

RADIOPROTECCIÓN

LA REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Nº 89 • JULIO 2017

edición digital



MONOGRÁFICO CONGRESO CONJUNTO SEPR-SEFM GIRONA 2017



PROGRESO Y SALUD

ENTREVISTA:

Mercé Ginjaume y Borja Bravo

PRESIDENTES SALIENTE Y ENTRANTE DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA (SEPR)

ESPECIAL: LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN 2016

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

1. PROPÓSITO Y ALCANCE:

La revista **RADIOPROTECCIÓN** es el órgano de expresión de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR).

Los trabajos que opten para ser publicados en **RADIOPROTECCIÓN** deberán tener relación con la Protección Radiológica y con todos aquellos temas que puedan ser de interés para los miembros de la SEPR. Los trabajos deberán ser originales y no haber sido publicados en otros medios, a excepción de colaboraciones de especial interés, según criterio del Comité de Redacción. Los trabajos aceptados son propiedad de la Revista y su reproducción, total o parcial, sólo podrá realizarse previa autorización escrita del Comité de Redacción de la misma.

La publicación de trabajos en **RADIOPROTECCIÓN** está abierta a autores de todo el país y distintas instituciones.

Los conceptos expuestos en los trabajos publicados en **RADIOPROTECCIÓN** representan exclusivamente la opinión personal de sus autores.

Todas las contribuciones se enviarán por correo electrónico a la dirección:

revista@sepr.es

2. RADIOPROTECCIÓN EN INTERNET

La revista **RADIOPROTECCIÓN** sólo se publica en formato electrónico y puede consultarse en la página de la Sociedad Española de Protección Radiológica (<http://www.sepr.es>).

3. NORMAS DE PUBLICACIÓN DE LA REVISTA RADIOPROTECCIÓN

3.1. Tipo de contribuciones que pueden enviarse a la revista

Las contribuciones que pueden enviarse a **RADIOPROTECCIÓN** son:

- Artículos de investigación
- Revisiones técnicas
- Noticias
- Publicaciones
- Recensiones de libros
- Convocatorias
- Cartas al director
- Proyectos de I+D

3.2. Normas para la presentación de artículos y revisiones técnicas

En todos los trabajos se utilizará un tratamiento de texto estándar (word, wordperfect). El texto debe escribirse a espacio sencillo en tamaño 12. La extensión máxima del trabajo será de 12 páginas DIN-A4 para los artículos y de 6 páginas para las revisiones técnicas, incluyendo los gráficos, dibujos y fotografías.

Los trabajos (artículos y revisiones técnicas) deberán contener:

3.2.1. Carta de presentación. Con cada trabajo ha de enviarse una carta de presentación que incluya el nombre, institución, dirección, teléfono, fax y correo electrónico del autor al que

hay que enviar la correspondencia. Los autores deben especificar el tipo de contribución enviada (ver apartado 3.1).

3.2.2. Página del título. Esta página debe contener, y por este orden, título del artículo, primer apellido e inicial(es) de los autores, nombre y dirección del centro de trabajo, nombre de la persona de contacto, teléfono, dirección de correo electrónico y otras especificaciones que se consideren oportunas. Cada autor debe relacionarse con la correspondiente institución usando llamadas mediante números.

El título, que irá en el encabezamiento del trabajo, no tendrá más de 50 caracteres (incluyendo letras y espacios).

Se incluirá un máximo de 6 palabras clave en español y 6 palabras clave en inglés que reflejen los principales aspectos del trabajo.

3.2.3. Resumen. Se escribirá un resumen del trabajo en castellano y en inglés que expresará una idea general del artículo. La extensión máxima será de **200 palabras en cada idioma**, que se debe respetar por razones de diseño y de homogeneización del formato de la revista.

- Es importante que el resumen sea preciso y sucinto, presentando el tema, las informaciones originales, exponiendo las conclusiones, e indicando los resultados más destacables.

3.2.4. Texto principal. No hay reglas estrictas sobre los apartados que deben incluirse, pero hay que intentar organizar el texto de tal forma que incluya una introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones, referencias bibliográficas, tablas y figuras y agradecimientos.

Se deberían evitar repeticiones entre los distintos apartados y de los datos de las tablas en el texto.

Las abreviaturas pueden utilizarse siempre que sea necesario, pero siempre deben definirse la primera vez que sean utilizadas.

3.2.5. Unidades y ecuaciones matemáticas. Los autores deben utilizar el Sistema Internacional de Unidades (SI). Las unidades de radiación deben darse en el SI, por ejemplo 1 Sv, 1 Gy, 1 MBq. Las ecuaciones deben numerarse (1), (2) etc. en el lado derecho de la ecuación.

3.2.6. Anexos. Se solicita a los autores que no incluyan anexos si el material puede formar parte del texto principal. Si fuera imprescindible incluir anexos, por ejemplo incluyendo cálculos matemáticos que podrían interrumpir el texto, deberá hacerse después del apartado referencias bibliográficas. Si se incluye más de un anexo, éstos deben identificarse con letras. Un anexo puede contener referencias bibliográficas, pero éstas deben numerarse y listarse separadamente

(A1, A2, etc.). Debe hacerse mención a los anexos en el texto principal.

3.2.7. Tablas. Las tablas deben citarse en el texto. Deben ir numeradas con números romanos (I, II, III etc.) y cada una de ellas debe tener un título corto y descriptivo. Se debe intentar conseguir la máxima claridad cuando se pongan los datos en una tabla y asegurarse de que todas las columnas y filas están alineadas correctamente.

Si fuera necesario se puede incluir un pie de tabla. Éste debe mencionarse en la tabla como una letra en superíndice, la cual también se pondrá al inicio del pie de tabla correspondiente. Las abreviaturas en las tablas deben definirse en el pie de tabla, incluso si ya han sido definidas en el texto.

3.2.8. Figuras, gráficos y fotografías. Las figuras deben citarse en el texto numeradas con números arábigos. **Todos los gráficos, figuras y fotografías aparecerán en color en la revista**. Las **fotografías** deberán entregarse como **imágenes digitalizadas en formato de imagen** (jpg, gif, tif, power point, etc.) con una **resolución superior a 300 ppp**. Aunque las imágenes (fotos, gráficos y dibujos) aparezcan insertadas en un documento de word es necesario enviarlas también por separado como archivo de imagen para que la resolución sea la adecuada.

Cada figura (foto, tabla, dibujo) debe ir acompañada de su **pie de figura** correspondiente.

3.2.9. Referencias Bibliográficas. Debe asignarse un número a cada referencia siguiendo el orden en el que aparecen en el texto, es decir, las referencias deben citarse en orden numérico. Las referencias citadas en una tabla o figura cuentan como que han sido citadas cuando la tabla o figura se menciona por primera vez en el texto.

Dentro del texto, las referencias se citan por número entre corchetes. Dentro del corchete, los números se separan con comas, y tres o más referencias consecutivas se dan en intervalo. Ejemplo [1, 2, 7, 10-12, 14]. Las menciones a comunicaciones privadas deben únicamente incluirse en el texto (no numerándose), proporcionando el autor y el año. La lista de referencias al final del trabajo debe realizarse en orden numérico.

Se seguirán las normas Vancouver para las referencias bibliográficas:

http://es.wikipedia.org/wiki/Estilo_Vancouver

3.2.10. Enlaces y descargables. Se pueden incluir **enlaces** que los autores consideren interesantes **a direcciones web** siempre que se referencien en el texto entre paréntesis. Asimismo, se podrán incluir otros **documentos** de especial interés **para ser descargados**; para ello es necesario que dichos documentos estén **en formato pdf**, se referencien en el texto y sean **incluidos junto al resto de la documentación**.

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Directora

Cristina Correa

Coordinador

María Luisa Tormo

Comité de Redacción

Pablo Belinchón

Rocío Escudero

Estela García

Rosa Gilarranz

Anahí Martínez

Santiago Miquelez

Alegría Montoro

Juan Francisco Navarro

Matilde Pelegrí

José Ribera

Beatriz Robles

Natividad Sebastián

Inmaculada Sierra

María Luisa Tormo

M^º Angeles Trillo

Coordinación de la página web

Eduardo Gallego

José Francisco Benavente

Comité Científico

Presidenta: Beatriz Robles

José Miguel Fernández

Xavier Ortega

Teresa Ortiz

Eduardo Sollet

Alejandro Úbeda

Coordinación de la sección "Pregunta a la SEPR"

Leopoldo Arranz

María Luisa Tormo

Realización, Publicidad y Edición:

SENDA EDITORIAL, S.A.

Directora: Matilde Pelegrí

Capitán Haya, 56. 7º D - 28020 Madrid

Tel.: 91 373 47 50 - Fax: 91 316 91 77

Correo electrónico: redaccionpr@gruposenda.es

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 comparte necesariamente.

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.

EDICIÓN Julio 2017

Revista digital disponible en: <http://www.sepr.es>

Disponible sólo para socios los números del año actual, los números anteriores disponibles para el público en general.

Síguenos en:



RADIOPROTECCIÓN se publica con una frecuencia trimestral.

Indexada: Latindex



S U M A R I O

- Editorial 4
- Entrevista 5
Mercé GINJAUME y Borja BRAVO
Presidentes saliente y entrante de la SEPR
- La Protección Radiológica en 2016 10
- Congreso conjunto SEPR-SEFM. Girona 2017 21
- Actualidad IRPA 61
- Noticias 62
 - de la SEPR
 - de España
 - del Mundo
- Proyectos I+ D 76
- Publicaciones 77
- Convocatorias y Cursos 78

Editorial

La Revista de la Sociedad Española de Protección Radiológica incluye artículos (en español) científicos originales, de revisión y monográficos, entrevistas, secciones de información y noticias relacionadas con el campo de la Protección Radiológica a nivel nacional e internacional, incluyendo radiaciones ionizantes así como no ionizantes. Contempla aquellos campos relacionados con la investigación, con el desarrollo de nuevas estrategias y tecnologías diseñadas para la protección radiológica en el campo médico, medioambiental e industrial. Las líneas de investigación incluidas son: dosimetría física, radioecología, radiactividad ambiental, efectos biológicos de la radiación ionizante *in vitro* e *in vivo*, protección del paciente y trabajador expuesto.

NUEVA ETAPA

Comenzamos una nueva etapa tras el cambio de Junta Directiva aprobado en la Asamblea de la Sociedad celebrada el pasado mes de junio. En éste mi primer editorial como presidente de la SEPR, me gustaría comenzar con unas palabras de agradecimiento.

En primer lugar a la Junta Directiva saliente por su implicación, dedicación, compromiso y entusiasmo, y por hacer de nuestra Sociedad un referente. También a los miembros de los diferentes Comités, por su disposición desinteresada para hacer realidad cada número de RADIOPROTECCIÓN, dotar de contenido nuestra nueva página web, y proponer y llevar a cabo las jornadas, cursos y demás actividades que cada año se desarrollan. A los nuevos miembros de la Junta Directiva, por acompañarnos en esta nueva etapa que ahora iniciamos con renovada ilusión. Y, sin duda, gracias a todos y cada uno de vosotros, los socios, profesionales y colaboradores, por el apoyo y la confianza en esta nueva Junta Directiva, para seguir impulsando nuestra Sociedad.

Antes de presentar el contenido de este número de RADIOPROTECCIÓN, también quiero agradecer a Eliseo Vañó y Eduardo Sollet su inestimable labor de coordinación de los dos números anteriores, 87 y 88 respectivamente, dedicados a sendos temas monográficos: la Conferencia Iberoamericana sobre Protección Radiológica en Medicina (CIPRaM), celebrada el pasado mes de diciembre en Madrid, y la Protección Radiológica en las Centrales Nucleares.

En estos últimos meses han tenido lugar dos de los eventos más relevantes que desarrolla periódicamente la Sociedad, y que son abordados en este número. Por un lado, se publica una amplia reseña del V Congreso conjunto de las Sociedades de Física Médica y de Pro-

tección Radiológica, celebrado en Girona del 13 al 16 de junio. Este Congreso fue todo un éxito de afluencia, y se convirtió una vez más en el punto de encuentro de los profesionales de nuestro ámbito, donde pudimos intercambiar experiencias y conocer los últimos avances en investigación.

Adicionalmente, se incluye un resumen de la Jornada de la Protección Radiológica en 2016, celebrada el pasado mes de abril, y donde tuvimos la ocasión de compartir las novedades, retos y logros más destacados de nuestra actividad durante el año anterior.

Asimismo, este número contiene la entrevista de los presidentes saliente y entrante, en la que hacemos balance de la anterior etapa y marcamos los objetivos del periodo que ahora se inicia.

La nueva Junta Directiva tiene como referente fundamental el Plan Estratégico 2015-2019, pero sin duda la transposición de la nueva Directiva Europea constituye un telón de fondo que aporta un reto aún mayor a este nuevo periodo que ahora empieza.

Para cumplir con nuestros objetivos es necesario el trabajo conjunto de todos los socios. Por ello, finalizo reiterando mi agradecimiento por la confianza depositada en el equipo formado por la nueva Junta Directiva, y reafirmando nuestra ilusión y nuestro compromiso de máxima dedicación para continuar haciendo de la Sociedad el lugar de encuentro entre los socios, y un punto de referencia para la sociedad en general.

Borja Bravo

Presidente de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR)



Secretaría Técnica

C/ Capitán Haya, 56 - 7º D
28020 Madrid

Tel.: 91 373 47 50

Fax: 91 316 91 77

Correo electrónico: secretaria@sepr.es

Junta Directiva

Presidente: Borja Bravo

Vicepresidente: Ricardo Torres

Secretaría General: Sofía Luque

Tesorero: José Campos

Vocales: Amparo García, Margarita Herranz,

Ana María Romero, Carlos Huerga,

José Manuel Ordiales, José Miguel Jiménez

Comisión de Actividades Científicas

Presidente: Ricardo Torres

Secretaría: Sofía Luque

Vocales: Julio Almansa, Pío Carmena,

Cristina Correa, Carlos Enríquez,

Eduardo Gallego, Antonio Gil,

Margarita Herranz, Alegría Montoro,

Juan Carlos Mora, Teresa Navarro,

Carmen Rueda, Pedro Ruiz, María Teresa

Macías, Alejandro Úbeda y Esteban Velasco

Comisión de Publicaciones

Presidente: Sofía Luque

Secretaría: Cristina Correa

Vocales: Eduardo Gallego, Carlos Puras,

José Benavente, Beatriz Robles y Pedro Ruiz

Comisión de Asuntos Económicos

Presidente: José Campos

Secretario: Ricardo Torres

Vocales: Pío Carmena, Eduardo Gallego y

Alejandro Úbeda

Comisión de Asuntos Institucionales

Presidente: Borja Bravo

Secretario: Ricardo Torres

Vocales: Leopoldo Arranz, David Cancio,

Pedro Carboneras, Pío Carmena, Marisa

España, Manuel Fernández, Eduardo

Gallego, José Gutiérrez, Xavier Ortega,

Juanjo Peña, Lucila Ramos, Rafael Ruiz

Cruces, Eduardo Sollet y Mercè Ginjume

MERCÈ GINJAUME y BORJA BRAVO

Presidentes entrante y saliente de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR)

EL PERIODO 2015-2017

La Junta Directiva presidida por Mercè Ginjaume tomó posesión en 2015.

- ¿Cuáles eran los principales objetivos de esa legislatura?
- ¿Cuáles eran las líneas más importantes de trabajo del Plan Estratégico?

Mercè Ginjaume. Tras nuestro congreso bienal celebrado en junio de 2015 en Valencia, se procedió a la renovación parcial de la Junta Directiva y tomé el relevo de Eduardo Gallego en la presidencia de la Sociedad. Inicié esta nueva responsabilidad con gran ilusión pero también respeto, puesto que a partir de ese momento me correspondía su dirección. Contaba con los compañeros de la Junta Directiva que seguíamos, las nuevas incorporaciones y muchos otros compañeros de la SEPR, en particular los anteriores presidentes, para conseguir superar nuestros retos. El Plan Estratégico para el periodo 2015-2019 ha sido la guía principal que ha orientado nuestras actuaciones.

En primer lugar, me gustaría citar la consolidación de dos importantes novedades que se iniciaron en 2014: la digitalización de la revista RADIOPROTECCIÓN y la constitución de la nueva Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica (PEPRI), de la que la SEPR ostenta la Secretaría.

En relación a las actuaciones directamente impulsadas desde nuestra Junta Directiva quiero destacar el proyecto



de renovación de la página web de la Sociedad. La nueva web, además de un diseño renovado, incorpora nuevas prestaciones para facilitar la actualización de su contenido y también su indexación. Otra importante línea de trabajo, liderada por Borja Bravo, ha sido buscar la mejora de los servicios a los socios, y en este ámbito quiero resaltar la aprobación por parte de la Junta Directiva de un procedimiento para establecer los criterios en cuanto a la concesión de ayudas, becas y premios para jóvenes y profesionales en paro, incluyendo matrículas e inscripciones gratuitas para todas las actividades formativas organizadas desde la SEPR y también para los congresos europeos e internacionales de IRPA.

El último aspecto que quiero resaltar es la creación, a finales de 2015, del

Grupo de Trabajo sobre la Directiva 2013/59 liderado por María Teresa Macías, que se ha encargado de llevar a cabo un análisis exhaustivo de la Directiva y la organización de una Jornada técnica monográfica en colaboración con las distintas sociedades profesionales afines.

El Plan Estratégico se encuentra en su ecuador y todavía queda mucho trabajo por hacer. Dejamos el testigo en manos de Borja Bravo y su equipo, pero seguiremos a su disposición y a la de la SEPR para ayudar en lo que esté a nuestro alcance.

Borja Bravo. Los que nos unimos a la Junta Directiva por decisión de la Asamblea celebrada en el Congreso conjunto de Valencia, hemos dedicado estos dos años a apoyar al equipo que continuaba de la etapa anterior

y ponernos a su disposición en todo lo necesario para llevar a cabo los objetivos establecidos dentro del Plan Estratégico. En mi caso particular, y de acuerdo al Reglamento de Régimen Interior de la SEPR, he estado centrado principalmente en las acciones asociadas al Plan de Actividades anual, definiendo su contenido cada año junto con los miembros de la Comisión de Actividades Científicas, y realizando un seguimiento para tratar de completarlo de manera satisfactoria. Adicionalmente, nuestro objetivo ha sido aprender desde dentro el funcionamiento de la Sociedad, conocerla mejor y tener la suerte de poder estar cerca de las personas que forman parte de cada una de las Comisiones o Grupos de Trabajo.

LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES

El Congreso conjunto SEFM-SEPR constituye el evento más importante de la Sociedad. La quinta edición acaba de celebrarse el pasado mes de junio en Girona.

- *¿Cuáles son las principales lecciones aprendidas de este trabajo conjunto?*
- *¿Podemos avanzar algún detalle del próximo congreso?*

BB. Sin ninguna duda, el Congreso es el evento más importante de nuestra Sociedad. Nos permite, de forma periódica, conocer los avances del estado del arte de nuestra especialidad, y sobre todo nos permite compartir durante unos días experiencias con colegas que día a día nos encontramos con situaciones similares y problemas parecidos. El hecho de que se celebre de manera conjunta con la Sociedad Española de Física Médica implica que ambas sociedades debemos dialogar y llegar a un consenso para buscar el máximo aprovechamiento de este evento, teniendo siempre en consideración a todos los sectores participantes.

Esto no es sencillo, pero desde su primera edición en 2009 en Alicante, y en las posteriores, la realización del Congreso conjunto ha demostrado ser



una decisión acertada, cumpliéndose edición a edición los objetivos que desde el inicio se marcaron: aumentar la asistencia y participación, y favorecer los aspectos científico (más trabajos presentados) y económico (concentración de apoyos oficiales y comerciales).

MG. Comparto con Borja la definición de nuestros congresos como los principales eventos de nuestra Sociedad y citas imprescindibles para los profesionales de la Protección Radiológica en España. Ha sido mi 15º Congreso de la SEPR y el 5º Congreso conjunto SEFM y SEPR, únicamente falté al primero en 1985. Sin embargo, ha sido mi primer Congreso en calidad de presidenta de la SEPR, y esa posición privilegiada me ha permitido seguir muy de cerca el ingente trabajo llevado a cabo por los Comités organizador y científico.

Quiero aprovechar esta ocasión para agradecerles su dedicación y esfuerzo, en particular a Carles Muñoz, presidente del Congreso y principal artífice del mismo, y a Fernando Legarda, copresidente del Comité Científico por parte de la SEPR, que se ha encargado de la coordinación y elaboración del programa científico.

El próximo Congreso está previsto que se celebre en Burgos en 2019. En los próximos meses se completará el análisis del Congreso de Girona, y a partir de este estudio representantes de la SEFM, SEPR y los organizadores del próximo deberán definir la nueva propuesta.

Además la SEPR organiza jornadas técnicas de especial interés. La dedicada a la PR se ha convertido en un punto de referencia de profesionales e instituciones.

– ¿Qué aspectos destaca de este encuentro?

BB. La Jornada de la Protección Radiológica que se celebra cada año se ha convertido indudablemente en un evento de referencia para nuestros socios. Nos permite conocer anualmente algunos de los proyectos más destacados de los que se han llevado a cabo en el año anterior. Es una pena que sólo dure una mañana, porque eso hace que debamos elegir sólo algunos de ellos, dejando otros que sin duda serían también de gran interés. Esta Jornada es muy apreciada por nuestros socios, y prueba de ello es la gran afluencia de público que tiene cada año, y también el interés que mostraron en la misma a través de la encuesta que realizamos en 2016.

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, y qué actividades están previstas en el futuro?

BB. Además del Congreso conjunto y la Jornada de la PR que ya hemos comentado, quizás la Jornada que más interés ha despertado ha sido la organizada por el Grupo de Trabajo de Análisis de la Directiva Europea 2013/59 de Euratom, que se celebró el pasado mes de mayo. Aún no se han definido las actividades a realizar en 2018, pero debido a la transposición de dicha Directiva, que ha de llevarse a cabo en el mes de febrero del próximo año, es probable que la misma nos

facilite la tarea de selección de las actividades a realizar en el futuro.

MG. En este ámbito, quiero destacar el compromiso de la SEPR en PEPRI, como Plataforma para fomentar la colaboración entre los diferentes actores de la I+D+i, sugerir al Plan Nacional de I+D las prioridades científico-tecnológicas del sector y facilitar e impulsar la participación española en programas internacionales de I+D, y en especial en el *Horizonte 2020* de la UE, en materia de protección radiológica.

En líneas generales,

– ¿cómo ha evolucionado el cumplimiento del Plan de Actividades?

BB. Cada uno de estos años, la Comisión de Actividades Científicas ha elaborado un Plan de Actividades Científicas (PAC) muy completo, con multitud de actividades, enfocadas a diferentes sectores, y tratando de organizarlas en distintos puntos del país. En líneas generales, todos los años el cumplimiento del PAC ha sido más que satisfactorio. Ello sin duda es gracias a los socios individuales, que de manera voluntaria y desinteresada dedican su tiempo a organizar y llevar a término las diferentes jornadas, cursos, o edición de publicaciones, y también a los socios colaboradores y patrocinadores, que con su apoyo nos facilitan la organización de estas actividades.

RELACIONES INSTITUCIONALES

Las relaciones institucionales constituyen un elemento clave en el trabajo de la SEPR.

– ¿Qué iniciativas destacan en este sentido?

MG. La Comisión de Asuntos Institucionales (CAI) cuenta entre sus miembros con los anteriores presidentes y representantes de los principales sectores de la Sociedad. Han sido de gran ayuda para reforzar las relaciones institucionales y orientarnos en algunas decisiones importantes. Me gustaría resaltar su implicación y aportaciones



en la elaboración del Plan Estratégico y en su seguimiento en estos dos últimos años.

BB. Tener el apoyo y consejo de los miembros de la CAI, que como comenta Mercè son fundamentalmente expresidentes de la Sociedad, aporta una gran tranquilidad y para nosotros es muy importante y gratificante seguir contando con ellos. Su visión de la SEPR y su experiencia facilitan la labor de la Junta Directiva en sus relaciones con otras sociedades y organismos públicos, así como en la emisión de comunicados y notas en las ocasiones en las que es necesario preparar estos documentos en nombre de la Sociedad. En estos años pasados, les agradecemos también su apoyo en la realización de un documento para IRPA en el que se daba la visión de la SEPR sobre el Sistema de la Protección Radiológica.

Adicionalmente, cabe destacar el impulso a diversas iniciativas organizadas con las Sociedades científicas afines SEFM, SEOR, SNE, SERAM, SEMNIM y AETR, como el curso de aplicación de matrices de riesgos en radioterapia, la jornada técnica sobre la Directiva 2013/59 Euratom y diversas reuniones con representantes del grupo interministerial encargado de la transposición de la nueva Directiva.

En el ámbito internacional,
– ¿cuáles son los temas de mayor relevancia?

MG. Hemos intentado cultivar y reforzar las relaciones internacionales de la SEPR en particular con la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA) y con la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Eduardo Gallego, elegido vicepresidente de IRPA en mayo de este año y persona muy reconocida y querida en IRPA, ha sido nuestro mentor. Yo misma he colaborado en el grupo de trabajo sobre dosimetría de cristalino y Teresa Ortiz se acaba de incorporar al grupo de trabajo sobre seguridad de fuentes radiactivas.

De manera sistemática, informamos y promovemos la revisión de los nuevos informes de ICRP en nuestra página web y con periodicidad bienal organizamos una jornada técnica sobre las novedades y tendencias de ICRP. Asimismo, es un honor contar entre nuestros socios con los miembros españoles en ICRP: Eliseo Vañó, Almudena Real y Eduardo Gallego, y con Josep M. Martí y M. Antonia López que se han incorporado a la Comisión a partir de este mes de julio.

BB. Como miembro activo de IRPA que siempre ha sido la SEPR, hemos participado en el congreso internacional celebrado en 2016 en Ciudad del Cabo, hemos incorporado a Ana M^a Romero a la Comisión de Normas

“ La Jornada de la Protección Radiológica que se celebra cada año se ha convertido indudablemente en un evento de referencia para nuestros socios ”

de IRPA, y anualmente asistimos a la reunión de las sociedades europeas. Adicionalmente, y para conservar las privilegiadas relaciones que siempre hemos mantenido con las sociedades europeas y de Iberoamérica, colaboraremos de manera activa en los congresos regionales que se celebren en 2018 en La Haya y La Habana respectivamente, aportando profesionales expertos a los Comités Científicos de ambos eventos.

LA COMUNICACIÓN EN LA SEPR

– ¿Qué papel tiene RADIOPROTECCIÓN como nexo de unión entre los socios,?

MG. La revista RADIOPROTECCIÓN es una herramienta fundamental para el intercambio de experiencias y la difusión de información de interés entre nuestros socios. Con el cambio de Junta Directiva también se produjo el relevo

en la Dirección de la revista, actualmente a cargo de Cristina Correa, y nuevas incorporaciones y relevos en el Comité de Redacción. Es una satisfacción, y prueba de madurez y consolidación de nuestra revista, que dichos cambios se realicen con naturalidad y un lujo para nuestra Sociedad que tengamos tantos socios activos y colaboradores para ayudar en su edición.

BB. La revista, junto con la web, son nuestras principales vías de comunicación y nexo de unión con los socios y con la sociedad, y para darles contenido de manera constante necesitamos de los socios que, de manera voluntaria y desinteresada, ofrecen parte de su tiempo a colaborar en el mantenimiento de ambas. El contenido y las secciones de RADIOPROTECCIÓN fueron muy valorados por nuestros socios en la encuesta que realizamos en 2016, pero eso no impide que siga evolucionando y aparezcan secciones nuevas como las *Noticias de IRPA* que se ha incorporado recientemente. En línea con el Plan Estratégico, y con el fin de animar a los socios menores de 35 años a divulgar sus trabajos, se acordó que aquellos jóvenes que publiquen sus artículos en la revista se beneficiarán de la cuota de inscripción a la SEPR gratuita por un año y podrán optar a una inscripción gratuita en el Congreso bienal.

Una de las iniciativas de esta Junta Directiva ha sido la renovación de la web.
– ¿Qué objetivos se planteó la Junta para su cambio?

BB. Desde la Junta Directiva buscábamos un cambio visual de la web, que le diese un aspecto más moderno, pero sin perder la estructura y el contenido habituales, pues el número de visitas que diariamente recibimos así nos lo hacía ver. De hecho, la encuesta de 2016 demostró que los contenidos son muy valorados por los socios, y el elevado número de visitas –tanto de España como de Latinoamérica– también nos



indica que todas las secciones son interesantes.

Pero además de los cambios orientados a los socios y profesionales, también hemos tenido en cuenta nuestra responsabilidad con la sociedad en general. En este punto, quiero destacar la sección *Pregunta a la SEPR* que, coordinada por Leopoldo Arranz y Marisa Tormo, trata de dar respuesta al gran número de preguntas que habitualmente se recibe, con la ayuda de un amplio número de expertos, que de manera anónima nos apoyan en las distintas áreas de interés.

– *¿Cuáles son las características más destacadas del nuevo portal de la SEPR?*

BB. La nueva página web no sólo es más actual, es también más versátil, con una vida más larga debido a su adaptabilidad a los cambios de versión de los distintos navegadores, más sencilla de editar por parte de los miembros del Comité de Redacción, que son los que dan contenido a las diferentes secciones, más segura frente a ataques informáticos, y permite una mejor visualización en cualquier dispositivo gracias a su diseño responsive. El trabajo de cambio de página web ha requerido un gran esfuerzo y mucho tiempo, y aún nos quedan algunos pequeños puntos por mejorar, pero sin duda estamos satisfechos con el resultado, e invitamos a los socios a que nos envíen sugerencias para seguir mejorándola.

LOS SOCIOS

Los socios constituyen la base de la Sociedad.

– *¿Cómo se ha propiciado, en los últimos años, su participación?*

MG. Como comentaba al principio, el Plan Estratégico ha sido nuestra guía, y nuestro objetivo fundamental mejorar los servicios a nuestros socios y aproximar la SEPR a los ciudadanos y a las sociedades profesionales afines. Para ello, una de las primeras actuaciones

que organizamos fue una encuesta de satisfacción entre los socios, con el fin de conocer su opinión sobre las actividades y servicios disponibles y también para identificar sus intereses y necesidades.

El resultado de la encuesta se ha tenido en cuenta en la planificación de actividades. Se ha desarrollado un nuevo curso sobre calibración de equipos de protección radiológica, se han organizado visitas para socios a instalaciones singulares. Otra herramienta importante para favorecer la participación de los socios son las redes sociales, que están coordinadas por Pedro Ruiz, y el foro de socios de la página web.

“ El Plan Estratégico ha sido nuestra guía, y nuestro objetivo fundamental mejorar los servicios a nuestros socios y aproximar la SEPR a los ciudadanos y a las sociedades profesionales afines ”

– *¿En qué áreas se propone la SEPR promover su actuación para la captación de socios?*

BB. En el caso de los socios individuales, es necesario hacer un esfuerzo mayor para la captación de jóvenes, y hacer que la SEPR sea un atractivo para ellos. Debemos ser capaces de satisfacer las demandas de las nuevas generaciones y ayudar a su integración en las diferentes actividades de la Sociedad.

En este sentido, estamos valorando la posibilidad de formar un grupo específico de socios menores de 35 años, en línea con lo que ya se está haciendo en IRPA y en muchas sociedades de otros países. De este modo, facilitaríamos el que sean ellos los que nos ayuden a definir las acciones a tomar que sean de su interés, y que a su vez se vayan inte-

grando poco a poco en el día a día de la Sociedad y la vayan haciendo suya.

Respecto a los socios colaboradores, estamos muy agradecidos a los que ya tenemos, pues son un pilar básico en el que apoyarnos para poder llevar a cabo muchas de las actividades que periódicamente organizamos. Para que así siga siendo, y para captar nuevos socios, tenemos como objetivo mejorar los servicios que les brindamos y los beneficios que obtienen de darnos su apoyo.

UNA MIRADA AL FUTURO

– *¿Cuáles son las prioridades que se plantea la Junta Directiva surgida del Congreso de Girona?*

BB. En esta nueva etapa que ahora comenzamos, vamos a seguir cumpliendo con los objetivos marcados en nuestro Plan Estratégico. Continuaremos fomentando el papel de la SEPR como referente para la incorporación en España de los nuevos desarrollos en materia de PR, y para ello seguiremos apoyando como hasta ahora a la Plataforma de I+D, PEPRI, colaborando en el cumplimiento de su Plan Estratégico. Trataremos de dar un mejor servicio, si cabe, a nuestros socios individuales y colaboradores. En este sentido, una de nuestras prioridades, objetivo en el que ya venimos trabajando estos años anteriores, es continuar ayudando a los jóvenes en su desarrollo profesional, como comentaba anteriormente.

Adicionalmente, debemos seguir siendo un referente para la sociedad en general y mejorar los canales de comunicación ya existentes. La elevada cantidad de preguntas que se reciben periódicamente a través de la sección *Pregunta a la SEPR* de nuestra web nos invita, sin duda, a seguir trabajando en ello.

MG. Mi visión es muy positiva. Borja y el equipo excepcional que le acompaña son una garantía de profesionalidad y rigurosidad, experiencia y juventud, que cubre las distintas áreas temáticas de la protección radiológica, y aseguran el futuro que la SEPR se merece. ■

LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN 2016

Para todos los profesionales de la Protección Radiológica (PR), la jornada de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) sobre las actividades más destacadas del año anterior se ha convertido en una cita anual. El pasado 19 de abril, la jornada *La Protección Radiológica en 2016* se celebró, una vez más, en las instalaciones del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat). Además, la SEPR contó con la colaboración habitual del propio Ciemat, del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. (Enresa), de la Asociación Española de la Industria Eléctrica (Unesa) y de Enusa Industrias Avanzadas S.A. (Enusa).



La jornada fue inaugurada por Ramón Gavela González, director general del Ciemat, M^ª Fernanda Sánchez Ojanguren, directora técnica de Protección Radiológica del CSN, y Mercè Ginjaume Ejido, presidenta de la SEPR, que dieron la bienvenida a todos los asistentes.

M^ª Fernanda Sánchez Ojanguren fue también la primera ponente de la Jornada y nos presentó los **Resultados de los programas reguladores en Protección Radiológica en 2016**. Partiendo de las competencias que tiene atribuidas el CSN, M^ª Fernanda nos fue informando de los resultados de las actividades acometidas por el CSN en los distintos ámbitos: normativa, PR de los trabajadores, público y medioambiente; emergencias; protección física de materiales e instalaciones, y radiación natural. La ponente destacó los siguientes aspectos: la transposición en curso de la Directiva 2013/59/Euratom sobre protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes; la implantación de la Directiva 2013/51/Euratom sobre protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano (RD 314/2016); la publicación de la Instrucción del Consejo IS-41 sobre la protección física de fuentes radiactivas; la autorización de puesta en marcha de los CAGE (Centro Alternativo de Gestión de Emergencias) de Almaraz, Trillo y Cofrentes; el proyecto piloto de seguridad física reforzada por la presencia de la Guardia Civil en C.N. Trillo que está previsto extender en 2017 a las centrales de Almaraz y Ascó; el futuro Plan Nacional del Radón y el control de las actividades que impliquen exposición a fuentes naturales de radiación. Como proyectos para el año en curso, M^ª Fernanda nos avanzó, entre otros, el reto que va a suponer para el CSN la autorización de la primera instalación de protonterapia en España en la Clínica Universidad de Navarra, la renovación de la Red de estaciones automáticas de vigilancia radiológica ambiental (REA) y la mejora de la respuesta ante emergencias. La ponente concluyó destacando la importancia del grupo humano de profesionales de la PR en el avance y desarrollo de la misma.

La jornada continuó con la presentación de Eliseo Vañó Carruano, de la Universidad Complutense de Madrid y el Hospital Clínico de San Carlos, sobre la **Conferencia Iberoamericana sobre Protección Radiológica en Medicina (CIPRaM 2016)** que se celebró en Madrid del 18 al 20 de octubre de 2016. La Conferencia contó con 255 participantes de 22 países, tanto de América Latina



M^ª Fernanda Sánchez Ojanguren.

- como de la Península Ibérica, y abordó tres objetivos: identificar y priorizar los cinco problemas principales de la PR en los distintos sectores sanitarios, sugerir posibles soluciones y definir indicadores para la evaluación y el seguimiento de las soluciones propuestas.
- Eliseo fue enumerando y comentando los problemas identificados según las ocho sesiones temáticas en las que se estructuró la conferencia: radiología médica y radiodiagnóstico dental; intervencionismo guiado por imágenes (incluyendo en este caso las soluciones propuestas y los indicadores definidos); medicina nuclear; radioterapia; autoridades regulatorias sanitarias y de PR; técnicos en imagen médica y radioterapia y personal de enfermería; especialistas en física médica y PR y universidades e investigación. Aunque cada disciplina adolece de sus propias dificultades, la necesidad de formación adecuada se destacó como un problema común en todas ellas. La revista RADIOPROTECCIÓN publicó en enero de 2017 un número monográfico sobre la CIPRaM 2016 que puede ser consultado de forma abierta en el enlace <https://www.sepr.es/recursos/revista/RP87/>
- Con el objetivo de promocionar el trabajo de jóvenes investigadores, en la Jornada se presentaron dos trabajos que fueron becados por la SEPR por su innovación, aplicación y relevancia para la protección radiológica. El primero de ellos, lo presentó Luís Alejo Luque, del Hospital Universitario de la Paz, sobre la **Optimización**



Eliseo Vañó Caruana.



Luis Alejo Luque.

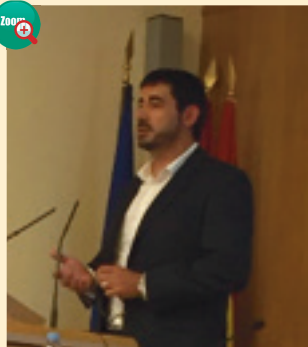
de la dosis de radiación en radiología convencional pediátrica. La ponencia versó sobre la obtención de niveles de referencia radiodiagnósticos (DRL) por rango de edad en distintas exploraciones pediátricas mediante el uso de un *software* automático de gestión de dosis, la verificación de los resultados en maniquí con una cámara de ionización y el análisis de la calidad física y diagnóstica de la imagen obtenida. Los DRL de los estudios de tórax resultaron ser más altos que los valores propuestos por la Unión Europea en su nueva Directiva 2013/59/Euratom por lo que se inició un proceso de optimización para exploraciones de tórax AP/PA en niños menores de cinco años que incluía la aplicación del control automático de la exposición (AEC) activando la cámara central y la disminución del kVp predefinido. Tras obtener de nuevo las DRL locales en las condiciones optimizadas, se comprobó que eran similares o inferiores a las propuestas por la UE. El proceso de optimización ha permitido reducir hasta en un 60% la dosis en pacientes menores de un año sometidos a radiografías de tórax sin comprometer la capacidad diagnóstica de las imágenes.

Continuando con el programa, Milagros Montero Prieto, del Ciemat, nos presentó el **proyecto Confidence (COPing with uNcertainties For Improved modelling and DEcision making in Nuclear emergenCiEs)**, que ha sido aprobado en la primera convocatoria de financiación del programa Concert (*European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research*) del Programa Marco Horizonte 2020 de la Unión Europea. El objetivo del proyecto es reducir la incertidumbre en la toma de decisiones en la gestión de emergencias nucleares y la rehabilitación a largo plazo. Confidence aúna expertos de las cuatro Plataformas en Protección Radiológica (Neris, Alliance, Melodi y Eurados) teniendo además en cuenta aspectos sociales y éticos. Es, por tanto, un proyecto multidisciplinar, con 31 participantes de 17 países, coordinado por el Karlsruhe Institute of Technology alemán. El reto científico que supone el proyecto Confidence será abordado por siete grupos de trabajo interconectados cuyas actividades incluyen los siguientes estudios: análisis de las fuentes de incertidumbre y su propagación en la fase temprana de la emergencia; desarrollo de herramientas para evaluación de la dosis externa e interna de la población a partir de los resultados de la vigilancia radiológica ambiental; mejora de la capacidad de predicción de los modelos radioecológicos; implicación de todas las partes interesadas en la toma de decisiones durante la fase de transición elaborando directrices y recomendaciones; identificación de aspectos éticos y

de la dosis de radiación en radiología convencional pediátrica. La ponencia versó sobre la obtención de niveles de referencia radiodiagnósticos (DRL) por rango de edad en distintas exploraciones pediátricas mediante el uso de un *software* automático de gestión de dosis, la verificación de los resultados en maniquí con una cámara de ionización y el análisis de la calidad física y diagnóstica de la imagen obtenida. Los DRL de los estudios de tórax resultaron ser más altos que los valores propuestos por la Unión Europea en su nueva Directiva 2013/59/Euratom por lo que se inició un proceso de optimización para exploraciones de tórax AP/PA en niños menores de cinco años que incluía la aplicación del control automático de



Milagros Montero Prieto.



Óscar González Corral.

de tres dismantelamientos acometidos por Enresa: C.N. Vandellós I, Pimic Ciemat y C.N. José Cabrera. El proceso de optimización persigue los siguientes objetivos: recuperar el emplazamiento, reducir el volumen de residuos, minimizar las dosis colectivas e individuales y reducir los riesgos. En la fase de dismantelamiento, los riesgos radiológicos se complican por la aparición de transuránidos, de radiación alfa y por la presencia de partículas calientes. Además, las instalaciones suelen ser antiguas y llevar tiempo no operativas, por lo que en muchas ocasiones es necesario, en primer lugar, poner en servicio los medios básicos de la instalación. Una de las fases más decisivas para el desarrollo del proyecto es la caracterización y localización del término fuente, ya que ello condicionará los requerimientos para el dismantelamiento y descontaminación de los elementos necesarios. Óscar nos presentó imágenes reales de las dificultades encontradas para la selección de técnicas de dismantelamiento y equipos de protección adecuados tanto a la escasa accesibilidad de los lugares de trabajo, como a las altas tasas de dosis que pueden encontrarse. La ponencia concluyó con algunas recomendaciones prácticas para futuros dismantelamientos como son extender el proceso de descontaminación previa, construir un edificio de acondicionamiento de residuos en la instalación, aumentar el uso de tecnologías remotas y bajo agua ensayando los procesos de corte y despiece en condiciones realistas y, también importante aunque no relacionado con el riesgo radiológico, tomar conciencia de la gravedad potencial de los accidentes convencionales.

La Jornada continuó con la presentación de Montserrat Llauradó Tarragó, de la Universidad de Barcelona y presidenta del Comité Organizador de las **XI Jornadas de Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental**, celebrado en Sitges en junio de 2016 y que contó con la presencia de 121 asistentes. La ponente

sociales en la gestión de las incertidumbres tanto durante la emergencia como en la situación posaccidente; desarrollo de herramientas de Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA) y organización de actividades formativas incluyendo un *workshop* final del proyecto. Los interesados en seguir los avances del proyecto pueden encontrar información en el enlace: <https://resy5.iket.kit.edu/CONFIDENCE/index.php>. El siguiente ponente, Óscar González Corral, de Enresa, nos interesó a todos con su presentación titulada **Optimización de dosis en dismantelamiento, la experiencia de Enresa** en la que mostró parte de las complejas tareas que se presentan al abordar la última fase de una instalación nuclear y las lecciones aprendidas en la experiencia



Montserrat Llaudó Tarragó.



Rafael García-Tenorio.

nos relató el desarrollo de las jornadas en las distintas sesiones en que estuvo dividida: toma de muestras, acreditación de laboratorios, control de calidad de los equipos de detección, e incertidumbres. Además se presentaron distintas ponencias de jóvenes investigadores, se organizaron varias mesas redondas en la sesión resumen de las jornadas y se concluyó con una sesión sobre nueva normativa presentada por ponentes del CSN. Se puede encontrar información ampliada sobre estas Jornadas en el número 86 de **RADIOPROTECCIÓN** (<https://www.sepr.es/recursos/revista/RP86/>). Rafael García-Tenorio, de la Universidad de Sevilla, nos informó a continuación sobre la **II Conferencia Internacional sobre procesos de concen-**

tración radioecológicos, celebrada tras 50 años después de su primera edición, en Sevilla en noviembre de 2016 y a la que asistieron 152 participantes de 35 países. El ponente destacó las ponencias invitadas, orales y pósteres más relevantes, divididos por temáticas. Las materias que cobraron mayor relevancia durante la Conferencia fueron las que relacionan la radioecología con la minería e industrias NORM y con la presencia de partículas calientes en el medioambiente, la utilización de técnicas actuales en radioecología (AMS, IBA, ICP-MS, Sincrotrón...) y la comparación de nuevas técnicas de remediación tras accidentes nucleares. Un resultado relevante de la Conferencia fue la presentación, por primera vez, de cientos de datos inéditos recientemente desclasificados, del *Semiplatinsk Test Site*, situado en Kazajistán, donde la antigua URSS realizó numerosas pruebas nucleares. Está prevista la próxima publicación del Libro de Resúmenes y de un número especial de la revista *Journal of Environmental Radioactivity*. En este caso también se puede encontrar mayor información en el número 87 de la revista (<https://www.sepr.es/recursos/revista/RP87/>). El segundo de los jóvenes investigadores becados por la SEPR, José Luis Guerrero Márquez, de la Universidad de Huelva, nos presentó su trabajo titulado **Caracterización radiológica de las aguas subterráneas de la Sierra de Gador (Almería)**. El agua subterránea de la Sierra de Gador se utiliza tanto para regadío como el abastecimiento de agua potable. El objetivo del trabajo de José Luis fue el conocimiento de los niveles y el comportamiento de los isótopos naturales de uranio y ^{226}Ra en el sistema acuífero de la Sierra de Gador. En el estudio se analizaron los parámetros físico-químicos y radiológicos de un total de 28 muestras procedentes de manantiales y de sondeos encontrándose: una gran variabilidad y heterogeneidad hidrogeoquímica, un amplio rango de actividad para el ^{226}Ra , y que el uranio disuelto se encuentra formando principalmente complejos de carbonato de uranilo. De los resultados de la dosis comprometida efectiva estimada a partir



José Luis Guerrero Márquez.



Borja Bravo Pérez-Tinao.

de las medidas de concentración de actividad de ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U y ^{226}Ra , se concluye que la dosis está en general muy por debajo del valor legislado, por lo que el agua no presenta riesgo radiológico debido a su ingestión para la población. En relación con esta temática está previsto publicar un artículo de detalle en próximos números de la revista.

Por último, Borja Bravo Pérez-Tinao, entonces vicepresidente de la SEPR, nos presentó el **Plan de actividades científicas de la SEPR para 2017**: publicaciones, cursos y talleres, reuniones y jornadas científicas. También destacó la aprobación del Procedimiento de concesión de ayudas, becas y premios por parte de la SEPR dirigido principalmente a socios jóvenes, socios desempleados y organizadores de eventos en el ámbito

de la PR. Borja finalizó su ponencia con la presentación del nuevo diseño de la web de la SEPR, su presencia en las redes sociales y las actividades internacionales de la Sociedad.

Todas las presentaciones se encuentran disponibles para los socios en la sección de descargables de la web de la SEPR (<https://www.sepr.es/profesionales/descargables/category/97-proteccion-radiologica-2016>). Adicionalmente, en el presente número de la revista, se incluyen las reseñas que abordan las temáticas tratadas en la Jornada, que no habían sido publicadas con anterioridad o se encuentran previstas para números futuros.

Borja Bravo Pérez-Tinao, presidente de la SEPR

*Ana M^o Romero Gutiérrez, vocal de la Junta Directiva de la SEPR
(Coordinadores de la Jornada)*

RESULTADOS DE LOS PROGRAMAS REGULADORES EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN 2016. PROYECTOS 2017

María Fernanda Sánchez Ojanguren

Consejo de Seguridad Nuclear.

Directora Técnica de Protección Radiológica

La directora técnica de Protección Radiológica inició su ponencia recordando que el objetivo último de la Dirección Técnica de Protección Radiológica (DPR) del CSN es incrementar los niveles de protección radiológica de los trabajadores, la población y el medioambiente.

Dicho objetivo es consecuencia de las funciones encomendadas al CSN en la Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear y a la DPR en el Real Decreto 1440/2010, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Estatuto del CSN.

Todas las actividades realizadas por el CSN en cumplimiento de sus funciones quedan enmarcadas dentro del esquema de la Figura 1.

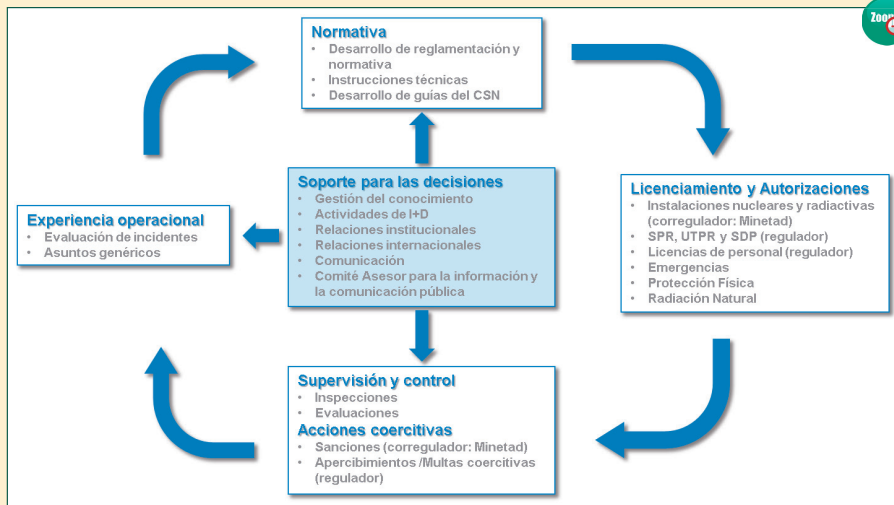


Figura 1.

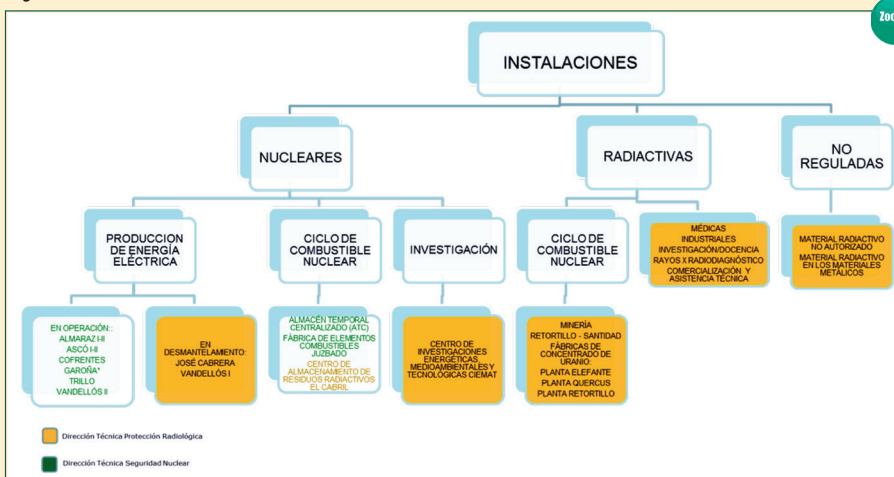


Figura 2.

A continuación se resumen brevemente las actividades desarrolladas en la Dirección Técnica de Protección Radiológica durante el año 2016, así como las previstas para el año 2017, y que fueron expuestas por la directora técnica a lo largo de su presentación (ver Informe del CSN al Congreso de los Diputados y al Senado en <https://www.csn.es/documents/10182/13529/Informe+anual+2016+%28Resumen%29> y <https://www.csn.es/documents/10182/13529/Informe+anual+2016>).

NORMATIVA

Se ha trabajado en la transposición de las siguientes directivas:

- Directiva 2013/51/Euratom del Consejo por la que se establecen requisitos para la protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano.
- Directiva 2013/59/Euratom del Consejo por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes (en periodo de transposición).

Se han publicado las siguientes Instrucciones (IS) y Guías de Seguridad (GS) del CSN:

- IS-40, de 26 de abril de 2016, del CSN, sobre documentación que debe aportarse en apoyo a la solicitud de autorización para la comercialización o asistencia técnica de aparatos, equipos y accesorios que incorporen material radiactivo o sean generadores de radiaciones ionizantes.
- IS-41, de 26 de julio de 2016, del CSN, por la que se aprueban los requisitos sobre protección física de fuentes radiactivas.
- GS-07.06 (rev.1) Contenido de los manuales de protección radiológica de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear.

INSTALACIONES

En la Figura 2 se muestran las instalaciones sometidas al control regulador del CSN, figurando en color naranja las gestionadas por la DPR y en color verde aquellas gestionadas por la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear si bien la DPR interviene en lo que se refiere a aspectos de su competencia, es decir, la protección radiológica de los trabajadores, la población y el medio ambiente y aquellos relacionados con las emergencias y la seguridad física.

Se presentaron los datos correspondientes al año 2016 referentes a las actividades reguladoras llevadas a cabo en las instalaciones tanto nucleares como radiactivas gestionadas por la DPR. Se destacó que el funcionamiento de estas

- instalaciones se ha mantenido dentro de los márgenes de seguridad establecidos.
- Se aportó información sobre las actividades reguladoras asociadas a entidades de servicio en el ámbito de la protección radiológica (ej. SPR, UTPR, SDP) así como con las licencias y cursos de personal.
- Como aspectos destacables se mencionaron los siguientes:
 - Análisis y registro de la experiencia operativa en instalaciones radiactivas: panel de revisión de experiencias y circulares a sectores afectados.
 - Protocolo de actuación ante instalaciones radiactivas en situación de abandono, crisis o en concurso de acreedores (retirada fuentes o absorción por un titular en 43 instalaciones; 38 instalaciones sometidas a un seguimiento específico por parte del CSN informado por el riesgo).
 - Aprobados los procedimientos para modificación del programa de inspección de instalaciones radiactivas: programa de inspección informado por el riesgo y realización rutinaria de inspecciones no anunciadas (179 en 2016).
 - Mejora de la sistemática de control de instalaciones de rayos X de radiodiagnóstico, mediante el cruce de datos resultantes de

la supervisión de UTPR, empresas de venta y asistencia técnica y denuncias.

PR TRABAJADORES, PÚBLICO Y MEDIOAMBIENTE

Se presentaron los datos correspondientes al año 2016 destacándose lo siguiente:

- Los vertidos radiactivos de las instalaciones se encuentran dentro de los valores habituales y equiparables a los de las instalaciones europeas y americanas.
- Las dosis derivadas de estos vertidos son muy inferiores a los límites de dosis reglamentarios para el público.
- La calidad radiológica del medioambiente se mantiene en condiciones aceptables.
- La distribución de los datos dosimétricos de los trabajadores pone de manifiesto la buena tendencia de las dosis en instalaciones nucleares y en instalaciones radiactivas en relación con el cumplimiento de los límites de dosis establecidos.
- Se ha iniciado la implantación del proyecto de renovación de la red de estaciones automáticas – vigilancia radiológica ambiental.

