destinatarios: esta formación impartida en francés está destinada a las personas que, debido a su entorno profesional, están directa o indirectamente relacionadas con las aplicaciones de la radiactividad. Este curso puede representar un complemento adecuado a su especialización. Es conveniente que los participantes tengan conocimientos básicos sobre las radiaciones ionizantes.

- Más información: www.sckcen.be/en/Events/RP_FR_20130923/%28page%29/45104

OCTUBRE

BNEN master-after-master in nuclear engineering (SCK-CEN)

Organizado por: Máster organizado por un consorcio de seis universidades belgas y el SCK-CEN.

Lugar y fecha: SCK-CEN, Boeretang 200, B-2400 Mol (Bélgica). Del 1-10-2013 al 30-6-2013

Objetivos y características: con el master se obtienen 60 ECTS en un año y el postgrado. El programa permite que los estudiantes adquieran el fondo científico y técnico necesario, así como las habilidades necesarias para desarrollar su carrera en el campo de las aplicaciones nucleares.

Las lecciones teóricas se impartirán en las instalaciones de SCK-CEN en Mol, Bélgica. Las prácticas de laboratorio se desarrollarán en las instalaciones nucleares de SCK-CEN y serán organizadas por científicos del SCK-CEN. Además se realizarán visitas técnicas a instalaciones industriales y de investigación.

Más información: <http://bnen.sckcen.be/en>

Máster en energía nuclear y aplicaciones (MINA) (Ciemat)

Organizado por: Ciemat y la Universidad Autónoma de Madrid en colaboración con la Universidad de Cantabria, la Universidad del País Vasco, la Universidad Politécnica de Valencia, la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Autónoma de Barcelona.

Lugar y fecha: del 1 de octubre de 2013 al 30 de junio de 2014. CIEMAT. Avda. Complutense, 40. 28040-Madrid. Jornada completa.

Objetivos: Proporcionar una formación general en el área de la Ciencia y la Tecnología Nuclear para postgraduados, que permita su integración profesional en el ámbito de la Industria Nuclear.

El master está estructurado en 575 horas de clases teóricas y prácticas a las que se suman 625 horas de estudio, y un Proyecto Fin de Máster de 300 h. que se realiza dentro de una de las empresas colaboradoras del sector nuclear. Los alumnos que concluyan con éxito el proyecto obtendrán el Título de Máster (60 ECTS). Existe la posibilidad de matricularse en asignaturas sueltas. Este master tiene la consideración de "Estudio Propio" y se rige por la Normativa de Estudios Propios de la Universidad Autónoma de Madrid.

Dirigido a: titulados superiores o de grado de facultades o escuelas científicas o tecnológicas, tales como ingenierías, física, química, matemáticas, etc.; así como a profesionales relacionados con el sector nuclear.

Más información: www.ciemat.es

NOVIEMBRE

Radiation protection course (SCK-CEN)

- Organizado por: Curso organizado por el SCK-CEN.
- Lugar y fecha: SCK-CEN Club-House. Boeretang 201. 2400 MOL (Bélgica). Del 18 al 23 de noviembre de 2013.

- Objetivos y destinatarios: esta formación está destinada a las personas que, debido a su entorno profesional, están directamente o indirectamente relacionadas con las aplicaciones de la radiactividad. Este curso puede representar un complemento adecuado a su especialización. Es conveniente que los participantes tengan unos conocimientos básicos sobre las radiaciones ionizantes

- Más información: www.sckcen.be/en/Events/RP_EN_20131118

Curso de entrenamiento sobre los métodos Monte Carlo para la calibración de los contadores de cuerpo entero (Eurados)

- Organizado por: Curso organizado por el Karlsruhe Institute of Technology (KIT) y el Grupo Europeo de Dosimetría de las Radiaciones (Eurados).

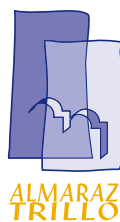
- Lugar y fecha: Karlsruhe Institute of Technology (KIT). Campus North. Hermann-von-Helmholtz-Platz 1. 76344 Eggenstein-Leopoldshafen (Alemania). Del 25 al 27 de noviembre de 2013.

- Objetivos: el método de Monte Carlo es una técnica de simulación numérica que puede utilizarse para ampliar el alcance de las calibraciones realizadas "in vivo". Estos métodos permiten realizar calibraciones en una gran variedad de formas y tamaños corporales. Este curso de formación tiene como objetivo la aplicación de los métodos de Monte Carlo para la calibración de detectores de cuerpo enteros y parciales.

- Dirigido a: se requiere que todos los participantes tengan conocimientos básicos del código Monte Carlo MCNP (X). El número de participantes está limitado a 20. Los participantes deberían traer sus propios ordenadores portátiles y, si es posible una copia autorizada de MCNP (X). Se invita a los participantes para que traigan un póster donde se exponga el trabajo que se realice en sus laboratorios.

- Más información: <http://eurados.ine.kit.edu>

Socios colaboradores de la SEPR





INSPECCIÓN E INTEGRIDAD ESTRUCTURAL

PRUEBAS DE OPERATIVIDAD DE SISTEMAS Y COMPONENTES

APOYO A LA EXPLOTACIÓN DE CENTRALES

CENTROS DE FORMACIÓN

DESARROLLO Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS Y SISTEMAS

GESTIÓN DE SEGURIDAD

NUEVOS PROYECTOS NUCLEARES

Confianza
Seguridad
Excelencia