EMERGENCIAS E INCIDENTES NUCLEARES Y RADIOLÓGICOS

Se aportó información sobre las actividades reguladoras asociadas con las emergencias e incidentes nucleares y radiológicos.

Se destacó el hecho de que durante el año 2016 no hubo incidentes que dieran lugar a la activación de la Organización de Respuesta ante Emergencias del CSN.

Otros aspectos destacados en este ámbito fueron:

- La implantación de todas las medidas pos-Fukushima que afectan a los Planes de Emergencia Interior de las centrales nucleares, excepto los Sistemas de Venteo Filtrado de la Contención (SVFC).
- La puesta en marcha de los Centros Alternativos de Gestión de Emergencias (CAGE) y se reforzaron los apoyos externos con la Unidad Militar de Emergencias (UME).
- La implantación del Protocolo de colaboración UME-Unesa para intervención en situaciones de emergencia de gravedad extrema en centrales nucleares. Entrenamiento y ejercicios de implantación.
- Actualización del Catálogo nacional de instalaciones y actividades con riesgos radiológicos (en proceso de automatización).

PROTECCIÓN FÍSICA DE MATERIALES E INSTALACIONES NUCLEARES

Se aportó información sobre actividades reguladoras asociadas con la protección física.

Se destacó el hecho de que durante 2016 no se produjo ningún intento de acto malintencionado en las instalaciones nucleares españolas

Otros aspectos destacados en este ámbito fueron:

- La colaboración con el Centro Nacional de Protección de Infraestructuras Críticas (CNPIC) en la aprobación de los planes de protección específicos sobre ciberseguridad de las centrales nucleares.
- Se completó el Programa Básico de Inspección establecido para centrales e instalaciones nucleares, correspondientes al área estratégica de seguridad física del Sistema Integrado de Supervisión de Centrales Nucleares (SISC) y se inició la implantación del Modelo reforzado de seguridad física en centrales nucleares (Proyecto piloto Trillo).

RADIACIÓN NATURAL

- En el ámbito de la radiación natural se han llevado a cabo actividades de base para el futuro Plan nacional del radón y de control de la exposición a la radiación natural.

Cabe destacar lo siguiente:

- Colaboración con el M° de Fomento en la elaboración de la sección HS6 (Higiene y Salud) del Código Técnico de Edificación (CTE): protección contra el radón.
- Elaboración de la cartografía del potencial de radón de España (artículo 103.3 de la Directiva 2013/59).
- Participación en procesos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Autorización Ambiental Integrada (AAI): balsas de fosfoyesos, extracción de tierras raras, extracción de hidrocarburos.
- Colaboración con las comunidades autónomas en el desarrollo del inventario de actividades laborales con exposición a la radiación natural. Se ha constituido un grupo de trabajo con las comunidades autónomas para impulsar medidas de apoyo al cumplimiento de la legislación.
- Participación en los desarrollos del Comité europeo de normalización sobre radiación emitida por los productos de construcción.

PROYECTOS AÑO 2017

- La directora técnica finalizó su presentación con una descripción de los proyectos para el año 2017, destacando las siguientes:

- Misión IRRS del OIEA (febrero de 2018): proceso de autoevaluación.
- Normativa: Directiva 2013/59/Euratom, IS desmantelamiento y cierre, gestión de residuos mineros, etc.
- Instalaciones de protonterapia: evaluación e inspección asociadas con el Protocolo de actuación en instalaciones radiactivas con problemas de viabilidad.
- Implantación Sistema piloto de inspección de industrias NORM.
- Proyecto renovación REA.
- Plan de Actuación para la mejora de la respuesta del CSN ante emergencias nucleares y radiológicas.
- Implantación de la IS-41 sobre la protección física de fuentes radiactivas.
- Implantación del Modelo Reforzado de Seguridad Física en C.N. Almaraz y C.N. Ascó.

OPTIMIZACIÓN DE LA DOSIS DE RADIACIÓN EN RADIOLOGÍA CONVENCIONAL PEDIÁTRICA: NUEVA DIRECTIVA 2013/59 EURATOM VS RD. 1976/1999

Luis Alejo Luque

Radiofísico Hospitalario, Hospital Universitario La Paz

INTRODUCCIÓN

- La nueva Directiva Europea 2013/59 Euratom (DE) requiere que la información relativa a la exposición del paciente sea parte del informe del procedimiento médico-radiológico, el establecimiento, uso y revisión regular de los Niveles de Referencia Diagnósticos (DRL), y la realización de procedimientos de optimización (*corrective actions*), si fuera necesario, sin retraso indebido (*undue delay*).
- Para cumplir con todas estas exigencias, el uso de un *software* de gestión automática de los datos dosimétricos (SGD) es aconsejable, ya que permite la obtención de las distribuciones de dosis rápidamente y con suficiente nivel de significación. En este trabajo,

Type of exam	Age range	number of exams	K _{a,e} DRL EC (mGy)*	K _{a,e} Local DRL (mGy)
Abdomen	[0, 3) months	42	-	0.67 ± 0.02
	[3, 6) months	25	1.00	0.67 ± 0.60
	[6, 12) months	41	1.00	0.67 ± 0.19
	[1, 5) years	209	1.00	0.77 ± 0.01
AP Pelvis	[0, 3) months	1	0.20	not enough data
	[3, 6) months	19	0.90	0.38 ± 0.14
	[6, 12) months	18	0.90	0.38 ± 0.16
	[1, 5) years	110	0.90	0.45 ± 0.01
Chest PA/AP	[0, 3) months	122	0.08	0.17 ± 0.02
	[3, 6) months	99	0.10	0.16 ± 0.01
	[6, 12) months	328	0.10	0.16 ± 0.01
	[1, 5) years	1664	0.10	0.049 ± 0.003

* Children below 3 months of age were considered newborns. From 3 months to 5 years of age, EC DRLs corresponding to 5 years old were applied.

Figura 1.

Type of exam	Age range	number of exams	K _{a,e} DRL EC (mGy)*	K _{a,e} Local DRL (mGy)
Chest PA/AP	[0, 3) months	80	0.08	0.08 ± 0.04
	[3, 6) months	66	0.10	0.06 ± 0.04
	[6, 12) months	205	0.10	0.07 ± 0.04
	[1, 5) years	927	0.10	0.06 ± 0.02

* Children below 3 months of age were considered newborns. From 3 months to 5 years of age, EC DRLs corresponding to 5 years old were applied.

Figura 2.

se demuestra cómo el cumplimiento de la DE y la aplicación de los SGD permiten la detección de problemas de protección radiológica que pueden pasar desapercibidos si nos limitamos a cumplir lo estrictamente requerido por el RD 1976/1999 de Calidad en Radiodiagnóstico (basado en la Directiva 97/43 Euratom anterior), ya que en el RD sólo se requiere la estimación de dosis en 10 pacientes estándar.

OBJETIVO

El trabajo presentado tiene tres objetivos: primero, obtener DRL locales por rangos de edad, en aplicación de la DE, para los exámenes más comunes realizados en una sala de radiología convencional pediátrica, utilizando para ello un SGD (*DoseWatch@, General Electric*); segundo, realizar un procedimiento de optimización dosimétrica si los DRL locales exceden los propuestos por la Comisión Europea (CE, 1996), tratando de no comprometer la capacidad diagnóstica de las imágenes clínicas; y tercero, comparar la aplicación de la DE y la aplicación de la legislación española actualmente en vigor, RD 1976/1999.

MÉTODOS Y RESULTADOS

Durante 10 meses de 2014 se realizaron 11.495 estudios de niños (0-16) años en una sala de radiología digital convencional de nuestro hospital (Definium 8000, General Electric). Se obtuvieron DRL locales para (0, 3), (3, 6), (6, 12) meses y (1, 5) años en abdomen AP/PA (317), tórax PA/AP (2213) y AP pelvis (148), lo que supone un total de 2.678 estudios en niños menores de cinco años. Se utilizó el percentil 75 de los datos poblacionales, y se comparó con los DRL propuestos por la CE. La información dosimétrica proporcionada por el equipo, en términos del kerma en aire en la superficie de entrada (K_{a,e}), fue verificada en maniquí con una cámara de ionización (Figura 1).

Los resultados obtenidos indicaron que para niños menores de un año, los DRL locales de los estudios de tórax eran mucho mayores que los de la CE. Para neonatos, fueron aproximadamente un 113 % más altos. Con las 10 estimaciones requeridas por el RD 1976/1999 el problema en niños menores de un año no fue detectado, posiblemente debido a que la muestra utilizada era demasiado pequeña y a la dificultad que entraña definir pacientes "estándar" en pediatría. La "calidad física" de la imagen fue evaluada con maniquí TOR (*Leeds University*) insertado en maniquí de PMMA, simulando las condiciones clínicas reales (*Dimond and Sentinel European Programmes*).

Debido a las altas dosis detectadas, se procedió a realizar una optimización dosimétrica utilizando el SGD. En la sala, las adquisiciones de tórax realizadas en niños que no pueden permanecer de pie por sí mismos (normalmente menores

- de un año) se realizan habitualmente en el bucky mesa en modo manual. Se observó que las técnicas predefinidas (kV y mAs) para niños pequeños eran más típicas de niños mayores de 10 años o adultos delgados, y por lo tanto ligeramente más altas que las correspondientes a lactantes o neonatos. Con el SGD se comprobó que además las técnicas no eran ajustadas habitualmente al paciente antes de la adquisición. Para corregir el problema detectado, se aplicó el Control Automático de Exposición (AEC) activando la cámara central, y se disminuyó el kVp predefinido en protocolo ≤5años. El posprocesado de las imágenes fue ajustado por el técnico de aplicaciones, el físico médico y el radiólogo, tratando de no comprometer la capacidad diagnóstica de las imágenes (modificando el ancho de ventana y el algoritmo de detección de bordes). Los resultados del nuevo estado de referencia obtenido se muestran en la Figura 2.

- Tras la optimización realizada se redujo la dosis aproximadamente en un 60% en exámenes de tórax en niños menores de un año. Los DRL locales eran ahora similares o menores a los DRL de la CE. Por otro lado, aunque los resultados de la calidad de imagen obtenidos tras la optimización fueron peores en términos de contraste y relación señal-ruido, la figura de mérito, que relaciona dosis y calidad de imagen, fue mayor en pacientes delgados. Además se realizó un test ciego a tres radiólogos para evaluar los posibles cambios en la calidad de imagen clínica en los estudios de tórax PA/AP antes y después de la optimización. Para ello se seleccionaron aleatoriamente 80 imágenes de estudios de tórax PA/AP de niños menores de cinco años: 40 estudios antes de la optimización (10 imágenes para cada rango de edad considerado) y 40 estudios después de la optimización (10 imágenes para cada rango de edad considerado). Las imágenes fueron anonimizadas y la información relacionada con la adquisición fue

eliminada. Posteriormente las imágenes fueron enviadas al PACS en tres grupos, ordenadas en cada grupo de manera aleatoria para que tres radiólogos pediátricos pudieran evaluar cada grupo sin influencia mutua. El test realizado se basó en el publicado en 1996 por la CE, adaptado por los radiólogos de nuestro hospital a las imágenes diagnósticas digitales de radiología convencional pediátrica. Se aplicaron modelos lineales generalizados y el análisis GEE (*Generalized Estimating Equations*, Hanley J A et al, 2003). Los modelos incluyeron a los tres radiólogos y el momento (antes/ después de la optimización) como efectos primarios, así como sus interacciones ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos indicaron que el análisis de la calidad de imagen clínica fue capaz de detectar el proceso de optimización, con una mayor percepción del ruido en las imágenes optimizadas (lo que concuerda con el análisis de la calidad de imagen física). Sin embargo, la evaluación de los criterios de imagen utilizados mostró que la capacidad diagnóstica de las imágenes no quedó comprometida.

CONCLUSIONES

Se recomienda el uso de *software* automático de gestión de datos dosimétricos para cumplir la nueva Directiva Europea 2013/59 Euratom, ya que estas aplicaciones permiten obtener distribuciones de dosis con suficiente nivel de significación y la implementación rápida de procedimientos de optimización. Además, con este tipo de *software* se pueden detectar importantes problemas de protección radiológica que de otra manera podrían pasar desapercibidos, especialmente en pediatría. Sin embargo, es necesario que la información dosimétrica proporcionada por el equipo y mostrada por el *software* sea verificada con cámara de ionización, ya que se pueden observar discrepancias significativas en la dosis. Por último, es aconsejable realizar al menos un análisis clínico y físico de la calidad de la imagen para asegurar que el proceso de optimización no compromete la capacidad diagnóstica del sistema.

PROYECTO CONFIDENCE, AFRONTANDO LAS INCERTIDUMBRES PARA MEJORAR EL MODELADO Y LA TOMA DE DECISIONES EN LAS EMERGENCIAS NUCLEARES

Milagros Montero

Investigador principal del equipo CIEMAT en el proyecto Confidence

El proyecto europeo de investigación Confidence (*CO*ping with *uN*-certainties For Improved modelling and *DE*cision making in Nuclear emergen*CI*Es) inició su andadura a primeros del mes de enero de este año. Bajo el marco genérico del programa europeo H2020, responde a la problemática sobre la mejora de la gestión de las incertidumbres en situaciones de emergencia y de exposición existentes, planteada en la primera convocatoria transnacional lanzada a través del EJP Concert (*European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research*).

Con estas miras, el objetivo del proyecto se centrará en comprender y reducir las incertidumbres asociadas a la toma de decisiones durante las fases de la respuesta temprana (urgente) e intermedia de una emergencia nuclear, incluyendo la preparación para la recuperación a largo plazo realizada durante la fase de transición hacia una situación de exposición existente.

Se ha aprovechado la experiencia de las cuatro plataformas de Protección Radiológica (Neris, Eurados, Alliance y Melodi), junto

- con la de las Ciencias Sociales y Humanidades en el mismo ámbito
- (SSH-PR) para conformar un consorcio de 31 participantes de 17 países europeos que pueda abordar, desde un enfoque multidisciplinar, todos los aspectos relacionados con la situación radiológica derivada de una emisión accidental (pronóstico de la dispersión y su evolución espacio-temporal, consecuencias exteriores, toma de decisión para seleccionar, implantar y evaluar las estrategias de remediación, e incluyendo los puntos de vista de las partes interesadas).

El programa de trabajo de Confidence se apoya en seis paquetes (WP) estrechamente interconectados para acometer los siguientes desafíos científicos:

- Mejorar la modelización de la situación radiológica durante la fase temprana de la respuesta a una emergencia, considerando las incertidumbres existentes durante la prealerta e inicio de la emisión accidental de radiactividad (WP1). A tal fin, se identificarán y clasificarán las principales fuentes de incertidumbres de los pronósticos y medidas meteorológicas y se caracterizarán y cuantificarán sus efectos sobre los resultados de la simulación (concentraciones de actividad, depósito, evaluación de dosis, niveles de referencia...) para, finalmente, proponer soluciones prácticas para mejorar la toma en consideración de las incertidumbres en un contexto de respuesta en emergencia.
- Mejorar el conocimiento de una situación radiológica mediante la optimización de los datos de seguimiento, la evaluación de la dosis, las mediciones individuales de dosis y la estimación del riesgo para la salud (WP2). Para ello, se realizarán desarrollos de nuevos métodos y herramientas que sirvan como apoyo en el proceso de toma de decisiones durante la emergencia radiológica. Concretamente, se pretende avanzar en la identificación de los grupos más expuestos a partir de los datos de vigilancia ambiental, en la mejora de la medida e integración de las dosis individuales por exposición interna y externa y sus incertidumbres en los sistemas de ayuda a la decisión y en la estimación del riesgo de cáncer durante la fase temprana de una emergencia radiológica.
- Mejorar las capacidades de predicción de los modelos radiocológicos, caracterizar mejor las incertidumbres asociadas y reducirlas en donde sea posible (WP3). En este caso, se considerarán los posibles cambios o mejoras en los módulos de cálculo de dosis en la cadena alimentaria terrestre derivados del conocimiento generado hasta la actualidad, se avanzará en el conocimiento del comportamiento de los radionúclidos en ecosistemas poco estudiados, como el mediterráneo y se incorporará el comportamiento de las partículas calientes en los modelos radiocológicos.
- Mejorar la preparación y la respuesta posaccidente durante la fase de transición hacia la recuperación a largo plazo, identificando e intentando reducir las incertidumbres que puedan surgir en la gestión de la situación posterior de exposición existente, reflejando los requisitos de las nuevas Normas Básicas Europeas de Seguridad (BSS) (WP4). Aquí, se aplicarán diferentes técnicas de comunicación estructurada y talleres específicos para desarrollar de forma consensuada escenarios genéricos sobre los que discutir el establecimiento y optimización de las estrategias de remediación, se establecerán paneles nacionales con diferentes actores y partes interesadas para recoger sus necesidades y preferencias y, finalmente, se elaborarán directrices y recomen-



daciones que apoyen la toma de decisiones durante la fase de transición.

- Identificar problemáticas sociales y éticas relacionadas con la gestión de las incertidumbres en situaciones de emergencia y de posaccidente y explicar cómo las partes interesadas afrontan, en los diferentes niveles, las incertidumbres durante sus propios procesos de toma de decisiones (WP5). En este paquete se revisará la respuesta obtenida frente a las incertidumbres en emergencias nucleares pasadas, se realizarán diferentes estudios psicosociales con la población y otras partes interesadas relacionados con la comprensión, el procesamiento y la gestión y comunicación de incertidumbres y se analizarán los procesos subjetivos que determinan la validación y priorización de las preferencias de los expertos y las partes interesadas en la toma de decisión con talleres y consultas específicas.
- Apoyar y mejorar la comunicación de incertidumbres, conjuntamente con WP5, y la consecución de una toma de decisiones robustas teniendo en cuenta la variabilidad de la situación radiológica y las preferencias de los decisores (WP6). Para tal fin, y aprovechando los resultados de los paquetes precedentes, se perseguirá la mejora del manejo de las incertidumbres y de las preferencias de los decisores con herramientas de Análisis de Decisión MultiCriterio (MCDA), se utilizarán modelos basados en agentes (ABM) para simular procesos de toma de decisiones y se investigarán los medios apropiados para visualizar y presentar dichas incertidumbres durante el proceso de toma de decisiones. La utilidad de tales herramientas se ensayará y analizará en los diferentes paneles nacionales establecidos al efecto.

Adicionalmente a estos paquetes de trabajo, un programa integral de Educación y Capacitación (WP7) se encargará de desarrollar cursos de formación y material educativo para profesionales y estudiantes relacionados con los temas y actividades abordadas en Confidence.

La participación española en este proyecto está representada por el Ciemat y la Universidad de Extremadura. En lo que atañe al Ciemat, participan cuatro grupos de investigación del Departamento de Medio Ambiente: Preparación a la Emergencia y Recuperación (WP4, 5, 7 y gestión) Dosimetría de la Radiación Interna y Externa (WP2), Criterios y Evaluación del Impacto Radiológico (WP3 y 7) e Investigación Sociotécnica (WP4 y 5), coordinados a través del primero de ellos que, además, es líder del WP4. Los

- cuatro grupos cuentan con sobrada experiencia en su campo de actuación y, además, están involucrados y representan al Ciemat en cuatro plataformas de Protección Radiológica, Neris, Eurados, Alliance y SSH-PR, respectivamente. Esta circunstancia viene a demostrar el interés y el grado de implicación de la comunidad científica española en el avance hacia la integración de la investigación sobre protección radiológica a escala europea. Confiamos que el proyecto Confidence contribuya a la consecución de tal objetivo.

OPTIMIZACIÓN DE DOSIS EN DESMANTELAMIENTO

Oscar González Corral

Enresa

- Con seguridad el desmantelamiento y la clausura, no son las fases más brillantes del ciclo de vida de una Instalación nuclear pero, como proyecto de ejecución, resultan de extraordinario interés técnico y desde el punto de vista de la PR un reto para el desarrollo de soluciones de optimización a todos los niveles como práctica regulada.
- Más allá de tener como uno de los objetivos la maximización del beneficio neto la optimización, hoy, enmarca el desarrollo de toda una cultura de toma de decisiones prácticas en materia de reducción de las exposiciones que incluye todas las fases y a toda la organización de un proyecto.
- Enresa es una empresa pública que gestiona fondos obtenidos por aplicación de tasas y los usa para la gestión segura de los residuos radiactivos (RR) y la ejecución de proyectos de desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares en España.
- Entendiendo que la recuperación del emplazamiento, la gestión segura de los RR, la valorización del material reciclable convencional y desclasificado, etc. constituyen beneficios potenciales a maximizar, optimizaremos cuando:
 - Minimicemos el volumen de RR y el coste asociado a su gestión.
 - Minimicemos las dosis colectivas e individuales y el detrimento asociado.
 - Acertemos con las técnicas y estrategias de minimización a nivel operativo, metodológico y de factores humanos.
 - Reduzcamos lo riesgos convencionales y los accidentes.
- Las herramientas para establecer el punto de partida son fundamentalmente las referencias, la experiencia operativa y las lecciones aprendidas.
- Propias: FUA, Vandellós, Pimic. Todas ellas instalaciones con distinta tecnología, diseño, historia operativa que conducen a que

las referencias se van generando en tiempo real, a medida que se aplican las soluciones.

En cuanto a las referencias ajenas, existen numerosos escenarios de comparación pero en general los plazos, el modelo de gestión financiera y las soluciones técnicas aplicadas, el marco regulador y la gestión de los residuos radiactivos difieren de los nuestros en muchos casos, no obstante, las experiencias operativas de esos proyectos tienen una utilidad crítica como referencia.

Resulta innegable que la ejecución de todos los desmantelamientos presenta unas realidades comunes para estos, específicas, particulares e inevitables que condicionan los modos en que se presentan los riesgos radiológicos y las alternativas de aplicación de las soluciones de optimización.

Desmantelar supone modificar drásticamente la configuración física (pérdida de confinamientos) y radiológica de la instalación (cambio continuo de las condiciones radiológicas locales), la modificación de las técnicas de trabajo (corte y demolición a nivel industrial), la aparición de riesgos radiológicos específicos y en niveles no habituales (TRU, partículas calientes), coincidencia de riesgos radiológicos y convencionales, etc.

Es necesario asumir que, en general, las instalaciones a desmantelar suelen ser antiguas y con serias limitaciones en espacio, accesibilidad y modularidad.

Siempre será necesario adaptar una gran cantidad de sistemas y servicios a las ET y requisitos de vigilancia.

El dimensionamiento de almacenes de residuos radiactivos de partida es siempre insuficiente.

Muchas de las actividades de desmantelamiento generarán situaciones de riesgo radiológico complejas de gestionar.

- Algunas medidas que entendemos tendrían una importancia relevante en el reto de la optimización serían:
- Incluir el compromiso Alara como un criterio necesario y de valoración de ofertas, definido y cuantificado en los pliegos de licitación para el desmantelamiento de partes activas.
- Estudiar la adaptación de los criterios de aceptación de RBMA y RBBA, (volumen, masa, límites y distribución de actividad, geometrías, transporte) a las necesidades o conveniencias del PDC. La adaptación de estos requisitos desencadenaría la optimización en cascada, aguas arriba, de todo el proceso de desmantelamiento.
- Extender al máximo razonable los procesos de descontaminación interna de sistemas activos previo al PDC.
- Construir o adaptar y equipar los edificios auxiliares de desmantelamiento, ampliando y extendiendo su funcionalidad a todas las fases de tratamiento de los materiales desmantelados, dotándolos de talleres de segmentación y corte, descontaminación, caracterización, segregación y acondicionamiento. Tecnificando y robotizando al máximo el equipamiento.
- Generalizar la aplicación de tecnologías remotas y/o bajo agua para corte y despiece de materiales con muy altos niveles de radiación.
- Ensayar y probar la aplicación de técnicas convencionales de corte y despiece (soplete, radial, plasma, sierra, hilo de diamante) en las condiciones más realistas posibles.
- Adaptar la aplicación de los requisitos de la ISO 17873-2004 a las posibilidades reales de un desmantelamiento.
- Adquirir conciencia de la gravedad potencial de los accidentes convencionales.

TE INTERESA

CONCESIÓN DE AYUDAS, BECAS Y PREMIOS DE LA SEPR



Si tienes menos de 35 años pincha aquí

CARLES MUÑOZ

PRESIDENTE DEL COMITÉ ORGANIZADOR DEL V CONGRESO CONJUNTO SEPR-SEFM

LOS PRINCIPALES DATOS

Girona ha sido la ciudad anfitriona del quinto Congreso conjunto de las Sociedades de Física Médica y de Protección Radiológica.

¿Cuáles son los motivos que han llevado a la elección de esta ciudad?

En el año 2002 el Institut Català d'Oncologia se hizo cargo del Servicio de Física Médica y Protección Radiológica del Hospital Dr. Josep Trueta, el centro de referencia de la provincia. Al cabo de unos años de crecimiento continuado en actividad, personas y labor docente e investigadora, como jefe del servicio pensé que estábamos preparados para impulsar una candidatura en una ciudad de un tamaño muy adecuado, con buenas comunicaciones, más desde la llegada del AVE, un Palacio de Congresos moderno y el soporte de un numeroso grupo de profesionales tanto en los centros sanitarios como en la industria y en la universidad a nivel de la comunidad. Al parecer estos argumentos convencieron a la SEPR y a la SEFM para celebrar el Congreso conjunto de 2017.

¿Qué aspectos considera especialmente destacados de la sede del Congreso?

Si tuviera que destacar algunos aspectos diferenciales, diría que el Palacio de Congresos tiene una ubicación inmejorable, colindante al mayor parque urbano de Cataluña, *la Devesa*, y a cinco minutos a pie de un centro histórico con una oferta gastronómica y cultural muy diversa y accesible. La también cercanía de los hoteles propició que Girona fuera "tomada" por los congresistas, de forma que la sensación fue la de estar todo el día inmerso en el evento, más allá del programa científico.

¿Cuál ha sido la respuesta de las autoridades locales?

El ayuntamiento apoyó la iniciativa en todo momento aportando ideas para el programa social, con la participación de la alcaldesa Marta Madrenas en la mesa inaugural y de la concejala de Salud, Eva Palau, en la de clausura. También ocupándose de

la logística de la carrera por el parque de *la Devesa*.

Al cierre del Congreso, ¿cuáles han sido las cifras de asistentes?

El total de asistentes fue de 708. Por categorías, los congresistas que se inscribieron como socios o no socios, es decir sin descuentos, fueron 357; 102 disfrutaron de una tarifa reducida por ser residentes, estudiantes, mayores de 65 años o profesionales en paro; los técnicos consiguieron reunir a 61 profesionales en su simposio; asistieron también 72 personas de las entidades colaboradoras y el resto de congresistas se repartió entre invitados, pases de un día y organización. La distribución entre sociedades es difícil de establecer por la diversidad de categorías y es una labor que está en proceso. Cabe destacar que a los cursos precongreso y de actualización de la SEPR asistieron 60 y 256 personas respectivamente.

¿Cómo las valora?

Es difícil comparar con los congresos anteriores, puesto que los criterios de recuento pueden variar, pero en cualquier caso la cifra total se puede considerar un éxito, más teniendo en cuenta la localización geográfica de la sede. Pienso que tuvimos muy buena respuesta entre los colectivos habituales y a la vez hicimos un esfuerzo importante para atraer a personas afines para hacer del congreso un evento que trascendiera más allá de su entorno natural.

¿Cuántas empresas han estado presentes en la exposición comercial?

El total de stands fue de 24. Los dos de las SEPR y de la SEFM, dos del CSN y 20 de 19 empresas colaboradoras.

¿En su opinión se está recuperando el apoyo de empresas y entidades al congreso, después de unos años de crisis importante?

Sin lugar a dudas. Las aportaciones de las empresas y entidades, no sólo en la exposición comercial, sino a través de otros patrocinios, especialmente charlas comerciales, superó nuestras expectativas con creces.



No atribuimos la recuperación únicamente a la salida de la crisis sino también a los efectos de la transposición de la directiva Euratom, en cuanto a *softwares* para la gestión de la dosis a pacientes se refiere, y a la donación de la Fundación Amancio Ortega para la reposición de gran equipamiento de radioterapia, sin menospreciar el esfuerzo del comité organizador en la búsqueda de colaboración.

LA ORGANIZACIÓN

Este ha sido el quinto Congreso que organizan conjuntamente ambas sociedades. ¿Cómo se han coordinado los Comités para garantizar la representación de las dos sociedades?

En primer lugar, es importante destacar que existe un grupo mixto integrado por representantes de las juntas de ambas sociedades y por el núcleo del comité organizador para armonizar aspectos como este. Las principales directrices se recogen en una guía para la organización científica y un procedimiento económico que se van enriqueciendo edición a edición. Tanto para la composición del comité organizador como para la elección de los copresidentes y secretarios del comité científico en concreto,

elaboré una propuesta que se consensuó y complementó a través de un proceso de diálogo directo con las juntas de las Sociedades.

¿Cuáles son las principales ventajas de la organización conjunta?

Opino que las principales ventajas son la capacidad de atracción de colaboradores y la posibilidad de aplicar economías de escala por la mayor dimensión del congreso. A su vez el programa científico, al cubrir áreas más diversas resulta más atractivo en general para los congresistas, un buen número de los cuáles estaban interesados tanto en los congresos de la SEPR como de la SEFM en el pasado, a los que ahora pueden asistir optimizando recursos.

¿Cuáles son los principales retos, teniendo en cuenta que un único congreso debe conjugar los intereses de los miembros de ambas Sociedades?

El principal reto es el de conseguir que el programa científico sea homogéneo en cuanto a formatos de las sesiones o criterios de selección de trabajos y que además sea equilibrado entre ambas sociedades y respetuoso con sus intereses. Aunar ambas visiones es un objetivo no del todo resuelto. Todo lo relacionado con la parte económica pienso que es más fácil de establecer y de hecho está en gran parte determinado, pero también presenta sus dificultades.

EL PROGRAMA TÉCNICO

Desde el punto de vista técnico, ¿cuáles han sido las principales novedades de esta edición?

En el ámbito de la protección radiológica los temas de mayor actualidad abordados han sido la relación entre los efectos biológicos y la radiación a bajas dosis, las nuevas tecnologías en radiodiagnóstico y medicina nuclear, la gestión y control de las dosis que reciben los pacientes, la dosimetría de los trabajadores expuestos, las últimas investigaciones sobre los efectos biológicos de las radiaciones no ionizantes, las aplicaciones industriales de las ionizantes, el control de las industrias NORM (industrias que utilizan Material Radioactivo de Origen Natural), la gestión de residuos radiactivos en los diferentes ámbitos y la transposición de la directiva europea

por la que se establecen las normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes.

¿Cómo se ha estructurado el Programa Técnico?

El programa empezaba cada día con cuatro cursos de actualización en cuatro salas en paralelo, dos de ellas dedicadas a protección radiológica, en las que a continuación se alternaban presentaciones orales con mesas redondas, ponencias invitadas, simposios, sesiones semiplenarias, plenarias e incluso algún debate hasta media tarde con una parada para comer que aún se aprovechaba para dar cabida a las presentaciones comerciales.

¿Cuáles han sido los temas que mayor interés han suscitado entre los congresistas?

Todas las sesiones relacionadas con la radioterapia suscitan siempre gran interés. En concreto el debate sobre cómo gastar 20 millones de euros (MIR-linac vs protones) ha sido muy bien valorado en la encuesta. También la presentación de los ocho mejores trabajos y diversas sesiones y cursos de protección como la necesidad de actualización de la hipótesis lineal sin umbral, la actuación y la dosimetría biológica en situaciones de emergencia, la metrología y dosimetría del radón, los retornos de la I+D en PR, la transposición de la directiva y la protección radiológica y seguridad del paciente en terapia con radiofármacos.

EL CONGRESO COMO PUNTO DE ENCUENTRO

Además del Programa Técnico, que constituye el eje principal, el Congreso es también el punto de encuentro de los profesionales.

¿Qué actividades han sido las más atractivas?

En cuanto al programa social, optamos por ser innovadores, especialmente en lo referente al acto inaugural, que contó con un espectáculo de monólogos humorístico-científicos con *The Big Van Theory* que arrancó bastantes carcajadas entre la audiencia y también con la organización de la carrera de 6 km por *la Devesa*, que a pesar del calor congregó a casi un centenar de temerarios que lo pasamos franca-

mente bien por ese hermanamiento que sólo es comprensible por esta especie de secta que formamos los *runners*.

¿Cómo se desarrolló la cena oficial, en la que se designó a los Socios de Honor?

La cena era una de las apuestas claras del Comité Organizador y a juzgar por las opiniones recogidas en la encuesta, fue un verdadero éxito. El saber hacer de los hermanos Roca se notó en todo momento, tanto por el magnífico entorno, especialmente durante el aperitivo como por la calidad de la propuesta gastronómica que a todos nos cautivó. Probablemente por ello la designación de los socios de honor se desarrolló de forma muy distendida y desenfadada y la fiesta se alargó más de lo previsto, lo que siempre es buena señal.

LECCIONES APRENDIDAS

Una vez finalizada esta quinta edición, ¿cuáles son las principales lecciones que, en su opinión, han de tener en cuenta los responsables de la organización del próximo Congreso?

Como ya he comentado, la integración científica de las propuestas de ambas sociedades es una oportunidad aún con recorrido que debe y merece ser tratada en profundidad para hacer más atractivo y redondo el congreso si cabe. También en esta línea hay que buscar fórmulas para que las contribuciones de los socios tengan la mayor visibilidad posible. Hay que encontrar un equilibrio entre ponencias magistrales y las presentaciones orales e integrar los pósters en el programa, aspecto en el que no obtuvimos el resultado deseado, tanto por la distancia física como por algún error de organización. Otro aspecto a cuidar es la asistencia a las presentaciones comerciales. El horario, la imposibilidad por parte del Palacio de comer dentro de las salas y el número de charlas en paralelo redundaron en una baja asistencia de los congresistas, lo que, dada la generosidad de los colaboradores en esta edición y el interés de interrelacionarnos cada vez más con las empresas, nos dejó un mal sabor de boca, por lo que animamos a los organizadores de Burgos a buscar fórmulas más exitosas que permitan gestionar la alta demanda de este tipo de sesiones. ■

V CONGRESO CONJUNTO SEPR-SEFM

Girona. 13-16 de junio de 2017

El Congreso conjunto de la Sociedad Española de Física Médica (SEFM) y la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) es un evento de referencia en el ámbito de la Física Médica y de la Protección Radiológica. Este año se celebró del 13 al 16 de junio en el Palacio de Congresos de Girona bajo el lema "La radiación: progreso y salud" y en las siguientes páginas mostramos una amplia exposición de aquellas sesiones sobre Protección Radiológica que los coordinadores de las mismas nos han hecho llegar.



Mesa de apertura del V Congreso conjunto SEPR-SEFM. De izda. a dcha.: Marisa Chapel, presidenta de la SEFM; Rosario Velasco, vicepresidenta del CSN; Carles Muñoz, presidente del Congreso; Marta Madrenas, alcaldesa de Girona; Candela Calle, directora general del Instituto Catalán de Salud (ICS) y directora general del ICO y Mercè Ginjaume, presidenta de la SEPR.

SESIÓN 1. DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL Y CÁLCULO DE LA DOSIS ABSORBIDA (II): PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Moderada por: Gaspar Sanchez Merino y Nieves Llorca

Durante la sesión debían presentarse ocho trabajos por lo que se disponía de 10 minutos por ponente.

Natalia Alegría Gutiérrez de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) presentó el trabajo **Estudio de la respuesta de un detector de CeBr₃** en el que propone el estudio de nuevos detectores de centelleo, en concreto de bromuro de cerio (CeBr₃) para incluirlos en las redes de vigilancia que operan en continuo y de esta forma disponer, adicionalmente, de información sobre los radionucleidos responsables del incremento que pudiera detectarse. Además realiza un estudio capaz de predecir su respuesta utilizando técnicas de Monte-Carlo, llegando a la conclusión de que las medidas experimentales y los resultados de las simulaciones tienen muy buen ajuste.

Roberto Méndez Villafañe del Ciemat presentó el trabajo **Estudio de la anisotropía de las fuentes de ²⁵²Cf y ²⁴¹Am-Be del laboratorio de patrones neutrónicos del Ciemat**. El Laboratorio de Patrones Neutrónicos del Ciemat (LPN) cuenta con dos fuentes neutrónicas calibradas de ²⁵²Cf y ²⁴¹Am-Be (185 GBq y B= 1,1·10⁷ s⁻¹) y según la norma ISO 8529, *Reference neutron radiations*, se recomienda la determinación del factor de anisotropía para cada fuente.

- En este trabajo se presentó una simulación mediante MCNPX, comparándolo con la bibliografía existente, para obtener el factor de anisotropía en ambas fuentes, llegando a la conclusión por los resultados obtenidos, de que los factores de anisotropía calculados pueden ser empleados con seguridad para las calibraciones rutinarias desarrolladas en el LPN.
- **Inmaculada Sierra** del Laboratorio de Bioeliminación del Servicio de Dosimetría de Radiaciones del Ciemat, presentó el trabajo **Vigilancia dosimétrica de trabajadores expuestos a uranio enriquecido por bioensayo y espectrometría alfa**, en él se hace hincapié en la importancia del método de detección de referencia por espectrometría alfa para determinar bajos niveles de este radionucleido en excretas, ya que proporciona la composición isotópica del uranio y bajos niveles de detección. Como contrapartida, el método desarrollado requiere largos tiempos de procesamiento de muestra y elevados tiempos de contaje. La técnica permite la cuantificación de la actividad isotópica del uranio en el organismo (mBq/d) y su evolución temporal. El límite de detección de la técnica espectrometría alfa es AMD=0.5 mBq/muestra para ²³⁴U, ²³⁸U y ²³⁵U en muestras de orina de 24 h. La capacidad de detección de este método de bioensayo permite determinar en controles rutinarios dosis inferiores a los límites legales, con un nivel de registro de 1 mSv/año.
- **Cristian Candela Juan**, responsable de calidad del Servicio de Dosimetría Personal Externa del Centro Nacional de Dosimetría (CND), presentó el trabajo **Características dosimétricas**

del dosímetro de anillo del CND. En el trabajo se reportan los resultados más relevantes obtenidos en los ensayos realizados en su sistema de dosimetría de anillo, sensible a fotones y radiación beta: DXT-RAD 707H-2 (ThermoScientific, Oakwood Village, USA), cuyos dosímetros consisten en un detector de 7LiF:Mg,Cu,P de 7 mg/cm^2 de espesor y 2 mm de diámetro al cual se le añade un filtro a la entrada de 3.3 mg/cm^2 de espesor. Los detectores se leen con un lector Harshaw 8800, y a las lecturas obtenidas se les aplica un algoritmo de cálculo que las convierte a equivalente de dosis personal, Hp (0.07). En el trabajo se concluye que el nuevo dosímetro de anillo adquirido por el CND cumple con todos los requisitos dosimétricos exigidos por el CSN para la dosimetría oficial de extremidades de trabajadores expuestos. Cabe destacar entre sus propiedades que la dependencia angular evaluada para la calidad W-80 (energía media de 57 keV), y para ángulos de hasta 60° respecto a la normal, es despreciable ($< 1.2\%$), en cuanto a la dependencia con la energía de los fotones, la variación máxima respecto a la calidad de calibración es inferior al 30% . Por último, se establece el rango útil de registro entre 0.3 mSv y unos 10 Sv .

Jacobo Guiu-Souto del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela presentó el trabajo **Modelización biocinética del I-131 en pacientes con cáncer de tiroides. Dosimetría individualizada** en el que se propone un modelo para el cálculo de dosis en pacientes tratados con I-131 que aporta una estimación de la dosis superior a las proporcionadas por los modelos utilizados habitualmente. Tras una introducción al problema y un repaso del estado del arte se presentó el modelo biocinético propuesto. Se trata de un modelo compartimental con un número de compartimentos reducidos y escogidos con significación clínica como tuvo ocasión de aclarar el ponente en el turno de preguntas. El modelo se optimiza en base a medidas a pacientes y se llevó a cabo un análisis de sensibilidad. Así mismo se compararon los resultados con medidas experimentales y con otros modelos como el propuesto en ICRP 53 siendo los resultados del modelo presentado más satisfactorios. El modelo propuesto pretende lograr dosimetrías más realistas. Además, la manera en que se realiza la modelización, permite abordar otros fenómenos como el de la disfunción renal y/o diálisis que significativamente afectan a la dosimetría.

Inmaculada Sierra presentó el trabajo sobre el **Cálculo de incertidumbres en la cuantificación de actividad de emisores beta en orina mediante LSC.** En este trabajo se lleva a cabo una identificación, descripción y cuantificación de todas las fuentes de incertidumbre en los procedimientos de preparación y medida empleados en la determinación de los emisores beta (^3H , Timidina tritiada, ^{14}C , ^{35}S y ^{32}P) en muestras de orina mediante la técnica de espectrometría de centelleo de fase líquida (LSC). Según se explicó, se trata de un requisito técnico requerido por la Norma ISO/IEC 17025 para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración. Existen seis fuentes de incertidumbre en el proceso: Las cuentas medidas del isótopo, la medida del volumen de la muestra, la incertidumbre asociada a la curva de extinción, la eficiencia de conteo (directamente relacionada con la anterior), la asociada a la corrección por decaimiento y a las condiciones ambientales (despreciables siempre que se mantengan bajo control). La incertidumbre estándar combinada de la actividad de un radionucleido en una muestra de orina analizada mediante LSC para un factor de cobertura $k=2$ es de $4\text{-}5\%$.



Xandra Blanco Campo del Laboratorio de Patrones Neutrónico (LMRI, Ciemat) presentó el trabajo **Evaluación de materiales de blindaje neutrónico en campos mixtos neutrón gamma.** En este trabajo se propone un nuevo material de blindaje basado en el material comercial Borotron UH050, apropiado para el blindaje neutrónico, con un 40% en peso de $\text{Al}(\text{OH})_3$ para mejorar el blindaje gamma. El objetivo era evaluar las propiedades de este nuevo material para determinar si las propiedades de blindaje neutrónico y gamma del nuevo material igualan a las del NS4FR, así como evaluar el efecto de la adición de $\text{Al}(\text{OH})_3$ en las propiedades de blindaje del Borotron UH050. La evaluación de los materiales se realizó mediante medidas de dosimetría neutrónica y gamma y medidas de espectrometría neutrónica. Se realizó además una simulación Monte-Carlo con el código MCNPX. Se presentaron los materiales de blindaje, las fuentes de neutrones (^{252}Cf) y gamma (^{137}Cs) utilizadas y los equipos de medida (monitor neutrónico LB6411, monitor gamma AT1123 y espectrómetro neutrónico de esferas Bonner). Se detallaron así mismo los aspectos técnicos de la simulación Monte-Carlo. Los resultados obtenidos fueron coherentes con las composiciones de los materiales obteniéndose diferencias despreciables respecto al blindaje neutrónico y significativas para la radiación gamma.

María Antonia López Ponte del Ciemat presentó el trabajo **Technical Recommendations for Monitoring Individuals for Occupational Intakes of Radionuclides**, dicho trabajo surge según expuso la ponente, en el proyecto TECHREC de la Comisión Europea (CE, DG-ENER, 2014-2016) coordinado por Eurados (*European Radiation Dosimetry Group*), cuyo objetivo es la elaboración de las Recomendaciones Técnicas para la medida y evaluación de dosis de trabajadores con riesgo de exposición interna. Se trata de promover la armonización en los métodos de medida y evaluación de la dosis efectiva comprometida $E(50)$ en laboratorios y servicios de dosimetría interna en Europa. El contenido del documento TECHREC proporciona recomendaciones sobre las funciones y responsabilidades de los servicios de dosimetría interna y sobre el diseño de programas de vigilancia de trabajadores expuestos con riesgo de incorporación de material radiactivo al organismo. Así mismo esta publicación presenta las técnicas de medida más adecuadas para la determinación de los radionucleidos incorporados dependiendo del escenario de exposición. Se ofrece también información para el tratamiento de todas las fuentes de incertidumbres y para el cumplimiento de los requisitos de calidad que garantizan la fiabilidad en los resultados tanto de las medidas como de la estimación de dosis. El documento TECHREC ofrece criterios técnicos

para la autorización y acreditación de laboratorios. Es muy importante señalar también como objetivo de este trabajo el obtener una herramienta para la formación de nuevos profesionales de los laboratorios, servicios y reguladores en este campo. La Comisión Europea publicará en 2017 el citado documento.

Las normas, recomendaciones, criterios técnicos, aparecen prácticamente en todos los trabajos e incluso en uno de ellos, es el objetivo mismo del trabajo. Estamos trabajando en un campo muy amplio, constantemente aparecen nuevas tecnologías y procedimientos que implican la necesidad de determinaciones experimentales, así pues se impone la necesidad de estandarizar y trazar dichos procedimientos, a lo que contribuye también notablemente las entidades de acreditación. ■

SESIÓN 2 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PÚBLICO Y DEL MEDIOAMBIENTE I

Moderada por: *Lucila Ramos y Raquel Idoeta*

Esta sesión de ponencias estuvo dedicada a la protección radiológica del público y del medioambiente, que tiene por objeto controlar el riesgo debido a la presencia de radiactividad en el medioambiente ocasionada tanto por la operación controlada de las instalaciones nucleares y radiactivas como por efecto de un accidente, así como por el incremento de la radiación natural causado por actividades humanas. Es la primera de las dos sesiones dedicada a tal tema cuyo objetivo es conocer el estado de esta temática actualmente y sus avances, además de presentar las mejoras que se están llevando a cabo en los equipamientos y métodos empleados en este tipo de protección radiológica.

Se presentaron un total de siete ponencias. Cinco de ellas se referían a distintas metodologías de medida de radiactividad, una fue sobre las posibilidades de la simulación de la eficiencia de un detector de HPGe y otra fue un estudio de la relación entre la precipitación y la tasa de dosis ambiental. Las ponencias suscitaron gran interés entre los asistentes al Congreso que llenaron la sala donde se llevaron a cabo las presentaciones.

La ponencia titulada **Normalización internacional en la medida de la radiactividad**, presentada por **M. Herranz** y firmada por D. Calmet, R. Ameon, A. Bombard, S. Brun, F. Byrde, J. Chen, J. M. Duda, M. Forte, M. Fournier, A. Fronka, T. Haug, M. Herranz, A. Husain, S. Jerome, M. Jiranek, S. Judge, S. B. Kim, P. Kwakman, J. Loya, M. Llauro, R. Michel, A. Ratsirahonana, A. Richards, K. Rovenska, T. Sanada, C. Schuler, L. Thomas, S. Tokonami, A. Tsapalov y T. Yamada, repasa las normas ISO más esenciales que proporcionan a los laboratorios de medida de radiactividad metodologías contrastadas para todas y cada una de las etapas que van desde la planificación del muestreo hasta la transmisión de los resultados a los clientes o autoridades. Hoy en día, los laboratorios involucrados en la medida de la radiactividad disponen de más de 150 normas internacionales ISO/IEC para ayudarles a realizar su tarea. En la estructura de ISO, es el Subcomité 2 (SC 2), Protección Radiológica, del Comité Técnico 85 (TC 85), Energía Nuclear, Tecnología Nuclear y Protección Radiológica, el encargado de elaborar normas en el ámbito de la protección de las personas y el medioambiente de todas las fuentes de radiaciones ionizantes, con la excepción del agua. En cuanto al agua, es el Comité Técnico 147 (TC 147, Calidad del Agua) el específicamente encargado de la normalización en el campo de la calidad; concretamente

es el Subcomité 3 (SC 3) el que lleva a cabo la elaboración de normas relacionadas con la determinación de radioactividad. Sus términos de referencia incluyen el muestreo de aguas, su medida y el análisis de resultados que permita asegurar un control efectivo de los límites de aceptabilidad de la calidad del agua tal como se recomienda en las directrices internacionales.

La ponencia **Análisis de procedimientos para la determinación de isótopos de torio en muestras ambientales e industriales**, también presentada por **M. Herranz** y firmada por investigadores de cuatro universidades: M. Herranz, F. Legarda, R. Idoeta, A. Párraga, J.C. Lozano, B. Quintana, C. García, T. Marcos, J.P. Bolívar, F. Mosqueda, S. Pérez, M. Gázquez, R. García-Tenorio, J. Galván, G. Manjón y J. Mantero, presentó los resultados y conclusiones obtenidos en el desarrollo del proyecto I+D *Optimización de un procedimiento general para la determinación de isótopos de torio en muestras ambientales e industriales*, financiado por el CSN. Se han analizado las etapas de pretratamiento de muestras, la separación del Th y la preparación para su medida por espectrometría alfa en detectores PIPS. La mejor opción para el pretratamiento ha resultado el ataque ácido en vaso abierto, que resulta ser además el más barato. El método TEVA de separación radioquímica es el que ha proporcionado rendimientos químicos más bajos entre los 4 métodos analizados. Finalmente, el procedimiento para la preparación de la muestra para su medida por microprecipitación, el más rápido y más económico, es el que proporciona resultados más estables aunque con espectros alfa de peor calidad. Los rendimientos químicos variables de la electrodeposición serán objeto de un posterior estudio.

La ponencia titulada **Determinación de $^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$ en leche en situaciones de emergencia empleando resinas de centelleo plástico (PS Resin)**, presentada por **M. Sáez** y firmada por H. Bagán, A. Tarancón, J. F. García, J. Ortiz y S. Martorell, realiza las medidas de $^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$ en leche unificando las etapas de separación química y de preparación para la medida en un mismo cartucho, que se mide directamente en un vial de centelleo líquido. Las PS resin son microsferas de material centelleador plástico recubiertas de un extractante selectivo del elemento Sr. Las medidas se llevan a cabo en un detector *Quantulus* mediante el sistema de ventanas espectrales para la medida de los dos isótopos. El trabajo ha optimizado las condiciones de la PS resin que permitan una óptima retención del portador de estroncio estable. Con las condiciones establecidas, las determinaciones de $^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$ se llevan a cabo en unas cinco horas. Los resultados preliminares muestran rendimientos de separación aceptables para diferentes tipos de leche y una reducción en el tiempo de determinación, que permite dar una respuesta con mayor rapidez en caso de emergencia radiológica. La determinación cuando el cociente de actividades de $^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$ es alto necesita mejorarse y queda para un posterior estudio la incorporación de la deconvolución espectral.

Otro trabajo sobre métodos de medida es el titulado **Métodos para la cuantificación neta de isótopos artificiales con espectrometría gamma $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ en continuo**, presentada por **E. Sáez** y firmada también por M. Salvadó. En el marco de la determinación de ^{137}Cs para la Red de Vigilancia Radiológica Ambiental se estudia la medida de su espectro gamma centrado en 662 keV con un detector de centelleo de $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ de 2"x2" que mide en continua en medidas de 10 minutos, restando la contribución del pico de 665 keV del ^{214}Bi y la contribución de la

radiación dispersa. Para ello se seleccionan las Regiones de Interés (ROI) convenientemente. El método propuesto ha resultado útil para evitar falsos positivos en la determinación de la presencia de ^{137}Cs en espectros de fondo y en espectros con notable presencia de descendientes del ^{222}Rn .

El trabajo **Radionúclidos biomédicos en estaciones depuradoras del Área Metropolitana de Barcelona** presentado por **D. Mulas** y firmado también por A. Camacho, I. Serrano, J. M. Agulló, R. Devesa y M. A. Duch, ha llevado a cabo un estudio de cribado sobre la presencia de los radionúclidos de uso médico $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{123}I , ^{67}Ga , ^{111}In y ^{18}F en las aguas de entrada, las de salida y en los fangos generados en siete estaciones depuradoras de agua residual urbana que dan servicio al área metropolitana de Barcelona. El radioisótopo que ha sido encontrado en la mayoría de las aguas y en todos los fangos ha sido del ^{131}I . Los valores encontrados en todos los casos no son relevantes desde el punto de vista de la protección radiológica en parte debido al sistema de eliminación llevado a cabo en los propios hospitales.

La ponencia sobre simulaciones fue la titulada **Simulación de un detector HPGe para medidas de radiactividad ambiental mediante técnicas de Monte Carlo**. Fue presentada por **J. Ordóñez** y el resto de autores son S. Gallardo, J. Ortiz y S. Martorell. Con objeto de poder realizar calibraciones en eficiencia rápidas para cualquier detector, geometría y muestra se plantea el modelado y simulación de un detector HPGe mediante los códigos de Monte Carlo MCNP6.1.0 y GEANT4.10.02, que permite tener en cuenta el efecto suma por coincidencia, y su posterior intercomparación. Las simulaciones con uno y otro software muestran resultados similares y aceptables, con desviaciones menores del 5% frente a valores experimentales, excepto para los isótopos afectados por efecto suma por coincidencia, para los que el *software* MCNP no realiza corrección alguna. El modelo final de petri empleado ha resultado adecuado mientras que el de marinelli necesita un estudio posterior algo más detallado. En un futuro trabajo se estudiarán los efectos de la composición y densidad en diferentes muestras.

Por último, la ponencia sobre tasas de dosis ambiental fue la titulada **Influencia de las precipitaciones en la tasa de dosis equivalente ambiental $\text{H}^*(10)$** . Fue presentada por **P. Pérez** y firmada también por J. L. Márquez, J. C. Sáez, A. Álvarez y J. Quiñones. Presenta un estudio de la influencia de las precipitaciones sobre la tasa de dosis equivalente ambiental $\text{H}^*(10)$, con medidas de la estación de referencia para la medida de la radiación ambiental del Ciemat (Esmeralda) y de la REA. Se tienen datos desde 1998 hasta 2007 y desde 2014 hasta la actualidad, con más de 50.000 datos cada año. Se estudiaron las variables $\text{H}^*(10)$, cantidad de precipitación y niveles de Rn. Como conclusiones del estudio destacan que los incrementos de tasa de dosis están linealmente relacionados con la cantidad de lluvia depositada en el terreno, pero en episodios de fuertes precipitaciones el incremento de la tasa de dosis disminuye. En los instantes posteriores a los episodios de precipitaciones, no se observan incrementos en los niveles de los descendientes de radón en aire.

De las presentaciones habidas en esta sesión se puede concluir que la medida de la radiactividad está inmersa en un proceso de mejora continuada de los procedimientos aplicados, con ánimo de ser más rápida en su respuesta y más precisa en sus determinaciones. Se ha visto que los métodos de Monte Carlo pueden ayudar a facilitar las calibraciones de los detectores empleados en la medi-

da radiactiva. Se ha observado que hay gran número de procedimientos ya normalizados y en revisión para su mejora. Se constata asimismo que los métodos aplicados en los hospitales respecto de sus efluentes de medicina nuclear resultan ser eficaces. ■

SESIÓN 3 (PÓSTERES)

- PR EN SITUACIONES DE EMERGENCIA Y DE SEGURIDAD FÍSICA Y RADIOLÓGICA DE FUENTES DE RADIACIÓN IONIZANTE
- PR EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN EXISTENTE
- PR EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN PLANIFICADA

Moderada por: *Ignacio Vildosola y José Manuel Álvarez*

En esta sesión de Protección Radiológica se han presentado contribuciones procedentes de diferentes situaciones de exposición. En relación a las situaciones de exposición existente, se ha presentado un estudio dirigido a la determinación de isótopos naturales de uranio en muestras de agua, así como en la influencia de la ventilación en viviendas en la concentración de radón. Respecto a las situaciones de exposición planificada, se ha estudiado el potencial como radioprotector que poseen extractos de compuestos naturales con el fin de evitar o reducir los efectos secundarios indeseados derivados del uso de las radiaciones ionizantes. Así mismo, se ha presentado un estudio sobre la limpieza química de los generadores de vapor en una central nuclear, que puede reducir futuros trabajos de mantenimiento y por tanto, permite una reducción de dosis en futuras paradas. Finalmente, en relación a las situaciones de emergencia y de seguridad física y radiológica de fuentes, se han presentado varias contribuciones procedentes del sector hospitalario. En particular, dos contribuciones relacionadas con equipos de braquiterapia de alta tasa (situaciones de emergencia y aplicación de la instrucción IS-41 del CSN), y una en relación a la preparación de laboratorios de dosimetría biológica con capacidad para evaluar la dosis absorbida en personas irradiadas en accidentes radiológicos.

En el área de la *protección radiológica en situaciones de exposición existente*, uno de los objetivos de la PR tratados en esta sesión, es el control de la dosis recibida por la población ante la ingesta de radionucleidos presentes en los alimentos y/o aguas de consumo. Así mismo, la concentración de radón en viviendas es una de las principales vías de exposición de la población a la radiación de origen natural, siendo determinante las características geológicas del entorno.

El uso de las radiaciones ionizantes ofrece grandes beneficios en sectores tan diversos como el médico y el energético. Sin embargo, existe un cierto riesgo en su uso. En el marco de la *protección radiológica en situaciones de exposición planificada*, se están desarrollando sustancias radioprotectoras con el fin de evitar o reducir los efectos secundarios indeseados de las radiaciones ionizantes. Así mismo, en el ámbito de las centrales nucleares, se están considerando nuevas técnicas de mantenimiento, como la limpieza química de los generadores de vapor, que permiten reducir el número de intervenciones requeridas para el mantenimiento y, por tanto, reducen las exposiciones de los trabajadores.

La prevención y evaluación de las dosis recibidas por personas expuestas en incidentes o accidentes radiológicos es uno de los objetivos de la *protección radiológica en situaciones de emergencia y de seguridad física y radiológica de fuentes de radiación ioni-*



zante. En este sentido, en el ámbito hospitalario las principales medidas a implantar y requisitos exigidos por la Instrucción IS-41 del CSN, están dirigidos a las unidades de braquiterapia de alta tasa de dosis (tanto con fuentes de Ir-192 como de Co-60). En casos de accidentes radiológicos, la dosimetría biológica permite una evaluación de las dosis mediante la determinación del daño biológico en linfocitos de sangre periférica en la persona irradiada.

En esta sesión se presentaron un total de siete contribuciones en las tres áreas temáticas. Los diversos debates abiertos, de gran interés para los asistentes, están recogidos por áreas temáticas en los siguientes resúmenes:

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN EXISTENTE

Determinación de isótopos de uranio en muestras de agua de la provincia de Granada. En este trabajo se ha llevado a cabo la determinación de isótopos naturales de uranio emisores alfa (U-234, U-235, U-238), presentes en muestras de aguas procedentes de distintos orígenes dentro de la provincia de Granada, con el objetivo de determinar su posible impacto radiológico para la población. Las concentraciones de uranio natural detectadas en las aguas analizadas cumplen la legislación vigente, tanto en lo referente al contenido disuelto de uranio como en la dosis efectiva total; por tanto, su ingestión no supone ningún riesgo radiológico para el ser humano.

Influencia de la ventilación en los niveles de radón en una vivienda unifamiliar tipo. El objetivo del estudio es analizar la influencia que las condiciones de ventilación de una estancia tienen sobre los niveles de radón en la misma, para una vivienda unifamiliar tipo, ubicada en una región con riesgo de exposición al radón. La vivienda analizada se encuentra en Plasencia, al norte de la provincia de Cáceres. Como se deduce de los resultados experimentales, las condiciones de ventilación influyen notablemente en la concentración de radón en el interior de las viviendas. La aplicación de técnicas sencillas, como dejar las puertas abiertas o usar una ventilación forzada, puede solventar frecuentemente el problema de concentración.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN PLANIFICADA

Evaluación del efecto genotóxico y radioprotector *in vitro* de extractos de fresa y kiwi. En este trabajo se ha evaluado el efecto cito y genotóxico y radioprotector *in vitro* de extractos de

fresa y kiwi en linfocitos de sangre periférica humana. Los resultados reflejan el potencial radioprotector que poseen extractos de compuestos naturales, concretamente de origen alimentario como el kiwi o la fresa, así como su baja cito y genotoxicidad.

Limpieza química de los generadores de vapor de C.N.

Ascó. En este trabajo se presenta el proceso de limpieza química realizado en la central nuclear de Ascó, que tiene como objetivo la retirada de los lodos sólidos depositados en la placa tubular de los generadores de vapor. Este proceso de limpieza química genera un residuo secundario (residuo químico y radiactivo) que requiere incluir su gestión como una parte importante en la planificación. Por otra parte, la realización de esta limpieza permite una disminución de dosis en futuras paradas de recarga, debido a la disminución de trabajos de mantenimiento en los generadores de vapor. Al mismo tiempo implica una disminución en el riesgo de transferencia de material radioactivo desde el circuito primario al circuito secundario por posibles fallos en los tubos del generador de vapor, derivados de los fenómenos de corrosión.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA Y DE SEGURIDAD FÍSICA Y RADIOLÓGICA DE FUENTES DE RADIACIÓN IONIZANTE

Estimación de la dosis efectiva en caso de emergencia en braquiterapia de alta tasa con Co-60. Motivado por la sustitución de un equipo de braquiterapia de alta tasa que empleaba una fuente de Ir-192, por otro con una fuente de Co-60, en este trabajo se realiza una estimación de la dosis efectiva que pudiese recibir el personal profesionalmente expuesto en el caso de emergencia (no se retraiga la fuente de Co-60) considerando diferentes situaciones. El conocimiento de los niveles de radiación a los que el personal de actuación está expuesto y el entrenamiento a base de simulacros, permite que éstos actúen con mayor seguridad. Para tiempos de actuación menores de cuatro minutos y colocándose a una distancia superior a 30 cm no se supera el límite de dosis anual para personal profesionalmente expuesto.

Participación de nuestro centro hospitalario en la Red Europea de Dosimetría Biológica (RenEB). Durante los cinco años de proyecto se ha trabajado para armonizar las técnicas utilizadas en biodosimetría, se han identificado nuevos ensayos y se han llevado a cabo ejercicios de intercomparación dosimétrica. La estimación fiable de dosis requiere curvas de calibración propias de cada laboratorio, ya que algunas de las condiciones de los cultivos pueden variar entre laboratorios. El trabajo presentado consiste en el desarrollo de una curva de dosimetría en linfocitos utilizando contaje de dicéntrico. Los laboratorios de dosimetría biológica constituidos en la red europea RenEB tendrán capacidad para evaluar la dosis absorbida en personas irradiadas en accidentes radiológicos.

Aplicación de la Instrucción IS-41 del CSN en una instalación de braquiterapia de alta tasa de dosis de Ir-192. Se expone la aplicación de la instrucción en el Hospital Universitario Rey Juan Carlos de Móstoles, en el que se cuenta con una Unidad de braquiterapia de alta tasa de dosis de Ir-192 (situada en un búnker preparado para un acelerador lineal). Para la aplicación de la instrucción IS-41 en el ámbito hospitalario es necesario la dedicación de recursos tanto económicos como personales y, en especial, en aquellos hospitales que cuenten con braquiterapia de alta tasa de dosis. Además, es necesaria la formación y concienciación de

todo el personal del servicio en materia de seguridad física de las fuentes radiactivas.

CONCLUSIONES

Las concentraciones de uranio natural detectadas en las aguas analizadas en el estudio presentado, cumplen con la legislación vigente, tanto en lo referente al contenido disuelto de uranio como en la dosis efectiva total; por tanto, su ingestión no supone ningún riesgo radiológico para el ser humano. Así mismo, se ha comprobado que las condiciones de ventilación influyen notablemente en la concentración de radón en viviendas unifamiliares, pudiendo reducirse mediante el uso de técnicas sencillas.

El estudio presentado, refleja el potencial radioprotector que poseen extractos de compuestos naturales, concretamente de origen alimentario como el kiwi o la fresa. Este resultado preliminar está dirigido hacia el desarrollo de un producto radioprotector que podría tener un gran impacto para la protección radiológica en situaciones de exposición planificada. Así mismo, el uso de nuevas técnicas, como la limpieza química de los generadores de vapor, puede suponer una reducción de dosis a los trabajadores profesionalmente expuestos de las centrales nucleares.

La capacidad de estimar la dosis absorbida mediante dosimetría biológica permitirá una protección radiológica en situaciones de emergencia más rápida y eficiente. Por otra parte, la seguridad física y radiológica de fuentes de radiación ionizante para evitar situaciones de emergencia, recogida en la Instrucción IS-41 del CSN, supone la dedicación de importantes recursos tanto económicos como personales en aquellos hospitales que cuenten con braquiterapia de alta tasa de dosis. ■

SESIÓN 4 LA NUEVA LEGISLACIÓN ESPAÑOLA SOBRE PROTECCIÓN OCUPACIONAL ANTE RADIACIONES NO IONIZANTES

Moderada por: *Alejandro Úbeda y Almudena Real*

El uso generalizado de la energía eléctrica y de radiofrecuencias para la transmisión de la información a distancia, ha dado lugar a una presencia ubicua de radiaciones electromagnéticas no ionizantes (RNI) en el medioambiente urbano. Las posibles consecuencias sobre la salud de la población y los trabajadores de la exposición a dichas RNI son objeto de interés creciente por parte del público y de las autoridades responsables de salud ambiental.

La Comisión Internacional para la Protección ante Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP, en inglés) dicta recomendaciones sobre los niveles de referencia y restricciones básicas para la protección del público y de los trabajadores ante los efectos nocivos inmediatos de exposiciones agudas (cortas y esporádicas) a campos eléctricos y magnéticos. En el caso de los campos de frecuencias bajas, el objetivo es evitar disfunciones, instantáneas y tenidas por reversibles, del sistema nervioso y de otros sistemas causadas por corrientes intensas inducidas en los tejidos por exposición a campos intensos. Para la protección ante señales intensas de frecuencias altas (radiofrecuencias), las recomendaciones de ICNIRP están diseñadas para limitar la cantidad de energía absorbida por los cuerpos expuestos, evitando así incrementos térmicos significativos ($\Delta T \leq 1 \text{ }^\circ\text{C}$) en los tejidos correspondientes.



En el año 2013, Europa deroga su Directiva 2004/40/CE sobre los requisitos mínimos de salud y seguridad en relación a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos), y la sustituye por la Directiva 2013/35/EU. Ésta adopta los nuevos límites recomendados por ICNIRP para protección radiológica de los trabajadores ante efectos nocivos de las RNI (0 Hz – 300 GHz). Dichos límites sólo consideran la protección ante efectos agudos, los cuales son modificados al alza significativamente por la ICNIRP, la cual redefine el concepto de “efecto nocivo”, sustituyéndolo por “efectos sensoriales” y “efectos sobre la salud”. La Directiva mantiene el criterio de ICNIRP de que esos límites no son aplicables a la protección ante efectos de largo plazo o por exposición crónica.

Se concede un plazo de tres años para la transposición de la Directiva 2013/35/EU a las legislaciones nacionales de los miembros de la Unión Europea. En 2016 España publica el Real Decreto 299/2016, que recoge los límites europeos para protección radiológica de la mayoría de los trabajadores ante efectos inmediatos (sensoriales o sobre la salud) de exposiciones cortas y esporádicas a RNI en el rango 0 Hz – 300 GHz.

La sesión que se describe en este artículo tenía como principal objetivo presentar el Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.

La sesión contó con la presentación **La nueva regulación española sobre protección ocupacional ante RNI** realizada por el Dr. **Alejandro Úbeda**, investigador jefe del Servicio de Investigación-Bioelectromagnética del Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria, Hospital Universitario Ramón y Cajal, de Madrid. Estuvo moderada por la Dra. Almudena Real, del Ciemat.

El Dr. Úbeda describió los límites y condiciones de exposición ocupacional a RNI establecidos por el Real Decreto 299/2016 para la protección de los trabajadores ante efectos inmediatos de exposiciones cortas y esporádicas al citado tipo de agente físico (Figura 1). Tras resumir los principios físicos y fisiológicos en los que se basan los valores límite de exposición establecidos, describió la cronología de los eventos y agentes implicados en la gestación de la normativa internacional en la materia, explicando las razones y acontecimientos que han dirigido el proceso.

A continuación describió los mecanismos, vías y pasos a seguir para garantizar el cumplimiento de la normativa, así como las salvedades y excepciones al cumplimiento (Figura 2). Ofreció un resumen de la evidencia disponible indicativa de posibles efectos

nocivos de la exposición crónica a niveles subumbral, por debajo de los límites establecidos por el Real Decreto, que ponen de manifiesto la necesidad de establecer estándares adicionales para el control de la exposición a largo plazo.

Para concluir, el Dr. Úbeda propuso una serie de estrategias de protección radiológica ocupacional, basadas en la minimización Alara (*As Low As Reasonably Achievable*) y Alata (*As Low As Technically Achievable*) de la exposición.

CONCLUSIONES

La Directiva europea 2013/35/EU sobre los requisitos mínimos de salud y seguridad en relación a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos), se ha traspuesto a la legislación española en el Real Decreto 299/2016, que recoge los límites europeos para protección radiológica de la mayoría de los trabajadores ante efectos inmediatos (sensoriales o sobre la salud) de exposiciones cortas y esporádicas a RNI en el rango 0 Hz – 300 GHz. El Real Decreto mantiene el criterio de ICNIRP de que los límites no son aplicables a la protección ante efectos de largo plazo o por exposición crónica.

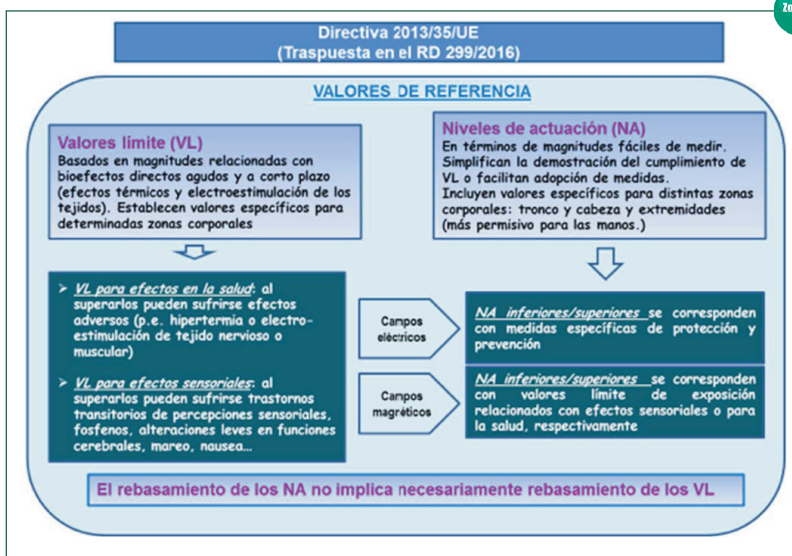
En términos generales, los niveles de RNI a que están expuestos típicamente los trabajadores quedan muy por debajo de los niveles de referencia establecidos en el Real Decreto 299/2016. Sin embargo, algunos estudios experimentales han proporcionado evidencia de bioefectos para campos electromagnéticos más débiles que los considerados nocivos. Además, existe un bloque limitado de evidencia epidemiológica que sugiere que la exposición crónica a RNI débiles, por debajo de los niveles de referencia para la protección ante exposiciones agudas, podrían tener efectos adversos para la salud.

La actual base experimental y epidemiológica sobre los posibles efectos nocivos de los RNI todavía es limitada, lo que hace imprescindible dedicar los esfuerzos necesarios para realizar investigaciones completas y de calidad en esta área. Sólo con un mejor conocimiento en la materia se podrán establecer estándares de protección radiológica frente a radiaciones no ionizantes aceptados por la práctica totalidad de los países, lo que reduciría de manera significativa la incertidumbre entre la ciudadanía respecto a la validez de los niveles de seguridad establecidos para este tipo de radiaciones. ■

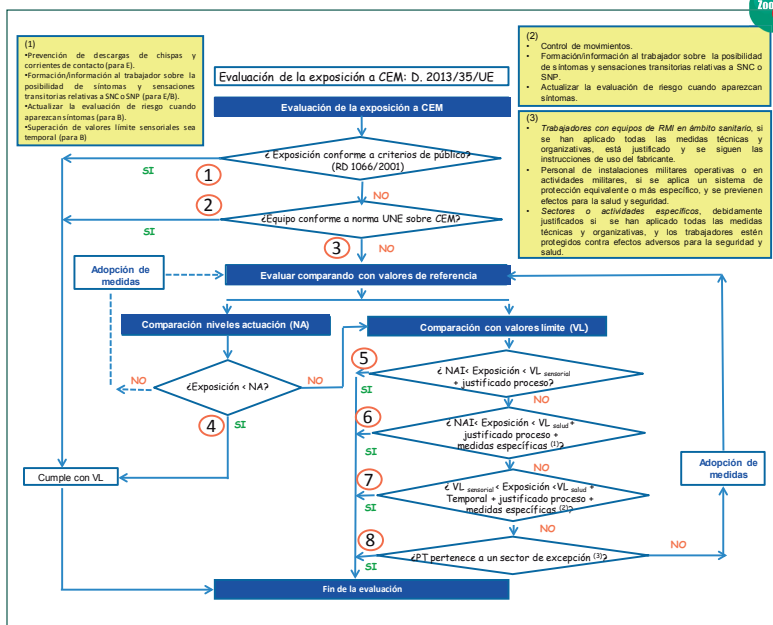
SESIÓN 5 PRINCIPIO DE OPTIMIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Moderada por: Borja Bravo

La sesión contempló tres aspectos diferentes sobre el segundo principio fundamental, y quizás el más importante, de los tres que constituyen el sistema actual de la protección radiológica, el **principio de optimización en las exposiciones planificadas**. Una primera perspectiva enfocaba la optimización de la protección



● **Figura 1.** Principales aspectos de la Directiva 2013/35/EU (traspuesta al Real Decreto 299/2016) sobre los requisitos mínimos de salud y seguridad en relación a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de campos electromagnéticos (a partir de T. Berlana y A. Úbeda: Nueva Directiva de Protección Ocupacional ante Campos Electromagnéticos; RADIOPROTECCIÓN, N° 81. Enero 2015. Reproducido con permiso de los autores).



● **Figura 2.** Evaluación del cumplimiento del Real Decreto 299/2016 (a partir de T. Berlana y A. Úbeda: Nueva Directiva de Protección Ocupacional ante Campos Electromagnéticos; RADIOPROTECCIÓN, N° 81. Enero 2015. Reproducido con permiso de los autores).

● radiológica en aspectos concretos que se derivan de su formulación, de los responsables de su aplicación, de los objetivos de la optimización y de las implicaciones de su transcripción a la normativa nacional. Un segundo aspecto de la sesión versó sobre el papel del organismo regulador español, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) con respecto a este principio, destacando cómo se

ha trasladado al marco regulador español, cuál ha sido el papel del CSN a este respecto desde el principio de la implantación en las instalaciones nucleares españolas de los programas Alara. A este respecto se pusieron de manifiesto actuaciones concretas del CSN en cuanto a la valoración de estos programas Alara, evaluación de su grado de implantación y consecución de objetivos. Finalmente, el tercer orador abordó aspectos concretos de la implantación práctica del principio de optimización en instalaciones nucleares, como por ejemplo la necesidad de disponer de un parámetro fácil de medir que evalúe el funcionamiento de la instalación desde el punto de vista del principio de optimización. Definido este parámetro, se presentó su evolución nacional e internacional a lo largo de los últimos 30 años y planteó una pregunta al auditorio sobre donde pretende posicionarse el sector nuclear español en el futuro con respecto a la dosis colectiva de las instalaciones nucleares. La respuesta a esta pregunta no es sencilla porque en ella no sólo intervienen aspectos operativos, hay otros factores que modulan su evolución y que pueden condicionar su desarrollo.

La sesión, presidida por **Borja Bravo**, vicepresidente de la SEPR, se inició con la presentación de los ponentes. La sesión despertó cierta expectativa entre los asistentes porque la sala se llenó con más de 100 personas.

Eduardo Sollet, jefe del servicio de protección radiológica de la central nuclear de Cofrentes hasta el año 2016, planteó su intervención presentando al auditorio una serie de cuestiones o preguntas relacionadas con el principio de optimización para suscitar el debate entre los asistentes. Por ejemplo, cuestionó si del principio de optimización se puede derivar como corolario la *optimización de dosis*, concepto de amplia extensión pero de dudosa aceptación. A continuación expuso quiénes, a su juicio, son los principales actores en cuanto a la responsabilidad de la aplicación de este principio y señaló como actor principal al titular de una instalación en quien recae según la doctrina de las nuevas normas internacionales de la protección radiológica la responsabilidad principal de la puesta en práctica de este principio. También destacó el papel del organismo regulador como garante y vigilante de la aplicación de este principio, también llamado programa Alara, por parte de los titulares. Sin embargo, cuestionó si el papel del organismo regulador debe circunscribirse únicamente a la vigilancia de la aplicación del programa Alara o también a intervención en su gestión si a su juicio el programa no da lugar a los resultados esperados o no es suficientemente robusto. Los aspectos económicos del concepto de la optimización se pusieron de manifiesto al considerar si era exigible a todos los titulares los mismos resultados de reducción de dosis independientemente de su esfuerzo inversor

en este sentido. En caso de conflicto entre reducción de dosis individuales y colectivas, preguntó a la audiencia cuál sería la opción preferida. También dijo si en la actualidad quedan temas abiertos de cultura de seguridad relacionados con el principio de optimización tanto en el organismo regulador como entre los titulares de las instalaciones nucleares. Finalmente puso de manifiesto su preocupación sobre cómo se debería trasladar a la normativa española la redacción de este principio cuando se transponga el año que viene la nueva directiva europea sobre protección radiológica, puesto que a su juicio la redacción actual de la directiva presupone los resultados de la optimización mientras que la redacción que se debiera trasladarse al futuro reglamento español de protección radiológica solo debería contemplar el hecho de la optimización pero no sus resultados.

Teresa Labarta, jefe de Área de Protección Radiológica de los Trabajadores, del CSN, repasó durante su intervención el marco regulador español para el principio de optimización, identificando las responsabilidades en él asignadas a los distintos actores involucrados y aclarando que su objetivo era implantar un proceso que permita alcanzar un nivel de exposición a las radiaciones que garantice una adecuada protección de los trabajadores sin llegar a cuestionar la viabilidad económica de las instalaciones.

Hizo hincapié en la evolución de su implantación práctica en España, explicando la estrategia global promovida por el CSN, en colaboración con el sector, a principios de los años 90, que se concreta en el denominado Programa Alara desarrollado en procedimientos específicos que cuentan con estructuras organizativas soporte que involucran a toda la organización.

Finalmente, bajo la perspectiva de las funciones y responsabilidades asignadas al CSN: promover la aplicación del principio Alara, evaluar su grado de implantación en instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible y valorar las dosis ocupacionales en un contexto nacional e internacional, aportó diversos ejemplos de las actuaciones llevadas a cabo por el CSN: relacionadas con la utilización de análisis coste-beneficio, con la valoración de la aplicación del principio Alara en trabajos de reparación de la tapa de la vasija en C.N. José Cabrera y con la evaluación de la experiencia y resultados de dosis colectiva en la revisión periódica de la seguridad de C.N. Cofrentes, o con la integración del principio Alara en el Sistema de Supervisión de centrales, SISC.

Luis Vega, jefe adjunto del Servicio de Protección Radiológica de la central nuclear de Ascó, realizó una presentación donde se establecían dos ideas para iniciar el debate. Una, la necesidad de disponer de un parámetro que permita evaluar de forma sencilla el buen funcionamiento de una instalación desde el punto de vista del programa de protección radiológica establecido. A este parámetro se le requirieron tres características fundamentales: "que sea fácil de medir", "que sea reproducible" y "que sea independiente de factores externos como: culturales, económicos, sociales, etc.". El parámetro propuesto a modo de indicador fue la "dosis colectiva", algo que evidentemente no es novedoso y con el que todo el mundo está familiarizado. Por otra parte se presentó la evolución de la dosis colectiva a lo largo de la historia, donde se mostró como la evolución desde los años 80 ha seguido un patrón decreciente en todos los países y tipos de reactor, alcanzando en la última década un valor que se puede considerar asintótico. La pregunta que se le planteó al público es, ¿dónde queremos estar?, ¿en la asíntota alcanzada?, ¿o es ahora el momento de empezar otro proceso de reducción de dosis como el seguido en las últimas tres décadas?.



Se enumeraron los factores o situaciones que pueden ser responsables de que no haya una evolución claramente descendiente en el parámetro de dosis colectiva en el futuro inmediato, factores como: "culturales", "instalaciones finitas en el tiempo", "situación económica", "organismo regulador", "titular de la instalación", "ingeniería, nuevos proyectos e I+D", "formación" y "empresas colaboradoras", concluyendo que el factor más importante de todos somos nosotros mismos (refiriéndose a los servicios de protección radiológica), a los que se les retó a implicarse más en las organizaciones y ser uno más dentro de las mismas, educando al colectivo de trabajadores para hacer suyo el objetivo de invertir en la disminución del parámetro: "dosis colectiva de la instalación".

A continuación se inició un entretenido coloquio en donde por diversos miembros de la audiencia, se trataron temas como la carencia específica de aspectos de programas Alara para la fase de desmantelamiento de las instalaciones nucleares, o el empleo y utilidad del valor monetario del Sv.hombre en los análisis coste-beneficio del principio de optimización, la carencia de suficiente participación de expertos de protección radiológica en las fases iniciales del diseño de las actuales centrales nucleares españolas, o como el CSN a lo largo de los años ha ido incrementando los aspectos de optimización en la normativa que ha ido sacando, etc.

CONCLUSIONES

El principio de optimización de la protección radiológica en exposiciones planificadas, como la operación de las instalaciones nucleares españolas sigue estando de rabiosa actualidad y constituye en la práctica el núcleo fundamental sobre el que se asienta la protección radiológica de los trabajadores y miembros de la población. Este principio ha sido incorporado a la práctica cotidiana de la operación de las centrales nucleares y constituye un aspecto fundamental entre otros de seguridad que condiciona los modos de operación de la instalación. El camino para llegar a la interiorización de este principio de optimización por parte de los titulares de las instalaciones nucleares no ha sido sencillo y en ello y en que España se pueda comparar en la actualidad con los mejores estándares internacionales en la materia, el CSN ha jugado y sigue jugando un papel fundamental de vigilancia y seguimiento. Quedan aún muchas cosas por hacer pero el futuro no estará únicamente condicionado por el interés de los titulares y del CSN en seguir reduciendo las dosis individuales y colectivas de los trabajadores y de la población sino también por otros parámetros ajenos a la industria de índole político o estratégico que pueden modular este interés compartido del CSN y de las centrales nucleares españolas. ■

SESIÓN 6 (SESIÓN PLENARIA)

¿NECESITA ACTUALIZACIÓN LA HIPÓTESIS LINEAL SIN UMBRAL (LNT)? DOS VISIONES

Moderada por: *Eduardo Gallego*

La sesión plenaria del miércoles abordó la cuestión fundamental del mantenimiento de la hipótesis lineal sin umbral (*Linear Non-Threshold*, LNT) para la aparición de cánceres y efectos hereditarios radioinducidos, en la que se basa el Sistema de Protección Radiológica. Dicha hipótesis implica adoptar un modelo dosis-respuesta en el cual, en el rango de las dosis bajas, la probabilidad de exceso de cáncer y/o enfermedad hereditaria aumenta de forma proporcional simple para valores de dosis no nulos.

- En su publicación 103 (2007), la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) consideró que "la adopción del modelo LNT combinado con un valor estimado de un factor de eficacia de dosis y tasa de dosis (DDREF) proporciona una base prudente para los propósitos prácticos de la protección radiológica, es decir, la gestión de los riesgos derivados de la exposición a dosis bajas de radiación".

- El objetivo de la sesión era la actualización sobre los avances científicos en cuanto a la epidemiología de las radiaciones ionizantes y a los estudios radiobiológicos que por un lado refuerzan el modelo LNT y por otro lo ponen en cuestión.

- Para presentar y debatir sobre los últimos avances científicos relativos a este tema se pudo contar con la visión de dos reconocidos expertos en el campo de la epidemiología y la radiobiología: El Dr. **Dominique Laurier**, jefe del Laboratorio de Epidemiología del IRSN (*Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire*) de Francia y la Dra. **Antonella Tabocchini**, directora de la Unidad de Biofísica de la Radiación Ionizante, del ISS (*Istituto Superiore di Sanità*) de Italia, quienes hicieron sendas presentaciones para a continuación abrir el turno de preguntas y respuestas. Actuó como moderador el Prof. **Eduardo Gallego**, de la Universidad Politécnica de Madrid.

- En su ponencia (<http://www.girona2017.com/wp-content/uploads/2017/07/14J-1200-CA-Dominique-Laurier.pdf>), el Dr. Laurier –que ha sido miembro del Comité 1 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y recientemente ha sido elegido para la Comisión Principal–, desde el punto de vista de un epidemiólogo se preguntaba si la hipótesis LNT necesita revisión. El Dr. Laurier presentó diversos estudios epidemiológicos concluidos y publicados en la última década, en los que se observa un exceso de riesgo de cáncer a partir de exposiciones a dosis bajas y tasas de dosis bajas, compatible con el modelo LNT. Entre esos estudios se incluye por su especial interés la reciente actualización del seguimiento de los supervivientes de las bombas atómicas de Japón, que cubre el periodo desde 1958 hasta 2009, y en el que se comprueba claramente cómo una sola exposición aguda a la radiación ionizante continúa incrementando el riesgo de cáncer al cabo de más de 50 años. En él se observan resultados significativos en todo el rango de dosis, sin evidencia de umbral, con un modelo lineal para mujeres y lineal-cuadrático para hombres.

- Otros estudios destacados que comentó el Dr. Laurier son los referidos al riesgo de muerte por cáncer de pulmón por la exposición al radón entre los mineros del uranio, o entre los trabajadores del complejo industrial militar soviético Mayak, así como los de mortalidad por cánceres sólidos en la cohorte del Río Techa en los Urales o el estudio Inworks que ha abarcado a más de 300.000 trabajadores nucleares de Francia, Reino Unido y EE.UU. y en el que se confirma la linealidad sin umbral en el riesgo de cánceres sólidos (excluyendo la leucemia) incluso en rangos de dosis inferiores a 100 mGy.

- Una observación importante que destacó el Dr. Laurier tiene que ver con el hecho de que también exista una relación lineal sin umbral constatada en otros agentes carcinogénicos, como diferentes productos químicos, los productos de la combustión de motores diesel, metales pesados, alcohol, etc.

- Por su parte, la Dra. Tabocchini, quien es también miembro de la Junta Rectora de la Plataforma europea Melodi, presentó la evidencia radiobiológica que pone en cuestión el modelo LNT

(link a la presentación: <http://www.girona2017.com/wp-content/uploads/2017/07/14J-1200-CA-Antonella-Tabocchini.pdf>). Aunque el modelo se basa en análisis epidemiológicos bien establecidos, las cohortes de exposición humana estudiadas tienen restricciones en cuanto a los rangos de dosis y tasas de dosis y las calidades de radiación implicadas y pueden carecer de poder estadístico apropiado para su generalización. Por lo tanto, el conocimiento de los mecanismos biológicos es fundamental para complementar los resultados epidemiológicos.



En los estudios experimentales se han encontrado relaciones dosis-respuesta que se desvían de la linealidad en dos direcciones opuestas: las que apuntan a una extrapolación supra-lineal, tal como se puede esperar de los efectos *bystander* –o de vecindad– o de la inestabilidad genómica, o las que apuntan a una extrapolación sublineal, como las respuestas adaptativas, con umbral o de hormesis. Un efecto también observado recientemente en laboratorios de muy bajo nivel de fondo de radiación ($\approx 0,01$ mSv/h) es que los niveles de radiación inferiores al fondo medio inducen un efecto de estrés celular difícil de explicar por el momento, pero que produce efectos observables a nivel orgánico, por ejemplo en ratones. Según ello, se corroboraría la hipótesis de que la radiación ambiental contribuye al desarrollo o incremento de las defensas celulares en distintos sistemas biológicos. En general, el escenario que actualmente proviene de estudios *in vitro* e *in vivo* es complejo y difícil de usar en la práctica de protección radiológica y por ello el modelo LNT sigue siendo ampliamente utilizado con fines prácticos, aunque ya no se le considera un dogma. Sin embargo, al no acabarse de entender los mecanismos de dichos procesos, es evidente que sigue siendo necesario proseguir las investigaciones al respecto.

El debate está abierto y las actuales oportunidades de investigación ofrecidas por laboratorios especializados, con los llamados enfoques “ómicos” (genómicos, proteómico, metabólico) pueden ayudar a desarrollar modelos relevantes –celulares, tisulares y orgánicos– que contribuyan a construir un puente entre la radiobiología y la epidemiología y a disponer de un modelo más realista de extrapolación del riesgo de cáncer

CONCLUSIONES

Como conclusión de la sesión, además de las novedades en la investigación en epidemiología y en radiobiología, los asistentes se llevaron algunas ideas de gran interés, como lo son el hecho de que la ausencia casi total de fondo de radiación implique un mayor estrés celular y la aparición de efectos observables, o que los estudios epidemiológicos más recientes corroboren en general el modelo LNT. Es

- necesario proseguir las investigaciones dirigidas a la comprensión de los efectos biológicos a dosis bajas, así como ampliar el seguimiento de las cohortes epidemiológicas existentes para evaluar mejor el impacto de factores como el tiempo y la edad en la curvatura de la función dosis-riesgo, así como las incertidumbres existentes en la caracterización de la relación dosis-riesgo y en la existencia de un posible umbral de dosis. También resulta muy importante contrastar el enfoque de la evaluación del riesgo de la radiación ionizante frente al sistema existente para otros agentes carcinogénicos. ■

SESIÓN 7 DOSIMETRÍA TLD VERSUS DOSIMETRÍA OSL

Moderada por: *Mercè Ginjaume*

Mesa redonda para debatir, en torno al tema **Dosimetría TLD versus Dosimetría OSL**, moderada por Mercè Ginjaume y que tuvo como ponentes a Jorge Vilar Palop, Cristian Candela Juan, Juan Diego Palma Copete y Nieves Llorca Domaica, radiofísicos del Centro Nacional de Dosimetría de Valencia (CND); a Luis Alejo Luque, radiofísico del Hospital La Paz de Madrid; y a Facundo Ballester Pallarés, profesor de la Universidad de Valencia.

En España, actualmente, no existe ningún Servicio de dosimetría externa autorizado por el CSN, cuyo sistema de dosimetría esté basado en luminiscencia ópticamente estimulada (OSLD), la totalidad de los mismos se basan en sistemas de dosimetría por termoluminiscencia (TLD). En esta mesa tratamos de abrir debate constructivo entre ventajas e inconvenientes de ambos sistemas y para ello intentamos enfocar la cuestión desde diferentes puntos de vista que fueron aportados por los ponentes, provenientes del ámbito de los servicios de dosimetría externa, del ámbito hospitalario y del mundo de la universidad.

La idea fue plantear un debate de sistemas basados en estimulación de termoluminiscencia por calor o por estimulación óptica y no de propiedades de los materiales más comúnmente usados en TLD y/o en OSLD.

Durante la sesión se presentaron seis ponencias:

Jorge Vilar Palop hizo una presentación desde el punto de vista de un servicio de dosimetría externa, el CND, que lleva 40 años utilizando dosimetría basada en **Tl Cuarenta años de dosimetría TLD en el CND**. Gracias a un algoritmo propio de determinación de dosis, basado en la determinación de la energía por la diferente respuesta de los cuatro detectores tras cuatro filtros distintos (ventana, plástico, aluminio y cobre) y posterior determinación de la dosis corrigiendo por la energía obtenida, la respuesta dosimétrica cumple con todos los requisitos y normas. Puso de manifiesto las bondades de este sistema. Resaltando incluso, que la necesidad del horneado para realizar el anneal, en un centro de dosimetría con gran volumen de lecturas mensuales no supone un gran consumo de recursos, ya que se pueden llegar a hornear del orden de 3.000 dosímetros a la vez.

Cristian Candela Juan, Comparación de dosímetros personales pasivos basados en tecnología BeOSLD y TLD-100, durante esta presentación, mostró los resultados de un estudio comparativo experimental en el que se evaluó, de acuerdo con la norma IEC 62387, la respuesta dosimétrica a fotones de dos sistemas: el del CND con los dosímetros de solapa de *Harshaw*, basados en cuatro detectores TL de LiF:Mg,Ti y el de la casa comercial *Dosimetrics*, basados en cuatro detectores OSL de BeO. En el primer caso, el al-

goritmo inicialmente calcula la energía de la radiación incidente, y en base a ella determina la dosis, mientras que en el segundo caso el algoritmo determina directamente la dosis, evaluando el rango de energía de la radiación incidente como dato independiente de la evaluación de la dosis. Los resultados de los dos sistemas fueron comparados, y las ventajas y desventajas de cada uno fueron destacadas, resaltando que en ambos casos se cumplían satisfactoriamente los requisitos de la norma antes mencionada.

Juan Diego Palma Copete, en esta ponencia **Evaluación de la respuesta dosimétrica de dosímetros pasivos personales basados en tecnología OSL**, presentó los resultados de la respuesta dosimétrica de los dosímetros personales *InLight (Landauer)* basados en tecnología OSL de cuatro detectores de óxido de aluminio dopados con carbono (Al₂O₃:C) siguiendo la guía IEC 62387. La guía establece los requisitos que ha de satisfacer todo sistema de dosimetría personal y ambiental de integración pasiva. En este sistema, se estima la energía de la radiación incidente y la tiene en cuenta a la hora de dar el resultado. En este trabajo se presentaron los resultados de las pruebas: coeficiente de variación, linealidad de la respuesta con la dosis, dependencia con el ángulo de incidencia de la radiación, dependencia energética y posibilidad de reutilización de los detectores. La conclusión es que el sistema evaluado cumple con los requisitos de la guía IEC 62387 para poder ser utilizado en dosimetría personal para irradiaciones con fotones.

Luis Alejo Luque en su ponencia **OSL nanoDots: experiencia clínica de un Servicio de Física Médica** expuso, como con la ayuda concedida por el CSN en 2012, el Servicio de Radiofísica y Radioprotección del Hospital la Paz adquirió un sistema de dosimetría OSL de la casa comercial *Landauer* con dosímetros nanoDot. En su presentación hizo hincapié en que el factor que decidió la compra de este sistema, fue el económico, ya que a iguales prestaciones que otras marcas y sistemas el precio era considerablemente más bajo. Se presentaron las características de estos dosímetros así como la respuesta de los mismos a diferentes energías respecto a la respuesta a Cs-137, su sensibilidad en función de la dosis acumulada, la pérdida de señal en el tiempo (*fading*), posibilidad de lectura de los mismos y pérdida de señal por lecturas sucesivas, linealidad de respuesta en el rango de radioterapia, etc. En su exposición concluyó que una vez superada la fase de puesta a punto del sistema, disponer de los dosímetros les ha permitido hacer una evaluación, *in situ*, de las dosis recibidas por los profesionales más expuestos y por ende, ello les ha permitido llevar a cabo una optimización de procedimientos para bajar las dosis recibidas.

Facundo Ballester Pallarés presentó la ponencia **Estudio Monte Carlo de la respuesta de OSL y TLD para dosimetría personal**, en este trabajo el objetivo era analizar con Monte Carlo la respuesta de TLD y OSL a espectros de rayos X y comparar con los valores medidos en el CND. Los dosímetros utilizados: *InLight* Modelo 2 de cuatro detectores y nanodot, ambos de la casa comercial *Landauer* y los dosímetros de cuatro detectores TLD de *Harshaw* utilizados en el CND. Como conclusión de la ponencia podemos decir que se han caracterizado mediante *Penélope* los dosímetros para dosimetría personal OSL *InLight* Modelo 2 (*Landauer*) y TLD del CND (*Harshaw*), la comparación de los resultados Monte Carlo con las medidas del CND son compatibles con las incertidumbres. Actualmente hay un trabajo en curso para caracterizar los dosímetros a las energías bajas de 10 keV y 20 keV.

Nieves Llorca Domaica en su ponencia **TLD Vs. OSL: fortalezas y debilidades** expuso el debate, bajo el punto de vista de un Servicio de dosimetría personal externa, sin incluir dosimetría de neutrones y dando por supuesto, que actualmente existen sistemas tanto TLD como OSL que cumplen con la norma IEC 62387.3. Resaltó la importancia y a la vez la principal cuestión que estriba en la forma de estimular la luminiscencia: OSL libera los electrones por estimulación con luz y TLD por estimulación con calor. La inducción de la luminiscencia a través del calor puede producir posibles reacciones en el detector que pueden variar la sensibilidad, necesita una gran precisión en el calentamiento ya que es el factor determinante en la emisión de las curvas de luz, determina la necesidad de realizar, con posterioridad a la lectura, un tratamiento térmico en horno para dejar el detector en las condiciones óptimas de reutilización. Como conclusión, se desprende que el hecho de elegir un sistema u otro, va más allá de los factores técnicos o científicos, que ambos los pueden cumplir, para entrar en juego otros factores como: métodos admitidos por el organismo nacional regulador (CSN en España), número de lecturas mensuales por la capacidad para automatizar, económicos, culturales y políticos.

En el debate que se entabló seguidamente a la presentación de las ponencias, aparecieron preguntas relativas al problema de la sensibilidad a la luz de la dosimetría OSL, que queda solucionada al no tener que abrir los dosímetros para su lectura, ya que se introducen en el lector sin abrir, para que no afecte la luz. Preguntas al CSN sobre la admisión de sistemas OSL, a lo que la representante que estaba en la sala, respondió, que el CSN lo que pide es que se cumplan los criterios técnicos que demandan, independientemente del sistema. Se comentó la no comercialización en la actualidad de dosímetros de extremidades basados en OSL. También se hizo referencia reiteradamente al precio mucho más económico de los OSLD.

CONCLUSIONES

Parece claro que tanto TLD como OSL son sistemas apropiados para dosimetría personal, en España ya se utiliza en algunos hospitales y es cuestión de tiempo que se introduzca en los servicios de dosimetría personal. Cabe destacar el factor económico que ha sido uno de los principales motivos por lo que se ha implantado ya, en algunos hospitales, para realizar estudios dosimétricos. ■

SESIÓN 8 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN PEPRÍ. ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO

Moderada por: *Alegría Montoro*

En esta sesión se presentó la Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica (PEPRÍ), que es un foro de encuentro de todas las entidades: universidades, centros tecnológicos y de investigación, sanidad, industria, etc. implicadas en la I+D+i relacionada con la protección radiológica en España. Promovida por la SEPR, su objetivo es estimular la comunicación dentro de esta comunidad, la búsqueda de sinergias en las actividades de I+D+i y la elaboración de documentación que pueda ser de utilidad a las mismas y a los gestores de los planes de I+D+i, en todos los niveles de la Administración autonómica, nacional y de la UE.

La secretaria general de PEPRÍ, **Alegría Montoro**, realizó una introducción sobre los antecedentes históricos de la Plataforma, sus objetivos, su composición y las principales actividades. A continua-



ción, en sustitución de Pío Carmena que excusó su asistencia, presentó un resumen del Plan Estratégico de PEPRI 2017-2021. Dicho resumen incluyó las bases del Plan Estratégico, las líneas estratégicas, los objetivos estratégicos y su desarrollo, los productos esperados e indicadores y, por último, un análisis de las necesidades de I+D en Protección Radiológica.

Una de las líneas de trabajo básicas de PEPRI es la promoción del planteamiento de proyectos colaborativos por parte de los miembros de dicha Plataforma, abiertos a la participación de todas las entidades interesadas y con capacidades en ese campo. Actualmente existen cuatro iniciativas de proyectos en curso, en diferentes estados de desarrollo. De todos ellos se hizo una exposición detallada a través de ponencias de los coordinadores de los diferentes proyectos.

En julio de 2014, en una acción promovida por la SEPR, un conjunto de 40 entidades del campo de la protección radiológica constituyeron la Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica (PEPRI) con el objetivo de promover las actividades de I+D+i orientadas a la protección frente a las radiaciones ionizantes, así como al conocimiento y minimización de sus efectos. Entre sus objetivos destacan: impulsar el crecimiento de la base científica y tecnológica, formar una entidad de coordinación de iniciativas de I+D+i a nivel nacional fomentando la colaboración entre los diferentes actores, sugerir al Plan nacional de I+D las prioridades científico-tecnológicas del sector, elaborar un Plan Estratégico de I+D en PR, facilitar y coordinar la participación española en programas internacionales de I+D, y en especial en el Horizonte 2020 de la UE, en materia de protección radiológica.

Actualmente forman parte de PEPRI 67 miembros y se rige por una Asamblea General de todos sus miembros y un Consejo Gestor compuesto por 18 vocales, representantes de los diferentes sectores presentes en PEPRI. En estos momentos el presidente de PEPRI es el consejero del CSN Fernando Castelló y la secretaria la ostenta la SEPR y en su nombre Alegría Montoro, investigadora del Hospital Universitario y Politécnico La Fe, de Valencia.

A continuación la secretaria de PEPRI presentó los principales hitos que han tenido lugar desde la creación de la Plataforma. De forma resumida han tenido lugar tres asambleas generales, siete reuniones del Consejo Gestor y varias reuniones de los grupos de trabajo del Documento de I+D en PR y del grupo de trabajo del Plan estratégico de PEPRI. Además la Plataforma ha sido presentada en diversos foros tanto nacionales como internacionales.

Impulsado por el Consejo Gestor de PEPRI, en el año 2015 se preparó el informe sobre la I+D en PR en España, sobre la base de datos aportados por los miembros de PEPRI correspondientes al periodo 2009-2014. Este informe está disponible en la página web de la SEPR: <https://www.sepr.es/>. En el mismo se concluye

- que en España existe una larga tradición en la investigación y desarrollo en el campo de la PR, que se ha venido realizando tanto en centros básicamente dedicados a ese fin, como en grupos de investigadores de universidades y otros centros de investigación de carácter más general. Actualmente existen varios programas en marcha que contemplan, de manera directa o indirecta la I+D en PR entre sus objetivos.

Las líneas de trabajo actuales de la investigación sobre PR están relacionadas con las líneas de interés, que, a nivel europeo, se encuentran reflejadas en las agendas estratégicas de las diferentes plataformas de I+D europeas en PR como Neris, Melodi, Eurados y Alliance. En este informe, estas líneas se han agrupado en diez áreas temáticas, que se desarrollan en 34 subáreas y 117 líneas.

Sobre la base del informe de la I+D en PR en España, se ha elaborado el Plan Estratégico de I+D en PR de PEPRI. Previamente a la definición de los objetivos de la red y del plan de actuación, se ha llevado a cabo un análisis DAFO (D: Debilidades; A: Amenazas; F: Fortalezas; O: Oportunidades) y CAME (C: Corregir; A: Afrontar; M: Mantener; E: Explotar) y se han identificado cuatro líneas estratégicas: actuaciones institucionales; promoción de la I+D; comunicación entre grupos y gestión del conocimiento. Cada una de estas líneas tiene objetivos concretos que se desarrollarán en una serie de tareas a corto, medio y largo plazo, y se definirán unos indicadores para su seguimiento.

Como resumen se presentan los objetivos estratégicos de las cuatro líneas estratégicas en la Figura 1.

Una de las líneas de trabajo básicas de PEPRI es la promoción del planteamiento de proyectos colaborativos por parte de los miembros de dicha Plataforma, actualmente existen cuatro iniciativas de proyectos en curso, en diferentes estados de desarrollo. Los coordinadores de dichos proyectos explicaron los objetivos de los mismos, los antecedentes, el desarrollo, organización, interés y programa del proyecto, los aspectos económicos así como la viabilidad de dicho proyecto y por último cuales son los próximos pasos.

ACTUACIONES INSTITUCIONALES	PROMOCIÓN DE LA I+D EN PR
<ol style="list-style-type: none"> 1. Promover que se incorpore la I+D en PR como una temática específica en los futuros Planes Nacionales de I+D. 2. Promover programas nacionales de financiación a medio y largo plazo para poder garantizar la estabilidad de los grupos universitarios de I+D en PR. 3. Fomentar la creación de interlocutores y ayudas institucionales y privadas a la I+D en PR en el sector sanitario. 4. Identificar y promover la creación de infraestructuras nacionales comunes de I+D en PR en España. 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Potenciar la participación española en los programas europeos. 6. Establecer mecanismos para facilitar la presentación de propuestas a programas europeos. 7. Fomentar el desarrollo de empresas tecnológicas fabricantes de productos de PR en España. 8. Explotar la participación en la I+D en PR en otros foros internacionales.
COMUNICACIÓN ENTRE GRUPOS	GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO
<ol style="list-style-type: none"> 9. Establecer mecanismos de coordinación y comunicación entre grupos que trabajan en áreas afines. 10. Establecer mecanismos de comunicación entre grupos de I+D, tecnólogos y usuarios 	<ol style="list-style-type: none"> 11. Mejorar y en su caso, incorporar la gestión del conocimiento de la I+D en PR a los planes de las entidades afectadas. 12. Mantener la diversidad de los Grupos de I+D de PR españoles y sus buenos indicadores.

Figura 1.

A continuación, se presentó un detallado resumen de los 4 proyectos PEPRI a través de los coordinadores de los mismos:

I. Evaluación y mejora de la capacidad existente a nivel nacional para la determinación de ²³⁹Pu en orina en situaciones de emergencia. Este proyecto fue presentado por **Fernando Legarda** de la



Universidad del País Vasco. Los objetivos de dicho proyecto son los siguientes: Determinar la concentración de plutonio en orina en situaciones de emergencia, en personas potencialmente contaminadas internamente con diferentes isótopos de plutonio, que inicialmente se considerará se trata de Pu-239+240, establecer una red de laboratorios a nivel nacional que puedan dar respuesta a un colectivo importante de afectados, en tiempos compatibles con el inicio a tiempo de sesiones de tratamiento médico, disponer de procedimientos estándar de operación validados, disponer de laboratorios con métodos acreditados de acuerdo con ISO 17025 y redactar normas UNE basadas en los métodos validados. En estos momentos el proyecto se encuentra en la Fase I, donde se han identificado los 13 laboratorios que van a participar en el mismo.

II. Protocolo nacional para la evaluación de ^{131}I en situaciones de emergencia. Este proyecto fue presentado por **Borja Bravo** de la empresa Tecnatom. Este proyecto tiene como fin la adaptación de las capacidades nacionales para el rápido cribado del ^{131}I en tiroideas, con un alto grado de fiabilidad, a miembros del público de diferentes grupos de edad en caso de una potencial emergencia nuclear o radiológica, en situaciones en las que hay un gran número de personas potencialmente afectadas. Así mismo se pretende armonizar el proceso de calibración de los equipos usando los mismos maniqués y fuentes de calibración, desarrollando y aplicando un protocolo de calibración para los distintos tipos de equipos de medida, identificar y capacitar a un conjunto de organismos públicos y privados que posean equipos de medida de radiactividad en todo el territorio español para llevar a cabo, con suficiente rapidez y fiabilidad, la medida directa de actividad de ^{131}I en un accidente nuclear a gran escala, calibrar los equipos seleccionados con los patrones de referencia, y realizar finalmente una verificación que valide las calibraciones realizadas y el método de medida. El proyecto ha sido presentado el pasado mes de junio en el CSN.

III. Detección y medida de los campos pulsados de radiación ionizante generados en instalaciones de láseres ultraintensos. Este proyecto fue presentado por **José Manuel Álvarez** del Centro

de Láseres Pulsados de Salamanca. Nuestro objetivo es evaluar la respuesta de los instrumentos comercialmente disponibles, así como de prototipos de grupos colaboradores. Los requisitos aplicables a los instrumentos de medida son ciertamente restrictivos en instalaciones de láseres ultraintensos: capacidad para detectar con fiabilidad pulsos de radiación en la escala temporal del femtosegundo. Buena eficiencia, y no susceptible de saturación, con tasas de dosis elevadas. Fiabilidad en la respuesta, operando en un campo de radiación mixto y con un amplio rango energético. Resistencia a los pulsos electromagnéticos (PEM). Capacidad de proporcionar datos en tiempo real. El interés de detectores activos capaces de medir eficientemente en campos pulsados está aumentando constantemente debido al número creciente de aplicaciones en las cuales la configuración temporal del campo de radiación fotónico/neutrónico se caracteriza por una estructura pulsada.

IV. Creación de la Red española de excelencia en dosimetría biológica. Este proyecto fue presentado por **Alegria Montoro** del Hospital Universitario y Politécnico

- La Fe. El objetivo de este proyecto es la puesta a punto de la Red de excelencia española de laboratorios de dosimetría biológica para una respuesta eficiente en caso de accidente nuclear/radiológico con múltiples víctimas. La aplicación más importante de esta Red es dar una respuesta rápida y eficiente en situaciones de emergencias nuclear y/o radiológica de un número alto de personas, para el triage de los afectados. El proyecto fue presentado el pasado mes de junio en el CSN. ■

• SESIÓN 9 EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y ASPECTOS SOCIALES

• Moderada por: *Guillermo Sánchez y Susana Falcón*

- La educación, formación y aspectos sociales asociados a la protección radiológica, está tomando una mayor importancia los últimos años. De hecho esta sesión técnica contó con la presentación de cuatro ponencias muy distintas entre sí pero que representan la diversidad actual en este tema: un aplicación para dispositivos móviles, la creación de capacidades a través de los resultados de un proyecto europeo, una colaboración entre instituciones para el desarrollo y manteniendo de un portal web educativo de protección radiológica como herramienta para la formación de los trabajadores expuestos y, la difusión de la protección radiológica a través de las redes sociales. Estas ponencias nos mostraron las distintas variables a través de las cuales podemos educar, formar y difundir los principios de protección radiológica.

Las cuatro ponencias presentadas fueron:

- **Radiación en Medicina: Aplicación para dispositivos Android** presentada por **Zulima Aza Villarrubia**, residente de radiofísica del Hospital La Paz de Madrid.

- Esta ponencia tuvo como objetivo la presentación de una aplicación diseñada para dispositivos Android sobre radiación en medicina. Concretamente para familiarizar a los usuarios con los efectos de las radiaciones ionizantes empleadas en el diagnóstico por imagen (radiodiagnóstico y medicina nuclear). A pesar de que los niveles de referencia de dosis (DRL), se encuentran en



Pantallas de la app.

documentos oficiales nacionales e internacionales, los pacientes no conocen su existencia ni saben cómo acceder a ellos. Con esta aplicación se ha resumido la información más relevante y actualizada para adultos, niños y mujeres embarazadas, incluyéndose la posibilidad de registrar en el dispositivo el historial personal de las exploraciones. La aplicación contiene otras informaciones relevantes como una breve explicación de las magnitudes radiológicas, límites para trabajadores y público, explicación de ciertos procedimientos, así como un mapa de radiación natural mensual en España. Todo ello con una apariencia y entorno amigable.

La ponencia generó algún debate entre algunos asistentes que cuestionan si herramientas como estas pueden realmente favorecer el objetivo que se pretende o que el paciente perciba la información como la existencia de un riesgo que le pueda generar temores muchas veces infundados.

Experiencia de la Red “Protección Radiológica” presentada por **Eduardo Medina Gironzini**, representante de la Sociedad Peruana de Radioprotección.

El ponente describió su experiencia en la red “Protección Radiológica” especialmente dirigida al público de habla española haciendo uso de las redes sociales. En sólo 42 meses desde su creación cuenta con 17.100 suscritos favoreciendo el intercambio de conocimientos y mejorando las relaciones entre especialistas. El uso de Facebook permite hacer compartir videos y presentaciones para divulgar conocimientos y distribuir noticias, publicaciones y artículos de interés técnico que permiten la actualización de conocimientos y mejora de la protección radiológica en el trabajo diario. Los orígenes de esta red se remontan a 1991 con la divulgación de temas de PR en Latinoamérica a través del boletín *Protección Radiológica*. Esa difusión ha ido modernizándose con el tiempo y los medios hasta completarse con los grupos de Facebook. Mediante este grupo o Red “Protección Radiológica” se permite el intercambio de información sobre diversos temas de PR. El grupo está formado por personas que trabajan de manera independiente o en organismos reguladores, universidades, instalaciones radiactivas y nucleares y en general en entidades nacionales e internacionales, tanto públicas como particulares. Se ayuda a resolver problemas técnicos, incrementar la colaboración, actualizarse, conocer a especialistas y ampliar su círculo profesional. Anuncio de eventos técnicos, videoconferencias y acceso a cursos presenciales y virtuales. Ya en 2013 se crea el grupo “Protección

Radiológica”: www.facebook.com/groups/proteccion.radiologica.official/ donde los suscritos pueden acceder a toda la información publicada desde la creación del grupo. Se calcula que los suscritos de unos 45 países, reciben unas 30 publicaciones semanalmente, éstas son aprobadas por el moderador, quien es responsable de la búsqueda de información en los diversos medios y para lo cual se suscribe a grupos y páginas de organizaciones, y cada semana se

- divulgan “Noticias” de los medios. Para complementar este trabajo y a fin que algunos temas sean de fácil acceso para personas que no cuentan con Facebook, se utiliza también la página: www.facebook.com/Proteccion.Radiologica.Oficial y www.facebook.com/groups/proteccion.radiologica.official.

Creación de Capacidades en Protección Radiológica. Resultados intermedios del proyecto Enetrup III presentada por **Marisa Marco**, jefe de División de Gestión del Conocimiento de Ciemat.

Se presentó un resumen de los resultados intermedios del proyecto europeo Enetrup III, el cual se centra en la realización de actividades para la mejora de la educación y la formación (E & T) en materia de protección radiológica, a nivel nacional y europeo. En este sentido, el proyecto FP7 Enetrup III, añade nuevos e innovadores temas a los enfoques de E & T existentes en Protección Radiológica, tales como nuevos esquemas de referencia europea (*European Reference Training Scheme*, ERTS) para la formación y entrenamiento en protección radiológica, el Sistema Europeo de Créditos para la Educación y Formación Profesionales (ECVET), introduciendo el perfil profesional del Experto en PR y del Oficial de PR. Promoviendo una transferencia eficiente de conocimientos y fortalecimiento de capacidades en Europa; ya que una infraestructura sostenible de educación y formación en PR es el componente esencial para asegurar un nivel de competencia elevado, el desarrollo continuo de personal bien entrenado y una adecuada gestión del conocimiento, con objeto de combatir la disminución de los conocimientos especializados y garantizar la continuación del alto nivel de conocimientos en el futuro.

Se hizo especial hincapié en presentar la comunidad de PR creada en la web de la plataforma europea EUTERP, convirtiendo esta web en un portal específico de creación de capacidades y transferencia de conocimiento en PR. Este portal incluye una base de datos de cursos, eventos y oportunidades, que será conectada en el futuro con la del OIEA y donde se combina toda la información básica disponible sobre E & T en PR puesta a disposición de los grupos de interés de forma coherente con una sola herramienta.

Portal Educativo de Protección Radiológica. Herramienta para la formación de los profesionales expuestos a cargo de **María Pinos**, del Área de licencias y formación del CSN.

Desde el año 2003 el CSN y el Ciemat han estado trabajando conjuntamente en el desarrollo, mantenimiento y actualización de material docente para la impartición de los cursos de PR para la

obtención de licencias y acreditaciones para la operación en instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico médico, en soporte digital, accesible a través de Internet desde el *Portal Educativo de Protección Radiológica*, con el objetivo de establecer la armonización de los programas de formación y facilitar la formación de todos los profesionales. Uno de los aspectos principales del mantenimiento además de los contenidos, ha sido la constante actualización y mejora del portal en los aspectos relativos tanto a la accesibilidad del material como a la gestión del portal, haciendo uso de los avances en las tecnologías de la información y comunicación.

Los datos estadísticos obtenidos del uso del portal, así como el *feedback* directo, obtenido de la cuenta de correo electrónico formacioncsn@ciemat.es, revelan el enorme interés y utilidad que tiene el portal para la sociedad, con más de 54.000 usuarios diferentes y 508.129 sesiones abiertas en estos años, procedentes de 85 países diferentes, en su mayoría hispanoparlantes. La información extraída de la aplicación que soporta las autoevaluaciones, indica que desde la creación de la cuenta de usuario se han realizado más de 169.500 autoevaluaciones entre todas las áreas, con un crecimiento importante en todas las áreas de conocimiento incluidas y un promedio de 56 visitas diarias al portal. Por lo que se concluyó que se cuenta con información suficiente con la que valorar muy positivamente la utilidad de este portal, y así seguir actualizándolo para adaptarlo a los nuevos dispositivos de acceso a internet, ampliación de la base de datos de autoevaluaciones y actualización del material en relación con la aplicación de la nueva normativa en protección radiológica.

CONCLUSIONES

En esta sesión pudimos ver distintos enfoques para la difusión, educación, formación y diseminación de la cultura de la protección radiológica, para mantener un nivel adecuado de conocimientos, habilidades y competencias en este campo con el fin último de proteger a los trabajadores expuestos, el público y el medioambiente de los riesgos de las radiaciones ionizantes. ■

SESIÓN 10 GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

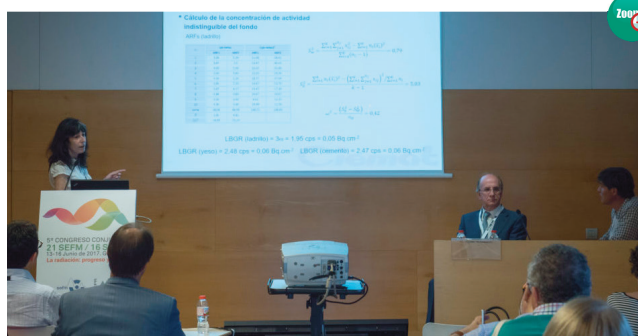
Moderada por: *Alejandro Ugarte* y *Ángel Fernández*

En la sesión sobre "Gestión de residuos radiactivos", se expusieron 3 ponencias: *Liberación con restricciones de un terreno impactado; Aplicación de procesos de desclasificación. Medidas radiológicas de fondo en superficies; Propuesta de una caracterización de material residual radiactivo en medicina nuclear.*

El número de asistentes fue de unas 35 personas, y se desarrolló de acuerdo al programa, realizando primero las presentaciones y dejando al final un tiempo de intercambio de opiniones y preguntas que fue muy participativo.

Las presentaciones muestran que hay métodos, desarrollados e implantados tanto en el desmantelamiento de instalaciones impactadas como en la gestión de los residuos producidos en hospitales que permiten una gestión correcta de los residuos radiactivos, minimizando costes de gestión sin merma de la protección frente a efectos indeseables de las personas y del medioambiente.

El objeto de la sesión fue presentar tres experiencias en trabajos de: caracterización de suelos contaminados con vistas a su liberación condicionada, caracterización de paramentos contaminados



para uso posterior de los habitáculos, y la caracterización precisa de materiales residuales contaminados en medicina nuclear para su libre disposición.

Las dos primeras ponencias, que fueron presentadas por la misma persona, **M^a del Carmen Noguerales** del Ciemat, se basan en el desarrollo de los criterios de la metodología Marssim, referencia que aunque viene siendo muy aplicada recientemente en procesos de desmantelamiento, su puesta en práctica siempre resulta ardua, por lo que es necesario establecer un protocolo de análisis y de asimilación de estas prácticas a nivel nacional, que nos permita en el futuro alcanzar una cultura en el país lo más extendida posible sobre su aplicación.

La tercera ponencia fue presentada por **Kefrén Sánchez** del Hospital Universitario Príncipe de Asturias de Alcalá de Henares, versando sobre una aproximación para simplificar y racionalizar la caracterización de materiales residuales procedentes de la medicina nuclear, con el objeto de mejorar la gestión de los mismos (más rápida, segura y con menor coste) antes de su liberación incondicional al medioambiente.

A continuación se presentan un breve resumen de cada presentación, basados en la documentación escrita entregada por los ponentes:

● Liberación con restricciones de un terreno impactado por operaciones del ciclo de combustible nuclear.

● *Ana M^a Vico Ocón, M^a del Carmen Noguerales Bartolomé, Alicia Álvarez García y Javier Quiñones Díez*
● *Ciemat*

● El Plan de Restauración del Emplazamiento del Ciemat (PRE) establece que el criterio general para la liberación de suelos y espacios es de 0.1 mSv/año, para el individuo representativo del grupo crítico en los escenarios previstos.

● Este trabajo describe la metodología utilizada para la demostración de que el suelo de un área determinada cumple con restricciones los niveles de liberación establecidos.

● El diseño del proceso responde a los criterios definidos en la metodología Marssim. De acuerdo con los resultados de muestras analizadas mediante espectrometría gamma y espectrometría alfa, se confirma que el terreno considerado contenía Uranio procesado. Durante el proceso de rehabilitación del subsuelo se han realizado medidas con monitores portátiles de contaminación obteniéndose una correlación entre las mediadas directas de contaminación y las analíticas de las muestras, lo que permite la medida *in situ* del terreno impactado.

● Una vez finalizada la rehabilitación se calculó el número de muestras necesarias siguiendo el criterio definido en Marssim y

empleando la herramienta matemática Compass, obteniéndose una curva de probabilidad para la liberación del terreno delimitada por el nivel de liberación y la actividad residual que se supone permanece en el subsuelo. El diseño del muestreo se definió utilizando la aplicación Sudes desarrollada por el Ciemat, que permite localizar los puntos de muestreo de manera aleatoria utilizando un sistema de coordenadas tridimensional (X,Y,Z).

El 90% de los resultados analíticos cumple el criterio de liberación, concluyéndose por tanto que el terreno puede quedar liberado pero con restricciones. La localización del subsuelo con restricciones está perfectamente identificada.

Aplicación de procesos de desclasificación. Medidas radiológicas de fondo en superficies

*María del Carmen Nogueras Bartolomé, Ana María Vico Ocón, Alicia Álvarez García y Javier Quiñones Díez
Ciemat*

El proceso de desclasificación de paramentos y superficies de antiguas instalaciones nucleares y radiactivas del Ciemat supone la gestión convencional del material generado por demolición y/o la reutilización de las dependencias. La desclasificación supone la demostración de que la actividad residual en los paramentos se encuentra por debajo de los denominados niveles de desclasificación (ND) expresados en Bq·cm⁻².

Las medidas radiológicas a realizar incluyen no sólo los paramentos a desclasificar sino también superficies de otros edificios que nunca se utilizaron para prácticas y que fueron construidos en la misma época con materiales similares. Esas superficies se denominan áreas de referencia del fondo, ARF. El diseño del proceso de desclasificación incluye el estudio de la variabilidad de las medidas de fondo en las ARF, aplicando el test estadístico de Kruskal-Wallis, para establecer en función de los criterios definidos en la metodología Marssim el número de medidas a realizar en los paramentos a desclasificar y los test estadísticos a aplicar. Se trata de disponer de las herramientas necesarias para comparar paramentos impactados y no impactados.

A partir de los resultados de las medidas en las ARF se determina el valor de la actividad superficial "indistinguible del fondo", lo que se denomina "LBGR", calculado como múltiplo de la varianza y necesario para obtener el número de medidas a realizar en la superficie a desclasificar. A partir de los resultados de las medidas en las ARF y de la metodología aplicada es posible determinar de manera precisa el número mínimo de medidas a realizar en cada paramento impactado para su desclasificación.

Los resultados obtenidos en los procesos de desclasificación y las medidas realizadas demuestran que los equipos de medida seleccionados son adecuados para permitir la desclasificación ya que los LD son superiores a la actividad indistinguible del fondo exigida para el proceso.

Propuesta de una caracterización más precisa del material residual radiactivo de Medicina Nuclear

*Kefrén Sánchez Noriega
Hospital Universitario Príncipe de Asturias*

La medida o estimación de la actividad específica de los lotes de material residual con contenido radiactivo de los servicios de Medicina Nuclear es necesaria para determinar cuándo éste se halla por debajo de los niveles de desclasificación. Sin embargo, la

estimación de la actividad de lotes de residuos no suele ser precisa por el tiempo y demás recursos que consume.

En este trabajo se presenta un método informatizado de caracterización de lotes de residuos sólidos, provenientes exclusivamente de monodosis, que se ha implementado en el hospital con una mejora muy significativa en el control de calidad de los residuos y con una inversión de tiempo mínima.

El diario de operación contiene una tabla que facilita la anotación de la actividad diaria recepcionada de cada radiofármaco, en cumplimiento del Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, de modo que el algoritmo que caracteriza la actividad de un isótopo de un lote X cerrado un día d, utiliza la denominada "Fracción de actividad residual", calculada para cada tipo de trazador durante el control de calidad de los residuos. El sumatorio dará el total de las actividades del radionucleido recibidas en la instalación en un número determinado de días naturales. La fórmula se desarrolla en Excel, y con peso del lote permite calcular la actividad específica. De este modo, cuando se cierra un lote simplemente se pesa y se anotan las actividades correspondientes del diario de operación: los datos de entrada son pocos y fáciles de obtener.

Adicionalmente, la ponencia analiza el comportamiento de la ecuación anterior en tres escenarios de oscilación de actividad diaria recepcionada:

1. la actividad diaria recibida es constante,
2. la actividad de los días de toma de datos es el doble de la de días anteriores y
3. es la mitad, y en todos los casos la fórmula estima con precisión la actividad real.

Se intentó correlacionar los resultados de lotes obtenidos a partir del método anterior con las medidas de control radiológico, pero el ajuste no es satisfactorio por la alta dispersión de la actividad remanente en los residuos, principalmente debida al método de administración de las monodosis. Para abordar esta dificultad, se ha planteado un refinamiento del método anterior, lo cual complica ligeramente el proceso pero permite ganar precisión, pendiente aún de resultados.

CONCLUSIONES

Las presentaciones muestran los esfuerzos para facilitar mediante un número reducido de medidas métodos de estimación fiables de los niveles residuales de radionucleidos en los materiales medidos, lo que permite de una forma eficaz discriminar estos materiales para su libre disposición y/o para la reutilización de espacios o terrenos. Son perfectamente aplicables actualmente y tienen una aplicación futura intensa.

Todo ello reduce los costes de la gestión y garantiza una eficaz liberación incondicional de materiales residuales o una adecuada gestión como residuos radiactivos, sin implicaciones indebidas para las personas y para el medio ambiente, (parece redundante con la primera frase del párrafo, por lo que te propongo eliminarla...)

En el periodo dado para el diálogo al final de las presentaciones, se intercambiaron experiencias de medida y de gestión, y se hicieron algunas preguntas para profundizar en los estudios presentados, en especial en relación con los equipos usados, contrastando los valores de liberación en España con los de países del entorno y comparándolos con los impactos de dosis autorizados actualmente en las instalaciones nucleares. ■

SESIÓN 11 RECEPCIÓN DE PÓSTERES Y ENTREGA DE PREMIOS (ÁREA DE PÓSTER)

A continuación se resumen las ponencias presentadas en formato póster que fueron premiadas en el Congreso:

Análisis de planes de VMAT: ¿qué puede aportar a la planificación y verificación de tratamientos?

Victor Hernandez Masgrau, Hospital Sant Joan de Reus

Jordi Sáez Belrán, Hospital Clínic de Barcelona

Diego Jurado Bruggeman, Ico Girona

Los planes de VMAT involucran muchos parámetros dinámicos que están interrelacionados y resultan difíciles de controlar y optimizar. En este trabajo presentamos una herramienta que permite analizar automáticamente todos estos parámetros y los resultados obtenidos con planes clínicos. Los parámetros recogidos son de gran utilidad para la optimización robusta de tratamientos, así como para la gestión y racionalización de las verificaciones pretratamiento.

Se ha desarrollado un conjunto de programas de MATLAB que permiten analizar los planes de VMAT/IMRT a partir del plan exportado por el sistema de planificación en formato dicom.



Se calculan los siguientes índices de complejidad: MCS o *Modulation Complexity Score*, *Leaf Travel*, *Edge Metric*, *Beam Irregularity*, *Modulation Index*

Así mismo se evalúan parámetros geométricos: tamaño de campo, giros de colimador y de mesa, número de arcos, etc.; distribución de aperturas de MLC y de diferencias entre posiciones de láminas adyacentes, velocidad media de las láminas, media de las variaciones de velocidad y de las aperturas de láminas; variaciones de tasa de dosis (UM/min) y de velocidad de *gantry* (deg/s).

El análisis es totalmente automático y todos los resultados se almacenan incrementalmente, permitiendo su posterior análisis.

Se concluye que el análisis de planes de tratamiento permite:

- Comprender mejor la compleja relación entre todos los parámetros involucrados en los planes de VMAT.
 - Racionalizar el uso de planes con gaps pequeños y complejidades altas, generando planes de tratamiento lo más simples y robustos posibles.
 - Definir mejor las 'soluciones de clase', así como establecer niveles de aceptación para los distintos parámetros e índices de complejidad. Esto permite garantizar la pertenencia de los planes a una solución de clase dada.
 - Decidir qué planes es más conveniente verificar, e incluso seleccionar el método de verificación según las características del plan.
- En consecuencia, el análisis de planes es una herramienta muy

- potente y útil, tanto durante la etapa de planificación como en la verificación de tratamientos de VMAT.

Estudio de las variaciones en los índices de textura en PET bajo un algoritmo de reconstrucción penalizado

Gabriel Reynés-Llompard¹, Jose Padilla-Peinado², Cristina Gámez-Cenzano¹, Josep M. Martí-Climent³

- 1) Unidad PET-Medicina Nuclear. IDI. Hospital U. de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona.
- 2) Servicio de física médica y PR. Institut Català d'Oncologia, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona.
- 3) Medicina Nuclear. Clínica Universidad de Navarra, Pamplona.

El análisis de texturas sobre imagen PET consiste en un conjunto de herramientas matemáticas de postprocesado para la evaluación de la heterogeneidad en una zona determinada. Pese al interés reciente que suscita el análisis de texturas, todavía falta consenso para definir los parámetros que influyen sobre estas.

Así, GE Healthcare introdujo recientemente un algoritmo de reconstrucción iterativa en PET basado en una penalización de la verosimilitud, de nombre comercial Q.Clear. La penalización está controlada por un factor que es la única entrada posible del usuario. Esta penalización actúa como una filtración selectiva, promoviendo una mayor definición de las posibles lesiones, a la vez que aumentando la exactitud de la cuantificación.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar las propiedades de una serie de valores de texturas bajo la influencia del parámetro en la reconstrucción con Q.Clear.

Se ha usado un maniquí NEMA Body IEC de control de calidad de imagen. Las seis esferas se rellenaron con un ratio de 8:1 con respecto al fondo y una concentración de actividad aproximada de 5.4 kBq/mL del fondo. La adquisición se realizó en un PET/CT Discovery IQ de cinco anillos. El maniquí se posicionó con todas las esferas alineadas dentro del mismo plano transaxial en el centro del FOV. Se realizó una adquisición de 350 s en una posición de camilla. En la reconstrucción se usaron valores de 50 a 500 en intervalos de 50.

La segmentación de los volúmenes de interés (VOI) de las esferas se realizó a partir de un umbral del 40 % del SUVmax y una de 350 s. Para conocer el efecto en la delimitación del volumen, en la esfera mayor también se estudiaron umbrales del 20 al 70 % en intervalos de 10 %.

Para cada VOI se analizaron los valores de SUVmax, SUVmean y SUVstd respectivamente.

El análisis de las texturas se realizó con el *software* LifeEx, usando un remuestreo de 64 valores entre 0 y 20 unidades de SUV.

Se pudo concluir que el algoritmo Q.Clear actúa haciendo un filtrado selectivo y modificando el contraste de las lesiones con el fondo, pudiendo modificar de forma brusca los índices de texturas en función del parámetro; por ello es un parámetro importante estandarizar en caso de estudios multicéntricos.

Microalgas mejoradas genéticamente para la descontaminación y el fraccionamiento de uranio

Ana Isabel Barrado, Estefania Conde, Marta Fernandez, Abel Yllera. Ciemat

La eliminación de uranio incorporado al medioambiente debido a la actividad antropogénica por tratamiento clásico, tiene un alto requerimiento en términos de reactivos y energía que ha limitado su uso, mientras que los métodos biológicos que exploran el potencial

de los microorganismos han surgido como una opción ecológica y económica. Otra etapa crítica es el proceso de enriquecimiento isotópico del uranio, tanto por su baja eficiencia como por la cantidad de residuos radiactivos generados. Una alternativa a estas opciones puede ser el enfoque biotecnológico, ya que se sabe que ciertas especies de microalgas y/o bacterias capturan selectivamente un isótopo que conduce al fraccionamiento isotópico. Las microalgas en particular son muy baratas de cultivar, poco exigentes en el consumo de recursos, y extremadamente resistentes a ambientes extremos (pH, temperatura, presencia de tóxicos).

El bioproceso de enriquecimiento de uranio que se propone en este trabajo se basa en la actividad metabólica de una cepa de microalgas *Chlamydomonas*, ChISPGI, aislada de una balsa ácida altamente contaminada con uranio (25 mg/L) de la mina de Enusa en Saelves (Salamanca) y mejorada genéticamente para incrementar su capacidad de acumulación de uranio. Además, como se ha demostrado en los estudios realizados, estos microorganismos son capaces de enriquecer el uranio produciendo fraccionamiento isotópico.

Para ello se ha llevado a cabo una serie de ensayos de cultivo de algas en diferentes condiciones (tiempo de exposición, concentración y composición isotópica) para comprobar la influencia de estos factores en el proceso.

Los resultados obtenidos muestran que la actividad metabólica de esta cepa microalgal le permite captar 115 mg de uranio por gramo de biomasa algal en muy poco tiempo dado su rápido ciclo celular. Además, las medidas de la relación isotópica $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ revelan que a lo largo del proceso de bioacumulación se produce una discriminación isotópica favorable al isótopo más ligero dentro del alga.

En conclusión, los datos obtenidos confirman, por un lado la capacidad de acumulación de estos microorganismos del uranio del medio, y por otro el enriquecimiento isotópico durante el proceso metabólico.

Evaluación de la respuesta dosimétrica de dosímetros pasivos personales basados en tecnología OSL

María del Carmen Pujades Claumarchirant, Cristian Candela Juan, Ángela Soriano Cruz, Juan Diego Palma Copete, Jorge Vilar Palop, Juan José Rovira Escutia, Irene Más Muñoz, Juan Carlos Ruiz Rodríguez, Jose Manuel Martínez Masmano, Victoria Mestre de Juan, Nieves Llorca Domaica del Centro Nacional de Dosimetría (CND), Instituto de Gestión Sanitaria, Valencia

En los últimos años han aparecido nuevos dosímetros basados en la luminiscencia estimulada ópticamente (OSL), que presentan la ventaja de poder ser leídos varias veces. La guía IEC 62387 establece los requisitos que ha de satisfacer todo sistema de dosimetría personal y ambiental de integración pasiva. En este estudio se evalúa la respuesta dosimétrica de los dosímetros personales *InLight* (Landauer) basados en tecnología OSL siguiendo la guía IEC 62387.

Se han utilizado dosímetros *InLight* (Landauer, Inc., IL, United States) compuestos por cuatro detectores. La irradiación de los dosímetros se ha llevado a cabo en el Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CND. Se han evaluado: el coeficiente de variación, la linealidad de la respuesta con la dosis, la dependencia con el ángulo de incidencia de la radiación, la dependencia energética, la posibilidad de reutilización y la variación de la dosis con el tiempo tras la exposición.

Se ha concluido que el sistema evaluado cumple con los requisitos de la guía IEC 62387 para poder ser utilizado en dosimetría personal. ■

SESIÓN 12 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN MEDICINA I

Moderada por: *Luis Carlos Martínez Gómez y M^a José Rot San Juan*

En esta sesión se presentó el primer bloque de comunicaciones orales dentro del área temática *Protección Radiológica en Medicina*. Las comunicaciones abarcaron cuestiones de actualidad en este ámbito, la mayoría de ellas relacionadas con las implicaciones de la adopción de la nueva Directiva 59/2013 Euratom: la preocupación y las soluciones propuestas por los profesionales de las instalaciones médicas sobre el nuevo límite de dosis al cristalino; el análisis de riesgo en procedimientos de radioterapia; el aumento de procedimientos terapéuticos con fuentes no selladas en los hospitales, lo que conlleva la necesidad de optimizar todos los aspectos relacionados con la protección radiológica (procedimientos, gestión de residuos, ...), etc.

La sesión fue moderada por Luis Carlos Martínez Gómez y María José Rot San Juan, especialistas en Radiofísica del Servicio de Radiofísica Hospitalaria del Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid.



Las presentaciones fueron las siguientes:

Caracterización espectral del ^{223}Ra : isótopos con implicaciones en protección radiológica. Presentada por: **Javier Sánchez Jiménez** del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Universitario de Burgos.

Se presentan los resultados de la comparación de la medida del espectro experimental de una muestra de ^{223}Ra , con un espectro teórico con presencia de diferentes concentraciones de ^{227}Ac , con la finalidad de verificar la concentración de ^{227}Ac en las muestras de ^{223}Ra . Las medidas experimentales se realizaron con un detector gamma de germanio hiperpuro modelo LO-AX 60450 30PCS y un detector alfa de barrera de silicio Ortec R-015-050-100. Se tomaron medidas iniciales próximas a la fabricación de la muestra, a lo largo de 12 meses y una medida final tras un año desde la fecha de fabricación. La duración de las mismas fue de hasta dos semanas para obtener precisión suficiente y poder detectar pequeñas concentraciones en la muestra. Para el cálculo del espectro teórico se tuvieron en cuenta la eficiencia y resolución energética de los equipos utilizados en las medidas experimentales.

De acuerdo a los resultados planteados la concentración de ^{227}Ac está por debajo de 10^{-9} respecto a la concentración de ^{223}Ra ,

lo que permitiría eliminar este radiofármaco por la vía convencional sin gestionarlo como un residuo de larga vida media.

Optimización del tiempo de hospitalización en tratamiento de carcinoma diferenciado de tiroides. Presentada por: **Paula Delgado-Tapia** del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau

Se presenta un estudio basado en la medida de la tasa de equivalente de dosis ambiental $H^*(10)$ a 1 m del tórax (paciente sentado) de los pacientes tratados con ^{131}I para la ablación de restos tiroideos en carcinoma diferenciado de tiroides sin metástasis, con el objetivo de optimizar el tiempo de hospitalización de dichos pacientes.

En una primera parte del estudio, en que los pacientes fueron ingresados durante cuatro días, el 94% de los pacientes presentaba un $H^*(10) < 40 \mu Sv/h$ tras dos días de ingreso, y el 74% presentaba un $H^*(10) < 10 \mu Sv/h$ tras los cuatro días de ingreso, valor para el que no son necesarias restricciones domiciliarias relativas al riesgo de irradiación. En una segunda parte del estudio, se restringió el tiempo de ingreso hasta que $H^*(10) < 40 \mu Sv/h$ con estancia mínima de dos días. El 73% de los pacientes pudo recibir el alta en 48 horas. La diferencia con los resultados de la primera parte se atribuyen a un aumento de las actividades utilizadas. La adopción de este último criterio de alta les ha permitido reducir el tiempo de hospitalización de 4 a 2 días en la mayoría de los casos, siempre que se adopten restricciones domiciliarias personalizadas para cada caso, de manera que se garantice la protección radiológica de las personas que estarán en contacto con el paciente una vez recibida el alta hospitalaria. Esta disminución del tiempo de hospitalización les permitió aumentar en un 40% el número de tratamientos semanales.

Aplicación del método de Matriz de Riesgo a radioterapia intraoperatoria con acelerador portátil. Presentada por: **Jessica Vilanova Ciscar** del Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

Se presenta un análisis de riesgos de los tratamientos de radioterapia intraoperatoria mediante la adaptación del método proactivo de la matriz de riesgo, ya utilizado en el análisis de radioterapia 3DCRT y braquiterapia. Partiendo de un esquema detallado del proceso de tratamiento, y contando con la experiencia de un equipo multidisciplinar, se evaluaron todos los sucesos que podrían dar lugar a errores en la administración del tratamiento y las barreras de seguridad previstas para evitarlos, permitiendo ordenarlos según los distintos niveles de riesgo asignados. Se propusieron nuevas medidas de seguridad para reforzar puntos débiles identificados. Se identificaron un total de 47 sucesos iniciadores, 23 barreras, 10 reductores de frecuencia y 4 reductores de consecuencia. De estos 47 sucesos, ninguno fue considerado de riesgo muy alto, 26 eran de riesgo alto, 17 de riesgo medio y cuatro de riesgo bajo. Se identificaron también cinco posibles nuevas barreras a aplicar a sucesos de riesgo medio o alto.

Esta metodología ayuda a tener una visión global del riesgo del tratamiento, identificando los puntos débiles y difundiendo una mayor cultura de seguridad entre los profesionales implicados. Dada su sencillez puede ser implementada a partir del conocimiento del proceso y una mínima formación en análisis de riesgos.

Desarrollo de metodologías para la estimación de las dosis al cristalino. Presentada por: **Merce Ginjaume** del Institut de Tècniques Energètiques de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Se presentan los resultados de un proyecto coordinado por la Universitat Politècnica de Catalunya y el Hospital Clínico San Car-

los de Madrid, para el análisis de la problemática y nuevos retos que plantea en el entorno clínico la reciente recomendación de ICRP de reducir el límite de dosis equivalente en cristalino para los trabajadores expuestos. Este objetivo se ha abordado a través del desarrollo de diferentes actividades: el estudio de las metodologías utilizadas actualmente en países de nuestro entorno, identificación de colectivos susceptibles de control dosimétrico, desarrollo de procedimientos de calibración para dosímetros de cristalino, estudio de las correlaciones de esta dosis con otros parámetros dosimétricos, simulaciones de Monte Carlo para evaluar la efectividad de prendas de protección, etc.

Se concluye que no se dispone todavía de una metodología consensuada para la medida de dosis en cristalino. Aun así, las medidas en maniquí y en personal sanitario con diversas técnicas dosimétricas han permitido verificar la consistencia entre las distintas metodologías y establecer para una primera estimación de la dosis equivalente en cristalino el uso de un dosímetro de cuerpo entero situado fuera del delantal plomado. Sin embargo, hay que tener en cuenta que existe un número importante de factores de influencia que pueden afectar a la correlación entre una medida efectuada con un dosímetro de cuerpo entero y otro situado en el cristalino. Los resultados de las simulaciones Monte Carlo para la efectividad de las gafas en la protección del cristalino, teniendo en cuenta la influencia de la orientación de la cabeza del operador y la distancia a la fuente arrojan un valor para el cociente de dosis con y sin gafas de plomo de 0.3 ± 0.2 .

Procedimiento para la estimación de la dosimetría en cristalino en radiología intervencionista. Presentada por: **Juan David García Fuentes** del Servicio de Radiofísica del Hospital Ramón y Cajal.

Se presentan los resultados de la estimación de dosis en cristalino de radiólogos intervencionistas a partir de medidas realizadas a cuatro de ellos durante seis meses. Se emplearon dosímetros termoluminiscentes (TLD), suministrados por el Centro Nacional de Dosimetría (CND) y cuyas lecturas vienen dadas en términos de $H_p(10)$ y $H_p(0.07)$. La estimación de dosis absorbida en el cristalino se realizó a partir del $H_p(10)$ medido con un TLD colocado a la altura del protector de tiroides, trasladado a $H_p(10)$ en los ojos, mediante un factor de 0.75, propuesto en la literatura y verificado mediante medidas experimentales. Desde $H_p(10)$ en los ojos se pasó a $H_p(3)$ mediante un factor 1 obtenido con cálculos de Monte Carlo. Los resultados arrojan que las dosis en cristalino de estos profesionales son comparables al futuro límite de dosis, pudiendo incluso superarlo, por lo que hacen hincapié en la importancia del correcto uso de gafas plomadas, ya que reduce la dosis en cristalino de manera determinante (entre 8 y 10 veces). Los autores proponen un estudio con gafas utilizando dosímetros calibrados en $H_p(3)$ situados en las patillas de las mismas para la estimación de las dosis de una manera más exacta.

Estimación con maniquí de la dosis anual en cristalino de cardiólogos intervencionistas pediátricos. Presentada por: **José Bayón Llera** del Hospital Universitario de La Paz.

Se muestran los resultados obtenidos de medidas experimentales realizadas con un maniquí antropomórfico y dosímetros de fotoluminiscencia (OSL) para obtener la tasa de dosis en cristalino de cardiólogos intervencionistas pediátricos empleando los protocolos más comunes de trabajo en modo fluoroscopia y adquisición.

Sobre los ojos del maniquí situado en la posición habitual de trabajo se colocaron tres dosímetros OSL, calibrados en términos de Hp(0.07). Como maniquí dispersor utilizaron un bloque de PMMA de 20x20x12 cm³. La dependencia angular y energética de los OSL fue evaluada y corregida con una cámara de ionización. A partir de los *Dose Structured Report* de los procedimientos realizados por los cardiólogos del servicio recogidos durante un año, se ajustó la distribución de los tiempos de escopia y el número de frames por procedimiento a una distribución gamma y se tomaron sus valores esperados. Con estos valores y las medidas experimentales previas se estimaron las dosis anuales en cristalino de estos profesionales, considerando 120 estudios anuales: 5.9 mSv, con un intervalo de confianza de (4.8, 7.2) mSv para el cardiólogo 1 y 5.8 mSv, con un intervalo de confianza de (4.4, 7.2) mSv para el cardiólogo 2. No se tuvieron en cuenta elementos de protección radiológica. Estos valores se compararon con los valores anuales de dosis en cristalino obtenidos directamente en sala mediante la colocación de OSL en el exterior de las gafas plomadas de los cardiólogos: 4.13 ± 0.93 mSv para el cardiólogo 1 y 4.98 ± 1.28 mSv para el cardiólogo 2 (nivel de confianza del 95%). Estos resultados muestran que el método empleado es eficaz para estimar la dosis anual y predecir la necesidad de utilizar elementos de protección adicionales, como gafas plomadas o bien determinar la necesidad de medir en las proximidades del ojo de manera regular en caso de que la dosis estimada se aproxime a 6 mSv.

CONCLUSIONES

La temática de los trabajos presentados muestra la preocupación y aporte de soluciones por parte de los profesionales de las instalaciones médicas a las implicaciones en protección radiológica de la Directiva 59/2013 Euratom, en especial en lo relativo a los análisis de riesgos en radioterapia y al nuevo límite de dosis en cristalino; además, se pone de manifiesto que el aumento de las terapias con fuentes no selladas en los hospitales hace especialmente necesaria la optimización de todos los aspectos relacionados con la protección radiológica: procedimientos, gestión de residuos, etc.■

SESIÓN 13 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA Y DE SEGURIDAD FÍSICA Y RADIOLÓGICA DE FUENTES DE RADIACIÓN IONIZANTE

Moderada por: *Rafael Herranz y Amparo García*

Ante una situación de emergencia no planificada a fuentes de radiación, el criterio que debe de primar es garantizar la protección de personas y medioambiente contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes. Deben de adoptarse, por ello, disposiciones y equipos de preparación y respuesta frente a estas situaciones y mantenerlos en constante optimización que los justifiquen.

Deben adoptarse todos los esfuerzos posibles para prevenir y mitigar las consecuencias de este tipo de accidentes producidos como consecuencia de actos dolosos o sucesos inesperados.

Para asegurar una respuesta eficaz frente a la emergencia, no solo debe de contarse con medios físicos e instrumentales para actuar sobre la fuente de radiación y neutralizar su efecto radiológico, sino que siguiendo el principio básico de la Protección Radiológica habrá de disponerse de los recursos necesarios para una correcta dosimetría y secundario a ello, del efecto de una potencial exposición a las personas, conociendo el grado de incorporación

y evitar el daño secundario, procediendo, si es preciso, al eventual manejo médico de la o las personas implicadas en la emergencia.

El interés y el reclamo por el tema a tratar durante esta sesión, se pudo medir por la afluencia de asistentes que obligó a incrementar asientos al estar totalmente completo su aforo.

El procedimiento fue la presentación oral de cinco ponencias. Dos de ellas son de tipo instrumental, con una interesante aportación del uso de vehículos aéreos no tripulados, drones, manejados por personal experto y a distancia, de manera que cumplan normas estrictas de protección radiológica.

Las otras tres ponencias se corresponden con métodos de dosimetría aplicables a la población expuesta bien por gammacámaras, equipos contador de cuerpo entero o en participación cooperativa con otros laboratorios a través de la red WHO Rempan, desde el Ciemat.

RESUMENES DE LAS PONENCIAS

Proyecto Europeo "Metrología para la detección móvil de radiación tras un incidente nuclear". Presentada por **Arturo Vargas** de un trabajo elaborado junto a otros autores de la Universidad del País Vasco y de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Como *objetivos* destaca el acuerdo con la norma de Seguridad OIEA, GSR Parte 7 *Preparación y respuesta para una emergencia nuclear y radiológica*, acerca del objetivo fundamental de proteger la vida y salud humanas y la protección del medioambiente.

En el proyecto presentado la base está en la detección temprana y el desarrollo de nuevas técnicas de medida y calibración y de la actividad en la superficie terrestre utilizando datos recogidos por vehículos aéreos no tripulados y para la radiactividad en aire utilizando sistemas de muestreo de aire, transportables. Otro objetivo es la investigación de la validez de las redes no gubernamentales de vigilancia de tasa de dosis. Los sistemas de dosimetría pasiva pueden utilizarse en el seguimiento a largo plazo de las áreas contaminadas.

Métodos: se ha integrado un consorcio de 18 Instituciones, liderado por el Centro Metroológico Alemán. España participa con dos Instituciones, UPC y UPV/EHU.

Los paquetes de trabajo definidos en el proyecto incluyen:

- Medidas radiológicas aéreas no tripuladas validando sistemas metrologicamente trazables y métodos para mediciones remotas de tasa de dosis equivalente ambiental y concentraciones de radionúclidos en el suelo mediante drones con sistemas espectrométricos montados sobre ellos..
 - Desarrollo de sistemas de muestreo de aire transportable.
 - Uso de la tasa de dosis en tiempo (casi) real proporcionada por redes no gubernamentales de libre acceso.
 - Dosimetría pasiva mediante procedimientos fiables para medir la tasa de dosis equivalente ambiental mediante dosimetría pasiva, armonizando la monitorización de dosimetría pasiva en toda Europa.
- La duración del proyecto es de tres años.

Resultados:

- Estado del arte sobre la aplicación de vehículos aéreos no tripulados y basados en sistemas de espectrometría para eventos radiológicos.
- Recomendaciones sobre las medidas de tasa de dosis y de radiactividad sobre el suelo usando drones.
- Procedimientos para emplear sistemas de muestreo de aire con espectrometría gamma para situaciones de emergencia.

- Nuevos muestreadores de aire para eventos nucleares.
- Fiabilidad del posible uso de redes no gubernamentales.
- Desarrollo y comprobación de nuevos prototipos de detectores.
- Estado del arte sobre dosimetría pasiva.
- Recomendaciones sobre la armonización de los sistemas de dosimetría pasiva.

Como *conclusión* se espera mejorar la detección temprana y la determinación de las zonas afectadas, incluyendo la identificación de los radionucleidos y los niveles de contaminación, esencial para una respuesta rápida y adecuada por parte de los Organismos reguladores durante y después de un accidente nuclear o radiológico.

Uso de drones como herramienta en Protección Radiológica y en la gestión de Emergencias. Juan Antonio Baeza Miralles en nombre del grupo de trabajo de la Universidad de Extremadura, Laruex, describió los *objetivos* basados en la puesta a punto de un monitor de radiaciones sobre un vehículo aéreo de gestión remota y que identificaría en tiempo cuasi real las actividades de los radionucleidos.

Material y método: los monitores de radiaciones ionizantes en vehículos manejados a distancia con la consecuente protección del personal, pueden ser útiles en:

- Desmantelamiento de instalaciones, optimizando métodos.
- Caracterización de terrenos contaminados en exposiciones pre-existentes.
- Gestión de emergencias, con monitoraje de la situación.
- Seguridad física al detectar materiales nucleares y/o radiactivos en distintos ambientes con o sin a presencia de público.

Se han realizado varios trabajos utilizando aviones, helicópteros, UAV y satélites, presentando un interesante cuadro comparativo al respecto.

Para seleccionar el tipo de vehículo, se ha valorado fundamentalmente tres aspectos, la velocidad mínima de vuelo precisa para su estabilidad, su coste y su manejabilidad en zonas de reducidas dimensiones.

Resultados: se tomó la decisión de un dron por su pequeño tamaño y coste, estabilidad y ventajas como 20 minutos de autonomía, despegue, aterrizaje y mantenimiento de posición automáticos; vuelta al punto de partida en caso de pérdida de señal, programación automática por GPS, cámara integrada y señal de video en tiempo real; carga de hasta 5 Kg.

Posee un detector de CsI(Tl) de 35x35x130 mm, peso 300 gr, multicanal de 4096 canales que registra espectros en el rango de 50 KeV-2MeV, óptimo para un DRNE por su bajo peso y poco consumo eléctrico 5V. Lleva incorporado un captador de aerosoles.

Conclusiones: la capacidad de monitoraje *in situ* y en tiempo cuasi real, inclusive en zonas de difícil acceso de la Unidad Móvil de la Red de Alerta Radiológica de Extremadura, se ha incrementado notablemente con la incorporación de un equipo como el de las características descritas, que permite adquirir y remitir a puestos remotos informaciones georreferenciales, imágenes, niveles de actividad y dosis.

Nueva metodología de medida de I-131 en Tiroides con Gammacámara para población expuesta en emergencias. Presentada por Juan Francisco Navarro Amaro en representación de todos los autores, tanto del CIEMAT como del HU de la PAZ.

Objetivo: se parte del conocimiento de la consideración del ¹³¹I como uno de los isótopos a evaluar en una emergencia radiológica

- y de la necesidad de una rápida identificación tanto del número de personas expuestas como de su nivel de exposición interna. Los CRC son instrumentos de medida oficialmente reconocidos para ello pero pueden verse superados en número por la cantidad de personas afectas.

Se presenta la utilización de gammacámaras de los Servicios de medicina nuclear de hospitales, debidamente calibradas con fuentes radiactivas en maniqués antropomórficos que simulan el cuello y la glándula tiroidea de adultos y niños.

Material y métodos: se han fabricado un conjunto de cuatro maniqués tiroideos a escala para niños de 1, 5, 10 y 15 años de proporciones obtenidas a partir de escalas anatómicas reales. Los de hombre y mujer adultos corresponden a la norma ANSI 44.3. Debido al corto periodo del ¹³¹I, se utilizan en la calibración fuentes de radionucleidos de vida larga, ¹³³Ba y ¹³⁷Cs cuyas emisiones energéticas simulan las del ¹³¹I. Los viales que simulan las glándulas tiroideas se han preparado en el Ciemat, añadiendo ¹³³Ba (90 %) y ¹³⁷CS (10 %). Para la calibración se ha utilizado una GC Infinia Hawkeye en MN de La Paz.

Resultados: calibración de la GC. Medida de ¹³¹I en tiroides. Para el cálculo de los Fcal de la GC hubo que definir previamente el tiempo de contaje y la distancia detector-tiroides consiguiendo una sensibilidad de detección suficiente para una espuesta rápida y eficiente. Las medidas fueron de cinco minutos y la distancia de 10 cm sin colimador y utilizando una ventana centrada en la línea principal del ¹³³Ba.

La sensibilidad de medida se estimó mediante medidas de fondo en la GC con cada maniquí y simulador de tiroides blanco para estimar la actividad de medida mínima detectable, AMD, en función del Fcal.

La verificación de la calibración se realizó conforme a los parámetros definidos en ISO28218. Los resultados cumplieron criterios de aceptación. Se está participando en grupos cooperativos internacionales para alcanzar la validación del método en emergencias.

Conclusiones: La utilización de maniqués de calibración para adultos y niños permite una mayor fiabilidad en el cálculo de la actividad de ¹³¹I. Esta sensibilidad de detección puede estimar dosis efectiva mínima detectable por debajo de 1 mSv, lo que permite su uso no sólo en emergencias sino en programas de vigilancia de trabajadores (ISO 16637:2015).

Estudio y validación de curvas de calibración para público en equipos CRC para situaciones de emergencia. Javier Tenajas Polo en representación del grupo de trabajo de Tecnotom.

Objetivos: disponer de curvas de calibración adecuadas para un espacio más amplio de población del que dispone actualmente el sector nuclear español para situaciones de emergencia, mejorando la operatividad en simulacros, intercomparaciones y emergencias.

Material y métodos: se empleó un maniquí conforme a norma ANSI, hombre estándar, utilizado en las actividades rutinarias de calibración y verificación de CRC en las centrales nucleares españolas, al que se le realizaron cambio de configuración para adaptarlo a las dimensiones de los diversos miembros del público establecidos en dicha norma.

Estas medidas se validaron con las realizadas en un maniquí similar a los UP-02T ST. Petersburg IGOR.

Resultados. Analizados los contajes de calibración para el maniquí de cada una de las geometrías seleccionadas se generaron las curvas de calibración, energía, resolución y eficiencias, para los diferentes tamaños objeto del estudio. Como resultados generales:

- Curvas en energía, se obtiene una nula variación en la curva en función de la configuración del maniquí analizado.
- Curva en resolución, en general la obtenidas no muestran una gran dependencia en relación con el tamaño del sujeto. Se observa una pequeña variación a energías mayores a los 300 KeV.
- Curva de eficiencias, se obtiene una variación significativa con la disminución del tamaño del maniquí. Se obtiene mayor eficiencia para grupos de edad menores.

Los resultados de las medidas de estas curvas se compararon para su validación entre las medidas de un maniquí IGOR con un patrón de trazabilidad garantizada, analizadas con las curvas en vigor del SDPI, analizadas con las nuevas curvas comparadas a su vez ambas medidas con los valores del patrón de calibración del maniquí para validar resultados.

Conclusiones. Las capacidades de los equipos CRC y las curvas de calibración generadas son suficientemente buenas para su utilización en situaciones de emergencia y su aplicación a miembros del público, corrigiendo incluso la sobreestimación generada por la aplicación de curvas por defecto de trabajadores expuestos en personas de diferente geometría, aumentando la eficiencia del cribado.

No obstante, las curvas de calibración del hombre adulto, siguen siendo adecuadas debido a que el desfase que generan en la estimación de actividad sobreestima la contaminación de las personas afectadas.

Participación del CIEMAT en la intercomparación de emergencias REMPAN de Laboratorios de Bioensayo. Carolina Hernández González, en representación del grupo del Ciemat, Lab. De Bioeliminación.

Objetivo. Conocer el alcance de la población afectada en una emergencia radiológica o nuclear, su nivel de contaminación interna e identificación de los radionucleidos. Actualmente para llegar a estos resultados son necesarias técnicas in vitro que precisan procedimientos de separación radioquímica y largos tiempos de conteo para alcanzar una AMD muy bajos, llegando a plazos de dos semanas.

Este trabajo presenta procedimientos más rápidos de separación radioquímica aplicados a muestras de orina que permite la cuantificación secuencial de ⁹⁰Sr e isótopos del Pu, Am, Cm, U y Th y el inicio de los procesos de medida en el mismo día en que se recibe la muestra.

La validación se ha hecho en un ejercicio de intercomparación de emergencias organizado por WHO/REMPAN. En el ejercicio los radionucleidos eran desconocidos y el tiempo máximo de respuesta desde la recepción era de 72 horas.

Material y métodos. Se basa en un tratamiento de muestra mínimo en un tiempo de un día, basado en el empleo de un sistema de vacío durante la etapa de separación. Se utilizan los cartuchos Triskem de las resinas TEVA (isótopos del Pu y Th), TRU (Am, Cm y U) y Sr-RESIN (⁹⁰Sr). El tiempo empleado en la obtención de las diferentes fracciones es de 4-5 horas desde el inicio, presentando gráficas del esquema del procedimiento.

Las fracciones obtenidas con las resinas TEVA y TRU fueron electrodepositadas y medidas mediante espectrometría alfa durante

48 horas. El eluido procedente de la columna Sr-RESIN fue acondicionado y medido mediante espectrometría de centelleo en fase líquida durante dos horas.

Resultados. El ejercicio realizado por WHO/Rempan ha supuesto mayor desafío y esfuerzo a otros anteriores y se asemeja mejor a una situación real en cuanto a tiempo de respuesta y los radionucleidos implicados.

La muestra de orina se recibió el 1/02/16 a las 12.00 horas. Los resultados fueron enviados el 4/02/16 a las 10,30. Una vez concluido el ejercicio, la organización informó a los 18 laboratorios participantes, de los radionúclidos presentes en las muestras, ⁹⁰Sr, ¹⁰⁶Ru, ¹³⁷Cs y ²³⁹Pu y sus niveles de actividad.

Se presenta una tabla de los resultados enviados por el Laboratorio de Bioeliminación del Ciemat y los valores reportados por la Organización, así como el error relativo de los isótopos analizados, ⁹⁰Sr y ²³⁹Pu. Los excelentes resultados del ejercicio intercomparativo, permiten validar el método desarrollado.

Conclusiones. Este ejercicio ha permitido validar el método desarrollado en la separación de actínidos y ⁹⁰Sr en muestras de orina para emergencias. Además ha sido satisfactorio para evaluar la respuesta del laboratorio ante situaciones que requieran una cuantificación rápida de este tipo de radionucleidos.

Fuera de Programa la Dra. Elizabeth Cardis, solicitó autorización para presentar a los asistentes a la sesión las recomendaciones del Proyecto europeo Shamisen. Se trata de un documento en elaboración, en el que están trabajando 19 instituciones, coordinadas por el Instituto de Salud Global de Barcelona. Se trata de disminuir o minimizar los efectos negativos de las evacuaciones secundarias a emergencias nucleares que puedan afectar a un número importante de personas basados en la experiencia cercana de Fukushima. La Dra. Cardis se coprometió a presentar el documento final. ■

SESIÓN 14 DOSIMETRÍA BÁSICA Y DETECTORES II (SESIÓN PÓSTERES I)

Moderada por: Teresa Eudaldo Puell e Immaculada Martínez-Rovira

La sesión comprendía un total de 15 trabajos, en formato póster.

Los autores tuvieron la oportunidad de explicar, "a pie de póster", el contenido de su trabajo, para pasar después a un coloquio y preguntas de la audiencia.

A continuación se detallan los trabajos que fueron presentados por sus autores en esta sesión:

Estudio de la incertidumbre aportada por la densidad y espesor de la pared de una cámara Farmer IC 70

Mari Trini Cortina Balaguer¹, Belén Juste Vida², Sergio Díez Domingo¹

¹Universidad de Valencia. Departamento de Fisiología.

²Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Departamento de Ingeniería Química Nuclear

Objetivo. El estudio se centra en la obtención de la incertidumbre asociada a dos parámetros, densidad y espesor de la pared, pertenecientes a una cámara de ionización cilíndrica modelo Scdx-Wellhöfer IC 70 Farmer, mediante herramientas Monte Carlo (mcnp_pstudy) utilizando la metodología planteada por Wilks [Wilks, 1941, 1942].

Material/Método. La metodología seguida en la obtención de los parámetros ρ_0 mediante simulación de Monte Carlo está basada en los estudios de [Crop, 2009] y [Wulf, 2010]. El programa de

transporte de partículas utilizado es MCNP.

Resultados. Los valores obtenidos para p_{wall} son muy similares a los reportados en el TRS-398 para esta cámara, asumiendo las incertidumbres debidas al espesor y materiales considerados.

Conclusión. El método nos permite, no sólo obtener una estimación del parámetro p_{wall} para una cámara determinada, sino que, en función de la precisión con la que se conozca su composición y estructura, evaluar la incertidumbre del parámetro obtenido.

Medida simultanea del espectro y el perfil temporal del pulso de un LINAC desde fuera de la sala

Víctor Sánchez-Tembleque Verbo, Daniel Sánchez Parcerisa, Luis Mario Fraile Prieto, José Manuel Udías

Grupo de Física Nuclear, Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid, CEI Moncloa, Madrid

Objetivo. El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un sistema de análisis para LINAC que registre, desde fuera del búnker y con alta precisión, los perfiles temporal y energético del haz. Dicho sistema se basa en el análisis digital de los pulsos emitidos por un tubo fotomultiplicador acoplado a un centellador rápido, situados en la sala de control del acelerador, al recibir fotones retrodispersados procedentes de la máquina.

Material/Métodos. El detector consta de un cristal centellador rápido (CeBr) cilíndrico de 1'x1' acoplado a un tubo fotomultiplicador (Hamamatsu R9779). La señal del dínodo es digitalizada con un osciloscopio Agilent DSO6104 (BW1 Ghz, 12 bits, muestreo < 4 Gs/s), utilizando para nuestro estudio un muestreo de 0,1Ms/s y una ventana de adquisición de 10µs. Para la prueba del sistema se realizaron diversas medidas en la unidad Cyberknife del Hospital Ruber Internacional, equipada con un LINAC de 6 MV sobre un brazo robótico con seis grados de libertad.

Resultados. El sistema registró con una precisión de 100 ns los perfiles temporales para distintas orientaciones del haz. Cada perfil corresponde al promediado de 104 eventos tras el filtrado del fondo electromagnético proveniente de los electroimanes. Los perfiles presentan un perfil temporal casi idéntico. Los espectros energéticos registrados para distintas orientaciones del haz también son coherentes con la geometría.

Discusión. El sistema permite una medida simultánea, desde la sala de control del acelerador, del perfil temporal del pulso y de su



- espectro energético. Conocer el perfil temporal es útil para realizar
- estudios en radiobiología, además de para desarrollar y probar
- nuevos detectores.

Dosimetría electrónica. Solución innovadora para control y gestión dosimétrica de trabajadores de categoría B

Juan Manuel Campayo Esteban, Jose Ignacio Roselló García, Benjamín Mora Bastida

GDES Innovation

Objetivo. GDES-Innovation, ha desarrollado un nuevo tipo de dosímetro electrónico que permite la medida directa y el envío del registro obtenido en tiempo real.

Material / Métodos. El dosímetro desarrollado por GDES-Innovation (WPD1) cuenta con comunicación bluetooth o wifi, de manera que la información es remitida mediante la aplicación de gestión GDES-Dose.

Resultados. Este sistema ha sido probado en varios tipos de instalaciones. El resultado de las encuestas de realizadas a los usuarios de prueba confirma la preferencia de este sistema de gestión dosimétrica frente al tradicional.

Conclusiones. La comunicación vía internet ofrece la posibilidad de conocer los datos del dosímetro de una forma rápida, de tal modo que los resultados no han de esperar al envío mensual y lectura del mismo como en el caso de los TLD.

Calibración de CRC para medidas de radioyodo en tiroides del público expuesto

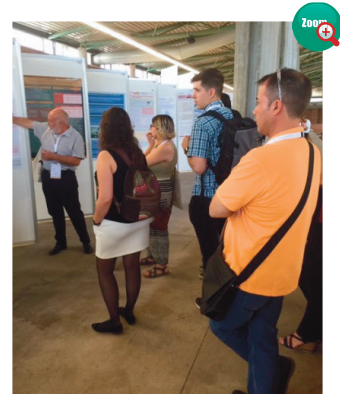
Begoña Pérez López, Juan Francisco Navarro Amaro, María Antonia López Ponte, Teresa Navarro Bravo

Dosimetría de Radiaciones Ionizantes del Ciemat

Introducción y Objetivos. En un accidente o un incidente nuclear de una central nuclear o de un servicio de medicina nuclear, pueden liberarse emisiones de I-131, que den lugar a incorporaciones en trabajadores expuestos y en público. El órgano de afinidad del yodo es el tiroides. La medida de I-131 en tiroides se realiza mediante métodos *in vivo* en Contador de Radiactividad Corporal.

Material y Métodos. Los cuellos utilizados son maniqués de metacrilato con contaminación de I-131, con dimensiones acordes a la edad que simulan. Tienen un hueco en el que se introduce el tiroides, que son simulados con viales de volúmenes específicos para cada edad, de acuerdo a la ICRP 89 y rellenos de una disolución de I-131. Los equipos de medida son dos, uno de medida rápida, Contador Fastscan, (con dos detectores de centelleo NaI(Tl) en columna) y un detector de semiconductor de germanio Low Energy Germanium (LEGe).

Resultados. Se realizan medidas de calibración en eficiencias de I-131 en tiroides para cuellos simuladores de niños de 1, 5, 10 y 15 años y mujer adulta. Se realizaron medidas de verificación con los mismos maniqués y con fuentes de Ba-133 y Cs-137, simuladores de I-131, para validar las calibraciones. La exactitud obtenida fue menor que 0,20 para todos los cuellos medidos en el detector de LEGe y para el Fastscan menor que 0,22.



Conclusiones. El CRC del Ciemat dispone de calibraciones de eficiencia a escala, para distintas edades, que permiten mejorar la fiabilidad de la actividad medida de radioyodo y realizar evaluaciones dosimétricas más realistas y fiables.

Tiempos efectivos de medida usando el sistema de obturación X-RAY SHUTTER T90012 del LMRI del CND

Juan Diego Palma Copete, Irene Mas Muñoz, Miguel María Martínez Escribano, José Luis Pamos Navas, Sabrina Saiz Moya, María del Carmen Pujades Claumarchirant, Jorge Vilar Palop, Cristian Candela Juan, Juan José Rovira Escutia, Ángela Soriano Cruz, José Manuel Martínez Masmano, Nieves Llorca Domaica

Centro Nacional de Dosimetría (CND). Instituto Nacional de Gestión Sanitaria (Ingesa).

Objetivo. El objetivo de este trabajo es comprobar, en primer lugar, el correcto funcionamiento de un nuevo sistema de obturación para la línea de calibración, con el equipo emisor de rayos X con ánodo de wolframio, y posteriormente, obtener los tiempos efectivos de medida tanto para la cámara monitor como para una cámara problema en el modo de apertura controlada por el electrómetro.

Material/Métodos. El nuevo sistema de obturación es el PTW modelo X-Ray Shutter T90012, controlado por el software PTW BenchControl 2.1. El tiempo que tarda en abrirse o cerrarse es inferior a 100 ms. El sistema funciona en dos modos: apertura controlada por el usuario, o apertura controlada por el electrómetro de la cámara monitor.

La primera fase del estudio es la comprobación directa del tiempo de apertura en ambos modos usando un cronómetro calibrado. La segunda fase es la obtención de los tiempos efectivos de medida en el modo de apertura controlada por el electrómetro, mediante la irradiación simultánea de la cámara monitor (PTW modelo TM786) conectada a un electrómetro PTW (Unidos Weblin) y una cámara problema (NE modelo 2530) conectada a un electrómetro NE (Ionex dosemaster).

Resultados. El sistema de obturación es correcto en los dos modos de funcionamiento. Los tiempos efectivos de medida de cada cámara son distintos y ligeramente diferentes al tiempo nominal. Los valores de t son:

τ cámara monitor = $-0,188 \pm 0,050$
 τ cámara problema = $0,0180 \pm 0,0096$

Conclusión. El nuevo sistema de obturación funciona de forma correcta, en los dos modos de funcionamiento. Con el cálculo del tiempo efectivo de medida podremos asignar tiempos de medida más reales tanto a la cámara monitor como a las cámaras problema, así mismo también podremos regular de forma más adecuada el tiempo necesario para la irradiación de dosímetros. ■

SESIÓN 15 ACTUACIÓN EN SITUACIONES DE EMERGENCIA DE LA RED DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL

Moderada por: Yolanda Benito

Se ha debatido el papel y rol de los laboratorios, que se encuentran diseminados en el país perteneciendo a la Red de Vigilancia



- Radiológica, en situaciones de emergencia, con el objetivo de optimizar su respuesta y prestaciones en caso de que fuera necesario.
- La necesidad de elaborar un protocolo de actuación, lo más detallado posible y sobre todo adecuado a las infraestructuras disponibles y a la capacidad de respuesta de cada laboratorio, se puede considerar que ha sido la conclusión más importante con consenso entre los participantes del debate, reconociéndose que muchos pasos y etapas imprescindibles han sido ya dados para llegar a la plasmación de dicho protocolo en un documento a ser seguido.
- En la segunda jornada del Congreso y con una duración de una hora se desarrolló un coloquio-debate sobre el papel y las actuaciones que deberían jugar los laboratorios pertenecientes a la red de vigilancia radiológica nacional, que se encuentran diseminados en el país, en situaciones de emergencia. Participaron como ponentes **Carmen Rey** (CSN), **Margarita Herranz** (Universidad del País Vasco) y **Rafael García-Tenorio** (Universidad de Sevilla), éste último actuando adicionalmente como coordinador. La actuación de los ponentes se extendió a 45 minutos, para posteriormente abrir el debate a los participantes del congreso que atendieron a la sesión, que llenaban por otra parte la sala puesta a disposición por la organización. Con la elección de los ponentes se trató en lo posible de obtener la visión de los dos agentes principales en el tema a debatir. Un representante del organismo regulador encargado de la coordinación y dirección del programa de emergencia a aplicar, y representantes de los laboratorios que tendrían que actuar en dichas situaciones.
- Todo el coloquio-debate se restringió a analizar el papel de los laboratorios de la Red de Vigilancia Nacional, no incluyéndose en la discusión el papel de otros pilares y/agentes esenciales en también en situaciones de emergencia como la red de estaciones de vigilancia automáticas, aplicaciones específicas de los planes de emergencia por las instalaciones susceptibles de ser afectadas por un accidente, etc.
- Para tratar de que el debate-coloquio tuviera una estructura lógica y bien definida, y se pudieran cubrir de forma apropiada los diversos aspectos a tratar, este se realizó tratando de dar respuesta a una serie de preguntas-interrogantes previamente consensuadas por los ponentes de la sesión y que iban haciéndose públicas al auditorio durante su desarrollo.
- Un total de siete preguntas-interrogantes se plantearon de forma escalonada, las cuales en forma resumida fueron las siguientes:
 - 1.- ¿Qué experiencia previa tienen los laboratorios de la red de vigilancia en situaciones de emergencia? ¿Cuál fue la respuesta a nivel nacional en relación al accidente de Fukushima? ¿Cuáles fueron los problemas encontrados?
 - 2.- ¿Debería existir un protocolo definido para su aplicación por los laboratorios en situaciones de emergencia? ¿De obligado cumplimiento?
 - 3.- ¿Qué pasos se deben de dar para elaborar dicho protocolo? ¿Qué dificultades tendrían los laboratorios para aplicar el protocolo desarrollado?
 - 4.- ¿Podemos considerar capacitados a los laboratorios, en el momento actual, para afrontar ese reto? ¿Qué se puede hacer al efecto?
 - 5.- ¿Se deben fijar niveles entre laboratorios en función de sus capacidades? ¿Se debe exigir un compromiso a esos laboratorios?
 - 6.- ¿Deben estar acordados y predefinidos los planes de muestreo y medidas a realizar?

7.- ¿Deben establecerse estrategias de medidas para optimizar la información a obtener?

Algunas de las respuestas más relevantes y con consenso dadas a las interrogantes planteadas, se resumen a continuación

DESARROLLO Y CONCLUSIONES

El coloquio-debate comenzó con una breve exposición de Carmen Rey, en representación del CSN, en la que resumió y remarcó los aspectos más importantes de la respuesta dada por los laboratorios de la red de vigilancia ante la llegada de trazas de radiactividad artificial con origen en las emisiones atmosféricas generadas en el accidente de Fukushima. A los niveles de contaminación detectados, se demostró la buena capacidad técnica y la calidad de respuesta de los laboratorios, la uniformidad en la respuesta de estos laboratorios ante la opinión pública y la rápida adaptación de estos laboratorios siguiendo un modelo y proceso uniforme y consensuado en la transmisión de resultados al CSN. Ahora bien, también fue puesto de manifiesto, fundamentalmente por los representantes de los laboratorios de que la en general buena respuesta



dada por éstos tuvo una alta componente voluntarista al tener que improvisar actuaciones y tomas de decisiones que podían estar previamente consensuadas o bien establecidas. Dicha actuación voluntarista, no pudo llegar a cubrir un punto fundamental que es la coordinación entre los laboratorios para evitar duplicidades de actuación y maximizar su capacidad de respuesta.

Ante estos comentarios, las respuestas a las interrogantes posteriormente planteadas fueron coherentes: quedó así en primer lugar claramente de manifiesto la necesidad de elaboración de un protocolo para la actuación de los laboratorios de la red de vigilancia en situaciones de emergencia que en lo posible automatizara su respuesta en estas situaciones dependiendo del tipo de accidente que la ocasione. Este protocolo con base en una estructura genérica, debería estar personalizado para cada laboratorio en función de sus capacidades técnicas (infraestructuras) y humanas (personal). Los ponentes también manifestaron unánimemente que en este proceso no había que establecer a priori una clasificación entre laboratorios, aunque de facto parcialmente esa clasificación ya existe por la pertenencia de los laboratorios bien a la red densa o red espaciada. Y que los protocolos particularizados para cada laboratorio deberían coordinar sus actuaciones para maximizar la posible respuesta.

Los ponentes representantes de los laboratorios manifestaron por otra parte que la implementación de los protocolos en éstos no sería un proceso sencillo y automático, exigiendo un proceso de adaptación no trivial. Los laboratorios pertenecientes a la red de vigilancia están perfectamente preparados para implementar los programas de

- vigilancia convencionales y rutinarios, pero no a actuaciones específicas a aplicar en situaciones de emergencia: planes de muestreo no rutinarios, tratamiento y almacenamiento de muestras que no pueden considerarse como "ambientales", etc. Cursos para facilitar esa formación específica y adaptación pueden servir para solventar y/o mitigar al menos parcialmente esas dificultades.

Quedó en el debate también de manifiesto de que para la elaboración de los mencionados protocolos no se parte de cero. La experiencia ganada durante la actuación de los laboratorios en respuesta a la situación creada por el accidente de Fukushima, así como el extenso y buen trabajo realizado para optimizar y uniformizar la transmisión de resultados entre laboratorios y el CSN, y la labor de comunicación realizada por este organismo ante la opinión pública y las autoridades, deben servir de base. Y adicionalmente, hay que tener presente que no es necesario "crear" o "inventar" algo nuevo: este tipo de protocolos se encuentran implementados en algunos países de nuestro entorno y pueden servir como inspiradores para la elaboración del protocolo a nivel nacional, con las peculiaridades intrínsecas a aplicar atendiendo a nuestras capacidades técnicas y humanas. En este sentido, el protocolo de actuación en situaciones de emergencia establecido en un país tan "nuclearizado" como Francia puede ser una excelente guía para fijar estrategias y estructura del protocolo a desarrollar.

En la parte final del coloquio-debate se entró en la discusión sobre aspectos técnicos específicos a tener presentes en situaciones de emergencia. Fue unánime el convencimiento de que es necesario establecer unas estrategias de muestreo y de medida específicas para situaciones de emergencia, que deben presentar variantes dependiendo del tipo de accidente que ocasione la mencionada situación, y las vías de diseminación de la contaminación radiactiva en el medioambiente. Que radionucleidos se deben medir, que técnicas se deben aplicar y que límites de detección se deben obtener son puntos que también tienen que quedar perfectamente definidos en los protocolos. Todo ello tratando de maximizar la respuesta de los laboratorios en número y tipo de muestras y análisis realizados sin que experimente ninguna merma la calidad y utilidad de los resultados generados.

El final de la sesión con la intervención de varios participantes en el Congreso puso de manifiesto el interés y oportunidad del tema tratado para la audiencia y ratificó una idea subyacente ya manifestada por los ponentes: la elaboración de un protocolo de actuación para su aplicación en situaciones de emergencia por los laboratorios de la red de vigilancia es por una parte un paso importante y necesario para poder dar, si fuera necesario, una respuesta adecuada y por otro lado sería un proceso en el que no se partiría de cero por haberse dado o cubierto muchos pasos previos. Esta idea puede servir de conclusión de la sesión, conjuntamente con el deseo de que en el próximo Congreso en Burgos podamos dedicar una sesión técnica al análisis crítico de un protocolo ya elaborado o al menos con una estructura bien definida. ■

SESIÓN 16 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y SEGURIDAD DEL PACIENTE EN TERAPIA CON RADIOFÁRMACOS

Moderada por: *Luis Carlos Martínez Gómez*

La terapia con fuentes abiertas ha experimentado en los últimos años un importante desarrollo, consecuencia de la incorporación de nuevos radionucleidos y radiofármacos adaptados al

tratamiento de diferentes patologías y con diferentes mecanismos de fijación a las células tumorales: terapia metabólica con ^{223}Ra para metástasis óseas, utilización de análogos de la somatostatina marcados con ^{90}Y o con ^{177}Lu para tumores neuroendocrinos, empleo de anticuerpos monoclonales marcados con ^{90}Y o con ^{131}I para tratamiento de linfomas, etc. El reciente aumento del número y tipo de estos procedimientos en los hospitales hace que la optimización de la protección radiológica, en cuanto a la necesidad de ingreso de los pacientes, la producción de residuos, etc., sea especialmente importante. Por otra parte, la obligación recogida en la Directiva 59/2013 Euratom en relación con la necesidad de realización de una dosimetría individualizada para todas las técnicas de terapia con radiaciones, plantea un desafío a la vez que una oportunidad para la implantación de este requisito en la rutina hospitalaria, lo puede contribuir a la seguridad del tratamiento.

La sesión fue moderada por **Luis Carlos Martínez Gómez**, radiofísico del Servicio de Radiofísica Hospitalaria del Universitario 12 de Octubre de Madrid, y constó de dos exposiciones orales. En la primera parte, a cargo del propio moderador, se realizó un repaso de los estándares de seguridad en relación con la protección radiológica que se aplican a este tipo de tratamientos, centrándose en la protección del personal, los familiares y cuidadores del paciente y del público en general. En la segunda parte, a cargo de **Pablo Mínguez Gabiña**, radiofísico del Hospital Universitario Cruces de Baracaldo, se analizó la contribución de la dosimetría individualizada a la seguridad y protección del paciente.

PRIMERA PARTE. LA PROTECCIÓN DEL PERSONAL Y DEL PÚBLICO

Los estándares de seguridad radiológica que se deben aplicar a este tipo de tratamientos son los recogidos fundamentalmente en los documentos IAEA SRS No. 40 *Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine*, IAEA SRS No. 63 *Release of Patients after Radionuclide Therapy* y ICRP Pub. 94 *Release of Patients after Therapy with Unsealed Radionuclides*. A pesar de la incorporación de nuevos radionucleidos en los últimos años, como el Sm-153, Lu-177, Re-186, Er-169, etc. la gestión de los tratamientos con I-131, debido a sus propiedades físicas (periodo de semidesintegración y energía de emisión de radiación gamma relativamente altos), sigue siendo la más compleja desde el punto de vista de la protección radiológica. Pero en todos los casos, la protección radiológica de los trabajadores expuestos, familiares y cuidadores y público en general, debe ser garantizada. Los procedimientos de seguridad para estos tratamientos deben contemplar al menos los siguientes aspectos: 1. Procedimientos para la identificación no ambigua del paciente y verificación del radiofármaco y de la actividad administrada en relación con la prescrita; adicionalmente, en todos los procedimientos terapéuticos, la dosis absorbida en los órganos objetivo y de riesgo debe ser evaluada. La contribución de esta dosimetría al éxito y seguridad del tratamiento se analiza en la segunda parte de esta sesión. 2. Procedimientos para verificar, antes de la administración, si la paciente está embarazada o está amamantando. Las mujeres embarazadas no serán objeto de tratamiento con radiofármacos a menos que esté en juego su vida. En caso de lactantes, deberá ser advertida de la interrupción de la lactancia durante el tiempo que se le especifique. 3. Procedimientos para la gestión de la exposición de los trabajadores, familiares y público

en general, de manera que se garantice la seguridad radiológica de todos ellos. De acuerdo a las recomendaciones vigentes de ICRP (Pub. 94), la decisión entre la hospitalización de estos pacientes o el tratamiento ambulatorio, debe ser tomada de acuerdo a diferentes consideraciones y sobre una base individual: las necesidades médicas del paciente, sus deseos, su entorno familiar y social, los costes implicados... además de dar cumplimiento a las regulaciones nacionales. El enfoque que debe prevalecer es el cumplimiento de las restricciones y límites de dosis aceptadas para los distintos grupos de interés. Cuando las dosis potenciales para estos grupos se calculan de manera realista sobre la base de medidas individualizadas, generalmente las necesidades de hospitalización se reducen. Este enfoque, basado en restricciones de dosis, y no en actividades máximas administradas, es el adoptado actualmente por el Consejo de Seguridad Nuclear. 4. Procedimientos para la adecuada gestión de las excretas (orina) de estos pacientes durante el tiempo de hospitalización; las recomendaciones internacionales actuales no incluyen necesariamente el almacenamiento, puesto que no se ha demostrado que contribuya eficazmente a reducir la exposición de la población. No obstante, deberá garantizarse, en todo caso, el cumplimiento de las condiciones de seguridad explícitamente reflejadas en la Autorización de Funcionamiento de las instalaciones en relación con el vertido de residuos. 5. Entrega de instrucciones escritas para el paciente y su entorno tras el alta radiológica, que permitan que las dosis a terceros sean lo más bajas posibles. La emisión de una tarjeta de tratamiento, que el paciente deberá portar durante un tiempo, es también una buena práctica. Permitirá un adecuado manejo del paciente en caso de urgencias médicas y evitará incidentes en caso de detección de la radiación residual en puertos, aeropuertos, etc.

SEGUNDA PARTE. RELACIÓN DOSIS-ABSORBIDA EFECTO EN TERAPIA METABÓLICA

Mientras en radioterapia externa y braquiterapia los tratamientos oncológicos siempre se realizan prescribiendo una dosis absorbida al tumor y se considera la dosis absorbida a los órganos de riesgo, en los tratamientos de terapia metabólica se administran en la mayoría de los casos actividades fijas de un radionucleido. Estas actividades pueden dar lugar en diferentes pacientes a un gran rango de dosis absorbidas tanto al volumen blanco como a los órganos de riesgo. En 2014, el Comité de Dosimetría de la Asociación Europea de Medicina Nuclear (EANM) publicó un artículo de revisión sobre dosimetría en terapia metabólica, y a la vista de las publicaciones analizadas, concluyó que tratamientos individualizados basados en dosimetría posiblemente mejorarían el efecto del tratamiento y aumentarían la supervivencia. Una forma de aplicar el principio básico de la optimización en protección radiológica podría ser individualizar las actividades administradas, de forma que se administre a cada paciente la actividad "óptima" para alcanzar "valores adecuados" de dosis absorbida. Ante la falta de conocimiento de esos "valores adecuados", existe una necesidad de recoger datos de dosis absorbidas en las diferentes terapias metabólicas con el fin de poder individualizar las actividades administradas. La Directiva Euratom 2013/59, que entrará en vigor en 2018, establece que en todas las exposiciones médicas con fines radioterapéuticos, las exposiciones de los volúmenes blanco deberán ser planificadas de forma individual y verificadas apropiadamente, teniendo en cuenta que las dosis absorbidas en

los tejidos sanos deberá ser tan baja como sea posible. A día de hoy tenemos conocimientos y medios tecnológicos para realizar dosimetría en terapia metabólica, con lo que es momento de que se pueda implantar en nuestros hospitales de forma rutinaria. ■

SESIÓN 17 PRESENTACIÓN DE LAS OCHO MEJORES PONENCIAS ORALES

Moderada por: *Fernando Legarda y Nuria Jornet*

Al inicio de la preparación del desarrollo del Congreso se adoptó la decisión de efectuar una mención explícita de los mejores trabajos que se presentasen como candidatos para ser admitidos al Congreso. La selección sería efectuada por el Comité Científico.

El resultado de la selección de mejores ponencias, cuyo número se limitó a ocho, es el que se presenta en esta sesión.

Dosimetría en piel en técnicas de IMRT y SBRT

Pablo Carrasco¹, María Lizondo¹, Carla Cases¹, Paula Delgado-Tapia¹, Nuria Jornet¹, Teresa Eudaldo¹, Artur Latorre-Musoll¹, Agustí Ruiz-Martínez¹, María Amor Duch², Luis Muñoz², Montserrat Ribas¹

1) *Servei de Radiofísica i Radioprotecció. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.*

2) *Institut de Tècniques Energètiques. Universitat Politècnica de Catalunya.*

El documento TG176 de la AAPM (2014) muestra ejemplos dramáticos de efectos no esperados en la piel para técnicas de radioterapia moderna. Este trabajo es parte de la puesta a punto de la DIV en piel mediante película radiocrómica EBT3 y tiene cuatro objetivos:

- I. Caracterizar la dosis piel en haces de RX de 6 y 15 MV.
- II. Estudiar la medida de la dosis piel con película EBT3 para tratamientos de IMRT (*sliding windows*) y SBRT (>8 campos estáticos).
- III. Cuantificar el efecto de la mesa de tratamiento.
- IV. Estudiar la capacidad de un sistema de planificación (SP) para calcular la dosis piel.

Se ha concluido que:

FCp es el único factor de corrección relevante para determinar la dosis piel con película EBT3.

Es necesario tener en cuenta el efecto de la mesa de tratamiento ya que puede incrementar en más del doble la dosis absorbida en la piel en amplias zonas.

Los tratamientos de SBRT planificados con >8 campos no suponen una dosis en la piel que supere el umbral para efectos deterministas, al contrario que los tratamientos de IMRT.

El SP no calcula correctamente la dosis piel ni tiene herramientas adecuadas para evaluarla.

DIFGI: Nuevo dispositivo para inspiración profunda mantenida. Resultados preliminares ensayo fase II

Ingrid Romera-Martínez¹, Albert Onsès Segarra¹, Carles Muñoz-Montplet¹, Diego Jurado-Bruggeman¹, Jordi Marruecos Quero², Sebastià Agramunt-Chaler¹, Jordi Vayreda Ribera²

1) *Institut Català d'Oncologia de Girona, Servei Física Mèdica i Protecció Radiològica*

2) *Institut Català d'Oncologia de Girona, Servei d'Oncologia Radioteràpica*

El objetivo del trabajo es presentar un nuevo dispositivo denominado DIFGI para los tratamientos de inspiración profunda mantenida



(IPM). Este dispositivo se ha ideado y desarrollado en nuestra institución, y su validación se está realizando mediante un ensayo clínico fase II en pacientes con cáncer de mama izquierda.

El ensayo incluye el análisis de la reproducibilidad, estabilidad y repetitividad de la IPM utilizando el dispositivo DIFGI, así como la fiabilidad del mismo tomando como dispositivo de referencia el sistema RPM de Varian. Se determinan también los beneficios dosimétricos de la técnica haciendo uso del DIFGI en IPM.

Se ha concluido que DIFGI es un dispositivo de monitorización de la respiración externo, simple, amigable y de bajo coste compatible con todas las unidades de tratamiento y TC.

Los resultados preliminares de la estabilidad, repetitividad y reproducibilidad son favorables.

Los beneficios dosimétricos obtenidos son comparables a los descritos en la literatura con la técnica de IPM.

La fiabilidad del dispositivo depende de la intervención humana, por lo que planeamos en un futuro, interconectar el dispositivo con la unidad de tratamiento.

Dosimetría interna de pacientes de medicina nuclear con el código de simulación Penelope

Natalia López-Vilanova¹, María Amor Duch¹, Santiago Bullich²

1) *Institut de Tècniques Energètiques, Universitat Politècnica de Catalunya*

2) *Piramal Imaging GmbH*

El presente estudio tiene como objetivo la puesta a punto de técnicas de simulación Monte Carlo para la estimación de la dosimetría interna individualizada en pacientes de medicina nuclear, habiéndose desarrollado varias rutinas para la simulación a partir de imágenes PET/CT.

Para la simulación Monte Carlo basada en imágenes, se emplea la adquisición de imágenes dinámicas PET/CT. A partir de ellas se obtiene al mismo tiempo la anatomía específica del paciente (CT) y la distribución del radiofármaco aplicado (PET). Se han desarrollado rutinas en el entorno MATLAB de tal modo que a partir de la imagen anatómica se asigna un medio material (densidad y composición) a cada voxel, y a partir de la imagen funcional se calculan las funciones de densidad de probabilidad acumulada de que la aniquilación se haya producido en cada voxel, y por tanto, la posición del positrón emitido por el radiofármaco. Esta información se usa como ficheros de entrada de penEasy/Penelope. El isótopo a simular se indica en el archivo de entrada a partir del espectro beta correspondiente (energía y probabilidad) calculado previamente. Como resultado de la simulación con Penelope se obtiene un fichero de salida que corresponde a un mapa de distribución de dosis a nivel

de voxel, y puede ser exportado como una imagen de dosis absorbida. Si se dispone de un estudio dinámico (imágenes en distintos momentos temporales tras la administración del radiofármaco), una rutina específica permite obtener la dosis absorbida total debida al radiofármaco en los órganos de interés para el usuario.

Consideraciones sobre la determinación de una relación dosis-respuesta en radioterapia metabólica

Ana María Tornero López¹, José Manuel de la Vega Fernández²,
Damián Guirado Llorente²

- 1) Hospital Dr. Negrín Gran Canaria
- 2) Complejo Hospitalario de Granada

En este trabajo se estudian, mediante métodos de simulación Monte Carlo, las magnitudes adecuadas para determinar una relación dosis-respuesta en la radioterapia metabólica.

Mediante simulación Monte Carlo se generan, para 200 pacientes virtuales, los parámetros relevantes para la determinación de su respuesta al tratamiento, sorteándolos de acuerdo con distribuciones normales $N[m, 0.2m]$.

Para un paciente en particular, y tras cada sorteo, puede calcularse la dosis biológica equivalente, BED. Puesto que la distribución del radiofármaco no es uniforme y también cambia entre pacientes, se supone que la BED tiene una distribución normal y se sortea su desviación típica a partir de una $N[0.2, 0.04]$.

Para simular un estudio clínico real, se parte de los valores obtenidos para la distribución de la BED y vuelven a sortearse según distribuciones normales con desviaciones que van del 5% al 30% para, seguidamente, volver a calcular la dosis uniforme equivalente, EUD correspondiente.

A los datos obtenidos para los pacientes de la simulación se aplica un análisis de regresión logística, con el programa R, en el que el punto final es la curación determinada en la primera parte de la simulación y como variables se consideran: R_v , t_e , D , BED , σ_{BED} y EUD .

Se concluye que no existen otras variables o combinación de variables, que no sean la propia EUD, que puedan predecir esa respuesta si la incertidumbre en la determinación de la distribución de dosis absorbida es mayor del 15%.

Exposición a radiación no ionizante en equipos de espectrometría por resonancia magnética nuclear

Tania Berlana Llorente¹, Alejandro Úbeda Maeso²

- 1) Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital
- 2) Hospital Ramón y Cajal. IRYCIS

El RD 299/2016 limita en España la exposición ocupacional a radiaciones no ionizantes. Mediante registros tomados *in situ*, hemos valorado la exposición a campos estáticos (CME) y de radiofrecuencia (RF) de los operarios de 19 equipos de ERMN ubicados en nueve centros españoles de investigación.

La exposición a RF se valoró mediante registro de niveles de campo eléctrico (E) en el espectro 100 kHz-3 GHz, utilizando un monitor PMM8053 con sonda triaxial EP-330. Se tomaron registros a diferentes distancias de la cubierta de los equipos de ERMN, así como en la consola del operario. También se tomaron registros de la densidad de flujo de CME (B) a que estaban expuestos los operarios durante la ejecución de sus diferentes tareas, utilizando un magnetómetro THM1176 de efecto Hall para un rango 0 Hz-1 kHz.

Los registros revelaron que la configuración y el blindaje de los equipos impiden la emisión al exterior de niveles detectables de campos RF. En cuanto a CME, existe una apreciable variabilidad en los valores medios de exposición, que es atribuible a las características específicas de los distintos equipos de ERMN, a los tipos de tareas a ejecutar y a diferencias entre los protocolos de trabajo de los distintos centros. En general, se comprueba que los equipos con núcleos de baja densidad de campo, los ultra-apantallados (UA), los dotados de brazo robotizado (R) y los emplazados en foso, consiguen minimizar la exposición de los operarios. En todos los casos y condiciones, los niveles de exposición quedan por debajo de los límites establecidos.

Aplicación del método de las matrices de riesgo en tratamientos con microesferas de Y-90 Therasphere

María José Rot San Juan¹, José Miguel Delgado Rodríguez¹,
Luis Carlos Martínez Gómez¹, Rosa Gilarranz Moreno¹,
María José Tabuenca Mateo², Ana Cristina Hernández Martínez²

- 1) Servicio de Radiofísica Hospitalaria. Hospital Universitario 12 de Octubre.
- 2) Servicio de Medicina Nuclear. Hospital Universitario 12 de Octubre.

El objetivo del trabajo es estudiar las posibilidades de implementación del método de las matrices de riesgo (IAEA Tecdoc – 1685) a los tratamientos de medicina nuclear. Hemos buscado los posibles fallos de equipo o errores humanos, que pueden conducir a una exposición accidental de los pacientes, si fallan las medidas previstas para prevenirlos. A cada uno de ellos se le asignó un valor de frecuencia y de consecuencia. Se localizaron en el proceso las medidas existentes para prevenir, detectar, controlar y reducir o mitigar las consecuencias de un accidente (barreras).

Siguiendo la metodología de las matrices de riesgo, se agruparon los valores de frecuencia y probabilidad de fallo de las barreras en cuatro niveles y los de las consecuencias en otros cuatro.

La frecuencia del suceso iniciador fue calculada en función de la probabilidad de ocurrencia del suceso y el número de procedimientos que se realizan al año.

La asignación cuantitativa de los valores de consecuencia es más difícil que para radioterapia debido a las altas incertidumbres en el cálculo de dosis en los tratamientos de Medicina Nuclear, por lo que la diferencia entre niveles de consecuencia se ha tomado como una apreciación relativa del riesgo.

En función del número de barreras interpuestas y su robustez, en un determinado suceso iniciador, hemos establecido el valor de la probabilidad de fallo de esas barreras para dicho suceso.

Se ha concluido que es posible aplicar el método de matrices de riesgo para la evaluación del riesgo en tratamientos de medicina nuclear.

Simulador de factores humanos en la escuela de formación de las centrales nucleares de Ascó y Vandellós, Tarragona

Ferran Godayol Delgado¹, Jose Miguel Morral Carduch¹

- 1) Tecnatom, S.A.

Las nuevas instalaciones han sido diseñadas y desarrolladas para poder simular la realización de trabajos en campo, lo que, unido a un método de aprendizaje basado en la realización de tareas, abren la posibilidad de entrenar y practicar un amplio rango de competencias.

La instalación está formada por un lazo hidráulico y unas estaciones de entrenamiento.

En las instalaciones del simulador se han ubicado once estaciones de entrenamiento en las que se explican aspectos esenciales para el personal que trabaja en una central nuclear como son la protección radiológica, la prevención de riesgos laborales o el manejo de productos químicos, entre otros.

Se explican las principales medidas de protección radiológica y los principios Alara.

Cada sesión está dividida en tres fases. Una fase de Inicio donde se recuerdan las técnicas de prevención del error humano, expectativas de protección radiológica y normas de prevención de riesgos laborales, fase de Ejecución del Escenario que se realiza una tarea en el lazo hidráulico y una fase de Poscrítica.

En conclusión, puede señalarse que el simulador de Factores Humanos se convierte en una herramienta muy potente para la formación del personal de planta. La experiencia adquirida durante estos seis años ha sido muy positiva. No hay duda que una de las claves es la posibilidad de poder transmitir la formación de una manera práctica, consiguiendo que los alumnos interioricen los contenidos para luego en la planta trabajar de forma correcta en sus tareas.

Estudio de caracterización y clasificación de materiales activados de CNC

Rafael García-Bermejo Fernández¹, Elvira Blázquez Arroyo¹, Susana Gutiérrez Martínez², Luis López Álvarez²

1) Iberdrola Ingeniería y Construcción SAU

2) Iberdrola Generación Nuclear SAU

En las piscinas de combustible gastado de las centrales nucleares se almacenan diversos tipos de materiales activados. La gestión adecuada de estos materiales se basa en la caracterización completa para lo que se ha realizado un estudio técnico para la estimación del inventario radiactivo y la clasificación de los materiales como residuos de baja y media actividad que presenta elementos innovadores respecto a la norma aplicable (ISO 16966).

El alcance de este estudio incluyó 220 barras de control y 69 canales de combustible.

La caracterización y clasificación comprendió cuatro etapas: (1) Recopilación y análisis de la información disponible para la obtención de datos de partida (2) Selección de elementos individuales representativos de los canales utilizando un método de muestreo estratificado según la fluencia. (3) Realización de cálculos teóricos de activación con el código Origen-ARP. En el cálculo teórico de las actividades de Co-60 en el grupo de barras de control se ha estimado la actividad de Co-60 utilizando la fórmula del Índice de Control (IC) para segmentos o barras de control completas. La actividad del resto de los radionucleidos se ha calculado a partir de los factores de escala estimados y la modelización de tasa de dosis en agua en dichos elementos representativos con MCNPX y (4) Realización del informe de evaluación y comparación de datos teóricos y empíricos, clasificación de los materiales como residuos y determinación de las actividades de todos los elementos (inventario radiactivo) usando factores de escala teóricos.

En el momento actual los sesenta y nueve canales de combustible analizados en este informe así como los 220 limitadores de las barras de control podrán ser gestionados para su envío al Cabril. ■



SESIÓN 18 LOS RETORNOS DE LA I+D EN PR: ¿POR QUÉ NO SE APROVECHAN LOS RESULTADOS DE LA I+D EN LA PRÁCTICA DIARIA DE LA PR?

Moderada por: Fernando Castelló

La sesión estuvo presidida por el consejero del CSN, Fernando Castelló, quien desde enero de 2017, preside la plataforma de I+D en protección radiológica, PEPRI.

El objetivo de la mesa redonda ha sido reflexionar sobre la aplicación real de los resultados de la I+D en PR en España, en la actividad cotidiana de los diferentes sectores relacionados con el tema.

Según un estudio de la plataforma de PR, PEPRI, del periodo 2011-2014, en España se vienen invirtiendo del orden de diez millones de euros anuales en I+D en PR, con la participación de 21 entidades que realizan actividades de I+D. Esta actividad se financia en gran parte con fondos propios de las entidades investigadoras, pero también con programas concretos como la UE, el Plan Nacional y el programa de I+D del CSN.

Pero además de estos indicadores, más o menos abstractos, las preguntas que se plantearon son:

- ¿Qué retornos reales tienen los usuarios de la tecnología de PR de estos trabajos de I+D?

- ¿Cómo podría mejorarse la orientación y resultados finales de la I+D para que estuvieran en el formato adecuado al alcance de estos usuarios?

En la introducción al tema, el presidente de la sesión mencionó la necesidad de tener en cuenta que los resultados y las aplicaciones del I+D+i son esenciales para el desarrollo de un país, por ello es de esperar que la industria utilice el desarrollo y la innovación tecnológica.

En su intervención apostó por definir unos indicadores de retornos que sirvan para analizar además cómo aprovechar los conocimientos disponibles, qué instituciones e instrumentos son los más adecuados para determinados trabajos, hacia dónde enfocar la I+D+i.... Sin embargo, la definición de los indicadores no siempre presenta las mismas características. En el caso de la innovación tecnológica parece más directo, más fácil. No es este el caso de la innovación no tecnológica, cuyos campos de aplicación pueden estar enfocados a la organización, la calidad, la información, el diseño, la logística o comunicación.

En la definición de los retornos, éstos no deben ser confundidos con los resultados de los proyectos. Los indicadores de retornos finalmente serán una herramienta de ayuda para la optimización de los procesos de selección de proyectos de I+D+i. Se busca, de forma general, indicadores relacionados con el aprovechamiento interno de los resultados de los proyectos.

Para ver el enfoque desde diferentes agentes, en la sesión han participado cuatro ponentes relacionados con los diferentes sectores involucrados en el proceso de innovación tecnológica:

- Centros de I+D+i: Centro de Láseres Pulsados (presentado por **José Manuel Álvarez**);
- Tecnólogos: Titania Servicios Tecnológicos (presentado por **Adoración Arnaldos**, directora Técnica I+D+i);
- Usuarios finales de la tecnología: Consejo de Seguridad Nuclear (presentado por **M^a Jesús Muñoz**, jefa del Gabinete de la Dirección técnica de PR) e
- Innovación y transferencia de tecnología: Instituto de Transferencia de Tecnología – Hospital Universitario de La Fe de Valencia (presentado por **Elena Carrió**).

CONCLUSIONES

Los ponentes realizaron una descripción de la actividad de I+D+i de su Centro, sus líneas de I+D+i, cómo se genera la demanda de conocimiento y cómo resuelven sus necesidades de I+D+i, así como la gestión de los resultados del proceso.

Con respecto al CLP, la actividad de I+D+i se orienta a la actualización del sistema de magnitudes operacionales y la evaluación de los complejos campos mixtos generados por estas fuentes y su detección. El ponente ha puesto de manifiesto el aumento del interés en detectores activos capaces de medir eficientemente en campos pulsados, debido al número creciente de aplicaciones en las cuales la configuración temporal del campo de radiación fotónico/neutrónico se caracteriza por una estructura pulsada. Entre las diferentes aplicaciones encontramos: láseres ultraintensos, instalaciones de hadronterapia, fuentes de espalación, aceleradores lineales médicos (LINAC), láseres de electrones libres (FEL). Estas aplicaciones precisan de desarrollo industrial y comercial. La actuación en consorcios, en la plataforma nacional PEPRI, han sido mencionadas dentro de su intervención.

Por parte de Titania Servicios Tecnológicos (*spin-of* de GDES Innovation, empresa con presencia en Europa y América, no sólo en el ámbito nuclear y de la protección radiológica) se han identificado las dificultades de la transferencia tecnológica debido a que las partes interesadas hablan lenguajes distintos, poseen intereses distintos y plantean problemáticas diferentes. El modelo implantado en GDES permite detectar las necesidades de los clientes, a través del Programa de ideas y sugerencias del personal, como oportunidades de mejora del trabajo de GDES. Esto se traduce en una mejora del servicio, con la creación de soluciones a medida, y en definitiva, mejor competitividad e internacionalización.

La ponente del CSN ha indicado que las líneas estratégicas de investigación contempladas en el Plan de I+D del CSN para el periodo 2016-2020 se han definido por las direcciones técnicas teniendo en cuenta que estas actividades deben enfocarse a las necesidades del organismo como regulador, con el objeto de mejorar sus competencias y su desarrollo. Como áreas de mejora en la I+D en PR, se ha mencionado la previsible convocatoria de subvenciones y de convenios de colaboración, la búsqueda de sinergias

entre equipos investigadores para aunar esfuerzos, la colaboración con PEPRI (en ese mismo sentido) y, en definitiva en un planteamiento realista a corto y medio plazo.

Como caso de éxito, donde la demanda de desarrollos y la transferencia de conocimientos es efectiva, se presentó la innovación y transferencia de tecnología por el Instituto de Transferencia de Tecnología del Hospital Universitario de La Fe de Valencia. Como resultados de innovación se destacan productos de protección, *software* y servicios. La apuesta que ha dado resultados y retornos destacables ha sido denominada como innovación colaborativa. Como dato relevante se ha mencionado que la inversión de 347.000 euros ha tenido un retorno de unos 8.517.000 euros.

Abierto el debate, los asistentes han coincidido en la relevancia de las estrategias aplicadas para el desarrollo de los proyectos y en la conveniencia de búsqueda de sinergias en los diferentes planes y programas de I+D+i. En relación con la plataforma PEPRI, se ha destacado la acción aún pendiente de disponer de una web en la cual se de a conocer a los grupos de especialistas, y que sirva de foro de intercambio y *matching* de ideas entre grupos.

SESIÓN 19 DOSIMETRÍA BÁSICA Y DESARROLLO DE DETECTORES Y MANIQUÉS I

Moderada por: Ana M^a Romero y Faustino Gómez

Se presentaron seis trabajos: uno en el ámbito de la dosimetría básica, uno relacionado con el desarrollo de maniqués, dos sobre el diseño y caracterización de nuevos detectores y dos acerca de la caracterización de detectores existentes en diversos campos de radiación. Los resultados de los trabajos presentados demuestran que sigue siendo necesario ampliar los conocimientos básicos en dosimetría de radiaciones y desarrollar nuevos detectores para afrontar los retos que suponen la innovación tecnológica y el incremento de aplicaciones del uso de radiaciones ionizantes. Los métodos numéricos basados en MonteCarlo y el desarrollo de maniqués tanto físicos como matemáticos se presentan como dos potentes herramientas cada vez más utilizadas en las distintas aplicaciones de la dosimetría.

El avance de la tecnología plantea retos a la dosimetría de radiaciones ionizantes que hacen de esta una disciplina en continuo objeto de estudio. La construcción de aceleradores de partículas hasta energías cada vez más altas, el incremento de las aplicaciones de la radiación pulsada o el uso de láseres de alta potencia son ejemplos de situaciones en las que los complejos campos de radiación generados requieren ampliar el conocimiento de los fundamentos de la dosimetría y desarrollar nuevos detectores con capacidades de medida mejoradas. Las técnicas de simulación y el uso de maniqués son herramientas cada vez más utilizadas para hacer frente a estos nuevos retos que la innovación tecnológica presenta.

La sesión, titulada **Dosimetría básica y desarrollo de detectores y maniqués**, fue moderada por **Ana M^a Romero** (Ciemat) y **Faustino Gómez** (Universidad de Santiago).

En la primera ponencia, **Espectrómetro direccional para la medida del espectro neutrónico debido a radiación cósmica**, presentada por **José M^a Gómez-Ros**, del Ciemat, se mostraron los resultados de la medida del espectro neutrónico debido a radiación cósmica y el cálculo de la correspondiente dosis equivalente ambiental, realizados utilizando un nuevo espectrómetro

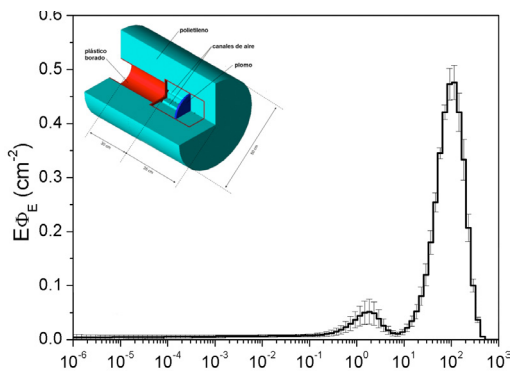


Figura 1. Espectro unitario medio a nivel del mar en la estación SVIRCO con el espectrómetro direccional CYSP que se representa esquemáticamente.

direccional desarrollado conjuntamente por Ciemat, el Istituto Nazionale di Fisica Nucleare y el Politecnico di Milano. El espectrómetro está compuesto por múltiples detectores de neutrones térmicos situados a lo largo de su eje de simetría. En la Figura 1 se representa el espectro neutrónico medido a nivel del mar y el esquema de diseño del espectrómetro direccional. Las principales ventajas de este nuevo detector son su insensibilidad a las contribuciones laterales y su capacidad de determinar el espectro en una sola exposición.

José M^o Gómez-Ros, del Ciemat, presentó también el segundo trabajo, titulado **Variación con la edad de los factores de calibración para la medida in-vivo de I-131 en tiroides** cuyo objetivo fue establecer criterios cuantitativos acerca de la incertidumbre asociada a la edad y constitución del individuo, a la geometría de medida y al tiempo transcurrido desde la incorporación de I-131. En el estudio se han simulado mediante el código MCNP cuatro detectores con distintos colimadores y se han utilizado maniqués voxelizados correspondientes a niños de 1, 5 y 10 años; adolescente masculino y femenino de 15 años y hombre y mujer adultos. Los resultados demuestran que la diferencia de edad puede dar lugar a una disminución de hasta el 25% en la eficiencia de detección. El trabajo forma parte del proyecto Opera – Cathymara (*Child and Adult Thyroid Monitoring after Reactor Accident*), del 7^o Programa Marco de la Unión Europea.

El tercer trabajo, **Desarrollo de un sistema de análisis y simulación de curvas de termoluminiscencia**, presentado por José Francisco Benavente, del Ciemat, describió un software de análisis y simulación de curvas termoluminiscentes (TL) que consta de dos módulos: uno de análisis, que permite la deconvolución de la curva de luz en sus distintos picos usando un algoritmo iterativo de Levenberg-Marquard y otro de simulación, basado en el método Runge-Kutta-Fehlberg (RKF45), que simula la curva de luz de un material TL a partir de condiciones iniciales de concentración de electrones atrapados, tasas de recombinación y reatrapamiento y definición del ciclo de calentamiento.

La sesión continuó con la presentación del estudio **Dosímetros activos de PR en campos de radiación pulsada generados por láseres de femtosegundos** en la que José Manuel Álvarez, del Centro de Láseres Pulsados (CLPU), mostró los resultados de la campaña experimental de medida de dosis durante la puesta en marcha del acelerador láser-plasma VEGA-2 del CLPU. La falta de concordancia entre los resultados de las medidas con detectores

- activos (cámara de ionización, neutrón rem-meter y dosímetros personales activos) y con pasivos (TLD y CR-39), sugieren la necesidad de analizar dichas discrepancias y continuar con este tipo de estudios.

A continuación, **Mercè Ginjaume**, del Institut de Tècnica Energètiques de la Universitat Politècnica de Catalunya, expuso el trabajo de **Caracterización de los dosímetros de lectura directa RaySafe i2 para intervencionismo**. El objetivo del estudio fue la caracterización del dosímetro en campos de radiación continua, radiación pulsada de calidad metrológica y durante la práctica clínica en los ámbitos de la radiología, cardiología y neurorradiología intervencionistas. Los resultados demuestran una buena respuesta del sistema RaySafe en las calidades de rayos X, mientras que subestima la dosis equivalente para la energía del Cs-137. El trabajo presentado corresponde a la contribución española en un proyecto internacional sobre la caracterización de 10 tipos de DLDs y la participación de 14 países.

La sesión concluyó con la ponencia titulada **Dosímetro electrónico: solución innovadora para la evaluación de dosis a trabajadores de categoría B**, presentada por Juan Manuel Campayo, de GDES Innovation. El ponente explicó las características técnicas y los resultados de los ensayos tipo realizados hasta la fecha para un nuevo dosímetro electrónico (Figura 2), diseñado y construido por el control dosimétrico de los trabajadores de categoría B. El dosímetro, que puede ser calibrado en términos de Hp(10) o H*(10), dispone de capacidades operativas tales como funcionamiento autónomo durante más de 7 días, comunicación bluetooth y wifi, rango útil de medida de 5 µSv a 5 Sv, rango de tasa de dosis detectable de 1 µSv/h a 500 mSv/h y es apto para calidades de radiación gamma, rayos X y radiación pulsada.



Figura 2. Dosímetro electrónico desarrollado por GDES Innovation.

CONCLUSIONES

- Como resultado de la sesión se identificaron áreas de aplicación de la dosimetría en las que la complejidad de los campos de radiación requiere el desarrollo de nuevos detectores o, al menos, la caracterización de los detectores existentes en los campos de estudio.

Así, la dosimetría en campos de radiación mixta neutrón-gamma es un tema que no está completamente resuelto en la actualidad, por lo que se siguen desarrollando nuevos detectores, algunos con capacidad espectrométrica como el presentado durante la sesión, que permiten una evaluación más exacta y precisa de la dosis de radiación.

Además, la dosimetría en campos de radiación pulsada, como los que aparecen en los aceleradores láser-plasma de alta

potencia o en determinadas aplicaciones médicas, requieren la validación de los detectores utilizados habitualmente en campos de radiación continua para su empleo en las nuevas condiciones.

En la sesión se puso de manifiesto que el empleo de métodos numéricos y simulaciones de MonteCarlo para el análisis de la señal emitida por los detectores y el desarrollo de maniqués tanto físicos como matemáticos tiene cada vez más aplicaciones en la dosimetría y en la protección radiológica y permite cuantificar la influencia de numerosos factores en la medida de dosis.

Otro aspecto a destacar de los trabajos presentados en la sesión es el uso creciente de los dosímetros electrónicos de lectura directa tanto en dosimetría personal como en dosimetría de área.■

SESIÓN 20 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN EXISTENTE Y PLANIFICADA

Moderada por: *Manel Tares y Fernando Legarda*

La sesión trató sobre la protección radiológica en situaciones de exposición existente y planificada, situaciones que cubren las exposiciones que ya existen cuando se quiere actuar sobre ellas y aquellas en las que la protección puede ser planificada con antelación, es decir las exposiciones derivadas del quehacer diario, de ahí su relevancia.

Se dio comienzo con las ponencias del área de exposición existente. La primera ponencia llevaba por título **Caracterización radiológica de subproductos de la industria del petróleo**, siendo sus autores R. Idoeta, M. Herranz, M.T. Rodríguez y F. Legarda de la Universidad del País Vasco.

Fue presentada por **Raquel Idoeta** quien señaló que la industria petrolífera es potencialmente una industria TE-NORM y que dado el creciente interés por los aspectos de protección radiológica asociado con estas industrias, que pueden tener un impacto no despreciable en la dosis recibida por los trabajadores, la caracterización de los subproductos de la industria del petróleo desde el punto de vista de su contenido en radionúclidos naturales cobra una especial relevancia.

Estos subproductos son matrices complejas, algunas de ellas inflamables, que presentan diferentes densidades y composiciones químicas y en las cuales la aparición de tierras raras y otros elementos químicos hacen que se deban de considerar como matrices altamente complejas. Por otra parte el contenido en ellas de sustancias radiactivas naturales puede ser extraordinariamente variable, no sólo entre los diferentes subproductos, sino en una misma matriz procedente de pozos distintos o de procesos de producción distintos.

Concluyó que desde el punto de vista del análisis de la industria de extracción de petróleo como una industria NORM, no parece que deban de ser tomados en consideración como agentes de impacto radiológico ni el propio petróleo ni las aguas de perforación, sin embargo las costras sí que podrían ser objeto de un análisis detallado en el contexto de la protección radiológica de los trabajadores.

La segunda ponencia estaba titulada **Evaluación radiológica del proceso de extracción de monacita en el proyecto Matamulas (Ciudad Real)** y sus autores eran Rafael García-Tenorio, Enrique Sanz, Guillermo Manjón, Inmaculada Díaz-Francés y Enrique Burkhlater del Departamento de Física Aplicada II de la Universidad de Sevilla, excepto el segundo que pertenecía a Geomina Na-

tural Resources, de Madrid y el último que pertenecía a Quantum Minería, de Madrid.

Fue presentada por **Rafael García-Tenorio** quien expuso que se ha realizado una evaluación radiológica detallada asociada al proyecto minero de extracción a cielo abierto de monacita gris (mineral enriquecido en tierras raras) conocido como *proyecto Matamulas* que está localizado en las cercanías de la población de Torrenueva (Ciudad Real).

Aunque el proceso de extracción minera de tierras raras es una de las actividades reconocidas en la lista positiva de actividades NORM que se encuentran recogidas explícitamente en la legislación vigente, los resultados de la evaluación realizada permiten concluir que la actividad de extracción prevista en el proyecto Matamulas será una actividad que podrá ser considerada como exenta, no siendo necesaria la adopción de medidas de protección radiológica.

La gran mayoría del Th o U presente en el material a extraer se encuentra asociado a la fracción de monacita, la cual cubre el rango 0.5 mm-1.5 mm de tamaño de grano. Este tamaño elimina la posibilidad de resuspensión de la monacita durante las operaciones mineras previstas, haciendo despreciable el impacto radiológico de la actividad prevista vía inhalación. Estas labores de minería se realizarán además a cielo abierto evitándose de esta forma incrementos apreciables en dosis debido a radón.

Concluyó que las labores previstas de extracción de tierras raras en Torrenueva (Ciudad Real) provocarán un incremento de las dosis ocupacionales muy por debajo de los valores de referencia a partir de los cuales es necesario tomar medidas de protección radiológica, mientras que el impacto radiológico de dicha actividad en el público se puede considerar prácticamente nulo.

Seguidamente **Luis Quindós** presentó la ponencia titulada **Radón: un problema de salud pública pendiente**, cuyos autores son Luis Santiago Quindós Poncela, Carlos Sainz Fernández, Ismael Fuente Merino, Alicia Fernández Villar, José Luis Gutiérrez Villanueva, Santiago Celaya González, Luis Quindós López y Daniel Rabago Gómez de la Universidad de Cantabria.

La ponencia tenía por objetivo actualizar la información existente con relación a la presencia de radón a lo largo de la geografía nacional actualizando la existente a la espera de la entrada en vigor de la nueva Directiva Europea en febrero de 2018.

Se presentaron los diferentes mapas existentes de concentraciones de radón en viviendas realizando un análisis de los mismos con relación a los efectos sobre la salud, especialmente con relación a la incidencia de cáncer de pulmón, analizando la propuesta de la ICRP con relación al factor de conversión a dosis a partir de la concentración de gas radón medida y analizando su impacto desde el punto de vista de protección radiológica de los trabajadores al amparo de la legislación existente: Instrucción de Seguridad IS-33 del CSN publicada en el BOE en 2012 y describiendo las principales acciones a desarrollar al objeto de cumplir con la Directiva Europea.

Con la cuarta ponencia se dio comienzo a las ponencias del área de exposición planificada. La primera ponencia de esta área llevaba por título **Protección radiológica y gestión de residuos NORM en la industria del petróleo y el gas**, siendo sus autores Ramon Casanovas, Tomás Recio y Beatriz Gómez-Argüello de Tecnatom S.A.

Fue presentada por **Beatriz Gómez-Argüello**, quien señaló que los yacimientos de petróleo y gas contienen radionucleidos de origen natural que, como consecuencia de los procesos de extracción, forman depósitos de NORM en las instalaciones de Exploración y Producción (E&P). Algunos ejemplos de NORM provenientes del sector incluyen el agua de producción, las incrustaciones (*scales*), los lodos (*sludge*) y los escombros del raspado de tubos (*pigging*).

Señaló que recientemente se están desarrollando internacionalmente plantas industriales para gestionar, procesar y desechar este tipo de residuos.

Las exposiciones a las radiaciones ionizantes de los NORM durante los procesos de E&P de petróleo y gas se consideran, según la clasificación de la ICRP, como exposiciones existentes. Sin embargo, las exposiciones en estas nuevas plantas de tratamiento de NORM se deben considerar como exposiciones planificadas. Esto conlleva a que dichas instalaciones deben cumplir ciertos requisitos regulatorios y cumplir con los principios básicos en materia de protección radiológica de justificación, optimización y limitación de las exposiciones.

Seguidamente **Jordi Estrampes** presentó la ponencia titulada **Detección positiva de Kr-85 en la atmósfera de una MPC cargada y seca** cuyos autores son Jordi Estampes Blanch y Luis Vega Cosío de Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV). Señaló que desde 2014, la central nuclear de Ascó lleva a cabo campañas de carga de combustible irradiado en contenedores HiS-TORM-100 de la firma Holtec.

Cada contenedor incorpora una cápsula metálica soldada (MPC) de 32 posiciones para ser ocupadas por elementos combustibles con distintas combinaciones de quemado y tiempo de enfriamiento.

Una vez cargada, la MPC se somete a un proceso de secado –drenaje del agua y secado por recirculación de gas helio con ayuda de un equipo deshumidificador y enfriador (FHD)– para finalmente quedar llena con una atmósfera inerte de Helio a una presión de unos 3-4 kg/cm².

El Servicio de Protección Radiológica de C.N. Ascó decidió llevar a cabo un análisis de una muestra del gas helio que queda en el FHD una vez finalizado el proceso de secado de la MPC, antes de ventearlo hacia el sistema de extracción de las unidades de ventilación del Edificio de combustible. Esta iniciativa –pionera en la industria para este sistema de contenedores– se enmarca dentro de las “buenas prácticas” en materia de protección radiológica.

A lo largo de las cinco campañas de carga de contenedores llevadas a cabo hasta el momento –un total de once contenedores con combustible de las dos unidades de C.N. Ascó– se han obtenido resultados positivos en Kr-85 en cuatro MPC.

Concluyó que puesto que en la fase de caracterización previa del combustible a ser cargado en los contenedores una de las propiedades que se verifican es la estanqueidad, de acuerdo con lo establecido en la ISG-1.11, y teniendo en cuenta que todos los elementos habían sido clasificados como “estancos”, la presencia de Kr-85 puede atribuirse a la aparición o reapertura de un defecto tipo *pinhole* durante la fase de secado de la MPC, debido a las exigentes condiciones termodinámicas a las que ese proceso somete a las vainas de los elementos combustibles.

Finalmente se presentó la ponencia titulada **Resolución del nuevo modelo del cesio basado en la ICRP 130. Aplicación a la**



evaluación de bioensayos cuyos autores son Guillermo Sánchez León de Universidad de Salamanca –Enusa y M. Antonia López y Montserrat Moraleda del Ciemat.

La ponencia fue presentada por **Guillermo Sánchez** quien señaló que se ha establecido una colaboración entre el Ciemat y la Universidad de Salamanca en relación a la aplicación del programa Biokmod para la implementación de los nuevos modelos biocinéticos OIR de ICRP. Este estudio conjunto se desarrolla en el marco de las actividades de dosimetría interna de Eurados y del proyecto Dosis. El cesio es el primer elemento seleccionado debido a la relevancia de sus isótopos radiactivos ¹³⁷Cs y ¹³⁴Cs en la exposición interna ocupacional en la industria nuclear. Aunque se ha implementado al modelo del cesio uno de los objetivos es desarrollar una metodología que permita ir implementando otros isótopos de otros elementos que revisados por la ICRP 130, y futuras ICRP aún no publicadas, a las se tiene acceso a través de Eurados. Una de las novedades que se aporta es que para la resolución se utiliza programación simbólica, lo que permite en muchos casos tener una solución analítica de los modelos.

El nuevo modelo OIR de ICRP del cesio se ha implementado utilizando el programa Biokmod (el desarrollador del programa ha realizado algunos cambios a la versión actual del programa, que serán incluidas en una próxima revisión del mismo). Se ha tenido en cuenta el nuevo modelo sistémico, que es muy distinto al anterior (ICRP30 e ICRP56), conjuntamente con el complejo modelo del tracto alimentario (HATM) de ICRP100; en el caso de inhalación se utiliza el modelo del Tracto Respiratorio (HRTM) de ICRP66 (revisado en la ICRP130). Se han estudiado los casos de inhalación, ingestión e inyección para cesio tipo F, M y S.

Es importante destacar que las soluciones obtenidas son analíticas y que tablas y gráficos se elaboran a partir de la solución analítica; esto tiene una importante ventaja respecto a las soluciones numéricas, que son las que habitualmente dan otros autores.

Concluyó señalando que las soluciones obtenidas se han comparado con los datos disponibles por el coordinador de la tarea de implementación de modelos OIR en el grupo WG7 de Eurados (BFS, Alemania) para un escenario de exposición interna ocupacional (tamaño de partículas de Amad= 5 μm) por inhalación llegándose a un acuerdo total en los resultados obtenidos.

Con esto terminó una sesión de sumo interés que contó con una nutrida asistencia que formuló todas las preguntas que la mesa le permitió, de modo que el resultado final puede calificarse de sumamente satisfactorio. ■

SESIÓN 21 SESIÓN PÓSTERES II

Moderada por: *Arturo Vargas y Natalia Alegria*

EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y ASPECTOS SOCIALES

En el ámbito de la educación, formación y aspectos sociales se han presentado tres pósteres. El primero sobre la formación en protección radiológica en plataformas *e-learning* por parte del Servicio de Física y Protección Radiológica del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa y la primera autora es M^a Ángeles Rivas Ballarín. En el póster se destaca que debido a que el diseño de cursos presenciales para colectivos tan numerosos, y variados,



Foto del póster de la apuesta del CIEMAT en formación.

se complica mucho, teniendo en cuenta que deben interferir lo menos posible con la actividad asistencial de los hospitales y demás centros sanitarios, las plataformas de aprendizaje en línea resultan muy útiles para hacer frente a esta necesidad. En el póster se presenta la experiencia de da a cabo en el Hospital Clínico Universitario "Lozano Blesa", con los cursos realizados en la plataforma de teleformación del Servicio Aragonés de Salud. El segundo póster por parte del Ciemat y primera autora Susana Falcó presenta el amplio y completo programa de formación ofertado por el Ciemat, promoviendo tres acciones principales: i) ofrecer capacitación, con una amplia oferta de programas de formación de postgrado especializado, impartido en diferentes de modalidades y elaborando herramientas de calidad adaptadas a las metodologías formativas actuales. II) colaboración con Instituciones públicas relevantes y en consorcios nacionales e internacionales para transferir y compartir experiencia y expertos, III) proyectos de cooperación educativa: participando activamente en proyectos de E&F innovadores que promuevan la integración de la educación y la formación en el ámbito de la excelencia del Ciemat. En el tercer póster, el primer autor es **Vicente Puchades Puchades** y presenta el esquema de las prácticas de formación obligatorias para técnicos superiores de radioterapia en el Hospital General Universitario Santa Lucía de Cartagena. Se presenta la adquisición de conocimientos y habilidades de las distintas áreas en: radiofísica, simulación/control, máquinas y se indica que cada alumno tiene asignado un tutor y que realiza un conjunto de tres trabajos que presenta en su instituto.

GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

En el ámbito de la educación, formación y aspectos sociales se han presentado tres pósteres. El primero de Elena Alcaide y Teresa Ortiz presenta las actuaciones especiales de la UTPR de Enresa. Se destaca que desde su autorización el 13 de junio de 1990 la UTPR ha realizado más de 4.800 actuaciones relacionadas con la retirada de residuos de instalaciones radiactivas y no reguladas, controlándose más de 8.000 fuentes radiactivas. El objetivo de es-

- te trabajo es presentar algunas de
- estas actuaciones especiales que
- se han producido en estos ámbitos
- de aplicación. El segundo póster,
- también de Enresa y presentado
- por **M^a Teresa Ortiz**, presenta el
- estudio realizado por la UTPR de
- Enresa sobre la posibilidad de ges-
- tionar fuentes radiactivas gastadas,
- con valores de actividad por deba-
- ajo del nivel de exención, de mane-
- ra convencional. En el estudio se
- analizan los conceptos de exención
- y desclasificación y su aplicación
- en este caso. Asimismo se estudian



Foto del póster de las actuaciones especiales de Enresa.

- las características de las fuentes que podrían ser gestionadas de esta forma, cuando su actividad lo permita. Se han revisado las fuentes de uso médico e industrial y sus características radiológicas, así como otros sólidos radiactivos como los hilos de Ir-192 o las semillas de I-125. También se han analizado los escenarios en los que se basan los niveles de exención para asegurar su aplicabilidad. El tercer póster, presentado por **Rolan Sanjuan Ferrús** de ANAV tiene por objetivo la caracterización radiológica de los muros biológicos extraídos durante el cambio de los generadores de vapor en ambas unidades, para confirmar su gestión como residuo no impactado. Para el estudio se ha desarrollado una metodología en la que se llevará a cabo medidas de la contaminación superficial, espectrometría gamma *in situ* y espectrometría gamma en muestras utilizando el monitor Inspector 1000 con sonda de LaBr3 con sistema ISOCS, Contamat FHT-111-M y detector de germanio con sistema LABSOCS.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PÚBLICO Y DEL MEDIOAMBIENTE

En el ámbito de la protección radiológica del público y del medioambiente se han presentado ocho pósteres. El primero, realizado en el Ciemat, trata sobre el empleo de **Microalgas mejoradas genéticamente** (en concreto la cepa de microalgas *Chlamydomonas*, ChISPGI) **para la descontaminación y el fraccionamiento de uranio**, que se ha puesto en práctica en una balsa ácida altamente contaminada con uranio (25 mg/L) de la mina de Enusa Saelices (Salamanca). Este póster ganó uno de los dos premios otorgado por la SEPR al mejor póster, por su calidad científica.

El segundo póster, realizado en la Universidad del País Vasco, analiza las posibilidades de uso del nuevo detector de centelleo CeBr3 para realizar labores de vigilancia radiológica ambiental, con dos matrices medioambientales diferentes, aire y agua. Haciendo medidas de un día, se alcanzan los límites de detección requerido por el CSN, y por lo tanto, este pequeño detector que opera a temperatura ambiente puede ser considerado como una opción en tareas rutinarias asociadas a la vigilancia radiológica ambiental.

El tercer póster, realizado también en la Universidad del País Vasco presenta los resultados y conclusiones más importantes obtenidos en el análisis del método de separación radioquímica del ²²⁶Ra usando resinas de intercambio iónico y su medida por espectrometría alfa o coprecipitación y medida por centelleo líquido como métodos idóneos para la determinación de ²²⁶Ra en sub-



Foto del póster del nuevo detector de centelleo CeBr3 para realizar labores de vigilancia radiológica ambiental.

productos de la industria de petróleo. Aunque ambos métodos proporcionan resultados comparables entre sí, el método por centelleo líquido, pese a ser más lento a la hora de proporcionar un resultado, es más sencillo y estable en su aplicación, requiriendo menor experiencia en el personal técnico. Por lo tanto, un laboratorio deberá elegir uno u otro método en función de sus recursos y capacidades

El cuarto póster, realizado en la Universidad de Barcelona y presentado por **Eugenia Rebollo**, estudia la caracterización radioquímica de un emplazamiento afectado por drenaje ácido de mina, en zona geográfica concreta, mediante la determinación de diferentes radionúclidos naturales en diferentes tipos de muestras ambientales: efluentes, sedimentos y vegetación. Los valores obtenidos son del orden de

los habituales.

El quinto póster, elaborado de forma conjunta entre la Universidad de Valencia, y el IFIC, muestra los resultados de la estimación de la dosis radiactiva recibida por el ciudadano medio de Valencia por ingestión e inhalación. Para ello se han analizado los datos registrados durante los últimos diez años y su evolución con el tiempo, a partir de los datos registrados por el Laboratorio de Radiactividad Ambiental (Laram), concluyendo que Las dosis de ingesta anuales totales son mayormente debidas a la presencia del isótopo natural 40K en las muestras de dieta total, que aporta una dosis media de 0.26 mSv/año, contribuyendo así de forma mayoritaria a la dosis radiactiva interna.

El sexto póster de este área presentaba un sensor desarrollado por la Universidad de Barcelona y la empresa Adasa sistemas para la monitorización en continuo de la actividad de emisores alfa o beta en aguas prepotables utilizando PSm como material sensible que reduce de forma notable el tiempo de respuesta respecto a los equipos comerciales existentes en la actualidad.

El séptimo póster, presentado de forma conjunta por Universidad de Extremadura, Universidad de Aveiro, el Instituto de Física Corpuscular-Universitat de València, el Centre National de la Recherche Scientifique Délégation Aquitaine y la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio de la Junta de Extremadura muestra un consorcio en el que se propone diseñar, construir y probar las capacidades de un monitor de tritio que permitirá garantizar que las aguas poseen actividades de tritio tales que no comprometan su uso para el consumo tras su uso por instalaciones que pueden evacuar importantes actividades de tritio, como en proximidades del canal de descarga al río Tajo de la central nuclear de Almaraz realizando las medida *in situ* y con tiempos reducidos de integración.

El octavo póster realizado desde la Subdirección General de Seguridad y Mejora del Ciemat, presenta caracterización del emplazamiento de referencia para medidas radiológicas (Esmeralda) en el marco del proyecto MetroERM (*Metrology for Radiological Early Warning Networks in Europe*), correspondiente

al *European Metrology Research Programme*. La caracterización radiológica incluye la determinación de la concentración de actividad de radionucleidos emisores gamma y su perfil de distribución en profundidad. Estas determinaciones se han llevado combinando medidas *in situ* con muestreos y posterior análisis en laboratorio.

El último póster presentado en esta área ha sido realizado en la Universitat Politècnica de València. Dentro del Plan Especial ante el Riesgo Radiológico de la Comunitat Valenciana (PERR) (Decreto 114/2013), el Laboratorio de Radiactividad Ambiental de la Universitat Politècnica de València (LRA-UPV) participa como laboratorio de apoyo en caso de emergencia radiactiva. Con dicho objetivo, el LRA-UPV está adaptando sus procedimientos para poder dar respuesta en un periodo corto de tiempo, y poniendo a punto otros nuevos para cuantificar de forma rápida radionucleidos no contemplados anteriormente. ■

SESIÓN 22 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN MEDICINA II

Moderada por: *J. Miguel Fernández Soto y Carlos Prieto Martín*

Se presentaron las siguientes seis ponencias:

Verificación del nivel de protección ofrecido por *StarTable* en procedimientos de Hemodinámica.

Virginia Álvarez Sánchez y col., Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda.

El *StarTable* es un sistema de sujeción del brazo del paciente y de apantallamiento radiológico (0.5 mm de Pb) del operador que se usa en procedimientos con abordaje radial. En el trabajo se comprueba la eficacia de este sistema mediante la medida de su factor de atenuación en las dosis recibidas por el personal intervencionista.

Como las pantallas de cristal plomado de techo y los faldones plomados de mesa no solapan del todo, queda una abertura entre ambos a la altura de la cintura del operador. Las atenuaciones obtenidas son dependientes de la altura del punto de medida, siendo en la zona abdominal del 73 % (promedio para todas las angulaciones del arco utilizadas).

Esta atenuación alcanza valores de hasta el 85 % para angulaciones en las cuales el tubo de RX queda situado en el mismo lado que los operadores. Se trata pues de un sistema de protección muy recomendable como complemento a los ya presentes en la mayoría de salas de cardiología intervencionista (pantalla de techo y faldones de mesa).

Procedimiento experimental para el cálculo de la capa hemireductora de radioisótopos.

Miguel Alarcía Noci, Hospital General Universitario Gregorio Marañón

Se ha desarrollado un método para obtener experimentalmente los valores de HVL. En secuencia lineal se sitúan sucesivamente, la fuente del radioisótopo, un sistema de colimación para conseguir la aproximación de haz estrecho y el detector de radiación. El sistema de colimación consiste en dos bloques de plomo colocados paralelamente con un orificio central de un centímetro de diámetro. Por último, entre los bloques de plomo se interponen láminas de cobre de distintos espesores, para observar la variación del número de cuentas recogidas en función del espesor de material interpuesto. Se hizo el estudio para Tc-99m y I-131.

Los valores de HVL calculados fueron 8.14 ± 0.06 mm de Cu para el I-131 y 3.30 ± 0.03 mm de Cu para el Tc-99m. De la transformación de HVL en Cu a HVL en Pb mediante la interpolación en las gráficas adecuadas del NIST se obtiene 2.33 ± 0.03 mm de Pb para el I-131 y 0.27 ± 0.03 mm de Cu para el Tc-99m, que según los autores está en el rango de valores que pueden obtenerse de la bibliografía.

Revisión de la utilización de protectores de bismuto en TC con modulación de corriente.

Kefrén Sánchez Noriega. Hospital Universitario Príncipe de Asturias
Algunos expertos indican que los protectores de bismuto no perjudican en gran medida a la imagen clínica si se utilizan adecuadamente. Otros, como la AAPM, defienden que son potencialmente perjudiciales y recomiendan sustituirlos por otros métodos de reducción de dosis.

Se siguieron los protocolos clínicos locales de exploraciones de cráneo y tórax para tres equipos TC. El cráneo y tórax de un paciente se simularon con sendos maniqués de PMMA de 16 y 32 cm de diámetro. La reducción de dosis se estimó a partir de la lectura de una cámara CTDI. Se utilizó un maniquí de control de calidad de imagen para evaluar la resolución a bajo contraste.

La reducción de dosis osciló entre el 15-29% y el 33-38% para el protector de cristalino y mama, respectivamente. Se aprecia un incremento de las unidades UH, más acusado para el tórax. Estos incrementos se reducen a medida que nos alejamos de la superficie anterior. El protector también eleva el ruido en la región anterior. El uso de los protectores no implica una pérdida apreciable de resolución a bajo contraste.

Es importante tener en cuenta que el protector de bismuto no debe utilizarse en el escanograma, que dobles en el protector producen artefactos que incrementan el ruido, mientras que su colocación sin espaciadores produce un mayor incremento de las UH en la región anterior. Teniendo en cuenta la opinión de los radiólogos y las medidas realizadas, se decide mantener el uso de estos protectores.

Estudio de la atenuación de placas de sulfato de bario para el blindaje de salas de radiodiagnóstico.

Noelia Suárez Álvarez, Complejo Asistencial de Salamanca.

En este trabajo se estudian las propiedades de atenuación del yeso laminado, sulfato de bario y fibra de vidrio, a partir del cálculo de los factores de transmisión en haz directo y disperso para diversas calidades del haz. Se realiza un ajuste de los datos experimentales para obtener las curvas de transmisión y se calcula el espesor de plomo que proporciona la misma atenuación que los espesores de sulfato de bario disponibles.

Concluyen que las placas de sulfato de bario tienen una instalación es más sencilla y es un material reciclable. A partir de las curvas de atenuación calculadas se puede concluir que un blindaje formado por dos placas equivaldría a 1 mm de Pb, tres placas a 1,5 mm de Pb y cuatro placas a 2 mm de Pb (espesor más habitualmente utilizado en radiología convencional), aumentando estos espesores para radiación dispersa. Indican que el sulfato de bario es ligeramente más caro que el blindaje con plomo.

Metodología aplicada en actividades formativas de cirugía ortopédica con equipos móviles de rayos X.

Raquel Pina Zapardiel y col. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Madrid (UAM) e Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" (CSIC-UAM)

Desde octubre de 2009 se han realizado 67 actividades formativas de cirugía ortopédica en el Departamento de Anatomía, Histología y Neurociencia de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid, organizadas por empresas externas. Constan de un desarrollo teórico y una parte práctica en la que se realizan simulaciones empleando equipos portátiles de rayos X y cadáveres humanos.

Se expone la metodología seguida. El tipo y número de equipos, los factores técnicos de exposición, y la experiencia de los técnicos condicionan los resultados radiológicos. Las dosis recibidas por todos los TE han sido inferiores a los LAD. Por otra parte, los resultados de dosimetría de área en zonas de libre acceso corresponden a valores de dosis para miembros del público. Por tanto, se concluye que los riesgos radiológicos son bajos. Es esencial la coordinación y comunicación entre los diferentes agentes implicados en estas actividades para optimizar el desarrollo de las mismas.

La metodología expuesta ayudará a establecer una sistemática de trabajo consensuada en diferentes instituciones que lleven a cabo simulaciones de procedimientos quirúrgicos.

Calibrando con el almuerzo: fuentes de calibración comestibles.

Eduardo Pardo Pérez y col. Hospital Universitario Lucus Augusti Augusti, Lugo y Hospital Universitario Quironsalud Madrid

Los contadores de pozo de pozo basadas en loduro de sodio son instrumentos muy sensibles empleados para medir el espectro de emisión gamma de fuentes de muy baja actividad (su sensibilidad hace que saturan con actividades superiores a 1 mCi). Su sensibilidad unida a su pequeño tamaño hace que las fuentes de calibración de estos equipos deban de ser diseñadas específicamente para tal uso.

El objetivo del trabajo es la calibración de un contador de pozo para la energía del potasio-40 (1465keV) empleando el potasio contenido en una muestra de cloruro potásico. Este método emplea una fuente barata y versátil para la calibración de equipos centelleadores. Asimismo, se emplea dicha calibración para estimar la cantidad de potasio contenida en varios alimentos ricos en este elemento como el plátano.

Los autores concluyen que el cloruro de potasio puede ser empleado para la calibración de cámaras de pozo basadas en loduro de sodio para altas energías (1460 keV). Esta muestra (10 g) tiene actividad suficiente para realizar la calibración. Consideran también que estas medidas son además buenos ejemplos para la divulgación de la radiación al ser fuentes inocuas para la salud. La medida de plátano y guacamole concuerdan con los valores contenidos en la literatura dentro de las amplias incertidumbres esperadas. ■

SESIÓN 23 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PÚBLICO Y DEL MEDIOAMBIENTE II + BIOFÍSICA

Moderada por: *Montserrat Llaurado y Francisco Barquinero*

Se llevaron a cabo un total de seis presentaciones, cuatro de ellas dentro del área temática *Protección radiológica del público y del medioambiente* y dos dentro del área temática de *Biofísica*.

A continuación se presentan los objetivos y las conclusiones de cada una de ellas.

En el área temática *Protección del público y del medioambiente*, las presentaciones fueron las siguientes:

GILDA: Gestión informática del laboratorio de dosimetría ambiental.

José Francisco Benavente Cuevas, Rafael Rodríguez Jimenez, José Luis López Moyano, Ana María Romero Gutierrez, José María Gómez Ros (Ciemat).

El objetivo fue el presentar la aplicación GILDA, acrónimo de *Gestión Informática del Laboratorio de Dosimetría Ambiental*. Se trata de un *software* desarrollado por el Laboratorio de Dosimetría Ambiental (LDA) del Ciemat para optimizar su trabajo en rutina. El LDA es un laboratorio acreditado por ENAC, según la norma ISO17025, y GILDA es el resultado final de sucesivas acciones de mejora planteadas dentro del marco del sistema de calidad implantado en el laboratorio.

Esta aplicación está compuesta por dos módulos: GILDA - GESTION y GILDA - SGCA (*Simplify Glow Curve Analysis*). Ambos componen un sistema automatizado para la generación de informes de dosis equivalente ambiental $H^*(10)$ a partir de los ficheros de lectura del lector de dosímetros termoluminiscentes (TLD). Esta aplicación ha sido validada en base al estudio de la respuesta comparativa entre GILDA-SGCA y el método previamente usado por el LDA. La validación ha consistido en un estudio comparativo de la linealidad, irradiando los dosímetros con una fuente de ^{137}Cs en el rango $0,1 \text{ mSv} < H^*(10) < 1 \text{ Sv}$, y la respuesta angular obtenidas por ambos métodos mediante irradiaciones al mismo valor $H^*(10)=3 \text{ mSv}$, pero con fuentes de ^{137}Cs , ^{60}Co y cuatro calidades de rayos X. Todas las irradiaciones se realizaron en los Laboratorios de Calibración del Ciemat. GILDA es una herramienta informática de gestión dosimétrica, que consigue integrar un *software* simplificado de análisis de curvas de luz TL dentro de una herramienta de gestión administrativa, con el objetivo de proporcionar, de forma automatizada, informes de dosimetría ambiental en términos de $H^*(10)$, aumentando la eficiencia de los procesos.

Diseño de la evaluación de dosis para un prototipo de escáner aeroportuario

Pablo Pérez-Cejuela Rincón, María Ángeles Benavente Ruiz, María del Carmen Noguerales Bartolomé, Alicia Álvarez García (Ciemat)

Mesmerise es un proyecto internacional, enmarcado en el programa de seguridad del H2020, cuyo objetivo es el desarrollo de un escáner no intrusivo de alta resolución para su uso en seguridad aeroportuaria, basado en dos tecnologías complementarias: transmisión de rayos X de muy baja dosis e infrasonidos. Su utilización futura estará condicionada por la reglamentación europea Euratom 2013/59 y dentro de un proceso de justificación que debe estar protocolizado por cada estado miembro. De ahí la importancia de la evaluación de las dosis personales que recibirían los pasajeros, operadores y público en espera, tarea encomendada al grupo de trabajo del Ciemat.

Dado que el prototipo final del escáner no está todavía disponible, se han planificado en el marco de este proyecto una serie de actividades dirigidas a asegurar las capacidades de medida del Ciemat. En función de su calibración y de su respuesta relativa en el intervalo energético correspondiente a los rayos X, para

la estimación de $H_p(10)$ se han seleccionado dos dosímetros, un semiconductor (diodo de silicio) y otro de cámara de ionización; y para la evaluación de $H^*(10)$, dos detectores de plástico de centelleo, empleados habitualmente para la realización de medidas de aprobación de tipo. Se han seleccionado los detectores más adecuados para el proyecto Mesmerise. La experiencia del Ciemat en los ensayos de aprobación de tipo garantiza su capacidad en la determinación de los niveles de radiación en el entorno de un escáner personal de seguridad novedoso como el que se quiere desarrollar.

Evaluaciones integradas del riesgo radiológico en humanos y biota

Almudena Real Gallego, Juan Carlos Mora Cañadas, Danyl Pérez Sánchez (Ciemat)

La integración de las aproximaciones utilizadas para la protección radiológica de las personas y del medioambiente es un objetivo principal para la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Para poder realizar evaluaciones de impacto radiológico en humanos y biota de forma integrada es necesario contar con las herramientas adecuadas, como CROM8 desarrollada por el Ciemat. El objetivo de dicha presentación fue el presentar si la herramienta CROM8 es adecuada para estimar de forma integrada los riesgos en humanos y biota, una peculiaridad que no posee ninguna de las herramientas actualmente disponibles para evaluar impacto radiológico.

Los resultados obtenidos en dicho estudio han permitido concluir que la herramienta CROM8 es útil para valorar los riesgos en humanos y biota de manera integrada. Sin embargo, los modelos incluidos actualmente en CROM8 no son aplicables a situaciones donde se encuentran grandes acumulaciones de residuos NORM. Sin embargo, este escenario es uno de los casos NORM más extremos. Cuando CROM8 ha sido utilizado en otros escenarios NORM, se han obtenido valores de dosis muy inferiores a los límites para el público. Así pues, si bien CROM8 es aplicable en algunos escenarios NORM, en otros escenarios es necesario refinar los modelos utilizados, actividad que el Ciemat tiene previsto realizar en el futuro. Este trabajo se realizó dentro del proyecto Eribio financiado por Enresa y Ciemat.

Preparación de un sistema para la medida de espectros gamma con un vehículo terrestre (mapa radiológico de Cataluña)

Marçal Salvadó Artells¹, Elena Prieto Butillé¹, Enric Batalla Colomer², Ramon Casanovas Alegre¹

¹ *Unitat de Física Mèdica, Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Universitat Rovira i Virgili.*

² *Servei de Coordinació d'Activitats Radioactives (SCAR) del Departament d'Empresa i Coneixement de la Generalitat de Catalunya*

Con el fin de caracterizar radiológicamente el territorio catalán, la Generalitat de Cataluña inició un proyecto para obtener un mapa radiológico a partir de las medidas de espectrometría gamma móviles obtenidas cada 30 s. Las medidas sobre el terreno ya se han iniciado, previamente se ha realizado una extensa puesta a punto del sistema de medida, incluyendo el desarrollo e implementación de los procesos de estabilización, calibración, del sistema de cálculo en tiempo real de la tasa de dosis equivalente ambiental, $H^*(10)$,

y procedimientos para ubicar y visualizar la enorme cantidades de espectros gamma que serán medidos durante el proyecto. La adquisición de las medidas se inició de forma rutinaria en septiembre de 2016 y hasta día de hoy se han medido unos 40.000 espectros de 30 s. Como puede apreciarse, aún queda un gran número de datos por recoger.

El sistema de adquisición se ha instalado, ajustado y calibrado satisfactoriamente para adquirir espectros gamma, y los datos radiológicos derivados, por todo el territorio de Cataluña. Aunque el número de datos recogidos hasta la fecha es importante, aún quedan muchos otros por recoger en una fase de adquisición que se prevé se prolongue durante 1 o 2 años más. En una etapa posterior se analizarán todos los datos obtenidos para poder realizar mapas dosimétricos o conocer las distribuciones de los distintos isótopos naturales o, si fuera el caso, artificiales.

En el área temática "Biofísica", las presentaciones fueron las siguientes:

Validación de un sistema para estudio de respiración y fonación

Benigno Barbés¹, P. Borja Aguilar¹, J. Diego Azcona¹, Javier Burguete², María Alcalde¹, Beatriz del Río¹, Secundino Fernández.

¹Clínica Universidad de Navarra, ²Universidad de Navarra.

El objetivo de dicho trabajo es el desarrollo de una herramienta precisa y mínimamente invasiva para el estudio del patrón respiratorio durante la fonación.

Tras un conjunto de pruebas sobre maniqués, concluimos que el sistema tiene el grado de precisión y fiabilidad necesarias para su validación clínica. Una vez depurado el programa, en colaboración con especialistas en foniatría, se ha conseguido un sistema muy fácil de usar. La búsqueda automática de puntos sobre la camiseta, tras varias mejoras, ha llegado a ser muy efectiva tanto en hombres como en mujeres, de distintas complejidades. Las molestias para el paciente son mínimas: basta con ser grabado con una camiseta puesta. A juicio de un cantante profesional, la camiseta no dificulta ni la calidad de la fonación ni la naturalidad de movimientos.

Nanopartículas y radioterapia: estudio de los efectos de radio-sensibilización

Immaculada Martínez-Rovira¹, Olivier Seksek², Josep Sulé-Suso³, Ibraheem Yousef⁴, Yolanda Prezado²

¹Grup de Recerca en Radiacions Ionitzants (GRR), Departament de Física, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

²Laboratoire d'Imagerie et Modélisation en Neurobiologie et Cancérologie (IMNC), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Francia.

³Institute for Science and Technology in Medicine, Keele University, Reino Unido.

⁴MIRAS beamline, Sincrotrón ALBA, España.

En los últimos años, el uso de nanopartículas (NP) como potenciales radiosensibilizadores tumorales se ha propuesto como un gran avance en radioterapia. El reto principal de este trabajo ha sido el de usar un enfoque multidisciplinar (física, química y biología) con el fin de evaluar los mecanismos involucrados en el uso de nanopartículas (NP) para potenciar el efecto radioterapéutico de los rayos X y los protones.

Los cálculos Monte Carlo no mostraron una diferencia significativa en cuanto a la deposición local de energía en presencia

o ausencia de NP. Esto sugiere que los efectos físicos no son el principal responsable del aumento de radio-sensibilización tumoral observado en estudios biológicos que combinan la terapia de protones y NP. Los resultados obtenidos con microespectroscopía FTIR nos han proporcionado información detallada de los cambios bioquímicos en células de glioma. Este estudio proporciona nuevas indicaciones sobre los mecanismos involucrados en la radio-sensibilización de NP con protonterapia, el cual hasta ahora se asumía que era debido a un aumento de dosis local. Para comprender bien los efectos involucrados se requiere un enfoque interdisciplinar. Los estudios con microespectroscopía FTIR nos proporcionado la base para entender los efectos bioquímicos inducidos por las NP en células de glioma. ■

SESIÓN 24 SESIÓN PÓSTERES II

Moderada por: M^a Amor Duch y Luis Alejo Luque

En esta sesión se mostraron 19 pósteres relacionados con biofísica, radiobiología, dosimetría de la radiación en protección radiológica y radiación no ionizante. Fue en el ámbito de la protección radiológica donde se adscribieron el mayor número de estudios, centrados principalmente en la evaluación de la dosis de los pacientes y de los trabajadores expuestos. Se mostraron importantes trabajos, tales como el resultado de las comparaciones de dosímetros personales realizadas por Eurados y la evaluación de los dosímetros OSL de Landauer, así como un estudio sobre la protección a la radiación de gafas plomadas utilizadas en intervencionismo, y el análisis de la dosis al paciente en radiología convencional (realizado en un gran número de centros). También fueron de interés los trabajos relacionados con la radiación no ionizante y la radiobiología: varios estudios en resonancia magnética tuvieron un nivel muy alto, y se trataron temas como el modelo lineal cuadrático, las dosis radiobiológicas en braquiterapia y la reirradiación en cáncer de pulmón.

La sesión tenía asignados trabajos que comprendían áreas temáticas diferentes. A continuación se incluye el resumen de las comunicaciones:

BIOFÍSICA

Disipación del calor corporal en colchones con materiales de cambio de fase: Análisis termográfico. El objetivo de estudio fue analizar el efecto térmico de un colchón compuesto de materiales de cambio de fase mediante el uso de la termografía infrarroja.

RADIOBIOLOGÍA

Programa de evaluación de parámetros biológicos a partir del HDV modificado mediante el modelo LQ. Se presenta un programa de cálculo de parámetros biológicos TCP y NTCP a partir del DVH modificado mediante el formalismo lineal-cuadrático en un DVH de dosis equivalente.

Variación de la dosis radiobiológica con el tiempo de aplicación en tratamientos de braquiterapiaepiescleral. El objetivo fue estudiar la variación de la dosis radiobiológica en los distintos tejidos del globo ocular en función del tiempo de permanencia del aplicador para tratamientos de braquiterapiaepiescleral con semillas de I-125.

Aplicación para la evaluación de dosis limitantes en órganos de riesgo en la reirradiación de cáncer de pulmón. Con el fin de unificar los distintos criterios dosimétricos evaluados en la literatura, y automatizar los cálculos necesarios para la obtención de los



mismos, el estudio describe la implementación de una herramienta para la evaluación de los límites de dosis en OAR en la reirradiación de tumores de pulmón.

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL Y CÁLCULO DE LA DOSIS ABSORBIDA: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA (II)

Evaluación de la respuesta dosimétrica de dosímetros pasivos personales basados en tecnología OSL. En este estudio se evalúa la respuesta dosimétrica de los dosímetros personales *InLight (Landauer)* basados en tecnología OSL siguiendo la guía IEC 62387.

Ciemat-Servicio de Dosimetría Externa: proceso de acreditación y experiencia tras cuatro años acreditado. En este trabajo se describe el proceso de acreditación del Servicio de Dosimetría Externa del Ciemat resaltando aquellos aspectos que requirieron mayor atención para garantizar el cumplimiento de los requisitos administrativos y técnicos de la norma ISO 17025.

Intercomparaciones Eurados para dosímetros personales (2012-2015): resultados y conclusiones. En este trabajo se presentan los detalles, resultados y conclusiones de las intercomparaciones IC2012, IC2014 e IC2015ext.

Estudio de la respuesta del dosímetro de muñeca de CD en haces de fotones y haces mixtos. El objetivo del trabajo es valorar la respuesta del dosímetro de muñeca en haces de RX y en haces mixtos de fotones y betas, estudiando la introducción de un detector poco filtrado para el cálculo de $HP(0,07)$ en haces beta.

Análisis de los fondos radiactivos naturales medidos por el CND a nivel de institución. El objetivo de este estudio es analizar datos de fondo radiactivo natural a nivel de institución (hospital, centro de salud...) y compararlos con los datos provinciales para identificar en qué circunstancias un dosímetro no expuesto podría superar el nivel de registro.

Diez años de dosimetría ocupacional en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital la Paz. El objetivo de este trabajo es hacer una comparativa entre las dosis recibidas por los técnicos, personal de enfermería y radiofarmacéuticos durante los últimos 10 años del Servicio de Medicina Nuclear, equipado con cuatro gammacámaras y PET-TC. Las dosis anuales medias recibidas por los dosímetros de solapa coinciden con el 1/10 de los límites, exceptuando el personal de enfermería, quienes están por debajo del 3/10.

Caracterización de un Sistema Dosimétrico en el Centro de Láseres Pulsados Ultracortos (CLPU) basado en TLD chips. El objetivo es describir el proceso de caracterización y optimización del método para la determinación de dosis equivalente ambiental $H^*(10)$ en el CLPU, usando dosímetros ambientales basados en TLD-700 y TLD-600. Además, dentro del marco de la respuesta energética, se presenta un estudio basado en la respuesta diferencial de ambos materiales, ante campos de radiación mixtos, usando distintos tipos de moderadores.

Dosis de referencia para exploraciones convencionales en pacientes pediátricos según rango de edad. El objetivo del presente estudio es establecer dosis de referencia para diferentes exploraciones, centrándose en radiología convencional para pacientes pediátricos según rango de edades (neonatos, 1-3 años, 4-7 años, 8-11 años y 12-15 años). Se observan diferencias en cuanto a dosis a paciente entre centros pediátricos y no pediátricos, principalmente debido a una selección más rigurosa de las características de trabajo en los centros especializados en pediatría.

Papel de la biodosimetría en el uso de ^{131}I -mIBG en el tratamiento del neuroblastoma de alto riesgo. El objetivo de este trabajo fue aplicar la biodosimetría para estimar la dosis a cuerpo entero en las dos sesiones de tratamiento de mIBG necesarias para tratar neuroblastomas, y compararla con los valores de la dosimetría física. Las dosis a cuerpo entero estimadas por biodosimetría muestran el mismo comportamiento que las estimadas por dosimetría física, a pesar de que los valores no son idénticos debido a las diferencias existentes entre las dos técnicas de estimación de dosis.

Estudio de la protección frente a la radiación de las gafas plomadas en Radiología Intervencionista. El objetivo del trabajo es analizar la protección frente a la radiación que ofrecen las gafas plomadas utilizadas por los radiólogos intervencionistas mediante dosimetría TLD en las posiciones más representativas. Destaca el hecho de que la dosis recibida en el lado derecho es muy inferior a la recibida en las otras posiciones, y la dosis en el puente exterior es menor, aunque similar, a la recibida en el exterior izquierdo. Por otra parte, también destaca la protección lateral que los modelos de gafa estudiados presentan, entre un 40% y un 60%.

Validación de un detector de neutrones mediante simulación MCNP 6.1.1 en un LinAc médico Varian TrueBeam. El objetivo del presente ha sido obtener el espectro de neutrones generado por un acelerador lineal médico (LinAc) Varian TrueBeam utilizando un espectrómetro multiesferas (también denominado sistema de esferas Bonner) para las medidas experimentales, y comparar estos datos experimentales con resultados obtenidos por simulación Monte Carlo con MCNP 6.1.1. Los resultados obtenidos por simulación presentan un buen ajuste con las medidas experimentales.

RADIACIONES NO IONIZANTES

Análisis de la exposición a campos electromagnéticos de trabajadores del sector sanitario. La aprobación del Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos, traslada a la legislación del estado un marco de protección de los trabajadores frente a los campos electromagnéticos. Se ha realizado una medición en puestos de trabajo o ubicaciones de centros sanitarios sólo afectados

por emisiones electromagnéticas de sistemas de comunicación, en los que los niveles están muy por debajo del límite.

CHHGUI2: Software para el cálculo de la concentración de hierro en hígado mediante IRM. El objetivo de este trabajo ha sido el desarrollo de un software (CHHGUI2) que permita calcular la cuantificación de hierro hepático utilizando imágenes de resonancia magnética con algunos de los métodos más utilizados, y ofrecer al clínico una herramienta útil que le facilite un posible diagnóstico de la patología conocida como hemocromatosis (HH).

Comparación de técnicas de medida del ángulo real de excitación en RM. El objetivo de este trabajo es comparar los mapas de ángulo real de excitación medidos y los tiempos de ejecución usando distintas técnicas. Atendiendo al tiempo consumido, las técnicas de ángulo doble (DAM), de ángulo bajo (LAM) y el método de Bloch-Siegert (BS) son viables para la práctica clínica de la corrección de los mapas T1 de pacientes. La diferencia entre las razones de los valores centrales y periféricos que se observa entre las técnicas DAM y LAM frente a BS muestra la necesidad de ajuste de la secuencia y de la herramienta de proceso integradas en el equipo.

Comparativa de técnicas de medida de referencia de tiempos T1 en resonancia magnética. El objetivo es la comparación de resultados de las medidas del tiempo de relajación longitudinal, T1, con distintas variaciones de la técnica de referencia IR-SE atendiendo a los resultados y al tiempo consumido. En función de la exactitud requerida en el valor T1 se hace inevitable el uso de la técnica IR-SE; si no se requiere una exactitud mejor que el 10% puede utilizarse SSFSE-IR para la medida.

Caracterización del Pulso Electromagnéticos en las instalaciones del CLPU: medidas de protección. La interacción de haces láser de alta intensidad con el blanco y en general con todo el sistema experimental a su alrededor se traduce en la generación (normalmente no deseada) de un pulso electromagnético (PEM) extremadamente intenso y con un gran ancho de banda, al producirse con un pulso de duración ultracorta. El objetivo de este trabajo ha sido caracterizar el PEM generado en las instalaciones del CLPU y su láser Vega, capaz de alcanzar intensidades de Petawatio en disparos ultracortos del orden de femtosegundos.

CONCLUSIONES

La sesión permitió comentar diversos elementos de gran interés en protección radiológica, pudiendo destacarse la evaluación de sistemas de dosimetría personal tanto en cuanto a cumplimiento de requisitos como en cuanto a participación en programas de intercomparación internacionales, de gran utilidad para verificar el funcionamiento de este tipo de sistemas. Buena prueba del elevado nivel de los trabajos presentados es el hecho que diversos de los mismos fueron galardonados con premios a los mejores pósteres. ■



SESIÓN 25 (SESIÓN SEMIPLENARIA) TRANSPOSICIÓN DE LA DIRECTIVA POR LA QUE SE ESTABLECEN NORMAS DE SEGURIDAD BÁSICAS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LOS PELIGROS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES

Moderada por: *M^o Teresa Macías*

El día 23 mayo se celebró la Jornada *Análisis de la Directiva 2013/59/Euratom* organizada por la SEPR en colaboración con diferentes Sociedades profesionales del sector sanitario. En dicha Jornada se analizaron los aspectos regulados por la Directiva desde los puntos de vista de los distintos sectores profesionales afectados. El informe detallado de dichas conclusiones se publica en el presente número de **RADIOPROTECCIÓN**.

En la sesión semiplenaria del 5º Congreso conjunto SEFM-SEPR, se presentó un resumen de los aspectos más relevantes de las conclusiones de dicha Jornada, desarrollado en varias ponencias.

La sesión comenzó con una breve presentación del grupo de trabajo de la SEPR *Análisis de la Directiva 2013/59/Euratom* realizada por **M^o Teresa Macías**. A continuación, **Mercè Ginjau** expuso las cuestiones más destacadas relativas al Sistema de limitación de dosis, al límite dosis en cristalino y su metodología.

M^o Teresa Ortiz presentó los hechos más significativos relacionados con los conceptos de exención, desclasificación y exclusión, las fuentes de alta actividad y fuentes huérfanas y las emergencias radiológicas. Respecto al contenido del Capítulo VIII de la Directiva, **Almudena Real** mostró las principales ideas que conciernen a la protección del público y del medio ambiente en condiciones normales y en situaciones de exposición existentes, la exposición a radón, las Industrias NORM y la radiactividad natural en los materiales de construcción.

En lo referente a exposiciones médicas, **Antonio Gil** expuso un resumen de los puntos más relevantes derivados de las ponencias de las Sociedades Científicas (Seram, SEOR, SEMMiM, AETR) y de la Federación de Fabricantes de Tecnología Sanitaria (Fenin) de la jornada del 23 de mayo. La sesión finalizó con la presentación de **Eliseo Vaño** en la que señaló algunos de los cambios más relevantes que supone la nueva Directiva Europea en el área médica con respecto a la Directiva 97/43/Euratom. ■



IRPA



INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION

Dentro de sus prioridades estratégicas, IRPA trata de reforzar su papel como portavoz internacional de la profesión, mediante su interacción y participación con otras organizaciones internacionales en el desarrollo del sistema de protección radiológica, poniendo énfasis en los aspectos de su implementación práctica. En ese sentido, a finales de 2016 se aprobaron los documentos orientativos sobre la aplicación de límites de dosis al cristalino y sobre la certificación del Experto en Protección Radiológica, que se pueden encontrar en la página web (www.irpa.net) y a los que la SEPR ha contribuido notablemente.

LÍMITES DE DOSIS AL CRISTALINO

Recientemente se ha publicado un artículo en el *Journal of Radiological Protection* (<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6498/aa604b/pdf>) referido al impacto de los límites de dosis al cristalino, fruto del trabajo del Grupo establecido sobre el tema, en el que nuestra anterior presidenta, Mercè Ginjaume, tuvo un destacado papel, y que en 2016 preparó un documento guía sobre su implementación práctica ([http://www.irpa.net/images/IRPA%20Guidance%20on%20Implementation%20of%20Eye%20Dose%20Monitoring%20\(2017\).jpg](http://www.irpa.net/images/IRPA%20Guidance%20on%20Implementation%20of%20Eye%20Dose%20Monitoring%20(2017).jpg))

TALLER SOBRE ALARA Y SU APLICACIÓN RAZONABLE

Durante los últimos años IRPA está manteniendo un proceso de reflexión sobre la implantación del sistema de protección radiológica y su evolución. En este contexto, la Sociedad Francesa de Protección Radiológica (SFRP) propuso organizar un seminario sobre la implementación del principio Alara, que tuvo lugar en París el pasado mes de febrero. Representando a la SEPR asistió Eliseo Vañó, además de Eduardo Gallego como vicepresidente de la IRPA.

En la práctica, la aplicación del principio Alara se basa en la búsqueda de un nivel de protección considerado "razonable" para una determinada situación de exposición, teniendo en cuenta factores económicos y sociales. Sin embargo, la demostración de que las exposiciones son tan bajas como razonablemente alcanzables, no siempre está lo suficientemente objetivada y rara vez se hace visible. Más allá del desarrollo de procedimientos como el análisis multicriterio o el análisis de costo-beneficio, basado en la adopción de valores monetarios de referencia del Sievert-persona, la "búsqueda de razonabilidad" y los procesos de negociación asociados podrían ser discutidos y compartidos a nivel nacional e internacional con las diversas partes interesadas. Por ello, se organizó este taller para iniciar un debate sobre los fundamentos del principio de optimización y compartir la experiencia en su aplicación en tres áreas: el sector nuclear (en particular, las exposiciones ocupacionales), el sector médico y algunas situaciones

de exposición existentes (como el radón, la gestión de emplazamientos contaminados con radio o de situaciones posaccidente).

Las presentaciones del Taller están en la página web de la SFRP (www.sfrp.asso.fr/manifestations/manifestations/irpa-workshop-on-reasonableness-in-the-implementation-on-the-alara-principle-.html, 9,38,0,0,2823). Las conclusiones, como punto de partida para un segundo taller se están preparando actualmente.

LOS PRÓXIMOS CONGRESOS: ¡ATENCIÓN A LOS PLAZOS!

Los próximos Congresos regionales de la IRPA tendrán lugar en 2018, pero en algunos casos su preparación ya avanza a buen ritmo. El calendario se abrirá en Latinoamérica, con el Congreso de La Habana (Cuba), del 23 al 27 de abril de 2018 (www.irpacuba.com), debiendo enviar los resúmenes hasta el 25 de septiembre de 2017, a través del sitio web: www.irpaCuba.com o por correo electrónico: irpacuba2018@ceniai.inf.cu. En los Comités hay varios socios destacados de la SEPR y se espera una nutrida participación española y os animamos a visitar la página del congreso para recibir más detalles.

Seguirá el Congreso regional de Asia/Oceanía, con el Congreso de Melbourne (Australia), del 20 al 24 de mayo de 2018 (www.aocrp-5.org).



Tras él, le tocará el turno a Europa, con el Congreso de La Haya, del 4 al 8 de junio de 2018 (www.irpa2018europe.com), La fecha límite para la inscripción a tarifa superreducida concluye el 1 de septiembre de 2017, subiendo posteriormente hasta el 2 de febrero de 2018, antes de alcanzar el nivel máximo. Por lo tanto, **¡conviene aprovechar este descuento a tiempo!** También es destacable la cuota especial para jóvenes profesionales y estudiantes, sujeto a disponibilidad. Para todos los detalles nos referimos al sitio web del congreso www.irpa2018europe.com. La fecha de envío de resúmenes es el 1 de noviembre de 2018.

Finalmente, el ciclo concluirá en África, con el Congreso de Túnez (Túnez), del 6 al 9 de septiembre de 2018.

Todos ellos constituirán magníficas oportunidades de conocer y mostrar los avances en nuestra especialidad. Para los socios de la SEPR, el Congreso de La Habana, por proximidad cultural e idiomática, y el de La Haya por su carácter europeo son sin dudas citas a considerar en la agenda de 2018.

En cuanto al Congreso IRPA internacional, el 15° tendrá lugar en Seúl (Corea del Sur), del 11 al 15 de mayo de 2020 ([www.irpa.net/docs/IRPA15_leaflet\(high\).pdf](http://www.irpa.net/docs/IRPA15_leaflet(high).pdf)) y sus organizadores no paran de dar muestras de que será un gran evento mundial.

LA JUNTA DIRECTIVA INFORMA

La Junta Directiva (JD) de la SEPR celebró su segunda reunión ordinaria del presente año el día 13 de junio de 2017 en la sede del V Congreso conjunto SEFM-SEPR (Palacio de Congresos de Girona).

Durante la misma, la presidenta, Mercè Ginjaume, informó sobre las actividades llevadas a cabo en el último periodo, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Continúa en proceso la formalización del Grupo de Trabajo de Emergencias en el seno de la SEPR.
- El 23 de mayo tuvo lugar, como parte de las actividades del Grupo de Trabajo de la Directiva Europea 59/2013/Euratom, una Jornada informativa sobre los temas más destacables de la Directiva, que contó con una gran asistencia de público y la participación de un buen número de sociedades afines.
- Se continúa con la búsqueda de nuevas actividades que puedan resultar interesantes para los socios colaboradores.
- Tras la solicitud de participación de la SEPR en el I Congreso de la Sociedad Española de Graduados en Radiología (Segra), se ha decidido colaborar a través del uso del logo de la SEPR en la página web del Congreso y de la asistencia de Marisa España, en nombre de la SEPR en la mesa redonda sobre la Directiva 2013/59.
- Tras la solicitud de colaboración de la SEPR en el Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear en La Habana (Cuba) en la primavera de 2018, se ha decidido darle difusión a través de la web y participar por medio de un representante de nuestra Sociedad en el Congreso.
- El 11/05/2017 se mantuvo una reunión extraordinaria de una delegación de la Junta Directiva con representantes de Grupo Senda, para tratar mejoras relacionadas con la secretaría técnica y con la nueva web.

Seguidamente, el vicepresidente, Borja Bravo, presentó el estado de cumplimiento del plan de actividades de 2017, que está desarrollándose según lo previsto, destacando que ya ha finalizado la fase de comentarios y se encuentra en edición el documento sobre *Pruebas de aceptación en diagnóstico por imagen (fluoroscopia)*; y que en este último periodo han tenido lugar las siguientes jornadas y cursos del Plan de Actividades Científicas 2017:

- *Jornada sobre la directiva 59/2013/Euratom*, organizada por el grupo de trabajo sobre la directiva de la SEPR.
- *Jornada sobre el retorno de los proyectos de I+d en PR*, que se celebró durante el Congreso de Girona.
- *Curso de procedimientos de calibración*, que tuvo lugar en abril en el Ciemat (Madrid).

Para finalizar su intervención, el vicepresidente planteó la posibilidad de hacer una propuesta formal para la organización del IRPA europeo de 2022 en España, para lo que se recabaría la opinión de los socios en la asamblea general del día siguiente y se solicitaría colaboración.

A continuación, la tesorera, Elena Alcaide, presentó el informe económico actualizado a fecha de 12/06/17, el presupuesto previsto para 2017 y el cierre definitivo de 2016, en los que se podía observar que se mantiene el balance estable y saneado habitual de los últimos años.

Finalmente, la secretaria general, Sofía Luque, presentó las altas y bajas de socios del último mes, para su aprobación, y como enlace de la JD con el Comité de Redacción de la revista **RADIOPROTECCIÓN**, informó sobre las últimas actividades de este grupo de trabajo.

Sofía Luque. Secretaria general de la SEPR

Asamblea General de la SEPR

El pasado 14 de junio de 2017, tuvo lugar en la sede del V Congreso conjunto SEFM-SEPR en Girona, la Asamblea General de la SEPR contando con la participación de un total de 57 socios. El acta de la reunión, con información en detalle sobre los temas tratados en la misma, se encuentra en el siguiente enlace <https://www.sepr.es/profesionales/descargables/download/39-actas/4307-acta-de-la-asamblea-general-14-06-2017>

Abrió la reunión la presidenta de la Sociedad, Mercè Ginjaume, quien presentó las principales actividades llevadas a cabo desde la última Asamblea General de abril de 2016, e hizo un repaso de las actuaciones llevadas a cabo en el seno de la SEPR, tanto a nivel administrativo y de funcionamiento interno, como científico-técnico, dejando una clara muestra de la intensa labor llevada a cabo por toda la organización de nuestra Sociedad en este periodo.

Cabe destacar en esta sección, que la presidenta informó a los asistentes de que la solicitud de becas para socios jóvenes o desempleados que quieran asistir a actividades organizadas por terceros en 2018, deberá solicitarse, siguiendo lo establecido en el procedimiento, entre el 1 y el 30 de septiembre de 2017, y que las ayudas (en forma de becas) a organizadores de eventos relacionados con la protección radiológica en 2018, se deberán solicitar entre el 1 y el 30 de noviembre de 2017.

Tras la presidenta, llegó el turno de la secretaria general, Sofía Luque, quien mostró la situación actual de la Sociedad en relación al número de socios, altas y bajas, y pidió aprobación para el nombramiento como socios de honor de Eliseo Vañó, Eduardo Sollet, Eugenio Gil, Rosario Salas, Teresa Navarro y José Gutiérrez, lo que se produjo por aclamación popular. Asimismo, como enlace de la JD con el Comité de redacción de la revista **RADIOPROTECCIÓN**, presentó las actividades más significativas de este comité durante el periodo citado.

A continuación, la tesorera, Elena Alcaide, explicó el estado económico de la Sociedad a fecha de 14/06/2017, detallando





el cierre de cuentas del año 2016 y el presupuesto previsto para 2017. Se debatió por los asistentes la posibilidad de aumentar los gastos en becas para el ejercicio de 2017 y siguientes, acordando finalmente dejar un margen para ampliación de esta partida. Con este compromiso se aprobaron los presupuestos por aclamación popular, así como las cuotas de socio para 2017 y 2018, que se mantienen como en años anteriores.

Seguidamente, Ricardo Torres, jefe del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid, presentó a los asistentes al equipo propuesto para la renovación parcial de la JD, que ya había sido anunciado en la web de la Sociedad en el plazo establecido en sus Estatutos, y que también fue aprobada por aclamación popular. Este equipo está formado, además de por él mismo, como vicepresidente, por José Campos (Enresa) como tesorero y por Margarita Herranz (Universidad del País Vasco), José Manuel Ordiales (Hospital de Mérida), Carlos Huerga (Hospital Universitario de La Paz) y José Miguel Jiménez (Hospital Universitario Rey Juan Carlos), como vocales.

Cerró el turno de presentaciones Javier Sánchez Jiménez, jefe de la Sección de Radiofísica y Protección Radiológica del Complejo Asistencial Universitario de Burgos, quien presentó su candidatura para la organización y celebración del VI Congreso conjunto SEFM-SEPR en 2019 en Burgos.

La participación de los socios se centró en las actividades llevadas a cabo por la SEPR en relación con IRPA, que han sido numerosas en el periodo citado, y fueron enumeradas por Eduardo Gallego, vicepresidente de IRPA; en la posibilidad de organizar el Congreso Europeo IRPA 2022 en España; y en la propuesta de inclusión de un enlace a la página web de la SEPR en la red del OIEA *Nuclear Safety and Security Network*.

Además, Eduardo Gallego, como responsable de la web de la Sociedad, informó de que, debido a la LOPD, las cuestiones planteadas en el foro de socios, no llegarán a todos los socios por defecto, como ocurría antes, sino que para recibirla habrá que suscribirse a los temas de interés, por lo que animó a los asistentes a hacerlo.

Finalmente, Borja Bravo, como presidente entrante de la Sociedad y en representación de la misma, agradeció a todos los miembros salientes de la JD su colaboración, su profesionalidad y su compromiso desinteresado, destacando la labor de la pre-

- sidenta saliente, Mercè Ginjaume, por su buen hacer a lo largo de los últimos cuatro años.
- La presidenta saliente, por su parte, agradeció la confianza depositada en ella durante este periodo, y manifestó estar muy contenta con el nuevo equipo al cargo.

Sofía Luque. Secretaria general de la SEPR

Jornada Análisis de la Directiva 2013/59/Euratom

- El pasado 23 de mayo, la SEPR celebró la Jornada *Análisis de la Directiva 2013/59/Euratom* en el Aula Magna de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid.
- La Jornada que contó con más de 150 asistentes, se organizó en colaboración con la Sociedad Española de Física Médica (SEFM), la Sociedad Española de Radiología Médica (Seram), la Sociedad Española de Oncología Radioterápica (SEOR), la Sociedad Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (Semnim), la Asociación Española de Técnicos en Radiología, Radioterapia y Medicina Nuclear (AETR), la Sociedad Nuclear Española (SNE), la Federación Española de Fabricantes de Tecnología Sanitaria (Fenin) y la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), contando con el patrocinio de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. (Enresa) y de Enusa Industrias Avanzadas S.A (Enusa).

El objetivo de la Jornada monográfica era convocar al colectivo de profesionales que pudieran verse implicados por la transposición de la Directiva 2013/59/Euratom con el fin de exponer los principales cambios derivados de la misma, presentar las oportunidades e inquietudes identificadas por las sociedades profesionales, debatir sobre los aspectos de mayor relevancia, aunar criterios y vehicular propuestas de actuación en las materias presentadas.

La Jornada fue inaugurada por José Manuel González, vicerrector adjunto de Investigación de la UAM; Rosario Velasco, vicepresidenta del CSN; y Mercè Ginjaume, presidenta de la SEPR. El vicerrector consideró un honor que la SEPR haya elegido la Facultad de Medicina como sede de este importante evento científico dada la implicación que tiene la Universidad y de manera especial esta Facultad en los aspectos relativos a la

formación recogidos en la Directiva que van a ser analizados durante la Jornada. Subrayó el interés de la UAM para implantar programas de protección radiológica (en adelante PR) en los diferentes estudios de pregrado que contemplen el uso y aplicaciones de las radiaciones ionizantes.

Mercé Ginjaume, presidenta de la SEPR agradeció a la UAM y a su vicerrector adjunto de Investigación Dr. José Manuel González, su amabilidad y disponibilidad para ofrecer a la SEPR sus excelentes instalaciones para la organización de la Jornada y a la vicepresidenta del CSN, Rosario Velasco, su participación en la mesa inaugural. Para los profesionales de las distintas sociedades organizadoras, la transposición de la Directiva 2013/59/Euratom, es uno de los principales hitos en el ámbito de la protección radiológica de esta década y destacó la importancia de poder contar con la presencia y apoyo del organismo regulador en la Jornada. En este sentido, la presidenta de la SEPR informó sobre las dificultades que las sociedades profesionales estaban teniendo para poder conocer los documentos de trabajo que está elaborando el grupo interministerial encargado de la transposición de la normativa y lamentó su reducida presencia en el acto.

Rosario Velasco destacó su preocupación por el retraso habido en el proceso de transposición de la Directiva. Comunicó que se han identificado áreas de trabajo con implicación de diferentes instituciones y se está llevando a cabo el análisis de diversos artículos que precisan modificación en la Normativa. Señaló el esfuerzo que está realizando el CSN para integrar todos los aspectos recogidos en la Directiva y consensuar distintos criterios. Se dispone de borradores de Reglamentos en fase de revisión por las instituciones implicadas en la transposición. Antes de finalizar su intervención, incidió de nuevo en el retraso que hay en el proceso de transposición, destacó la oportunidad que ofrece la Jornada para analizar y debatir aspectos destacados de la Directiva y solicita a la SEPR las conclusiones derivadas de la misma manifestando su compromiso de tenerlas en cuenta.

La Jornada se desarrolló en sesión de mañana y tarde. Comenzó con una serie de ponencias relativas a diferentes áreas temáticas reguladas en la Directiva, continuando en la sesión de tarde, con presentaciones correspondientes a las exposiciones médicas. En la selección de los contenidos se ha buscado una amplia representación de los diferentes sectores profesionales regulados por la Directiva y aquellos aspectos considerados más novedosos y/o de mayor aplicación para la audiencia. Las presentaciones están disponibles en la página web de la SEPR así como en las correspondientes a las sociedades que han colaborado en el desarrollo de la Jornada. A continuación, se reflejan las conclusiones derivadas de dicha actividad.

La primera sesión, estuvo moderada por Juan Carlos Mora y M^a Teresa Macías. Se inició con la presentación del Grupo de trabajo **Análisis de la Directiva 2013/59/Euratom** realizada por **M^a Teresa Macías** (SEPR). El Grupo de Trabajo (en adelante GT), constituido en noviembre de 2015, está compuesto por representantes de todos los sectores profesionales regulados por la Directiva: exposiciones médicas, industria y energía, investigación y docencia, actividades técnicas y comerciales (energía nuclear). Además, considerando la singularidad de las

exposiciones médicas, se constituyó un subgrupo de sociedades científicas de este ámbito profesional.

La composición del GT, los resultados del análisis preliminar de la Directiva y las conclusiones derivadas de las reuniones institucionales mantenidas el pasado año, fueron publicados en la revista **RADIOPROTECCIÓN**, n^o 86, septiembre de 2016.

Destacó la valoración positiva de los ministerios a las iniciativas del GT-SEPR en 2016. Sin embargo, durante el año en curso, la comunicación del GT con las instituciones implicadas en la transposición de la Directiva no ha sido fluida y, hasta el momento, dicho Grupo no ha recibido borradores de documentos para revisión y/o consultas.

Finalizó su exposición proponiendo trabajar en los diferentes aspectos recogidos en las conclusiones de esta Jornada y colaborar en la elaboración y/o modificación de documentos afectados por la transposición de la Directiva. Confirmó la actitud proactiva del GT-SEPR, pudiendo constituir un elemento de apoyo científico-técnico en el proceso de transposición y de manera especial en la implementación de la Directiva.

La segunda ponencia **Sistema de Limitación de dosis. Límite dosis en cristalino, metodología** fue presentada por **Mercé Ginjaume** (SEPR). Analizó los aspectos relativos al Sistema de Protección Radiológica recogidos en el Capítulo III de la Directiva y el Sistema de Limitación de Dosis, destacando la significativa reducción del límite de dosis a cristalino en un factor de 7,5. El nuevo límite de dosis equivalente para el cristalino se establece en 20 mSv, en un único año, o de 100 mSv a lo largo de cinco años consecutivos cualesquiera, con sujeción a una dosis máxima de 50 mSv en un único año. Se permite que la legislación nacional precise la definición del límite para un periodo anual o quinquenal.

Indicó que, de manera general, este cambio tendrá implicaciones prácticas únicamente en los trabajadores que estén expuestos a un campo de radiación no homogéneo, en el que los ojos puedan estar potencialmente más expuestos que el resto del organismo, por ejemplo radiología intervencionista, cardiología intervencionista que utilizan delantal plomado y trabajan cerca del tubo de rayos X o trabajadores que participan en tareas de descontaminación. Según la Directiva, deberá llevarse a cabo control dosimétrico de la dosis en cristalino en los trabajadores que puedan recibir una dosis equivalente en cristalino superior a 15 mSv al año.

Comunicó que se dispone de sistemas dosimétricos adecuados para una correcta estimación de la dosis en cristalino y, desde el punto de vista de la detección, no comporta mayores dificultades que otras estimaciones tales como dosis en piel o medidas en campos de radiación pulsada. Sin embargo, identificó varias dificultades en la práctica como incomodidad, alta probabilidad de pérdidas y un gasto adicional. Además, en caso de utilizar protectores oculares o realizar medidas indirectas (dosímetro sobre el delantal plomado a nivel de tórax o tiroides), será preciso llevar a cabo corrección de dichas medidas.

Para determinar las situaciones que requieran realizar un control dosimétrico del cristalino, propuso, llevar a cabo una evaluación previa de los riesgos: niveles de dosis, variables de influencia, antes de iniciar dicho control.

Las siguientes ponencias fueron presentadas por **Elena Alcáide** (Enresa) en representación de **M^a Teresa Ortiz** (Enresa). Su primera exposición fue relativa a la **Exención, desclasificación y exclusión**. Mostró un análisis comparativo entre los valores de exención y desclasificación recogidos en la actual Normativa y los nuevos valores propuestos en la Directiva, indicando los valores que se mantienen y aquellos que son inferiores a los actuales así como las implicaciones derivadas de dicha reducción.

La nueva Directiva no contempla el concepto de *exclusión*. Se introduce el enfoque gradual del control reglamentario con la exención de autorización, señaló que la nueva reglamentación debería definir en qué condiciones se aplicará esta exención.

Comunicó que se mantienen los valores de exención para prácticas en Bq y Bq/g para cantidades moderadas, pero estos valores no pueden utilizarse para desclasificación.

Los valores de desclasificación que recoge la nueva directiva son, en general, más bajos que los actuales de aplicación para centrales nucleares, según producto y destino final. En el caso de los residuos de industrias del metal, ocurre igual, los valores de aplicación de la nueva directiva son, en general, más bajos que los actuales de aplicación de la resolución. En relación con los valores de desclasificación para materiales residuales sólidos, indicó que la Directiva refleja una reducción muy importante para el H-3 y C-14 en relación a los valores recogidos en la Orden ECO/1449/2003. Afirmó que se mantiene la posibilidad de utilizar valores superiores para la desclasificación con la autorización de la autoridad competente. Aplicando esta opción, podrían mantenerse los valores actuales para la desclasificación.

En su segunda presentación **Fuentes de alta actividad y fuentes huérfanas** la ponente destacó que no hay cambios significativos con respecto al RD 229/2006 sobre fuentes de alta actividad y fuentes huérfanas, manteniendo la misma hoja de registro. Sin embargo, sí hay modificaciones en los valores de actividad para definir una fuente de alta actividad, basado en la actualidad en el valor D (cantidades peligrosas de material radiactivo) del OIEA. Se establecen requisitos para la detección de material radiactivo en la industria del metal, en lugares de tránsito importantes y en materiales metálicos importados de otros países.

Respecto a la Normativa vigente aplicable a las fuentes de alta actividad y fuentes huérfanas, comunicó que se ha propuesto modificar el RD 229/2006 actual, incluir en el RINR los aspectos relativos a fuentes de alta actividad y elaborar un Real Decreto independiente relativo a fuentes huérfanas.

Después de una breve pausa para el café, la sesión se reanudó con diferentes materias contenidas en el Capítulo VIII de la Directiva, reflejando a continuación las conclusiones de las correspondientes exposiciones.

La ponencia relativa a la **Protección de la población y del medio ambiente en condiciones normales. Situaciones de exposición existentes (zonas contaminadas)** fue presentada por **Almudena Real** (Ciemat).

La Directiva 2013/59/Euratom no introduce cambios en los límites de dosis para la población (Artículo 12) respecto a la

Directiva 96/29/Euratom. La Directiva sigue considerando la necesidad de definir restricciones de dosis a efectos de optimización de la protección desde una perspectiva prospectiva (Artículo 6). En relación a los aspectos a tener en cuenta para la protección de los miembros de la población y la protección de la salud a largo plazo en circunstancias normales (Capítulo VIII, Sección 1, Artículos 65-68) no hay grandes cambios respecto a la Directiva 96/29/Euratom.

En la protección de la población, hay dos aspectos novedosos en la nueva Directiva, la necesidad de definir niveles de referencia y la determinación y evaluación de las situaciones de exposición existentes.

Los Estados miembros tienen que garantizar que, en caso de que existan indicios o pruebas de exposición que no puedan desestimarse desde el punto de vista de la protección radiológica, se adopten medidas para determinar y evaluar las situaciones de exposición existentes y para determinar las correspondientes exposiciones de la población y ocupacionales (Artículo 100).

Es necesario que los Estados miembros decidan si una situación de exposición existente justifica que no se consideren medidas de protección. Las situaciones de exposición existentes que sean motivo de preocupación desde el punto de vista de la protección radiológica y para las cuales pueda asignarse responsabilidad legal, deberán notificarse tal como se especifica en el artículo 25, apartado 2. Los Estados miembros se ocuparán de establecer estrategias para garantizar la adecuada gestión de las situaciones de exposición existentes (Artículo 101) y atribuirán las responsabilidades para la ejecución de las estrategias para la gestión de las situaciones de exposición existentes Artículo 102.

Los Estados miembros garantizarán que se establezcan niveles de referencia para las situaciones de exposición existentes (Artículo 7) para la optimización de la protección, la cual deberá aplicarse incluso cuando las exposiciones estén por debajo del nivel de referencia. Los valores de niveles de referencia se elegirán dependiendo del tipo de situación de exposición, y tendrán en cuenta tanto los requisitos de protección radiológica como los criterios sociales.

En situaciones de exposición existentes se establecerán niveles de referencia para la población, expresados en dosis efectivas, en el rango de 1 a 20 mSv por año, sin perjuicio de los niveles de referencia establecidos para las dosis equivalentes, si bien en situaciones concretas se podrá considerar un nivel de referencia por debajo de este rango. También será necesario establecer niveles de referencia adecuados para la transición desde una situación de exposición de emergencia a una existente, en particular al terminar las contramedidas a largo plazo, tales como la reubicación.

En el Capítulo VIII, Sección 3 se definen los requisitos de protección de miembros de la población en situaciones de exposición existentes, que incluyen la necesidad de disponer de un programa de vigilancia ambiental apropiado (Artículo 72) y las estrategias de protección optimizadas para gestionar zonas contaminadas (Artículo 73). Si se permite la habitabilidad y la

reanudación de las actividades sociales y económicas en zonas contaminadas, los Estados miembros tienen que garantizar, consultando con los grupos interesados, que se tomen las medidas necesarias para seguir controlando la exposición (incluyendo la definición de niveles de referencia) con el fin de establecer condiciones de vida que puedan considerarse normales.

En relación a la PR del medioambiente, la Directiva en sus consideraciones menciona que puesto que la contaminación del medio ambiente puede constituir un peligro para la salud humana, es necesaria una política que proteja el medioambiente contra los efectos dañinos de las radiaciones ionizantes. Sin embargo no se dan indicaciones del alcance de dicha política.

La presentación relativa a la **Exposición al Radón** fue realizada por **Luis Quindós** (director del Grupo Radón - Universidad de Cantabria).

La Directiva 2013/59/Euratom incluye la exposición al gas radón por primera vez no sólo en puestos de trabajo sino también en viviendas incluyendo el mismo dentro del sistema regulador. Para ambas situaciones establece un nivel de referencia de 300 Bq/m³ por encima del cual, para lugares de trabajo, será obligatoria la optimización que también lo será en el caso de que no se supere dicho nivel, debiéndose incorporar la dosis debida al radón a las derivadas como consecuencia de actuaciones planificadas (Art. 54) (Art. 9).

La Directiva contempla la necesidad de disponer por parte de los Estados de un Plan nacional (Art. 103) que abarque los catorce puntos que aparecen recogidos en el Anexo XVIII de la misma y deja en manos de las autoridades nacionales la posibilidad de establecer criterios más severos de control que los establecidos como referencia en la misma.

La Directiva sugiere la aplicación de los factores de conversión a dosis recientemente aprobados por la ICRP con relación al radón de 9 mSv/WLM y 12 mSv/WLM respectivamente para miembros del público y trabajadores, no estableciendo criterios para la evaluación del factor de equilibrio a emplear en los diferentes puestos de trabajo. A destacar que estos valores duplican los que aparecen recogidos en nuestra legislación vigente (BOE 178 de 26 de julio de 2001).

Con relación a viviendas la Directiva insiste en la necesidad de promulgar por un lado medidas para la identificación de *priority areas*, la elaboración de un Código Técnico de la Edificación para evitar la construcción de nuevas viviendas con niveles de radón que superen el de referencia (Art 74) y la mitigación de aquellas que presentando valores elevados de gas radón.

La ponencia referente a las **Industrias NORM** fue presentada por **Juan Carlos Mora** (Ciemat). Si bien ya en 1904 se tuvo constancia de que en algunos materiales asociados a ciertas actividades industriales se incrementaba la radiactividad, no fue hasta 1975 cuando se plantea introducir estas industrias dentro del marco regulador de la protección radiológica. A estas industrias se las engloba dentro del acrónimo NORM, que se definen como aquellas que producen un incremento en la exposición a las radiaciones tanto a los trabajadores como al público debido al uso de materiales que no contienen cantidades

significativas de radionucleidos aparte de los naturales, hayan sido estos concentrados o no. En 1996 se introduce este control en el Título VII de la Directiva Europea 29/96 y del Reglamento para la Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes (RD 783/2001) de 2001.

La Directiva 2013/59/Euratom introduce varios cambios relacionados con las industrias NORM, algunos de los cuales han sido implementados ya en la legislación, siendo los fundamentales:

1. Se indica que las radiaciones naturales deben integrarse totalmente en los requisitos globales, en particular, las industrias NORM deben gestionarse en el mismo marco que otras prácticas. En este sentido se incluye un artículo (artículo 23 del Capítulo V) sobre prácticas que conllevan material radiactivo natural.
2. Se incluye un listado de sectores industriales NORM a partir del cual cada país identificará las industrias NORM.
3. Se incluye una nueva tabla de valores de concentración de actividad para la exención o desclasificación de cualquier cantidad de material. En concreto, la parte 2 de la Tabla A, relacionada con los NORM. Adicionalmente se incluyen criterios dosimétricos para trabajadores y público que, a partir de una evaluación de dosis efectiva, permitiría desclasificar o eximir un determinado material.
4. En cuanto al tratamiento de las industrias NORM, en su vertiente de situaciones existentes, se deben establecer estrategias para garantizar su adecuada gestión, en las que se incluyan objetivos y niveles de referencia.

Además de ello, al estar integradas al mismo nivel que otras prácticas, se deberá proporcionar educación, formación e información adecuadas a las personas que tengan competencias específicas en protección radiológica. En particular, se deberá reconocer a los expertos y responsables en protección radiológica en relación con las prácticas que conllevan material radiactivo natural.

La ponencia relativa a los **Materiales de construcción** presentada por **Miguel Ángel Sanjuán** (Área de Cementos y Morteros del Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, IECA) cerró el bloque de temas relacionados con el Capítulo VIII de la Directiva.

Los materiales de construcción en Europa se regulan mediante el Reglamento de Productos de Construcción (RPC) que, en su Anexo I relativo a los *requisitos básicos de las obras de construcción*, aparece el Requisito Básico nº 3 (CPR – BWR3) titulado *Higiene, salud y medioambiente*. Este Requisito Básico de las Obras especifica que “las obras de construcción deberán proyectarse y construirse de forma que, en todo su ciclo de vida, no supongan una amenaza para la higiene, la salud o la seguridad de los trabajadores, ocupantes o vecinos, ni tengan un impacto excesivamente elevado durante todo su ciclo de vida sobre la calidad del medio ambiente ni sobre el clima durante su construcción, uso y demolición”. Además, recoge en su punto c) el aspecto particular de la emisión de radiaciones peligrosas.

En línea con este Reglamento, la Directiva 2013/59/Euratom va a dar respuesta al mencionado punto c) en su Artículo 75,

Radiación gamma procedente de los materiales de construcción, en el que se especifica un nivel de referencia de exposición externa, en recintos cerrados a radiación gamma procedente de los materiales de construcción, de 1 mSv por año. Por otro lado, el Anexo XIII da una lista indicativa de materiales, pero son los Estados miembros los que tienen que identificar qué materiales de construcción deben de considerarse en el contexto de esta Directiva.

Como conclusión, se puede decir que la mayor ventaja de la nueva Directiva es que se adopta por primera vez en España una reglamentación específica que beneficiará a la salud de los trabajadores y de los usuarios de los productos de construcción. La adaptación a este cambio va a suponer una desventaja inicial, relativa a los sectores de los materiales de construcción, debido al coste inicial de ensayos y el posible efecto negativo de imagen debido al desconocimiento de los usuarios finales, ya que éstos no están habituados a los materiales NORM ni a todo lo relativo a la radiactividad. También hay que destacar, que la nueva Directiva podría suponer una oportunidad para algunos sectores de materiales de construcción, ya que podrían mejorar sus procesos y productos y aumentar la seguridad de éstos que se podría garantizar por controles adecuados. En cuanto a los laboratorios de ensayo, esta Directiva les va a proporcionar la realización de un mayor número de ensayos por lo que mejorarán en su precisión. Finalmente, no hay que olvidar que el mayor riesgo que nos podemos encontrar en la transposición de la nueva Directiva está en la precipitación en la toma de decisiones en cuanto a las fórmulas de cálculo adoptadas, criterio de dosis, etc.

La última presentación de la primera sesión correspondió a las **Emergencias radiológicas en la Directiva 2013/59/Euratom** elaborada por **Juan Manuel Campayo** (Hospital Universitario y Politécnico La Fe) y **José Peiro** (Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a las Emergencias. Generalitat Valenciana) quien llevó a cabo la correspondiente exposición.

Señaló que la transposición de la Directiva supone una revisión significativa de muchos documentos legales y reglamentarios relativos a las emergencias radiológicas, y está pendiente de determinar cómo se desarrollará dicha transposición (nº de documentos y alcance).

Respecto a la dificultad que hay para establecer los niveles de referencia, destacó la oportunidad que ofrece para realizar una evaluación previa de las situaciones de emergencia y de las disposiciones legales para establecer dichos niveles, ante diferentes situaciones de emergencia, así como para definir los requisitos para el personal que pudiera estar expuesto a estos niveles (formación e información, vigilancia dosimétrica –incluyendo la dosimetría biológica si fuera el caso– y la vigilancia médica).

En el ámbito de la formación de los “trabajadores de emergencias” indicó la ventaja que presenta para definir programas de formación inicial y continuada en los cuerpos y unidades de intervención en emergencias. Así mismo, el establecimiento de las garantías de asistencia médica a las víctimas de una emergencia, brinda la oportunidad de revisar la red de servicios

disponibles, evaluar las capacidades en calidad y cantidad asistencial para casos de emergencia y potenciar el establecimiento de las redes europeas de asistencia, Rempan. Por otra parte, la necesidad de actualizar todos los planes especiales de emergencias autonómicos y estatal, implica la revisión de la organización e inclusión de las lecciones aprendidas para la unificación y simplificación de dichos documentos.

La sesión de la mañana finalizó con un coloquio, con elevada participación, entre los ponentes y asistentes. Cabe destacar el interés de los participantes en los aspectos derivados de la reducción de dosis en cristalino así como la metodología de medida. Se puso de manifiesto la inquietud por los nuevos temas regulados por la Directiva relativos a los materiales de construcción, radón e industrias NORM, proponiendo desarrollar estrategias de comunicación en estas materias dirigidas al ciudadano. En relación con las emergencias radiológicas hubo intercambio de opiniones sobre los niveles de referencia, niveles derivados para alimentos, productos de consumo, etc., sugiriendo la organización de una Jornada monográfica sobre emergencias radiológicas. Los asistentes lamentaron la ausencia en la Jornada de representantes de las instituciones implicadas en la transposición de la Directiva, expresaron su preocupación, por la demora en este proceso, enfatizaron la necesidad de revisar los documentos, en fase de modificación, derivados de la transposición de dicho documento, y expresaron su descontento por la falta de información y comunicación con los diferentes agentes que llevan a cabo dicha tarea.

Después de la comida, comenzó la sesión de la tarde moderada por **Antonio Gil** (SEPR) y **Juan Castro** (SEFM), cuyo objetivo fue exponer desde los puntos de vistas de especialistas del área sanitaria, las dificultades encontradas, así como las ventajas y propuestas en relación con los artículos dedicados a las exposiciones médicas en la Directiva. Para ello fueron invitadas tanto las autoridades competentes como las Sociedades profesionales de interés: SEPR, SEFM, Seram, Semnim, SEOR, AETR así como la Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria (Fenin).

Cada ponente expresó las dificultades desde el punto de vista de su colectivo profesional siendo por tanto una jornada enriquecedora por servir de punto de encuentro en la búsqueda de soluciones comunes.

El profesor **Eliseo Vañó**, (Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Clínico San Carlos), expuso los cambios más relevantes que supone la nueva Directiva en el área médica, resaltando los nuevos requerimientos con respecto a la Directiva 1997/43/Euratom: mayores requerimientos en formación inicial y continuada en PR, criterios para procedimientos de imagen en personas asintomáticas, en la justificación y optimización de exposiciones médicas se debe tener en cuenta las exposiciones ocupacionales, referente a los niveles de referencia de dosis (NRD) deben revisarse periódicamente y aplicar medidas correctoras sin retraso, mayor implicación de los *medical physics expert* (radiofísicos) en los servicios de imagen y su participación en la selección de equipos y en la optimización de procedimientos, debe estar accesible la información de las

dosis impartidas a los pacientes y los nuevos sistemas de imagen deben tener la capacidad de transferir información dosimétrica, obligatorio registrar dosis en procedimientos de TAC e intervencionista, identificar la "responsabilidad clínica" de los profesionales, requerimiento de análisis de riesgos de incidentes y accidentes, registro de las exposiciones accidentales no intencionadas, nuevo límite de dosis ocupacional para cristalino (20 mSv/año ó 100 mSv en cinco años), la dosis efectiva ya no se promedia en cinco años, las antiguas exposiciones médico-legales (ahora llamadas exposiciones deliberadas para fines distintos de médicos) se deben justificar y optimizar adecuadamente.

Las dificultades para la implementación de la Directiva provienen, principalmente, de la necesidad de disponer de más recursos humanos y materiales, más actividades de formación en PR, personal para gestionar la información de dosis y equipos capaces de transmitirla y mejorar las estimaciones de dosis en cristalino.

Ángel Morales (Servicio de Radiología del Hospital Universitario Donostia) en representación de la Seram, presentó lo que llama el 4º principio de la PR, que es el derecho a la información y al consentimiento. El punto clave de su presentación fue la información que debe proporcionarse a los pacientes, que debe ser parte del procedimiento médico-radiológico. Esta información tiene que especificar riesgos personalizados, ya que el riesgo estimado es dependiente de la forma de exposición, sexo y edad del paciente. Deben consensuarse cómo informar de los riesgos. Hizo un llamamiento a las Sociedades científicas para definir y establecer que debe interpretarse como "altas dosis" en radiología.

José Pardo (Servicio de Oncología Radioterápica del Hospital Son Espases) coordinador del Grupo Seguridad del paciente y control de calidad de la SEOR, destacó el énfasis que presenta la Directiva en relación a la necesidad de llevar a cabo un análisis de riesgos en radioterapia, que aunque raros pueden comprometer la seguridad, el bienestar y el pronóstico de los pacientes. Entendiendo como riesgo la probabilidad de que ocurra un evento adverso y como evento adverso cualquier suceso que da lugar a un daño no deseado. Los registros disponibles señalan que, la mayoría de los errores son debidos a fallos en el flujo de trabajo y su proceso. El análisis de riesgos está incluido en la estrategia de seguridad del paciente del Sistema Nacional de Salud para el periodo 2015-2020. Las principales metodologías para llevar a cabo un análisis de riesgos son : Análisis probabilístico de seguridad (APS), Análisis Modal de Fallos y efectos (AMFE), Análisis de sucesos (AS), Metodología de Matrices de Riesgo (MARR). El Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores adaptó entre los años 2005 y 2010 la metodología de análisis de riesgos utilizado en la industria nuclear a la radioterapia. Se realizó un APS de los tratamientos con acelerador lineal, pero se descartó dicha metodología por su complejidad y se inició un proyecto empleando un método semicuantitativo conocido como matriz de riesgos en radioterapia. Como actividad adicional entre 2011 y 2013 se desarrolló la herramienta informática SEVRRRA para aplicación de esta metodología.

En España, el desarrollo y difusión de esta metodología se ha llevado a cabo en el marco del Proyecto MARR "Matrices de Riesgo en Radioterapia", en el que han participado SEFM, SEPR, SEOR, AETR, CSN y MSSSI.

Para llevar a cabo el análisis de riesgos es necesario disponer de recursos humanos y materiales y de un programa de auditorías que aseguren su realización. Por este motivo, el Dr. Pardo instó a la Administración a efectuar dichas auditorías periódicas y solicitó su ayuda para organizar cursos de formación a los profesionales implicados. También la Directiva exige la creación de un sistema de registro y análisis de sucesos para el que se requiere coordinación a varios niveles, desde el propio Hospital hasta las autoridades competentes.

Raquel Barquero (Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Clínico Universitario de Valladolid) en representación de la Semnim mostró las dificultades habidas hasta la fecha en el cumplimiento del RD 1841/1997 sobre criterios de calidad en medicina nuclear, con aspectos reglamentarios pendientes de resolver o mejorar, entre ellos, el programa de garantía de calidad en medicina nuclear, que en su opinión, no siempre están operativos ni auditados. La nueva Directiva requiere mayor implicación de los radiofísicos en los procedimientos diagnósticos y terapéuticos. Acerca de la dosimetría en terapia en medicina nuclear requiere un estudio de imagen del paciente que simule la distribución del radiofármaco, prescripción dosimétrica adaptada al mismo, planificación dosimétrica, ejecutar el tratamiento y verificar la correcta y segura aplicación. La Dra Barquero destacó la importancia de disponer de sistemas de planificación similares a los utilizados en radioterapia para hacer las planificaciones dosimétricas y evaluar la distribución del radiofármaco, así como de realizar un seguimiento clínico y radiobiológico acerca de la evolución del tumor y de los efectos sobre los órganos críticos.

Simón Martín Granados (Siemens) en representación de la Fenin, señaló que los niveles de referencia del Anexo I del Real Decreto 1976/1999 sobre criterios de calidad en radiodiagnóstico están desfasados con respecto a la tecnología actual. Resaltó la importancia de la elección del equipo y señaló el esfuerzo de los fabricantes para llevar a cabo nuevos desarrollos que comportan una disminución de dosis de radiación. Referente a la información relativa a la exposición del paciente en el informe del procedimiento médico-radiológico, indicó que actualmente todos los equipos que se comercializan permiten conocer la información dosimétrica del estudio, y que únicamente, algunos de los equipos más antiguos no disponen de esta capacidad.

Juan Alfonso Soria Jerez, vicepresidente de AETR, en representación de los técnicos españoles, expuso la importancia de las funciones del técnico superior en la implantación efectiva de las mejoras de la Directiva, ya que es el técnico el que realmente realiza el procedimiento que da lugar al diagnóstico ó al tratamiento del paciente y el responsable directo durante el mismo. Subrayó el bajo nivel formativo del que disponen los técnicos españoles, no cumpliendo con las exigencias europeas en materia de formación en protección radiológica y la prestación

de dicha formación (*Radiation Protection* n° 175), en la cual, se especifica que la formación básica de un técnico o *radiographer* debe ser de un nivel *European Qualifications Framework* 6, y, los técnicos españoles sólo tienen un nivel 5, por lo que reclama mayor formación para este colectivo, para proteger de forma más eficiente al paciente. El ponente también señaló algunas incorrecciones muy graves en la traducción oficial al castellano de la Directiva, como confundir el término *radiographer* (técnico) por radiólogo y recomendó su revisión y rectificación para evitar futuros problemas legales.

En el coloquio final, entre otros temas, se incidió en la necesidad de disponer de recursos humanos y materiales, de llevar a cabo programa de auditorías y realizar más actividades de formación en PR. Así mismo, se refirió la ausencia de representantes de los Organismos competentes, tanto de representantes del Ministerio de Sanidad como del Consejo de Seguridad Nuclear en las sesiones.

Antonio Gil y M^a Teresa Macías

Nuevos miembros españoles en los Comités de la ICRP

En diciembre de 2016 la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) convocó la presentación de candidaturas para la renovación de sus comités de cara al periodo 2017-2021. Todos los miembros han debido someterse al proceso de selección por parte de la Comisión Principal. Los nuevos miembros se incorporan a partir de julio de 2017.

Como resultado del proceso, los tres candidatos nominados con el aval de la SEPR y del CSN han resultado elegidos, por lo que estamos de enhorabuena, ya que ello demuestra el buen nivel de nuestra protección radiológica.

María Antonia López, del Ciemat, se incorpora al Comité 2 (Dosimetría de las radiaciones), Josep Martí, de la Clínica Universidad de Navarra al Comité 3 (Protección en Medicina) y Eduardo Gallego, de la Universidad Politécnica de Madrid continúa en el Comité 4 (Aplicación de las Recomendaciones).

Nuestros compañeros Eliseo Vañó, Pedro Ortíz y Almudena Real decidieron no presentarse de nuevo, ya que habían estado en varios periodos. Sin duda, ¡dejan el listón muy alto! y aunque dejen la ICRP esperamos poder seguir contando con sus

sabios consejos dentro de la SEPR.

En el nuevo periodo desaparece el Comité 5 (Protección del Medio Ambiente) ya que se ha decidido integrar los aspectos de la protección del medio ambiente en la labor de los Comités 1 (Efectos de la radiación), 2 (Dosimetría) y 4 (Aplicación de las Recomendaciones). Igualmente, el número de miembros de los Comités se ha reducido ligeramente, dejando la puerta abierta a nuevas incorporaciones posteriores a través de participaciones en los Grupos de Trabajo.

En mayo, la Comisión anunció también la nueva composición de la Comisión Principal.

Para más detalles, visitar la página web de la ICRP. <http://www.icrp.org/page.asp?id=353>

Comité de redacción



Eduardo Gallego
Miembro del Comité 4 de la ICRP

Socios de Honor de la SEPR

Como hemos informado anteriormente, durante el V Congreso conjunto SEPR-SEFM tuvo lugar la Asamblea General de la SEPR en la que se aprobó por unanimidad el nombramiento como Socios de Honor de la SEPR de Eliseo Vañó, Eduardo Sollet, Eugenio Gil, Rosario Salas, Teresa Navarro y José Gutiérrez.

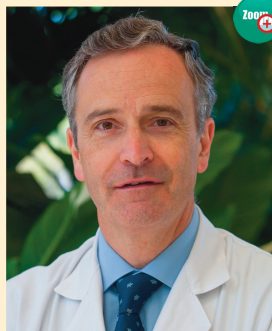
Durante la Cena de Gala del propio Congreso les fueron entregadas unas placas conmemorativas en reconocimiento de dicho nombramiento y, a continuación, reproducimos sus discursos de agradecimiento.

EDUARDO SOLLET

Soy socio fundador de la SEPR en aquella primera reunión fundacional en el Ciemat en el año, creo recordar, 1981. La SEPR me ha proporcionado grandes momentos inolvidables. Gracias a ella tengo en gran orgullo disponer de una fotografía con el rey Juan Carlos I en una audiencia que concedió a la Junta Directiva de la SEPR con ocasión, creo recordar de nuevo, del Primer Congreso internacional que celebraba la SEPR. La SEPR tuvo la deferencia de invitarme a ser primero vicepresidente y después presidente de la Sociedad y ello me permitió entre otros momentos que no olvidaré nunca, poder viajar a Méjico y conocer aquel país y a su maravillosa gente. En la SEPR yo me he sentido y me sigo sintiendo rodeado de



M^a Antonia López
Miembro del Comité 2 de la ICRP



Jospe Martí
Miembro del Comité 3 de la ICRP



Eduardo Sollet junto a Paloma Marchena, también Socia de Honor de la SEPR que le hizo entrega de la placa conmemorativa.

amigos, algo que no es fácil de encontrar, pero que debería serlo, en sociedades parecidas. Pero sobre todo la SEPR me ha permitido conocer personas, de las que me enorgullezco en la mayoría de los casos de considerarlas como mis amigos. En la entrega de la placa de Socio de Honor, nombré a muchos de ellos, y me quedé corto con otros muchos nombres en la mente. Ese ha sido y es para mí el mayor honor y orgullo de pertenecer a la SEPR, la oportunidad de haber conocido a tantas personas tan excepcionales que guardan en mi memoria un recuerdo imborrable y en mi corazón un afecto grandísimo.

EUGENIO GIL

Soy socio de la SEPR desde hace muchos años y durante todos ellos he colaborado en muchas de sus actividades. Creo que las razones que me han movido a hacerlo han sido básicamente que me gusta mi profesión y que la Sociedad siempre me ha ofrecido la posibilidad de compartirlas con colegas que me han enseñado un



Eugenio Gil y Eduardo Gallego.

montón de cosas tanto a nivel profesional como personal. A todos ellos les debo la amistad que me han brindado y gran parte de las satisfacciones que me ha producido mi carrera, que han sido muchas. Muchos de ellos son hoy buenos amigos míos, prueba de que nuestra relación ha ido más allá de los asuntos puramente profesionales y de las peleas propias de nuestras respectivas responsabilidades.

En todas las actividades de la Sociedad en que he participado, he tenido la oportunidad de compartir momentos entrañables, instructivos, interesantes, incluso muy divertidos, que han ido dejándome un poso que hoy por hoy es una parte importante de mi forma de ser. Nuestra Sociedad contribuyó en gran medida a hacerlos posibles, por lo que me siento muy agradecido con ella, máxime cuando no tengo ningún recuerdo de haber vivido enfrentamientos o momentos desagradables en ninguna de las actividades en las que me involucré la Sociedad, a pesar de que algunas de ellas entrañaron serias dificultades que no estaban no exentas de tensiones.

Bastaría sólo con esto para estar satisfecho, orgulloso y agradecido de ser socio. Pero mis colegas han ido mucho más allá y este año me han nombrado Socio de Honor, igual que su día lo hicieron con algunos de mis amigos a los que tengo gran aprecio y admiración profesional.

Por todo ello cuando la presidenta me comunicó el nombramiento, que me pilló por sorpresa, me alegré mucho, aunque no soy dado a este tipo de homenajes y reconocimientos. No tanto por lo que suponía de agasajo, cuanto porque me dijo que había surgido por iniciativa de la Junta Directiva lo cual significaba, o al menos así lo entendí yo, que la mayoría de los socios valoraban positivamente los esfuerzos que he dedicado a nuestra Sociedad.

Obviamente acepté la designación y cuando Eduardo Gallego me presentó en la cena oficial del Congreso y la presidenta

me lo entregó, pasaron por mi cabeza muchos de los momentos vividos en nuestra Sociedad que me llenaron alegría y satisfacción. Muchas gracias a todos.

JOSÉ GUTIÉRREZ

Dicen que la poesía es síntesis. Buena ocasión para perder el pudor y cumplir con la limitación de palabras requerida. Una aclaración, lo que he escrito son unos versos y, aunque no alcancen el nivel de poesía, ahí van, en agradecimiento por honrarme como Socio de Honor:



José Gutiérrez y Mercè Ginjaume.

**A la SEPR y sus habitantes.
(Como canta el bolero, si me decís ven, lo dejo todo)**

- Sólo encuentro esta forma sin intrigas
- A unas doscientas palabras sometido,
- Para expresar feliz y agradecido,
- Ser tu socio de honor, mi gran amiga.
- No hice caso a Balzac con el veneno
- Y me bebí tu copa de un gran trago
- Mas no me desarmó, por el contrario,
- Contigo trabajé largo y sereno.
- En tu interior, plagado de maestros
- Que no puedo nombrar, por la medida,
- Aprendí que es inmensa la ventura
- De caminar al lado de los diestros
- Recorrí, con el tiempo, tu estructura
- Trabajé con tu gente a gas abierto
- Se apartaba lo falso de lo cierto
- Se aportaba color a tu pintura
- Vi tu barco y me dije ¡al abordaje!
- Navegar en tu mar fue una gran dicha
- Puse un grano de arena en tu divisa
- ¡Qué gran honra integrarme en tu bagaje!

ELISEO VAÑÓ

Fue una agradable sorpresa saber que la SEPR me había propuesto como Socio de Honor de la Sociedad. Para todos los que hemos dedicado una parte importante de nuestra vida profesional a las actividades con radiaciones ionizantes y a los aspectos de protección radiológica (PR), este tipo de reconocimiento nos anima a valorar cada vez más, el papel de las sociedades científicas y profesionales. Mi experiencia inicial en la física nuclear experimental me motivó a aprender algunos aspectos básicos de seguridad radiológica y posteriormente, el paso a la Universidad y al área médica hospitalaria, me hicieron ver lo relevante que era enseñar a nuestros alumnos y profesionales



Eliseo Vañó y Ricardo Torres.

sanitarios, que los riesgos de las radiaciones ionizantes se podían gestionar de forma adecuada manteniendo los beneficios del uso médico de las radiaciones ionizantes. Combinar las actividades de formación, asistencia sanitaria e investigación, ha sido una inigualable experiencia para tener una visión global de la PR. He podido compartir esa experiencia con nuestros colegas de la ICRP durante 16 años, y algunas de las recomendaciones publicadas durante los últimos años en el ámbito médico, tienen esa orientación. Gracias a la SEPR y a su Junta Directiva por la distinción que me han dispensado, y que yo entiendo también destinada a todas las personas con las que he trabajado conjuntamente potenciando la PR en el ámbito sanitario.

ROSARIO SALAS

En el pasado V Congreso conjunto de la SEPR y la SEFM, celebrado en Gerona, se nombraron seis Socios de Honor de la SEPR, entre los cuales tuve el gran honor de estar incluida.

La SEPR, a la que he estado vinculada desde los inicios de mi carrera profesional, es una Sociedad de extraordinario interés y de gran ayuda tanto para los profesionales de la protección radiológica como para toda la población. En el primer caso ofrece la oportunidad de colaborar y aprovechar la experiencia de los mejores en este campo a través de cursos, jornadas, foros, conferencias y de todas las posibilidades que ofrece su página web. Por otro lado proporciona información objetiva y solvente a la población a través de las respuestas a las preguntas que le realizan y de las notas informativas y otra documentación que se publica en dicha página, de modo que es fuente de confianza y tranquilidad en todas las situaciones y en especial cuando se producen incidentes o accidentes que puedan afectar a nuestro país.



Rosario Salas y Margarita Herranz.

- Por todo lo anterior, siempre quise pertenecer y colaborar con la SEPR; y recibir ahora, una vez finalizada mi vida profesional, esta distinción ha supuesto para mí una inmensa alegría y un verdadero honor por el que me siento profundamente agradecida.

TERESA NAVARRO

- Teresa se vino de Santa Cruz de Mudela, Ciudad Real, para estudiar Ciencias Físicas en la Universidad Complutense de Madrid. Poco después de licenciarse comenzó a trabajar en la entonces Junta de Energía Nuclear (JEN). Durante su larga trayectoria profesional en el Ciemat ha ocupado distintos cargos de responsabilidad, habiendo sido la jefa de los Servicios de Dosimetría de la Radiación Externa y de la Radiación Interna, la Unidad de Dosimetría de Radiaciones y la División de Medio Ambiente Radiológico. Ha sido la representante del Ciemat en la plataforma europea Eurados y ha colaborado con el OIEA en actividades de Cooperación Técnica.



- Con la Sociedad Española de Protección Radiológica siempre ha colaborado de forma muy activa, habiendo sido miembro de la Junta directiva (2006-2010), del Comité de Redacción de la revista RADIOPROTECCIÓN (1998-2000 y 2006-2008), de la Comisión de Comunicación y Publicaciones (1998-2000) y presidenta de la Comisión de Publicaciones (2006-2010). Además, ha participado en diversos grupos de trabajo de la SEPR, entre los que destacan los relativos a *Estimación de dosis absorbidas por el paciente tras la administración de radiofármacos* (2001-2002), *Dosimetría* (2006-2017), *Revisión del protocolo de dosimetría de área* (2007-2008), *Estudio sobre partículas radiactivas* (2008-2010). También ha formado parte del Comité Científico de varios Congresos de la SEPR.

www.sepr.es

The screenshot shows the SEPR website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'LA SEPR', 'NOTICIAS', 'CONVOCATORIAS', 'PROFESIONALES', 'PÚBLICO', and 'Socios'. Below this, a main content area features several sections: a '¡Asóciate!' banner, a news item about new ICRP members, a 'Diario Oficial de la Unión Europea' section, a 'Mapa de potencial de radón en España' with a map, and a 'European ALARA Network Newsletter' section. On the left side, there is a 'Convocatorias' section with a calendar for July 2017. On the right side, there are sections for 'Plataforma I+D', '5º Congreso Conjunto SEFM-SEPR', and 'Radioisótopos' with a search bar. A 'Video destacado' section is also visible at the bottom right.



Manuel Rodríguez Martí, nuevo secretario general del Consejo de Seguridad Nuclear

El 17 de marzo de 2017, el Consejo de Ministros nombró a Manuel Rodríguez Martí secretario general del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).



Manuel Rodríguez Martí. ©CSN

Manuel Rodríguez es ingeniero industrial y funcionario de la Escala Superior del Cuerpo Técnico de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica. Desde 1985, ha venido desarrollando su carrera profesional en el CSN, donde ha desempeñado diversos cargos, el más reciente el de subdirector de Instalaciones Nucleares dentro de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear. Por su parte, entre 2000 y 2013 desempeñó la función de subdirector de Protección Radiológica Operacional.

Como secretario general del CSN tiene encomendadas la dirección, el impulso, la coordinación y la supervisión de la actividad de todos los órganos del CSN, así como las funciones que se detallan en el artículo 37 del Estatuto de dicho organismo.

Comité de Redacción

Juan Carlos Lentijo, elegido Ingeniero Industrial del Año

El día 22 de junio el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid celebró la XVI edición de su entrega anual de premios entre las que destacó el nombramiento de Juan Carlos Lentijo como Ingeniero Industrial del Año.

El actual director general adjunto del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) y director del Departamento de Seguridad Nuclear en Viena recibió muy agradecido el premio de manos de el decano y de el secretario del COIIM, César Franco Ramos y Galo Gutiérrez Monzonís. Sobre Juan Carlos Lentijo, el decano destacó entre sus logros profesionales que él fue el responsable para la misión del OIEA en Fukushima pero, afirmó, que más importante que eso es la calidad humana de Lentijo que destacan quienes le conocen y que "le convierte en un gran gestor de equipos y de personas, que cuida de la gente y que es un buen compañero de trabajo".

Además de Lentijo también fueron premiados en esta edición Juan Rosell Lastrortras, por su *Trayectoria Profesional* co-



De izquierda a derecha: César Franco, Juan Carlos Lentijo y Galo Gutiérrez. © COIIM

mo ingeniero industrial; la empresa Initec Plantas Industriales como *Entidad más Innovadora*; y el Instituto Cervantes por su *Trayectoria Humanística, Social y Cultural*.

Comité de Redacción

PEPRI: Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica

Desde el pasado mes de abril, PEPRI ha avanzado en la difusión y puesta en marcha de las actividades previstas en su Plan Estratégico, aprobado por la Asamblea General de socios el pasado 24 de noviembre de 2016. Para su difusión se ha elaborado un folleto informativo que resume los aspectos más relevantes del mismo. Este documento está disponible en www.sepr.es/recursos/descargables/PEPRI/PEPRI_Plan_Estrategico_folleto.pdf

En relación a las actividades de desarrollo del Plan Estratégico, están en marcha las siguientes:

- Identificación de organismos y entidades privadas (fundaciones, empresas, etc.) susceptibles de estar interesadas en la I+D en PR.
- Preparación de un catálogo web de grupos universitarios: capacidades, recursos y líneas de I+D.
- Preparación de un catálogo web de infraestructuras de I+D en PR en España.
- Recopilar participación grupos españoles en programas europeos 2010-actual.
- Identificar consultoras que ayuden a la preparación de propuestas a programas europeos.
- Identificar interlocutores en Ciemat y otros organismos relacionados con Concert.
- Identificación de empresas fabricantes y comercializadoras de productos de PR en España (catálogo web).
- Recopilar las técnicas de gestión del conocimiento aplicables a la I+D en PR.

En relación a los proyectos impulsados por PEPRI se han cerrado las *Memorias de los proyectos sobre protocolo nacional para la evaluación de I-131 en situaciones de emergencia*

y Creación de la red española de excelencia en dosimetría biológica, elaboradas por sendos equipos de proyecto. Estas *Memorias* se han presentado al CSN para su consideración y posible inclusión dentro de su Plan de I+D. Está pendiente identificar otros posibles promotores que, además del CSN, puedan apoyar estos proyectos.

El proyecto sobre *Evaluación y mejora de la capacidad existente a nivel nacional para la determinación de ^{239}Pu en orina en situaciones de emergencia* está aún en fase de preparación de la Memoria.

Respecto a la nueva iniciativa promovida por el Centro de Láseres Pulsados (CLP) y otras entidades sobre Detección y Medida de los Campos Pulsados de Radiaciones Ionizantes Generados en Instalaciones de Láseres Ultra-Intensos, se han identificado las entidades interesadas en participar en este proyecto y se ha solicitado realizar una campaña de medida en el CLP para comparar la respuesta de dispositivos basados en diferentes tecnologías bajo los pulsos de radiación ionizante generados con el láser VEGA-2.

Finalmente, en el contexto del Congreso conjunto de las SEPR y SEFM celebrado el pasado mes de junio en Girona, PEPRI coordinó dos sesiones técnicas:

- Programa de investigación en PEPRI. Estado actual y perspectivas de desarrollo.

- Retornos de la I+D en PR: ¿por qué no se aprovechan los resultados de la I+D en la práctica diaria de la PR?

En la página web del Congreso pueden encontrarse sendos resúmenes de estas dos sesiones (<http://www.girona2017.com/descarga-ponencias/>).

Alegria Montoro (Secretaria General PEPRI),
Mercè Ginjaume (SEPR-UPC) y Pío Carmena (SEPR-Endesa)

Creación de Redes de Conocimiento Nuclear y Radiológico del OIEA

La gestión del conocimiento está viviendo en los últimos años un auge muy importante en las organizaciones del ámbito nuclear y radiológico. Organismos internacionales, autoridades nacionales, operadores, proveedores de equipos y servicios, organizaciones de soporte técnico, etc., están desarrollando numerosas actividades orientadas a la gestión del conocimiento y en términos más generales, a la creación de capacidades.

En particular, el OIEA viene desarrollando en los últimos años un programa de actuaciones dirigidas a orientar a los Estados miembros a crear y mantener las capacidades que necesitan para llevar a cabo sus programas nucleares y para el uso de técnicas radiológicas en todos los ámbitos, todo ello manteniendo los niveles de seguridad que establecen las convenciones y los estándares internacionales en materia de seguridad nuclear y radiológica. Este programa se estructura en cuatro pilares básicos: los recursos humanos, la gestión del conocimiento, la formación y el entrenamiento y la participación en redes de conocimiento.

Dentro de este programa, el OIEA está prestando especial atención a la creación y promoción de redes de conocimiento

- de la seguridad nuclear y radiológica. En este campo, el OIEA está prestando especial atención a la creación de la *Global Safety and Security Network* (GNSSN) (www.gnssn.iaea.org) con el objetivo de crear un foro de intercambio de información y conocimiento para facilitar la colaboración entre los técnicos y las instituciones de los Estados miembros.

- La GNSSN facilita el acceso a un conjunto de redes creadas y operadas por el OIEA con el apoyo de los estados miembros, de ámbito global (organizaciones reguladoras –RegNet–, organizaciones de apoyo técnico y científico –TSOF–, y evaluación de la seguridad –GSAN–); regional (Latinoamérica –FORO–, África –ANNuR–, Asia-Pacífico –ANSN– y países árabes –FNRBA–), otras de ámbito temático (preparación para emergencias –EPNet–, protección seguridad física –Nusec–, transportes, sistemas de gestión reactores HWR, reactores WWR, reactores SMR, gestión ambiental y remediación, gestión de fuentes, gestión de residuos, laboratorios subterráneos de investigación, gestión de combustible gastado, desmantelamiento de instalaciones, laboratorios de varios tipos, etc.) y a plataformas nacionales que facilitan el acceso a redes de ámbito nacional.

- Las plataformas nacionales de la GNSSN se nutren con información aportada por cada uno de los países que voluntariamente quieren participar en ella, facilitando el acceso a las redes de conocimiento e información de ámbito nacional, ofreciendo a terceros el conocimiento de sus programas nucleares, sus infraestructuras nacionales, su marco regulador, sus capacidades técnicas, su oferta de formación y entrenamiento, su infraestructura de seguridad, sus planes de emergencia, etc.

- En términos prácticos, las plataformas nacionales de la GNSSN permiten el acceso fácil y rápido a una amplia variedad de redes y portales de ámbito nacional que contienen información directa o indirectamente relacionada con las actividades nucleares y radiológicas de cada país, con el objetivo de facilitar el intercambio de conocimiento e información, y la colaboración en programas o proyectos específicos entre los técnicos y las instituciones que trabajan en el campo nuclear en cada país.

- La GNSSN tiene ya incorporadas las plataformas nacionales de más de veinte Estados miembros que se encuentran en diferente grado de desarrollo. El pasado mes de junio tuvo lugar un taller en Viena en el que participaron ocho países europeos, entre ellos España, y la República de Corea que han decidido incorporar su plataforma nacional a la GNSSN.

- La Plataformas Españolas de I+D de Energía Nuclear de fisión (Ceiden) y de Protección Radiológica (PEPRI) contemplan dentro de sus objetivos estratégicos la gestión del conocimiento en sus respectivos ámbitos. Ambas organizaciones, trabajando de forma coordinada y conjuntamente con entidades como Ciemat, Tecnatom, CSN, las universidades, etc. pueden aportar y actualizar la información necesaria para que España participe en la GNSSN del OIEA al nivel correspondiente a su desarrollo tecnológico en este campo.

Eugenio Gil
Dr. en Ciencias Físicas
Ex Subdirector CSN
Ex Regulador de Seguridad Radiológica del OIEA

El CSN acoge la I Jornada informativa sobre el Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares

El pasado 25 de mayo se celebró en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) la primera jornada informativa del Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares (FORO). El objetivo principal de este acto fue informar y compartir con los técnicos del CSN, y el resto de asistentes a la jornada, los resultados de algunos proyectos realizados por esta asociación desde 1997.

La jornada fue inaugurada por Fernando Marti Scharfhausen, presidente del organismo y Fernando Castelló, miembro del Pleno que representaba al CSN en esta asociación.

El presidente destacó en su discurso la importancia de mantener la colaboración internacional entre los países iberoamericanos y los esfuerzos y compromisos que se necesitan para ello. Y por ello, se remarcó que el FORO ofrece un marco y una herramienta inmejorable para que se mantengan el intercambio de conocimientos y se sigan mejorando las relaciones entre los organismos relacionados con la seguridad radiológica que forman parte de esta estructura.

El consejero Castelló presentó al público asistente el FORO, constituido por los organismos reguladores de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, España, México, Paraguay, Perú y Uruguay. Castelló destacó que el principal objetivo del FORO es la promoción de la seguridad nuclear, radiológica, y física al más alto nivel en la región iberoamericana. También remarcó su misión, que radica en ser una herramienta útil para fomentar el intercambio de conocimiento, desarrollar proyectos de interés común, armonizar prácticas reguladoras y establecer las relaciones pertinentes con organismos nacionales e internacionales. Se expusieron algunos acuerdos exitosos entre el FORO y organismos internacionales como el OIEA y la OMS y asociaciones como el IRPA, ICRP o ETSO. Para finalizar su intervención, el consejero anunció las ideas futuras del FORO como establecer una hoja de ruta para identificar los intereses comunes, mantener y ampliar el intercambio de conocimientos y experiencias entre las autoridades regulatorias, seguir desarrollando proyectos de excelencia y por supuesto mantener y consolidar las

- relaciones con los organismos internacionales. Y concluyó que el FORO no es único y exclusivo de los miembros de los países que lo forman, sino que éste pone a entera disposición de todos los países de Iberoamérica sus prácticas y conocimientos.

- A continuación, tomó la palabra Alfredo de los Reyes, presidente del Comité Técnico Ejecutivo, quien expuso brevemente algunos de los proyectos desarrollados por el FORO durante estos últimos años. Entre éstos, se encuentran proyectos dentro del ámbito médico como el proyecto "APS" (*Análisis Probabilista de Seguridad en un acelerador lineal de uso médico*) o el proyecto *Matrices de riesgo* para el análisis de seguridad de las instalaciones radiactivas de radioterapia. También, proyectos enmarcados en la cultura de la seguridad en PR, como una *Guía sobre fomento y desarrollo de la cultura de seguridad radiológica en las prácticas con fuentes de radiaciones ionizantes*. De gran importancia han sido los proyectos basados en las Emergencias, como el proyecto sobre la *Armonización de las capacidades de países de la región iberoamericana en la preparación y respuesta a emergencias radiológicas y nucleares*. Asimismo, se explicaron proyectos dentro del ámbito de centrales nucleares o instalaciones radiactivas como un proyecto para el *Establecimiento de criterios para el licenciamiento y requisitos de inspección de instalaciones con ciclotrones*, el proyecto *PREEV* (prácticas reguladoras en envejecimiento y extensión de vida de centrales nucleares) y proyectos de gestión de desechos, entre otros. Por último, el presidente del Comité Técnico definió las áreas estratégicas para los futuros proyectos, las cuales se concentran en la seguridad física, el transporte y la gestión de residuos.

- Para la explicación más detallada de algunos de los proyectos del FORO, se expusieron los objetivos y resultados de los proyectos "CreAN", *Competencias Reguladoras en el Área Nuclear*, cuyo principal objetivo ha sido mejorar los sistemas, programas y prácticas en capacitación y desarrollo de competencias del personal regulador de reactores nucleares. El Proyecto *Sevrra de Aplicación de análisis de riesgo a radioterapia* fruto del interés en el área de radioterapia en la seguridad y calidad del tratamiento radioterapéutico por las altas dosis impartidas. El proyecto de *Cultura de Seguridad en las organizaciones, instalaciones y actividades con fuentes de radiación ionizante*. Y finalmente se presentó la tarea llevada a cabo por el FORO de *Evaluación de resistencia en las centrales de acuerdo al Plan de Acción del OIEA* a raíz del accidente de la central nuclear de Fukushima.

- Todos los asistentes a la jornada coincidieron en el acierto de su celebración, la cual permitió reunir a varios de los integrantes del FORO para dar a conocer muchas de las actividades llevadas a cabo durante los últimos años y sin lugar a duda, intercambiar opiniones y experiencias entre todos los asistentes al acto.



Fernando Castelló
 Miembro del Plenario FORO. Consejero CSN
 Inmaculada Simón
 Asesora Técnica del CSN
 Natividad Sebastián
 Instituto de Investigación Sanitaria La Fe

ETRAP 2017 - Trabajos publicados

Del 30 de mayo al 2 de junio de 2017 ha tenido lugar en el Campus de la Universidad Politécnica de Valencia, la 6ª Conferencia Internacional sobre Educación y Formación en Protección Radiológica (ETRAP).

Con el objetivo de identificar tendencias y buenas prácticas en el área, mirando hacia el futuro para que la sociedad pueda seguir beneficiándose de los muchos usos de la radiación ionizante, ETRAP 2017 proporcionó un foro en el que presentar y discutir la situación actual de la educación y la capacitación en protección contra las radiaciones. La conferencia contó con 120 participantes de 40 países (15 de España).

Los trabajos completos de ETRAP 2017 se pueden descargar en un solo archivo PDF (16Mb) del sitio web www.etrp2017.org.

15ª Reunión de coordinación y planificación de los centros colaboradores Rempan de la OMS

Durante los días 3 al 5 de julio de 2017 ha tenido lugar en Ginebra, Suiza, la 15ª Reunión de coordinación y planificación de los centros colaboradores Rempan (*Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network*) de la OMS (Organización Mundial de la Salud).

El objetivo de esta red es facilitar la cooperación internacional para proporcionar la asistencia médica adecuada en casos de sobreexposición a radiaciones ionizantes tal y como requiere la regulación internacional de salud pública. Además, esta red incluye la investigación y el desarrollo en relación con las medidas de salud en emergencias radiológicas y/o nucleares.

Estas reuniones de coordinación y planificación de Rempan permiten actualizar el desarrollo y la implantación de los tratamientos médicos adecuados para las personas irradiadas durante un accidente, intercambiar conocimientos en estas áreas y verificar la validez de los dispositivos puestos en marcha para hacer frente a estas situaciones.

La reunión fue inaugurada por los directores de Emergencias y de Salud Pública Suiza y de la OMS, participaron más de un centenar de profesionales procedentes de treinta países.

- La agenda de la reunión, presentada por la Dra. Zhanat Carr, estaba dividida en 12 bloques que se desarrollaron durante los tres días que duró la reunión.

Primer día:

1. Cooperación Internacional para la seguridad sanitaria mundial. En esta sección intervinieron representantes de la OMS, IAEA, GHSI (Iniciativa de seguridad sanitaria mundial. Grupo de trabajo sobre amenazas nucleares).
2. Fortalecer la seguridad sanitaria mundial con respecto a las emergencias radiológicas y nucleares.
3. Principales actantes y asociaciones (intervinieron representantes de IRPA, Neris, IFRC, RITN, EBMT).
4. Informes de los miembros de la red sobre las actividades llevadas a cabo entre 2014 y 2017.

Segundo día:

5. Actualizaciones y lecciones aprendidas como consecuencia de Fukushima.
6. Radiación y tiroides.
7. Efectos a largo plazo y programas de vigilancia de la salud.
8. Sesión conjunta de Rempan y la Asamblea General de la Asociación Internacional de Radiopatología: lesiones por radiación.

Tercer día:

9. Monitoreo de la contaminación interna. Evaluación y gestión.
10. Consecuencias no radiológicas de las emergencias por radiación.
11. Comunicación de riesgo en emergencias nucleares.
12. Investigación y desarrollo actual para emergencias radiológicas.

• Cada una de las sesiones constaba de diferentes ponencias presentadas por expertos en el área y de una discusión final abierta a todos los asistentes a la reunión.

• La sesión de clausura fue realizada por la Dra. Zhanat Carr que resumió el desarrollo de las jornadas destacando la elevada participación de los asistentes.

• Desde el Centro de Radiopatología y Radioprotección del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid, valoramos muy positivamente nuestra asistencia a dicha reunión, como parte de nuestra implicación en la red

Rempan, en la que venimos colaborando desde 2011, no sólo con la participación en las diferentes reuniones que han tenido lugar, sino también en los simulacros de emergencias nucleares a nivel mundial que coordina esta red.

Mercedes Moreno y
María Jesús Prieto
Laboratorio de Dosimetría
Biológica
Centro de Radiopatología.
H. G. U. Gregorio Marañón





Jornada anual de I+D en Seguridad Nuclear y Protección Radiológica del CSN

El pasado 4 de julio tuvo lugar en la sede del CSN la Jornada anual de investigación y desarrollo. Dicha Jornada fue inaugurada por el presidente del CSN, Fernando Martí Scharfhausen. El presidente destacó que el Plan I+D del CSN es un instrumento estratégico para este organismo, destacando su orientación para potenciar los retornos de la I+D, el enfoque colaborativo y la búsqueda de sinergias.

A continuación Carlos Castela, jefe de la Unidad de Investigación y Gestión del Conocimiento, expuso las actividades del año 2016 llevadas a cabo por el CSN en materia de I+D, enmarcadas dentro del Plan de I+D del CSN 2016/2020. En relación a la cartera de proyectos, destaca que en 2016 se han gestionado 46 proyectos. De éstos, dos se han concretado en Acuerdos Marco entre el CSN y la entidad proponente, cinco en forma de subvenciones y 39 en forma de acuerdos específicos de colaboración. Adicionalmente, se había firmado un convenio de colaboración con la Agencia Estatal de Investigación, para que realizara la evaluación externa de los proyectos de I+D finalizados. En relación a la información presupuestaria, Castela comentó que en 2016 el CSN ha invertido un total de 1.450.000 euros en actividades de I+D, lo que representa el 61 % del presupuesto previsto.

Finalmente resumió las conclusiones de la evaluación de resultados y lecciones aprendidas del año 2016 realizado, que ha identificado áreas de mejora en los instrumentos (convenios/subvenciones) utilizados para los proyectos, la búsqueda de colaboración y sinergias en los proyectos y la gestión interna en el CSN de las propuestas de proyectos. También destacó como aspectos positivos los retornos derivados de la I+D y su aprovechamiento.

Como todos los años se presentaron en detalle dos de los proyectos de investigación apoyados por el CSN, uno del área de protección radiológica y otro de seguridad nuclear.

El primero era el **Estudio de la identificación de los genes implicados en la respuesta radioadaptiva al desarrollo de los linfomas linfoblásticos de células T inducida por la exposición a bajas dosis de radiación gamma**, que fue introducido por **Asunción Díez**, del Área de Instalaciones Radiactivas y Médicas del CSN, y presentado por **Javier Santos** del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa/ Universidad Autónoma de Madrid. El objetivo de dicho proyecto es determinar las bases genéticas del efecto protector diferencial de la exposición a las bajas dosis de radiación ionizante en timocitos radioadaptados de ratones machos y hembras. Como conclusiones, los autores han observado una respuesta radioadaptativa (RAR) diferencial frente a la apoptosis radioinducida entre los timocitos de machos y hembras. Quiso resaltar Javier Santos, en relación a los retornos, que dicho trabajo ha sido publicado en la revista *BMC Genomics*.

El otro proyecto era el **Proyecto HYMERES (Hydrogen Mitigation Experiments for Reactor Safety)**, presentado por **Juan M. Martín-Valdepeñas** del Área de APS del CSN. Este proyecto estudia el comportamiento de H_2 durante un accidente severo en las contenciones de centrales nucleares y presentó los resultados de

diferentes simulaciones con modelos de transferencia y su consistencia con experimentos realizados en condiciones análogas en una instalación en Suiza.

A continuación presentaron sus actividades las **Cuatro cátedras del CSN**: **Argos**, de la Universidad Politécnica de Cataluña; **Federico Goded** y **Juan Manuel Kindelán**, de la Universidad Politécnica de Madrid y **Vicente Serradell** de la Universidad Politécnica de Valencia. Se pasó revista a las actividades apoyadas con la financiación del CSN, que básicamente fueron becas para trabajos fin de máster, tesis doctorales, asistencia a cursos y bolsas de viaje para asistencia a congresos, entre otras.

A continuación, **Pablo León**, secretario de la **Plataforma Española de I+D en Energía Nuclear de Fisión, Ceiden**, presentó las actividades realizadas por esta Plataforma en 2016. Destacó las reuniones internacionales mantenidas con el director general de la *Nuclear Energy Agency* de la OCDE (NEA), Dr William Magwood, con representantes del *National Nuclear Laboratory* (NNL) del Reino Unido y con Nugenia. En el ámbito nacional, destacó la preparación de unidades estratégicas de I+D relacionadas con la energía nuclear para la Alianza para la Investigación y la Innovación Energéticas (Alinne), la participación en el Foro Transfiere y la colaboración en el Comité de Coordinación de Plataformas Tecnológicas del ámbito Energético (CCPTE). Por último comentó las publicaciones de Ceiden en artículos en revistas SNE, CSN, ponencias, etc.

Alegría Montoro, como secretaria general de la **Plataforma Española en Protección Radiológica, PEPRI**, presentó las actividades de la Plataforma en el año 2016. Destacó el relevo en la presidencia de la Plataforma, que tuvo lugar en la 3ª Asamblea General celebrada en noviembre de 2016, pasando D. Fernando Castelló, consejero del CSN, a presidir PEPRI en sustitución del profesor Francisco Fernández Moreno. También comentó que se había elaborado, publicado y difundido el Plan Estratégico de I+D en Protección Radiológica de PEPRI, presentándose de forma resumida las líneas principales del mismo. Por otra parte, explicó que se había avanzado en la concreción de las tres iniciativas de proyectos colaborativos de I+D, dos de los cuales ya se habían presentado al Plan de I+D del CSN para su valoración y se había identificado un nuevo proyecto relacionado con la medición de campos pulsados de alta intensidad. Las perspectivas futuras de la Plataforma son continuar con el desarrollo del Plan Estratégico, así como la identificación y lanzamiento de programas/proyectos de I+D en el marco de PEPRI.

Finalmente intervino como invitado internacional **Ari Koskinen**, experto del Instituto finlandés VTT, que presentó el **Programa finlandés de I+D** y las instalaciones y capacidades de su Instituto (celdas calientes, laboratorios, etc.), ofreciendo éstas para posibles colaboraciones con entidades de I+D españolas.

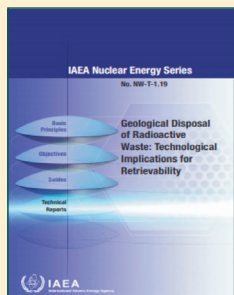
La clausura de la Jornada fue realizada por la vicepresidenta del CSN, **Rosario Velasco** y por el secretario general del CSN, **Manuel Rodríguez**. Los dos agradecieron la presencia a todos los asistentes, de manera especial a los ponentes, y destacaron la importancia de seguir manteniendo e incrementando la presencia del I+D del sector en todos los foros internacionales relacionados con la materia. Por último, ambos ratificaron el compromiso del CSN con la I+D en la búsqueda de la excelencia regulatoria, para la mejora de la seguridad nuclear y la protección radiológica.

Alegría Montoro (Secretaria General PEPRI), Pío Carmena (SEPR-Endesa)

Publicaciones OIEA

Almacenamiento geológico de residuos radiactivos: implicaciones tecnológicas para su recuperabilidad

IAEA NUCLEAR ENERGY SERIES N° NW-T-1.19



En esta publicación se analizan las diferentes propuestas técnicas llevadas a cabo por algunos países (Canadá, Suiza, Francia, Reino Unido) para una potencial construcción de un almacén permanente de residuos radiactivos de alta actividad. Estos almacenes geológicos tienen una característica principal: se trata de que en un periodo de tiempo (que abarca hasta los 500 o 1.000 años), los terrenos puedan ser

rehabilitados y usados en condiciones de seguridad radiológica.

También se mencionan los posibles países candidatos para construir estos almacenes geológicos profundos, así como si existe regulación al respecto en la materia en cada uno de ellos y el tipo de roca disponible para realizarlo.

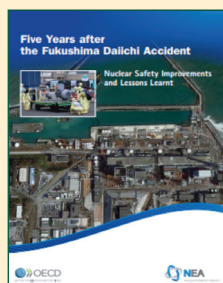
ISBN 978-92-0-100109-2

Disponible en:

Publicaciones NEA

Cinco años después del accidente de Fukushima Daiichi, mejoras en la seguridad nuclear y lecciones aprendidas

NEA NO. 7284



Esta publicación, realizada por NEA en 2016 es un resumen de todas las acciones llevadas a cabo por los diferentes países miembros, con el fin de mejorar la respuesta ante una emergencia nuclear causada por fenómenos naturales y los trabajos posemergencia, teniendo en cuenta la experiencia operativa tras el accidente de Fukushima-Daiichi.

En concreto, se han realizado numerosas modificaciones en planta para

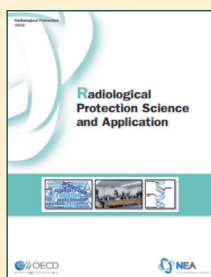
mejorar la respuesta ante la misma, en términos de dosimetría (externa e interna) y protección radiológica, garantizando la operabilidad y disponibilidad de suficientes dosímetros, trajes específicos para la protección radiológica para el personal encargado de paliar los efectos de la radiación y contaminación, equipos de vigilancia ambiental.

Disponible en:

Protección Radiológica, Ciencia y Aplicación

NEA NO. 7265

Esta publicación, del año 2016, es un resumen muy interesante de los retos a los que se enfrenta la protección radiológica actualmente debido al desarrollo de ciertas áreas, como por ejemplo, la medicina, ciertos sectores industriales, etc. En concreto, se plantea llevar a ciertas áreas los principios de Optimi-



zación y Justificación que aplican en la industria nucleoelectrónica.

Se resumen también los nuevos retos que se plantean en torno al desarrollo de la protección radiológica en el medio ambiente, utilizando para ello animales y plantas de referencia.

Además, se plantea la necesidad de seguir avanzado en los estudios relacionados con el radón en el aire y de sus

progenitores, pudiendo quedar a expensas de ser regularizados sectores como los de los Spas, industria de producción de calor geotérmico, espeleología, etc.

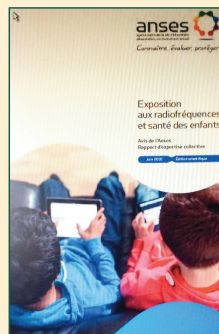
Disponible en:

Publicaciones ANSES

Agencia Nacional de Seguridad Sanitaria de la Alimentación, el Medio Ambiente y Trabajo, en Francia

La exposición a la radiofrecuencia y la salud de los niños

© ANSES ÉDITIONS



ANSES publicó en julio de 2016 un nuevo informe científico sobre *La exposición a la radiofrecuencia y la salud de los niños*, teniendo en cuenta todos los dispositivos inalámbricos, desde tabletas, juguetes controlados a distancia, juguetes inalámbricos, monitores para bebés y teléfonos móviles. En sus conclusiones, la Agencia señala que los niños pueden estar más expuestos que los adultos debido a sus características morfológicas y anatómicas, incluyendo

su pequeño tamaño y las características de algunos de sus tejidos. En este contexto ANSES recomienda un uso moderado de las tecnologías de comunicación inalámbrica por parte de los niños. Además, recomienda reducir los límites de exposición a radiofrecuencia (RF) con márgenes de seguridad para niños y desarrollar métodos de prueba premercado más sofisticados para evaluar completamente la exposición humana a la radiación RF de dispositivos inalámbricos.

ISBN 979-10-286-0116-4

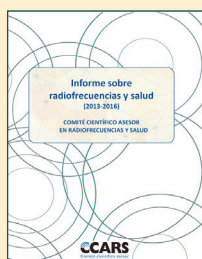
Disponible en:

CCARS, Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud

Radiofrecuencias y Salud

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN (COIT)

Esta nueva edición de enero 2017 del informe de CCARS destaca la inclusión de capítulos que revisan la evidencia sobre aspectos novedosos, tales como las redes de telefonía de cuarta



generación, las aplicaciones de los sistemas WiFi, los campos electromagnéticos en los escáneres de los aeropuertos, la compatibilidad electromagnética en los dispositivos implantables, el uso de las radiofrecuencias en la medicina, o la legislación sobre exposición laboral a campos electromagnéticos. Se concluye

- que “el análisis crítico de las evidencias respalda que no existen razones técnicas ni sanitarias que justifiquen la imposición arbitraria y discrecional de límites de exposición más exigentes que los recomendados por la OMS-ICNIRP y la Unión Europea”, mientras que la aplicación de límites más restrictivos “implicaría aumentar el número de antenas con el consiguiente impacto visual, social y económico”.

• ISBN: 978-84-936910-3-5

Disponible en:

CONVOCATORIAS

“más información en www.sepr.es”

JULIO

• Fifth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research (RAD 2017)

Fecha: 30/07/2017

Hora: 09:00

Lugar: Denver, Colorado (EE.UU.)

Entre el 30 de julio a 3 de agosto se celebrará la 59ª reunión anual de la Asociación Americana de Físicos en Medicina (AAPM) en Denver, Colorado.

El evento tendrá lugar en el Centro de Convenciones de Colorado. Los programas ofrecerán una excelente oportunidad para adquirir conocimientos prácticos sobre cuestiones técnicas y profesionales emergentes. El programa científico contará con las últimas investigaciones de la física médica de la imagen y radioterapia, incluyendo un mayor enfoque en la creciente integración de las tecnologías avanzadas de imagen médica.

Más información:

AGOSTO

• ARPS 2017

Fecha: 06/08/2017

Hora: 09:00

Lugar: Wollongong, Nueva Gales del Sur (Australia)

La sucursal de Nueva Gales del Sur de la Sociedad de Protección Radiológica de Australia acoge la cuadragésimo segunda Conferencia de la ARPS, que tendrá lugar del 6 al 9 de agosto de 2017 la ciudad de Wollongong (Australia). Con el tema *La ciencia y el arte de la protección contra la radiación: ampliando el horizonte*, la conferencia tiene como objetivo enriquecer la comprensión de la radiación no ionizante e ionizante, destacar la importancia de la comunicación efectiva y la participación de los interesados, ser un escaparate de las nuevas tecnologías, y generar discusión en una amplia gama de aspectos de la protección radiológica desde la ética para el medioambiente a la industria.

Más información:

• International Symposium on Radiological Protection in Medicine

Fecha: 20/08/2017

Hora: 09:00

Lugar: Arequipa, Perú

La Sociedad Peruana de Protección Radiológica está organizando el Simposio Internacional sobre Protección Radiológica en Medicina, que se llevará a cabo en la ciudad de Arequipa, Perú, del 20 al 24 de agosto de 2017.

Los participantes en el Simposio discutirán temas de actualidad en la protección radiológica. La Conferencia promoverá el intercambio de conocimientos a través de sesiones técnicas, mesas redondas y exposición de trabajos técnicos.

Las conclusiones derivadas del simposio se presentarán a los organismos nacionales e internacionales, principalmente de la región de América Latina. Cabe señalar que este evento es patrocinado y apoyado por organizaciones nacionales e internacionales.

Más información:

• 2017 WiN Global Annual Conference - Women in Nuclear Global

Fecha: Del 28 de agosto al 1 de septiembre de 2017

Hora: 09:00

Lugar: Beijing, China

WiN Global, fundada en 1993, es una organización global que apoya y anima a las mujeres que trabajan en las industrias nucleares en todo el mundo, particularmente en aplicaciones de energía y radiación. Y tiene como objetivo promover la comprensión y la conciencia pública sobre los beneficios de las aplicaciones nucleares y de radiación a través de una serie de redes activas nacionales, regionales e internacionales.

WiN Global, una organización sin fines de lucro, actualmente cuenta con alrededor de 35.000 miembros, incluyendo miembros de 109 países y sigue creciendo. Los miembros incluyen mujeres que trabajan profesionalmente en la medicina, las autoridades reguladoras, la industria y como investigadores independientes. Los miembros tienen un compromiso común para proporcionar información y comunicarse con el público.

En esta ocasión la Conferencia Global Anual de WiN se realizará en el Centro Nacional de Convenciones Chino.

Más información:

SEPTIEMBRE

• 4ª Conferencia Internacional sobre Radioecología y radioactividad Ambiental (ICRER)

Fecha: 03/09/2017


Hora: 09:00

Lugar: Berlín, Alemania

Tras el éxito de las conferencias anteriores celebradas en Bergen, Noruega en junio de 2008; Hamilton, Canadá en junio de 2011; y en Barcelona, España, en septiembre de 2014. Entre el 3 y el 8 de septiembre de 2017 el Instituto de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear (IRSN) y la Autoridad Noruega de Protección Radiológica (NRPA) celebrarán la cuarta Conferencia Internacional sobre Radioecología y radioactividad Ambiental (ICRER) en Berlín, Alemania.

El objetivo de la conferencia es revisar los logros recientes en radioecología y disciplinas relacionadas, así como para promover el desarrollo constante de las materias de tesis con el fin de mejorar la protección radiológica de los seres humanos y el medioambiente.

La conferencia será un foro clave para los investigadores, la industria, los reguladores y los expertos cuya actividad esté relacionada con la radiactividad en el medio ambiente. Se incluirá una selección de presentaciones orales, así como carteles cortos seleccionados.

Más información: 


• Scientific Forum: Nuclear Techniques for Human Health: Prevention, Diagnosis and Treatment

Fecha: 19/09/2017

Hora: 09:00

Lugar: Vienna, Austria

Entre el 19 y 20 de septiembre de 2017 se celebrará el *Foro científico sobre técnicas nucleares en la salud humana: prevención, diagnóstico y tratamiento* y tendrá lugar en la Sala D, C-Building, 4th Floor, del Centro Internacional de Viena (CIV). El Foro se llevará a cabo en conjunto con la 61ª Conferencia General del OIEA.

Más información: 

• Radiology in Paediatric Oncology – an Update

Fecha: 22/09/2017


Hora: 08:45

Lugar: Londres, Reino Unido

El 22 de septiembre de 2017 se celebrará una Conferencia sobre radiología en oncología pediátrica en Londres.

Este evento ofrecerá una actualización sobre los principales desafíos actuales de los médicos que se ocupan de los niños que presentan algunos de los tumores más comunes de la infancia, tanto desde el punto de vista oncológico como radiológico. Los participantes serán algunos de los principales oncólogos y radiólogos pediátricos de todo el Reino Unido. Los temas de las clases incluyen neuroblastoma, tumores de Wilms, rhabdomyosarcoma, osteosarcoma y linfomas, además de sesiones sobre la imagen funcional y radiología intervencionista en oncología pediátrica. El

día terminará con algunas sesiones de casos interactivos.
Objetivos: conocer las técnicas de imagen óptima en los niños con cáncer entender los nuevos avances en oncología pediátrica.

Más información: 

• Radiodiagnostic et imagerie médicale: quels besoins de radioprotection pour les patients?


Fecha: 26/09/2017

Hora: 08:30

Lugar: París, Francia

El 26 de septiembre se celebrará en el Espacio de Van Gogh de París una *Conferencia sobre diagnóstico en radiología e imagen médica* y lo necesario para la protección radiológica de los pacientes. El evento ha sido organizado por la Sociedad Francesa de Protección Radiológica (SFRP) dedicando un día a la protección radiológica en radiodiagnóstico.

La conferencia constituirá una oportunidad de encuentro e intercambio entre los profesionales de la comunidad médica, ingenieros y técnicos en el campo de las tecnologías de la salud y todos los interesados directa o indirectamente por el desarrollo y control de la radiación ionizante en los exámenes de imágenes médicas.

Más información: 

• Conference on Radiological Protection in Healthcare

Fecha: 27/09/2017

Hora: 09:00


Lugar: Lisboa, Portugal

Entre el 27 y 29 de septiembre se celebrará una *Conferencia sobre protección radiológica en el sector sanitario* en Lisboa, Portugal.

La conferencia reunirá principalmente a interesados portugueses, pero los expertos de la comunidad internacional también serán bienvenidos. Su principal objetivo es promover un debate profundo sobre la seguridad de los pacientes, trabajadores y miembros del público y sobre el creciente uso de las radiaciones ionizantes en el campo de la medicina. En el evento se tratarán los siguientes temas principales:

- Justificación de las exposiciones médicas.
- Optimización (DRL, auditorías dosis y control de calidad, entre otros).
- La radioterapia externa.
- La braquiterapia.
- Medicina nuclear e imagen molecular.
- Radiofarmacología y radiofarmacia - impacto en los pacientes, los profesionales y el medioambiente.
- Los procedimientos intervencionistas guiados por imagen (cardiología de intervención, otros procedimientos de intervención).
- Procedimientos de radiología de diagnóstico (por ejemplo, CT, CBCT, las modalidades híbridas, la mamografía, radiología dental).
- Exposiciones médicas pediátricas.
- Los procedimientos realizados fuera del servicio de formación de imágenes.

- Cultura de la seguridad radiológica.
- La educación, formación, calificación y certificación en materia de protección radiológica.
- Radiobiología y dosis bajas de radiación ionizante: impacto en las aplicaciones médicas.
- Imagen en el embarazo y la exposición del feto.
- Aplicaciones computacionales en la protección radiológica y dosimetría.
- Metodologías y los sistemas de evaluación de la dosis (paciente y el personal).
- Efectos sobre la salud de la exposición al radón.

Más información: 

OCTUBRE

• The EU NORM 2017 symposium

Fecha: 02/10/2017

Hora: 08:00

Lugar: Londres (Reino Unido)

Entre el 2 y 5 de octubre tendrá lugar el simposio europeo NORM 2017 que proporcionará una plataforma para el debate y el intercambio de experiencias e información a las industrias, reguladores y expertos en protección radiobiológica del campo de los materiales radiactivos naturales (NORM). El simposio también dará a los científicos, expertos, reguladores y otros especialistas la oportunidad de presentar su trabajo e interactuar con otras partes interesadas en el campo NORM.


El evento tendrá lugar en el Laboratorio Nacional de Física de Reino Unido.

EU NORM 2017 será el tercero de una serie de simposios europeos. El primero tuvo lugar en Tallin, Estonia, en 2012, y el segundo en Praga, en 2014.

Una sesión del coloquio se centrará en cuestiones específicas del radón en el contexto de los lugares de trabajo. Esta sesión está organizada con el apoyo de la Asociación Europea de Radón (ERA).

El programa del simposio incluirá los siguientes temas:

- Aplicación BSS UE (incluyendo papel de los expertos PR, educación y formación).
- Evaluación de la seguridad ambiental, remediación ambiental y radioecología.
- Las dosis ocupacionales en las industrias NORM con un enfoque en las operaciones de mantenimiento.
- Materiales de construcción y el comercio de los productos.
- Metrología NORM (mediciones *in situ*, materiales de referencia, etc.).
- Gestión de residuos NORM y las actividades de clausura.
- Las nuevas tendencias en las industrias NORM
- La exposición ocupacional de radón y torón en los lugares de trabajo NORM

Más información: 

• 43ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española


Fecha: 04/10/2017

Hora: 09:00

Lugar: Málaga

Entre el 4 y 6 de octubre, tendrá lugar en Málaga la 43ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española (SNE), con Endesa como empresa anfitriona.

La Junta Directiva de la SNE ha nombrado a Pío Carmena Servert como presidente del Comité Organizador de esta edición.

Más información: 

• Conference on Dose Management in Contemporary Radiological Practice

Fecha: 04/10/2017


Hora: 09:00

Lugar: Birmingham, Reino Unido

El 4 de octubre tendrá lugar una Conferencia sobre la gestión de dosis en la práctica radiológica contemporánea en Birmingham, Reino Unido. La conferencia está organizada por el Grupo de Interés Especial de Radiología del Instituto de Física e Ingeniería en Medicina (IPEM).

Este evento tiene como objetivo reunir a profesionales de la radiología, físicos médicos, administradores de PACS y especialistas de la industria para compartir conocimientos, experiencia y mejores prácticas en la puesta en marcha de la gestión de dosis.

La reunión incluye una mezcla de documentos y sesiones paralelas de proveedores de DMS donde los delegados pueden ver y escuchar acerca de los sistemas DMS, incluyendo oportunidades para que sus preguntas sean respondidas.

Más información: 

• 4th International Symposium on the System of Radiological Protection

Fecha: 10/10/2017

Hora: 09:00


Lugar: París (Francia)

El Cuarto simposio internacional sobre el sistema de protección radiológica de la ICRP y la segunda Semana de Investigación Europea de Protección Radiológica se llevará a cabo en París, Francia entre los días 10 y 12 de octubre y será un evento imprescindible para todos los profesionales de la protección radiológica.

Este evento combinado ofrecerá la oportunidad a más de 600 profesionales, especialistas e investigadores de todo el mundo para discutir sus respectivas preocupaciones y los desafíos actuales en todos los ámbitos de la protección radiológica, así como las formas de avanzar a través de nuevas investigaciones, doctrinas de actualización o interacciones con las partes interesadas.

El simposio contará con un programa sobre los temas más importantes y actuales de la protección radiológica. Esto también será una oportunidad única para interactuar directamente con muchos miembros de la ICRP y de las plataformas que son los mejores expertos e investigadores del campo.

En el enlace los interesados podrán encontrar más información detallada, registrarse, consultar el programa, fechas de interés, etc. El primer periodo de inscripción con cuota reducida finaliza el 31 de mayo y el segundo el 30 septiembre. La fecha límite de inscripción *on line* es el 8 de octubre.

Más información: 

• **EANM 17, 30° Congreso Anual de la Asociación Europea de Medicina Nuclear**

Fecha: 21/10/2017

Hora: 09:00


Lugar: Viena (Austria)

Entre el 21 y el 25 de octubre del 2017, tendrá lugar en el ACV (Austria Center de Viena) el Congreso anual de la Asociación Europea de Medicina Nuclear.

Las fechas de interés del Congreso serán:

- 17 de octubre de 2017: Fecha límite inscripción.
- 21 de octubre de 2017: ceremonia de apertura y recepción de bienvenida.
- 25 de octubre de 2017: acto de clausura y cóctel de despedida.

NOVIEMBRE

Más información: 

• **17th Asia-Oceania Congress of Medical Physics**


Fecha: 04/11/2017

Hora: 09:00

Lugar: Rajasthan, India.

Del 4 al 7 de noviembre se celebrará el 17° Congreso de Física Médica Asia-Oceanía. Congreso en conjunción con la 38ª Conferencia Anual de la Asociación de Físicos Médicos de la India - AMPICON-2017. El evento tendrá lugar en Rajasthan, India.

El programa científico incluirá charlas de destacados oradores, presentaciones, carteles, foros de discusión, talleres y el Día Internacional de Física Médica. El tema de la conferencia es *Los avances en física médica: modelando el futuro de la atención sanitaria moderna*.

Más información: 

• **Micros 2017 - 17th International Symposium on Microdosimetry**

Fecha: 05/11/2017

Hora: 09:00

Lugar: Venecia, Italia.

Del 5 al 10 de noviembre se celebrará el 17° Simposio internacional sobre microdosimetría. El evento tendrá lugar en centro de congresos "Cultural Center Don Orione Artigianelli", Venecia, Italia.

El simposio tiene como objetivo proporcionar un foro para que los científicos de diferentes disciplinas intercambien y debatan datos y hallazgos recientes sobre los mecanismos físicos y biológicos esenciales correspondientes a la acción de la radiación y sus consecuencias para la evaluación de riesgos y la radioterapia, incluyendo la terapia de protones e iones.

El 17° Simposio será una celebración del 50° Aniversario del Simposio, y continúa la tradición de la promoción y fomento de la interacción interdisciplinaria entre los avances de las técnicas físicas y químicas y conocimiento, combinado con los últimos avances rápidos en la biología y genética molecular y celular.

Con el fin de maximizar la comunicación interdisciplinaria y discusión, el simposio se estructurará con invitados, pre-

- presentaciones orales y carteles. También se prevén cursos de actualización realizados por expertos invitados.
- Para fomentar la asistencia de los jóvenes científicos e investigadores, se prevén premios específicos.

• **2nd International Workshop on the European Atlas of Natural Radiation.**

Fecha: 06/11/2017


Hora: 09:00

Lugar: Verbania, Italia.

Del 6 al 9 de noviembre se celebrará el Segundo taller internacional sobre el Atlas europeo de la radiación natural. El evento tendrá lugar en Verbania, Italia.

Este taller pretende abordar los siguientes temas en el marco del Atlas europeo de radiación natural:

- - Políticas del radón: normas básicas europeas de seguridad, posiciones de organizaciones internacionales, otros proyectos internacionales.
- - Radón de interior: nuevos participantes al mapa europeo, nuevos conjuntos de datos.
- - Fuentes de radiación natural y su mapeo: cósmico, geoquímico, gamma terrestre, radón, agua, materiales de construcción, etc.
- - Relación entre las cantidades relacionadas con el radón: análisis multivariante, reducción de la dimensionalidad, índice de riesgo del radón.
- - Áreas prioritarias del radón: conceptos, predictores, clasificación, riesgo, cuestiones cartográficas (geológicas, unidades administrativas).

Más información: 

• **Transposition de la Directive européenne sur la radioprotection**

Fecha: 21/11/2017


Hora: 09:00

Lugar: París (Francia)

El 21 de noviembre de 2017 se celebrará una conferencia sobre la transposición de la Directiva Europea de protección contra las radiaciones en el Espace Saint Martin de París. El evento ha sido organizado por la Sociedad Francesa de Protección Radiológica (SFRP).

La Directiva 2013/59 Euratom que establece las normas básicas de protección radiológica fue publicada el 17 de enero de 2014 y debe ser implantada por los Estados miembros antes del 6 de febrero de 2018.

En Francia, este trabajo de instauración ya se ha iniciado. La información sobre los principales desarrollos de estos textos es un gran desafío para todos los profesionales implicados en la protección contra la radiación ionizante. En consecuencia la SFRP, fiel a su misión de promover el intercambio de información, ha organizado un día durante el cual se explicarán los desafíos de la aplicación de las normas básicas europeas y su impacto en el campo de la protección radiológica.

Más información: 

Cursos de formación para operadores/supervisores de instalaciones radiactivas (Acpro)

Organizado por: ACPRO TÜV NORD. División de Formación ACPRO C/. Rafael Batlle, 24 08017 Barcelona.

Duración: Los cursos se impartirán en formato mixto, combinando la formación presencial con la formación *on line* a través de Internet. Modalidad semipresencial.

Dirigido a: Los alumnos deben disponer de la formación mínima de enseñanza secundaria obligatoria o equivalente en el caso de operadores y titulación universitaria de grado medio o superior en el caso de supervisores.

Objetivo: La formación y capacitación adecuada para las personas que necesiten optar a la licencia de operador/supervisor de instalaciones radiactivas en las especialidades de radiografía industrial, fuentes no encapsuladas, control de procesos, radioterapia o de medicina nuclear.

Lugar: Semipresencial **Email:** formacion@acpro.es

Teléfono: 93 184 10 16 / 93 204 16 80 **Fax:** 93 205 56 70

RADIOTERAPIA:

Edición	Fecha inicio	Fecha finalización	Jornada presencial	Lugar
HCUR-RT/03-17	4 octubre	13 diciembre	11, 12 y 13 diciembre	Barcelona

CONTROL DE PROCESOS Y TÉCNICAS ANALÍTICAS:

Edición	Fecha inicio	Fecha finalización	Jornada presencial	Lugar
HCUR-CP-TA/04-17	27 septiembre	24 noviembre	23 y 24 noviembre	Barcelona

FUENTES NO ENCAPSULADAS:


Edición	Fecha inicio	Fecha finalización	Jornada presencial	Lugar
HCUR-FNE/04-17	27 septiembre	24 noviembre	23 y 24 noviembre	Barcelona

RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL SEMIPRESENCIAL:

Edición	Fecha inicio	Fecha finalización	Jornada presencial	Lugar
HCUR-FNE/04-17	27 septiembre	24 noviembre	22, 23 y 24 noviembre	Barcelona

MEDICINA NUCLEAR:

Edición	Fecha inicio	Fecha finalización	Jornada presencial	Lugar
HCUR-MN/03-17	4 noviembre	19 diciembre	19 diciembre	Barcelona

Más información: 

Cursos de formación para director/operador de instalaciones de radiodiagnóstico (Acpro)

Organizado por: ACPRO TÜV NORD. División de Formación ACPRO C/. Rafael Batlle, 24 08017 Barcelona.


Duración: Los cursos se impartirán en formato mixto, combinando la formación presencial con la formación *on line* a través de Internet. Modalidad semipresencial.

Email: formacion@acpro.es

Teléfono: 93 184 10 16 / 93 204 16 80

Fax: 93 205 56 70

Edición	Fecha inicio	Fecha finalización	Jornada presencial	Lugar
05/2017	29/08	06/10/2017	06/10/2017	Barcelona
06/2017	19/09	03/11/2017	03/11/2017	Barcelona
02/2017	03/10	23/11/2017	23/11/2017	Madrid
01/2016	03/10	08/11/2017	08/11/2017	Avilés
07/2017	02/11	15/12/2017	15/12/2017	Barcelona

Más información: 

OCTUBRE

Curso conjunto primer y segundo nivel en protección radiológica orientado a la práctica intervencionista

Organiza: ACPRO TÜV NORD. División de Formación ACPRO C/. Rafael Batlle, 24 08017 Barcelona.

Duración: los cursos se impartirán en formato mixto, combinando la formación presencial con la formación *on line* a través de Internet. Modalidad semipresencial.


Lugar: Semipresencial

Email: formacion@acpro.es

Teléfonos: 93 184 10 16 / 93 204 16 80

Fax: 93 205 56 70

Edición	Fecha inicio	Fecha finalización	Fecha jornada presencial	Lugar
2NRlexp02 BARCELONA	09 octubre	18 noviembre	16, 17 y 18/05/2016	Barcelona

Más información: 

Máster en Ingeniería Nuclear y Aplicaciones (MINA 2017)

Organiza: CIEMAT y Universidad Autónoma de Madrid (UAM)

Objetivo: El Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), en su deseo de seguir contribuyendo a la cualificación de profesionales y expertos que mantengan activo y competitivo el sector nuclear en España siguen apostando por una formación especializada en este campo, en el seno del Máster en Ingeniería Nuclear y Aplicaciones (MINA), realizado conjuntamente para la promoción del mantenimiento del nivel de conocimiento en el área nuclear.

Descripción: El Máster en Ingeniería Nuclear y Aplicaciones, MINA, Título Propio de la UAM, de 60 ECTS y 9 Módulos que abarcan todo el contenido del Programa, incluyendo una estancia de tres meses para la realización de un proyecto fin de máster en una de las empresas del sector nuclear asociada, se imparte en el Ciemat y, en su edición 2017- 2018, de octubre a junio, está dirigido a titulados superiores o de grado, de facultades, escuelas científicas o tecnológicas (Ingeniería, Física, Química, Matemáticas, etc.) así como a todas aquellas personas cuya labor profesional esté relacionada con la Ingeniería Nuclear.

Lugar y horario: CIEMAT. Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid. Del 2 de octubre 2017 a junio 2018. Un año lectivo. Jornada completa.

Inscripción: Máster: 4.200 euros. Se permite la matriculación por módulos de 6 ECTS (750 euros/módulo). Se concederán cuotas reducidas (según bases).

Curso determinación de contaminación radiactiva en Palomares, 50 años después

Organiza: CIEMAT. Avda. Complutense, 40. C.P. 28040 Madrid

Fecha: 16 al 19 de octubre de 2017.

Objetivo: Poner en conocimiento del personal interesado, técnicas que se han utilizado para la determinación de contaminación radiactiva en suelo. Durante todo el curso se hace referencia a los trabajos llevados a cabo en la caracterización radiológica de Palomares (Almería).


Inscripción: Plazas Limitadas. Hasta 15 días antes de la fecha de comienzo del curso, tomadas en cuenta por riguroso orden de llegada para su selección. Inscripción a través de la página web: www.ciemat/formacion. El sistema confirma la llegada de la inscripción mediante e-mail al solicitante. La selección definitiva se comunica antes del comienzo del curso.

Precio: Ordinaria: 1.100 euros. Incluye visita a Palomares (avión + bus + comida)

Telefono: 91 346 62 94/62 98.

Fax: 91 346 62 97

E-mail: pr.tn@ciemat.es

Más información: 

Curso online. Técnico experto en protección radiológica

Fecha: 16 de octubre de 2017 – 9 de febrero de 2018

Estructura del curso: Modalidad *online*: aprendizaje centrado en el alumno; seguimiento personalizado y apoyo constante por los expertos. Modalidad presencial: refuerzo y amplía los conocimientos teóricos adquiridos en la primera fase. Sesiones en laboratorios, casos prácticos, seminarios y visitas técnicas.


Examen Fin de Curso presencial.

Horas lectivas: 80 (60 horas teoría y 20 horas prácticas). 12 semanas online. 3 días presenciales.

Objetivo: Proporcionar la formación requerida para el reconocimiento como Técnico experto en protección radiológica de un Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica en la modalidad de instalaciones radiactivas (IS-03 del CSN).

Cuota: 800 euros

Dirigido a: Interesados con Formación Profesional de Grado Superior o equivalente

Más información: 

Experto en Protección Radiológica

Fecha: 30 de octubre de 2017 – 27 de abril de 2018

Fase *online* (Módulos 1 y 2) 30 de octubre-15 de diciembre 2017 y 8 de enero-02 de marzo 2018 (15 semanas).

Fase Presencial (Módulos 3, 4, 5): 05-23 de marzo y 3-27 de abril de 2018 (7 semanas).

Estructura del curso: El curso consta de una parte común (Módulos I, II y III) a realizar por todos los participantes y una parte de especialidad a elegir entre:

- Instalaciones médicas y laboratorios de investigación (Módulo IV).
- Instalaciones nucleares y del ciclo del combustible (Módulo V).

El curso se completa con la realización de una Memoria/Proyecto fin de curso (Módulo VI).

Horas lectivas: 465.


Objetivo: Proporcionar la formación en protección radiológica adecuada para optar a ser reconocido como Experto cualificado con diploma de jefe de un Servicio de Protección Radiológica o Unidad Técnica de Protección Radiológica concedido por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), al amparo de la Instrucción Técnica IS-03, del CSN. Se impartirán las especiali-

- dades: Instalaciones médicas y laboratorios de investigación e
- Instalaciones nucleares y del ciclo del combustible.

Cuota: 3.000 euros.

Observaciones: Se requiere título oficial de licenciado o Grado en Ciencias e Ingenierías, o bien, los reconocidos oficialmente como equivalentes, en el caso de no tratarse de títulos nacionales. Se exige un nivel de conocimientos equivalente a los de un Supervisor de Instalaciones Radiactivas.

Patrocinado por: Enresa.

Más información: 

NOVIEMBRE


Centelleo líquido

Fecha: del 27 de noviembre al 1 de diciembre de 2017

Duración: 30 horas

Objetivo: Familiarizar a investigadores y profesionales con los aspectos más relevantes de la técnica de centelleo en fase líquida para su aplicación en la determinación de radionucleidos emisores alfa, beta y beta-gamma en materiales y residuos procedentes de instalaciones radiactivas y nucleares así como en muestras medioambientales.

Cuota: 700 euros. Se prevé un número reducido de cuotas reducidas (350 euros) para estudiantes o postgraduados en situación de desempleo.

Más información: 

Cursos de formación para supervisores de instalaciones radiactivas 2017 (Proinsa)

Fechas:

- ESPECIALIDAD DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL
- 13 al 22 de noviembre y del 27 de noviembre al 1 de diciembre
- ESPECIALIDAD DE CONTROL DE PROCESOS Y TÉCNICAS ANALÍTICAS 13 al 17 de noviembre y del 27 de noviembre al 1 de diciembre

- ESPECIALIDAD DE LABORATORIOS CON FUENTES NO ENCAPSULADAS 13 al 16 y del 20 al 23 de noviembre, y 30 de noviembre y 1 de diciembre
- ESPECIALIDAD DE MEDICINA NUCLEAR 13 al 16 y del 20 al 24 de noviembre, y 30 de noviembre y 1 de diciembre

Duración: Los cursos variarán entre 39-54 horas en función de la especialidad.

Objetivo: Formar a las personas que deban tramitar la licencia de supervisor de instalaciones radiactivas, en las especialidades de Radiografía industrial, de Control de procesos y técnicas analíticas, de Laboratorios con fuentes no encapsuladas, o de Medicina nuclear.

Precio: 1.080 euros (exento de I.V.A.)


Observaciones: Para impartición del curso se precisa de un número mínimo de alumnos. Grupos reducidos en la parte práctica con un máximo de seis personas.

Dirigido a: personas con titulación universitaria, como mínimo, de grado medio o superior.

Lugar: Delegación Eulen Madrid C/Valle de Tobalina, 56. 28021 Villaverde Alto (Madrid).

A petición de los interesados, se pueden impartir cursos fuera de nuestras instalaciones. Los precios se estimarán en función de las características de los mismos.

Más información: Dpto. de Formación de Proinsa c/ Gobelos, 25 – 28023 Madrid
91 631 04 33 mbsancheza@eulen.com

Más información: 

SOCIOS COLABORADORES



ASOCIACIÓN NUCLEAR
ASCÓ - VANDELLÓS II, A.I.E.

